

ISSN 0914-9457

日本磁気共鳴医学会雑誌

JAPANESE JOURNAL OF MAGNETIC RESONANCE IN MEDICINE

第51回日本磁気共鳴医学会大会 講演抄録集
2023年9月 軽井沢プリンスホテル ウエスト



VOL.43
SUPPLEMENT
2023

PASSION FOR
Change

**UNITED
IMAGING**

uMR Omega

Ultra-wide Bore 3.0T MR



商品サイトリンク

Think Big **uAiFI**inside

| *Innovative technology*

| *New experience*

| *Full capability*



一般の名称：超電導磁石式全身用MR装置
販売名：MRI装置 uMR Omega
承認番号：304AIBZX00001000



uMI 780
*Ultra-Fast Digital
High-Resolution PET/CT*



uPMR 790
HD TOF PET/MR



uMR 680 **uAiFI**inside
uAiFI 1.5T MR



uCT 780
160-slice



uEXPLORER
*Ultra-High-Resolution
Digital PET/CT 194 cm Axial FOV*



uMR OMEGA **uAiFI**inside
Ultra-wide Bore 3.0T MR



uCT 960+
640-slice

To Bring Equal Healthcare for All

第51回日本磁気共鳴医学会大会開催にあたって



第51回日本磁気共鳴医学会大会（JSMRM 2023）

大会長 **阿部 修**

（東京大学大学院医学系研究科 生体物理医学専攻 放射線医学講座）

第51回日本磁気共鳴医学会大会（JSMRM 2023）を2023年9月22日（金曜日）から2023年9月24日（日曜日）に軽井沢プリンスホテル ウェストにおいてハイブリッド開催いたします。

大学院入学とほぼ同時期に導入された動物実験用7テスラMRIから研究活動を開始し、以来MRIの魅力にとりつかれ、研究活動の大部分がMRIに関連していたため、本大会は国内における研究成果発表の標的学会であり続けてきました。そのような大変思い入れのある学会の大会長を務められることは大変栄誉であるとともに、その重責に身の引き締まる思いであります。

近年日本の研究力低下が問題となっており、MRIの分野でも同様な懸念があります。またCOVID-19流行のあおりを受け、学会の開催形式も近年急速に変容を遂げており、本会もオンラインのみあるいはハイブリッド形式の開催が定着しつつあります。しかし、MRIを用いた診療や研究の醍醐味を研究者間で共有し、特に研究領域における面白さを若い世代に伝えていくためにはface-to-faceの情報交換も無くてはならないと感じております。今回東京でなく軽井沢での開催としたのは、学会における対面での情報収集のみならず、日々の業務で疲労した学会員の方々に軽井沢での自然を味わってリフレッシュし、今後の診療・研究に新たな活力を得ていただきたい意図もありました。オンラインでのご参加も大歓迎ですが、是非軽井沢を訪れていただき直接皆様にお目にかかれることを楽しみにしております。今回のプログラムでは15の教育講演、28のシンポジウム、23の企業共催セミナーを予定しております。これらにはMRIを用いた各臓器の最先端研究や臨床応用ばかりだけでなく、研究活動のスタートアップから継続するノウハウ、ダイバーシティ&インクルージョン、多施設共同研究の発展可能性や課題、シーズニーズの情報交換・共有などMRIを取り巻く諸課題についても発表・討論頂く盛りだくさんの内容を企画しております。教育講演では前年を踏襲して並列でなく直列に配置し、すべての教育講演を現地で聴講し講演者に直接質問することも可能であり、また後日オンデマンドで反復して復習することも出来ます。さらに質疑応答の活性化を目指して一般口演では現地での発表を推奨してはいますが、諸事情により現地参加できない場合でもライブ配信を可能としております。最近では密を避けるために見られなくなりつつあった紙ポスターでの発表・討論も会場の広さを活用して復活させ、現地に来ることによってat a glanceで発表内容を確認し、興味がある発表はじっくり内容を確認できるようにしました。是非ご期待ください。

最後に、大会をご支援いただいている企業の方々、プログラム委員会、学会事務局、運営事務局、そしてご発表・ご参加いただくすべての皆様に心より感謝申し上げます。

Welcome Message

Chair of the 51st Annual Meeting of the Japanese Society for Magnetic Resonance in Medicine (JSMRM 2023)

Osamu Abe, M.D., Ph.D.

(Radiology, Department of Radiology and Biomedical Engineering, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo)

It is my great honor to announce that the 51st Annual Meeting of the Japanese Society for Magnetic Resonance in Medicine (JSMRM 2023) will be held in a hybrid format from Friday, September 22 to Sunday, September 24, 2023 at Karuizawa Prince Hotel West, Nagano, Japan.

I started my own research career of using the 7-Tesla MRI for imaging animals when I entered my Ph.D. course. It was around the same time when the 7-Tesla MRI was introduced in the labs, and since then, I have been fascinated by the MRI, dedicating the most of my research interests to this area over the years. As such, JSMRM has remained my forum of choice for presenting the results of my research in Japan, and I am both truly honored to serve as the Chair of a meeting for which I have such a deep emotional attachment, and humbled by the weight of the responsibilities that come along with this position.

Japan's recent decline in the research capacity has become a big issue, with similar concerns perceived in the MRI community.

In addition, in the wake of the COVID-19 pandemic, conference formats have changed rapidly in recent years, and JSMRM is not an exception. However, believing that the face-to-face interactions and knowledge exchanges bring excitements and unexpected benefits for all the participants, young and experienced researchers, we decided to hold this year's meeting in Karuizawa rather than Tokyo to allow participants to escape from the business of their daily lives and enjoy the beautiful nature in Karuizawa, in addition to the state-of-the-art MRI studies and its application.

The program of this meeting consists of 15 educational lectures, 28 symposiums, and 23 seminars co-sponsored by companies, related to not only cutting-edge research and clinical applications to various organs using MRI, but also know-how and tips concerning the start-up of research activities, diversity and inclusion, the possibility of development and challenges of multi-center joint research, information exchange and data sharing on seeds and needs about various issues surrounding MRI. Following the previous year, the educational lectures will be arranged in consecutive series rather than in parallel, and you will be able to attend all educational lectures on-site and ask questions directly to the speakers, and you will also be able to repeat and review the lectures on-demand at a later date. Furthermore, in order to create active Q&A sessions, we recommend that oral sessions be made on-site, but live streaming is also available even if you are unable to attend on-site due to various circumstances. Paper poster presentations and discussions, which have recently become difficult to hold to avoid crowding, will be revived by utilizing the spaciousness of the venue, and by coming to the site, you can find the content of the presentations at a glance and carefully check the contents of the presentations that interest you.

Please look forward to this fruitful meeting.

Finally, I would like to express my sincere gratitude to all the companies that support this meeting, the Program Committee, Secretariat, Conference Secretariat and everyone who will be presenting and participating in JSMRM 2023.

日本磁気共鳴医学会歴代会長

第1代	有水 昇	1981(昭和56)年7月～1989(平成元)年9月
第2代	佐久間貞行	1989(平成元)年9月～1991(平成3)年9月
第3代	高橋 睦正	1991(平成3)年9月～1993(平成5)年9月
第4代	舘野 之男	1993(平成5)年9月～1996(平成8)年3月
第5代	亘 弘	1996(平成8)年4月～1998(平成10)年3月
第6代	高橋 睦正	1998(平成10)年4月～2000(平成12)年3月
第7代	宮坂 和男	2000(平成12)年4月～2002(平成14)年3月
第8代	渡部 徳子	2002(平成14)年4月～2004(平成16)年3月
第9代	杉村 和朗	2004(平成16)年4月～2006(平成18)年3月
第10代	犬伏 俊郎	2006(平成18)年4月～2008(平成20)年3月
第11代	荒木 力	2008(平成20)年4月～2010(平成22)年6月
第12代	梅田 雅宏	2010(平成22)年7月～2012(平成24)年9月
第13代	新津 守	2012(平成24)年9月～2014(平成26)年9月
第14代	巨瀬 勝美	2014(平成26)年9月～2016(平成28)年9月
第15代	原田 雅史	2016(平成28)年9月～2018(平成30)年9月
第16代	青木 茂樹	2018(平成30)年9月～2020(令和2)年9月
第17代	黒田 輝	2020(令和2)年9月～2022(令和4)年9月
第18代	阿部 修	2022(令和4)年9月～

歴代大会長

第1回	1981(昭和56)年	有水 昇	東京
第2回	1982(昭和57)年	有水 昇	東京
第3回	1983(昭和58)年	松沢 大樹	仙台
第4回	1984(昭和59)年	亀井 裕孟	つくば
第5回	1985(昭和60)年(春)	飯尾 正宏	東京
第6回	1985(昭和60)年(秋)	飯沼 武	東京
第7回	1986(昭和61)年(春)	古瀬 和寛	中津川
第8回	1986(昭和61)年(秋)	鳥塚 莞爾	京都
第9回	1987(昭和62)年(春)	亘 弘	岡崎
第10回	1987(昭和62)年(秋)	青野 要	岡山
第11回	1988(昭和63)年(春)	荒田 洋治	東京
第12回	1988(昭和63)年(秋)	竹中 榮一	東京
第13回	1989(平成元)年(春)	金沢 洋子	福岡
第14回	1989(平成元)年(秋)	舘野 之男	東京
第15回	1990(平成2)年(春)	曾我美 勝	岐阜
第16回	1990(平成2)年(秋)	佐久間貞行	名古屋

第17回	1991(平成3)年(春)	井上 多門	東京
第18回	1991(平成3)年(秋)	高橋 睦正	熊本
第19回	1992(平成4)年(春)	遠藤 真広	東京
第20回	1992(平成4)年(秋)	入江 五朗 宮坂 和男	札幌
第21回	1993(平成5)年	能勢 忠男	つくば
第22回	1994(平成6)年	小塚 隆弘	大阪
第23回	1995(平成7)年	渡部 徳子	東京
第24回	1996(平成8)年	湯浅 龍彦	大磯
第25回	1997(平成9)年	板井 悠二	大宮
第26回	1998(平成10)年	成瀬 昭二	京都
第27回	1999(平成11)年	多田 信平	東京
第28回	2000(平成12)年	西川 弘恭	京都
第29回	2001(平成13)年	上野 照剛	つくば
第30回	2002(平成14)年	蜂屋 順一	東京
第31回	2003(平成15)年	荒木 力	山梨
第32回	2004(平成16)年	犬伏 俊郎	大津
第33回	2005(平成17)年	平敷 淳子	東京
第34回	2006(平成18)年	三森 文行	つくば
第35回	2007(平成19)年	杉村 和朗	神戸
第36回	2008(平成20)年	田中 邦雄	旭川
第37回	2009(平成21)年	吉川 宏起	横浜
第38回	2010(平成22)年	巨瀬 勝美	つくば
第39回	2011(平成23)年	興梠 征典	北九州
第40回	2012(平成24)年	富樫かおり	京都
第41回	2013(平成25)年	原田 雅史	徳島
第42回	2014(平成26)年	梅田 雅宏	京都
第43回	2015(平成27)年	青木 茂樹	東京
第44回	2016(平成28)年	新津 守	大宮
第45回	2017(平成29)年	瀬尾 芳輝	宇都宮
第46回	2018(平成30)年	宮地 利明	金沢
第47回	2019(令和元)年	山下 康行	熊本
第48回	2020(令和2)年	佐々木真理	WEB開催
第49回	2021(令和3)年	黒田 輝	横浜
第50回	2022(令和4)年	長縄 慎二	名古屋
第51回	2023(令和5)年	阿部 修	軽井沢

参加者へのご案内

1. 開催方式

ハイブリッド開催

【現地開催／ライブ配信】 2023年9月22日（金）～24日（日）

【オンデマンド配信】 2023年10月3日（火）～10月31日（火）

○一般演題（ポスター）は現地にて紙ポスター掲示，会場での発表・質疑応答あり
WEB参加者閲覧用オンデマンド配信あり。

	現地発表	LIVE 配信	オンデマンド配信 < 10/3～10/31 >
特別講演	○	○	○
シンポジウム	○	○	○
シンポジウム（共催）	○	○	○
教育講演	○	○	○
一般演題（口述）	○	○	○
一般演題（ポスター）	○	×	○
シーズニーズセッション	○	○	○
スポンサードシンポジウム	○	○	○
スポンサードセミナー	○	○	一部配信
ランチョンセミナー	○	○	
イブニングセミナー	○	○	
モーニングセミナー	○	○	

2. 会期および会場

会 期：2023年9月22日（金）・23日（土）・24日（日）

会 場：軽井沢プリンスホテル ウェスト

〒389-0193 長野県北佐久郡軽井沢町大字軽井沢1016-87

TEL：0267-42-1111

総合受付：バンケットロビー

大会本部：さくらそう

第1会場：桜

第2会場：長野

第3会場：楓

第4会場：千曲A+B

第5会場：千曲C

第6会場：浅間F

ポスター展示会場：浅間A+B+C+D+E，にれの木（すずらん，あやめ）

機器展示会場：浅間A+B+C+D+E

休憩コーナー：バンケットテラス KURUMI

P C 受付：浅間前ホワイエ

3. 参加者へのご案内

1) 参加費

本大会に参加登録いただきますと、ISMIRM-JPC2023（現地開催・ライブ配信）にもご参加いただけます。

下記の参加費には、同時に開催されますISMIRM-JPC2023の参加費も含まれます。

参加登録区分		事前料金登録期間	当日料金登録期間
		2023.8.31（木）正午まで	2023.10.31（火）まで
1	本学会 正会員＜+ JPC参加＞	10,000円	12,000円
2	本学会 学生会員＜+ JPC参加＞	3,000円	4,000円
3	一般参加者＜+ JPC参加＞	15,000円	17,000円
4	基礎系学生・外国人留学生 (非会員)＜+ JPC参加＞	5,000円	6,000円
5	ISMIRM JPC 2023 ※現地参加のみ	登録期間：2023.9.23（土）まで 4,000円	

※学生の方は、学生証等、在学を証明できるものを事前に運営事務局はメールにてお送りください。事前に提出していない場合は、受付でご提示ください。

2) 参加受付

オンライン参加登録期間

事前料金での登録期間：2023年8月31日（木）正午まで

当日料金での登録期間：2023年8月31日（木）午後～2023年10月31日（火）

お支払い方法：クレジットカードのみ

- ・参加登録は「オンライン参加登録」のみとなります。当日会場における現金での対面受付はございません。
- ・当日受付は、混み合う可能性もありますので、会場に来場される方も、あらかじめオンライン参加登録をいただけますようお願いいたします。



←参加登録ページはこちら

<現地参加>

- ・事前にオンライン参加登録の上、参加登録完了メール（印刷したもの、もしくはメール画面）を参加受付にてご提示ください。ネームカードとプログラム抄録集をお渡しいたします。
- ・8/31（木）までにオンライン参加登録いただいた方には参加証をご登録いただきました住所に1週間前頃送付いたします。当日は忘れずにお持ちください。
- ・参加証明書、領収書は参加登録完了メールに記載のある視聴サイトよりダウンロードが可能です。

【受付時間】9月22日（金）8：00～17：30

9月23日（土）7：30～18：30

9月24日（日）7：30～12：30

【受付場所】軽井沢プリンスホテルウエスト バンケットロビー

<オンライン参加>

- ・参加登録時に自動配信された「参加登録完了」メールに記載の視聴用ID・パスワードを利用の上、WEB視聴サイトにログインしてください。
- ・参加証明書、領収書は参加登録完了メールに記載のあるWEB視聴サイトよりダウンロードが可能です。

3) プログラム・抄録集

- ・プログラム抄録集は現地参加の場合のみ、会期当日に受付でお渡しします。登録時に自動配信された「参加登録完了メール」を確認の上、お渡しいたします。
- ・Web参加の場合：大会ホームページより抄録アプリをご利用ください。

【抄録集を別途ご希望の方】

- ・追加で購入を希望される方は、現地会場でのみ販売をいたします。
- ・金額は1冊4,000円です。冊数に限りがございますので、完売の場合はご了承ください。

4) 館内パブリック Wi-Fi (無料)

軽井沢プリンスホテルウエスト館内で利用いただけます。

SSID：prince-hotel パスワード：welcomeph

※環境により接続が困難になる場合があります。予めご了承ください。

5) 機器展示

機器展示会場：軽井沢プリンスホテルウエスト 浅間 A + B + C + D + E

開催時間：9月22日（金）8：00～17：30

9月23日（土）7：30～18：30

9月24日（日）7：30～12：30

6) クローク

場 所：軽井沢プリンスホテルウエスト バンケットロビー、宴会場クローク

受付時間：9月22日（金）8：00～17：30

9月23日（土）7：30～18：30

9月24日（日）7：30～12：30

7) 共催セミナー

本会のランチョンセミナーはチケット制となります。

下記の時間帯に参加証にございます引換券と引き換えに配布いたします。ただし、ご用意するお食事には数に限りがございますのであらかじめご了承ください。

場 所：軽井沢プリンスホテルウエスト 「バンケットテラス KURUMI」

受付時間：9月22日（金）8：00～10：30

9月23日（土）7：30～10：30

9月24日（日）7：30～10：30

8) 全員懇親会

9月23日（土）18：00より、軽井沢プリンスホテルウエスト『桜+長野』にて開催いたします。お食事やお飲み物をご用意しておりますので、お誘い合わせの上、是非ご参加ください。

9) 動画の視聴について

- ・視聴の際は、参加登録完了メールに記載のIDとパスワードをご使用ください。
- ・視聴サイトには、大会ホームページの専用ボタンからアクセスしてください。

10) 日本磁気共鳴医学会への入会手続き

一般演題の発表者で未入会の方は、学会事務局にご連絡の上、至急入会手続きをお済ませください。発表日までに入会がお済みでない場合、演題取り下げとなりますのでご注意ください。

一般社団法人日本磁気共鳴医学会事務局

〒105-0012 東京都港区芝大門2-12-8 浜松町矢崎ホワイトビル2F

TEL：03-6721-5388 FAX：03-6721-5433

4. 会員のみなさまへ

会員へのメール配信サービスをより充実させるため、下記の二次元バーコードもしくは下記アドレスの日本磁気共鳴学会ホームページより各種変更手続きに進みメールアドレス等の登録をお願いします。

<https://www.jsmrm.jp/>



←日本磁気共鳴医学会ホームページはこちら

5. 抄録アプリについて

大会ホームページ (<https://www.c-linkage.co.jp/jsmrm51/>) より、電子抄録アプリをダウンロードいただけます。iOS版とAndroid版を用意しておりますので、是非ご活用ください。

抄録の閲覧には、パスワードが必要です。パスワードは9月中旬に、WEB視聴サイト内にてご案内いたします。WEB視聴サイトへのログインには、参加登録時に配信された「参加登録完了/視聴サイトログイン情報のご案内」メールに記載のあるユーザーID、パスワードが必要となります。

6. シンポジウム20 アーチファクトショー

9月23日(土) 13:10~14:40 第2会場 長野

現地参加者限定クイズ参加URL/QRコード

<https://forms.gle/w24oZuXQ6fMVHNJq9>



開催直前に現地にてパスワードをお伝えします。

問題は全部で30問!

最多正解者には豪華賞品あります!

奮ってご参加ください!

お 願 い

- ・ネームカードは、各会場への入場券となりますので、大会期間中は必ずご着用ください。
- ・ネームカードホルダーを記名台にご用意しておりますので、ご自由にお取りください。
- ・会場内での呼び出しは行いません。参加者への連絡は、総合受付で申し受け、受付付近のメッセージボードに掲示します。呼び出しが予想される方は掲示板をご確認ください。
- ・会場内では携帯電話のスイッチをお切りいただくか、マナーモードに設定してください。
- ・大会長の許可のない掲示・展示・印刷物の配布・録音・写真撮影・ビデオ撮影は固くお断りいたします。

座長・演者へのご案内

座長の方へ

【共通：①現地参加の場合、②WEB参加の場合】

- ・プログラムの円滑な進行のため、各セッションの時間管理を厳密にお願いします。
- ・参加者からの質疑は、会場とWEBの両方から受け付けます。
- ・英語セッションをご担当いただく座長の先生方は、発表者が英語で聴衆へ説明する際や討論を行う場合に、発表者をサポートいただけますようお願いいたします。
- ・本大会では、全ての演者のご略歴を準備しておりません。現所属のアナウンスのみでお願いいたします。

①現地参加の場合

- ・座長受付はございません。
- ・ご担当セッション開始予定時刻の15分前までに、会場内右手前方の進行席のスタッフへお声掛けいただき、「次座長席」にご着席ください。

②WEB参加の場合

- ・WEB会議システム「Zoom」をご利用いただきます。
- ・ご担当セッション開始予定時刻の30分前までに、事前にご案内するURLよりZoomにログインをお願いいたします。
- ・ポスターセッションは現地のみとなります。ポスターセッション座長の先生は現地参加ください。

演者の方へ

【共通：①現地参加の場合、②WEB参加の場合】

■利益相反（COI）に関する情報開示について

- ・本大会では、利益相反（COI）の開示が必要となります。
- ・スライドの最初（または演題・発表者などを紹介するスライドの次）に、利益相反（COI）状態を開示してください。

※詳細は、大会ホームページ一般演題募集をご参照ください。

<https://www.c-linkage.co.jp/jsmrm51/abstracts.html>

■発表データ

- ・ Microsoft PowerPointで作成・編集してください。
- ・ 発表スライドは、ワイドサイズ（16：9）での作成をお願いいたします。
- ・ ご発表データのファイル名は、「演題番号」と「氏名」をご入力ください。
※例「O1-001○○○○ppt.」もしくは「O1-001○○○○pptx.」
- ・ フォントは、OS標準で装備されているものをご使用ください。画面レイアウトの崩れを防ぐには、下記フォントのご使用をお勧めいたします。
推奨フォント（日本語）：MSゴシック、MS Pゴシック、MS明朝、MS P明朝
推奨フォント（英語）：Arial, Century, Century Gothic, Times New Roman
※上記以外のフォントを使用した場合、文字や段落のずれ、文字化け、文字が表示されない等のトラブルが起こる可能性があります。
- ・ 動画をご使用の場合は、PowerPointとのリンク状態を保つため、動画ファイルも同じフォルダに保存してください。ファイル形式は、Windows Media Playerで動作するファイル形式をご用意ください。
- ・ セッションの進行に影響がでるため、発表者ツールは使用できません。発表原稿が必要な方は、あらかじめプリントアウトしてご準備ください。

①現地参加の場合

■PC受付

1) 発表データの受付

ご発表の30分前までに、必ずPC受付で発表データの試写をお願いします。

【受付時間】9月22日（金）8：00～17：30

9月23日（土）7：30～18：30

9月24日（日）7：30～12：30

【受付場所】軽井沢プリンスホテル ウエスト 浅間前ホワイエ

- 2) PC受付での発表データの修正作業は、準備進行の妨げになりますのでご遠慮ください。
- 3) 事前にご自身でウイルスチェックを必ず行ってください。
- 4) Macintoshで発表データを作成される場合は、ご自身のPC本体をお持込みください。
- 5) 動画及び音声をご使用の場合は、ご自身のPC本体をお持込みください。
- 6) お預かりした発表データは、終了後にPCより消去いたします。

■PC本体をお持込みの方

- 1) PC本体をお持込みの方は、PC受付でのデータ確認終了後、発表会場のPCオペレータ席（会場内左手前方）まで、ご自身でPC本体をお持ちください。
- 2) PC本体をお持込みの場合は、外部ディスプレイ出力が可能であることを、必ずご確認ください。
- 3) 会場には、PCプロジェクターにつながったHDMIケーブル、及びD-Sub15ピン（ミニ）オスを用意しております。
※Mini Display Portなど上記以外のコネクタについては、変換コネクタの貸出を行っておりませんので、必ずご持参ください。
- 4) PCのACアダプターは、必ず各自でご持参ください。
- 5) 出力端子がHDMIまたはD-Sub15ピンでないものは、必ず接続アダプターをご持参ください。

6) スクリーンセーバー、省電力設定については、予め解除をお願いいたします。

②WEB参加の場合

- ・WEB会議システム「Zoom」をご利用いただきます。
- ・事前に発表動画データ (MP4) を9月13日 (水) 正午までにご提出ください。
登録先は改めてご案内させていただきます。

1. 指定演題の演者の方へ

【共通：①現地参加の場合、②WEB参加の場合】

- ・進行は、座長の指示に従い、別途お知らせしたとおりの発表時間をお願いいたします。
- ・参加者からの質疑は、会場とWEBの両方から受け付けます。

①現地参加の場合

- ・演者受付はございません。
- ・セッション開始予定時刻の15分前までに、会場内左手前方の「次演者席」にご着席ください。

2. 一般演題 (口述発表) 演者の方へ

【共通：①現地参加の場合、②WEB参加の場合】

- ・口述発表の発表時間は、10分 (発表7分、質疑3分) です。
- ・参加者からの質疑は、会場とWEBの両方から受け付けます。

①現地参加の場合

- ・演者受付はございません。
- ・セッション開始予定時刻の15分前までに、会場内左手前方の「次演者席」にご着席ください。
円滑な進行のため、時間厳守でお願いします。

②WEB参加の場合

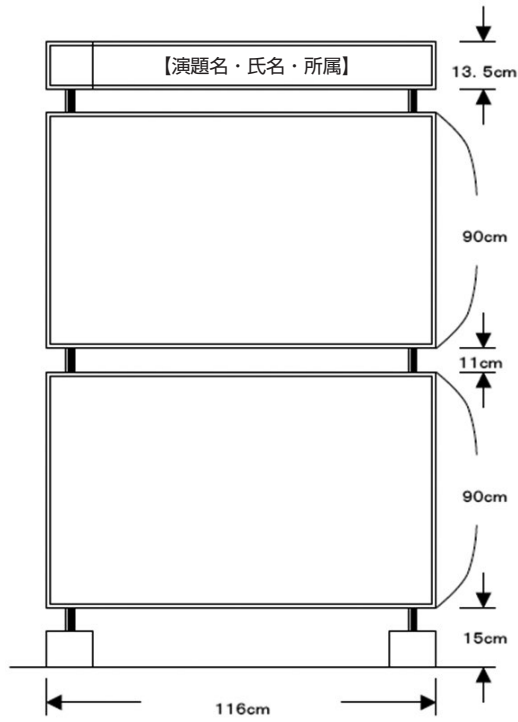
- ・WEB会議システム「Zoom」をご利用いただきます。
- ・ご担当セッション開始予定時刻の30分前までに、事前にご案内するURLよりZoomにログインをお願いいたします。

3. 一般演題 (ポスター発表) 演者の方へ

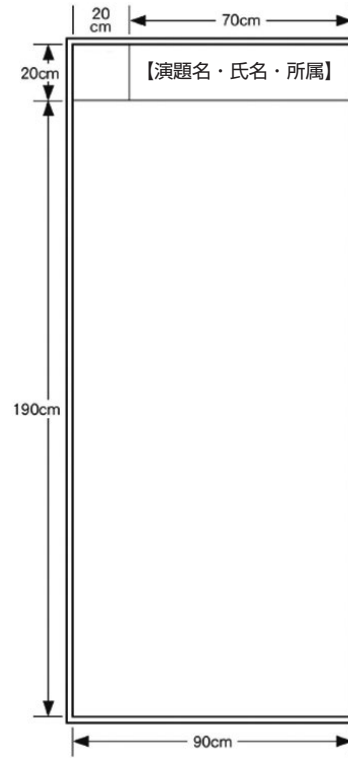
- 1) WEB参加の方の閲覧用に事前にPDF形式の発表データを9月6日 (水) 正午までにご提出ください。登録先は改めてご案内させていただきます。
ワイドサイズ (16:9) のスライド16枚以内でご用意ください。
- 2) ポスターの貼付は9月22日 (金) 8:00~11:00の間をお願いします。
セッション開始時間の10分前までに、ご自分のポスターパネルの前で待機してください。
- 3) セッション時間になりましたら、座長の進行に従ってご自身のポスターの前で発表および質疑を行ってください。ポスター発表時間は、8分 (発表5分、質疑3分) です。
- 4) ポスターを掲示するパネルの大きさ、サイズは下記の図面の通りです。採択通知の際にご連絡しておりますとおり、発表会場によってパネルサイズが異なりますので、図面を確認の上、作成をお願いいたします。
- 5) 演題番号 (サイズ: 20cm×20cm) は大会事務局で準備します。
- 6) タイトル・所属・氏名は発表者をご用意ください。
(ポスター掲示図面をご参照ください。)
- 7) COI (利益相反) に関する報告をご発表のポスターに含めてください (HP一般演題募集参照)。
<https://www.c-linkage.co.jp/jsmrm51/abstracts.html>
- 8) ポスターの撤去は9月24日 (日) 13:30~14:00に行い、忘れずにお持ち帰りください。
万一、お忘れの場合はすべて破棄いたしますので、ご了承ください。

【ポスターサイズ】

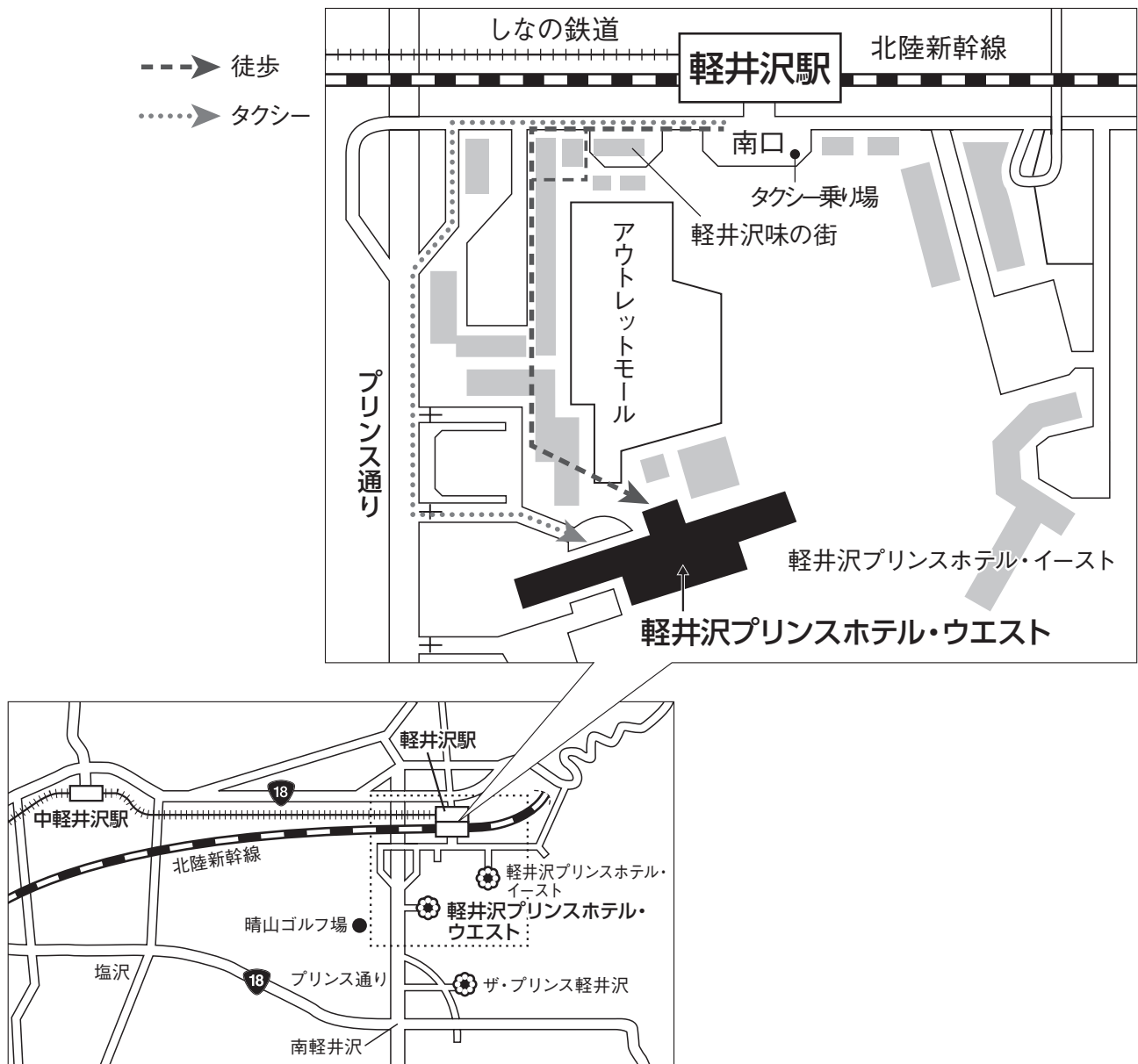
〈タイプA〉
会場：浅間 A-E



〈タイプB〉
会場：にれの木 1, 2



交通のご案内



【電車にて】

北陸新幹線 軽井沢駅南口より約 30 分間隔で無料シャトルバスを運行。

(8:00 A.M. ~ 9:00 P.M.)

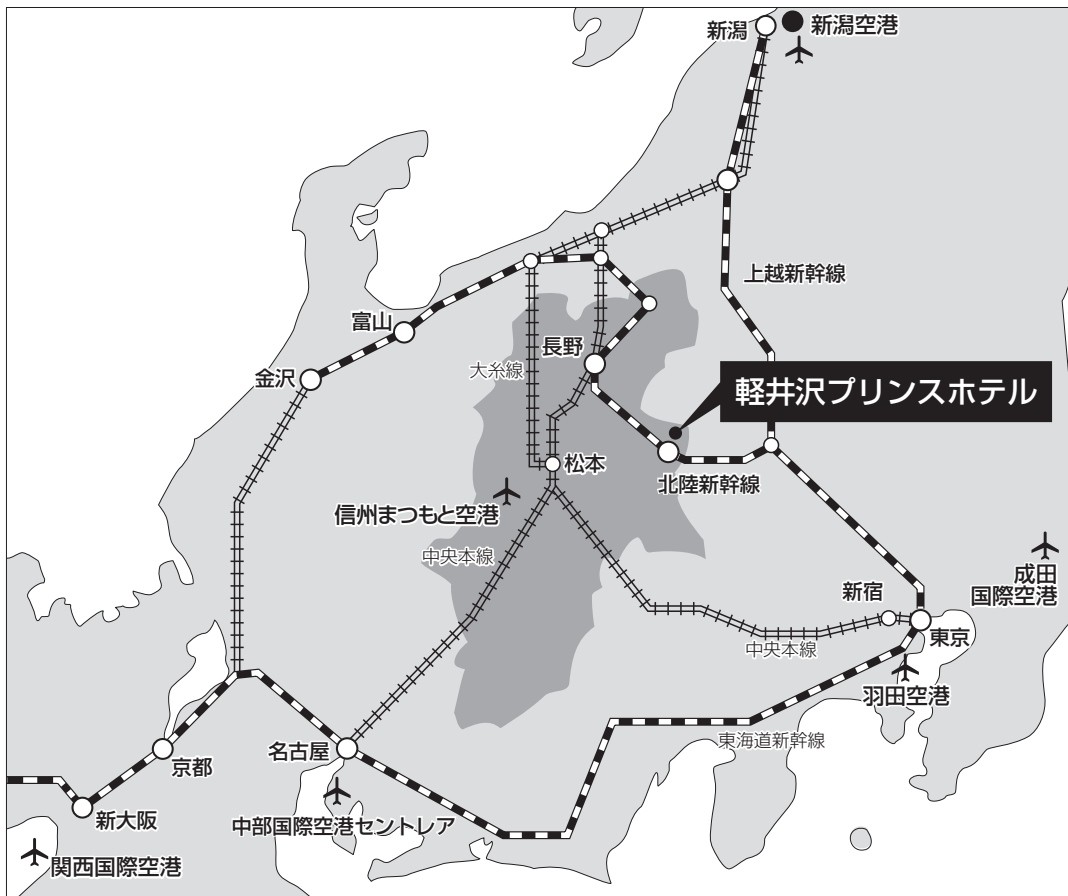
※ 12:00 NOON ~ 1:30 P.M. の間は運行間隔が異なります。

【軽井沢駅より徒歩でホテルへ】

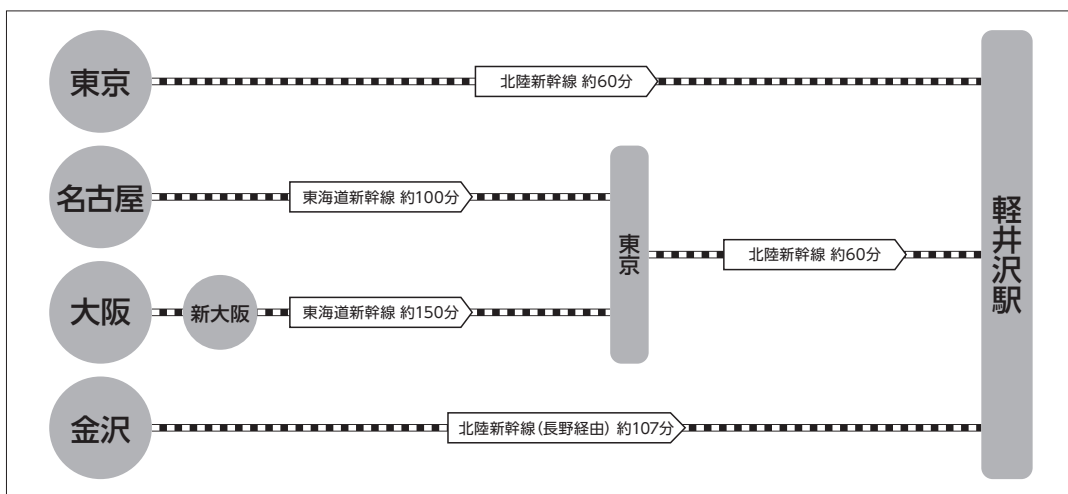
軽井沢駅南口を降りると、そこは「軽井沢・プリンスショッピングプラザ」です。

ショッピングモールの中を通り抜けて、「軽井沢プリンスホテル ウェスト」へご来館いただけます。
徒歩約 13 分。

※詳しくは、<https://www.princehotels.co.jp/karuizawa-west/access/> 参照願います。

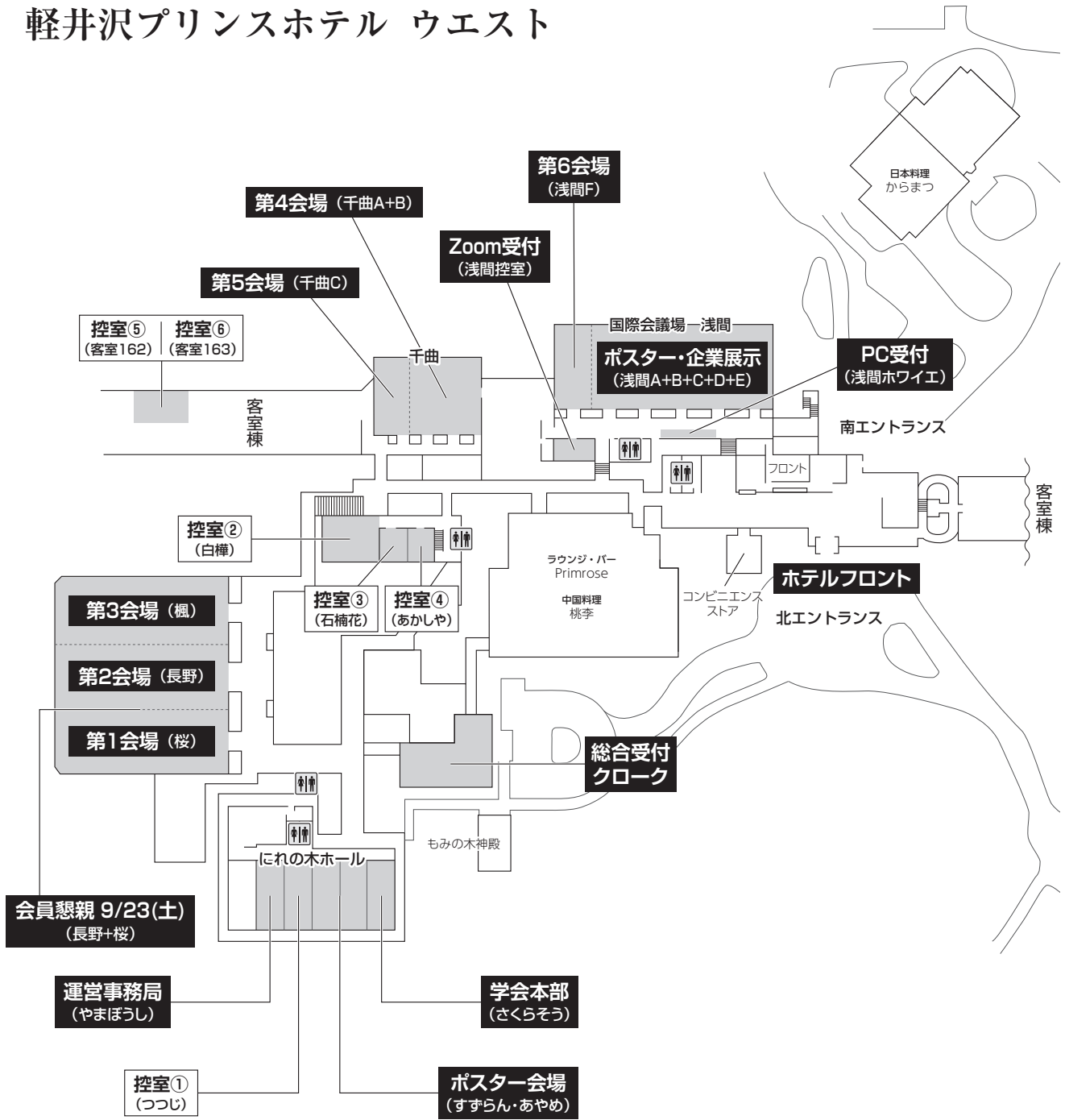


電車でのアクセス



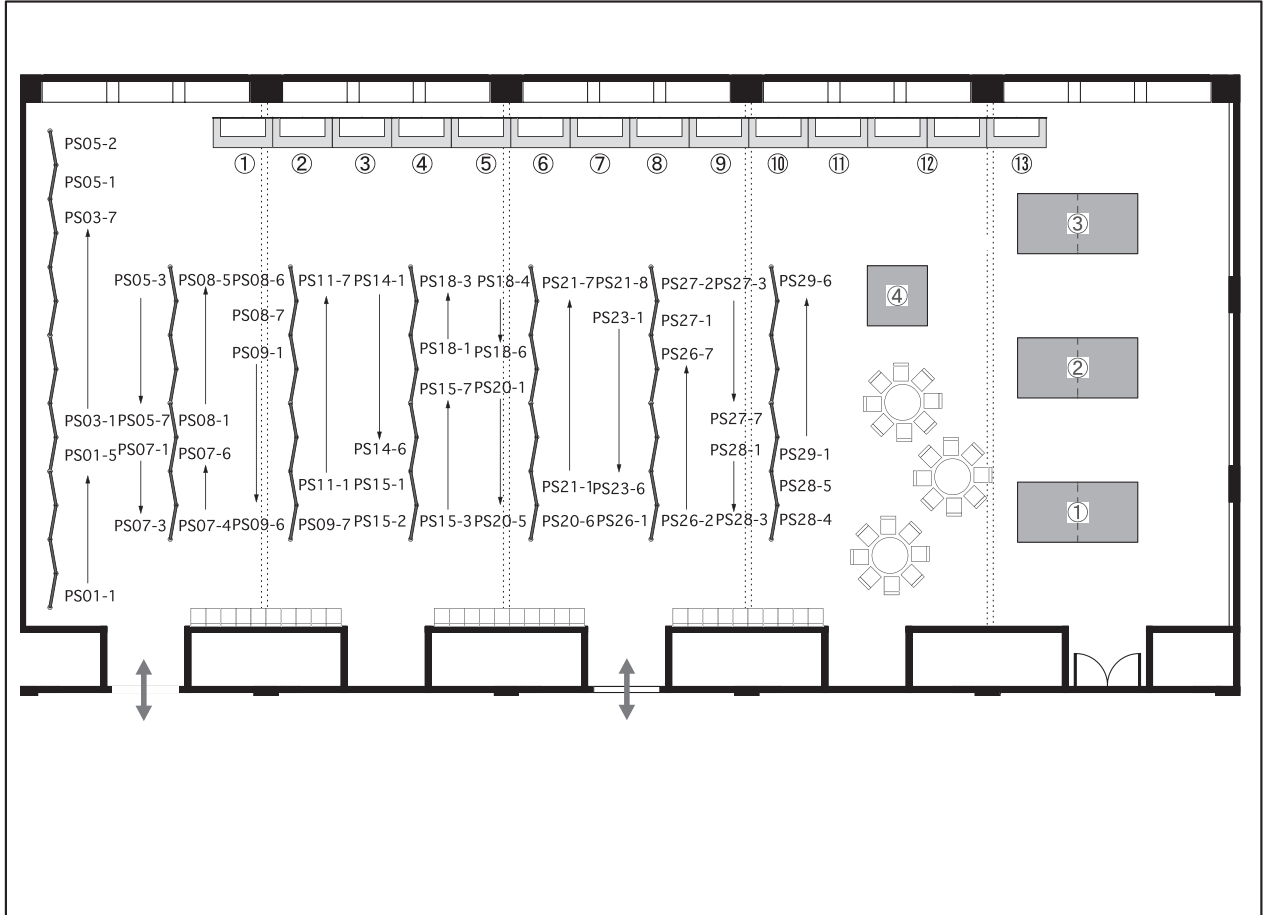
会場のご案内

軽井沢プリンスホテル ウエスト



展示会場図

軽井沢プリンスホテルウエスト



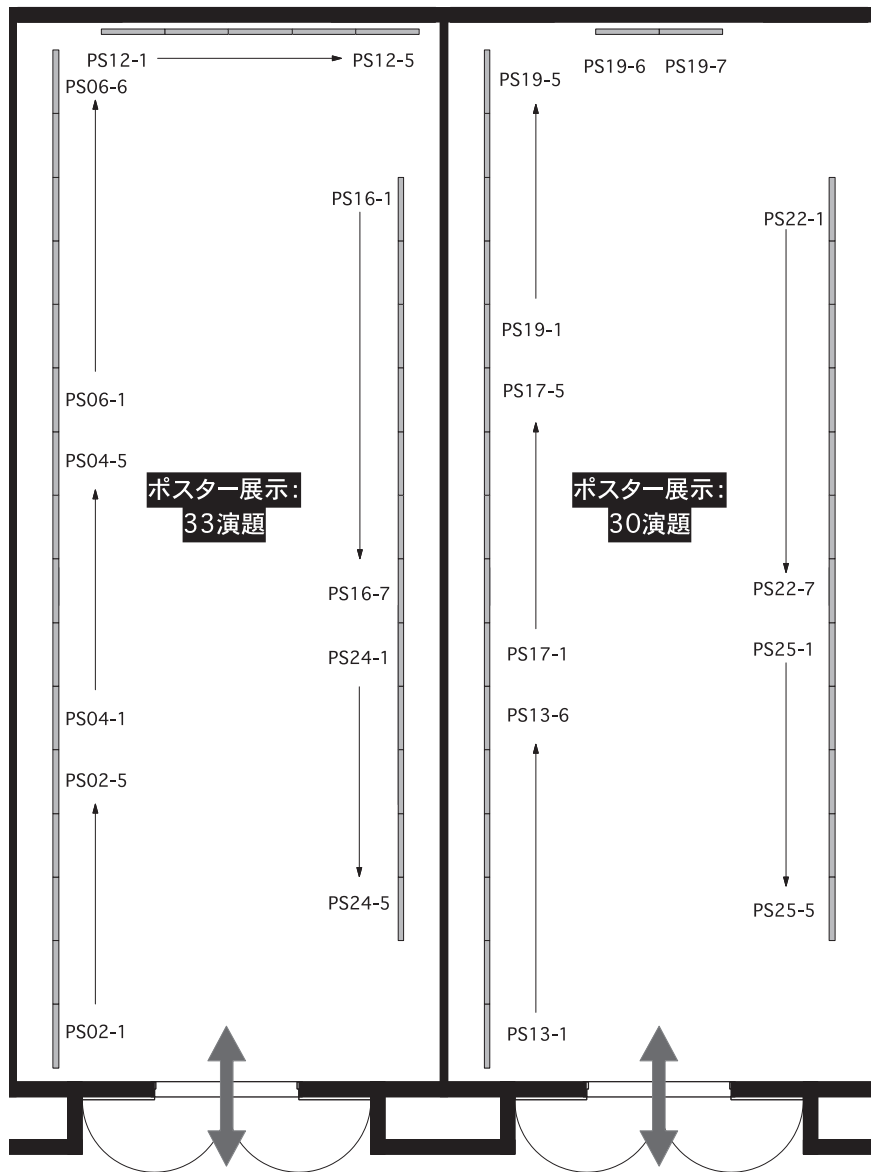
【スペース小間】

No.	企業名
1	シーメンスヘルスケア株式会社
2	United Imaging Healthcare Japan 株式会社
3	GEヘルスケア・ジャパン株式会社
4	フジデノロ株式会社

【基礎小間】

No.	企業名	No.	企業名
1	株式会社レスターコミュニケーションズ	11	株式会社フィジオテック
2	HSD Japan 合同会社	12	キャノンメディカルシステムズ株式会社
3	株式会社エルエイシステムズ	13	フヨー株式会社
4	株式会社根本杏林堂		
5	メディカル・エキスパート株式会社		
6	ブルカージャパン株式会社		
7	株式会社NAMOTO		
8	富士フイルムヘルスケア株式会社		
9	株式会社フィリップス・ジャパン		
10	ザイオソフト株式会社/アミン株式会社		

ポスター会場図



日程表 大会第1日目 9月22日(金)

	第1会場	第2会場	第3会場	第4会場
	桜	長野	楓	千曲A+B
8:00				
		8:55~9:00 開会式		
9:00	9:00~10:40	9:00~10:30	9:00~10:00	9:00~10:00
	シンポジウム 1 4D Flow MRIの20年 (来し方と行く末)	シンポジウム 2 学会誌の未来 -どう育てる?どう利用する?-	シンポジウム 3 生体計測機器としてのMRI	教育講演 1 中枢神経1
10:00			10:10~11:10	10:10~11:10
			シンポジウム 4 リアルタイム定量解析	教育講演 2 中枢神経2
11:00	10:50~11:50	10:40~12:10		
	シンポジウム 6 膀胱癌・前立腺癌のMRI	シンポジウム 5 磁気共鳴医学会は、あなたの 「研究活動」を応援します!	11:20~12:20	11:20~12:20
			シンポジウム 7 リンパ管イメージング	教育講演 3 頭頸部
12:00				
13:00	12:30~13:20	12:30~13:20	12:30~13:20	12:30~13:20
	ランチョンセミナー 2 (株)フィリップス・ジャパン	ランチョンセミナー 1 キヤノンメディカルシステムズ(株)	ランチョンセミナー 3 GEヘルスケア・ジャパン(株)	ランチョンセミナー 4 GEヘルスケアファーマ(株)
14:00	13:30~15:00	13:30~15:30	13:30~15:00	13:30~14:30
	シンポジウム 8 ダイバーシティ企画・交流の 達人になる	シンポジウム 9 What's New? - ISMRM2023レポート -	シンポジウム 10 小児MRIアップデート	教育講演 4 シン・低磁場MRI
15:00				14:40~15:40
			15:10~16:00	教育講演 5 トランスレーショナルfMRI
16:00	15:10~17:10	15:40~17:10	スポンサードセミナー ゲルベ・ジャパン(株)	15:50~16:50
	シンポジウム 11 先端的基礎~前臨床 MRI研究の発展 (共催:文部科学省「先端研究 基盤共用促進事業」 研究用MRIプラットフォーム)	シンポジウム 12 子宮癌update	16:10~17:10	教育講演 6 分子代謝計測と他核計測
17:00			特別講演 1 レジェンドが語る	
				17:00~18:00
18:00	17:20~18:10	17:20~18:10	17:20~18:10	教育講演 7 MR基礎のリスキリング
	特別講演 3 Quantifying microstructure in the spinal cord: Why strong gradients matter? シーメンスヘルスケア(株)	イブニングセミナー 1 (株)フィリップス・ジャパン	イブニングセミナー3 脳神経外科病院における 1.5T-MRIの臨床価値と将来展望 富士フイルムヘルスケア(株)	
19:00				

	第5会場	第6会場	ポスター1	ポスター2	企業展示
	千曲C	浅間F	浅間A+B+C+D+E	にれの木①	浅間A+B+C+D+E
8:00					
9:00	9:00~10:00 一般演題(口述) エラストグラフィー1 OS01-1~OS01-6	9:00~10:00 一般演題(口述) 骨軟部1 OS02-1~OS02-6	8:00~11:00 ポスター貼付	8:00~11:00 ポスター貼付	8:00~17:30
10:00	10:10~11:10 一般演題(口述) エラストグラフィー2 OS03-1~OS03-6	10:10~11:10 一般演題(口述) 骨軟部2 OS04-1~OS04-6			
11:00	11:20~12:20 一般演題(口述) ハードウェア OS05-1~OS05-6	11:20~12:20 一般演題(口述) 泌尿器 OS06-1~OS06-6			
12:00		12:30~13:20 ランチョンセミナー5 シーメンスヘルスケア(株)			
13:00	13:30~14:30 一般演題(口述) アーチファクト OS07-1~OS07-6	13:30~14:30 一般演題(口述) 泌尿器・女性生殖器 OS08-1~OS08-5	13:30~14:30 一般演題(ポスター) 脳灌流・MRA PS01-1~PS01-5	13:30~14:30 一般演題(ポスター) 脊髄/末梢神経 PS02-1~PS02-5	
14:00	14:35~15:45 一般演題(口述) 撮像技術 OS09-1~OS09-7	14:40~15:40 一般演題(口述) 乳腺 OS10-1~OS10-6	14:40~15:40 一般演題(ポスター) AI1 PS03-1~PS03-7	14:40~15:40 一般演題(ポスター) 泌尿器 PS04-1~PS04-5	
15:00	15:50~16:50 一般演題(口述) BOLD・fMRI OS11-1~OS11-5	15:50~16:50 一般演題(口述) 上腹部1 OS12-1~OS12-6	15:50~16:50 一般演題(ポスター) 拡散1 PS05-1~PS05-7	15:50~16:50 一般演題(ポスター) 乳腺 PS06-1~PS06-6	
16:00	17:00~18:00 一般演題(口述) CEST・MRS・超偏極1 OS13-1~OS13-6	17:00~18:10 一般演題(口述) 上腹部2 OS14-1~OS14-7	17:00~18:00 一般演題(ポスター) 拡散2 PS07-1~PS07-6		
17:00					
18:00					
19:00					

日程表 大会第2日目 9月23日(土)

	第1会場	第2会場	第3会場	第4会場
	桜	長野	楓	千曲A+B
8:00	7:50~8:40 モーニングセミナー 2 バイエル薬品(株)	7:50~8:40 モーニングセミナー 1 ザイオソフト(株)/アミン(株)	7:50~8:40 モーニングセミナー 3 (株)フィリップス・ジャパン	7:50~8:50 一般演題(口述) MRA1 OS15-1~OS15-6
9:00	8:50~10:50 シンポジウム 13 Diffusion MRI of the Breast	8:50~10:50 シンポジウム 14 (スポンサードシンポジウム) Gd-EOB-DTPAの肝疾患 診療へのインパクト: 臨床使用15年の歩みと将来展望 バイエル薬品(株)	8:50~9:50 シンポジウム 15 CNS-interstitial fluidopathy: 治療と画像所見の変化について	8:55~9:55 一般演題(口述) MRA2 OS17-1~OS17-6
10:00			10:00~12:00 シンポジウム 16 T1/T2マッピングを 心臓診療に活かす	10:00~11:00 シンポジウム 17 シーズニーズ 第2弾
11:00	11:00~12:00 シンポジウム 18 多施設共同臨床試験・治験 におけるMRIの課題と可能性	11:00~12:00 特別講演 2 AI aided brain age service to people who are at risk of dementia エーザイ(株)		11:05~12:05 教育講演 8 撮像技術
12:00	12:10~13:00 ランチョンセミナー 7 ゲルベ・ジャパン(株)	12:10~13:00 ランチョンセミナー 6 キヤノンメディカルシステムズ(株)	12:10~13:00 ランチョンセミナー 8 シーメンスヘルスケア(株)	12:10~13:00 ランチョンセミナー 9 富士フイルムヘルスケア(株)
13:00	13:10~14:40 シンポジウム 19 Neurofluid: CSF	13:10~14:40 シンポジウム 20 アーチファクトショー	13:10~15:00 シンポジウム 21 fMRIが拓くフロンティア シーメンスヘルスケア(株)	13:10~14:10 教育講演 9 心血管
14:00				14:20~15:20 教育講演 10 乳腺
15:00			15:10~16:40 シンポジウム 22 最先端脳科学研究と MRI研究の未来	15:30~16:30 教育講演 11 骨軟部腫瘍・類似疾患
16:00			16:50~17:50 シンポジウム 23 キャンプファイヤートーク 「レジェンドと話そう」	16:40~17:40 教育講演 12 股関節
17:00	18:00~20:00 全員懇親会			
18:00				
19:00				

	第5会場	第6会場	ポスター1	ポスター2	ポスター3	企業展示
	千曲C	浅間F	浅間A+B+C+D+E	にれの木①	にれの木②	浅間A+B+C+D+E
						7:30~18:30
8:00	7:50~8:50 一般演題 (口述) 拡散1 OS16-1~OS16-6		7:50~8:50 一般演題 (ポスター) 脳定量解析1 PS08-1~PS08-7			
9:00	8:55~9:55 一般演題 (口述) 脳灌流 OS18-1~OS18-6	9:00~12:00	8:55~9:55 一般演題 (ポスター) 脳定量解析2 PS09-1~PS09-7		8:55~9:30 一般演題 (ポスター) 造影剤・分子イメージング PS10-1~PS10-4	
10:00	10:00~11:00 一般演題 (口述) 脳定量解析1 OS19-1~OS19-6	ISMRM JPC2023	10:00~11:00 一般演題 (ポスター) AI2 PS11-1~PS11-7	10:00~11:00 一般演題 (ポスター) 骨軟部 PS12-1~PS12-5	10:00~11:00 一般演題 (ポスター) 撮像技術1 PS13-1~PS13-6	
11:00	11:05~12:05 一般演題 (口述) 脳定量解析2 OS20-1~OS20-6		11:05~12:05 一般演題 (ポスター) MRA1 PS14-1~PS14-6 BOLD・fMRI PS15-1~PS15-7	11:05~12:05 一般演題 (ポスター) 上腹部 PS16-1~PS16-7	11:05~12:05 一般演題 (ポスター) 撮像技術2 PS17-1~PS17-5	
12:00	12:10~13:00 ランチョンセミナー 10 エーザイ(株) / ブラッコ・ジャパン(株)		12:10~13:00 JPC ランチョンセミナー 人工知能技術の医療領域 への活用と可能性			
13:00	13:10~14:10 一般演題 (口述) 脊髄/末梢神経 OS21-1~OS21-5	13:10~17:50	13:10~14:10 一般演題 (ポスター) MRA2 PS18-1~PS18-6		13:10~14:10 一般演題 (ポスター) CEST・MRS・超偏極1 PS19-1~PS19-7	
14:00	14:20~15:20 一般演題 (口述) AI1 OS22-1~OS22-6	ISMRM JPC2023	14:20~15:30 一般演題 (ポスター) 拡散3 PS20-1~PS20-6 肺・心臓大血管 PS21-1~PS21-8		14:20~15:20 一般演題 (ポスター) CEST・MRS・超偏極2 PS22-1~PS22-7	
15:00	15:30~16:30 一般演題 (口述) AI2 OS23-1~OS23-6		15:30~16:30 一般演題 (ポスター) 拡散4 PS23-1~PS23-6	15:30~16:30 一般演題 (ポスター) 泌尿器・女性生殖器 PS24-1~PS24-5	15:30~16:30 一般演題 (ポスター) ハードウェア・その他 PS25-1~PS25-5	
16:00	16:40~17:40 一般演題 (口述) AI3 OS24-1~OS24-6					
17:00						
18:00						
19:00						

日程表 大会第3日目 9月24日(日)

	第1会場	第2会場	第3会場	第4会場
	桜	長野	楓	千曲A+B
8:00	8:00~10:00	8:00~10:00	8:00~8:50	8:00~9:00
	シンポジウム 24 Advanced diffusion imagesの 基礎から臨床応用へ	シンポジウム KSMRM-JSMRM Joint Symposium	モーニングセミナー 4 GEヘルスケア・ジャパン(株)	一般演題(口述) Neurofluid OS25-1~OS25-5
9:00			8:55~10:35	9:05~10:05
			シンポジウム 25 骨軟部疾患の日常診療における MRIの位置づけと撮像法	教育講演 13 肝臓
10:00				
	10:10~12:10	10:10~12:10	10:40~12:10	10:10~11:10
	シンポジウム 26 初学者のためのMR研究の第一歩	シンポジウム 27 RTとMDで考える臨床画像の あり方2023	シンポジウム 28 ほんとうにあった? かもしれない インシデントの話	教育講演 14 胆膵
11:00				11:15~12:15
				教育講演 15 泌尿器・骨盤
12:00				
	12:20~13:10	12:20~13:10	12:20~13:10	12:20~13:10
	ランチョンセミナー 12 ユナイテッドイメージング ヘルスケアジャパン(株)	ランチョンセミナー 11 バイエル薬品(株)	ランチョンセミナー 13 日本ライフライン(株)	ランチョンセミナー 14 GEヘルスケア・ジャパン(株)
13:00				
		13:20~14:00		
		閉会式		
14:00				
15:00				
16:00				
17:00				
18:00				
19:00				

	第5会場	第6会場	ポスター1	ポスター2	企業展示
	千曲C	浅間F	浅間A+B+C+D+E	にれの木①	浅間A+B+C+D+E
					7:30~12:30
8:00	8:00~9:00 一般演題(口述) 安全性・物理 OS26-1~OS26-6	8:00~9:00 一般演題(口述) 肺・心臓大血管1 OS27-1~OS27-6	8:00~9:00 一般演題(ポスター) 脳頭頸部1 PS26-1~PS26-7		企業展示
9:00	9:05~10:05 一般演題(口述) CEST・MRS・超偏極2 OS28-1~OS28-6	9:05~10:05 一般演題(口述) 肺・心臓大血管2 OS29-1~OS29-6	9:05~10:05 一般演題(ポスター) 脳頭頸部2 PS27-1~PS27-7		
10:00	10:10~11:10 一般演題(口述) 脳頭頸部1 OS30-1~OS30-4	10:10~11:10 一般演題(口述) 肺・心臓大血管3 OS31-1~OS31-6	10:10~11:10 一般演題(ポスター) Neurofluid1 PS28-1~PS28-5		
11:00	11:15~12:15 一般演題(口述) 脳頭頸部2 OS32-1~OS32-6	11:15~12:15 一般演題(口述) 拡散2 OS33-1~OS33-6	11:15~12:15 一般演題(ポスター) Neurofluid2 PS29-1~PS29-6		
12:00		12:20~13:10 ランチョンセミナー 15 キヤノンメディカルシステムズ(株)			
13:00			13:30~14:00 ポスター撤去	13:30~14:00 ポスター撤去	
14:00					
15:00					
16:00					
17:00					
18:00					
19:00					

Timetable Day1 Friday, September 22

	Room 1 Sakura Hall	Room 2 Nagano Hall	Room 3 Kaede Hall	Room 4 Chikuma A+B
8:00				
		8:55~9:00 Opening Ceremony		
9:00	9:00~10:40 Symposium 1 20 Years of 4D Flow MRI: The Past and The Future	9:00~10:30 Symposium 2 The Future of the Society Journals; How to develop? How to utilize?	9:00~10:00 Symposium 3 MRI as a bioinstrumentation device	9:00~10:00 Educational Lecture 1 Central Nervous System 1
10:00			10:10~11:10 Symposium 4 Real-time quantitative analysis	10:10~11:10 Educational Lecture 2 Central Nervous System 2
11:00	10:50~11:50 Symposium 6 MR imaging for Bladder cancer and Prostate cancer	10:40~12:10 Symposium 5 JSMRM supports your "research activities"!	11:20~12:20 Symposium 7 MR lymphatic imaging	11:20~12:20 Educational Lecture 3 Head & Neck
12:00				
13:00	12:30~13:20 Luncheon Seminar 2 Philips Japan, Ltd.	12:30~13:20 Luncheon Seminar 1 Canon Medical Systems Corporation	12:30~13:20 Luncheon Seminar 3 GE HealthCare Japan	12:30~13:20 Luncheon Seminar 4 GE Healthcare Pharma
14:00	13:30~15:00 Symposium 8 Be a master of socializing!	13:30~15:30 Symposium 9 What's New? -ISMRM2023 report	13:30~15:00 Symposium 10 Pediatric MRI update	13:30~14:30 Educational Lecture 4 SHIN low-field MRI
15:00				14:40~15:40 Educational Lecture 5 Translational fMRI
16:00	15:10~17:10 Symposium 11 Evolution of Fundamental and Preclinical MRI Research (Co-organized by MRI Platform, MEXT and JST)	15:40~17:10 Symposium 12 Cervical Cancer Update	15:10~16:00 Sponsored Seminar Guerbet Japan. KK	15:50~16:50 Educational Lecture 6 Molecular metabolism measurement and X-nuclei
17:00			16:10~17:10 Special Lecture 1 Recounting the History of MRI: A Talk by Legends	
18:00	17:20~18:10 Special Lecture 3 Quantifying microstructure in the spinal cord: Why strong gradients matter? Siemens Healthcare K.K.	17:20~18:10 Evening Seminar 1 Philips Japan, Ltd.	17:20~18:10 Evening Seminar 3 Clinical Value and Future Prospects of 1.5T-MRI in a Neurosurgical FUJIFILM Healthcare Corporation	17:00~18:00 Educational Lecture 7 MR basic reskilling
19:00				

	Room 5	Room 6	Poster 1	Poster 2	Exhibition
	Chikuma C	Asama Hall F	Asama Hall A-E	Nirenoki Hall 1	Asama Hall A-E
8:00					
9:00	9:00~10:00 Oral Session Elastography 1 OS01-1~OS01-6	9:00~10:00 Oral Session Musculoskeletal 1 OS02-1~OS02-6	8:00~11:00 Poster Mounting	8:00~11:00 Poster Mounting	8:00~17:30 Industrial Exhibition
10:00	10:10~11:10 Oral Session Elastography 2 OS03-1~OS03-6	10:10~11:10 Oral Session Musculoskeletal 2 OS04-1~OS04-6			
11:00	11:20~12:20 Oral Session Hardware OS05-1~OS05-6	11:20~12:20 Oral Session Bladder & Prostate OS06-1~OS06-6			
12:00		12:30~13:20 Luncheon Seminar 5 Siemens Healthcare K.K.			
13:00	13:30~14:30 Oral Session Artifact OS07-1~OS07-6	13:30~14:30 Oral Session Urogenital OS08-1~OS08-5	13:30~14:30 Poster Session CNS Perfusion·MRA PS01-1~PS01-5	13:30~14:30 Poster Session Spine & Peripheral Nerves PS02-1~PS02-5	
14:00	14:35~15:45 Oral Session Imaging Techniques OS09-1~OS09-7	14:40~15:40 Oral Session Breast OS10-1~OS10-6	14:40~15:40 Poster Session AI1 PS03-1~PS03-7	14:40~15:40 Poster Session Bladder & Prostate PS04-1~PS04-5	
15:00	15:50~16:50 Oral Session BOLD·fMRI OS11-1~OS11-5	15:50~16:50 Oral Session Abdomen 1 OS12-1~OS12-6	15:50~16:50 Poster Session Diffusion 1 PS05-1~PS05-7	15:50~16:50 Poster Session Breast PS06-1~PS06-6	
16:00	17:00~18:00 Oral Session CEST·MRS·Hyperpolarization 1 OS13-1~OS13-6	17:00~18:10 Oral Session Abdomen 2 OS14-1~OS14-7	17:00~18:00 Poster Session Diffusion 2 PS07-1~PS07-6		
17:00					
18:00					
19:00					

Timetable Day2 Saturday, September 23

	Room 1	Room 2	Room 3	Room 4
	Sakura Hall	Nagano Hall	Kaede Hall	Chikuma A+B
8:00	7:50~8:40 Morning Seminar 2 Bayer Yakuhin, Ltd.	7:50~8:40 Morning Seminar 1 Ziosoft, Inc. / AMIN Co.,Ltd.	7:50~8:40 Morning Seminar 3 Philips Japan, Ltd.	7:50~8:50 Oral Session MRA1 OS15-1~OS15-6
9:00	8:50~10:50 Symposium 13 Diffusion MRI of the Breast	8:50~10:50 Symposium 14 (Sponsored Symposium) Impact of Gd-EOB-DTPA on Clinical Practice: Progress in 15 Years and Future Perspectives Bayer Yakuhin, Ltd.	8:50~9:50 Symposium 15 CNS-interstitial fluidopathy	8:55~9:55 Oral Session MRA2 OS17-1~OS17-6
10:00			10:00~12:00 Symposium 16 T1/T2 mapping in the management of cardiac disease	10:00~11:00 Symposium 17 Seeds and Needs Matching Session: Clinical & Basic Science 2023 The 2nd Meeting on Intersection of Clinical Needs and Basic Research
11:00	11:00~12:00 Symposium 18 Possibilities and unsolved issues around MRI in multi-insti- tutional clinical trials	11:00~12:00 Special Lecture 2 AI aided brain age service to people who are at risk of dementia Eisai Co.,Ltd.		11:05~12:05 Educational Lecture 8 Imaging techniques
12:00	12:10~13:00 Luncheon Seminar 7 Guerbet Japan KK	12:10~13:00 Luncheon Seminar 6 Canon Medical Systems Corporation	12:10~13:00 Luncheon Seminar 8 Siemens Healthcare K.K.	12:10~13:00 Luncheon Seminar 9 FUJIFILM Healthcare Corporation
13:00	13:10~14:40 Symposium 19 Neurofluid: CSF	13:10~14:40 Symposium 20 Artifact Show	13:10~15:00 Symposium 21 Pioneering the future with fMRI Siemens Healthcare K.K.	13:10~14:10 Educational Lecture 9 Cardiovascular
14:00				14:20~15:20 Educational Lecture 10 Breast
15:00			15:10~16:40 Symposium 22 Cutting-edge Brain Science and The Future of MRI Research	15:30~16:30 Educational Lecture 11 Musculoskeletal 1
16:00			16:50~17:50 Symposium 23 Campfire Talks with Legends	16:40~17:40 Educational Lecture 12 Musculoskeletal 2
17:00				
18:00	18:00~20:00 Reception for all the participants			
19:00				

	Room 5	Room 6	Poster 1	Poster 2	Poster 3	Exhibition	
	Chikuma C	Asama Hall F	Asama Hall A-E	Nirenoki Hall 1	Nirenoki Hall 2	Asama Hall A-E	
						7:30~18:30	
8:00	7:50~8:50 Oral Session Diffusion 1 OS16-1~OS16-6		7:50~8:50 Poster Session CNS Quantitation 1 PS08-1~PS08-7				
9:00	8:55~9:55 Oral Session CNS Perfusion OS18-1~OS18-6	9:00~12:00	8:55~9:55 Poster Session CNS Quantitation 2 PS09-1~PS09-7		8:55~9:30 Poster Session Contrast Media· Molecular Imaging PS10-1~PS10-4		
10:00	10:00~11:00 Oral Session CNS Quantitation 1 OS19-1~OS19-6	ISMRM JPC2023	10:00~11:00 Poster Session AI2 PS11-1~PS11-7	10:00~11:00 Poster Session Musculoskeletal PS12-1~PS12-5	10:00~11:00 Poster Session Imaging Techniques 1 PS13-1~PS13-6		
11:00	11:05~12:05 Oral Session CNS Quantitation 2 OS20-1~OS20-6		11:05~12:05 Poster Session MRA1 PS14-1~PS14-6 BOLD·fMRI PS15-1~PS15-7	11:05~12:05 Poster Session Abdomen 1 PS16-1~PS16-7	11:05~12:05 Poster Session Imaging Techniques 2 PS17-1~PS17-5		
12:00	12:10~13:00 Luncheon Seminar 10 Eisai Co.,Ltd / Bracco Japan Co.,Ltd		12:10~13:00 JPC Luncheon Seminar Utilization and Possibilities of Artificial Intelligence in Radiology				Industrial Exhibition
13:00	13:10~14:10 Oral Session Spine & Peripheral Nerves OS21-1~OS21-5	ISMRM JPC2023	13:10~14:10 Poster Session MRA2 PS18-1~PS18-6		13:10~14:10 Poster Session CEST·MRS· Hyperpolarization 1 PS19-1~PS19-7		
14:00	14:20~15:20 Oral Session AI1 OS22-1~OS22-6		14:20~15:30 Poster Session Diffusion 3 PS20-1~PS20-6 Cardiovascular PS21-1~PS21-8		14:20~15:20 Poster Session CEST·MRS· Hyperpolarization 2 PS22-1~PS22-7		
15:00	15:30~16:30 Oral Session AI2 OS23-1~OS23-6		15:30~16:30 Poster Session Diffusion 4 PS23-1~PS23-6	15:30~16:30 Poster Session Urogenital PS24-1~PS24-5	15:30~16:30 Poster Session Hardware PS25-1~PS25-5		
16:00	16:40~17:40 Oral Session AI3 OS24-1~OS24-6						
17:00							
18:00							
19:00							

Timetable Day3 Sunday, September 24

	Room 1	Room 2	Room 3	Room 4
	Sakura Hall	Nagano Hall	Kaede Hall	Chikuma A+B
8:00	8:00~10:00	8:00~10:00	8:00~8:50 Morning Seminar 4 GE HealthCare Japan	8:00~9:00 Oral Session Neurofluid OS25-1~OS25-5
9:00	Symposium 24 Advanced diffusion images: From basic to clinical	Symposium KSMRM-JSMRM Joint Symposium	8:55~10:35 Symposium 25 The usefulness of musculoskeletal MRI for daily practice and recommended image sequences.	9:05~10:05 Educational Lecture 13 Abdomen & Pelvis 1
10:00	10:10~12:10	10:10~12:10	10:40~12:10	10:10~11:10 Educational Lecture 14 Abdomen & Pelvis 2
11:00	Symposium 26 First Steps in MR Research for Beginners	Symposium 27 RT and MD collaboration session 2023: The state of clinical imaging	Symposium 28 Incidents that might have happened	11:15~12:15 Educational Lecture 15 Abdomen & Pelvis 3
12:00	12:20~13:10 Luncheon Seminar 12 United Imaging Healthcare Japan	12:20~13:10 Luncheon Seminar 11 Bayer Yakuhin, Ltd.	12:20~13:10 Luncheon Seminar 13 Japan Lifeline Co., Ltd	12:20~13:10 Luncheon Seminar 14 GE HealthCare Japan
13:00		13:20~14:00 Closing Ceremony		
14:00				
15:00				
16:00				
17:00				
18:00				
19:00				

	Room 5	Room 6	Poster 1	Poster 2	Exhibition
	Chikuma C	Asama Hall F	Asama Hall A-E	Nirenoki Hall 1	Asama Hall A-E
					7:30~12:30
8:00	8:00~9:00 Oral Session MR Safety OS26-1~OS26-6	8:00~9:00 Oral Session Cardiovascular 1 OS27-1~OS27-6	8:00~9:00 Poster Session CNS and H&N 1 PS26-1~PS26-7		Industrial Exhibition
9:00	9:05~10:05 Oral Session CEST·MRS·Hyperpolarization 2 OS28-1~OS28-6	9:05~10:05 Oral Session Cardiovascular 2 OS29-1~OS29-6	9:05~10:05 Poster Session CNS and H&N 2 PS27-1~PS27-7		
10:00	10:10~11:10 Oral Session CNS and H&N 1 OS30-1~OS30-4	10:10~11:10 Oral Session Cardiovascular 3 OS31-1~OS31-6	10:10~11:10 Poster Session Neurofluid1 PS28-1~PS28-5		
11:00	11:15~12:15 Oral Session CNS and H&N 2 OS32-1~OS32-6	11:15~12:15 Oral Session Diffusion 2 OS33-1~OS33-6	11:15~12:15 Poster Session Neurofluid2 PS29-1~PS29-6		
12:00		12:20~13:10 Luncheon Seminar 15 Canon Medical Systems Corporation			
13:00			13:30~14:00 Poster Removal	13:30~14:00 Poster Removal	
14:00					
15:00					
16:00					
17:00					
18:00					
19:00					

プログラム委員

プログラム委員長	雨宮 史織	東京大学大学院医学系研究科 生体物理医学専攻 放射線医学講座
プログラム委員	阿部 修	東京大学大学院医学系研究科 生体物理医学専攻 放射線医学講座
	長縄 慎二	名古屋大学 放射線科
	小島 隆行	量子科学技術研究開発機構
	安藤 久美子	神戸市立医療センター中央市民病院放射線診断科
	佐竹 弘子	名古屋大学医学部附属病院放射線部
	木下 学	旭川医科大学脳神経外科学講座
	畑 純一	東京都立大学
	片岡 正子	京都大学大学院医学研究科放射線医学講座 画像診断学・核医学
	吉浦 敬	鹿児島大学大学院医歯学総合研究科放射線診断治療学分野
	渡谷 岳行	東京大学大学院医学系研究科 生体物理医学専攻 放射線医学講座
	雨宮 史織	東京大学大学院医学系研究科 生体物理医学専攻 放射線医学講座
	青木 伊知男	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
	鈴木 雄一	東京大学医学部附属病院
	黒田 輝	東海大学 情報理工学部
	富安 もよこ	量研機構 量子医科学研究所
	渡邊 嘉之	滋賀医科大学放射線医学講座
	宇都宮 大輔	横浜市立大学放射線診断学教室
	竹山 信之	昭和大学藤が丘病院放射線科
	齋田 司	筑波大学
	小林 聡	金沢大学大学院量子医療技術学講座
	稲岡 努	東邦大学佐倉病院放射線科
	小澤 栄人	埼玉医科大学病院・放射線科
	松木 充	自治医科大学とちぎ子ども医療センター 小児画像診断部
	石田 正樹	三重大学医学部附属病院 放射線科
	高尾 正一郎	徳島大学 医用画像解析学分野
	東 美菜子	宮崎大学
	飯間 麻美	京都大学医学部附属病院 先端医療研究開発機構・放射線診断科
	有田 祐起	慶應義塾大学医学部放射線科学（診断）
	米田 哲也	熊本大学
	竹原 康雄	名古屋大学大学院医学系研究科
	田岡 俊昭	名古屋大学 大学院医学系研究科 革新的生体可視化技術開発産学協同研究講座
	妹尾 淳史	東京都立大学
	加藤 裕	名古屋大学医学部附属病院
	丹羽 徹	東海大学医学部
	高原 太郎	東海大学工学部 医工学科
	押尾 晃一	順天堂大学医学部

Program / プログラム

Friday, September 22 16:10 - 17:10

Room 3 (Karuizawa Prince Hotel West, Kaede Hall)

Special Lecture 1

Recounting the History of MRI: A Talk by Legends

特別講演 1

レジェンドが語る

Chairs : Toshinori Hirai (Department of Diagnostic Radiology, Kumamoto University)

Tomohisa Okada (Human Brain Research Center, Graduate School of Medicine, Kyoto University)

座長 : 平井 俊範 (熊本大学大学院 生命科学研究部 放射線診断学講座)

岡田 知久 (京都大学 医学研究科 附属脳機能総合研究センター)

SL01-1 Pioneering the MRI world: from Data Analysis to the World of Data Science.

MRI研究の先端を往く：データ分析からデータサイエンスの世界へ

Shigeki Aoki (Faculty of Health Data Science, Juntendo University)

青木 茂樹 (順天堂大学 健康データサイエンス学部/順天堂大学 医学研究科 放射線診断学)

SL01-2 History of MRI reviewed by multiple perspectives

MRIの歴史：多様な側面からの概観

Katsumi Kose (MRIsimulations Inc.)

巨瀬 勝美 (株式会社エムアールアイシミュレーションズ)

Saturday, September 23 11:00 - 12:00

Room 2 (Karuizawa Prince Hotel West, Nagano Hall)

Special Lecture 2 / 特別講演 2

AI aided brain age service to people who are at risk of dementia

Chair : Osamu Abe (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, University of Tokyo)

座長 : 阿部 修 (東京大学大学院医学系研究科 生体物理医学専攻 放射線医学講座)

Sponsored by Eisai Co.,Ltd.

共催：エーザイ株式会社

SL02 AI aided brain age service to people who are at risk of dementia

Wen-Yih Tseng (National Taiwan University & AcroViz)

曾 文毅 (National Taiwan University & AcroViz)

Friday, September 22 17:20 - 18:10

Room 1 (Karuzawa Prince Hotel West, Sakura Hall)

Special Lecture 3 / 特別講演 3

Quantifying microstructure in the spinal cord: Why strong gradients matter?

Chair : Shinji Naganawa (M.D., Ph.D. Professor and Chair, Department of Radiology, Nagoya University Graduate School of Medicine)

座長 : 長縄 慎二 (名古屋大学大学院医学系研究科 総合医学専攻高次医用科学講座 量子医学分野 教授)

Sponsored by Siemens Healthcare K.K.

共催 : シーメンスヘルスケア株式会社

SL03 Quantifying microstructure in the spinal cord: Why strong gradients matter?

Julien Cohen-Adad (Associate Professor, Polytechnique Montreal)

Sunday, September 24 8:00 - 10:00

Room 2 (Karuzawa Prince Hotel West, Nagano Hall)

Symposium / シンポジウム

KSMRM-JSMRM Joint Symposium

Chairs : Shoko Hara (Department of Neurosurgery, Tokyo Medical and Dental University)

Jung Hee Lee (Samsung Medical Center)

座長 : 原 祥子 (東京医科歯科大学 脳神経外科)

Jung Hee Lee (Samsung Medical Center)

KS-1 Characterizing White Matter Alterations in Neurodegenerative Diseases with Fixel-Based Analysis

Fixel-based analysisによる神経変性疾患における白質微細構造変性評価

Andica Christina (Faculty of Health Data Science, Juntendo University)

アンディカ クリステイーナ (順天堂大学 健康データサイエンス学部 / 順天堂大 大学院医学研究科 放射線診断学講座)

KS-2 Glymphatic system: from bench to clinic

Seung Hong Choi (Department of Radiology, Seoul National University Hospital)

KS-3 Paradoxical uptake of focal liver lesions at the hepatobiliary phase of gadoteric acid enhanced MRI

EOB肝細胞相で高信号を呈する病変

Kumi Ozaki (Department of Radiology, Hamamatsu University School of Medicine)

尾崎 公美 (浜松医科大学 放射線診断学講座)

KS-4 Quantifying Cerebral Microvasculature Using MRI: Insights from a Biological Validation Study

Hyung Joon Cho (Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST))

KS-5 Light and Shadow of AI in MRI

MRIにおけるAI応用の現状と課題

Satoshi Funayama (Department of Radiology, Hamamatsu University School of Medicine)

舟山 慧 (浜松医科大学 放射線診断学講座)

KS-6 Imaging substantia nigra using SMWI and Sandwich neuromelanin imaging for Parkinson's disease

Jongho Lee (Seoul National University)

KS-7 Correlation between regional brain cortical volumes and verbal fluency test
局所大脳皮質体積と言語流暢性課題との相関

Kentaro Akazawa (Department of Radiology, Graduate School of Medical Science, Kyoto Prefectural University of Medicine)

赤澤 健太郎 (京都府立医科大学大学院医学研究科 放射線診断治療学)

KS-8 Mapping Application for Cardiac Magnetic Resonance: Advancements and Implications

Whal Lee (Seoul National University College of Medicine)

Friday, September 22 9:00 - 10:40

Room 1 (Karuizawa Prince Hotel West, Sakura Hall)

Symposium 1

20 Years of 4D Flow MRI: The Past and The Future

シンポジウム 1

4D Flow MRIの20年 (来し方と行く末)

Chairs : Yasuo Takehara (Dept. of Development for Advanced Low Invasive Diagnostic Imaging, Nagoya Univ. Graduate School of Med.)

Yoshiyuki Watanabe (Department of Radiology, Shiga University of Medical Science)

座長 : 竹原 康雄 (名古屋大学大学院医学系研究科 新規低侵襲画像診断法 基盤開発研究寄附講座)

渡邊 嘉之 (滋賀医科大学放射線医学講座)

SY01-1 Clinical application of 4D flow MRI for cardiovascular diseases

4D flow MRIの心血管疾患への臨床応用

Noriko Oyama-Manabe (Dept. of Radiology, Jichi Medical University Saitama Medical Center, Saitama, Japan)

真鍋 徳子 (自治医科大学附属 さいたま医療センター 放射線科)

SY01-2 4D Flow MRI in Assessment and Risk Prediction of Thoracic Aortic diseases

大動脈解離をはじめとする胸部大動脈疾患の遠隔期予後予測における4D Flow MRIの有用性

Kenichiro Takahashi (Yamato Seiwa Hospital Cardiovascular Surgery)

高橋 賢一郎 (大和成和病院 心臓血管外科)

SY01-3 Clinical application of 4D flow MRI for pulmonary circulation

4D flow MRI; 肺循環への応用

Hideki Ota (Department of Medial IT Center, Tohoku University Hospital)

大田 英揮 (東北大学病院 メディカルITセンター/東北大学病院 放射線診断科)

SY01-4 Cirrhosis and Portal Hypertension

肝硬変と門脈圧亢進症

Ryota Hyodo (Department of Radiology, Nagoya University Hospital)

兵藤 良太 (名古屋大学 医学部付属病院放射線科)

SY01-5 Re-evaluating 2D phase contrast MRI based on the experience of 4D Flow

4D Flowから再考する2D-PC

Shigeo Okuda (National Tokyo Medical Center)

奥田 茂男 (国立病院機構 東京医療センター)

SY01-6 High-Speed Imaging Techniques for 4D Flow MRI

4D Flow MRIの高速撮像法

Masaki Terada (Iwata City Hospital Department of Radiology technology)

寺田 理希 (磐田市立総合病院 放射線診断技術科)

Friday, September 22 9:00 - 10:30

Room 2 (Karuzawa Prince Hotel West, Nagano Hall)

Symposium 2

The Future of the Society Journals; How to develop? How to utilize?

シンポジウム2

学会誌の未来—どう育てる? どう利用する?—

Chairs : Satoshi Goshima (Department of Radiology, Hamamatsu University School of Medicine)

Tomoko Hyodo (Department of Radiology, Nihon University Itabashi Hospital)

Panelist : Takayuki Obata (National Institutes for Quantum Science and Technology, QST)

座長 : 五島 聡 (浜松医科大学 放射線診断学講座)

兵頭 朋子 (日本大学医学部 放射線医学系 放射線医学分野)

パネリスト : 小島 隆行 (量子科学技術研究開発機構 (QST))

SY02-1 Current Status of MRMS

MRMSの現状

Masaaki Hori (Department of Radiology, Toho University Omori Medical Center)

堀 正明 (東邦大学 医療センター大森病院 放射線科)

**SY02-2 Promoting effective use of the JJMRM resources:
What is the value of the local-language journal?**

JJMRMをご活用ください! —和文誌の有効利用と存在意義について考える—

Hiroyuki Kabasawa (Department of Radiological Sciences, School of Health Sciences at Narita, International University of Health and Welfare)

梶沢 宏之 (国際医療福祉大学 成田保健医療学部 放射線・情報科学科)

SY02-3 Perspective from Editor-in-Chief of JJR

JJRの立場から

Shinji Naganawa (Department of Radiology, Nagoya University Graduate School of Medicine)

長縄 慎二 (名古屋大学 医学部 放射線科)

SY02-4 Something Something in Paper Writing

論文執筆における、

Yoshifumi Noda (Department of Radiology, Gifu University)

野田 佳史 (岐阜大学 放射線科)

SY02-5 Why Are We Struggling to Write Academic Papers?

なぜ、私達は論文を書けないのか？

Tetsuro Sekine (Department of Radiology, Nippon Medical School MusashiKosugi Hospital)

関根 鉄朗 (日本医科大学 武蔵小杉病院 放射線科)

Friday, September 22 9:00 - 10:00

Room 3 (Karuizawa Prince Hotel West, Kaede Hall)

Symposium 3

MRI as a bioinstrumentation device

シンポジウム3

生体計測機器としてのMRI

Chair : Kagayaki Kuroda (Department of Human and Information Science, School of Information Science and Technology, Tokai University)

座長 : 黒田 輝 (東海大学 情報理工学部 情報科学科)

SY03-1 Novel Imaging Technology to Create High-Quality Functional MRI Image

機能MRI画像の高画質化に向けた新たな画像化技術

Hideo Utsumi (School of Pharmaceutical Sciences, University of Shizuoka)

内海 英雄 (静岡県立大学 薬学部/株式会社ReMI)

SY03-2 Principle of Tissue Stiffness Measurement by MRI

MRIによる組織硬度測定の実理

Mikio Suga (Center for Frontier Medical Engineering, Chiba University)

菅 幹生 (千葉大学 フロンティア医工学センター)

SY03-3 Visualization and Quantitative Analysis of Cerebrospinal Fluid Dynamics in Intracranial Space

頭蓋内脳脊髄液動態の可視化および定量解析

Satoshi Yatsushiro (Department of Human and Information Science, School of Information Science and Technology, Tokai University)

八ツ代 諭 (東海大学 情報理工学部 情報科学科/BioView株式会社)

Friday, September 22 10:10 - 11:10

Room 3 (Karuizawa Prince Hotel West, Kaede Hall)

Symposium 4

Real-time quantitative analysis

シンポジウム4

リアルタイム定量解析

Chair : Yuichi Suzuki (Radiology Center, The University of Tokyo Hospital)

座長 : 鈴木 雄一 (東京大学医学部附属病院 放射線部)

SY04-1 The Essence of Brain Imaging Analysis: On the Path from Analysis to Publication

脳画像解析のエッセンス：解析から論文化までできる研究者になるために

Yuya Saito (Department of Radiology, Juntendo University Graduate School of Medicine, Tokyo Japan)

斎藤 勇哉 (順天堂大学大学院 医学研究科 放射線診断学講座)

SY04-2 Live Demonstration! - From Fiber Tractography Analysis Using DSI Studio to FUS Treatment Planning -

実演！ ～ DSI studio を用いた Fiber tractography 解析から FUS 治療計画まで～

Hiroki Hori (Department of FUS Center, Moriyama Neurological Center Hospital)

堀 大樹 (森山脳神経センター病院 FUS センター)

Friday, September 22 10:40 - 12:10

Room 2 (Karuzawa Prince Hotel West, Nagano Hall)

Symposium 5

JSMRM supports your "research activities"!

シンポジウム5

磁気共鳴医学会は、あなたの「研究活動」を応援します！

Chairs : Masaaki Hori (Department of Radiology, Toho University Omori Medical Center)

Masaki Fukunaga (Section of Brain Function Information, National Institute for Physiological Sciences)

座長：堀 正明 (東邦大学 医療センター大森病院 放射線科)

福永 雅喜 (自然科学研究機構 生理学研究所 生体機能情報解析室)

SY05-1 What are the benefits of the International Exchange Award?

国際交流賞をもらってよかったこと

Yoshiko Ueno (Department of Radiology, Kobe University Graduate School of Medicine)

上野 嘉子 (神戸大学医学部附属病院 放射線部)

SY05-2 RSNA (Radiology Society of North America) 2017 attended with the International Leap Award

国際飛躍賞で参加したRSNA(北米放射線学会)2017、その後の活動

Yasuka Kikuchi (Tonan Hospital, Department of Diagnostic and Interventional Radiology)

菊池 穂香 (国家公務員共済組合連合会 斗南病院 放射線診断科)

SY05-3 Call for "Bayer Research Grant Program"

「バイエル研究助成制度」募集中！

Tosiaki Miyati (Institute of Medical, Pharmaceutical and Health Sciences, Kanazawa University)

宮地 利明 (金沢大学 医薬保健研究域)

SY05-4 JSMRM's International research activity support program

日本磁気共鳴医学会による国際交流支援

Manabu Kinoshita (Department of Neurosurgery, Asahikawa Medical University)

木下 学 (旭川医科大学 脳神経外科学講座)

SY05-5 QA session for Research in MRI

MRI 研究・国際交流等に関する質問コーナー

Masako Kataoka (Department of Diagnostic Imaging and Nuclear Medicine, Graduate School of Medicine, Kyoto University)

片岡 正子 (京都大学大学院医学研究科 放射線医学講座 (画像診断学・核医学))

Friday, September 22 10:50 - 11:50

Room 1 (Karuzawa Prince Hotel West, Sakura Hall)

Symposium 6

MR imaging for Bladder cancer and Prostate cancer

シンポジウム6

膀胱癌・前立腺癌のMRI

Chair : Satoru Takahashi (Imaging Research Center, Takatsuki General Hospital)

座長 : 高橋 哲 (愛仁会高槻病院 イメージングリサーチセンター)

SY06-1 Clinical Utility of VI-RADS: Diagnosis of Bladder Cancer and Beyond

膀胱癌筋層浸潤診断システム (VI-RADS)

～標準的な撮像法・読影評価と臨床応用に向けた最近の知見～

Yuki Arita (Department of Radiology, Memorial Sloan Kettering Cancer Center, New York, United States)

有田 祐起 (Department of Radiology, Memorial Sloan Kettering Cancer Center / 慶應義塾大学 医学部 放射線科学 (診断))

SY06-2 MRI in prostate carcinoma

- PI-RADS Current Status, Pitfalls, and Future Perspectives -

前立腺癌のMRI - PI-RADSの現状、ピットフォール、将来の展望 -

Hiromi Edo (Department of Radiology, National Defense Medical College)

江戸 博美 (防衛医科大学校病院 放射線科)

Friday, September 22 11:20 - 12:20

Room 3 (Karuzawa Prince Hotel West, Kaede Hall)

Symposium 7

MR lymphatic imaging

シンポジウム7

リンパ管イメージング

Chairs : Shigeru Kiryu (Department of Radiology, International University of Health and Welfare, School of Medicine)

Tetsu Niwa (Department of Radiology, Tokai University School of Medicine)

座長 : 桐生 茂 (国際医療福祉大学 医学部 放射線医学講座)

丹羽 徹 (東海大学医学部 専門診療学系画像診断学)

SY07-1 Imaging and clinical application of thoracic duct MRI

胸管MRIの撮像と臨床応用

Takakiyo Nomura (Department of Radiology, Tokai University School of Medicine)

野村 敬清 (東海大学 医学部 専門診療学系 画像診断学)

SY07-2 MR lymphangiography by nanodiamond Gd-DOTA

MRリンパ管イメージングに向けたナノ材料-環状錯体複合型造影剤の開発

Tomohiro Matsumoto (Department of Diagnostic and Interventional Radiology, Kochi Medical School, Kochi University)

松本 知博 (高知大学 医学部 放射線診断・IVR学講座)

SY07-3 MRI imaging of lymphatic vessels (focusing on extremities).

How to do it? How is it useful?

リンパ管のMRIイメージング (四肢を中心に) どうする? どう使う?

Shigeyoshi Soga (Dokkyo Medical University School of Medicine)

曾我 茂義 (獨協医科大学放射線医学講座)

Friday, September 22 13:30 - 15:00

Room 1 (Karuzawa Prince Hotel West, Sakura Hall)

Symposium 8

Be a master of socializing!

シンポジウム8

ダイバーシティ企画・交流の達人になる

Chairs : Masako Kataoka (Department of Diagnostic Imaging and Nuclear Medicine, Graduate School of Medicine
Kyoto University)

Minako Azuma (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, University of Miyazaki)

座長 : 片岡 正子 (京都大学大学院医学研究科 放射線医学講座 (画像診断学・核医学))

東 美菜子 (宮崎大学医学部病態解析医学講座 放射線医学分野)

SY08-1 Serendipity obtained from business cards and the ability to take action

名刺1枚と行動力から生まれるSerendipity

Hisashi Kitagawa (The JIKEI UNIVERSITY HOSPITAL Department of Radiology)

北川 久 (東京慈恵会医科大学附属病院 放射線部)

SY08-2 Scientific conferences in the post-pandemia

ポスト・パンデミックにおける学会は実に様々 - 人材流動性が関与? -

Kei Yamada (Department of Radiology, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kyoto, Japan)

山田 恵 (京都府立医科大学 医学部 放射線診断治療学)

SY08-3 Conference activities that are compatible with child-rearing

子育てと両立できる学会活動

Tomoko Maekawa (Department of Radiology, Juntendo University School of Medicine)

前川 朋子 (順天堂大学医学部附属 順天堂医院 放射線科)

SY08-4 Attending morning web-conference that connects geographically separated hospital

呼吸するようにコミュニケーションする: 地域病院との毎朝のウェブカンファレンス

Shingo Kakeda (Department of Radiology, Hirosaki University Graduate School of Medicine)

掛田 伸吾 (弘前大学放射線診断学講座)

Symposium 9

What's New? - ISMRM2023 report

シンポジウム9

What's New? - ISMRM2023 レポート -

Chairs : Yoshiyuki Watanabe (Department of Radiology, Shiga University of Medical Science)

Aki Kido (Toyama University Hospital)

Panelist : Takayuki Obata (National Institutes for Quantum Science and Technology, QST)

座長 : 渡邊 嘉之 (滋賀医科大学放射線医学講座)

木戸 晶 (富山大学附属病院)

パネリスト : 小畠 隆行 (量子科学技術研究開発機構 (QST))

SY09-1 The report from the ISMRM 2023 program committee

ISMRM2023 プログラム委員より

Yasuhiko Tachibana (National Institutes of Quantum Science and Technology)

立花 泰彦 (量子科学技術研究開発機構)

SY09-2 Emerging Innovations in MRI Technology: Insights from ISMRM 2023

MRI技術のアップデート: ISMRM 2023 からの洞察

Daiki Tamada (Department of Radiology, University of Wisconsin-Madison)

玉田 大輝 (ウィスコンシン大学マディソン校 医学部 放射線科)

SY09-3 Recent topics in preclinical MRI: a report from ISMRM2023

ISMRM2023における前臨床研究の話題

Akira Sumiyoshi (National Institutes for Quantum Science and Technology)

住吉 晃 (量子科学技術研究開発機構)

SY09-4 Topics in the liver at ISMRM2023

ISMRM2023における肝臓領域の話題

Shintaro Ichikawa (Department of Radiology, Hamamatsu University School of Medicine)

市川 新太郎 (浜松医科大学 放射線診断学講座)

SY09-5 Hot Topics in Neuro MRI at ISMRM 2023

ISMRM2023 中枢神経領域のホットトピックス

Koji Kamagata (Department of Radiology, Juntendo University Graduate School of Medicine)

鎌形 康司 (順天堂大学 大学院医学研究科 放射線科)

Symposium 10

Pediatric MRI update

シンポジウム 10

小児MRIアップデート

Chairs : Kumiko Ando (Department of Diagnostic Radiology, Kobe City Medical Center General Hospital)

Tetsu Niwa (Department of Radiology, Tokai University School of Medicine)

座長 : 安藤 久美子 (神戸市立医療センター中央市民病院放射線診断科)

丹羽 徹 (東海大学医学部 専門診療学系画像診断学)

SY10-1 Recent Advances in brain MRI in Fetuses, Neonates and Children

小児科神経疾患へのMRIの応用

Hiroyuki Kidokoro (Department of Pediatrics, Nagoya University Graduate School of Medicine)

城所 博之 (名古屋大学 医学部 小児科)

SY10-2 Multiparametric MRI of the brain for children

小児での脳マルチパラメトリックMRIの使用

Akifumi Hagiwara (Department of Radiology, Juntendo University School of Medicine)

萩原 彰文 (順天堂大学医学部附属順天堂医院 放射線科)

SY10-3 Clinical application of 1H-MR spectroscopy in children

プロトンMRSの小児への臨床応用

Moyoko Tomiyasu (National Institutes for Quantum Science and Technology)

富安 もよこ (量子科学技術研究開発機構 量子医科学研究所 / 神奈川県立こども医療センター)

SY10-4 Arterial Spin Labeling for Pediatric Brain

小児中枢神経疾患におけるArterial Spin Labelingの有用性

Mika Kitajima (Department of Medical Imaging Sciences, Faculty of Life Sciences, Kumamoto University)

北島 美香 (熊本大学 大学院 生命科学研究部 医用画像科学講座)

Symposium 11

Evolution of Fundamental and Preclinical MRI Research (Co-organized by MRI Platform, MEXT and JST)

シンポジウム11

先端的基础～前臨床MRI研究の発展 (共催：文部科学省「先端研究基盤共用促進事業」研究用MRIプラットフォーム)

Chairs : Sosuke Yoshinaga (Faculty of Life Sciences, Kumamoto University)

Fumiko Seki (Central Institute for Experimental Animals)

座長：吉永 壮佐 (熊本大学大学院生命科学研究部)

関 布美子 (公益財団法人実験動物中央研究所)

SY11-1 Aim of the MRI Platform

研究用MRI共有プラットフォームの取り組みと実績

Shigeyoshi Saito (Advanced Imaging Technology Laboratory, Department of Medical Physics and Engineering, Division of Health Sciences, Graduate School of Medicine, Osaka University)

齋藤 茂芳 (大阪大学大学院 医学系研究科 保健学専攻 生体物理工学講座 先端画像技術学研究室)

SY11-2 Developing pre-clinical MRI research: report from a doctor visiting the US institution

前臨床MRI研究の発展：米国留学の経験から

Utaroh Motosugi (Kofukyoritsu Hospital, Department of Radiology)

本杉 宇太郎 (甲府共立病院 放射線科)

SY11-3 The Role of Preclinical MRI in Translational and Reverse Translational Research: Evaluation of Disease Animal Models

トランスレーショナル・リバーストランスレーショナルリサーチにおけるMRIの役割：疾患モデル動物の評価

Yuji Komaki (Central Institute for Experimental Animals)

小牧 裕司 (公益財団法人 実験動物中央研究所)

SY11-4 MRI imaging of living cell in stem cell therapy

移植後の生存細胞のみを定量的に追跡するMRI造影剤

Tetsuji Yamaoka (Faculty of Health Sciences, Komatsu University)

山岡 哲二 (公立小松大学保健医療学部)

SY11-5 Utilization of preclinical MRI in various interdisciplinary studies

前臨床MRIを活用した多様な学際的研究

Hirohiko Imai (Graduate School of Informatics, Kyoto University)

今井 宏彦 (京都大学 大学院情報学研究科)

SY11-6 Multi-modal Preclinical MRI for the Discovery of Glymphatic System Biomarkers

マルチモーダルアプローチによる前臨床MRIグリンパティックシステムバイオマーカー探索

Yuki Mori (Center for Translational Neuromedicine, University of Copenhagen)

森 勇樹 (コペンハーゲン大学 Center for Translational Neuromedicine)

Friday, September 22 15:40 - 17:10

Room 2 (Karuizawa Prince Hotel West, Nagano Hall)

Symposium 12

Cervical Cancer Update

シンポジウム12

子宮癌update

Chairs : Eito Kozawa (Department of Radiology, Saitama Medical University Hospital)

Tsukasa Saida (Department of Radiology, Faculty of Medicine, University of Tsukuba)

座長：小澤 栄人 (埼玉医科大学病院 放射線科)

齋田 司 (筑波大学 医学医療系 放射線診断・IVR学)

SY12-1 Recent topics / challenging diagnostic imaging in the uterine cervical and corpus cancers

WHO分類および規約改訂に伴う子宮頸癌、体癌の話題：画像診断との連携

Masanori Yasuda (Department of Pathology, Saitama Medical University International Medical Center)

安田 政実 (埼玉医科大学 国際センター 病理診断科)

SY12-2 Renewal! Cervical and Endometrial cancer Classification and Radiomics

改訂：子宮頸癌取り扱い規約・子宮体癌新FIGO分類とRadiomics

Aki Kido (Toyama university, Department of Radiology)

木戸 晶 (富山大学 放射線医学講座)

SY12-3 High-resolution Diffusion-weighted Imaging for the Diagnosis of Endometrial and Cervical Cancer

子宮体癌・頸癌のhigh-resolution diffusion-weighted imaging

Takashi Ota (Osaka University Graduate School of Medicine, Department of Diagnostic and Interventional Radiology)

太田 崇詞 (大阪大学大学院医学系研究科 放射線医学講座)

Saturday, September 23 8:50 - 10:50

Room 1 (Karuizawa Prince Hotel West, Sakura Hall)

Symposium 13 / シンポジウム13

Diffusion MRI of the Breast

Chairs : Kazunori Kubota (Department of Radiology, Dokkyo Medical University Saitama Medical Center)

Hiroko Satake (Department of Radiology, Nagoya University Hospital)

座長：久保田 一徳 (獨協医学大学埼玉医療センター 放射線科)

佐竹 弘子 (名古屋大学医学部附属病院 放射線部)

SY13-1 Clinical Application of Breast DWI

乳房DWIの臨床応用

Naoko Mori (Department of Radiology, Akita University Graduate School of Medicine)

森 菜緒子 (秋田大学医学部 放射線医学講座)

SY13-2 Advanced Breast DWI: Current Status and Challenges

Advanced Breast DWI: 現状と課題

Mariko Goto (Department of Radiology, Kyoto Prefectural University of Medicine)

後藤 真理子 (京都府立医科大学大学院医学研究科 放射線診断治療学)

SY13-3 **Current status and need for breast DWI standardization**

乳房DWI標準化の現状と必要性

Mami Iima (Institute for Advancement of Clinical and Translational Science, Dept. of Radiology, Kyoto Univ. Hosp., Kyoto, Japan)

飯間 麻美 (京都大学医学部附属病院 先端医療研究開発機構 放射線診断科)

SY13-4 **DWIBS (relationship to BI-RADS and discussion of ADC measurements)**

DWIBS (BI-RADSとの関係、ADCに関する考察)

Taro Takahara (Department of Biomedical Engineering, Tokai University School of Engineering)

高原 太郎 (東海大学 工学部 医工学科)

SY13-5 **Evaluation of pathological complete response after neoadjuvant systemic treatment of invasive breast cancer using diffusion-weighted imaging**

術前薬物療法後のMRI：DWIを用いた治療効果判定

Rie Ota (Tenri Hospital, Department of Radiology)

太田 理恵 (天理よろづ相談所病院 放射線部)

Saturday, September 23 8:50 - 10:50

Room 2 (Karuizawa Prince Hotel West, Nagano Hall)

Symposium 14 (Sponsored Symposium)

Impact of Gd-EOB-DTPA on Clinical Practice: Progress in 15 Years and Future Perspectives

シンポジウム 14 (スポンサードシンポジウム)

Gd-EOB-DTPAの肝疾患診療へのインパクト：臨床使用15年の歩みと将来展望

Chairs : Satoshi Goshima (Department of Radiology, Hamamatsu University School of Medicine)

Yuko Nakamura (Department of Diagnostic Radiology, Graduate School of Biomedical and Health Science, Hiroshima University)

座長：五島 聡 (浜松医科大学 放射線診断学講座)

中村 優子 (広島大学大学院 医系科学研究科 放射線診断学)

Sponsored by Bayer Yakuhin, Ltd.

共催：バイエル薬品株式会社

SY14-1 **Optimization of Gadoteric Acid-Enhanced Liver MR Imaging: Role of a Radiological Technologist**

Gd-EOB-DTPA肝臓MRIの最適化：放射線技師の役割

Minori Onoda (Department of Radiological Technology Kanazawa University Hospital)

小野田 農 (金沢大学附属病院 放射線部)

SY14-2 **Topics on the transporter of EOB-MRI in hepatocellular carcinoma**

肝細胞癌におけるEOB-MRIのトランスポーターに関して

Akihisa Ueno (Division of diagnostic pathology, Keio university school of medicine)

上野 彰久 (慶應義塾大学医学部病理診断部)

SY14-3 **The role of Gd-EOB-DTPA enhanced MRI in the personalized medicine of hepatocellular carcinoma**

肝細胞癌の個別化診療におけるGd-EOB-DTPA造影MRIの役割

Azusa Kitao (Department of Radiology, Kanazawa University Hospital)

北尾 梓 (金沢大学附属病院 放射線科)

SY14-4 The impact of Gd-EOB-DTPA contrast-enhanced MRI on the diagnosis of benign neoplastic and non-neoplastic lesions

Gd-EOB-DTPA造影MRIが良性腫瘍性・非腫瘍性病変診断に与えた影響

Kumi Ozaki (Department of Radiology, Hamamatsu University School of Medicine)

尾崎 公美 (浜松医科大学 放射線診断学講座)

SY14-5 Impact of Gd-EOB-DTPA-enhanced MRI on therapeutic strategy decision

Gd-EOB-DTPA造影MRIが治療方針決定に与えるインパクト

Keitaro Sofue (Department of Radiology, Kobe University Graduate School of Medicine)

祖父江 慶太郎 (神戸大学医学部附属病院 放射線診断・IVR科)

SY14-6 Evaluation of liver function with gadoxetic acid-enhanced MR imaging parameters

EOB造影MRIの画像情報を用いた肝機能評価

Nobuhiro Fujita (Department of Clinical Radiology, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University)

藤田 展宏 (九州大学大学院 医学研究院 臨床放射線科)

Saturday, September 23 8:50 - 9:50

Room 3 (Karuzawa Prince Hotel West, Kaede Hall)

Symposium 15

CNS-interstitial fluidopathy

シンポジウム 15

CNS-interstitial fluidopathy : 治療と画像所見の変化について

Chairs : Koji Kamagata (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, Juntendo University)

Kagayaki Kuroda (Department of Human and Information Science, School of Information Science and Technology, Tokai University)

座長 : 鎌形 康司 (順天堂大学大学院医学研究科 放射線診断学)

黒田 輝 (東海大学 情報理工学部 情報科学科)

SY15-1 Dementia associated with failure in waste product drainage in the brain

脳内老廃物排泄系の障害と認知症

Masafumi Ihara (Department of Neurology, National Cerebral and Cardiovascular Center)

猪原 匡史 (国立循環器病研究センター 脳血管部門 脳神経内科)

SY15-2 Evaluation of glymphatic system after lumboperitoneal shunt in patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus

特発性正常圧水頭症シャント術後のglymphatic system機能評価について

Junko Kikuta (Department of Radiology, Juntendo University Graduate School of Medicine)

菊田 潤子 (順天堂大学大学院医学研究科 放射線診断学講座)

SY15-3 Post-revascularization changes of CNS-interstitial fluidopathy induced by chronic ischemia in patients with moyamoya disease

もやもや病の脳血流障害に伴うCNS-interstitial fluidopathyと血行再建術後変化

Shoko Hara (Department of Neurosurgery, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo, Japan)

原 祥子 (東京医科歯科大学 脳神経外科)

Symposium 16

T1/T2 mapping in the management of cardiac disease

シンポジウム 16

T1/T2 マッピングを心臓診療に活かす

Chairs : Daisuke Utsunomiya (Department of Diagnostic Radiology, Yokohama City University Graduate School of Medicine)

Masaki Ishida (Department of Radiology, Mie University Graduate School of Medicine)

座長 : 宇都宮 大輔 (横浜市立大学大学院医学研究科 放射線診断学教室)

石田 正樹 (三重大学大学院医学系研究科 放射線医学)

SY16-1 Basics of T1/T2 mapping

T1/T2 マッピングの基礎

Keita Fukushima (Section of Radiology, Kyorin University Hospital)

福島 啓太 (杏林大学医学部付属病院 放射線部)

SY16-2 T1/T2 measurement : Pitfalls and clinical solutions

T1/T2 マッピングのピットフォールと対処

Shinchi Takase (Mie university hospital department of radiology)

高瀬 伸一 (三重大学 医学部附属病院 放射線部)

SY16-3 Utilizing T1 mapping to differentiate left ventricular hypertrophy.

左室肥大の鑑別に T1 マッピングを活かす

Masaki Ishida (Department of Radiology, Mie University Graduate School/ Faculty of Medicine)

石田 正樹 (三重大学大学院医学系研究科 放射線医学)

SY16-4 Utilizing T1/T2 mapping in cardiac amyloidosis

心アミロイドーシスに T1/T2 マッピングを活かす

Seitaro Oda (Department of Diagnostic Radiology, Kumamoto University Hospital)

尾田 済太郎 (熊本大学病院 画像診断・治療科)

SY16-5 Myocardial Mapping for Fabry Disease

ファブリー病診療に心筋マッピングを活かす

Shingo Kato (Department of Diagnostic Radiology, Yokohama City University Graduate School of Medicine)

加藤 真吾 (横浜市立大学大学院医学研究科 放射線診断科)

SY16-6 Usefulness of T1 and T2 mapping by magnetic resonance in patients with myocarditis

心筋炎に T1/T2 マッピングを活かす

Hiroshi Hashimura (Department of Radiology, Kobe University Graduate School of Medicine)

橋村 宏美 (神戸大学 医学部附属病院 放射線診断・IVR科)

Symposium 17

Seeds and Needs Matching Session: Clinical & Basic Science 2023
The 2nd Meeting on Intersection of Clinical Needs and Basic Research

シンポジウム17

シーズニーズ 第2弾

Chairs : Tetsuya Yoneda (Department of Medical Image Sciences, Faculty of Life Sciences, Kumamoto University)

Shiori Amemiya (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo)

座長 : 米田 哲也 (熊本大学)

雨宮 史織 (東京大学大学院医学系研究科 生体物理医学専攻 放射線医学講座)

SY17-1 Identification of key points that researchers should be aware of conducting studies within a clinical facility.

研究者が臨床施設へ立入る際に注意すべき問題点の洗い出し

Kentaro Sakata (Division of Clinical Radiology service, The University of Tokyo Hospital)

坂田 健太郎 (東京大学医学部附属病院 放射線部 / 熊本大学大学院 保健学教育部)

SY17-2 Participating in Seeds Needs Project as a candidate for a clinical facility

受け入れ臨床施設候補としてシーズニーズ企画に参加して

Masahiro Kobayashi (Toho University Omori Medical Center)

小林 正周 (東邦大学医療センター大森病院 放射線科)

一般演題1 基礎系からの提案

Circulation contrast time measurement and investigation of organ accumulation of new particle-type PEGylated contrast agent

新粒子型PEG化造影剤の循環造影時間計測と臓器集積の探査

Kazuo Yagi (Tohto University)

八木 一夫 (東都大学)

一般演題2 基礎系からの提案

Proposal of medical application of temperature-sensitive sustained-release biocompatible material (MRI-Phantom Experiment Trial)

温度感応徐放型生体親和性複合体の医療応用提案 (MRI-Phantom実験トライアル)

Kazuo Yagi (Tohto University)

八木 一夫 (東都大学)

Saturday, September 23 11:00 - 12:00

Room 1 (Karuizawa Prince Hotel West, Sakura Hall)

Symposium 18

Possibilities and unsolved issues around MRI in multi-institutional clinical trials

シンポジウム 18

多施設共同臨床試験・治験におけるMRIの課題と可能性

Chair : Toshiaki Taoka (Department of Innovative Biomedical Visualization, Nagoya University)

座長 : 田岡 俊昭 (名古屋大学 革新的生体可視化技術開発産学協同研究講座)

SY18-1 Experience in Standardization of MR Perfusion Imaging

MR 灌流画像での標準化の経験

Kohsuke Kudo (Department of Diagnostic Imaging, Hokkaido University Faculty of Medicine)

工藤 與亮 (北海道大学大学院 医学研究院 画像診断学教室)

SY18-2 MRI-based multicenter clinical trials of cerebrovascular disorders: current issues and perspectives

MRI を用いた脳血管障害に関する多施設臨床試験の課題と展望

Makoto Sasaki (Division of Ultrahigh Field MRI, Institute for Biomedical Sciences, Iwate Medical University)

佐々木 真理 (岩手医科大学 医歯薬総合研究所 超高磁場MRI診断・病態研究部門)

SY18-3 Development of glioma radiogenomics method that can be applied to different cohort

異なるコホートへ適用可能なグリオーマradiogenomics解析法を目指して

Masamichi Takahashi (Department of Neurosurgery and Neuro-Oncology, National Cancer Center Hospital, Tokyo, Japan)

高橋 雅道 (国立がん研究センター中央病院 脳脊髄腫瘍科)

Saturday, September 23 13:10 - 14:40

Room 1 (Karuizawa Prince Hotel West, Sakura Hall)

Symposium 19 / シンポジウム 19

Neurofluid: CSF

Chairs : Yoshitaka Bito (FUJIFILM Helathcare Corporation)

Kohsuke Kudo (Department of Diagnostic Imaging, Hokkaido University Faculty of Medicine)

座長 : 尾藤 良孝 (富士フイルムヘルスケア株式会社)

工藤 與亮 (北海道大学大学院医学研究院 画像診断学教室)

SY19-1 MR imaging of neurofluids using ¹⁷O-labeled water

¹⁷O 標識水とMRIを用いたneurofluidsの可視化

Hiroyuki Kameda (Department of Diagnostic and Interventional Radiology, Hokkaido University Hospital)

亀田 浩之 (北海道大学病院 放射線診断科 / 北海道大学大学院 歯学研究院 口腔病態学分野 放射線学教室)

SY19-2 Pressure propagation in Cerebrospinal Fluid Motion

CSF 動態における圧伝搬

Kagayaki Kuroda (Department of Human and Information Science, School of Information Science and Technology, Tokai University)

黒田 輝 (東海大学 情報理工学部 情報科学科 / 東海大学大学院 工学研究科 電気電子工学専攻)

SY19-3 Analysis of CSF dynamics using Monro-Kellie doctrine

Monro-Kellie doctrineを利用したCFS動態解析

Tosiaki Miyati (Institute of Medical, Pharmaceutical and Health Sciences, Kanazawa University)

宮地 利明 (金沢大学 医薬保健研究域)

SY19-4 Overview of cerebro-spinal fluid dynamics in the brain

CSF動態の概要

Koichi Oshio (Central Institute for Experimental Animals)

押尾 晃一 (実験動物中央研究所/順天堂大学医学部放射線科)

Saturday, September 23 13:10 - 14:40

Room 2 (Karuzawa Prince Hotel West, Nagano Hall)

Symposium 20

Artifact Show

シンポジウム20

アーチファクトショー

Chair : Yuichi Suzuki (Radiology Center, The University of Tokyo Hospital)

座長 : 鈴木 雄一 (東京大学医学部附属病院 放射線部)

SY20-1 Artifacts Show

アーチファクトショー

Kei Fukuzawa (Department of Radiological Technology Toranomon Hospital)

福澤 圭 (虎の門病院 放射線部)

Shinya Kojima (Department of Medical Radiology, Faculty of Medical Technology, Teikyo University)

小島 慎也 (帝京大学 医療技術学部 診療放射線学科)

Saturday, September 23 13:10 - 15:00

Room 3 (Karuzawa Prince Hotel West, Kaede Hall)

Symposium 21

Pioneering the future with fMRI

シンポジウム21

fMRIが拓くフロンティア

Chairs : Takayuki Obata (National Institutes for Quantum Science and Technology, QST)

Shiori Amemiya (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo)

座長 : 小畠 隆行 (量子科学技術研究開発機構 (QST))

雨宮 史織 (東京大学大学院医学系研究科 生体物理医学専攻 放射線医学講座)

Sponsored by Siemens Healthcare K.K.

共催 : シーメンスヘルスケア株式会社

SY21-1 Visual pathways studied with quantitative MRI and functional MRI

定量MRIおよび機能的MRIを用いた視覚経路に関する研究

Kaoru Amano (Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo)

天野 薫 (東京大学 大学院情報理工学系研究科)

SY21-2 **Functional imaging at ultra-high field MRI**

フテスラ超高磁場MRIによるファンクショナルイメージング

Masaki Fukunaga (Section of Brain Function Information, National Institute for Physiological Sciences)

福永 雅喜 (自然科学研究機構 生理学研究所 生体機能情報解析室/総合研究大学院大学 先端学術院 先端学術専攻)

SY21-3 **The spread of neural information through cerebral microvasculature.**

脳血管による神経情報の伝播

Kazuto Masamoto (Center for Neuroscience and Biomedical Engineering, the University of Electro-Communications)

正本 和人 (電気通信大学 脳・医工学研究センター)

SY21-4 **Precision fMRI for understanding brain organization**

プレシジョンfMRIによる脳機能構築の解明

Takuya Hayashi (RIKEN BDR Laboratory for Brain Connectomics Imaging)

林 拓也 (理研 生命機能科学研究センター 脳コネクトミクスイメージング研究チーム/京都大学大学院 医学研究科 脳コネクトミクス講座)

Saturday, September 23 15:10 - 16:40

Room 3 (Karuzawa Prince Hotel West, Kaede Hall)

Symposium 22

Cutting-edge Brain Science and The Future of MRI Research

シンポジウム22

最先端脳科学研究とMRI研究の未来

Chairs : Toshiaki Taoka (Department of Innovative Biomedical Visualization, Nagoya University)

Junichi Hata (Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University)

Panelist : Osamu Abe (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, University of Tokyo)

座長 : 田岡 俊昭 (名古屋大学 革新的生体可視化技術開発産学協同研究講座)

畑 純一 (東京都立大学 大学院人間健康科学研究科)

パネリスト : 阿部 修 (東京大学大学院医学系研究科 生体物理医学専攻 放射線医学講座)

SY22-1 **Brain network analysis based on MRI, and Beyond**

MRIを用いた脳の神経回路解析とその先へ

Hirohisa Watanabe (Department of Neurology, Fujita Health University)

渡辺 宏久 (藤田医科大学医学部脳神経内科学)

SY22-2 **Multidisciplinary analysis of the functional recovery from spinal cord injury**

脊髄損傷からの回復過程を可視化・操作する

Tadashi Isa (Division of Physiology and Neurobiology, Department of Neuroscience, Graduate School of Medicine, Kyoto University)

伊佐 正 (京都大学大学院 医学研究科 高次脳科学講座 神経生物学分野)

SY22-3 **Status and prospects of large-scale, multisite functional MRI studies**

大型脳科学プロジェクトを通して推進されてきた多施設連携型functional MRI研究の現状と今後の展望

Noriaki Yahata (Institute for Quantum Life Science, National Institutes for Quantum Science and Technology)

八幡 憲明 (量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 量子生命科学研究所)

SY22-4 MRI Platform aim for the Future of MRI Research

研究用MRI共有プラットフォームが目指すMRI研究の未来

Shigeyoshi Saito (Advanced Imaging Technology Laboratory, Department of Medical Physics and Engineering, Division of Health Sciences, Graduate School of Medicine, Osaka University)

齋藤 茂芳 (大阪大学大学院 医学系研究科 保健学専攻 生体物理工学講座 先端画像技術学研究室)

Saturday, September 23 16:50 - 17:50

Room 3 (Karuizawa Prince Hotel West, Kaede Hall)

Symposium 23

Campfire Talks with Legends

シンポジウム23

キャンプファイヤートーク「レジェンドと話そう」

Chairs : Ichio Aoki (Institute for Quantum Medical Science, National Institutes for Quantum Science and Technology)

Masaki Fukunaga (Section of Brain Function Information, National Institute for Physiological Sciences)

座長 : 青木 伊知男 (量子科学技術研究開発機構 量子医科学研究所)

福永 雅喜 (自然科学研究機構 生理学研究所 生体機能情報解析室)

SY23-1

Tsutomu Araki (Yamanashi University, Professor Emeritus)

荒木 力 (山梨大学名誉教授)

SY23-2

Seiji Ogawa (Kansei Fukushi Research Institute)

小川 誠二 (東北福祉大学感性福祉研究所)

Sunday, September 24 8:00 - 10:00

Room 1 (Karuizawa Prince Hotel West, Sakura Hall)

Symposium 24

Advanced diffusion images: From basic to clinical

シンポジウム24

Advanced diffusion imagesの基礎から臨床応用へ

Chairs : Toshiaki Taoka (Department of Innovative Biomedical Visualization, Nagoya University)

Takashi Yoshiura (Department of Radiology, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences)

座長 : 田岡 俊昭 (名古屋大学 革新的生体可視化技術開発産学協同研究講座)

吉浦 敬 (鹿児島大学大学院医歯学総合研究科放射線診断治療学分野)

SY24-1 Current Status of Imaging and Analysis Methods in Advanced Diffusion MRI

高度の拡散MRIにおける撮像方法および解析手法の現状について

Masaaki Hori (Department of Radiology, Toho University Omori Medical Center)

堀 正明 (東邦大学 医療センター大森病院 放射線科)

SY24-2 Clinical application of diffusion-weighted images using the Oscillating gradient spin-echo (OGSE) method

Oscillating gradient spin-echo (OGSE) 法を用いた 拡散強調像の臨床応用

Tomoko Maekawa (Department of Radiology, Juntendo University School of Medicine)

前川 朋子 (順天堂大学医学部附属 順天堂医院 放射線科)

SY24-3 The clinical application of time-dependent diffusion MRI: differentiation of brain tumors

時間依存性拡散強調像の臨床応用：脳腫瘍の鑑別

Kiyohisa Kamimura (Department of Advanced Radiological Imaging, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences)

上村 清央 (鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 先進画像診断学共同研究講座)

SY24-4 Advanced DWI for urological diseases

泌尿器疾患における Advanced DWI ～前立腺癌への応用を中心に～

Yuki Arita (Department of Radiology, Memorial Sloan Kettering Cancer Center)

有田 祐起 (メモリアルスローンケタリングがんセンター 放射線科/慶應義塾大学 医学部 放射線科学 (診断))

SY24-5 A method for presenting time-dependent diffusion images: Proposal for a ternary plot method

時間依存性拡散画像の提示手法について：Ternary plot (三角プロット) 法の提案

Toshiaki Taoka (Department of Innovative Biomedical Visualization (iBMV), Nagoya University)

田岡 俊昭 (名古屋大学 革新的生体可視化技術開発産学協同研究講座)

SY24-6 Aiming to visualize changes that conventional MRI cannot capture

通常MRIで捉えられない変化の可視化を目指して

Khin Khin Tha (Global Center for Biomedical Science and Engineering, Hokkaido University Faculty of Medicine)

タ キンキン (北海道大学大学院医学研究院 医理工学グローバルセンター)

Sunday, September 24 8:55 - 10:35

Room 3 (Karuzawa Prince Hotel West, Kaede Hall)

Symposium 25

The usefulness of musculoskeletal MRI for daily practice and recommended image sequences.

シンポジウム 25

骨軟部疾患の日常診療におけるMRIの位置づけと撮像法

Chairs : Shoichiro Takao (Department of Diagnostic Radiology, Tokushima University)

Hajime Fujimoto (Comprehensive Radiology Center, Chiba University Hospital)

座長：高尾 正一郎 (徳島大学 医用画像解析学分野)

藤本 肇 (千葉大学医学部附属病院 画像診断センター)

SY25-1 MRI technique and diagnosis for rheumatoid arthritis

関節リウマチにおけるMRIの撮像法や診断

Akitaka Fujisaki (Department of Radiology, University of Occupational and Environmental Health)

藤崎 瑛隆 (産業医科大学 放射線科学講座)

SY25-2 MRI of the upper extremity (shoulder, elbow, wrist and hand)

上肢（肩、肘、手関節）のMRI

Taiki Nozaki (Department of Radiology, Keio University School of Medicine)

野崎 太希 (慶應義塾大学 医学部 放射線科学教室(診断))

SY25-3 MR imaging of the lower extremity

下肢領域のMRI

Tsutomu Inaoka (Department of Radiology, Toho University Sakura Medical Center, Sakura, Japan.)

稲岡 努 (東邦大学佐倉病院 放射線科)

SY25-4 MR imaging of the spine and bone marrow

脊椎・骨髄のMRI

Nozomi Oki (Department of Radiological Sciences, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences)

大木 望 (長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 放射線診断治療学)

SY25-5 Trauma - injuries to muscles, tendons and peripheral nerves

外傷（筋・腱・神経損傷）

Kaoru Kitsukawa (Comprehensive Radiology Center, Chiba University Hospital)

橘川 薫 (千葉大学医学部附属病院 画像診断センター)

Sunday, September 24 10:10 - 12:10

Room 1 (Karuizawa Prince Hotel West, Sakura Hall)

Symposium 26

First Steps in MR Research for Beginners

シンポジウム 26

初学者のためのMR研究の第一歩

Chairs : Koji Kamagata (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, Juntendo University)

Mami Iima (Institute for Advancement of Clinical and Translational Science, Department of Diagnostic Imaging and Nuclear Medicine, Kyoto University Hospital)

座長：鎌形 康司 (順天堂大学大学院医学研究科 放射線診断学)

飯間 麻美 (京都大学医学部附属病院 先端医療研究開発機構・放射線診断科)

SY26-1 A Practical Approach to Starting an MR Research Project

MR研究のプラクティカルなアプローチ

Shohei Fujita (A.A. Martinos Center for Biomedical Imaging Massachusetts General Hospital)

藤田 翔平 (マサチューセッツ総合病院 マルティノス生物医学画像医学センター／ハーバード大学 放射線科／東京大学 放射線科／順天堂大学 放射線科)

SY26-2 Getting Started with Theme-Driven MRI Research

MRI研究の出発点：研究テーマの導出

Junichi Hata (Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University)

畑 純一 (東京都立大学大学院 人間健康科学研究科／理化学研究所 脳神経科学研究センター)

SY26-3 How to enjoy clinical research with MRI

MRIを使った臨床研究を嗜む

Maya Honda (Department of Diagnostic Radiology, Kansai Electric Power Hospital)

本田 茉也 (関西電力病院 放射線診断科／京都大学大学院医学研究科 放射線医学講座 (画像診断学・核医学))

SY26-4 How to get obsessed with MRI.

MRI沼にはまってみませんか？

Satoshi Funayama (Department of Radiology, Hamamatsu University School of Medicine)

舟山 慧 (浜松医科大学 放射線診断学講座)

SY26-5 First steps in MR research for beginners with AI

初学者のためのMR研究の第一歩；AI編

Rintaro Ito (Department of Innovative BioMedical Visualization (iBMV) Nagoya University Graduate School of Medicine)

伊藤 倫太郎 (名古屋大学大学院 医学系研究科 革新的生体可視化技術開発産学協同研究講座)

Sunday, September 24 10:10 - 12:10

Room 2 (Karuzawa Prince Hotel West, Nagano Hall)

Symposium 27

RT and MD collaboration session 2023: The state of clinical imaging

シンポジウム27

RTとMDで考える臨床画像のあり方2023

Chairs : Sanae Takahashi (Department of Medical Radiological Technology Faculty of Health Sciences, Kyorin University)

Yutaka Kato (Department of Radiological Technology, Nagoya University Hospital)

座長：高橋 沙奈江 (杏林大学 保健学部診療放射線技術学科)

加藤 裕 (名古屋大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門)

SY27-1 The clinical impact of the 7 min protocol as the ultimate diagnostic method in patient with Acute ischemic stroke (AIS)

Acute ischemic stroke (AIS) 診断における完成型としての7min protocolの臨床的インパクト

Yoshimasa Niiya (Otaru General Hospital Department of neurosurgery)

新谷 好正 (小樽市立病院 脳神経外科)

Daisuke Oura (Department of Radiology, Otaru General Hospital)

大浦 大輔 (小樽市立病院 放射線室／北海道大学 大学院保健科学院)

SY27-2 Our investigation for imaging parameter of routine Breast MRI

乳房MRIルーチン撮像における当院の取り組み

Kazushige Ichikawa (Department of Radiological Technology, Nagoya University Hospital)

市川 和茂 (名古屋大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門)

Hiroko Satake (Department of Radiology, Nagoya University Hospital)

佐竹 弘子 (名古屋大学医学部附属病院 放射線部)

SY27-3 Usefulness of Deep Learning Reconstruction in pelvic MRI: Collaboration between MD and RT, From Clinical to Research

骨盤領域におけるDeep Learning Reconstructionの有用性

～医師と技師との連携，臨床から研究まで～

Takahiro Tsuboyama (Osaka University Graduate School of Medicine Department of Radiology)

坪山 尚寛 (大阪大学 大学院医学系研究科 放射線医学講座)

Hiroyuki Tarewaki (Division of Radiology, Department of Medical Technology, Osaka University Hospital)

垂脇 博之 (大阪大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門)

SY27-4 Collaboration between radiologist and radiologic technologist in central nervous system MRI (Tumors and Neurodegenerative Diseases)

医師と技師でと取り組む中枢神経MRI (腫瘍・変性疾患)

Soichiro Tatsuo (Hirosaki University Graduate School of Medicine)

辰尾 宗一郎 (弘前大学大学院 医学研究科 放射線診断学講座)

Kazuhiko Oyu (Department Radiological Technology, Hirosaki University Hospital)

大湯 和彦 (弘前大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門)

SY27-5 Improving Diagnostic Quality in Orthopedic MRI Examinations through Collaboration

整形外科領域のMRI検査 技師と医師の協働による診断能向上

Susumu Takano (Department of Radiology, Tokai University Hospital)

高野 晋 (東海大学医学部附属病院 診療技術部 放射線技術科)

Takashi Okazaki (Department of Radiology, Tokai University School of Medicine)

岡崎 隆 (東海大学医学部 専門診療学系画像診断学)

Sunday, September 24 10:40 - 12:10

Room 3 (Karuzawa Prince Hotel West, Kaede Hall)

Symposium 28

Incidents that might have happened

シンポジウム 28

ほんとうにあった? かもしれないインシデントの話

Chairs : Junji Takahashi (Department of Radiological Technology, Toranomon Branch Hospital)

Noriko Oyama-Manabe (Department of Radiology, Jichi Medical University Saitama Medical Center)

座長 : 高橋 順士 (虎の門病院分院 放射線部)

真鍋 徳子 (自治医科大学総合医学第一講座 放射線科)

SY28-1 Current Status and Future Prospect of MR Safety

MR安全性の現状と今後の展望

Kagayaki Kuroda (Department of Human and Information Science, School of Information Science and Technology, Tokai University)

黒田 輝 (東海大学 情報理工学部 情報科学科)

SY28-2 Toward safe and secure MR Examination -from JIRA's perspective-

安心・安全なMR検査の実現にむけて -JIRAの立場から-

Yu Ueda (Philips Japan, Ltd.)

上田 優 (株式会社フィリップス・ジャパン)

SY28-3 Introduction of cases that hinder the safe operation of MRI

MRI検査の安全運用の妨げる事例の紹介

Tsukasa Doi (Kouseikai Takai Hospital)

土井 司 (高槻会高井病院 放射線科)

SY28-4 A review of MRI safety incidents based on the experience of our hospital

本当にあった? かもしれないインシデントの話~当院での事例をもとに~

Yoshimasa Ikeda (Central Division of Radiology, Jichi Medical University Saitama Medical Center)

池田 欣正 (自治医科大学附属さいたま医療センター 中央放射線部)

SY28-5 Experience of a projectile accident involving a large ferromagnetic object

大型強磁性体の吸着事故の経験

Hirofumi Hata (Department of Radiology, Kitasato University Hospital)

秦 博文 (北里大学病院 放射線部)

SY28-6 Learning from real cases to improve safety management of MRI.

ほんとうにあった?なら次につなげよう MRIの安全管理

Kei Fukuzawa (Toranomon Hospital Department of Radiological Technology)

福澤 圭 (虎の門病院 放射線部)

Friday, September 22 9:00 - 10:00

Room 4 (Karuizawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

Educational Lecture 1

Central Nervous System 1

教育講演 1

中枢神経 1

Chair : Osamu Togao (Department of Molecular Imaging and Diagnosis Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University)

座長 : 桐尾 理 (九州大学大学院医学研究院分子イメージング・診断学講座)

EL01-1 Quantitative Susceptibility Mapping: Basic Methods and Clinical Applications

定量的磁化率マッピングの基礎と臨床応用

Taisuke Harada (Department of Diagnostic Imaging, Graduate school of medicine, Hokkaido University)

原田 太以佑 (北海道大学大学院 医学研究院 放射線科学分野 画像診断学教室)

EL01-2 Quantitative parameter mapping and blood vessel imaging

定量値マッピングと血管画像

Tomoki Amemiya (Medical Systems Research & Development Center, FUJIFILM Corporation)

雨宮 知樹 (富士フイルム株式会社 メディカルシステム開発センター)

Friday, September 22 10:10 - 11:10

Room 4 (Karuizawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

Educational Lecture 2

Central Nervous System 2

教育講演 2

中枢神経 2

Chair : Shoko Hara (Department of Neurosurgery, Tokyo Medical and Dental University)

座長 : 原 祥子 (東京医科歯科大学 脳神経外科)

EL02-1 Application of Machine Learning and Data Science to MRA

MRAへの機械学習・データサイエンスの応用

Akihiko Wada (Department of Radiology Juntendo University School of Medicine)

和田 昭彦 (順天堂大学 医学部 放射線科)

EL02-2 Clinical application of vessel wall MRI

血管壁イメージングの臨床応用

Yasutaka Fushimi (Department of Diagnostic Imaging and Nuclear Medicine, Kyoto University Graduate School of Medicine)

伏見 育崇 (京都大学大学院医学研究科 放射線医学講座 (画像診断学・核医学))

Friday, September 22 11:20 - 12:20

Room 4 (Karuzawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

Educational Lecture 3

Head & Neck

教育講演3

頭頸部

Chair : Hiroya Ojiri (Department of Radiology, The Jikei University School of Medicine)

座長 : 尾尻 博也 (東京慈恵会医科大学放射線医学講座)

EL03-1 Usefulness of PET/MRI in Head and Neck Tumors

頭頸部腫瘍におけるPET/MRIの有用性 - どのような症例がPET/CTに勝るのか -

Kimiteru Ito (Department of Diagnostic Radiology, National Cancer Center Hospital)

伊藤 公輝 (国立がん研究センター中央病院 放射線診断科)

EL03-2 MR Imaging of Head and Neck Cancer - A Watershed in Determining the Treatment Strategy

頭頸部癌のMRI - 治療方針の分水嶺 -

Hirofumi Kuno (National Cancer Center Hospital East, Department of Diagnostic Radiology)

久野 博文 (国立がん研究センター東病院 放射線診断科)

Friday, September 22 13:30 - 14:30

Room 4 (Karuzawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

Educational Lecture 4

SHIN low-field MRI

教育講演4

シン・低磁場MRI

Chair : Hiroshi Kawaguchi (Human Informatics and Interaction Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

座長 : 川口 拓之 (産業技術総合研究所 人間情報インタラクション研究部門)

EL04-1 Newly low field MRIs

シン・低磁場MRI

Tomoyuki Haishi (Department of Radiological Sciences, School of Health Sciences at Narita, IUHW)

拝師 智之 (国際医療福祉大学 成田保健医療学部 放射線・情報科学科)

EL04-2 The Past and Future of Clinical Low-Field MRI

臨床用低磁場MRIの今までとこれから

Masaaki Hori (Department of Radiology, Toho University Omori Medical Center)

堀 正明 (東邦大学 医療センター大森病院 放射線科)

Friday, September 22 14:40 - 15:40

Room 4 (Karuzawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

Educational Lecture 5

Translational fMRI

教育講演5

トランスレーショナルfMRI

Chair : Tomokazu Tsurugizawa (National Institute of Advanced Industrial and Science Technology)

座長 : 釣木澤 朋和 (産業技術総合研究所 人間情報インタラクション研究部門 心身機能・モデル化研究グループ)

EL05-1 Translational fMRI with rodent models

げっ歯類モデルによるトランスレーショナルfMRI

Tomokazu Tsurugizawa (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST),
Human Informatics and Interaction Research Institute)

釣木澤 朋和 (産業技術総合研究所 人間情報インタラクション研究部門/筑波大学 システム情報系)

EL05-2 fMRI in Non-human primates

非ヒト霊長類動物のfMRI

Masaki Fukunaga (Section of Brain Function Information, National Institute for Physiological Sciences)

福永 雅喜 (自然科学研究機構 生理学研究所 生体機能情報解析室/総合研究大学院大学 先端学術院 先端学術専攻)

Friday, September 22 15:50 - 16:50

Room 4 (Karuzawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

Educational Lecture 6

Molecular metabolism measurement and X-nuclei

教育講演6

分子代謝計測と他核計測

Chair : Hideto Kuribayashi (Siemens Healthcare K.K.)

座長 : 栗林 秀人 (シーメンスヘルスケア株式会社)

EL06-1 CEST: principle, issue and new-era

CEST法の基礎と今後の開発

Masaya Takahashi (Juntendo University Graduate School of Health Science)

高橋 昌哉 (順天堂大学大学院保健医療学・医学研究科 放射線)

EL06-2 X-nuclei MRI & MRS

プロトン以外の核 (他核・多核) のMRI・MRS

Hideto Kuribayashi (Siemens Healthcare K.K.)

栗林 秀人 (シーメンスヘルスケア株式会社)

Friday, September 22 17:00 - 18:00

Room 4 (Karuizawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

Educational Lecture 7

MR basic reskilling

教育講演7

MR基礎のリスキリング

Chair : Yasuhiko Terada (Department of Applied Physics, Institute of Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba)

座長 : 寺田 康彦 (筑波大学 数理物質系 物理工学域)

EL07-1 RF Pulses: Basic Principles and Pulse Design

RFパルス：基本原理とパルス設計

Toru Shirai (Medical Systems Research & Development Center, FUJIFILM Corporation.)

白猪 亨 (富士フイルム株式会社 メディカルシステム開発センター)

EL07-2 Signal and Noise: Basic SNR Relationships and Evaluation Methods

信号とノイズ編：SNRの基本的関係と評価方法

Takaya Mori (MRI Systems Development Department, CT-MR Division, Canon Medical Systems Corporation)

森 昂也 (キャノンメディカルシステムズ株式会社 CTMR事業統括部 MRI開発部)

Saturday, September 23 11:05 - 12:05

Room 4 (Karuizawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

Educational Lecture 8

Imaging techniques

教育講演8

撮像技術

Chair : Hiroshi Imai (Siemens Healthcare K.K., Diagnostic Imaging Division, MR Research & Collaboration)

座長 : 今井 広 (シーメンスヘルスケア株式会社 ダイアグノスティックイメージング事業本部 MRリサーチ&コラボレーション部)

EL08-1 Measurement of resolution properties and problems in MRI

MRIにおける解像特性の計測と問題点

Rei Yoshida (Department of Radiology, Kurihara Central Hospital)

吉田 礼 (栗原市立栗原中央病院 放射線科)

EL08-2 Image quality evaluation for MR images processed by AI

AIに関するMRI画像の評価

Yasuhiko Terada (University of Tsukuba)

寺田 康彦 (筑波大学 数理物質系 物理工学域)

Saturday, September 23 13:10 - 14:10

Room 4 (Karuzawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

Educational Lecture 9

Cardiovascular

教育講演 9

心血管

Chair : Shigeo Okuda (Department of Diagnostic Radiology, National Tokyo Medical Center)

座長 : 奥田 茂男 (国立病院機構 東京医療センター 放射線診断科)

EL09-1 Evaluating Diastolic Phase with Cardiac MRI: Insights into HFpEF

拡張期を診る心臓MRI

Yasutoshi Ohta (National Cerebral and Cardiovascular Center)

太田 靖利 (国立循環器病研究センター 放射線部)

EL09-2 Cardiac diffusion MRI

心臓拡散MRI

Genki Ichihara (Keio University School of Medicine)

市原 元気 (慶應義塾大学 医学部 循環器内科)

Saturday, September 23 14:20 - 15:20

Room 4 (Karuzawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

Educational Lecture 10

Breast

教育講演 10

乳腺

Chair : Mariko Goto (Department of Radiology, Kyoto Prefectural University of Medicine)

座長 : 後藤 眞理子 (京都府立医科大学大学院医学研究科 放射線診断治療学)

EL10-1 Teaching points of preoperative breast MRI

乳癌術前MRI読影のポイント

Ken Yamaguchi (Dept. of Radiology, Faculty of Medicine, Saga university)

山口 健 (佐賀大学 医学部 放射線科)

EL10-2 Interpretation of MRI to determine treatment efficacy of neoadjuvant chemotherapy for breast cancer

乳癌に対する術前化学療法の治療効果判定MRIの読影

Fumi Kato (Department of Diagnostic and Interventional Radiology, Hokkaido University Hospital)

加藤 扶美 (北海道大学病院 放射線診断科)

Saturday, September 23 15:30 - 16:30

Room 4 (Karuizawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

Educational Lecture 11

Musculoskeletal 1

教育講演 11

骨軟部腫瘍・類似疾患

Chair : Takatoshi Aoki (Department of Radiology, University of Occupational and Environmental Health)

座長 : 青木 隆敏 (産業医科大学放射線科学講座)

EL11-1 MRI of bone tumor

骨腫瘍のMRI診断

Shin Hitachi (Department of Diagnostic Radiology, Tohoku University Hospital)

常陸 真 (東北大学病院 放射線診断科)

EL11-2 Diagnosis of Soft tissue tumors: Tips for not misdiagnosing malignant as benign tumors

軟部腫瘍の画像診断：悪性を良性と誤診しないためのポイント

Shuji Nagata (Department of Radiology, Kurume University School of Medicine)

長田 周治 (久留米大学 医学部 放射線医学教室)

Saturday, September 23 16:40 - 17:40

Room 4 (Karuizawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

Educational Lecture 12

Musculoskeletal 2

教育講演 12

股関節

Chair : Waka Nakata (Department of Pediatric Medical Imaging, Jichi Children's Medical Center Tochigi)

座長 : 中田 和佳 (自治医科大学とちぎ子ども医療センター 小児画像診断部)

EL12-1 Imaging of the hip joint

股関節の画像診断

Asako Yamamoto (Department of Radiology, Teikyo University, School of Medicine)

山本 麻子 (帝京大学 医学部 放射線科)

EL12-2 MRI for pediatric hip disorders

小児股関節疾患のMRI

Shinya Hattori (Department of Radiology, Chiba University Hospital)

服部 真也 (千葉大学医学部附属病院 放射線科)

Sunday, September 24 9:05 - 10:05

Room 4 (Karuzawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

Educational Lecture 13

Abdomen & Pelvis 1

教育講演 13

肝臓

Chair : Akihiro Nishie (Department of Radiology, Graduate School of Medical Science, University of the Ryukyus)
座長 : 西江 昭弘 (琉球大学大学院医学研究科 放射線診断治療学講座)

EL13-1 MR imaging of benign liver disease: diagnostic tips and pitfalls

肝良性疾患のMRI：診断のコツとピットフォール

Masahiro Tanabe (Department of Radiology, Yamaguchi University Graduate School of Medicine)

田辺 昌寛 (山口大学大学院医学系研究科 放射線医学講座)

EL13-2 Magnetic resonance imaging for the assessment of liver fibrosis

MRIによる肝線維化診断

Yukihisa Takayama (Department of Radiology, Faculty of Medicine, Fukuoka University)

高山 幸久 (福岡大学医学部 放射線医学教室)

Sunday, September 24 10:10 - 11:10

Room 4 (Karuzawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

Educational Lecture 14

Abdomen & Pelvis 2

教育講演 14

胆膵

Chair : Katsuhiko Sano (Department of Radiology, Juntendo University Graduate School of Medicine)
座長 : 佐野 勝廣 (順天堂大学大学院医学研究科 放射線診断学)

EL14-1 MR Imaging Findings of Cholangitis

胆管炎の画像診断

Jun Woo (The Jikei University School of Medicine Department of Radiology)

禹 潤 (東京慈恵医科大学 放射線医学講座)

EL14-2 A variety of imaging findings of pancreatic tumors/tumorous lesions and its clinical pitfalls

膵腫瘍画像のバリエーションとピットフォール

Hiroyuki Morisaka (Department of Radiology, University of Yamanashi)

森阪 裕之 (山梨大学 医学部 放射線科)

Sunday, September 24 11:15 - 12:15

Room 4 (Karuzawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

Educational Lecture 15

Abdomen & Pelvis 3

教育講演 15

泌尿器・骨盤

Chair : Atsushi Nakamoto (Department of Future Diagnostic Radiology, Osaka University Graduate School of Medicine)

座長 : 中本 篤 (大阪大学大学院医学系研究科 次世代画像診断学共同研究講座)

EL15-1 MR Imaging of Renal Masses

腎腫瘍のMRI

Yoshiko Ueno (Kobe University Hospital)

上野 嘉子 (神戸大学病院)

EL15-2 Introduction to fetal MRI

胎児 MRI 入門

Akiko Takahata (Department of Radiology, Kyoto Prefectural University of Medicine)

高畑 暁子 (京都府立医科大学 放射線診断治療学)

Day 1

Room 5 (Karuzawa Prince Hotel West, Chikuma C)

エラストグラフィー1 <口述>

Elastography 1 <Oral >

9:00 - 10:00

Chairs : Kengo Yoshimitsu (Department of Radiology, Faculty of Medicine, Fukuoka University)

Tomokazu Numano (Department of Radiological Science, Graduate School of Human Health Science, Tokyo Metropolitan University)

座長 : 吉満 研吾 (福岡大学医学部放射線医学教室)

沼野 智一 (東京都立大学大学院人間健康科学研究科 放射線科学域)

0S01-1 The initial operation of the Hepatic-MRE Uniformity-wave Generation System (HUyGenS)

Hepatic-MRE Uniformity-wave Generation System (HUyGenS) の初期運用

沼野 智一 (東京都立大学大学院 人間健康科学研究科 放射線科学域)

Tomokazu Numano, Daiki Ito, Akari Tada, Motoharu Uchino, Yoshito Ishihara, Shota Konuma, Nobuaki Tanabe, Jo Kikuchi

0S01-2 Effect of steady-state free precession on MR magnitude image elastography

定常状態自由歳差運動がMR強度画像エラストグラフィに及ぼす影響

沼野 智一 (東京都立大学大学院 人間健康科学研究科 放射線科学域)

Tomokazu Numano, Daiki Ito, Motoharu Uchino, Akari Tada, Shota Konuma, Nobuaki Tanabe, Jo Kikuchi, Yoshito Ishihara

- 0S01-3 Preliminary evaluation of the efficacy of wave images with geometry information for liver stiffness measurement using MR elastography**
MR Elastography 肝弾性率測定における位置情報を付与した波画像の有用性
山田 洋次 (浜松医科大学医学部附属病院 放射線部)
Yoji Yamada, Satoshi Funayama, Naoki Oishi, Tatsunori Kobayashi, Yukichi Tanahashi, Kumi Ozaki, Shintaro Ichikawa, Satoshi Goshima
- 0S01-4 Motion encoding gradient frequency and vibration sensitivity in MR elastography**
MR エラストグラフィにおける motion encoding gradient 周波数と振動感度
小沼 昇太 (東京都立大学大学院 人間健康科学研究科 放射線科学域)
Shota Konuma, Tomokazu Numano, Daiki Ito, Motoharu Uchino, Akari Tada, Yoshito Ishihara, Nobuaki Tanabe, Jo Kikuchi
- 0S01-5 The Effect of Stiffness Estimation Method and Spatial Resolution of Elastogram on MR elastography**
MR elastography における弾性率推定法の違いが空間分解能にもたらす影響
波部 哲史 (慶應義塾大学病院 放射線技術室)
Tetsushi Habe, Daiki Ito, Taiki Nozaki, Masahiro Jinzaki
- 0S01-6 Huygens-Fresnel principle in liver MR elastography**
ホイヘンス・フレネルの原理と肝MR エラストグラフィ
菊地 條 (東京都立大学大学院 人間健康科学研究科 放射線科学域)
Jo Kikuchi, Tomokazu Numano, Daiki Ito, Akari Tada, Motoharu Uchino, Shota Konuma, Nobuaki Tanabe, Yoshito Ishihara

Day 1

Room 6 (Karuizawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall F)

骨軟部1 <口述>

Musculoskeletal 1 <Oral >

9:00 - 10:00

Chairs : Tsutomu Inaoka (Department of Radiology, Toho University Sakura Medical Center)

Saya Horiuchi (Department of Radiology, St. Luke's International Hospital)

座長 : 稲岡 努 (東邦大学佐倉病院放射線科)

堀内 沙矢 (聖路加国際病院放射線科)

0S02-1 Examination of knee articular cartilage sequence in 3TMRI

3TMRI における膝関節軟骨シーケンスの検討

川崎 久充 (福岡整形外科病院)

Hisamitsu Kawasaki, Shinnsuke Katsuki, Keiko Kaneko, Hideo Tsuji, Aya Tone, Yuusuke Miura, Kouhei Wakasugi, Yousuke Uchizono

0S02-2 Enhancing image quality of knee MRI in low-field MRI using deep learning

深層学習を用いた低磁場膝関節MRIの画質改善

稲岡 努 (東邦大学佐倉病院 放射線科)

Tsutomu Inaoka, Akihiko Wada, Masayuki Sugeta, Tomoya Nakatsuka, Hiroyuki Nakazawa, Ryousuke Sakai, Masaru Sonoda, Rumiko Ishikawa, Shusuke Kasuya, Ryousuke Tomiyama, Minoru Kasai, Rui Iwata, Takamitsu Uchi, Hitoshi Terada

0S02-3 Evaluation of Utility of combined T2*WI and fat saturated T2WI for Diagnosis of TFCC

三角線維軟骨複合体の診断における T2*WI と脂肪抑制 T2WI の有用性の検討

西澤 直人 (九州大学大学院 医学系学府 保健学専攻)

Naoto Nishizawa, Hidetake Yabuuchi, Tomonori Nakanishi, Hikaru Ogawa, Eiichi Ikebe, Tataro Fukuya, Kazuhisa Oitate, Hikaru Inadomi

0S02-4 CT-like images in the cervical spine: Fundamental study of imaging conditions to improve the ability to delineate calcification and cortical bone

頚椎における CT-like images : 石灰化と皮質骨の描出能向上を目的とした撮像条件の基礎的検討

諸田 智章 (東京メディカルクリニック)

Tomoaki Moroda, Tomokazu Araki, Yasuaki Tsurushima, Takahiro Mihara, Ryuji Nojiri, Keiichi Ishigame

0S02-5 Evaluation of the contrast between Compressed Sensing 3D-VIBE and 3D-VIBE Compressed Sensing 併用 VIBE 法と VIBE 法のコントラストにおける評価

持木 瑞規 (群馬県立がんセンター 放射線診断課)

Mizunori Mochiki, Shunichi Motegi, Katsuya Maruyama, Dominik Nickel, Hiroyuki Horikoshi

0S02-6 CT-like images in the hand : Fundamental study of the flexor tendon and extensor tendon imaging.

手部における CT-like images : 屈筋腱と伸筋腱描出の基礎的検討

荒木 智一 (健診会 東京メディカルクリニック 放射線科)

Tomokazu Araki, Tomoaki Moroda, Yasuaki Tsurushima, Takahiro Mihara, Ryuji Nojiri, Keiichi Ishigame

Day 1

Room 5 (Karuzawa Prince Hotel West, Chikuma C)

エラストグラフィー 2 <口述>

Elastography 2 <Oral >

10:10 - 11:10

Chairs : Katsuhiko Sano (Department of Radiology, Juntendo University Graduate School of Medicine)

Daiki Ito (Office of Radiation Technology, Keio University Hospital)

座長 : 佐野 勝廣 (順天堂大学大学院医学研究科 放射線診断学)

伊東 大輝 (慶應義塾大学病院 放射線技術室)

0S03-1 Development of Dixon-MR elastography technique for the evaluation of muscle rigidity on Parkinson's Disease

パーキンソン病の筋強剛評価に対応する Dixon-MR エラストグラフィ技術の開発

多田 朱里 (東京都立大学大学院 人間健康科学研究科 放射線科学域)

Akari Tada, Tomokazu Numano, Daiki Ito, Motoharu Uchino, Syota Konuma, Jo Kikuchi, Yoshito Ishihara, Nobuaki Tanabe

0S03-2 Technical development of a new dual frequency MR elastography

新しい二重周波数 MR エラストグラフィ技術の開発

内野 元晴 (東京都立大学大学院 人間健康科学研究科 放射線科学域)

Motoharu Uchino, Tomokazu Numano, Daiki Ito, Akari Tada, Jo Kikuchi, Yoshito Ishihara, Shota Konuma, Nobuaki Tanabe

0S03-3 Development of a new passive driver for renal MR elastography

新しい腎臓MRエラストグラフィ用パッシブドライバの開発

石原 美斗 (東京都立大学大学院 人間健康科学研究科 放射線科学域)

Yoshito Ishihara, Tomokazu Numano, Daiki Ito, Motoharu Uchino, Akari Tada, Nobuaki Tanabe, Jo Kikuchi, Shota Konuma

0S03-4 Effect of mastery on liver MR elastography accuracy.

修練度が肝MRエラストグラフィ精度に及ぼす影響

田邊 頌章 (横浜市立市民病院 画像診断部)

Nobuaki Tanabe, Tomokazu Numano, Shunsuke Morita, Daiki Ito, Riho Yoshida, Naoto Otani, Hiroyuki Toda

0S03-5 Can the dispersion slope obtained from multi-frequency MR elastography be a biomarker of viscosity?

多周波数MRエラストグラフィから求めたDispersion Slopeは粘性のバイオマーカーになりえるか?

岸本 理和 (量研機構 QST病院)

Riwa Kishimoto, Mikio Suga, Kaname Kurokawa, Ayumu Matsuda, Stephan Kannengiesser, Takayuki Obata

0S03-6 Development of an analysis tool for magnetic resonance elastography (MRE) -MRE research tool (MRE-rTool)-

MRエラストグラフィ (MRE) 解析ツールの開発 —MRE research tool (MRE-rTool)—

伊東 大輝 (慶應義塾大学病院 放射線技術室)

Daiki Ito, Tetsushi Habe, Tomokazu Numano, Shigeo Okuda, Taiki Nozaki, Masahiro Jinzaki

Day 1

Room 6 (Karuizawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall F)

骨軟部2 <口述>

Musculoskeletal 2 < Oral >

10:10 - 11:10

Chairs : Hajime Fujimoto (Comprehensive Radiology Center, Chiba University Hospital)

Mamoru Niitsu (Department of Radiology, Saitama Medical University)

座 長 : 藤本 肇 (千葉大学医学部附属病院)

新津 守 (埼玉医科大学病院 放射線科)

0S04-1 Examination of 3D image creation and operation method of cartilage and meniscus for knee joint analysis.

膝関節解析の軟骨・半月板の3D画像作成及び運用方法の検討

三浦 悠輔 (医療法人 同信会 福岡整形外科病院)

Yusuke Miura, Sinsuke Katsuki, Hisamitsu Kawasaki, Keiko Kaneko, Hideo Tuji, Aya Tone, Kouhei Wakasugi, Yosuke Utizono

0S04-2 Examination of shortening the imaging time of MR-Bone imaging using Multi shot EPI.

3D Multi shot EPIを用いたMR-Bone imagingの撮像時間短縮の検討

服部 尚史 (東邦大学医療センター大橋病院 放射線部)

Naofumi Hattori, Tomoe Nakano, Makoto Hasegawa, Tatsuya Gomi

0S04-3 Quantitative assessment of anterior talofibular ligament quality in chronic lateral ankle instability using T2* relaxation time

T2*値を用いた慢性足関節外側不安定症における前距腓靭帯の質的定量評価

赤塚 吉紘 (札幌医科大学附属病院 放射線部)

Yoshihiro Akatsuka, Atsushi Teramoto, Yasutaka Murahashi, Katsunori Takahashi, Rui Imamura, Kota Watanabe, Toshihiko Yamashita

0S04-4 CS-SEMAC for Knee Arthroplasty Implants: Relationship between additive coefficients and image quality

人工膝関節に対する圧縮センシング併用SEMAC：加算係数と画質の関係

酒井 亮介 (東邦大学医療センター佐倉病院 中央放射線部)

Ryosuke Sakai, Hiroyuki Nakazawa, Yuya Oosaku, Tsutomu Inaoka

0S04-5 To Construct a High-Speed, High-Resolution Imaging Method for the Morphological Evaluation of Achilles Tendon

アキレス腱の形態評価のための高速高分解能撮像法の構築

鈴木 大介 (等潤病院)

Daisuke Suzuki, Takamasa Matsushima, Hirokatsu Kikuchi

0S04-6 Zonal relaxation time measurements of the normal knee meniscus with Synthetic MRI

Synthetic MRIを用いた正常半月板の領域別組織緩和時間測定

河野 裕樹 (愛泉会日南病院 放射線科)

Hiroki Kawano, Masafumi Harada, Shouichirou Takao, Taiga Sogame

Day 1

Room 5 (Karuizawa Prince Hotel West, Chikuma C)

ハードウェア<口述>

Hardware <Oral >

11:20 - 12:20

Chairs : Yasuhiko Terada (Department of Applied Physics, Institute of Pure and Applied Physics, University of Tsukuba)

Yoshitaka Bito (FUJIFILM Helathcare Corporation)

座長 : 寺田 康彦 (筑波大学 数理物質系 理工学域)

尾藤 良孝 (富士フイルムヘルスケア株式会社)

0S05-1 Investigation of rodent brain small area imaging using microcoil

マイクロコイルを利用したげっ歯類脳局所領域撮像法の検討

中村 和浩 (秋田県立循環器・脳脊髄センター)

Kazuhiro Nakamura, Toshibumi Kinoshita

0S05-2 Development of single-port, inductively coupled 1H/23Na dual-tuned RF coils for small animals for 9.4 T vertical-bore superconducting MRI

小動物を対象とした9.4T縦型ワイドボアMRI用シングルポート1H/23Na Dual-Tuned RF コイルの開発

萩山 直人 (筑波大学 理工情報生命学術院 数理物質科学研究群)

Naoto Momiyama, Tomoyuki Haishi, Yasuhiko Terada

- OS05-3 Evaluation of SNR in open-head setting using head conformable receiver coil**
 頭部密着型受信コイルを使用したオープンヘッドセッティング時のSNR評価
 羽鳥 翔平 (富士フイルムヘルスケア株式会社)
 Shohei Hatori, Kazuyuki Kato, Wataru Yokohama, Takeshi Taniguchi, Koichi Arai
- OS05-4 Evaluation of the flip angle distribution of the ^1H - ^{31}P dual tune surface coil**
 ^1H - ^{31}P デュアルチューン表面コイルのFA分布評価
 久保 均 (福島県立医科大学 保健科学部 診療放射線科学科)
 Hitoshi Kubo, Tsuyoshi Matsuda, Masafumi Harada
- OS05-5 RF mode switching based Tx coil system for B1+ homogeneity mitigation at non-pTx UHF system: basic concept and preliminary study**
 Non-pTx超高磁場システムにおけるB1不均一性緩和のためのRFモードスイッチング技術：原理及び初期検討
 浦山 慎一 (京都大学 医学研究科附属・脳機能総合研究センター)
 Shin-ichi Urayama, Masaki Fukunaga, Martijn Cloos
- OS05-6 Educational effectiveness of MRI operation training system**
 MRI操作教育システムの教育効果の検討
 栞沢 宏之 (国際医療福祉大学 成田保健医療学部 放射線・情報科学科)
 Hiroyuki Kabasawa, Rei Torinari, Takehiro Matsudaira, Katsuhiko Ueda

Day 1

Room 6 (Karuizawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall F)

泌尿器<口述>

Bladder & Prostate <Oral >

11:20 - 12:20

Chairs : Hiroshi Shinmoto (Department of Radiology, National Defense Medical College)
 Hiroataka Akita (Department of Diagnostic Radiology, Keio University School of Medicine)
 座長 : 新本 弘 (防衛医科大学校 放射線医学講座)
 秋田 大宇 (慶應義塾大学 医学部 放射線科学教室(診断))

- OS06-1 Prostate Cancer Diagnosis: A Comparison of Calculated DWI and Single-shot EPI DWI**
 前立腺癌の診断：Calculated DWIとSingle-shot EPI DWIの比較
 檜垣 篤 (川崎医科大学放射線診断学)
 Atsushi Higaki, Tsutomu Tamada, Yuichi Kojima, Yu Ueda, Mitsuru Takeuchi, Kentaro Ono, Midori Yamamoto, Akira Yamamoto, Yoshihiko Fukukura
- OS06-2 Detection of prostate cancer using a 2D deep learning model with a small number of MRI image data**
 少数のMRI画像データを用いた2次元深層学習モデルによる前立腺癌の検出
 山岸 陽助 (埼玉医科大学国際医療センター 画像診断科)
 Yosuke Yamagishi, Yasutaka Baba, Jun Suzuki, Yoshitaka Okada, Kento Kanao, Masafumi Oyama

OS06-3 Exploratory Study of Quantitative MRI Parameters Providing the Novel Value in Discriminating Muscle-Invasive Bladder Cancer

筋層浸潤性膀胱癌の鑑別に新たな価値をもたらす定量的MRIパラメータの探索的研究

木村 浩一郎 (東京医科歯科大学 大学院医歯学総合研究科 寄附講座 先端人工知能医用画像診断学)

Koichiro Kimura, Soichiro Yoshida, momo Ikeda, Kenichi Fukui, Junichi Tsuchiya, Yuki Nakamura, Yuma Waseda, Hajime Tanaka, Yasuhisa Fujii, Ukihide Tateishi

OS06-4 Numerical Prostate Phantom for Diffusion-Weighted Imaging Simulation

拡散強調画像シミュレーションのための前立腺数値ファントムの開発

杉本 昂平 (岡山大学 大学院ヘルスシステム統合科学研究科)

Kohei Sugimoto, Masataka Oita

OS06-5 MR imaging features to predict the type of bone metastasis in prostate cancer

骨転移の種類を推測する前立腺癌MRI所見の検討

児山 博亮 (東京大学大学院 医学系研究科 生体物理医学専攻 放射線医学講座)

Hiroaki Koyama, Ryo Kurokawa, Shimpei Kato, Masanori Ishida, Ryohei Kuroda, Tetsuo Ushiku, Haruki Kume, Osamu Abe

OS06-6 Estimated quantitative relaxation mapping calculated from Multiple Repetition time Multiple Echo time (MRME) based DWI acquisition in prostate

前立腺におけるマルチTR・マルチTE (MRME) DWIから算出された推定定量緩和マッピングの有用性

上田 優 (株式会社フィリップス・ジャパン)

Yu Ueda, Tsutomu Tamada, Atsushi Higaki, Kazunori Moriya, Shigeru Shibata, Mitsuru Takeuchi, Makoto Obara, Marc Van Cauteren

Day 1

Room 5 (Karuizawa Prince Hotel West, Chikuma C)

アーチファクト<口述>

Artifact < Oral >

13:30 - 14:30

Chairs : Tetsuya Wakayama (GE HealthCare)

Hajime Sagawa (Division of Clinical Radiology Service, Kyoto University Hospital)

座長 : 若山 哲也 (GEヘルスケア・ジャパン株式会社)

佐川 肇 (京都大学医学部附属病院 放射線部)

OS07-1 Comparison of metal artefact between 0.55T and 1.5T by using Titanium bolt

チタンボルトを用いた、0.55Tおよび1.5Tにおけるメタルアーチファクトの比較

杉澤 文紀 (シーメンスヘルスケア株式会社 カスタマーサービス事業本部 エデュケーションサービス本部 アプリケーション部 (Vivo))

Fuminori Somazawa, Takahiko Kaneda, Takashi Ueda, Hirofumi Rine

OS07-2 Removing Flow artifact from artery in T1 weighted image by Fourier transform of various strength of crusher pulse.

クラッシャーパルスの強度変調による、頭部T1強調画像における動脈のフローアーチファクトの除去

伊藤 公輔 (富士フィルムヘルスケア株式会社)

Kosuke Ito, Kazuho Kamba, Atsushi Kuratani

OS07-3 The influence of TE on the magic angle effect in 3D TSE sequence

3D TSE法におけるTEがmagic angle effectに与える影響

植村 美穂 (札幌医科大学附属病院 放射線部)

Miho Uemura, Yoshihiro Akatsuka, Mitsuhiro Nakanishi, Rui Imamura

OS07-4 Removing Flow artifact from aorta in dual echo image at liver by Fourier transform of various strength of crusher pulse.

クラッシャーパルス強度変調による、肝デュアルエコー画像における大動脈のフローアーチファクト除去

伊藤 公輔 (富士フィルムヘルスケア株式会社)

Kosuke Ito, Atsushi Kuratani

OS07-5 Generalized Motion detect method using navigator echo

体動検出のための汎用的なナビゲータエコー

森分 周子 (富士フィルムヘルスケア株式会社 メディカルシステム開発センター MS本部 MR開発部)

Chikako Moriwake, Yusuke Hoshino, Kosuke Ito, Masahiro Takizawa

OS07-6 Basic study of 3D-FLAIR for imaging endolymphatic hydrops combined with T2 preparation IR (T2-prep)

T2 preparation IR (T2-prep) を併用した内リンパ水腫描出用3D-FLAIRに関する基礎的検討

西山 翔 (埼玉医科大学病院)

Sho Nishiyama, Atsushi Kondo, Masami Yoneyama, Takashi Namiki, Shinnichi Watanabe, Taishi Unezawa, Eito Kozawa

Day 1

Room 6 (Karuzawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall F)

泌尿器・女性生殖器<口述>

Urogenital < Oral >

13:30 - 14:30

Chairs : Nobuyuki Takeyama (Department of Radiology, School of Medicine, Showa University)

Shinya Fujii (Division of Radiology, Department of Multidisciplinary Internal Medicine, Faculty of Medicine, Tottori University)

座長 : 竹山 信之 (昭和大学医学部放射線医学教室)

藤井 進也 (鳥取大学医学部 画像診断治療学分野)

OS08-1 Usefulness of deep learning reconstruction in diffusion-weighted imaging for female pelvic MRI

Deep learningを用いた拡散強調画像による女性骨盤臓器評価の有用性

小池 玄文 (長崎大学病院 放射線科)

Hirofumi Koike, Minoru Morikawa, Hiroshi Imai, Thomas Benkert, Ryo Toya

OS08-2 The efficacy of deep learning models in the diagnosis of endometrial cancer using MRI

MRI画像を用いた子宮内膜癌診断における深層学習モデルの有用性の検討

齋田 司 (筑波大学 医学医療系 放射線診断・IVR学)

Tsukasa Saida, Aiko Urushibara, Kensaku Mori, Toshitaka Ishiguro, Kei Inoue, Tomohiko Masumoto, Toyomi Satoh, Takahito Nakajima

0S08-3 MRI-based Radiomics Analysis in distinguishing Ovarian Clear cell Carcinoma from G2/3 Endometrioid Carcinoma and High-grade serous Carcinoma
卵巣淡明細胞癌 vs G2/3 類内膜癌や高異型漿液性癌のMRI: レディオミクス解析での鑑別

竹山 信之 (昭和大学藤が丘病院 放射線科)

Nobuyuki Takeyama, Yasushi Sasaki, Yasuo Ueda, Eliko Tanaka, Nagai Nagai, Miki Morioka, Yuki Tashiro, Syunkichi Sasazawa, Maya Makita, Yoshiro Hori, Toshi Hashimoto, Akane Wada, Takashi Ogawa, Gensyu Tate, Maya Makita, Yoshimitsu Ohgiya, Maika Higuchi, Ryota Hagihara, Miho Saeki, Eisuke Inoue

0S08-4 An Evaluation of Enhanced Fat Suppression Effect by Integrating PROSET-DWIBS
PROSET併用DWIBSにおける脂肪抑制効果の向上に関する評価

渡部 勝浩 (東海大学医学部附属病院 放射線技術科)

Katsuhiko Watanabe, Makoto Obara, Masatoshi Honda, Yasutomo Katsumata, Taro Takahara, Susumu Takano

0S08-5 Impact of Deep Learning Reconstruction on Radiomics Features in the Prediction of Prostate Cancer Biopsy Results

深層学習画像再構成が前立腺がん生検結果予測におけるRadiomics特徴量に与える影響

高尾 友也 (大阪大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門)

Tomoya Takao, Takashi Hashido, Yoshihiro Koyama

Day 1

Room 5 (Karuizawa Prince Hotel West, Chikuma C)

撮像技術<口述>

Imaging Techniques < Oral >

14:35 - 15:45

Chairs : Hideto Kuribayashi (Siemens Healthcare K.K.)

Katsutoshi Murata (MR Research & Collaboration Department, Siemens Healthcare K.K.)

座長 : 栗林 秀人 (シーメンスヘルスケア株式会社)

村田 勝俊 (シーメンスヘルスケア (株) MRリサーチ&コラボレーション部)

0S09-1 Investigation of Conditions for Overlap Thin Slice 2D Imaging Enabling MPR of the Extremities and Spine

四肢、脊椎におけるMPRが可能なOverlap Thin Slice 2D Imagingの検討

小泉 達也 (順天堂大学 医学部附属 順天堂東京江東高齢者センター 放射線科)

Tatsuya Koizumi, Wakana Aizawa, Hidenori Kakizoe, Takasumi Tabata, Hidekazu Nagasawa, Kenichi Sato

0S09-2 Investigation of Conditions for Overlap Thin Slice 2D Imaging Enabling MPR of the Pelvis

骨盤部におけるMPRが可能なOverlap Thin Slice 2D Imagingの検討

小泉 達也 (順天堂大学 医学部附属 順天堂東京江東高齢者センター 放射線科)

Tatsuya Koizumi, Wakana Aizawa, Hidenori Kakizoe, Takasumi Tabata, Hidekazu Nagasawa, Kenichi Sato

0S09-3 Validation of temperature dependence of the phantom for T1 rho mapping
T1 rho ファントムの温度依存性の検証

鈴木 政司 (埼玉医科大学)

Masashi Suzuki, Yasuhito Koyama, Masami Yoneyama, Iichiro Osawa, Kaiji Inoue, Eito Kozawa, Mamoru Niitsu

- 0S09-4 **Examination of suppression of B1 heterogeneity using spacer and B1 filter in pelvic MRI**
 骨盤部Magnetic Resonance Imaging(MRI)におけるスペーサーとB1 filterを用いたB1不均一抑制の検討
 牧原 佑樹 (独立行政法人 国立病院機構 京都医療センター 放射線科)
 Yuki Makihara, Takanobu Muroya, Koji Matsuo
- 0S09-5 **Brain finer structures of a human embryo depicted by MR microscopy with different contrasts**
 異なるコントラストのMR microscopyによるヒト胚子脳の微細構造の描出
 國枝 和輝 (筑波大学 理工情報生命学術院 数理物質科学研究群)
 Kazuki Kunieda, Kazuyuki Makihara, Shigehito Yamada, Yasuhiko Terada
- 0S09-6 **The tracking performance of tags with spatial patterns in tagged MRI with rotational motion**
 回転運動するタギングMRI画像における空間パターンを持つタグの追跡性能
 山本 詩子 (大阪成蹊大学 データサイエンス学部)
 Utako Yamamoto, Hirohiko Imai, Masayuki Ohzeki, Manabu Kano
- 0S09-7 **Characterization of the subtraction image using different inversion times for low-concentration Gd: a phantom study**
 低濃度Gd領域における異なるTI条件間の差分画像のコントラスト特性
 加藤 裕 (名古屋大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門)
 Yutaka Kato, Toshiaki Taoka, Shinji Naganawa

Day 1

Room 6 (Karuzawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall F)

乳腺<口述>

Breast < Oral >

14:40 - 15:40

Chairs : Hiroko Satake (Department of Radiology, Nagoya University Hospital)

Mami Iima (Institute for Advancement of Clinical and Translational Science, Department of Diagnostic Imaging and Nuclear Medicine, Kyoto University Hospital)

座長 : 佐竹 弘子 (名古屋大学医学部附属病院 放射線部)

飯間 麻美 (京都大学医学部附属病院 先端医療研究開発機構・放射線診断科)

0S10-1 **The clinical usefulness of SPEN: results of observer study depending on the experience**

SPENの臨床的有用性：経験度に基づく解析結果について

中山 怜那 (京都大学 医学部 医学科)

Rena Nakayama, Mami Iima, Masako Kataoka, Maya Honda, Martins Otikovs, Noam Nissan, Lucio Frydman, Yuta Urushibata, Aika Okazawa, Masakazu Toi, Yuji Nakamoto

0S10-2 **Clinical usefulness of GRASP sequence in Breast Ultra-Fast Dynamic Study**

乳房Ultra-Fast Dynamic studyにおけるGolden-angle Radial Sparse Parallel (GRASP) の有用性の検討

坂田 弥生 (久留米大学病院 放射線部)

Yayoi Sakata, Makoto Suzuki, Kazutaka Nashiki, Shuichi Tanoue, Rika Tanoue, Hidemichi Kawata

0S10-3 Optimization for Ultrafast using Time-resolved Angiography with Interleaved Stochastic Trajectory and Compressed sensing in breast MRI

乳房MRI検査におけるTWIST及びCSを使用したUltrafastの撮像条件の検討

大橋 一範 (獨協医科大学埼玉医療センター)

Kazunori Ohashi, Toshiro Syukuya, Ayumu Funaki, Satoshi Yamaura, Satoshi Iijima, Kazunori Kubota

0S10-4 Volumetry using high-resolution (HR) DWI for evaluating neoadjuvant systemic treatment: comparison among subtypes

高解像度拡散強調画像を用いた腫瘍体積による乳癌薬物療法の治療効果判定;サブタイプによる違い

岡澤 藍夏 (京都大学大学院医学研究科 放射線医学講座 (画像診断学・核医学))

Aika Okazawa, Masako Kataoka, Mami Iima, Rie Ota, Maya Honda, Yosuke Yamada, Yasuhide Takeuchi, Masahiro Takada, Yuji Nakamoto

0S10-5 Comparison of bolus arrival time (BAT) and time to enhancement (TTE)

Ultrafast DCE MRIにおけるbolus arrival timeとtime to enhancementの比較

阪口 怜奈 (神戸市立医療センター中央市民病院 放射線診断科)

Rena Sakaguchi, Masako Kataoka, Maya Honda, Shotaro Kanao, Mami Iima, Rie Ota, Masahiro Takada, Kumiko Ando, Yuji Nakamoto

0S10-6 An Attempt to Standardize Breast MRI Using Phantoms -A Study on Temperature Dependence of Measurement of ADC Values-

ファントムを用いた乳房MRI標準化の試み -ADC値測定時の温度依存性に関する検討-

飯間 麻美 (京都大学大学院医学研究科 放射線医学講座 (画像診断学・核医学))

Mami Iima, Masako Kataoka, Hiroko Satake, Yuta Urushibata, Yoshito Ichiba, Kazunori Kubota, Takayoshi Uematsu

Day 1

Room 5 (Karuizawa Prince Hotel West, Chikuma C)

BOLD・fMRI <口述>

BOLD・fMRI <Oral>

15:50 - 16:50

Chairs : Toshihiko Aso (Laboratory for Brain Connectomics Imaging RIKEN Center for Biosystems Dynamics Research)

Junichi Hata (Graduate School of Human Health Sciences Tokyo Metropolitan University)

座長 : 麻生 俊彦 (理化学研究所 生命機能科学研究センター 脳コネクトミクスイメージング研究チーム)

畑 純一 (東京都立大学大学院 人間健康科学研究科)

0S11-1 Extract brain regions relevant for estimating the consciousness level in animals under general anesthesia using resting-state functional MRI.

安静時脳機能解析を用いた全身麻酔時の動物の意識レベルの推定に有用な脳領域の選出

牟田 佳那子 (東京都立大学 大学院 人間健康科学研究科)

Kanako Muta, Junichi Hata, Yawara Haga, Daisuke Yoshimaru, Kei Hagiya, Takaaki Kaneko, Hirotaka James Okano, Hideyuki Okano

0S11-2 The effect of the previous night's sleep quality on daytime resting state fMRI data

前夜の睡眠の質と翌日のfMRIとの関連性

佐原 慈佳 (量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門)

Yasuka Sahara, Makiko Yamada, Yoshiyuki Hirano, Daisuke Matsuyoshi, Haruki Nishimura, Yasunori Aizawa, Noriaki Yahata, Eiji Shimizu, Takayuki Obata

0S11-3 Task fMRI experimental environment development for a 7-tesla MRI

7テスラMRIのためのタスクfMRI実験環境整備

上野 賢一 (理化学研究所 脳神経科学研究センター)

Kenichi Ueno, Chisato Suzuki, R. Allen Waggoner, Hiroyuki Kamiguchi, Arihito Nauchi, Tetsuya Wakayama

0S11-4 Reliability and Sensitivity to Altered Hemodynamics Measured with Resting-state fMRI Metrics: Comparison with 123I-IMP SPECT

安静時fMRIによる血行動態評価の再現性と縦断的变化への感度：123I-IMP SPECTとの比較

雨宮 史織 (東京大学 医学部 放射線科)

Shiori Amemiya, Hidemasa Takao, Yusuke Watanabe, Satoru Miyawaki, Satoshi Koizumi, Nobuhito Saito, Osamu Abe

0S11-5 Proposal of the self-resonance spin-lock sequence (SRSL)

自己共振型スピロックシーケンスの提案

上田 博之 (京都大学 大学院工学研究科 電気工学専攻)

Hiroyuki Ueda, Yosuke Ito, Yo Taniguchi

Day 1

Room 6 (Karuizawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall F)

上腹部1 <口述>

Abdomen 1 <Oral>

15:50 - 16:50

Chairs : Satoshi Goshima (Department of Radiology, Hamamatsu University School of Medicine)

Yuko Nakamura (Department of Diagnostic Radiology, Hiroshima University)

座長 : 五島 聡 (浜松医科大学 放射線診断学講座)

中村 優子 (広島大学 放射線診断学研究室)

0S12-1 Free-Breathing Dynamic Pancreatic Protocol MRI Using Stack-of-Stars Radial Sampling and Compressed SENSE

自由呼吸下ダイナミック膵プロトコルMRIに関する検討

浅野 将史 (岐阜大学 放射線科)

Masashi Asano, Yoshifumi Noda, Nobuyuki Kawai, Tetsuro Kaga, Kimihiro Kajita, Fuminori Hyodo, Hiroki Kato, Masayuki Matsuo

0S12-2 Free-Breathing Gadoteric Acid-Enhanced Hepatobiliary Phase Imaging Using Stack-of-Stars Radial Sampling and Compressed SENSE

自由呼吸下EOB造影MRI肝細胞相におけるStack-of-star Radial Sampling法と圧縮センシング併用撮像の有用性

加賀 徹郎 (岐阜大学 放射線科)

Tetsuro Kaga, Yoshifumi Noda, Nobuyuki Kawai, Kimihiro Kajita, Masatoshi Honda, Yu Ueda, Fuminori Hyodo, Hiroki Kato, Masayuki Matsuo

0S12-3 Investigation of correlation between entropy value of background liver and liver fibrosis using Gd-EOB-DTPA

Gd-EOB-DTPAを用いた背景肝のエントロピー値と肝線維化の相関関係の検討

二宮 一宙 (名古屋大学大学院 医学系研究科 総合保健学専攻)

Kazuhiro Ninomiya, Kozue Kumagai, Keisuke Fujii, Chiyo Kawaura, Kuniharu Imai, Shigeru Matsushima

- 0S12-4 **Effect of Deep Learning and Investigation of Optimal Conditions in Gd-EOB-DTPA Hepatocyte Imaging Using LAVA**
LAVA法を用いたGd-EOB-DTPA肝細胞造影相撮像におけるDeep Learningの影響と至適条件の検討
徳永 雄大 (聖隷浜松病院 放射線部)
Yudai Tokunaga, Toshiyuki Hirano, Yuki Takayanagi, Takayuki Masui, Mitsuharu Miyoshi, Tetsuya Wakayama, Masayoshi Sugimura
- 0S12-5 **Investigation of optimal scanning parameters for fat-suppressed T1-weighted imaging using Motion-sensitized driven-equilibrium preparation.**
MSDEパルスを用いた脂肪抑制T1強調画像における最適な撮像条件の検討
西原 崇 (富士フイルムヘルスケア株式会社)
Takashi Nishihara, Yoshitaka Bito, Masahiro Takizawa, Nobuyuki Yoshizawa, Yuko Nakamura, Toru Higaki, Yukiko Honda, Kazuo Awai
- 0S12-6 **Efficacy of deep learning-based reconstruction of breath-hold fat-suppressed 3D T1-weighted imaging on a hepatobiliary phase of EOB-MRI**
EOB-MRI肝細胞相におけるディープラーニング画像再構成技術を用いた呼吸停止下脂肪抑制3DT1強調像の有用性
高山 幸久 (福岡大学医学部 放射線医学教室)
Yukihisa Takayama, Keisuke Sato, Shinji Tanaka, Ryo Murayama, Nahoko Goto, Ryotaro Jingu, Yoichiro Ikushima, Atsushi Nozaki, Kengo Yoshimitsu

Day 1

Room 5 (Karuzawa Prince Hotel West, Chikuma C)

CEST・MRS・超偏極1 <口述>

CEST・MRS・Hyperpolarization 1 <Oral >

17:00 - 18:00

Chairs : Yoichi Takakusagi (Institute for Quantum Life Science, National Institutes for Quantum Science and Technology)

Hideto Kuribayashi (Siemens Healthcare K.K.)

座長 : 高草木 洋一 (量子科学技術研究開発機構 量子生命科学研究所)

栗林 秀人 (シーメンスヘルスケア株式会社)

0S13-1 **Quantification of cerebral glucose using ¹H localized spectroscopy at 7 T.**

1. Sensitive detection of H1- α -glucose peak

7Tプロトン局所スペクトル法を用いたヒト脳内グルコース濃度の定量の試み

1. H1- α -glucose信号の高感度検出

栗林 秀人 (シーメンスヘルスケア株式会社)

Hideto Kuribayashi, Yuta Urushibata, Sinyeob Ahn, Ravi Teja Seethamraju, Tomohisa Okada

0S13-2 **Quantification of cerebral glucose using ¹H localized spectroscopy at 7 T.**

2. Spectral analysis via H1- α -glucose peak

7Tプロトン局所スペクトル法を用いたヒト脳内グルコース濃度の定量の試み

2. H1- α -glucose信号の解析

栗林 秀人 (シーメンスヘルスケア株式会社)

Hideto Kuribayashi, Yuta Urushibata, Sinyeob Ahn, Ravi Teja Seethamraju, Tomohisa Okada

0S13-3 **Quantification of cerebral glucose using ^1H localized spectroscopy at 7 T.**

3. Quantification by conventional ^1H spectral analysis

7T プロトン局所スペクトル法を用いたヒト脳内グルコース濃度の定量の試み

3. 一般的な解析による定量

栗林 秀人 (シーメンスヘルスケア株式会社)

Hideto Kuribayashi, Yuta Urushibata, Sinyeob Ahn, Ravi Teja Seethamraju,
Tomohisa Okada

0S13-4 **APT_T1: APT parameter by solving Bloch equation of multiple pool model**

APT_T1: マルチプルプールモデルのBloch方程式を解いて得られるAPTパラメータ

三好 光晴 (GEヘルスケア・ジャパン 研究開発部)

Mitsuharu Miyoshi, Kazuhiro Oguchi, Tetsuya Wakayama

0S13-5 **Improvement of the accuracy of lipid analysis of 7T ^1H -MRS in skeletal muscle by J-split-weighted peak fitting**

J分裂を加味したピークフィティングによる骨格筋の7T-MRSの脂質解析精度の向上

梅田 雅宏 (明治国際医療大学)

Masahiro Umeda, Maya Hioki, Masaki Fukunaga

0S13-6 **Multi-parametric Mapping of T2* with δ TE UTE and Macromolecule Exchange ZAP/CEST in Cartilage, Tendon, and Muscle Tissues**

軟骨、腱、筋肉における δ TE UTEおよびZAP/CESTによるT2*のマルチパラメトリックマッピング

マリス バディム (カリフォルニア大学サンディエゴ校 放射線科)

Vadim Malis, Won Bae Bae, Diana Vucevic, Mitsue Miyazaki

Day 1

Room 6 (Karuzawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall F)

上腹部2 <口述>

Abdomen 2 <Oral >

17:00 - 18:10

Chairs : Keitaro Sofue (Department of Radiology, Kobe University Graduate School of Medicine)

Hiroyuki Akai (Institute of Medical Science, The University of Tokyo)

座 長 : 祖父江 慶太郎 (神戸大学医学部附属病院 放射線診断・IVR科)

赤井 宏行 (東京大学医科学研究所)

0S14-1 **Enhancing image quality and spatial resolution in liver Diffusion Weighted Imaging using deep learning-based reconstruction**

ディープラーニング再構成を用いた肝臓DWIの画質改善と超解像化

権 池勲 (株式会社フィリップス・ジャパン)

Jihun Kwon, Kohei Yuda, Masami Yoneyama, Yasutomo Katsumata, Hiroshi Hamano,
Jiro Sato, Van Caueren Marc

0S14-2 **Fundamental study of perfusion analysis in EOB-MRI**

EOB-MRIにおける灌流解析の基礎的検討

鈴木 秀郷 (虎の門病院 放射線部)

Hidesato Suzuki, Yoshinori Tsuji, Takao Tokimori, Asami Kubota, Takashi Yosida,
Satoshi Saito

0S14-3 Longitudinal Quantitative Assessment of Magnetic Resonance Imaging in a Non-Alcoholic Steatohepatitis Rat Model

非アルコール性脂肪肝炎モデルラットのMRI画像の経時的定量評価

奥村 健一郎 (金沢大学 医学部 放射線科)

Kenichiro Okumura, Hibiki Yamauchi, Naoki Ohno, Kazuto Kozaka, Satoshi Kobayashi

0S14-4 Improving the Accuracy of Detecting and Classifying Focal Liver Lesions using Deep Learning on Gd-EOB-DTPA enhanced MRI: Dataset Selection Impact

深層学習を用いたEOB-MR画像に基づく限局性肝病変の検出と分類:

データセット選択による精度の向上

竹永 智美 (東京大学医学部附属病院 放射線科)

Tomomi Takenaga, Shouhei Hanaoka, Yukihiro Nomura, Takeharu Yoshikawa, Osamu Abe

0S14-5 Study of the relationship between various liver diseases and sarcopenia using MRI

MRIを用いた各種肝疾患とサルコペニアとの関連性に関する研究

安富 美香 (東京医科大学 放射線医学分野)

Mika Yasutomi, Kazuhiro Saito, Yoichi Araki, Yu Tajima, Daisuke Yunaiyama, Shuuhei Shibukawa, Masanori Ishida

0S14-6 Effect of Deep Learning on 3D MRCP Breath Hold Imaging

3D MRCP Breath Hold撮像におけるDeep Learningの影響

平野 稔幸 (聖隷浜松病院 放射線部)

Toshiyuki Hirano, Yudai Tokunaga, Yuki Takayanagi, Takayuki Masui, Mitsuharu Miyoshi, Tetsuya Wakayama, Masayoshi Sugimura

0S14-7 Image Quality Investigation of 3D MRCP Combined with T2prep IR by Phantom Study

T2prep IRを併用した3D MRCPのファントムによる画質検討

小菅 正嗣 (東京都立大塚病院 放射線科)

Masatsugu Kosuge, Takeshi Arai, Kaori Tabe, Takumi Nakane, Kentarou Eguchi, Ken Nohara

Day 2

Room 4 (Karuzawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

MRA1 <口述>

MRA1 <Oral>

7:50 - 8:50

Chairs : Osamu Togao (Department of Molecular Imaging and Diagnosis, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University)

Daisuke Oura (Department of Radiology, Otaru General Hospital)

座長 : 梶尾 理 (九州大学大学院医学研究院 分子イメージング・診断学講座)

大浦 大輔 (小樽市立病院 放射線室)

0S15-1 Examination of Non Saturation Pulse 3D TOF MRA with Compressed SENSE in Acute Ischemic Stroke

急性虚血性脳卒中に対する圧縮センシング併用No SAT 3D TOF MRAの検討

宮武 祐士 (おさか脳神経外科病院 放射線部)

Yuji Miyatake, Sunao Nakata, Kazuto Anzai, Yasuaki Kamada, Naomi Honjo

0S15-2 T1-weighted Carotid plaque imaging using Compressed Sensing Spiral Spin-Echo sequence

Compressed Sensingを用いた Spiral Spin-EchoによるT1 強調頸動脈プラークイメージング

高橋 典馬 (宮崎大学 医学部附属病院 放射線部)

Tenma Takahashi, Masahiro Enzaki, Masanori Komi, Yoshihito Kadota, Minako Azuma

0S15-3 Follow-up non-contrast-enhanced MRA using balanced turbo field-echo sequence for visceral artery aneurysm after endovascular therapy

血管内治療後内臓動脈瘤に対するbTFEシークエンス併用非造影MRAの検討

河合 信行 (岐阜大学 放射線科)

Nobuyuki Kawai, Yoshifumi Noda, Tetsuro Kaga, Kimihiro Kajita, Shoma Nagata, Hiroshi Kawada, Masayuki Matsuo

0S15-4 Usefulness of Accelerated 2-point-Dixon MR Angiography for Carotid Stents

頸動脈ステントに対する非造影高速2point-Dixon MR Angiographyの有効性

台丸谷 卓真 (弘前大学 医学部附属病院 医療技術部 放射線部門)

Takuma Daimaruya, Kazuhiko Oyu, Naoyuki Takei, Youhei Funato, Atsushi Nozaki, Tetsuya Wakayama, Masataka Narita, Shingo Kakeda

0S15-5 Fundamental study of accelerated 2point-Dixon MR angiography assuming carotid MR angiography

頸部領域を想定した高速化2point Dixon MR Angiographyの基礎的検討

船戸 陽平 (弘前大学 医学部附属病院 医療技術部 放射線部門)

Youhei Funato, Kazuhiko Oyu, Naoyuki Takei, Takuma Daimaruya, Atsushi Nozaki, Tetsuya Wakayama, Masataka Narita, Shingo Kakeda

0S15-6 High Resolution MPRAGE on 7T System with Local Transmit Coil: Simultaneous Acquisition of Brain T1WI and intracranial MRA

局所送信コイルを用いた7Tでの高分解能MPRAGE: 脳T1 強調像と頭蓋内MRAの同時取得

若山 哲也 (GEヘルスケア・ジャパン株式会社)

Tetsuya Wakayama, Arihito Nauchi, Chisato Suzuki, Kenichi Ueno, R. Allen Waggoner, Hiroyuki Kamiguchi

Day 2

Room 5 (Karuzawa Prince Hotel West, Chikuma C)

拡散1 <口述>

Diffusion 1 <Oral>

7:50 - 8:50

Chairs : Toshiaki Taoka (Department of Innovative Biomedical Visualization, Nagoya University)

Takashi Yoshiura (Department of Radiology, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences)

座 長 : 田岡 俊昭 (名古屋大学 革新的生体可視化技術開発産学協同研究講座)

吉浦 敬 (鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 放射線診断治療学分野)

0S16-1 Time-Dependent Diffusion Using Oscillating-Gradient Spin-echo Sequence in Metastatic Brain Tumors: Comparison with Histologic Type

転移性脳腫瘍に対するOscillating-gradient spin-echo法を用いた拡散時間依存性の組織学的検討

前川 朋子 (順天堂大学医学部附属 順天堂医院 放射線科)

Tomoko Maekawa, Masaaki Hori, Katsutoshi Murata, Kouhei Kamiya, Andica Christina, Akifumi Hagiwara, Koji Kamagata, Akihiko Wada, Shigeki Aoki

- 0S16-2 Multiparametric evaluation of time-dependent diffusion images using the ternary plot method: tissue characteristics of glioblastoma and lymphoma.**
 三角プロット法による時間依存性拡散画像のマルチパラメトリック評価：
 膠芽腫とリンパ腫の組織特性
 田岡 俊昭（名古屋大学 大学院医学系研究科 革新的生体可視化技術開発産学協同研究講座）
 Toshiaki Taoka, Rintaro Ito, Rei Nakamichi, Toshiki Nakane, Kazushige Ichikawa,
 Takaya Mori, Masanori Ozaki, Nobuyasu Ichinose, Yoshiki Tanaka, Shinji Naganawa
- 0S16-3 Applicability Evaluation of High-Resolution Deep Learning Reconstruction (HR-DLR) for Fractional Anisotropy Analysis**
 異方性解析に対する高解像度ディープラーニング再構成 (HR-DLR) の適用可能性に関する初期評価
 植松 駿（キャノンメディカルシステムズ株式会社 CTMR事業統括部 MRI開発部）
 Shun Uematsu, Hideaki Kutsuna, Yuki Takai, Hiroshi Kusahara, Kensuke Shinoda
- 0S16-4 Comparison of SS-EPI DWI and TGSE-BLADE DWI in patients with epidermoid.**
 類上皮腫におけるSS-EPI DWI とTGSE-BLADE DWIの比較
 大谷 紗代（京都大学大学院医学研究科 放射線医学講座（画像診断学・核医学））
 Sayo Otani, Yasutaka Fushimi, Satoshi Nakajima, Akihiko Sakata, Sachi Okuchi,
 Hiroshi Tagawa, Yang Wang, Azusa Sakurama, Satoshi Ikeda, Shuichi Ito, Miyuki Takiya,
 Masaki Umehana, Yongping Ma, Yuji Nakamoto
- 0S16-5 A fundamental study of processing parameters for noise reduction techniques in diffusion MRI using random matrix theory**
 拡散MRIにおけるランダム行列理論を用いたノイズ低減技術の最適処理パラメータの基礎検討
 坂田 健太郎（東京大学医学部附属病院 放射線部）
 Kentaro Sakata, Tetsuya Yoneda, Yuichi Suzuki, Tsuyoshi Ueyama, Takahiro Iwasaki,
 Hideyuki Iwanaga, Osamu Abe
- 0S16-6 Improvement SNR by simultaneous reconstruction of multiple NSA data in Multi-shot DWI**
 マルチショットDWIの複数加算データ同時再構成によるSNR向上
 神波 一穂（富士フィルムヘルスケア株式会社 メディカルシステム開発センター）
 Kazuho Kamba, Yoshitaka Sato, Suguru Yokosawa

Day 2

Room 4 (Karuzawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

MRA2 <口述>

MRA2 <Oral>

8:55 - 9:55

Chairs : Mitsue Miyazaki (Department of Radiology, University of California, San Diego)

Masami Yoneyama (Philips Japan)

座長 : 宮崎 美津恵 (カリフォルニア大学サンディエゴ校 放射線科)

米山 正己 (株式会社フィリップス・ジャパン)

- 0S17-1 Influence of flip angle on signal acquisition capability and flow void effect in carotid artery stent in black blood imaging using 3D TSE technique**
 3D TSE black blood imagingのフリップ角が頸動脈ステント内の信号描出能とflow void効果に与える影響

中西 一成 (誠馨会 千葉メディカルセンター 放射線部)

Issei Nakanishi, Masatoshi Kojima, Takeshi Asano

0S17-2 Optimal imaging parameters of non-contrast MR angiography for simultaneous delineation of carotid and subclavian arteries with 3T MRI.

3T MRIにおける頸動脈・鎖骨下動脈同時描出の撮像条件の検討

沼元 瞳 (京都大学医学部附属病院 放射線部)

Hitomi Numamoto, Koji Fujimoto, Kanae Miyake K, Yasutaka Fushimi, Sachi Okuchi, Rimika Imai, Nobuyasu Ichinose, Yuji Nakamoto

0S17-3 High-resolution time-of-flight MR angiography using deep-learning-based reconstruction: Still preliminary report

ディープラーニング画像再構成を用いた高分解能 time-of-flight MR angiographyの初期検討

新宅 知博 (弘前大学大学院医学研究科 放射線腫瘍学講座・放射線診断学講座)

Tomohiro Shintaku, Yuka Ishimoto, Miho Sasaki, Atsushi Nozaki, Yoichiro Ikushima, Tetsuya Wakayama, Shingo Kakeda

0S17-4 Image quality assessment of intracranial three-dimensional time-of-flight MR angiography with deep-learning reconstruction

Deep learning 画像再構成法を用いた頭部 3D TOF MRAの画質評価

幾嶋 洋一郎 (GEヘルスケア・ジャパン株式会社 研究開発部MR研究室)

Yoichiro Ikushima, Naoyuki Takei, Atsushi Nozaki, Kazuhiko Oyu, Shingo Kakeda, Tetsuya Wakayama

0S17-5 Turbo FLEXA MR Angiography with Deep Learning undersampled reconstruction

Deep Learning 画像再構成を用いた高速FLEXA MR Angiographyの開発

竹井 直行 (GEヘルスケア・ジャパン 研究開発部)

Naoyuki Takei, Kazuhiko Oyu, Atsushi Nozaki, Rafi Brada, Sangtae Ahn, Graeme McKinnon, Xucheng Zhu, Shingo Kakeda, Tetsuya Wakayama

0S17-6 Silenz MRA noise reduction by using Deep Learning Reconstruction

Deep Learning 画像再構成を用いたSilenz MRAのノイズ低減

三好 光晴 (GEヘルスケア・ジャパン 研究開発部)

Mitsuharu Miyoshi, Sagar Mandav, Tetsuya Wakayama

Day 2

Room 5 (Karuizawa Prince Hotel West, Chikuma C)

脳灌流<口述>

CNS Perfusion < Oral >

8:55 - 9:55

Chairs : Kohsuke Kudo (Department of Diagnostic Imaging, Hokkaido University Faculty of Medicine)

Shiori Amemiya (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo)

座長 : 工藤 與亮 (北海道大学大学院医学研究院 画像診断学教室)

雨宮 史織 (東京大学大学院医学系研究科 生体物理医学専攻 放射線医学講座)

0S18-1 Validation of Fast Whole Brain Multi-Delay Pseudo Continuous Arterial Spin Labeling using Hybrid Scheme Comparing 6 and 12 Timepoints

高速ハイブリッドダイナミックpCASL検査の妥当性 ダイナミック数6と12の比較

小原 真 ((株) フィリップスジャパン)

Makoto Obara, Osamu Togao, Ryoji Mikayama, Tatsuhiko Wada, Shota Ishida, Hiroshi Hamano, Yu Ueda, Jihun Kwon, Masami Yoneyama, Marc Van Cauteren

- 0S18-2 Hybrid multi-delay PCASL of time-encoded and variable-TR schemes for the assessment of cerebral perfusion in Moyamoya disease**
 Time-encoded法とvariable-TR法のハイブリッド multi-delay PCASLによるもやもや病の血流評価
 梶尾 理 (九州大学大学院医学研究院 分子イメージング診断学講座)
 Osamu Togao, Makoto Obara, Koji Yamashita, Kazufumi Kikuchi, Tatsuhiko Wada, Chiaki Tokunaga, Ryoji Mikayama, Shota Ishida, Marc Van Cauwenbergh, Kousei Ishigami
- 0S18-3 Effect of the number of delay phases in Hybrid ASL on the assessment of cerebral perfusion in Moyamoya disease**
 Hybrid ASLのdelay phase数がもやもや病の脳灌流評価に与える影響
 三賀山 諒司 (九州大学病院 医療技術部 放射線部門)
 Ryoji Mikayama, Makoto Obara, Osamu Togao, Tatsuhiko Wada, Chiaki Tokunaga, Toyoyuki Kato, Hidetake Yabuuchi
- 0S18-4 The utility of the spatial coefficient of variation of ASL in patients with chronic arteriosclerotic cerebrovascular disease**
 慢性期頭蓋内動脈硬化性病変におけるASL変動係数の有用性
 平 直記 (東京医科歯科大学病院 脳神経外科)
 Naoki Taira, Shoko Hara, Yoji Tanaka, Shihori Hayashi, Motoki Inaji, Kenji Ishii, Tadashi Nariai, Taketoshi Maehara
- 0S18-5 Multiphase 3D ASL; Impact of Decreased Number of Post Labeling Delay Numbers on the Quantitative Value**
 Multiphase 3D ASLのPLD数低減が定量結果に与える影響について
 京谷 勉輔 (富士フイルムヘルスケア株式会社 放射線診断事業部)
 Katsusuke Kyotani, Hirokazu Asaka, Yasuo Kawata, Masahiro Takizawa, Hideki Kumai
- 0S18-6 Reproducibility of arterial CBV imaging using DANTE-ASL**
 DANTE-ASLによるarterial CBV イメージングの再現性
 松田 祐貴 (福井大学医学部附属病院 放射線部)
 Yuki Matta, Shota Ishida, Masayuki Kanamoto, Toshiki Tateishi, Hirohiko Kimura, Tetsuya Tsujikawa

脳定量解析1 <口述>

CNS Quantitation 1 <Oral>

10:00 - 11:00

Chairs : Yasutaka Fushimi (Department of Diagnostic Imaging and Nuclear Medicine, Kyoto University Graduate School of Medicine)

Noriaki Yahata (Institute for Quantum Life Science, National Institutes for Quantum Science and Technology)

座長 : 伏見 育崇 (京都大学大学院医学研究科 放射線医学講座 (画像診断学・核医学))

八幡 憲明 (量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 量子生命科学研究所)

0S19-1 Evaluation of white matter in patients with Parkinson's disease using magnetic susceptibility separation

磁化率分離を用いたパーキンソン病患者の白質評価

中島 雅大 (名古屋市立大学 大学院 医学研究科 放射線医学分野)

Masahiro Nakashima, Hirohito Kan, Kazuhisa Matsumoto, Takatsune Kawaguchi, Akio Hiwatashi

0S19-2 Usefulness of T1 rho mapping as a new biomarker for cerebral ischemic changes in CADASIL

CADASIL における脳虚血性変化に対する新たなバイオマーカーとしての T1 rho mapping の有用性の検討

永井 康宏 (国立循環器病研究センター 放射線部)

Yasuhiro Nagai, Yoshiaki Morita, Yasutoshi Ohta, Masaru Siotani, Tatsuhiro Yamamoto, Ryogo Enoki, Yui Tanaka, Miki Sawano, Keizo Murakawa, Tetsuya Fukuda, Yu Ueda

0S19-3 Fiber Orientation Dependency of R1 value in corpus callosum with respect to the B0 field.

脳梁部分における R1 値の白質繊維方向と静磁場方向の依存性

川口 翔平 (名古屋市立大学病院 診療技術部 放射線技術科)

Shohei Kawaguchi, Hirohito Kan, Masato Yamada, Harumasa Kasai

0S19-4 Calculation of ADC(apparent diffusion coefficient) value based on T1 & T2 values measured by Synthetic MRI

Synthetic MRI を用いた試料物質の T1・T2 値測定による ADC 値の算出

二宮 将章 (社会医療法人共愛会 戸畑共立病院 画像診断センター)

Masaaki Ninomiya, Akiyoshi Yamamoto

0S19-5 Three-dimensional simultaneous T1 and T2* relaxation times and quantitative susceptibility mapping at 3T: A multi-center validation study

QPM による組織緩和時間と定量的磁化率マッピングの再現性評価：多施設共同試験

藤田 翔平 (順天堂大学 医学部 放射線診断学講座)

Shohei Fujita, Akifumi Hagiwara, Koichiro Kimura, Yo Taniguchi, Kosuke Ito, Hisako Nagao, Masahiro Takizawa, Wataru Uchida, Koji Kamagata, Ukihide Tateishi, Shigeki Aoki

0S19-6 Inter-scanner agreement of quantitative values obtained by STrategically Acquired Gradient Echo (STAGE) imaging

STrategically Acquired Gradient Echo (STAGE) 法で得られる定量値の装置間における検討

伏見 育崇 (京都大学大学院医学研究科 放射線医学講座 (画像診断学・核医学))

Yasutaka Fushimi, Satoshi Nakajima, Akihiko Sakata, Sachi Okuchi, Sayo Otani, Hiroshi Tagawa, Yang Wang, Azusa Sakurama, Satoshi Ikeda, Shuichi Ito, Miyuki Takiya, Masaki Umehana, Yongping Ma, Yuji Nakamoto

脳定量解析 2 <口述>

CNS Quantitation 2 <Oral>

11:05 - 12:05

Chairs : Hidemasa Takao (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo)

Tetsuya Yoneda (Department of Medical Image Sciences, Faculty of Life Sciences, Kumamoto University)

座長 : 高尾 英正 (東京大学大学院医学系研究科 生体物理医学専攻 放射線医学講座)

米田 哲也 (熊本大学大学院生命科学研究部 医療技術科学分野)

0S20-1 Voxel-based morphometry using localizer image of Alzheimer's disease: A comparison with Magnetization prepared rapid acquisition with gradient echo
位置決め画像を用いた voxel-based morphometry 解析によるアルツハイマー病診断の検討

戌亥 章平 (東京大学 医学部 放射線医学講座)

Shohei Inui, Daita Kaneda, Keita Sakurai, Osamu Abe, Yoshio Hashizume

0S20-2 Subregional Analysis of Triple Network Model in Mild Cognitive Impairment: A Novel Framework for Unraveling Disturbed Brain Networks

軽度認知障害におけるトリプルネットワークの亜区域解析：
脳内ネットワークを評価する新しいフレームワーク

渡邊 啓太 (京都府立医科大学 放射線診断治療学教室)

Keita Watanabe, Kentaro Akazawa, Koji Sakai, Lennartsson Finn, Sera Kasai,
Yoshihito Umemura, Soichiro Tatsuo, Tatsuya Mikami, Yoshinori Tamada,
Masahiko Tomiyama, Kei Yamada, Shingo Kakeda

0S20-3 0.9mm isotropic 1min MPRAGE using Highly-accelerated Deep Learning Reconstruction for Brain Structural Analysis

Highly-accelerated Deep Learning Reconstructionによる1分間でのMPRAGE高速撮像を用いた
脳形態解析

渡邊 啓太 (京都府立医科大学)

Keita Watanabe, Sera Kasai, Yoshihito Umemura, Soichiro Tatsuo, Kazuhiko Oyu,
Atsushi Nozaki, Naoyuki Takei, Tetsuya Wakayama, Shingo Kakeda

0S20-4 Influences of Diabetes Mellitus Risk Indicators and Cognitive Function Scores and Both of Them on Brain Volume

糖尿病リスク指標と認知機能スコア及びその双方が脳体積に及ぼす影響

川口 尚希 (東京医科大学病院 放射線部)

Naoki Kawaguchi, Daisuke Yoshimaru, Shuhei Shibukawa, Eri Arizono, Yoichi Araki,
Naoya Hayashi, Soichiro Shimizu, Kazuhiro Saito

0S20-5 Prediction of meningioma consistency using synthetic MRI

Synthetic MRIによる髄膜腫の硬さの術前予測

菊地 一史 (九州大学大学院 医学研究院 分子イメージング・診断学講座)

Kazufumi Kikuchi, Osamu Togao, Koji Yamashita, Daisuke Kuga, Koji Yoshimoto,
Kousei Ishigami

0S20-6 3D Quantitative Parameter Mapping; Evaluation of Quantitative values for 1.5T MRI based on 3T MRI

3T MRIを基準としたときの1.5T MRIの3D定量化マッピングの解析精度について

京谷 勉輔 (富士フイルムヘルスケア株式会社 放射線診断事業部)

Katsusuke Kyotani, Yo Taniguchi, Hirokazu Asaka, Kosuke Ito, Masahiro Takizawa,
Hideki Kumai

脊髄/末梢神経<口述>

Spine & Peripheral Nerves <Oral >

13:10 - 14:10

Chairs : Hajime Yokota (Diagnostic Radiology and Radiation Oncology, Graduate School of Medicine, Chiba University)

Masami Yoneyama (Philips Japan)

座長：横田 元 (千葉大学大学院医学研究院 画像診断・放射線腫瘍学)

米山 正己 (株式会社フィリップス・ジャパン)

0S21-1 Initial study on denoising and super-resolution using deep learning-based reconstruction

Deep Learningを用いたノイズ除去および超解像技術の初期検討

佐藤 吉海 (さいたま市立病院 中央放射線科)

Yoshiomi Sato, Kunihiro Namiki, Isao Fujita, Toshio Tsuchihashi, Katsuki Enomoto,
Takashi Ishida, Kiyoshi Ookuma, Hiromi Watanabe

0S21-2 Investigation on cervical nerve root imaging using 3D sequence of 3.0T MRI

3.0T MRIにおける三次元収集撮像法を用いた頸椎神経根描出についての検討

市川 暁 (医療法人社団 愛友会 上尾中央総合病院 放射線技術科)

Akira Ichikawa, Yuto Kinoshita, Ryu Iijima

0S21-3 Investigation of optimal imaging parameters for bone imaging in FRACTURE-Angiography.

FRACTURE-Angiographyにおける骨描出の至適撮像条件の検討

花田 洸一 (千葉大学医学部附属病院 放射線部)

Koichi Hanada, Ryo Ito, Ryuna Kurosawa, Hirotaka Sato, Koji Matsumoto, Hajime Yokota, Satoshi Maki, Yoshitada Masuda, Takashi Uno

0S21-4 FRACTURE-Angiography: optimal imaging conditions for visualization of artery

FRACTURE-Angiographyにおける動脈描出の至適撮像条件の検討

伊藤 僚 (千葉大学医学部附属病院 放射線部)

Ryo Ito, Ryuna Kurosawa, Koichi Hanada, Hirotaka Sato, Koji Matsumoto, Hajime Yokota, Satoshi Maki, Yoshitada Masuda, Takashi Uno

0S21-5 FRACTURE-Angiography: simultaneous acquisition of bone and arteries.

FRACTURE-Angiographyによる骨と動脈画像の同時収集

黒澤 隆那 (千葉大学医学部附属病院 放射線部)

Ryuna Kurosawa, Koichi Hanada, Ryo Ito, Hirotaka Sato, Koji Matsumoto, Hajime Yokota, Satoshi Maki, Yoshitada Masuda, Takashi Uno

AI1 <口述>

AI1 <Oral>

14:20 - 15:20

Chairs : Yasuhiko Terada (Department of Applied Physics, Institute of Pure and Applied Physics, University of Tsukuba)

Koichiro Yasaka (Department of Radiology, The University of Tokyo Hospital)

座長 : 寺田 康彦 (筑波大学 数理物質系 物理工学域)

八坂 耕一郎 (東京大学医学部附属病院 放射線科)

0S22-1 Precise IQ Engine vs. DLR with and without New Fine Reconstruction: Capability for Scan Time Reduction and Image Quality Improvement on MR

Precise IQ Engineと各種人工知能再構成法の撮像時間短縮および画質改善能の直接比較

大野 良治 (藤田医科大学 医学部 放射線医学教室)

Yoshiharu Ohno, Masao Yui, Kaori Yamamoto, Yuichiro Sano, Maiko Shinohara, Masato Ikedo, Akiyoshi Iwase, Hiroyuki Nagata, Hirotaka Ikeda, Takahiro Ueda, Yoshiyuki Ozawa, Hiroshi Toyama

0S22-2 The Next Frontier in Lumbar Spine MR Bone Imaging: Harnessing the Power of Super-Resolution Deep Learning Reconstruction

超解像深層学習再構成による腰椎MRIの新しい可能性

外村 政道 (熊本大学大学院生命科学研究部 放射線診断学講座)

Masamichi Hokamura, Takeshi Nakaura, Hiroyuki Uetani, Kaori Shiraishi, Naoki Kobayashi, Kensei Matsuo, Kosuke Morita, Yasunori Nagayama, Masafumi Kidoh, Yuichi Yamashita, Toshinori Hirai

- 0S22-3 A New Era in Time-of-Flight MR Angiography: Assessing the Impact of High-Resolution Deep Learning Reconstruction on Intracranial MRA Image Quality**
 高解像度深層学習再構成による頭蓋内MRAへの効果
 外村 政道 (熊本大学大学院生命科学研究部 放射線診断学講座)
 Masamichi Hokamura, Hiroyuki Uetani, Takeshi Nakaura, Kensei Matsuo, Kosuke Morita, Yasunori Nagayama, Masafumi Kidoh, Yuichi Yamashita, Mitsuharu Ueda, Akitake Mukasa, Toshinori Hirai
- 0S22-4 An Evaluation of High-Resolution Deep Learning Reconstruction (HR-DLR) on a Phase Sensitive MRI Application**
 位相に敏感なMRIアプリケーションにおける、高解像ディープラーニング再構成 (HR-DLR) の評価
 朽名 英明 (キャノンメディカルシステムズ株式会社 CTMR事業統括部)
 Hideaki Kutsuna, Shun Uematsu, Shinsuke Komaki, Kensuke Shinoda
- 0S22-5 Impact of ETL and Hyper SENSE on spatial resolution in 3D FSE with DL**
 DL併用の3D FSEにおけるETLとHyper SENSEの空間分解能への影響
 川崎 真啓 (医療法人豊田会 刈谷豊田総合病院 放射線技術科)
 Masahiro Kawasaki, Keisuke Tsukada, Yuya Okubo, Ryota Akai, Tatsuya Nakagawa, Yasuhisa Kouno
- 0S22-6 Impact of ARC and Slice Partial Fourier on Spatial Resolution in 3D FSE with DL**
 DL併用の3D FSEにおけるARCとSlice Partial Fourierの空間分解能への影響
 川崎 真啓 (医療法人豊田会 刈谷豊田総合病院 放射線技術科)
 Masahiro Kawasaki, Keisuke Tsukada, Yuya Okubo, Ryota Akai, Tatsuya Nakagawa, Yasuhisa Kouno

AI2 <口述>

AI2 <Oral >

15:30 - 16:30

Chairs : Akihiko Wada (Department of Radiology Juntendo University School of Medicine)

Arihito Nauchi (GE HealthCare)

座長 : 和田 昭彦 (順天堂大学医学部 放射線診断学講座)

名内 存人 (GE HealthCare)

- 0S23-1 Model-based deep learning reconstruction for accelerating T2 mapping**
 モデルベースDL画像再構成の拡張によるT2マッピング高速化の検討
 藤田 直人 (筑波大学 理工情報生命学術院 数理物質科学研究群)
 Naoto Fujita, Suguru Yokosawa, Toru Shirai, Yasuhiko Terada
- 0S23-2 Self-supervised convolutional U-net for DKI-based IVIM analysis**
 Self-supervised convolutional U-net を用いた DKI-based IVIM 解析
 梅沢 栄三 (藤田医科大学 医療科学部)
 Eizou Umezawa, Mikoto Naito, Airi Morita
- 0S23-3 The evaluation of High-Resolution Deep Learning Reconstruction (HR-DLR) for ADC measurement**
 ADC測定における高解像ディープラーニング再構成 (HR-DLR) の評価
 柊堀 葉南 (キャノンメディカルシステムズ株式会社 CTMR事業統括部)
 Hana Tochibori, Yuki Takai, Hideaki Kutsuna, Kensuke Shinoda

0S23-4 Fundamental study of image quality evaluation using high-resolution deep learning reconstruction technology

超解像 Deep Learning 再構成技術を使用した画質評価のための基礎検討

原田 翔平 (藤田医科大学病院 放射線部)

Shohei Harada, Yasuo Takatsu, Akiyoshi Iwase, Kaori Yamamoto, Yuichiro Sano, Maiko Shinohara, Yoshiharu Ohno

0S23-5 Repeatability and reproducibility in a deep learning-based brain volumetry software

ディープラーニングベースの脳区域抽出ソフトウェアの精度と再現性

後藤 政実 (順天堂大学 保健医療学部 診療放射線学科)

Masami Goto, Koji Kamagata, Kaito Takabayashi, Tsubasa Goto, Takuya Yuzawa, Yoshiro Kitamura, Taku Hatano, Nobutaka Hattori, Shigeki Aoki, Hajime Sakamoto, Yasuaki Sakano, Shinsuke Kyogoku, Hiroyuki Daida

0S23-6 Weakly supervised deep learning segmentation of the stomach and duodenum for the creation of 3D MRCP MIP images

3D MRCP MIP 画像の作成を想定した弱教師あり深層学習による胃および十二指腸の抽出

杉本 裕汰 (筑波大学 理工情報生命学術院 数理物質科学研究群)

Yuta Sugimoto, Naoto Fujita, Daiki Tamada, Satoshi Funayama, Shintaro Ichikawa, Satoshi Goshima, Yasuhiko Terada

AI3 <口述>

AI3 <Oral >

16:40 - 17:40

Chairs : Yasuhiko Tachibana (National Institutes of Quantum Science and Technology)

Hidenori Takeshima (Canon Medical Systems Corporation)

座長 : 立花 泰彦 (量子科学技術研究開発機構)

竹島 秀則 (キヤノンメディカルシステムズ株式会社)

0S24-1 Automated detection of the pulmonary nodule in ultrashort echo time MR images using deep learning

深層学習を用いた Ultra-short TE MR 画像における肺結節検出

高橋 将斗 (茨城県立医療大学 保健医療学部 放射線技術科学科)

Masato Takahashi, Yukihiro Nomura, Tomomi Takenaga, Saori Koshino, Shouhei Hanaoka, Takahiro Nakao, Shinji Abe, Takeharu Yoshikawa

0S24-2 Diffusion models for high-resolution volumetric images to realize anonymization of medical images with preserving utilities and protecting privacy

医用画像の有用性とプライバシー保護を同時に満たす匿名化を実現する、高解像度体積画像を扱う拡散モデル

柴田 寿一 (東京大学 医学部附属病院 放射線科)

Hisaichi Shibata, Shouhei Hanaoka, Takahiro Nakao, Takeharu Yoshikawa, Osamu Abe

0S24-3 Distortion correction of diffusion weighted images by deep learning applying transformer

Transformer を応用した深層学習による拡散強調画像の歪み補正の開発

上山 毅 (筑波大学 数理物質系 物理工学域)

Tsuyoshi Ueyama, Erika Takahashi, Naoto Fujita, Yuichi Suzuki, Hideyuki Iwanaga, Osamu Abe, Yasuhiko Terada

0S24-4 An attempt to implement an in-hospital on-premise large-scale language model in support of radiological reporting

放射線レポート支援における院内オンプレミス型大規模言語モデル導入の試み

吉岡 直紀 (国際医療福祉大学 成田病院 放射線科)

Naoki Yoshioka, Hiroyuki Ueno, Kazunari Fukuda, Takahiro Fukushima, Yuichiro Hirano, Kosuke Yuyama, Rintaro Miyo, Masaaki Akahane, Shigeru Kiryu, Shigeki Aoki

0S24-5 Automatic segmentation of methionine uptake lesions via MRI for malignant glioma

アミノ酸代謝画像を Ground truth においた MRI による悪性神経腫瘍の病変自動抽出アルゴリズムの構築

木下 学 (旭川医科大学 脳神経外科学講座)

Manabu Kinoshita, Yoshiko Okita, Hideyuki Arita, Shota Yamamoto, Eku Shimosegawa, Haruhiko Kishima

0S24-6 Image comparison between 1.5T system and 3.0T system using deep learning reconstruction method

深層学習再構成法を用いた 1.5T 装置と、3.0T 装置の画像比較

吉田 博一 (秋田大学医学部附属病院 中央放射線部)

Hirokazu Yoshida, Masako Ikeda, Masanobu Terui

Day 3

Room 4 (Karuzawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

Neurofluid <口述>

Neurofluid <Oral >

8:00 - 9:00

Chairs : Shinji Naganawa (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, Nagoya University)

Koichi Oshio (Department of Radiology, Juntendo University)

座長 : 長縄 慎二 (名古屋大学大学院医学系研究科 総合医学専攻 量子医学分野)

押尾 晃一 (順天堂大学医学部 放射線診断学講座)

0S25-1 Glymphatic System Impairment in MOG Immunoglobulin G Antibody-Associated Disorders and Its Association with Clinical Disability

抗MOG抗体関連疾患における Glymphatic system 障害と臨床指標との関連について

萩原 彰文 (順天堂大学医学部附属順天堂医院 放射線科)

Akifumi Hagiwara, Yuji Tomizawa, Yasunobu Hoshino, Kazumasa Yokoyama, Koji Kamagata, Towa Sekine, Kaito Takabayashi, Moto Nakaya, Tomoko Maekawa, Toshiaki Akashi, Akihiko Wada, Toshiaki Taoka, Shinji Naganawa, Nobutaka Hattori, Shigeki Aoki

0S25-2 Association between the presence of the parasagittal cyst-like structure and mini-mental state examination score

傍矢状静脈嚢胞様構造物の存在とミニメンタルステート検査点数との関連

大橋 俊夫 (総合上飯田第一病院 放射線科)

Toshio Ohashi, Ryo Yamamoto, Shinji Naganawa, Katsuyuki Ukai

0S25-3 Age-related decline in intrinsic CSF outflow metrics in healthy subjects

内在性 CSF 流出測定値の加齢による低下

宮崎 美津恵 (カリフォルニア大学サンディエゴ校 医学部放射線科)

Mitsue Miyazaki, Vadim Malis, Won Bae, Asako Yamamoto, Marin McDonald

0S25-4 **¹⁷O-MRI for water dynamic measurements in pregnant-fetal mice**

¹⁷O-MRIによる妊娠-胎児マウスの水動体計測

新田 展大 (量子科学技術研究開発機構)

Nobuhiro Nitta, Hong Zhang, Moyoko Tomiyasu, Yasuhiko Tachibana, Kohsuke Kudo, Takayuki Obata

0S25-5 **Investigation of Visualization of Water Proton Movement in Mouse Brain using Q-space Imaging**

Q-space Imagingによるマウス脳内の水分子動態可視化についての検討

八ツ代 諭 (BioView株式会社)

Satoshi Yatsushiro, Keita Murayama, Hideki Atsumi, Tomohiko Horie, Kagayaki Kuroda

Day 3

Room 5 (Karuzawa Prince Hotel West, Chikuma C)

安全性・物理<口述>

MR Safety < Oral >

8:00 - 9:00

Chairs : Kagayaki Kuroda (Department of Human and Information Science, School of Information Science and Technology, Tokai University)

Tsukasa Doi (Koseikai Takai Hospital)

座 長 : 黒田 輝 (東海大学情報理工学部情報科学科)

土井 司 (高清会高井病院 放射線科)

0S26-1 **Patient perception of MRI risks**

MRI検査のリスクに対する患者の認知度

土井 司 (高清会 高井病院)

Tsukasa Doi, Hiroyuki Tarewaki, Yoshihiro Koyama

0S26-2 **MR-safety of mixed-brand combinations of cardiac pacemakers: Comparison of RF-induced heating with approved single-brand at 1.5 T and 3.0 T**

1.5と3Tにおける他社の本体・リード組み合わせからなる植込み型心臓ペースメーカーの発熱に関するMR安全性

山崎 俊介 (順天堂大学 保健医療学部 診療放射線学科)

Shunsuke Yamazaki, Issei Fukunaga, Shuhei Shibukawa, Satoshi Yatsushiro, Kazuya Tawara, Toshiko Nakai, Haruhiko Abe, Hideo Kawasaki, Shuji Sato, Yousuke Kogure, Shigeki Aoki, Atsuko Miyajima, Kagayaki Kuroda

0S26-3 **Propose a medical questionnaire and consent form to ensure proper understanding and consensus among patients when explaining MRI examinations.**

MRI検査説明時に患者に十分な理解を得て合意形成を図る問診票・同意書の提案

矢部 邦宏 (山形県立新庄病院 放射線部)

Kunihiro Yabe, Koji Uchida, Toshio Tsuchihashi, Hiroshi Hirano, Junji Takahashi, Mitsuyuki Takahashi, Satoshi Ishikawa, Kazuhisa Goto, Tsukasa Doi

0S26-4 **Comparison of fever around epicardial and endocardial leads in pediatric patients with implanted cardiac pacemakers and its variation with body size**

心臓ペースメーカー植え込み小児患者の心外膜・心内膜リード周辺の発熱の比較および体格による変化

小口 玲奈 (東海大学大学院 工学研究科 電気電子工学専攻)

Reina Oguchi, Kyoko Fujimoto, Kazuhiro Shiraga, Kagayaki Kuroda

0S26-5 MRI safety in RF-induced heating of residual leads

遺残リードのRF誘発加熱におけるMRI安全性

今田 奈津夫 (東海大学医学部付属病院 放射線技術科)

Natsuo Konta, Tomohiko Horie, Satoshi Yatsushiro, Kazuya Tawara, Toshiko Nakai, Tetsu Niwa, Haruhiko Abe, Atsuko Miyajima, Kagayaki Kuroda

0S26-6 Synthesis and evaluation of magnetic properties of 3d transition element ferrite particles by coprecipitation method

共沈法による3d遷移元素系フェライト微粒子の合成と磁気特性評価

八木 一夫 (東都大学 幕張ヒューマンケア学部 臨床工学科)

Kazuo Yagi, Shinsuke Nakanishi, Seiichi Sugimoto, Tadashi Inaba

Day 3

Room 6 (Karuizawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall F)

肺・心臓大血管1 <口述>

Cardiovascular 1 <Oral>

8:00 - 9:00

Chairs : Yoshiharu Ohno (Department of Diagnostic Radiology, Fujita Health University School of Medicine)

Daisuke Utsunomiya (Department of Diagnostic Radiology, Yokohama City University Graduate School of Medicine)

座長 : 大野 良治 (藤田医科大学医学部 放射線診断学)

宇都宮 大輔 (横浜市立大学 医学研究科 放射線診断学教室)

0S27-1 Evaluation of the Optimal Imaging Method for Fast Pulmonary REACT MR Angiography Using Compressed SENSE

Compressed SENSEを用いた高速撮像REACT肺MR Angiographyの至適撮像法の検討

稲富 輝 (九州大学大学院 医学系学府 保健学専攻)

Hikaru Inadomi, Hidetake Yabuuchi, Yuya Saito, Tatsuhiko Wada, Koji Kobayashi, Naoto Nishizawa, Takeshi Kamitani, Kosei Ishigami

0S27-2 Usefulness of Respiratory Controlled Adaptive k-space Reordering for navigator-gated 4D Flow

呼吸同期4D FlowにおけるReCARの有用性

塩谷 優 (国立循環器病研究センター 放射線部)

Masaru Shiotani, Yoshiaki Morita, Yui Tanaka, Miki Sawano, Ryogo Enoki, Tatsuhiko Yamamoto, Yuki Kittaka, Yasuhiro Nagai, Yasutoshi Ohta, Tetsuya Fukuda, Yoshito Ichiba, Takashi Ueda

0S27-3 Investigation of image reconstruction in myocardial perfusion imaging using GRASP-VIBE

GRASP-VIBEを用いた心筋灌流撮像における画像再構成の検討

塩谷 優 (国立研究開発法人 国立循環器病研究センター 放射線部)

Masaru Shiotani, Yasutoshi Ohta, Yoshito Ichiba, Yoshiaki Morita, Yui Tanaka, Ryogo Enoki, Miki Sawano, Tatsuhiko Yamamoto, Yasuhiro Nagai, Keizo Murakawa, Tetsuya Fukuda

0S27-4 4D flow MR imaging estimation of Pulmonary Hypertension: preliminary study

肺高血圧症における4D-flow MRIの有用性についての初期検討

坂本 俊宏 (産業医科大学 放射線科学講座)

Toshihiro Sakamoto, Yoshiko Hayashida, Shou Shin, Koshi Setoyama, Masaharu Kataoka, Takatoshi Aoki

0S27-5 Evaluation of the feasibility of point-of-care CMR within the examination slot
CMRの各シーケンス撮像時間より算出した、検査枠内でのpoint-of-care CMR実行可能性の評価
太田 靖利 (国立循環器病研究センター 放射線部)
Yasutoshi Ohta, Yasuhiro Nagai, Masaru Shiotani, Tatsuhiro Yamamoto, Ryogo Enoki,
Yui Tanaka, Miki Sawano, Yoshiaki Morita, Tatsuya Nishii, Hiroki Horinouchi,
Akiyuki Kotoku, Midori Fukuyama, Emi Tateishi, Tetsuya Fukuda

0S27-6 Usefulness of Deep Resolve in Myocardial Black-blood Fat Suppression T2-weighted imaging (T2WI)
心筋Black-blood脂肪抑制T2強調画像におけるDeep Resolveの有用性に関する検討
田中 優衣 (独立行政法人国立循環器病研究センター)
Yui Tanaka, Yoshiaki Morita, Masaru Shiotani, Ryogo Enoki, Yasuhiro Nagai,
Yasutoshi Ohta, Keizo Murakawa, Tetsuya Fukuda

Day 3

Room 5 (Karuizawa Prince Hotel West, Chikuma C)

CEST・MRS・超偏極2 <口述>

CEST・MRS・Hyperpolarization 2 <Oral >

9:05 - 10:05

Chairs : Masafumi Harada (Department of Radiology, Graduate School of Biomedical Sciences, Tokushima University)

Moyoko Tomiyasu (National Institutes for Quantum Science and Technology)

座長 : 原田 雅史 (徳島大学大学院 医歯薬学研究部 放射線医学分野)

富安 もよこ (量研機構 量子医科学研究所)

0S28-1 Reconstructing spatio-temporal distributions of substances from multi-spectral MRSI data using compressed sensing

圧縮センシングを用いたマルチスペクトルMRSIデータからの物質の時空間分布の再構成

山本 詩子 (大阪成蹊大学 データサイエンス学部)

Utako Yamamoto, Hirohiko Imai, Kei Sano, Masayuki Ohzeki, Tetsuya Matsuda,
Toshiyuki Tanaka

0S28-2 Evaluation of the protein concentration in cerebrospinal fluid using Amide Proton Transfer-weighted imaging

Amide Proton Transfer(APT)画像を用いた脳脊髄液のタンパク質濃度評価

川崎 智博 (北海道大学病院 医療技術部 放射線部門)

Tomohiro Kawasaki, Tha KhinKhin, Masami Yoneyama, Kinya Ishizaka, Kohsuke Kudo

0S28-3 A fast CEST MRI using DANTE pulse: Quantitative measurements and 3D imaging
DANTEパルスを用いた高速CEST MRI : 定量計測と3D撮影への拡張

木口 海晟 (京都大学 情報学研究科)

Kaisei Kiguchi, Hirohiko Imai

0S28-4 Lung Cancer Imaging with Hyperpolarized ^{129}Xe MRI Using Surface-Modified Iron Oxide Nanoparticles as Molecular Contrast Agents

表面修飾酸化鉄ナノ粒子を分子造影剤として使用した超偏極 ^{129}Xe MRIによる肺がんイメージング

下出 剛史 (大阪大学大学院 医学系研究科 保健学専攻)

Tsuyoshi Shimode, Kotone Miki, Seiya Utsumi, Atsuumi Kimura

0S28-5 Development of parahydrogen-polarized ^{13}C MRI technique and applications to metabolic imaging of pyruvate.

パラ水素誘起偏極 ^{13}C MRIの基盤技術開発とピルビン酸代謝イメージングへの展開

松元 慎吾 (北海道大学 大学院情報科学研究院)

Shingo Matsumoto, Koudai Sawami, Hiroshi Hirata

0S28-6 Creation of encapsulated polymer-complexed PEG (liposome) carrier

内包型高分子複合化PEG (リポソーム) 担体の創製

八木 一夫 (東都大学幕張ヒューマンケア学部臨床工学科)

Kazuo Yagi, Shinsuke Nakanishi, Seiichi Sugimoto, Masataka Kubo, Tadashi Inaba

Day 3

Room 6 (Karuizawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall F)

肺・心臓大血管2 <口述>

Cardiovascular 2 <Oral>

9:05 - 10:05

Chairs : Noriko Oyama-Manabe (Department of Radiology, Jichi Medical University Saitama Medical Center)

Hideki Ota (Medical IT Center, Tohoku University Hospital)

座長 : 真鍋 徳子 (自治医科大学附属さいたま医療センター)

大田 英揮 (東北大学病院 メディカルITセンター)

0S29-1 Evaluation of cardiac function and pulmonary hemodynamic measurements during body position change by 4D Flow and 3D-cine using a blanket-type AIR coil

ブランケット型 AIR コイルを用いた4D Flowと3D-cineによる体位変換時の心機能評価と肺血行動態測定

榎 凌吾 (国立循環器病研究センター 放射線部)

Ryogo Enoki, Tatsuhiro Yamamoto, Yasutoshi Ohta, Yui Tanaka, Miki Sawano, Masaru Shiotani, Yasuhiro Nagai, Yoshiaki Morita, Keizou Murakawa, Tetsuya Fukuda, Hitoshi Iwata

0S29-2 Feasibility of single shot cardiac CINE Imaging with SmartSpeed AI

SmartSpeed AI併用single shot cardiac CINE Imagingの実現可能性

辻 慶歩 (株式会社フィリップス・ジャパン)

Keiho Tsuji, Hiroshi Hamano, Yasutomo Katsumata, Takashige Yoshida, Tomohiro Mochizuki, Masami Yoneyama, Jihun Kwon, Kohei Yuda, Takashi Namiki

0S29-3 Multi-slice Acquisition of Simultaneous Myocardial T2-weighted imaging and Multi-echo T2 Mapping using Deep Resolve Reconstruction (MS-T2WI/Map)

Deep Resolveを用いたマルチスライス心筋T2強調画像とT2 mapの同時撮像法の有用性

森田 佳明 (国立循環器病研究センター 放射線部)

Yoshiaki Morita, Yui Tanaka, Masaru Shiotani, Miki Sawano, Ryogo Enoki, Tatsuhiro Yamamoto, Yuki Kittaka, Yasuhiro Nagai, Yasutoshi Ohta, Tetsuya Fukuda, Yoshito Ichiba, Takashi Ueda

0S29-4 Effects of Cardiac MRI Training and the Influence of Different Cross-Section Setting Methods on Test Time Reduction: Point of care Cardiac MRI

心臓MRIトレーニング効果と断面設定法の違いが及ぼす影響下での時間短縮効果の検証：
Point of care 心臓MRI

永井 康宏 (国立循環器病研究センター 放射線部)

Yasuhiro Nagai, Yasutoshi Ohta, Yuuki Kittaka, Miki Sawano, Tishimitu Tanaka, Rina Sakai, Yuuma Kitahara, Syouta Umemura, Masaru Shiotani, Tatsuhiro Yamamoto, Ryogo Enoki, Yui Tanaka, Keizo Murakawa, Yoshiaki Morita, Tetsuya Fukuda

0S29-5 Differences of Readout on T2 mapping using T2 Preparation Pulse

T2 preparation pulse型T2 mappingにおける収集法の影響

森田 康祐 (熊本大学病院 医療技術部 診療放射線技術部門)

Kosuke Morita, Masami Yoneyama, Seitaro Oda, Shogo Fukuda, Masafumi Kidoh, Takeshi Nakaura, Masahiro Hatemura, Toshinori Hirai

0S29-6 Usefulness of ECG and Respiratory gated CUBE for vessel wall imaging of aorta and pulmonary artery

大血管 Wall imaging に対する ECG + 呼吸同期併用 CUBE の有用性

森田 佳明 (国立循環器病研究センター 放射線部)

Yoshiaki Morita, Yoshitsune Tanaka, Ryogo Enoki, Yui Tanaka, Miki Sawano, Tatsuhiro Yamamoto, Yuki Kittaka, Masaru Shiotani, Yasuhiro Nagai, Yasutoshi Ohta, Tetsuya Fukuda, Atsushi Nozaki

Day 3

Room 5 (Karuizawa Prince Hotel West, Chikuma C)

脳頭頸部 1 <口述>

CNS and H&N 1 <Oral>

10:10 - 11:10

Chair : Noriko Sato (Department of Radiology, National Center Hospital of Neurology and Psychiatry)

座長 : 佐藤 典子 (国立精神・神経医療研究センター病院 放射線診療部)

0S30-1 Postoperative evaluation of brain perfusion in patients with chronic subdural hematoma using by arterial spin labeling

ASLによる慢性硬膜下血腫術後脳循環評価

井上 敬 (みやぎ県南中核病院 脳神経外科)

Takashi Inoue, Satoru Ohtomo, Hidenori Endo

0S30-2 Morphological analysis of neurovascular compression in the patients with trigeminal neuralgia using MRI

MRIを用いた三叉神経痛における神経形態解析法の確立

田中 洋次 (東京医科歯科大学 脳神経外科)

Yoji Tanaka, Tadahiro Ishiwada, Shinya Onogi, Yoshikazu Nakajima, Akihito Sato, Yukika Arai, Takamaro Takei, Shoko Hara, Taketoshi Maehara

0S30-3 ADC histogram profiles predict molecular features of grade 4 in histologically lower-grade adult diffuse gliomas following WHO classification 2021

ADCヒストグラム解析による分子遺伝学的グレード4グリオーマの予測能の検討

黒川 遼 (東京大学 医学部 放射線医学講座)

Ryo Kurokawa, Akifumi Hagiwara, Mariko Kurokawa, Akira Baba, Benjamin Ellingson

0S30-4 Differentiation of glioblastoma and brain metastasis using advanced diffusion MRI parameters

先進拡散強調像による膠芽腫と転移性脳腫瘍の鑑別

上村 清央 (鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 先進画像診断学共同研究講座)

Kiyohisa Kamimura, Tsubasa Nakano, Tomohito Hasegawa, Masanori Nakajo, Takashi Iwanaga, Hiroshi Imai, Takashi Yoshiura

Day 3

Room 6 (Karuizawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall F)

肺・心臓大血管3 <口述>

Cardiovascular 3 <Oral>

10:10 - 11:10

Chairs : Masaaki Akahane (Department of Radiology, Narita Hospital, International University of Health and Welfare)

Tetsuro Sekine (Department of Radiology, Nippon Medical School Musashi Kosugi Hospital)

座長 : 赤羽 正章 (国際医療福祉大学成田病院放射線科)

関根 鉄朗 (日本医科大学 武蔵小杉病院 放射線科)

0S31-1 Usefulness of phatom using human heart model for practice of cardiac MRI

心臓生体模型を使用した心臓MRI練習用ファントムの有用性

森田 佳明 (国立循環器病研究センター 放射線部)

Yoshiaki Morita, Yasuhiro Nagai, Rina Sakai, Toshimitsu Tanaka, Miki Sawano, Shota Umemura, Masaru Shiotani, Yasutoshi Ohta, Tetsuya Fukuda, Isao Shiraishi

0S31-2 Withdrawn

演題取り下げ

0S31-3 Computed DWI vs. Actual DWI vs. FDG-PET/CT: Capabilities for Pulmonary Nodule Detection and Characterization

肺結節検出及び正常評価における cDWI, aDWI および PET/CT の直接比較

大野 良治 (藤田医科大学 医学部 放射線医学教室)

Yoshiharu Ohno, Masao Yui, Takeshi Yoshikawa, Yoshimori Kassai, Hiroyuki Nagata, Takahiro Ueda, Hirotaka Ikeda, Yoshiyuki Ozawa, Hiroshi Toyama

0S31-4 Conjugate Gradient Reconstruction vs. Grid Reconstruction: Utility for Pulmonary MRI with Ultra-Short TE at In Vitro and In Vivo Studies
Pulmonary UTE-MRIにおける Conjugate Gradient Reconstruction と Grid Reconstruction の直接比較

大野 良治 (藤田医科大学 医学部 放射線医学教室)

Yoshiharu Ohno, Kaori Yamamoto, Masato Ikeda, Masao Yui, Maiko Shinohara, Yuichiro Sano, Akiyoshi Iwase, Takahiro Ueda, Hirotaka Ikeda, Yoshiyuki Ozawa, Hiroshi Toyama

0S31-5 Radiological pathological correlation of the cadaver lung using MRI

間質性肺炎の剖検肺のMRI 病理組織像との比較

岩澤 多恵 (神奈川県立循環器呼吸器病センター放射線科)

Tae Iwasawa, Ai Hayashi, Tomoe Sawazumi, Takashige Yoshida, Jun Aoki, Mariko Hirayama, Tomohisa Baba, Koji Okudela, Takashi Ogura

0S31-6 **The role of diffusion-weighted imaging and electric properties tomography in distinguishing benign and malignant thoracic lesions**

胸部腫瘍の良悪性鑑別における拡散強調画像及び導電率イメージングの有用性の検討

王 錦程 (北海道大学大学院 医理工学院 生物指標画像科学分野)

Jincheng Wang, Ulrich Katscher, Eiki Kikuchi, Maho Kitagawa, Yasuka Kikuchi, Yuki Yoshino, Khin Khin Tha

Day 3

Room 5 (Karuzawa Prince Hotel West, Chikuma C)

脳頭頸部2 <口述>

CNS and H&N 2 <Oral>

11:15 - 12:15

Chairs : Manabu Kinoshita (Department of Neurosurgery, Asahikawa Medical University)

Minako Azuma (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, University of Miyazaki)

座長 : 木下 学 (旭川医科大学 脳神経外科学講座)

東 美菜子 (宮崎大学医学部病態解析医学講座 放射線医学分野)

0S32-1 **Assessment of the optimal imaging parameters for whole brain MR bone-like imaging using FRACTURE**

FRACTUREを用いた頭部のMR bone-like imagingの至適撮像条件の検討

齋藤 駿 (杏林大学医学部付属病院 放射線部)

Shun Saito, Keita Fukushima, Miho Gomyo, Kazuhiro Tsuchiya, Tatsuya Yoshioka, Makoto Obara, Hiroshi Hamano, Akihito Nakanishi, Kenichi Yokoyama

0S32-2 **Axillary lymphadenopathy after COVID-19 vaccination: follow-up of enlarged lymph nodes on MRI**

新型コロナワクチン接種後の腋窩リンパ節腫大: MRIによる腫大リンパ節の経過観察

金丸 訓子 (東京大学 コンピュータ画像診断学/予防医学講座)

Noriko Kanemaru, Takeharu Yoshikawa, Soichiro Miki, Takahiro Nakao, Yuta Nakamura, Kotaro Fujimoto, Osamu Abe

0S32-3 **Evaluation of glioblastoma and lymphoma by contrast-enhanced high-resolution 3D T1WI using deep-learning-based reconstruction: a preliminary report**

深層学習を用いたノイズ除去再構成法による高分解能造影3DT1WI: 膠芽腫と悪性リンパ腫の鑑別

佐々木 美穂 (弘前大学大学院医学研究科放射線診断学講座)

Miho Sasaki, Yuka Ishimoto, Soichiro Tatsuo, Kazuhiko Oyu, Tetsuya Wakayama, Atsushi Nozaki, Kenichiro Asano, Shingo Kakeda

0S32-4 **Feasibility Study of Super Resolution Deep Learning Based Reconstruction using K-Space Properties in 3D FLAIR Images for postoperative brain tumor**

脳腫瘍術後評価目的の3D FLAIRにおける高分解能DLRの有用性

上谷 浩之 (熊本大学 大学院生命科学研究部 放射線診断学講座)

Hiroyuki Uetani, Takeshi Nakaura, Koya Iwashita, Junichiro Kuroda, Kosuke Morita, Kensei Matsuo, Yuichi Yamashita, Masamichi Hokamura, Akitake Mukasa, Toshinori Hirai

0S32-5 Lesion detection of multiple sclerosis by high-resolution 3D double inversion recovery imaging using DL-Speed: a preliminary report

DL-Speedを用いた高分解能double inversion recovery画像の有用性：
多発性硬化症病変検出における初期経験

石本 優香 (弘前大学 医学部 医学研究科 放射線診断学講座)

Yuka Ishimoto, Kazuhiko Oyu, Haruka Nagaya, Soichiro Tatsuo, Atsushi Nozaki,
Yoichiro Ikushima, Tetsuya Wakayama, Shingo Kakeda

0S32-6 Investigating Neural Network Characteristics of Dental Psychosomatic Disorders for Distinct Disease Identification

脳内ネットワーク解析による歯科心身症の特徴抽出と病型識別の試み

和田 昭彦 (順天堂大学医学部放射線診断学講座)

Akihiko Wada, Keigo Shimoji, Motoko Watanabe, Akira Toyofuku, Shigeki Aoki

Day 3

Room 6 (Karuzawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall F)

拡散2 <口述>

Diffusion 2 <Oral>

11:15 - 12:15

Chairs : Koichi Oshio (Department of Radiology, Juntendo University)

Kouhei Kamiya (Department of Radiology, Toho University Omori Medical Center)

座長 : 押尾 晃一 (順天堂大学医学部 放射線診断学講座)

神谷 昂平 (東邦大学医療センター大森病院 放射線科)

0S33-1 The Impact of Noise Reduction Processing on Diffusion Tensor Tractography

ノイズ低減処理が拡散テンソルトラクトグラフィーに与える影響

伊藤 祐介 (大雄会第一病院 技術放射線科)

Yusuke Ito, Masato Kato, Tomoya Hibino

0S33-2 Burning Mouth Syndrome's White/Gray Matter Abnormality Evaluated with Diffusion Tensor Imaging & Neurite Orientation Dispersion and Density Imaging

口腔灼熱症候群に対するDTIおよびNODDI解析

加藤 伸平 (東京大学医科学研究所附属病院放射線科)

Shimpei Kato, Ryo Kurokawa, Fumio Suzuki, Shiori Amemiya, Takahiro Shinozaki,
Daiki Takanezawa, Ryutaro Kohashi, Haruomi Yamaguchi, Toshihiro Furuta,
Hiroyuki Akai, Osamu Abe

0S33-3 Observation of brain water molecule dynamics in awake mice using diffusion time dependent DWI

拡散時間依存DWIを用いたマウスにおける覚醒時脳内水分子動態の観察

大城 日菜子 (東京都立大学大学院 人間健康科学研究科)

Hinako Oshiro, Junichi Hata, Daisuke Nakashima, Kei Hagiya, Kanako Muta,
Hideyuki Okano

0S33-4 SNR Gain in Diffusion Imaging at Ultra-High Field with Short Echo-Times

超高磁場におけるエコー時間短縮による拡散イメージングSN比向上

ワゴナー アレン (理化学研究所 脳神経科学研究センター)

Allen R. Waggoner, Tetsuya Wakayama, Arihito Nauchi, Chisato Suzuki, Kenichi Ueno,
Hiroyuki Kamiguchi

0S33-5 Abdominal Q-space Trajectory Imaging (QTI): Basic Study in Normal Volunteers

腹部 Q-space Trajectory Imaging (QTI) : 健常ボランティアにおける基礎検討

佐野 勝廣 (順天堂大学大学院医学研究科 放射線診断学)

Katsuhiko Sano, Katsutoshi Murata, Kouhei Kamiya, Masaaki Hori, Issei Fukunaga, Tomoko Maekawa, Koji Kamagata, Shigeki Aoki

0S33-6 Improvement of automatic window adjustment algorithm for whole body DWIBS

全身DWIBS撮像におけるウィンドウ自動調整機能の開発と検証

権 池 勲 (株式会社フィリップス・ジャパン)

Jihun Kwon, Kohei Yuda, Yuu Kuwabara, Naoto Sakai, Masami Yoneyama, Masatoshi Honda, Yasutomo Katsumata, Hiroshi Hamano, Makoto Obara, D V Anoop, Kumar P K Ashish, John Joby C, Numburi Uma, Peeters Johannes M., Jiro Sato, Van Caueren Marc

Day 1

Poster 1 (Karuzawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall A-E)

脳灌流・MRA <ポスター>

CNS Perfusion・MRA <Poster >

13:30 - 14:30

Chairs : Naoyuki Takei (MR Applications and Workflow, GE HealthCare)

Shota Ishida (Department of Radiological Technology, Faculty of Medical Sciences, Kyoto College of Medical Science)

座 長 : 竹井 直行 (GEヘルスケア・ジャパン 研究開発部)

石田 翔太 (京都医療科学大学 医療科学部 放射線技術学科)

PS01-1 Motion correction using image analysis software in ASL images

体動アーチファクトを有するASL画像に対するソフトウェアを用いた補正法の評価

高橋 一広 (秋田県立循環器・脳脊髄センター)

Kazuhiro Takahashi, Fumiaki Sasaki, Kazuhiro Nakamura, Masanobu Ibaraki, Mamoru Katou, Toshibumi Kinoshita

PS01-2 Development of artificial neural network for multiparametric DANTE-ASL

DANTE-ASLによるマルチパラメータ推定用ニューラルネットワークの開発

石田 翔太 (京都医療科学大学 医療科学部 放射線技術学科)

Shota Ishida, Yasuhiro Fujiwara, Naoyuki Takei, Yuki Matta, Masayuki Kanamoto, Hirohiko Kimura, Tetsuya Tsujikawa

PS01-3 Feasibility study of Variable TR with View Sharing to achieve both vessel visibility and high temporal resolution of Ultrashort TE 4D-MRA.

Variable TR / View Sharingを用いたUTE 4D-MRAの血管視認性と高時間分解の両立に関する Feasibility study

福地 治之 (東京大学 医学部附属病院 放射線科 / 順天堂大学 医学部 放射線科)

Haruyuki Fukuchi, Toshiya Akatsu, Hiroshi Kusahara, Nao Takano, Utaka Ikenouchi, Michimasa Suzuki, Kouji Kamagata, Osamu Abe, Shigeru Aoki

PS01-4 7 Tesla 3D TOF MR Angiography using a Deep Learning Reconstruction

Deep Learning 画像再構成を用いた7テスラ 3D TOF MR Angiographyの検討

竹井 直行 (GEヘルスケア・ジャパン 研究開発部)

Naoyuki Takei, Baolian Yang, Brian Burns, Vince Magnotta, Tetsuya Wakayama

PS01-5 Impact of Precise IQ Engine for aortic 4D Flow MRI

Precise IQ Engine を用いた大動脈 4D Flow MRI の検討

綾部 佑介 (自治医科大学附属さいたま医療センター中央放射線部)

Yusuke Ayabe, Yoshimasa Ikeda, Yuichiro Sano, Shinya Mizuno, Noriko Oyama-Manabe

Day 1

Poster 2 (Karuzawa Prince Hotel West, Nirenoki Hall 1)

脊髄 / 末梢神経 <ポスター>

Spine & Peripheral Nerves <Poster >

13:30 - 14:30

Chairs : Harushi Mori (Department of Radiology, School of Medicine, Jichi Medical University)

Ryo Sato (The University of Tokyo Hospital, Radiology Center)

座長 : 森 壘 (自治医科大学医学部 放射線医学講座)

佐藤 良 (東京大学医学部附属病院 放射線部)

PS02-1 Usefulness of PD-STIR for spinal lesions

脊椎病変を対象とした非選択的脂肪抑制併用プロトン密度強調画像の有用性

木下 友都 (上尾中央総合病院)

Yuto Kinoshita, Akira Ichikawa, Ryu Iijima, Tomohisa Ookouchi

PS02-2 Development of a phantom for optimizing 3D-Fast Spin Echo imaging in the spine region

脊椎領域における 3D-Fast Spin Echo 撮像最適化のためのファントム開発

山城 晶弘 (長野赤十字病院 放射線診断科)

Akihiro Yamashiro, Kaoru Ootuka, Tomoki Kaneko

PS02-3 Usefulness of disc water content evaluation in intradiscal enzyme injection therapy for lumbar disc herniation

腰椎椎間板ヘルニアに対する椎間板内酵素注入療法における椎間板の水分含有量評価の有用性について

秋葉 泰紀 (昭和大学藤が丘病院 放射線技術部)

Taiki Akiba, Daisuke Kittaka, Tadashi Takase, Miwa Osawa, Toshiyuki Takahashi, Hisaya Sato, Kyoichi Kato

PS02-4 Lumbar imaging of juvenile separations using T1-VIBE Examination of optimal imaging conditions

T1-VIBE 法を用いた若年者分離症腰椎撮影の至適撮像条件検討

内田 翔 (メディカルスキャニング)

Kakeru Uchida, Nozomu Yanaida, Takeru Hariu, Tenma Kimura

PS02-5 Usefulness of MRI images of lumbar separation in young patients using 3D-vibe sequences

3D-vibe シーケンスを用いた若年者腰椎分離症 MRI 画像の有用性を検討

木村 天馬 (メディカルスキャニング)

Tenma Kimura, Nozomu Yanaida, Takeru Hariu, Kakeru Uchida

AI1 <ポスター>

AI1 <Poster >

14:40 - 15:40

Chairs : Tetsuya Wakayama (GE HealthCare)

Tsuyoshi Ueyama (The University of Tokyo Hospital)

座長：若山 哲也 (GEヘルスケア・ジャパン株式会社)

上山 毅 (東京大学医学部附属病院)

- PS03-1 Comparison of 1.5T and 3T MRA for detecting cerebral aneurysms using deep learning-based computer-assisted detection (CAD) software**
 深層学習を用いた脳動脈瘤のコンピュータ支援検出ソフトウェアの1.5Tと3T MRAにおける性能比較
 田島 拓 (国際医療福祉大学三田病院 放射線科)
 Taku Tajima, Hiroyuki Akai, Koichiro Yasaka, Akira Kunimatsu, Naoki Yoshioka, Masaaki Akahane, Kuni Ohtomo, Osamu Abe, Shigeru Kiryu
- PS03-2 Improving generalizability of machine learning image recognition models by reducing image feature differences in brain diffusion MRI.**
 脳拡散MRIの画像特徴差の軽減による機械学習画像認識モデルの汎化性の向上
 和田 昭彦 (順天堂大学 医学部 放射線診断学講座)
 Akihiko Wada, Toshiaki Akashi, Yujiro Otsuka, Kanako Sato, Nobuo Tomizawa, Akifumi Hagiwara, Junko Kikuta, Koji Kamagata, Katsuhiko Sano, Kanako Kumamaru, Atsushi Nakanishi, Shigeki Aoki
- PS03-3 Effectiveness of brain T1/T2-weighted images for automatic detection of perivascular space using the deep learning model**
 深層学習モデルを用いた血管周囲腔自動検出における頭部T1/T2強調像の有効性の検証
 郭 森 (順天堂大学大学院医学研究科 放射線診断学講座)
 Sen Guo, Junko Kikuta, Koji Kamagata, Hongkai Chen, Yuya Saito, Kaito Takabayashi, Wataru Uchida, Yujiro Otsuka, Yayoi Hayakawa, Akihiko Wada, Shigeki Aoki
- PS03-4 Quantitative Evaluation of High-Resolution Deep Learning Reconstruction (HR-DLR) with Respect to Sharpness Improvement and Gibbs-Artifact Reduction.**
 高解像ディープラーニング再構成(HR-DLR)の鮮鋭度とGibbsアーチファクト低減度の定量評価
 矢野 竜太郎 (キヤノンメディカルシステムズ株式会社 MRI営業部)
 Ryutarō Yano, Hideaki Kutsuna, Shun Uematsu, Kensuke Shinoda
- PS03-5 Improvement of MR Imaging-Instruction Prediction Model Using Task Adaptive Pre-Training**
 Task adaptive pre-trainingを用いたMR撮像指示予測モデルの改善
 清水 幸三 (奈良県立医科大学附属病院 中央放射線部)
 Kozo Shimizu, Yuya Yamatani, Tetsuya Tachiiri, Yoshimasa Mai, Nagaaki Marugami
- PS03-6 Image reconstruction for PROPELLER MRI by combining deep learning and blade images**
 深層学習とblade画像の併用によるPROPELLER MRIの画像再構成
 加藤 駿 (杏林大学大学院 保健学研究科)
 Shun Kato

PS03-7 Investigation of the properties of deep learning image reconstruction using super-resolution

超解像を用いた深層学習画像再構成の特性調査

星子 弘之 (社会医療法人共愛会 戸畑共立病院 画像診断センター)

Hiroyuki Hoshiko, Masaaki Ninomiya, Akiyoshi Yamamoto

Day 1

Poster 2 (Karuzawa Prince Hotel West, Nirenoki Hall 1)

泌尿器<ポスター>

Bladder & Prostate <Poster >

14:40 - 15:40

Chairs : Nobuyuki Takeyama (Department of Radiology, School of Medicine, Showa University)

Takeyuki Watadani (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo)

座長 : 竹山 信之 (昭和大学医学部放射線医学教室)

渡谷 岳行 (東京大学大学院医学系研究科 生体物理医学専攻 放射線医学講座)

PS04-1 Examination of usefulness with a combination of Compressed SPEEDER and AiCE in order to shorten the time of prostate T2 weighted imaging

前立腺T2強調画像における撮像時間短縮を目的とした圧縮センシングとAiCE併用の有用性検討

緑川 竜司 (LSI札幌クリニック 放射線科)

Ryuji Midorikawa, Miku Osanai, Ryutaro Yano, Hiromu Mori, Syuhei Takeuchi, Tomonori Yamada

PS04-2 Development of simple calculation method and software for evaluating washout rate in dynamic contrast-enhanced MRI

ダイナミック造影MRIにおけるwashout速度の簡易定量法と汎用ソフトウェアの開発

生駒 洋子 (量子科学技術研究開発機構 分子イメージング診断治療研究部)

Yoko Ikoma, Riwa Kishimoto, Tokuhiko Omatsu, Yasuhiko Tachibana, Takayuki Obata

PS04-3 Multiparametric MR imaging to identify the changes in normoalbuminuric diabetic kidney disease (NADKD) noninvasively

マルチパラメトリックMRIによるNormoalbuminuric diabetic kidney disease (NADKD)の特徴の非侵襲的評価

山本 亮 (川崎医科大学 放射線診断学)

Akira Yamamoto, Tsutomu Tamada, Yu Ueda, Atsushi Higaki, Akihiko Kanki, Yoshihiko Fukukura

PS04-4 Withdrawn

演題取り下げ

PS04-5 Accuracy of Magnetic Resonance Imaging for extraprostatic extension of prostate Cancer

MRIによる前立腺癌腺外浸潤診断能の検討

石崎 恒介 (弘前大学 医学部 医学科)

Kousuke Ishizaki, Fumiyasu Tsushima, Shingo Kakeda, Shingo Hatakeyama

拡散1 <ポスター>**Diffusion 1 <Poster >****15:50 - 16:50**

Chairs : Kei Yamada (Department of Radiology, Kyoto Prefectural University of Medicine)

Tomoko Maekawa (Department of Radiology, Juntendo University School of Medicine)

座長 : 山田 恵 (京都府立医科大学 医学部 放射線診断治療学講座)

前川 朋子 (順天堂大学医学部附属順天堂医院 放射線科)

PS05-1 A comparison of the performance of anatomical regularization method and TOPUUP method in EPI distortion correction

EPI画像歪み補正におけるAnatomical regularization法とTOPUP法の比較

熊澤 誠志 (北海道科学大学 保健医療学部 診療放射線学科)

Seiji Kumazawa, Takashi Yoshiura

PS05-2 Effect of clivus size on magnetic field inhomogeneity and differences between manufacturers in DWI imaging of the head

斜台の大きさがDWIの磁場の不均一に与える影響と、メーカー間の違いについて

桑 一矢 (東京都健康長寿医療センター 放射線診療科)

Kazuya Kume, Masaya Ozasa, Mirai Mutou, Yasushi Unno

PS05-3 Evaluation of water molecule exchange dynamics in the brain of in vivo and ex vivo mice using by diffusion time-dependent MRI

拡散時間依存MRI計測での生体と標本脳における信号挙動の差

石田 綾音 (東京都立大学 健康福祉学部 放射線学科)

Ayane Ishida, Hinako Oshiro, Junichi Hata, Daisuke Yoshimaru, Hideyuki Okano

PS05-4 Free water Imaging parameter estimation by combining synthetic Q-space learning and fitting: validation in gray and white matter regions

生成型Q空間学習とフィッティングを組み合わせたFree water Imagingパラメタ推定 : 白質、灰白質における検証

山崎 奎吾 (順天堂大学 医学部附属順天堂医院 放射線科)

Keigo Yamazaki, Yoshitaka Masutani, Koji Kamagata, Wataru Uchida, Kaito Takabayashi, Yuya Saito, Koh Sasaki, Takako Shirakawa, Shigeki Aoki

PS05-5 Time-dependent diffusion in ischemic cerebral white matter

虚血大脳白質に対する拡散能測定 of 拡散時間依存性

長濱 宏史 (札幌医科大学 医学部 教育研究機器センター)

Hiroshi Nagahama, Masanori Sasaki, Takahiro Yokoyama, Shinichi Oka, Ryo Ukai, Yuko Kataoka-Sasaki, Kojiro Terada, Kaori Sato, Yoshimi Katagiri, Aya Ito, Osamu Honmou

PS05-6 The effect of TOPUP to the quantitative values obtained from NODDI

TOPUPがNODDIの定量値に与える影響

福田 萌乃 (熊本大学大学院 保健学教育部)

Moeno Fukuda, Mika Kitajima, Tetsuya Yoneda, Hiroyuki Uetani, Toshinori Hirai

PS05-7 TOPUP with Phase Encoding of one direction: Evaluation of Synb0-DISCO with SynthSR for Distortion Correction of DTI in Post-Stroke Patients

Phase Encoding 1 方向で TOPUP : 脳卒中後の患者における Synb0-DISCO と SynthSR を用いた DTI の歪み補正の評価

金子 貴久子 (相澤病院 放射線診断科)

Kikuko Kaneko, Kiyotaka Nemoto, Hiroyuki Takai, Eiji Fujikura, Tomoki Kaneko, Issei Ueda, Kazuo Kitazawa, Takao Hashimoto, Kazuhiro Oguchi

Day 1

Poster 2 (Karuizawa Prince Hotel West, Nirenoki Hall 1)

乳腺<ポスター>

Breast < Poster >

15:50 - 16:50

Chairs : Mariko Goto (Department of Radiology, Kyoto Prefectural University of Medicine)

Kazunori Kubota (Department of Radiology, Dokkyo Medical University Saitama Medical Center)

座長 : 後藤 真理子 (京都府立医科大学大学院医学研究科 放射線診断治療学)

久保田 一徳 (獨協医科大学埼玉医療センター 放射線科)

PS06-1 Focal Boundary Dice: Improved Breast Tumor Segmentation from MRI Scan

Focal Boundary Dice : 改良された MRI 乳腺腫瘍分割

王 偉 (Capital Medical University, Beijing, China)

Wei Wang, Hongbin Han, Lu Jinbin, He Qingyuan

PS06-2 Magnetic resonance imaging features in patients with breast cancer with BRCA1 and BRCA2 mutations

遺伝性乳癌の MRI 所見の検討 : BRCA1 と BRCA2 の違いについて

川島 博子 (金沢大学 医薬保健研究域 保健学系)

Hiroko Kawashima, Hirofumi Terakawa, Hiroko Ikeda

PS06-3 Value of morphological radiomics features for breast lesions showing non-mass enhancement on breast MRI

乳房造影 MRI にて non-mass enhancement を示す病変における morphological radiomics features の有用性

國松 奈津子 (山王病院 放射線科 国際医療福祉大学 医学部)

Natsuko Kunimatsu, Akira Kunimatsu, Yoshihiro Uchida, Akiko Ogawa, Shigeru Kiryu

PS06-4 Assessment of Breast Lesion Boundary on Synthetic MRI

乳腺造影 MRI と造影前後の Synthetic MRI における病変部位置あわせ手法の検討

ハック ハスナイン (ジーイーヘルスケア ジャパン)

Hasnine Haque, Takuya Matsuda, Megumi Matsuda, Shotaro Fuchibe, Teruhito Kido

PS06-5 Image quality evaluation of Breast DWI

Exsper を用いた乳房 DWI の画質評価

松島 孝昌 (社会医療法人慈生会等潤病院 診療技術部 放射線 G)

Takamasa Matsushima, Isao Fujita, Hirokatsu Kikuti, Daisuke Suzuki

PS06-6 Discrimination between low-grade ductal carcinoma in situ (DCIS) and non-low-grade DCIS using radiomic features extracted from breast MRI
乳房 MRI の Radiomics 特徴量を用いた低悪性度と非低悪性度 DCIS の判別

石垣 聡子 (名古屋大学医学部附属病院 放射線科)

Satoko Ishigaki, Hiroko Satake, Fumie Kinoshita, Shinji Naganawa

Day 1

Poster 1 (Karuzawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall A-E)

拡散2 <ポスター>

Diffusion 2 <Poster >

17:00 - 18:00

Chairs : Akira Kunimatsu (Department of Radiology, IUHW Mita Hospital)

Hajime Yokota (Diagnostic Radiology and Radiation Oncology, Graduate School of Medicine, Chiba University)

座長 : 國松 聡 (国際医療福祉大学三田病院 放射線診断・核医学センター)

横田 元 (千葉大学大学院医学研究院 画像診断・放射線腫瘍学)

PS07-1 Evaluation of the Effect of Microbiota on the Cerebellum of Germ-Free Marmosets -Structural Analysis Using DWI and immunohistochemistry-
腸内細菌叢が無菌マーモセットの小脳に及ぼす影響評価 -DWIと免疫組織染色を用いた構造解析-

時杉 知佳 (東京都立大学大学院 人間健康科学研究科 放射線科学域)

Chika Tokisugi, Fumiko Seki, Takashi Inoue, Kenji Kawai, Misa Mochizuki, Yuji Komaki, Junichi Hata

PS07-2 The authenticity and accuracy as affected by signal to noise ratio for diffusion weighted imaging.

拡散強調画像のSNRが及ぼす真度と精度

新川 翔太 (東京都立大学大学院 人間健康科学研究科 放射線科学域)

Shota Arakawa, Junichi Hata, Akiko Uematsu, Karen Kurokawa, Yuichi Suzuki, Hideyuki Iwanaga, Osamu Abe

PS07-3 Investigation of motion probing gradient pulse for uniform collection of temporal and spatial diffusion information

空間的および時間的拡散情報均一収集を目的としたMPG印加法の検討

鈴木 雄一 (東京大学 医学部附属病院 放射線部)

Yuichi Suzuki, Katsutoshi Murata, Hideyuki Iwanaga, Osamu Abe

PS07-4 Fixel-Based Analysis of White Matter Degeneration in Patients with Progressive Supranuclear Palsy and Corticobasal Syndrome

Fixel-based analysisを用いた進行性核上性麻痺及び大脳皮質基底核症候群の大脳白質構造評価

内田 航 (順天堂大学 医学部 放射線診断学講座)

Wataru Uchida, Koji Kamagata, Christina Andica, Yuya Saito, Kaito Takabayashi, Akifumi Hagiwara, Shohei Fujita, Toshiaki Akashi, Akihiko Wada, Masaaki Hori, Shigeki Aoki

PS07-5 Repeatability and reproducibility of diffusional variance decomposition (DIVIDE) imaging

Diffusional variance decomposition (DIVIDE) イメージングの再現性の検討

戌亥 章平 (東京大学 医学部 放射線医学講座)

Shohei Inui, Tsuyoshi Ueyama, Yuichi Suzuki, Shiori Amemiya, Tetsuya Wakayama, Ryo Sato, Osamu Abe

PS07-6 Evaluation of changes in structural connectivity in motor execution networks of post- stroke hemiplegic patients before and after motor rehabilitation
脳卒中片麻痺患者の運動リハビリテーション前後における運動実行ネットワークにおける構造的結合性の変化

牧野 達哉 (東京都立大学 人間健康科学研究科 放射線科学域)

Tatsuya Makino, Ikuo Kimura, Seina Yoshida, Rinako Iseki, Atsushi Senoo

Day 2

Poster 1 (Karuzawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall A-E)

脳定量解析1 <ポスター>

CNS Quantitation 1 <Poster >

7:50 - 8:50

Chairs : Koji Sakai (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, Kyoto Prefectural University of Medicine)

Kiyohisa Kamimura (Department of Advanced Radiological Imaging, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences)

座長 : 酒井 晃二 (京都府立医科大学大学院医学研究科放射線診断治療学)

上村 清央 (鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 先進画像診断学共同研究講座)

PS08-1 Evaluation of Deep-learning-based highly accelerated 3D Susceptibility-weighted Angiography

Deep Learningを用いた高速3D Susceptibility Weighted Angiographyの基礎的検討

大湯 和彦 (弘前大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門)

Kazuhiko Oyu, Takuma Daimaruya, Yohei Funato, Atsushi Nozaki, Tetsuya Wakayama, Masataka Narita, Shingo Kakeda

PS08-2 2D vs 3D-MDME: healthy volunteer study

2D vs 3D-MDME : 健常者による検討

池野 寛康 (京都府立医科大学附属病院 医療技術部 放射線技術課)

Hiroyasu Ikeno, Koji Sakai, Kentaro Akazawa, Masashi Yasuike, Yoshihiko Morikawa, Yasutomo Tanada, Kentaro Tanaka, Kentaro Yamamura, Yuya Wada, Kei Yamada

PS08-3 Investigation of QSM values for phantoms in 1.5T MRI

1.5T MRIにおけるファントムのQSM値の検討

駒 萌乃 (群馬県立県民健康科学大学 診療放射線学部)

Moeno Koma, Tetsuhiko Takahashi, Ryo Atarashi, Jun Amano, Norio Hayashi, Yusuke Sato

PS08-4 The effect of ETL on Quantitative Values in 3D-QALAS

3D-QALASにおけるETLが定量値へ与える影響

関根 永久 (東京都立大学 人間健康科学研究科 放射線科学域)

Towa Sekine, Akifumi Hagiwara, Naoyuki Takei, Satoru Kamio, Naohisa Hara, Tomoka Sugaya, Moto Nakaya, Koji Kamagata, Takako Shirakawa, Shigeki Aoki

PS08-5 Improvement of Spatial Resolution of Susceptibility Map in Quantitative Parameter Mapping

Quantitative Parameter Mappingにおける磁化率マップの空間分解能向上

谷口 陽 (富士フイルム株式会社 メディカルシステム開発センター)

Yo Taniguchi, Kosuke Ito, Yoshitaka Bito, Yuki Kanazawa, Yuki Matsumoto, Masafumi Harada

PS08-6 A Proposal of Simultaneous Estimation Method of Multiple Quantitative Parameters using MR Simulation Technique

磁気共鳴シミュレーションを用いた生体組織固有パラメータの複数同時推定法の検討

國領 大介 (神戸大学 大学院システム情報学研究科)

Daisuke Kokuryo, Junki Sakuta, Chika Sato, Nobuhiro Nitta, Takashi Itahashi, Shigeyoshi Saito, Noriaki Yahata, Takayuki Obata, Toshiya Kaihara, Etsuko Kumamoto

PS08-7 Superhigh-quality MR Imaging using Hadamard Product

アダマール積を活用したMRI画像の超高画質化

内海 英雄 (静岡県立大学薬学部)

Hideo Utsumi

脳定量解析2 <ポスター>

CNS Quantitation 2 <Poster >

8:55 - 9:55

Chairs : Katsumi Kose (MRIsimulations Inc.)

Hidemasa Takao (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo)

座長 : 巨瀬 勝美 (株式会社エムアールアイシミュレーションズ)

高尾 英正 (東京大学大学院医学系研究科 生体物理医学専攻 放射線医学講座)

PS09-1 Development of brain image analysis tools for various mammalian species to build brain science research

脳科学研究の発展に向けた各種哺乳類の脳画像解析ツールの開発

岡崎 美結 (東京都立大学 健康福祉学部 放射線学科)

Miyu Okazaki, Junichi Hata, Kanako Muta, Karen Kurokawa, Hinako Oshiro, Kie Yamamoto, Dai Nagakubo, Ryohei Nishimura

PS09-2 The Similarity of Human and Macaque Brains

ヒトとマカクサルにおける脳の類似性について

大内 和哉 (筑波大学理工情報生命学術院システム情報研究群)

Kazuya Ouchi, Daisuke Yoshimaru, Yasuko Sugase, Tomokazu Tsurugizawa

PS09-3 Investigating the Progression of ALS using High Field MRI in the SOD1^{G93A} mouse model

筋萎縮性側索硬化症モデルであるG93A変異SOD1遺伝子組み換えマウスのT2 map、VBA解析

倉持 桃花 (東京都立大学 健康福祉学部 放射線学科)

Momoka Kuramochi, Yuji Komaki, Hiroyuki Kameda, Kosuke Kudo, Junichi Hata

PS09-4 Bloch simulation of susceptibility effects on the echo-planar images at 3T

Bloch simulatorを用いた高磁場EPI画像における磁化率効果のシミュレーション

巨瀬 勝美 (株式会社エムアールアイシミュレーションズ)

Katsumi Kose, Ryoichi Kose, Shigehide Kuhara, Yuta Endou

PS09-5 Measurement of T2* values by method of Pointwise Encoding Time Reduction with Radial Acquisition (PETRA)

超短エコー時間ラジアル収集撮像法によるT2*測定法の検討

中野 淳史 (国立病院機構 大阪医療センター 放射線科)

Atsushi Nakano

PS09-6 Myelin Measurement: A Correlation Study Comparing Various Imaging Techniques in Volunteers and Multiple Sclerosis Patients

健常者と多発性硬化症患者を対象とした各種ミエリンイメージング手法の相関解析

仲谷 元 (順天堂大学 医学部 放射線診断学)

Moto Nakaya, Akifumi Hagiwara, Masanori Ozaki, Hiroshi Kusahara, Kazumasa Adachi, Towa Sekine, Yuji Tomizawa, Yasunobu Hoshino, Shohei Fujita, Christina Andica, Koji Kamagata, Masaaki Hori, Akihiko Wada, Osamu Abe, Nobutaka Hattori, Shigeki Aoki

PS09-7 The correlation between cognitive function and quantitative values of the cerebral cortex obtained with Synthetic MRI

Synthetic MRIによる大脳皮質定量値と認知機能の関連

神尾 諭 (順天堂大学 医学部 放射線科)

Satoru Kamio, Akifumi Hagiwara, Koji Kamagata, Wataru Uchida, Towa Sekine, Naohisa Hara, Moto Nakaya, Toshiaki Akashi, Akihiko Wada, Hitoshi Naito, Hiroki Tabata, Hideyoshi Kaga, Yoshifumi Tamura, Ryuzo Kawamori, Hirotaka Watada, Osamu Abe, Shigeki Aoki

Day 2

Poster 3 (Karuzawa Prince Hotel West, Nirenoki Hall 2)

造影剤・分子イメージング<ポスター>

Contrast media・Molecular Imaging <Poster >

8:55 - 9:30

Chair : Toshiaki Taoka (Department of Innovative Biomedical Visualization, Nagoya University)

座長 : 田岡 俊昭 (名古屋大学 革新的生体可視化技術開発産学協同研究講座)

PS10-1 Pharmacokinetics and Safety of Gadopiclenol in Japanese Healthy Volunteers

日本人健常ボランティアにおけるGadopiclenolの薬物動態と安全性

田岡 俊昭 (名古屋大学 大学院医学系研究科 革新的生体可視化技術開発産学協同研究講座)

Toshiaki Taoka, Takashi Eto, Camille Pitrou, Jing Hao

PS10-2 Simulated Microgravity-induced Changes in Extracellular Space Observed using Gd-DTPA-based MR Imaging

Gd-DTPA ベースの MR イメージングを使用して観察された細胞外空間の微小重力誘発変化のシミュレーション

羅 紀竜 (北京大学 医学部 医学技術研究院)

Jilong Luo, Jing Yang, Juan Zhao, Hongbin Han, Jichen Du

PS10-3 Quantitative susceptibility mapping of Super Paramagnetic Iron Oxide (SPIO) at low and high fields

低磁場と高磁場下での超常磁性酸化鉄(SPIO)の定量的磁化率マッピング

中村 浩也 (筑波大学大学院 理工情報生命学術院 数理物質科学研究群)

Hiroya Nakamura, Masayuki Yamaguchi, Yasuhiko Terada

PS10-4 Development of metabolic and localized MR imaging methods; ¹³C-MRI using Carbon-13 labeled proteins.

炭素13標識タンパク質による代謝・体内局在MRイメージング法開発に向けた基礎技術の検討

笹尾 明 (熊本大学 大学院生命科学研究部 加齢医学寄附講座)

Akira Sasao, Yu Nagayoshi, Sousuke Yoshinaga, Hiroaki Terasawa, Kazuhito Tomizawa, Masashi Mukoyama

AI2 <ポスター>

AI2 <Poster >

10:00 - 11:00

Chairs : Shigeru Kiryu (Department of Radiology, International University of Health and Welfare, School of Medicine)

Soichiro Miki (Department of Computational Diagnostic Radiology and Preventive Medicine, The University of Tokyo Hospital)

座長 : 桐生 茂 (国際医療福祉大学 放射線医学講座)

三木 聡一郎 (東京大学医学部附属病院)

**PS11-1 Diagnosis of Pituitary Adenomas using Dynamic MRI:
A New Segmentation Method based on Time Signal Changes**

ダイナミックMRIを活用した下垂体腺腫の診断：
時間信号変化に基づく新しいセグメンテーション手法

Bahadeer Aibibuli (順天堂大学データサイエンスコース)

Bahadeer Aibibuli, Akihiko Wada, Mitsuo Nishizawa, Keigo Shimoji, Koji Kamagata, Toshiaki Akashi, Akifumi Hagiwara, Shigeki Aoki

PS11-2 Deep Learning Reconstruction in MRI

MRIにおける深層学習画像再構成について

桐生 茂 (国際医療福祉大学 成田病院 放射線科)

Shigeru Kiryu, Hiroyuki Akai, Koichiro Yasaka, Taku Tajima, Akira Kunimatsu, Naoki Yoshioka, Masaaki Akahane, Osamu Abe, Kuni Ohtomo

PS11-3 Comparing the robustness of a physics-guided MRI reconstruction neural network under self-supervised and fully-supervised learning paradigms

自己教師あり学習と教師あり学習下におけるMRI画像再構成ニューラルネットワークのロバスト性の比較

Ziyu Fu (筑波大学 数理物質系)

Ziyu Fu, Naoto Fujita, Yasuhiko Terada

PS11-4 Optimal segmentation model for 3D medical images

3D医用画像に対する最適なセグメンテーションモデルの検討

辻 和貴 (京都大学医学部医学科)

Kazuki Tsuji, Keiho Imanishi, Mami Iima, Ryosuke Mizuno, Masako Kataoka, Aika Okazawa, Yuji Nakamoto

PS11-5 Reconstruction of High-resolution T2-weighted Images of Human and Monkey Brains on a 7T System Using Deep-Learning algorithm

ディープラーニングを用いたサル・ヒト7T高解像度T2強調画像再構成

鈴木 千里 (理化学研究所 脳神経科学研究センター)

Chisato Suzuki, Kenichi Ueno, Allen R. Waggoner, Kentaro Miyamoto, Hiroyuki Kamiguchi, Arihito Nauchi, Atsushi Nozaki, Tetsuya Wakayama

PS11-6 Convolutional neural network based deep learning noise reduction algorithm for radial sampling on Brain imaging

頭部撮像におけるラディアルスキャンにおけるCNNベースのディープラーニングノイズ低減

森分 周子 (富士フイルムヘルスケア株式会社 メディカルシステム開発センター MS本部 MR開発部)

Chikako Moriwake, Keisuke Nishio, Kosuke Ito, Masahiro Takizawa

- PS11-7 Deep learning reconstruction enables high-resolution 3D imaging at 7.0T with improved image quality and consistent contrast and volumetry**
 ディープラーニング再構成による画質向上と一貫したコントラストおよびボリューム解析を両立した高分解能7.0T 3Dイメージング
 名内 存人 (GEヘルスケア・ジャパン株式会社)
 Arihito Nauchi, Tetsuya Wakayama, Chisato Suzuki, Kenichi Ueno, Allen R. Waggoner, Hiroyuki Kamiguchi

Day 2

Poster 2 (Karuizawa Prince Hotel West, Nirenoki Hall 1)

骨軟部<ポスター>

Musculoskeletal <Poster >

10:00 - 11:00

Chairs : Ryuji Sashi (AIC yaesu clinic)
 Toshihiro Furuta (Department of Radiology, Institute of Medical Science, The University of Tokyo)
 座長 : 佐志 隆士 (AIC 八重洲クリニック)
 古田 寿宏 (東京大学医科学研究所附属病院 放射線科)

- PS12-1 Fundamental study of Deep Learning reconstruction parameter in knee joint MRI**
 膝関節MRIにおけるDeep Learning再構成パラメータの基礎検討
 篠ヶ瀬 知 (国立国際医療研究センター病院)
 Kazu Sasagase, Takahiro Ishida, Satoshi Ichino, Yoshinao Akegawa, Jun Harada, Naoyuki Yagi, Hideaki Kitamura, Shinichi Hasegawa
- PS12-2 Initial examination of UTE with CG-RECON**
 CG-Recon併用UTEの初期検討
 篠原 郁人 (キャノンメディカルシステムズ株式会社 MRI営業部)
 Ikuto Shinohara, Shuhei Takemoto, Yuichiro Sano, Ryutaro Yano
- PS12-3 Investigation of the usefulness of 3D imaging in flexor tendons**
 屈筋腱における3D撮像有用性の検討
 森山 康基 (医療法人社団じあい会 メディカルスキャニング大宮)
 Koki Moriyama, Yukihiro Hoshino
- PS12-4 AI quantification of enhanced synovium for the whole hand in rheumatoid arthritis on dynamic contrast-enhanced MRI**
 造影ダイナミックMRIにおいて関節リウマチの造影滑膜を手全体でAI定量する研究
 毛 懿俊 (北海道大学 大学院保健科学院)
 YiJun Mao, Kiko Imahori, Wanxuan Fang, Hiroyuki Sugimori, Shinji Kiuch, Kenneth Sutherland, Tamotsu Kamishima
- PS12-5 T2* mapping with ultra-short echo time (UTE) -MRI by cartilage in relation to histopathologic finding**
 Ultra-short echo time (UTE) による軟骨のT2*マッピングと組織学的評価との関連
 今村 壘 (札幌医科大学附属病院 放射線部)
 Rui Imamura, Atsushi Teramoto, Yohei Okada, Yasutaka Murahashi, Yoshihiro Akatsuka, Mitsuhiro Nakanishi, Kota Watanabe, Toshihiko Yamashita

撮像技術1 <ポスター>

Imaging Techniques 1 <Poster >

10:00 - 11:00

Chairs : Tosiaki Miyati (Institute of Medical, Pharmaceutical and Health Sciences, Kanazawa University)
 Masanori Ozaki (Canon Medical Systems Corporation)

座長 : 宮地 利明 (金沢大学 医薬保健研究域)
 尾崎 正則 (キャノンメディカルシステムズ株式会社)

PS13-1 Investigation of self-made skin markers for positioning using oral contrast medium for MR during small-diameter loop coil DWI imaging.

小径LoopコイルDWI撮像時におけるMR用経口造影剤を使用した位置決め用自作皮膚マーカの検討

平田 恵哉 (金沢医科大学病院 医療技術部 診療放射線技術部門)

Keiya Hirata, Ryoko Hayashi, Saeko Tomida, Nanako Kuroda, Chihiro Nagasako, Eriko Satou, Yasuhiro Katou, Honami Satou, Kouhei Yakushi, Kenta Nishikoori, Yuuya Morota, Shou Kashida, Kousuke Nakamura, Hiroshi Yamamura

PS13-2 The dedicated fast Radio Frequency (RF) transmitter gain adjustment method by using fast B1map measurement method

高速B1mapシーケンスを用いたRF照射ゲインのチューニング手法

瀧澤 将宏 (富士フイルムヘルスケア株式会社 メディカルシステム開発センター MS部)

Masahiro Takizawa, Kosuke Ito

PS13-3 Iterative reconstruction of parallel imaging for radial sampling on Brain imaging

頭部撮像におけるラディアルスキャンの繰り返しパラレルイメージング再構成

瀧澤 将宏 (富士フイルムヘルスケア株式会社 メディカルシステム開発センター)

Masahiro Takizawa, Hiroki Shoji, Keisuke Nishio, Kuniharu Oka

PS13-4 Detection of error pixels in actual flip angle imaging using phase information at 7T

7T actual flip angle imaging法における位相情報を用いた計測エラー画素の検出

松田 豪 (岩手医科大学 医歯薬総合研究所 超高磁場MRI診断・病態研究部門)

Tsuyoshi Matsuda, Futoshi Mori, Ikuko Uwano, Fumio Yamashita, Makoto Sasaki

PS13-5 Basic study of fat suppression FFE3D T1 Weighted Imaging in combination with Sequential Wheel

Sequential Wheel併用脂肪抑制FFE3D T1強調画像の基礎検討

森田 裕 (キャノンメディカルシステムズ株式会社 MRI営業部)

Yu Morita, Shuhei Takemoto

PS13-6 Development of simple computing method of transmission B1 map

送信B1分布の簡便な算出方法の提案

渡邊 英宏 (国立環境研究所 環境リスク・健康領域)

Hidehiro Watanabe

MRA1 <ポスター>**MRA1 <Poster>****11:05 - 12:05**

Chairs : Kazuhiro Murayama (Department of Radiology, Fujita Health University School of Medicine)
 Haruyuki Fukuchi (Department of Radiology, University of Tokyo Hospital. Department of Radiology,
 Juntendo University Graduate School of Medicine)

座長 : 村山 和宏 (藤田医科大学医学部 放射線医学教室)
 福地 治之 (東京大学 医学部附属病院 放射線科 / 順天堂大学 医学部 放射線診断学講座)

PS14-1 A study of non-contrast 3D UTE-MR angiography without differential processing
 差分処理を用いない非造影 3D UTE-MR angiography の検討

山越 一統 (自治医科大学附属病院)

Kazunori Yamakoshi, Hidenori Iwasa, Tomomasa Tateno, Hiroyuki Yazawa,
 Akihiro Kouda, Yuri Hojo

PS14-2 Investigation of intracranial vascular visualization using 3D-single shot fast spin echo method

3D-single shot fast spin echo 法を用いた頭蓋内血管描出の検討

宮本 良仁 (医療法人 住友別子病院)

Yoshihito Miyamoto

PS14-3 Usefulness of thin slice 3D BPAS in a short acquisition time compared with 2D BPAS

2D BPAS と比較した短時間 thin slice 3D BPAS の有用性

増田 阿紗子 (国立病院機構 奈良医療センター 放射線科)

Asako Masuda, Yasunori Iwai, Tomonari Ishida

PS14-4 Evaluating Magnetic Susceptibility of Flow Diverters in High-Resolution MRA: A Comparative Study of Time-of-flight MRA and Ultrashort-TE MRA

高分解能 MRA における flow diverter の磁化率効果検証：
 Time-of-flight MRA と Ultrashort TE MRA の比較

赤津 敏哉 (順天堂大学大学院医学研究科 放射線診断学講座)

Toshiya Akatsu, Fumihiro Yagisawa, Akihiko Wada, Michimasa Suzuki,
 Haruyuki Fukuchi, Yutaka Ikenouchi, Nao Takano, Kosuke Teranishi, Hidenori Oishi,
 Akihiko Kondo, Shigeki Aoki

PS14-5 Examination of " anterior communicating artery~basilar " separation on head MRA at our hospital

当院における頭部 MRA " A-com~Basilar " 分離検討

柳谷 雄一 (医療法人 秀和会 秀和総合病院 放射線科)

Yuichi Yanagitani, Isamu Ohashi, Teiji Nakamura, Hitoshi Yamaguchi, Keiichirou Harada,
 Hirofumi Furushima, Hideto Ochiai, Aika Fujiwara

PS14-6 Comparison of FLEXA and 3D-TOF for Cervical MRA on 1.5T MR System

1.5T MR 装置での頭頸部 MRA における FLEXA と 3D-TOF MRA の比較

野崎 敦 (GE HealthCare)

Atsushi Nozaki, Naoyuki Takei, Yoichiro Ikushima, Kazuhiko Oyu, Shingo Kakeda,
 Tetsuya Wakayama

Chairs : Masahiro Umeda (Meiji University of Integrative Medicine)

Shiori Amemiya (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo)

座長 : 梅田 雅宏 (明治国際医療大学)

雨宮 史織 (東京大学大学院医学系研究科 生体物理医学専攻 放射線医学講座)

PS15-1 Chemogenetic manipulation of the default mode network in macaque monkeys

化学遺伝学的手法を用いた神経活動抑制によるデフォルトモードネットワーク変容とその理解

堀 祐樹 (量子科学技術研究開発機構 脳機能イメージング研究部)

Yuki Hori, Yuji Nagai, Kei Oyama, Nobuhiro Nitta, Sayaka Shibata, Yukiko Hori, Haruhiko Iwaaki, Ming-Rong Zhang, Ken-ichi Inoue, Masahiko Takada, Takayuki Obata, Makoto Higuchi, Toshiyuki Hirabayashi, Takafumi Minamimoto

PS15-2 Usefulness of Cuprizone-Induced Demyelination Mouse Model as a rs-fMRI Model

Cuprizone 誘発脱髄モデルマウスのrs-fMRIモデルとしての有用性

川井 茅乃 (東京都立大学 健康福祉学部 放射線学科)

Chino Kawai, Junichi Hata, Karen Kurokawa, Daisuke Yoshimaru, James Hirotaka Okano

PS15-3 Developing an estimation method for alternating oxygen consumption after X-ray irradiation in mouse brain using TOLD MRI

TOLD MRI信号の経時変化に基づくX線照射したマウス脳での酸素消費の評価法の開発

松本 謙一郎 (量子科学技術研究開発機構)

Ken-ichiro Matsumoto, Raj Kumar Parajuli, Megumi Ueno, Saaya Suzuki, Hiromi Sano, Akira Sumiyoshi, Kensuke Osada, Takayuki Obata, Ichio Aoki

PS15-4 Brain Network Changes in Mouse Eating Disorders Induced by Intermittent Administration of High-Fat Diets

高脂肪食間欠投与により誘発されるマウス摂食障害の脳内ネットワーク変化

黒川 華怜 (東京都立大学大学院)

Karen Kurokawa, Junichi Hata, Mitsuki Rikitake, Chino Kawai, Daisuke Yoshimaru, James Hirotaka Okano

PS15-5 Elucidation of the mechanism of improving reading speed by speed reading training, focusing on changes in neural functional activity and connectivity

脳神経の機能活動と機能的結合の変化に着目した、速読訓練による読み速度向上原理の解明

吉田 聖奈 (東京都立大学大学院 人間健康科学研究科 放射線科学域)

Seina Yoshida, Thishuli Walpola, Yuya Saito, Chathura Kulathilake, Rinako Iseki, Tatsuya Makino, Atsushi Senoo

PS15-6 Interindividual similarity of anesthesia-specific networks in fMRI

fMRIにおける麻酔下特有ネットワークでの個体間類似性

丸崎 拓斗 (東京都立大学 人間健康科学研究科 放射線科学域)

Takuto Marusaki, Daisuke Yoshimaru, Junichi Hata, Naoya Hayashi, Hinako Oshiro, Kei Hagiya, Nozomi Kurihara, Hideyuki Okano, James Hirotaka Okano

PS15-7 Difference between default indirect or direct preprocessing and HCP minimal preprocessing for resting-state brain function images

安静時脳機能画像の前処理を、HCP minimal preprocessing を利用した場合の差

金子 智喜 (長野赤十字病院 放射線診断科)

Tomoki Kaneko, Issei Ueda, Kikuko Kaneko, Yasuo Adachi, fumihito Ichinohe,
Yasunari Fujinaga

Day 2

Poster 2 (Karuizawa Prince Hotel West, Nirenoki Hall 1)

上腹部<ポスター>

Abdomen 1 <Poster >

11:05 - 12:05

Chairs : Shintaro Ichikawa (Department of Radiology, Hamamatsu University School of Medicine)

Takeyuki Watadani (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo)

座長 : 市川 新太郎 (浜松医科大学 放射線診断学講座)

渡谷 岳行 (東京大学大学院医学系研究科 生体物理医学専攻 放射線医学講座)

PS16-1 The effect on gastrointestinal peristalsis for MR Cholangiopancreatography during breath-holding methods.

MR Cholangiopancreatography を想定した呼吸停止法が消化管蠕動に与える影響

大塚 勇平 (東海大学医学部付属八王子病院 診療技術部 放射線技術科)

Yuhei Otsuka, Shiho Sakamura, Tomoya Nakamura, Nao Kajihara, Katsuki Murakami

PS16-2 A case in which it was difficult to deny the accessory spleen on SPIO-MRI
SPIO-MRI において副脾の否定に難渋した一例

田泉 智明 (市立敦賀病院 医療技術部 放射線室)

Tomoaki Taizumi, Kyosuke Hasumoto

PS16-3 Effectiveness of image non-uniformity correction using different software versions in 3T Gd-EOB-DTPA-enhanced magnetic resonance imaging

3T EOB-MRI における異なるソフトウェアバージョンを用いた画像不均一性補正の効果

秦 博文 (北里大学病院 放射線部)

Hirofumi Hata, Yusuke Inoue, Keiji Matsunaga, Kaoru Fujii, Toshio Tamiya, Ai Nakajima,
Yuki Takato, Kazuki Hashizume

PS16-4 High-resolution single-breath-hold MRCP using accelerated 3D Gradient and Spin-Echo(GraSE) with Compressed SENSE

Compressed SENSE 併用 3D Gradient and Spin-Echo(GraSE) を使用した一回息止め高速高解像度 MRCP

小川 拓実 (東京女子医科大学 中央放射線部)

Takumi Ogawa, Kazuo Kodaira, Michinobu Nagao, Yasuhiro Goto, Masami Yoneyama,
Johannes Peeters, Isao Shiina, Yutaka Hamatani, Mana Kato, Shuji Sakai

PS16-5 T1 Mapping and IVIM on Gd-EOB-DTPA-Enhanced MRI for Assessing Child-Pugh class: A Comparative Study

Child-Pugh 分類評価のための EOB-MRI における T1 mapping と IVIM の比較

中川 貞裕 (旭川医科大学病院 放射線部)

Sadahiro Nakagawa, Fukao Kazunori, Atsutaka Okizaki

PS16-6 Validation of T1 mapping using 6-point 3D radial Look-Locker: A phantom study

ファントムにおける6-point 3D radial Look-Locker法を用いたT1 mappingの検証

守屋 和典 (川崎医科大学附属病院 中央放射線部)

Kazunori Moriya, Yoshihiko Fukukura, Katsuhiko Kida, Sachiko Goto, Yu Ueda, Kota Amo, Shigeru Shibata, Koji Yoshida, Tsutomu Tamada

PS16-7 Examination of gradient system short TE dynamic study using SPIO contrast agent

SPIO造影剤を用いたGradient系short TE Dynamic Studyの検討

原子 満 (帝京大学 医学部 附属溝口病院)

Mitsuru Harako, Takashi Harada, Shiho Kagami, Takaki Hayashi, Kohki Yoshikawa, Yasumasa Asakawa, Masaki Yorita, Masao Tago

Day 2

Poster 3 (Karuizawa Prince Hotel West, Nirenoki Hall 2)

撮像技術2 <ポスター>

Imaging Techniques 2 <Poster >

11:05 - 12:05

Chairs : Susumu Takano (Department of Radiology, Tokai University Hospital)

Kazuki Endo (Department of Radiology, University of Tokyo Hospital)

座長 : 高野 晋 (東海大学医学部附属病院 放射線技術科)

遠藤 和樹 (東京大学医学部附属病院 放射線部)

PS17-1 Phantom material evaluation for post mortem lung MR imaging

死後肺MRI撮像の最適化を目的とした市販素材によるファントムの検討

猪坂 泰子 (国際医療福祉大学 成田保健医療学部 放射線・情報科学科)

Yasuko Isaka, Hiroyuki Kabasawa, Masaki Fukunaga, Ayumi Motomura, Daisuke Yajima

PS17-2 Study for the function reconstruct images by using obtained data and iterative noise reduction method in case scan is aborted

スキャン中断時取得済みデータおよび繰り返し再構成によるノイズ除去法における画像再構成機能の検討

森分 周子 (富士フイルムヘルスケア株式会社 メディカルシステム開発センター MS本部 MR開発部)

Chikako Moriwake, Yusuke Hoshino, Masahiro Takizawa

PS17-3 A new technique that can measure the frequency of intestinal motility in the whole abdominal region for movies captured by cine MRI.

シネMRIで取得した腸管運動の動画に対して腹部全域でぜん動運動の周波数を測定可能な解析手法の提案

伊藤 彰 (名古屋大学大学院 医学系研究科 総合保健学専攻)

Akira Itoh, Kuniharu Imai

PS17-4 Over time and local changes in distortion and signal inhomogeneity due to differences in magnetic field strength and the number of channels

磁場強度と受信コイルのチャンネル数の違いによる歪みと信号ムラの経時的・局所的変化とその補正 (PDIC法)

中澤 智子 (国立長寿医療研究センター 診療放射線部)

Tomoko Nakazawa, Fumio Yamashita, Kaori Iwata, Shirou Koie, Hitomi Shimizu, Yuki Sakai, Yuuya Shimizu, Hirofumi Watanabe, Shintarou Suzuki, Keita Sakurai, Takashi Nihashi, Takashi Katou

PS17-5 Examination of magnetic susceptibility artifact reduction protocol with DLR in spinal implants

脊椎インプラントにおけるDLRを併用した磁化率アーチファクト軽減プロトコルの検討

佐伯 幸弘 (富山県厚生連高岡病院 画像診断部)

Yukihiro Saeki

Day 2

Poster 1 (Karuzawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall A-E)

MRA2 <ポスター>

MRA2 <Poster >

13:10 - 14:10

Chairs : Mitsue Miyazaki (Department of Radiology, University of California, San Diego)

Ryusuke Irie (Department of Radiology, Juntendo University Shizuoka Hospital)

座長 : 宮崎 美津恵 (カリフォルニア大学サンディエゴ校 放射線科)

入江 隆介 (順天堂大学医学部附属静岡病院 放射線科)

PS18-1 MR angiography in dialysis shunt vessels

透析シャント血管におけるMR angiography

富山 弘樹 (公益財団法人ときわ会 常磐病院)

Hiroki Tomiyama, Naoto Yoshida, Yousuke Shike

PS18-2 Detection of aortic atherosclerosis in non-alcoholic fatty liver disease with hepatic magnetic resonance imaging

非アルコール性脂肪性肝疾患の肝臓核磁気共鳴画像の応用：腹部大動脈硬化の検出

土肥 省吾 (社会医療法人 同心会 古賀総合病院)

Shogo Doi, Yasuyoshi Kuroiwa, Akiko Uchida, Toshihiro Gi, Kazunori Kusumoto, Eiji Furukoji, Yasushi Kihara, Takuroh Imamura, Minako Azuma, Koichi Kaikita, Atsushi Yamashita

PS18-3 Non-contrast high-resolution 4D-peripheral MR angiography using retrospective EPI with Compressed SENSE

Compressed SENSE併用Retrospective EPIを用いた非造影高解像度4D末梢MRA

後藤 康裕 (東京女子医科大学病院 中央放射線部)

Yasuhiro Goto, Michinobu Nagao, Masami Yoneyama, Yasutomo Katsumata, Isao Shiina, Kazuo Kodaira, Yutaka Hamatani, Takumi Ogawa, Mana Kato, Shuji Sakai

PS18-4 Versatile non-contrast-enhanced MRA technique for visualization of whole-body blood flow using Flow-sensitive CINE imaging

Flow sensitive CINE Imaging を用いたWhole body flow Visualize imageの検討

椎名 勲 (東京女子医科大学病院 中央放射線部)

Isao Shiina, Michinobu Nagao, Masami Yoneyama, Yasutomo Katsumata, Kwon Jihun, Yasuhiro Goto, Yutaka Hamatani, Kazuo Kodaira, Takumi Ogawa, Mana Kato, Shuuji Sakai

PS18-5 Morphological evaluation of aorta using non-contrast-enhanced radial sampling MR angiography without ECG or respiratory gating

自然呼吸下・非造影radial sampling MR angiographyでの大血管の形態評価

道津 剛明 (大分大学医学部 放射線医学講座)

Takeaki Dotsu, Norio Hongo, Katsuki Oji, Ryuichi Shimada, Yoshiyuki Iwao, Yoshiki Asayama

PS18-6 Examination of imaging conditions of TRICKS for imaging spinal cord arteriovenous malformation

脊髄動静脈奇形描出のためのTRICKSの撮像条件の検討

徳山 武一 (東京都立神経病院)

Takekazu Tokuyama, Tatsurou Morita, Yukiko Satou, Terumi Tabei, Yasuhiro Nakata

Day 2

Poster 3 (Karuzawa Prince Hotel West, Nirenoki Hall 2)

CEST・MRS・超偏極1 <ポスター>

CEST・MRS・Hyperpolarization 1 <Poster >

13:10 - 14:10

Chairs : Tomohisa Okada (Human Brain Research Center, Graduate School of Medicine, Kyoto University)

Yuhei Takado (Institute for Quantum Life Science, National Institutes for Quantum Science and Technology)

座長 : 岡田 知久 (京都大学大学院医学研究科 脳機能総合研究センター)

高堂 裕平 (量子科学技術研究開発機構 量子生命科学研究所)

PS19-1 The effects of a measured macromolecular basis set and baseline parameters for the short-TE STEAM MRS analysis at 7T

7テスラ short-TE STEAM MRS 解析結果への巨大分子・ベースライン設定の影響

岡田 知久 (京都大学 大学院 医学研究科 脳機能像号研究センター)

Tomohisa Okada, Hideto Kuribayashi, Yuta Urushibata, Thai Akasaka

PS19-2 AcidoCEST contrast media exhibiting pH dependence on a 3T clinical MRI system

3T臨床MRI装置におけるacidoCEST造影剤のpH依存性

松元 友暉 (徳島大学大学院医歯薬学研究部)

Yuki Matsumoto, Masafumi Harada, Yuki Kanazawa, Mitsuharu Miyoshi

PS19-3 Clinical feasibility of pH imaging with AACID at 3T: A phantom study

AACIDを用いたpHイメージングのファントム実験による基礎的検討

大塚 洋和 (鹿児島大学病院 臨床技術部 放射線部門)

Hirokazu Otsuka, Takashi Iwanaga, Koji Takumi, Yasumasa Saigo, Masami Yoneyama, Takashi Yoshiura

PS19-4 Comparison of MRI CEST APT_T1 imaging and C-11 Methionine PET in patients with brain tumors

脳腫瘍症例におけるMRI CEST APT_T1画像とC-11 Methionine PETの比較

小口 和浩 (慈泉会 脳画像研究所)

Kazuhiro Oguchi, Mitsuharu Miyoshi, Shoji Yomo, Kouichi Mizuguchi

PS19-5 Feasibility study of pH-CEST imaging for evaluating tissue pH of head and neck lesions using clinical 3T MRI

臨床MR機器を用いた頭頸部病変内pH環境を評価するpH-CESTイメージングの実現可能性に関する初期検討

内匠 浩二 (鹿児島大学大学院医歯学総合研究科放射線診断治療学)

Koji Takumi, Hirokazu Otsuka, Takashi Iwanaga, Hiroaki Nagano, Ryota Nakanosono, Masami Yoneyama, Jihun Kwon, Takashi Yoshiura

PS19-6 Amide proton transfer imaging corrected by ADC allows early detection of a therapeutic response in bone and soft tissue sarcomas

ADC補正後APT画像による骨軟部肉腫の治療効果の早期検出

鷺山 幸二 (九州大学大学院医学研究院 臨床放射線科学分野)

Koji Sagiyama, Takeshi Kamitani, Yuzo Yamasaki, Takuya Hino, Kosuke Tabata, Hidetake Yabuuchi, Kousei Ishigami, Makoto Endo, Taro Mori, Yoshinao Oda

PS19-7 Feasibility of CEST imaging by multi-pool model for glioma grading

神経膠腫の悪性度評価におけるマルチプールモデルを用いたCEST法の有用性の検討

高見 康景 (香川大学 医学部 放射線医学講座)

Yasukage Takami, Naruhide Kimura, Katsuya Mitamura, Takashi Norikane, Mitsuharu Miyoshi, Yoshihiro Nishiyama

Day 2

Poster 1 (Karuzawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall A-E)

拡散3 <ポスター>

Diffusion 3 <Poster >

14:20 - 15:20

Chairs : Tatsuya Hayashi (Graduate School of Medical Technology, Teikyo University)

Jihun Kwon (Philips Japan)

座長 : 林 達也 (帝京大学医療技術部)

権 池勲 (株式会社フィリップス・ジャパン)

PS20-1 Diffusion restriction in stabilized fibrin: an in-vitro experiment

安定化フィブリンによる拡散制限：ファントム実験による検討

迫田 和也 (鹿児島大学大学院 医歯学総合研究科 医科学専攻 放射線診断治療学)

Kazuya Sakoda, Takashi Iwanaga, Hirokazu Otsuka, Yasumasa Saigo, Hiroshi Imai, Takashi Yoshiura

PS20-2 Quantitative evaluation of irradiated tumor using diffusion-weighted MR imaging and a 2-compartment model

2コンパートメントモデル拡散強調MRIによる放射線照射後腫瘍の定量的評価

今泉 晶子 (東京医科歯科大学 歯科放射線診断・治療学分野)

Akiko Imaizumi, Ryoichi Hirayama, Sumitaka Hasegawa, Yoko Ikoma, Jeff Kershaw, Sayaka Shibata, Nobuhiro Nitta, Akiko Uzawa, Tatsuya Higashi, Ami Kuribayashi, Masahiko Miura, Takayuki Obata

PS20-3 Effect of Diffusion Time on Skeletal Muscle Tractography

骨格筋トラクトグラフィにおける拡散時間の影響

香取 慶哉 (東京都立大学 健康福祉学部 放射線学科)

Keiya Kandori, Junichi Hata, Hinako Oshiro, Natsumi Kubo, Daisuke Yoshimaru, Hideyuki Okano

PS20-4 Examination of normal values of T2mapping using Diffusion-Relaxation Matrix (DRM)

Diffusion-Relaxation Matrix(DRM)を使用したT2mappingの組織正常値検討

柴田 美穂 (埼玉医科大学国際医療センター 中央放射線部)

Miho Shibata, Taiki Senoo, Yuya Miyazaki, Yasuo Sakurai, Yasuyuki Yoshimura, Yasutaka Baba

PS20-5 An attempt for the standardization for DWIBS by using GEHC MRI System

GEHC社製MRI装置を用いた全身拡散強調画像の標準化に向けた取り組み

石川 応樹 (上尾中央総合病院 放射線技術科)

Masaki Ishikawa, Mitsuyuki Takahashi, Shouji Sakurai, Takayuki Yamasaki,
Hiroaki Minami, Yuhei Otsuka, Rikiya Fujishiro, Nobuyoshi Komatsu

PS20-6 Derivation of viscosity function using diffusion-weighted MR imaging of glycerol solution

グリセリン試料の拡散強調MRIを用いた粘度導出手法の検討

瀬口 真友香 (徳島大学大学院保健科学研究科)

Mayuka Seguchi, Yuki Kanazawa, Mitsuharu Miyoshi, Masafumi Harada

肺・心臓大血管<ポスター>

Cardiovascular <Poster >

14:20 - 15:30

Chairs : Masaki Ishida (Department of Radiology, Mie University Graduate School of Medicine)

Takeharu Yoshikawa (Department of Computational Diagnostic Radiology and Preventive Medicine, The University of Tokyo Hospital)

座長 : 石田 正樹 (三重大学大学院医学系研究科 放射線医学)

吉川 健啓 (東京大学医学部附属病院 コンピュータ画像診断学/予防医学講座)

PS21-1 Myocardial cine T2mapping using dynamic multiple trigger delay acquisition

Dynamic trigger delayを利用した多時相同時取得心筋 cine T2 mapの検討

加藤 真奈 (東京女子医科大学病院 中央放射線部)

Mana Kato, Michinobu Nagao, Masami Yoneyama, Kazuo Kodaira, Takumi Ogawa,
Yutaka Hamatani, Isao Shiina, Yasuhiro Goto, Shuji Sakai

PS21-2 Normal ranges of right atrial and ventricular function and hemodynamics: Cardiac MR measurements in healthy volunteer.

健常ボランティアにおける右室機能と右室内血流動態正常値の検討

妹尾 大樹 (埼玉医科大学国際医療センター 中央放射線部)

Taiki Senoo, Kenji Hukushima, Yasuo Sakurai, Yuuya Miyazaki, Miho Shibata,
Yasuyuki Yoshimura, Yasutaka Baba

PS21-3 Fundamental study of 3D radial Whole-Heart Coronary MRA with Ultrashort echo time

Ultrashort echo timeを用いた3D radial Whole-Heart Coronary MRAの基礎的検討

古河 勇樹 (順天堂大学医学部附属順天堂医院 放射線部)

Yuki Furukawa, Hideo Kawasaki, Syuji Satou, Yousuke Kogure, Michimasa Suzuki

PS21-4 Comparison of non-contrast MR Lymphangiography and contrast-enhanced MR Lymphangiography in congenital heart disease

先天性心疾患における非造影MR Lymphangiography検査と造影MR Lymphangiography検査の比較

本寺 哲一 (昭和大学病院 放射線技術部)

Tetsuichi Hondera, Takanari Fujii, Nobuo Oyama, Hiroaki Kise, Mariko Kato,
Mitsuyoshi Yasuda, Kyoichi Kato

PS21-5 Visualization of left lung vessel using non-contrast enhanced time-resolved selective vessel imaging with cylinder-shaped pre-saturation pulse
シリンダ型プリサチュレーションパルスを用いた選択的非造影時間分解血流イメージングの左肺血管の描出能

瀧澤 将宏 (富士フィルムヘルスケア株式会社 メディカルシステム開発センター MS部)

Masahiro Takizawa, Kuniharu Oka, Takashi Nishihara, Chikako Moriwake

PS21-6 The impact of image reconstruction and super-resolution using deep learning on cardiac cine MRI

深層学習を用いた画像再構成と超解像化が心臓シネMRIに与える影響

青野 聡 (北海道大学病院 医療技術部 放射線部門)

Satoru Aono, Satonori Tsuneta, Takuya Aoike, Rina Kimura, Jihun Kwon, Masami Yoneyama, Kinya Ishizaka, Noriyuki Fujima, Kohsuke Kudo

PS21-7 Right ventricular function and myocardial deformation in patients with pulmonary regurgitation with versus without tetralogy of Fallot

肺動脈弁逆流を伴うファロー四徴症と肺動脈閉鎖/心室中隔欠損症における右室機能と心筋変形

稲毛 章郎 (日本赤十字社医療センター小児科)

Akio Inage, Naokazu Mizuno, Kanako Kishiki, Jun Matsuda

PS21-8 Evaluation of pulmonary arteriovenous fistula by non-contrast radial SSFP and 4D flow MRI

Non-contrast radial SSFPおよび4DフローMRIによる肺動静脈瘻の評価

稲毛 章郎 (日本赤十字社医療センター小児科)

Akio Inage, Naokazu Mizuno, Kanako Kishiki, Jun Matsuda

Day 2

Poster 3 (Karuizawa Prince Hotel West, Nirenoki Hall 2)

CEST・MRS・超偏極2 <ポスター>

CEST・MRS・Hyperpolarization 2 <Poster >

14:20 - 15:20

Chairs : Yoshihiko Fukukura (Department of Radiology, Kawasaki Medical School)

Kazufumi Kikuchi (Department of Molecular Imaging & Diagnosis, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, Fukuoka, Japan)

座長 : 福倉 良彦 (川崎医科大学)

菊地 一史 (九州大学大学院医学研究院 分子イメージング・診断学講座)

PS22-1 Investigation for early detection of antitumor effect using dissolution-DNP MRS in breast cancer xenograft mice treated with Antibody-Drug Conjugate

ADC製剤を投与した乳癌移植マウスにおけるdissolution-DNP MRSを用いた抗腫瘍効果早期検出のための基礎検討

庄田 真一 (岐阜大学 医学系研究科 放射線医学分野)

Shinichi Shoda, Fuminori Hyodo, Abdelazim Elsayed, Manal Ali Mohamed Habaka, Masaharu Murata, Yoshifumi Noda, Hiroki Kato, Masayuki Matsuo

PS22-2 Optimization of reaction condition of hyperpolarized [1-13C] fumarate by PHIP- 13C hyperpolarization system

磁場サイクル型自動励起装置を用いた超偏極13Cフマル酸の励起条件の最適化

矢部 花 (北海道大学大学院 情報科学院 情報科学専攻 生体情報工学コース)

Hana Yabe, Hiroshi Hirata, Shingo Matsumoto

- PS22-3 Visualization of metabolic change in the brain of pseud-infectious model mice using hyperpolarized ^{13}C MRI with PHIP-SAH**
PHIP-SAH法を用いた超偏極 ^{13}C MRIによる擬感染モデルマウスの脳代謝変化の可視化
富山 颯 (北海道大学 情報科学院 情報科学専攻 生体情報工学コース)
Hayate Tomiyama, Hiroshi Hirata, Shingo Matsumoto
- PS22-4 Fusion of hyperpolarized ^{13}C MRI of pyruvate metabolism and ^{18}F -FDG PET images in preclinical disease models**
前臨床疾患モデルでの、超偏極 ^{13}C MRIのピルビン酸代謝画像と ^{18}F -FDG PET画像の重ね合わせ
齊藤 寛 (北海道大学大学院 情報科学院 情報科学専攻 生体情報工学コース)
Kan Saito, Shiho Suto, Hironobu Yasui, Yuki Mizuno, Yuji Kuge, Hiroshi Hirata, Shingo Matsumoto
- PS22-5 The new quantum image by Dynamic Nuclear Polarized MRI for the assessment of cardiac radioablation to the cavotricuspid isthmus**
放射線治療による心臓アブレーション技術のDNP-MRIによる評価
松尾 政之 (岐阜大学 医学部 放射線科)
Masayuki Matsuo, Fuminori Hyodo, Hiroshi Kawada, Ryouta Iwasaki, Nobuhiro Takasugi, Takashi Mori
- PS22-6 Hyperpolarized [^{1-13}C]pyruvate MRI using PHIP-SAH reveals metabolic alteration in the brain of two mouse models of retinal degeneration.**
PHIP法による超偏極 ^{1-13}C ピルビン酸MRIを用いた網膜症モデルにおける脳代謝変容の可視化
須藤 志保 (北海道大学 情報科学院 情報科学専攻 生体情報工学コース)
Shiho Suto, Hiroshi Hirata, Shingo Matsumoto
- PS22-7 Development of low field MRI with DNP and evaluation of redox status**
超核偏極機能を有する低磁場MRI (16mT) 装置の開発と性能評価
兵藤 文紀 (岐阜大学 高等研究院 / 医学系研究科)
Fuminori Hyodo, Hinako Eto, Tatsuya Naganuma, Elhelaly Abdelazim, Yoshifumi Noda, Hiroki Kato, Masaharu Murata, Masayuki Matsuo

Day 2

Poster 1 (Karuzawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall A-E)

拡散4 <ポスター>

Diffusion 4 <Poster >

15:30 - 16:30

Chairs : Hidehiro Watanabe (Health and Environmental Risk Division, National Institute for Environmental Studies)

Katsutoshi Murata (MR Research & Collaboration Department, Siemens Healthcare K.K.)

座長 : 渡邊 英宏 (国立環境研究所 環境リスク・健康領域)

村田 勝俊 (シーメンスヘルスケア (株) MRリサーチ&コラボレーション部)

PS23-1 Investigation of improving the accuracy of abdominal QTI analysis incorporating IVIM term

IVIM項を追加した腹部QTI解析精度向上の検討

村田 勝俊 (シーメンスヘルスケア (株) MRリサーチ&コラボレーション部)

Katsutoshi Murata, Katsuhiko Sano, Kohei Kamiya, Issei Fukunaga, Masaaki Hori, Kouji Kamagata, Shigeki Aoki

- PS23-2 Generation of DVS consisting of multiple orthogonal tree-axes units for continuous mean diffusivity measurement**
 連続MD計測のための複数直交3軸単位から構成されるDVSの作成
 村田 勝俊 (シーメンスヘルスケア (株) MRリサーチ&コラボレーション部)
 Katsutoshi Murata, Kaito Takabayashi, Fumitaka Kumagai, Koji Kamagata, Shigeki Aoki
- PS23-3 Imaging analysis of tumor microenvironments based on time-dependent diffusion MRI**
 時間依存性拡散MRIに基づくがん微小環境イメージング
 竹田 篤史 (熊本大学大学院 生命科学研究部)
 Atsushi Takeda, Sosuke Yoshinaga, Takuto Shinjo, Yuki Kawachi, Yuya Terashima, Etsuko Toda, Koji Matsushima, Tomokazu Tsurugizawa, Hiroaki Terasawa
- PS23-4 Development of the wooden phantom for diffusion quantitative evaluation: Relationship between PEG impregnation and diffusion quantitative value change**
 拡散MRI定量評価用木製ファントムの開発：PEG含浸時間と拡散定量値変化の関係
 井関 理南子 (東京都立大学 人間健康科学研究科 放射線科学域)
 Rinako Iseki, Seina Yoshida, Tatsuya Makino, Masashi Suzuki, Ikuo Momohara, Atsushi Senoo
- PS23-5 Numerical simulation of the effect of SNR on IMPULSED model fitting**
 IMPULSEDモデルフィッティングにおけるSNRの影響のシミュレーション
 今井 広 (シーメンスヘルスケア株式会社 MRリサーチ&コラボレーション部)
 Hiroshi Imai, Kiyohisa Kamimura, Koji Takumi, Fumitaka Ejima, Takashi Iwanaga, Hirokazu Otuka, Takashi Yoshiura
- PS23-6 Observation of water molecular dynamics of Trypoxylus dichotomus in the pupal stage using 9.4T MRI**
 9.4-T MRIを用いたカブトムシの蛹期における体内の水分子動態の観察
 池上 聖人 (東海大学大学院 総合理工学研究科 総合理工学専攻)
 Shoto Ikegami, Ren Harada, Kyoya Takei, Kenji Osaku, Yoshiki Oda, Kinuko Niihara, Masahumi Yoshida, Takashi Inoue A., Kagayaki Kuroda

Day 2

Poster 2 (Karuizawa Prince Hotel West, Nirenoki Hall 1)

泌尿器・女性生殖器<ポスター>

Urogenital <Poster >

15:30 - 16:30

Chairs : Aki Kido (Toyama University Hospital)

Tsukasa Saida (Department of Radiology, Faculty of Medicine, University of Tsukuba)

座長 : 木戸 晶 (富山大学附属病院)

齋田 司 (筑波大学 医学医療系 放射線診断・IVR学)

PS24-1 Non-contrast MR-Angiography with 3D T1w GRE-type EPI sequence in the diagnosis of uterine artery embolization (UAE)

子宮動脈塞栓術(UAE)画像診断における3D T1w GRE型EPIシーケンスを用いた非造影MR-Angiography

川崎 侑紀 (川崎医科大学 総合医療センター 中央放射線部)

Yuki Kawasaki, Yuko Fukuhara, Yumika Ono, Akari Mizuno, Akihiko Tabuchi, Katsuya Katou

PS24-2 Contrast-enhanced 3D T1-weighted image with Compressed sensing and Fast 3D wheel technique: Efficacy for Women's Pelvic MRI

女性骨盤部MRIに対する圧縮センシングおよび高速3D Wheelによる3D造影T1強調画像の有効性

植田 高弘 (藤田医科大学 医学部 放射線医学)

Takahiro Ueda, Yoshiharu Ohno, Kaori Yamamoto, Natsuka Yazawa, Ikki Tozawa, Masato Ikedo, Masao Yui, Takahiro Matsuyama, Hiroyuki Nagata, Hiroshi Toyama

PS24-3 Evaluation of Texture Analysis in MRI for Distinguishing Type I and Type II Endometrial Carcinoma

MRIを用いたテクスチャ解析によるタイプIとタイプIIの子宮内膜癌の評価

井上 快児 (埼玉医科大学病院 放射線科)

Kaiji Inoue, Saki Tsuchihashi, Hirokazu Shimizu, Keita Nagawa, Yoshitaka Okada, Yasutaka Baba, Kosei Hasegawa, Masanori Yasuda, Eito Kozawa

PS24-4 Exploring MRI-based Perfusion Parameters associated with Higher PSA Density in Non-Cancerous Prostates

前立腺特異抗原 (PSA) 密度が高い、非担癌患者の特定におけるMRIの灌流パラメータの有用性の検討

大宮 慶恵 (山梨大学 医学部 放射線科)

Yoshie Omiya, Hiroyuki Morisaka, Hiroshi Onishi, Caroline Reinhold

PS24-5 Optimal conditions for prostate Computed DWI using Deep learning technology

Deep learning技術を併用した前立腺Computed DWIの至適条件の検討

岩橋 立樹 (医療法人仁泉会 MIクリニック)

Tatsuki Iwahashi, Risa Momoi, Shima Inoue, Mayuko Kawachi, Mayu Tanaka, Naomi Morita, Atsuya Okada

Day 2

Poster 3 (Karuizawa Prince Hotel West, Nirenoki Hall 2)

ハードウェア・その他<ポスター>

Hardware <Poster >

15:30 - 16:30

Chair : Hiroyuki Kabasawa (Department of Radiological Sciences, School of Health Sciences at Narita, International University of Health and Welfare)

座長 : 桜沢 宏之 (国際医療福祉大学 成田保健医療学部 放射線・情報科学科)

PS25-1 A novel method for estimating relaxation time using angular correlation between two γ -ray photons

二光子ガンマ線の角度相関を用いた緩和時間推定手法の検討

松本 渉 (東京大学大学院 工学系研究科 バイオエンジニアリング専攻)

Wataru Matsumoto, Taisei Ueki, Motofumi Fushimi, Kenji Shimazoe, Hiroyuki Takahashi, Masaki Sekino

PS25-2 Nonlinear gradient field mapping using a spherical lattice phantom with a uniform diamagnetic field

均一反磁場を有する球形格子ファントムを用いた勾配磁場非線形性の計測

巨瀬 勝美 (株式会社エムアールアイシミュレーションズ)

Katsumi Kose, Ryoichi Kose, Koji Fujimoto, Tomohisa Okada, Daiki Tamada, Utaroh Motosugi

PS25-3 Evaluation of Multi-Channel Coils for Common Marmoset High Precision Head MRI Measurements

コモンマーモセット高精度頭部MRI計測に向けた多チャンネルコイルの評価

阿部 生周 (東京都立大学 健康福祉学部 放射線学科)

Michika Abe, Junichi Hata, Hinako Oshiro, Kei Hagiya, Daisuke Yoshimaru, Hideyuki Okano

PS25-4 Optimization of saturation pulse amplitude for SAR reduction in flow phantom

Flow artifact抑制 saturation pulseにおける送信RF強度と流体速度に関する基礎検討

鈴木 康平 (国家公務員共済組合連合会 虎の門病院 放射線部)

Kohei Suzuki, Kei Fukuzawa, Hidesato Suzuki, Keita Kawanishi, Jyunji Takahashi

PS25-5 An MRI System Simulator with Bloch Simulator as a Virtual Device

仮想デバイス型Blochシミュレータを用いたMRI装置シミュレータ

竹島 秀則 (キャノンメディカルシステムズ株式会社 研究開発センター 先行技術研究部 イメージング技術担当)

Hidenori Takeshima, Takuya Fujimaki, Tsutomu Hoshino

Day 3

Poster 1 (Karuizawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall A-E)

脳頭頸部1 <ポスター>

CNS and H&N 1 <Poster >

8:00 - 9:00

Chairs : Yukio Miki (Department of Diagnostic and Interventional Radiology, Graduate School of Medicine, Osaka Metropolitan University)

Shunji Mugikura (Division of Image Statistics, Tohoku Medical Megabank Organization, Tohoku University)

座 長 : 三木 幸雄 (大阪公立大学大学院医学研究科 放射線診断学・IVR学)

麦倉 俊司 (東北大学 東北メディカル・メガバンク機構 画像統計学分野)

PS26-1 Evaluation of salivary stones by Fusion imaging of CT like images and MR sialography

CT like imagesとMR sialographyのFusion画像による唾石の評価

鶴島 康晃 (健診会東京メディカルクリニック 放射線科)

Yasuaki Tsurushima, Takeshi Matsunobu, Tomoaki Moroda, Tomokazu Araki, Ryuji Nojiri, Masaaki Hori, Keiichi Ishigame

PS26-2 Usefulness of TSE-DWI using slice selection gradient reversal (SSGR) for sinonasal lesions

副鼻腔病変に対するSlice selection gradient reversal(SSGR)を用いたTSE-DWIの有用性

村山 大知 (東千葉メディカルセンター 放射線部)

Daichi Murayama, Masami Yoneyama, Takayuki Sakai, Shigehiro Ochi

PS26-3 Comparison of fat suppression effect using two types of DIXON methods in sinus MRI

副鼻腔MRIにおける2種類のDIXON法を用いた脂肪抑制効果の比較

立野 友香 (上尾中央総合病院 診療技術部 放射線技術科)

Yuka Tateno

PS26-4 Exploiting functional features for salivary gland tumor classification

機能特徴の学習に基づく唾液腺腫瘍の画像認識

武田 啓太 (長崎大学 情報データ科学部)

Keita Takeda, Tomoya Sakai, Ikuo Katayama, Sato Eida, Miho Sasaki, Yukinori Takagi, Misa Sumi

PS26-5 Diagnostic performance of Random Forest using diffusion tensor parameters of Minamata disease (Methylmercury poisoning)

拡散テンソル指標を用いたRandom Forestによる水俣病亜型診断の検討

戌亥 章平 (東京大学 医学部 放射線医学講座)

Shohei Inui, Masaaki Nakamura, Toshinori Hirai, Osamu Abe

PS26-6 Validation of the association between changes in brain function obtained from various neuropsychological tests and Apparent Fiber Density.

様々な神経心理学検査から得られる脳機能の変化と見かけの神経密度の関係性

林 直弥 (東京医科大学病院 放射線部)

Naoya Hayashi, Daisuke Yoshimaru, Shuhei Shibukawa, Eri Arizono, Yoichi Araki, Naoki Kawaguchi, Soichiro Shimizu, Kazuhiro Saito

PS26-7 Alterations in Structural Connectivity between the Paraventricular Thalamus and Limbic Structures in Major Depressive Disorder and Bipolar Disorder

大うつ病性障害および双極性障害における視床室傍核-辺縁系構造間の構造的接続性の変化

鎌形 康司 (順天堂大学 医学部 放射線科)

Koji Kamagata, Wataru Uchida, Christina Andica, Yasuhito Nagai, Masaki Nishioka, Takafumi Kitagawa, Yuya Saito, Kaito Takabayashi, Akifumi Hagiwara, Akihiko Wada, Toshiaki Akashi, Shigeki Aoki, Tadafumi Kato

脳頭頸部2 <ポスター>

CNS and H&N 2 <Poster >

9:05 - 10:05

Chairs : Hiroshi Oba (Department of Radiology, Teikyo University School of Medicine)

Ryo Kurokawa (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo)

座長 : 大場 洋 (帝京大学医学部放射線科)

黒川 遼 (東京大学大学院医学系研究科 生体物理医学専攻 放射線医学講座)

PS27-1 Evaluation of High-Resolution 3D T1-Weighted Fast Spin Echo with Deep Learning Reconstruction for pituitary imaging

下垂体領域を目的としたDeep Learning Recon併用高分解能3D T1W FSEの基礎的検討

大湯 和彦 (弘前大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門)

Kazuhiko Oyu, Takuma Daimaruya, Yohei Funato, Atsushi Nozaki, Tetsuya Wakayama, Masataka Narita, Shingo Kakeda

PS27-2 Asymmetric Cerebral Peduncle Atrophy: A Simple Diagnostic Clue for Distinguishing Frontotemporal Lobar Degeneration from Alzheimer's Disease

大脳脚の左右差によるアルツハイマー病と前頭側頭葉変性症の鑑別診断の検討

戌亥 章平 (東京大学 医学部 放射線医学講座)

Shohei Inui, Daita Kaneda, Keita Sakurai, Yoshio Hashizume

- PS27-3 Differentiation between intra- and extra-dural paraclinoid aneurysms: comparison between 3D MSDE T1 FSE black-blood and 3D balanced SSPE imaging**
海綿静脈洞-前床突起部動脈瘤硬膜内外の鑑別:3D MSDE black blood T1 FSE像と3D balanced SSFP像の比較
井藤 隆太 (滋賀医科大学医学部放射線科)
Ryuta Ito, Tatsuya Oki, Maya Oki, Masahiro Yoshimura, Shinnosuke Hiratsuka, Makoto Yoshigoe, Yoshiyuki Watanabe
- PS27-4 Grading and assessment of intra-tumor heterogeneity of gliomas using 3D CEST imaging with compressed sensing and sensitivity encoding**
CS-SENSE併用3D CESTイメージングを用いた神経膠腫患者の悪性度鑑別と腫瘍内不均一性の評価
和田 達弘 (九州大学病院 医療技術部 放射線部門)
Tatsuhiko Wada, Osamu Togao, Chiaki Tokunaga, Masami Yoneyama, Masahiro Oga, Kobayashi Koji, Toyoyuki Kato, Hidetake Yabuuchi
- PS27-5 Comparison of DIR-like images and 3D-DIR images**
多発性硬化症におけるDIR類似画像の3D-DIR(CUBE)画像との比較検討
南川 友貴 (長崎北病院 放射線科)
Yuuki Minamikawa, Ryouichi Kodama, Takeshi Ideguchi, Makoto Yonezawa, Makoto Ochi
- PS27-6 Usefulness of pituitary high-resolution 3D MRI using deep-learning-based reconstruction for evaluations in patients with pituitary adenoma**
下垂体腺腫患者の評価における深層学習による再構成を用いた下垂体高解像度3次元MRIの有用性
石本 優香 (弘前大学 医学部 医学研究科 放射線診断学講座)
Yuka Ishimoto, Kazuhiko Oyu, Haruka Nagaya, Soichiro Tatsuo, Yoichiro Ikushima, Atsushi Nozaki, Tetsuya Wakayama, Shingo Kakeda
- PS27-7 Association between white matter lesion based on 3D-T1-weighted images and cognitive function**
3D-T1強調像に基づく大脳白質病変と認知機能との関連
吉田 聖奈 (順天堂大学 医学部 放射線診断学講座)
Seina Yoshida, Koji Kamagata, Yuya Saito, Ilya Ardakani, Wataru Uchida, Kaito Takabayashi, Rinako Iseki, Rui Zou, Moto Nakaya, Akifumi Hagiwara, Toshiaki Akashi, Akihiko Wada, Keigo Shimoji, Yuki Aoyama, Shigeki Aoki

Neurofluid1 <ポスター>

Neurofluid1 <Poster>

10:10 - 11:10

Chairs : Shuheishi Shibukawa (Faculty of Health Science , Department of Radiological Technology, Juntendo University)

Masaya Takahashi (Department of Radiological Technology, Graduate School of Health Science, The Juntendo University)

座長： 渋川 周平 (順天堂大学保健医療学部 診療放射線学科)

高橋 昌哉 (順天堂大学大学院保健医療学・医学研究科 放射線)

PS28-1 **Glymphatic system dysfunction in mood disorders: evaluation using diffusion MRI**

気分障害における glymphatic system 機能不全：拡散MRIを用いた評価

上田 亮 (慶應義塾大学病院 放射線技術室)

Ryo Ueda, Bun Yamagata, Richi Niida, Akira Niida, Jinichi Hirano, Yasuharu Yamamoto, Masaru Mimura

PS28-2 **Alterations in diffusion-tensor imaging analysis along the perivascular space and choroid plexus volume associated with poor sleep quality**

睡眠の質の低下に伴うDTI-ALPSと脈絡叢体積の変化

菊田 潤子 (順天堂大学 医学部 放射線診断学講座)

Junko Kikuta, Koji Kamagata, Yayoi Hayakawa, Toshiaki Taoka, Kaito Takabayashi, Yuya Saito, Wataru Uchida, Hongkai Chen, Seina Yoshida, Keigo Yamazaki, Akihiko Wada, Hideyoshi Kaga, Yoshifumi Tamura, Ryuzo Kawamori, Hirotaka Watada, Shigeki Aoki

PS28-3 **Spatial-Resolution Dependence of Low b-value DTI in Pseudorandom-flow Measurements**

疑似ランダム流計測におけるLow b-value DTIの空間分解能依存性

尾藤 良孝 (富士フイルムヘルスケア株式会社)

Yoshitaka Bito, Hisaaki Ochi

PS28-4 **Glymphatic system function index, choroid plexus volume and lateral ventricle volume change in healthy subjects and Alzheimer's disease continuum**

健常者とAD continuumにおけるGlymphatic system機能指標、側脳室と脈絡叢体積変化の検討

仲谷 元 (順天堂大学 医学部 放射線診断学講座)

Moto Nakaya, Koji Kamagata, Kaito Takabayashi, Akifumi Hagiwara, Christina Andica, Akihiko Wada, Toshiaki Taoka, Shinji Naganawa, Osamu Abe, Shigeki Aoki

PS28-5 **Specific brain changes from iNPH diagnostic scoring and their relationship to ALPS-index.**

iNPH診断スコアリングから見る特異的な脳の変化とALPS-indexとの関連性の解明

長谷川 晋也 (千葉県済生会習志野病院 医療技術部 放射線科)

Shinya Hasegawa, Daisuke Yoshimaru, Mika Takagi, Hisayuki Murai, Norio Hayashi

Chairs : Toshiaki Taoka (Department of Innovative Biomedical Visualization, Nagoya University)

Shoko Hara (Department of Neurosurgery, Tokyo Medical and Dental University)

座長 : 田岡 俊昭 (名古屋大学 革新的生体可視化技術開発産学協同研究講座)

原 祥子 (東京医科歯科大学 脳神経外科)

-
- PS29-1 The effect of drinking on the glymphatic system in young males: Evaluation by diffusion tensor image analysis along the perivascular space (DTI-ALPS)**
若年男性成人におけるアルコール摂取による Glymphatic system への影響 : DTI-ALPS を用いた検討
守田 裕一 (順天堂大学 放射線科)
Yuichi Morita, Koji Kamagata, Takashi Nakanishi, Kaito Takabayashi, Christina Andica, Junko Kikuta, Toshiaki Akashi, Akihiko Wada, Toshiaki Taoka, Shinji Naganawa, Osamu Abe, Shigeki Aoki
- PS29-2 The gBOLD-CSF coupling as a potential objective marker for predicting the development of dementia in healthy elderly subjects**
gBOLD-CSF カップリングは高齢者の認知症発症を予測する客観的指標となりうる
田中 雄也 (順天堂大学大学院 医学研究科 放射線医学教室)
Yuya Tanaka, Koji Kamagata, Yuya Saito, Kaito Takabayashi, Wataru Uchida, Christina Andica, Akifumi Hagiwara, Akihiko Wada, Toshiaki Akashi, Osamu Abe, Shigeki Aoki
- PS29-3 How revascularization affects choroid plexus in patients with moyamoya disease?**
血行再建術がもやもや病の脈絡叢に与える影響
原 祥子 (東京医科歯科大学 脳神経外科)
Shoko Hara, Junko Kikuta, Kaito Takabayashi, Hongkai Chen, Koji Kamagata, Masaaki Hori, Yoji Tanaka, Tadashi Nariai, Shigeki Aoki, Taketoshi Maehara
- PS29-4 Investigation of CSF partial volume effect correction in choroid plexus volume assessment**
脈絡叢体積評価における CSF 部分容積効果補正の検討
高林 海斗 (順天堂大学大学院 医学研究科 放射線診断学講座)
Kaito Takabayashi, Koji Kamagata, Yuya Saito, Wataru Uchida, Christina Andica, Seina Yoshida, Keigo Yamazaki, Rinako Iseki, Takafumi Kitagawa, Moto Nakaya, Akifumi Hagiwara, Toshiaki Akashi, Akihiko Wada, Shigeki Aoki
- PS29-5 Evaluation of Velocity Measurement Accuracy of Microscopic Flow by Q-space Imaging**
MRI に基づく Q 空間画像化法による微速流測定精度の検討
村山 敬太 (東海大学大学院 工学研究科 電気電子工学専攻)
Keita Murayama, Satoshi Yatsushiro, Hideki Atsumi, Takatoshi Sorimachi, Tomohiko Horie, Natsuo Konta, Kagayaki Kuroda
- PS29-6 Observation of AQP4 function in astroglia using td-dMRI**
d-dMRI を用いたアストログリアにおける AQP4 機能の観測
奥 彩乃 (東京都立大学 人間健康科学研究科 放射線科学域)
Ayano Oku, Kanako Muta, Junichi Hata, Noriyuki Kishi, Ryouyuke Nakajima, Taeko Ito, Naoya Hayashi, Hinako Oshiro, Hideyuki Okano

Friday, September 22 12:30 - 13:20

Room 2 (Karuzawa Prince Hotel West, Nagano Hall)

Luncheon Seminar 1

MRI Diagnostic imaging in the AI era [session 01]

ランチョンセミナー1

AI時代のMRI画像診断 (1)

Chair : Katsuyoshi Ito (Department of Radiology, Yamaguchi University Graduate School of Medicine)

座長 : 伊東 克能 (山口大学大学院医学系研究科 放射線医学講座)

Sponsored by Canon Medical Systems Corporation

共催 : キヤノンメディカルシステムズ株式会社

LS01-1 Experience with Vantage Centurian in the Body

Vantage Centurianの軀幹部領域における使用経験

Atsushi Nakamoto (Department of Future Diagnostic Radiology, Osaka University Graduate School of Medicine)

中本 篤 (大阪大学大学院医学系研究科 次世代画像診断学共同研究講座)

LS01-2 The advantage of Super resolution Reconstruction (PIQE) in the cardiovascular

心血管領域における超解像技術 (PIQE) の有用性について

Hideki Ota (Department of Advanced MRI Collaboration Research, Tohoku University Graduate School of Medicine)

大田 英揮 (東北大学大学院医学系研究科 先進MRI共同研究講座)

Friday, September 22 12:30 - 13:20

Room 1 (Karuzawa Prince Hotel West, Sakura Hall)

Luncheon Seminar 2

Advanced Neuro MRI - Further Development of Clinical Applications

ランチョンセミナー2

Advanced Neuro MRI ~さらなる臨床応用の発展へ

Chair : Kei Yamada (Department of Radiology, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kyoto)

座長 : 山田 恵 (京都府立医科大学 放射線医学教室)

Sponsored by Philips Japan, Ltd.

共催 : 株式会社フィリップス・ジャパン

LS02-1 Further development of clinical applications of brain ASL: vessel selective and 4D acquisitions

頭部ASLの臨床応用 - 血管選択、4Dへの展開 -

Osamu Togao (Department of Molecular Imaging and Diagnosis, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University)

梶尾 理 (九州大学大学院医学研究院 分子イメージング・診断学講座)

LS02-2 Clinical application of novel neuro MR techniques

Neuro MR最新技術の臨床応用

Minako Azuma (Department of Radiology, Faculty of Medicine, University of Miyazaki)

東 美菜子 (宮崎大学医学部病態解析医学講座 放射線医学分野)

Friday, September 22 12:30 - 13:20

Room 3 (Karuizawa Prince Hotel West, Kaede Hall)

Luncheon Seminar 3

Beyond Today: New Experience with "AIR"

ランチョンセミナー3

もう以前の検査にはもどれない？ "AIR"がもたらす次世代のMRI検査

Chair : Toshinori Hirai (Department of Diagnostic Radiology, Kumamoto University)

座長 : 平井 俊範 (熊本大学大学院 生命科学研究部 放射線診断学講座)

Sponsored by GE HealthCare Japan
共催 : GEヘルスケア・ジャパン株式会社

LS03-1 Frontier of Deep Learning Reconstruction: Neuro MRI with Ultra-high Spatial Resolution

Deep Learning Reconstructionの新展開 : 脳神経領域の超高空間分解能への挑戦

Shingo Kakeda (Department of Radiology, Hirosaki University Graduate School of Medicine)

掛田 伸吾 (弘前大学大学院医学研究科 放射線診断学講座)

LS03-2 Improvement of Quality and Efficiency of MR study with "AIR"

AIRの進化がもたらす、検査クオリティの向上と効率化

Takayuki Masui (Seirei Social Welfare Community Seirei Hamamatsu General Hospital)

増井 孝之 (社会福祉法人 聖隷福祉事業団 聖隷浜松病院)

Friday, September 22 12:30 - 13:20

Room 4 (Karuizawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

Luncheon Seminar 4

MR image analysis using AI technology

ランチョンセミナー4

AI支援によるMRI画像解析

Chair : Shigeki Aoki (Department of Radiology, Juntendo University Graduate School of Medicine)

座長 : 青木 茂樹 (順天堂大学大学院医学研究科 放射線診断学講座)

Sponsored by GE Healthcare Pharma
共催 : GEヘルスケアファーマ株式会社

LS04-1

Kohsuke Kudo (Department of Diagnostic Imaging, Hokkaido University Faculty of Medicine)

工藤 與亮 (北海道大学大学院 医学研究院 画像診断学教室)

Friday, September 22 12:30 - 13:20 Room 6 (Karuizawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall F)

Luncheon Seminar 5

Paradigm shift in cardiac MRI

ランチョンセミナー5

心臓MRIのパラダイムシフト

Chair : Noriko Oyama-Manabe (Professor, Department of Radiology, Jichi Medical University Saitama Medical Center)

座長 : 真鍋 徳子 (自治医科大学附属さいたま医療センター放射線科 教授)

Sponsored by Siemens Healthcare K.K.

共催 : シーメンスヘルスケア株式会社

LS05-1 Clinical Potential of Cardiac MRI: Insights from a Specialized Cardiology Institution

循環器専門病院が考える診療に役立つ心臓MRI

Naokazu Mizuno (Department of Radiology, Sakakibara Heart Institute)

水野 直和 (榊原記念病院 放射線科)

LS05-2 Clinical Potential of Cardiac MRI: Insights from a Specialized Cardiology Institution

循環器専門病院が考える診療に役立つ心臓MRI

Yuka Otaki (Department of Radiology, Sakakibara Heart Institute)

大滝 裕香 (榊原記念病院 放射線科)

Saturday, September 23 12:10 - 13:00 Room 2 (Karuizawa Prince Hotel West, Nagano Hall)

Luncheon Seminar 6

MRI Diagnostic imaging in the AI era [session 02]

ランチョンセミナー6

AI時代のMRI画像診断 (2)

Chair : Satoshi Goshima (Department of Radiology, Hamamatsu University School of Medicine)

座長 : 五島 聡 (浜松医科大学 放射線診断学講座)

Sponsored by Canon Medical Systems Corporation

共催 : キヤノンメディカルシステムズ株式会社

LS06-1 Preliminary experiments of "PIQE" in the field of Musculoskeletal Imaging.

BasicにもUniqueにも -PIQE × 骨軟部領域の初期経験-

Asako Yamamoto (Department of Radiology, Teikyo University School of Medicine)

山本 麻子 (帝京大学医学部 放射線科学講座)

LS06-2 3T and 1.5T MR Systems by Canon Medical Systems: State-of-the-Art MR Techniques and Their Clinical Evidences

キヤノンメディカルシステムズ 3Tおよび1.5T MR装置における最新技術と臨床エビデンス

Yoshiharu Ohno (Department of Diagnostic Radiology, Fujita Health University School of Medicine)

大野 良治 (藤田医科大学医学部 放射線診断学)

Saturday, September 23 12:10 - 13:00

Room 1 (Karuzawa Prince Hotel West, Sakura Hall)

Luncheon Seminar 7

Women's imaging Tips for your next step up

ランチョンセミナー7

Women's imaging - ステップアップのためのTips -

Chair : Shinya Fujii (Division of Radiology, Department of Multidisciplinary Internal Medicine, Faculty of Medicine, Tottori University)

座長 : 藤井 進也 (鳥取大学医学部 統合内科医学講座 画像診断治療学分野)

Sponsored by Guerbet Japan KK

共催 : ゲルベ・ジャパン株式会社

LS07-1 Breast MRI - Use of information from perfusion imaging

『乳房MRI ~灌流画像からの情報を使いこなす』

Naoko Mori (Department of Radiology, Akita University Graduate School of Medicine)

森 菜緒子 (秋田大学大学院医学系研究科 放射線医学講座)

LS07-2 MR of the Female Pelvis ~ imaging and diagnosis ~

婦人科MRI ~撮影の工夫と診断のポイント~

Satomi Kitai (The Cancer Institute Hospital, Diagnostic Imaging Department)

北井 里実 (癌研有明病院 画像診断部)

Saturday, September 23 12:10 - 13:00

Room 3 (Karuzawa Prince Hotel West, Kaede Hall)

Luncheon Seminar 8

Expansion of DeepResolve in Body and Oncology Imaging

ランチョンセミナー8

体幹部領域におけるDeepResolveの拡張

Chair : Katsuyoshi Ito (Professor, Department of Radiology, Yamaguchi University Graduate School of Medicine)

座長 : 伊東 克能 (山口大学大学院医学系研究科 放射線医学講座 教授)

Sponsored by Siemens Healthcare K.K.

共催 : シーメンスヘルスケア株式会社

LS08-1 Usefulness of diffusion-weighted images using Deep Learning Reconstruction

Deep Learning Reconstruction を用いた拡散強調画像の有用性

Hirofumi Koike (Department of Radiological Sciences, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences)

小池 玄文 (長崎大学病院放射線科)

LS08-2 Advances in MRI using deep learning: Tips for better images in abdomen

ここまできた深層学習を用いたMRIの進歩~腹部MRIで使用する際のポイント

Yasunari Fujinaga (Professor, Department of Radiology, Shinshu University School of Medicine)

藤永 康成 (信州大学医学部 画像医学教室 教授)

Saturday, September 23 12:10 - 13:00

Room 4 (Karuizawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

Luncheon Seminar 9

New Topics of FUJIFILM MRI; The Fusion of AI and MRI Technology Creates a New Trends

ランチョンセミナー9

新たな潮流を作り出すAIとMRI技術の融合

Chair : Minako Azuma (Department of Radiology, Faculty of Medicine, University of Miyazaki)

座長 : 東 美菜子 (宮崎大学医学部 病態解析医学講座 放射線医学分野)

Sponsored by FUJIFILM Healthcare Corporation

共催 : 富士フイルムヘルスケア株式会社

LS09-1 New Wide bore 1.5T-MRI; the Feature and New Technology of ECHELON Synergy ECHELON Synergyの特長と最新技術

Katsusuke Kyotani (Radiation Diagnostic Systems Division, FUJIFILM Healthcare Corporation)

京谷 勉輔 (富士フイルムヘルスケア株式会社 放射線診断事業部)

LS09-2 Utilization of Tissue Specific Mapping generated by AI and synthetic MRI AIと定量的MRIで拓く組織特異的マップの実用化

Masafumi Harada (Department of Radiology, Graduate School of Biomedical Sciences, Tokushima University)

原田 雅史 (徳島大学大学院 医歯薬学研究部 放射線医学分野)

Saturday, September 23 12:10 - 13:00

Room 5 (Karuizawa Prince Hotel West, Chikuma C)

Luncheon Seminar 10 / ランチョンセミナー10

Chair : Daisuke Utsunomiya (Department of Diagnostic Radiology, Graduate School of Medicine, Yokohama City University)

座長 : 宇都宮 大輔 (横浜市立大学 大学院 医学研究科 放射線診断学 教室)

Sponsored by Eisai Co.,Ltd / Bracco Japan Co.,Ltd

共催 : エーザイ株式会社 / ブラッコ・ジャパン株式会社

LS10-1 Fundamentals of Cardiac MRI that you can't ask now

今さら聞けない心臓MRIのキホン

Tomoyuki Kido (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, Ehime University)

城戸 倫之 (愛媛大学大学院 医学系研究科放射線医学)

Sunday, September 24 12:20 - 13:10

Room 2 (Karuizawa Prince Hotel West, Nagano Hall)

Luncheon Seminar 11 / ランチョンセミナー 11

Chair : Yukio Miki (Professor, Department of Diagnostic and Interventional Radiology Graduate School of Medicine, Osaka Metropolitan University)

座長 : 三木 幸雄 (大阪公立大学大学院医学研究科 放射線診断学 教授・IVR学)

Sponsored by Bayer Yakuhin, Ltd.

共催 : バイエル薬品株式会社

LS11-1 Image Diagnosis of Cerebrospinal fluid Circulation Abnormality: from Cerebrospinal Fluid Leakage and Idiopathic Normal Pressure Hydrocephalus to the Significance of Perivascular Space obtained by Community-dwelling Population Based Cohort Study.

脳脊髄液循環異常の画像診断

～脳脊髄液漏出症・特発性正常圧水頭症から住民コホート研究で見た血管周囲腔の意義まで～

Masafumi Kanoto (Professor of Department of Radiology, Division of Diagnostic Radiology Yamagata University Graduate School of Medical Science)

鹿戸 将史 (山形大学医学部 放射線医学講座 放射線診断学分野 教授)

Sunday, September 24 12:20 - 13:10

Room 1 (Karuizawa Prince Hotel West, Sakura Hall)

Luncheon Seminar 12

The revolutionary world of diagnostic imaging with 5T MRI

ランチョンセミナー 12

5T MRIがもたらす革新的な画像診断の世界

Chair : Kei Yamada (Department of Radiology, Kyoto Prefectural University of Medicine)

座長 : 山田 恵 (京都府立医科大学放射線医学教室)

Sponsored by United Imaging Healthcare Japan

共催 : ユナイテッドイメージングヘルスケアジャパン株式会社

LS12-1 Introduction of advanced technology of 5T MRI

5T MRIの先端技術のご紹介

Tsubasa Kaji (United Imaging Healthcare Japan)

鍛冶 翼 (ユナイテッドイメージングヘルスケアジャパン)

LS12-2 The Advantages of 5T MRI in Medical Imaging.

Yaou Liu (Department of Radiology, Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University)

Sunday, September 24 12:20 - 13:10

Room 3 (Karuizawa Prince Hotel West, Kaede Hall)

Luncheon Seminar 13

Progress in MRI Examination for Patients with Cardiac Implantable Devices

ランチョンセミナー13

心臓植込みデバイス患者のMRI検査の進展

Chair : Kagayaki Kuroda (School of Information Science and Technology and Engineering, Tokai University)

座長 : 黒田 輝 (東海大学情報理工学部)

Sponsored by Japan Lifeline Co., Ltd

共催 : 日本ライフライン株式会社

LS13-1 Concept of MRI Safety Management: From Static Magnetic Field to RF

MRI安全管理の考え方 : 静磁場からRFへ

Shigeki Aoki (Department of Radiology, Juntendo University School of Medicine)

青木 茂樹 (順天堂大学医学部放射線医学教室)

LS13-2 Current Status and Future Prospects of MRI Examination for Patients with Cardiac Implantable Devices

心臓植込みデバイス患者のMRI検査の現状と今後の展望

Haruhiko Abe (Department of Heart Rhythm Management, School of Medicine, University of Occupational and Environmental Health, Japan)

安部 治彦 (産業医科大学不整脈先端治療学講座)

Sunday, September 24 12:20 - 13:10

Room 4 (Karuizawa Prince Hotel West, Chikuma A+B)

Luncheon Seminar 14

PET/MR: Today and Tomorrow

ランチョンセミナー14

PET/MRの現在、そしてこれから

Chair : Hidehiko Okazawa (Biomedical Imaging Research Center, University of Fukui)

座長 : 岡沢 秀彦 (福井大学 高エネルギー医学研究センター)

Sponsored by GE HealthCare Japan

共催 : GEヘルスケア・ジャパン株式会社

LS14-1 Potential and prospects of central nervous system imaging using PET/MR

PET/MRを活用した中枢神経系画像診断の可能性と展望

Yasutaka Fushimi (Department of Diagnostic Imaging and Nuclear Medicine, Kyoto University Graduate School of Medicine)

伏見 育崇 (京都大学大学院医学研究科 放射線医学講座 (画像診断学・核医学))

LS14-2 Review and Future Prospects of the Integrated PET/MRI System, Celebrating the 10th Year in Japan

本邦で10年目を迎えたPET/MRI一体型装置のふり返りと未来展望

Munenobu Nogami (Department of Radiology, Kobe University Hospital/Biomedical Imaging Research Center, University of Fukui)

野上 宗伸 (神戸大学医学部附属病院 放射線部/福井大学 高エネルギー医学研究センター)

Sunday, September 24 12:20 - 13:10 Room 6 (Karuizawa Prince Hotel West, Asama International Conference Hall F)

Luncheon Seminar 15

MRI Diagnostic imaging in the AI era [session 03]

ランチョンセミナー 15

AI時代のMRI画像診断 (3)

Chair : Osamu Abe (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, University of Tokyo)

座長 : 阿部 修 (東京大学大学院医学系研究科 生体物理医学専攻 放射線医学講座 放射線診断学分野)

Sponsored by Canon Medical Systems Corporation

共催 : キヤノンメディカルシステムズ株式会社

LS15-1 Latest trends on quantitative evaluation and our future prospect using DLR

定量評価の最新動向とDLRを用いた将来への展望

Akifumi Hagiwara (Department of Radiology, Juntendo University School of Medicine)

萩原 彰文 (順天堂大学医学部 大学院医学研究科 放射線診断学講座)

LS15-2 Clinical Advances in AI and Novel Multi-Parametric Approach

Marin A McDonald (Department of Radiology, University of California San Diego, USA)

Saturday, September 23 7:50 - 8:40

Room 2 (Karuizawa Prince Hotel West, Nagano Hall)

Morning Seminar 1

Cardiac MR imaging - a daily practical technique

モーニングセミナー 1

明日から実践! -今求められる心臓MRイメージング

Chair : Noriko Oyama-Manabe (Department of Radiology, Jichi Medical University Saitama Medical Center)

座長 : 真鍋 徳子 (自治医科大学総合医学第一講座放射線科)

Sponsored by Ziosoft, Inc. / AMIN Co.,Ltd.

共催 : ザイオソフト株式会社 / アミン株式会社

MS01-1 One-stop shopping from cardiac MRI imaging to analysis

ワンストップショッピングで行う心臓MRI撮像から解析まで

Keita Fukushima (Section of Radiology, Kyorin University Hospital)

福島 啓太 (杏林大学医学部附属病院 放射線部)

MS01-2 A Beginner's Roadmap to Cardiac MRI Analysis and Diagnosis: Unraveling the Techniques

やってみよう! 心臓MRIの解析と診断

Yasutoshi Ohta (Department of Radiology, National Cerebral and Cardiovascular Center)

太田 靖利 (国立循環器病研究センター 放射線部)

Saturday, September 23 7:50 - 8:40

Room 1 (Karuizawa Prince Hotel West, Sakura Hall)

Morning Seminar 2 / モーニングセミナー2

Chair : Yoshihiko Fukukura (Professor, Department of Radiology, Division of Diagnostic Radiology Kawasaki Medical School)

座長 : 福倉 良彦 (川崎医科大学 放射線診断学教室 教授)

Sponsored by Bayer Yakuhin, Ltd.

共催 : バイエル薬品株式会社

MS02-1 The Key to Prostate Cancer MRI Diagnosis (Beyond What's Written in Imaging Textbooks): Insights from Comparing Over 2000 Cases with Radical Prostatectomy Pathology

(画像診断教科書に書いていない) 前立腺癌MRI診断のキモ
- 前立腺MRIと全摘病理対比2000例超からわかったこと -

Kazuhiro Katahira (Manager of department of Radiology, Kumamoto Chuo Hospital)

片平 和博 (熊本中央病院 放射線科 部長)

Saturday, September 23 7:50 - 8:40

Room 3 (Karuizawa Prince Hotel West, Kaede Hall)

Morning Seminar 3

New Horizon of MRI

モーニングセミナー3

MRIの新たな展開を見つめて

Chair : Takamichi Murakami (Department of Radiology, Kobe University)

座長 : 村上 卓道 (神戸大学大学院医学研究科 内科系講座放射線診断学分野)

Sponsored by Philips Japan, Ltd.

共催 : 株式会社フィリップス・ジャパン

MS03-1 MR Imaging in Prostate Cancer: Toward Clinical Application of the Latest Technology

前立腺癌のMRI診断 : 最新技術の臨床応用に向けた取り組み

Tsutomu Tamada (Department of Radiology, Division of Diagnostic Radiology, Kawasaki Medical School)

玉田 勉 (川崎医科大学 放射線診断学教室)

MS03-2 Exploring the Outstanding Performance and Potential of MRI - MR7700: Clinical and Research Innovation

MRIの比類なきパフォーマンスと可能性を求めて～ MR7700 : 臨床・研究での革新性～

Satoshi Goshima (Department of Radiology, Hamamatsu University School of Medicine)

五島 聡 (浜松医科大学 放射線診断学講座)

Sunday, September 24 8:00 - 8:50

Room 3 (Karuizawa Prince Hotel West, Kaede Hall)

Morning Seminar 4

7T MRI for Advancing Neuro Imaging

モーニングセミナー4

7T MRIによるNeuro Imagingの進歩

Chair : Osamu Abe (Department of Radiology, Graduate School of Medicine, University of Tokyo)

座長 : 阿部 修 (東京大学大学院医学系研究科 生体物理医学専攻 放射線医学講座)

Sponsored by GE HealthCare Japan
共催 : GEヘルスケア・ジャパン株式会社

MS04-1 New SIGNA 7T System for Advancing Neuro MRI

新しいSIGNA 7TシステムによるNeuro MRIの進歩

Kenichi Ueno (RIKEN Center for Brain Science)

上野 賢一 (理化学研究所 脳神経科学研究センター)

Friday, September 22 17:20 - 18:10

Room 2 (Karuizawa Prince Hotel West, Nagano Hall)

Evening Seminar 1

How AI Technology Guides Clinical MRI

イブニングセミナー1

AI技術は臨床MRIをどのように導くか

Chair : Kosuke Kudo (Department of Diagnostic Imaging, Hokkaido University)

座長 : 工藤 與亮 (北海道大学 アイソトープ総合センター長)

Sponsored by Philips Japan, Ltd.
共催 : 株式会社フィリップス・ジャパン

ES01-1 Acceleration and High-Resolution Imaging of Brain/Head and Neck MRI ~ The Next Development of SmartSpeed ~

頭部・頭頸部MRIの高速化と高精細化~ SmartSpeedの次なる発展~

Noriyuki Fujima (Department of Diagnostic and Interventional radiology, Hokkaido University Hospital)

藤間 憲幸 (北海道大学病院 放射線診断科)

ES01-2 Pushing the Limits of MRI: Clinical Applications of the Breakthrough Technique SmartSpeed in Body MRI

MRIの限界に挑戦

体幹部MRIのブレークスルー SmartSpeedを用いた臨床応用

Kazuhiro Katahira (Department of Radiology, Kumamoto Chuo Hospital)

片平 和博 (国家公務員共済組合連合会 熊本中央病院 放射線診断科)

Friday, September 22 17:20 - 18:10

Room 3 (Karuzawa Prince Hotel West, Kaede Hall)

Evening Seminar 3

Clinical Value and Future Prospects of 1.5T-MRI in a Neurosurgical

イブニングセミナー3

脳神経外科病院における1.5T-MRIの臨床価値と将来展望

Chair : Kuniaki Harada (Department of Radiological Sciences, Faculty of Health Sciences, Japan Healthcare University)

座長 : 原田 邦明 (日本医療大学 保健医療学部 診療放射線学科)

Sponsored by FUJIFILM Healthcare Corporation

共催 : 富士フイルムヘルスケア株式会社

ES03-1 Effective Use of Routine Clinical Practice and Advanced imaging (ASL and QSM)

日常診療と先進イメージング (ASL、QSM) の有効活用

Junpei Suzuki (Department of Radiology, Kashiwaba Neurosurgical Hospital)

鈴木 淳平 (社会医療法人 柏葉会 柏葉脳神経外科病院 放射線科)

ES03-2 Neurosurgeons' Perspective on QSM

脳神経外科医からみたQSMの有用性

Hitoshi Matsuzawa (Center for Advanced Medicine & Clinical Research, Kashiwaba Neurosurgical Hospital)

松澤 等 (社会医療法人 柏葉会 柏葉脳神経外科病院 先端医療研究センター)

Friday, September 22 15:10 - 16:00

Room 3 (Karuzawa Prince Hotel West, Kaede Hall)

Sponsored Seminar

PEDIATRIC IMAGING: Key Points for Appropriate Clinical Use of MRI

スポンサードセミナー

小児の画像診断 : MRI 適正使用のポイント

Chairs : Kumiko Nozawa (Department of Radiology, Kanagawa Children's Medical Center)

Yoshito Tsushima (Department of Radiology and Nuclear Medicine Gunma University School of Medicine)

座長 : 野澤 久美子 (神奈川県立こども医療センター 放射線科)

対馬 義人 (群馬大学大学院医学系研究科 放射線診断核医学分野)

Sponsored by Guerbet Japan. KK

共催 : ゲルベ・ジャパン株式会社

Topics Safety information of gadolinium-based contrast agents: Recent topics

Gd造影剤安全性情報 最近の話題

Yoshito Tsushima (Department of Radiology and Nuclear Medicine Gunma University School of Medicine)

対馬 義人 (群馬大学大学院医学系研究科 放射線診断核医学分野)

SS01-1 PEDIATRIC IMAGING: Points of caution - focusing on Bone and Soft Tissue lesions and Fetal MRI

小児の画像診断 注意すべきポイント~骨軟部病変・胎児MRIを中心に

Osamu Miyazaki (Department of Diagnostic Radiology, National Center for Child Health and Development)

宮崎 治 (国立成育医療研究センター 放射線診断科)

SS01-2 Utilization of Pediatric MRI: Aiming for Child-Friendly Diagnostic Imaging

小児MRIの活用：こどもに優しい画像診断をかなえるために

Noriko Aida (Department of Radiology, Kanagawa Children's Medical Center)

相田 典子 (神奈川県立こども医療センター 放射線科)

Special Lecture

特別講演

SL01-1 Pioneering the MRI world: from Data Analysis to the World of Data Science.

MRI研究の先端を往く：データ分析からデータサイエンスの世界へ

青木 茂樹^{1,2}, 孫 哲¹, 下地 啓五², 増谷 佳孝³, 高橋 昌哉⁴,
徳田 慶太¹, 鎌形 康司²

¹ 順天堂大学 健康データサイエンス学部, ² 順天堂大学 医学研究科 放射線診断学,
³ 東北大学 医学系研究科 保健学専攻 画像情報学, ⁴ 順天堂大学 保健医療学部

Shigeki Aoki^{1,2}, Zhe Sun¹, Keigo Shimoji², Yoshitaka Masutani³,
Masaya Takahashi⁴, Keita Tokuda¹, Koji Kamagata²



MRIは、臨床から基礎医学、さらに生命科学の多岐にわたる領域で非常に有効な診断手段として成熟してきました。この進歩は各専門領域の交点で特に顕著であり、独自の革新を生み出しています。データサイエンスは、ビッグデータ解析からAIの開発に至るまでの実践的応用で、各領域で顕著な成果を上げています。MRIにデータサイエンスの先進技術を組み込むことで、MRIの新たな展望が切り開かれるでしょう。私のキャリアは、40年にわたりMRIの革新的技術の臨床応用に関する最前線の研究に捧げられてきました。神経放射線学の立場から、MRI技術の新しい地平を絶えず探求してきました。研究の魅力は、既存の知識に縛られることなく、新しいアイデアや他領域の方法論を取り入れることで、予期しない結果や画像を得るという刺激的な経験、すなわち『ワクワク感』にあります。データサイエンスは統計学とコンピュータエンジニアリングの融合から生まれた新領域であり、MRIではAIを活用した高度なフィッティングの高速化やデジタルシミュレーションとの統合を通じて、未来の医療の多岐にわたる可能性が広がっています。

略歴

1984年 東大医卒. 東大放射線科入局 1987年 UCSF 留学. 1995年 山梨医大放射線部助教授
2000年 東大放射線科助教授. 2008年 順天堂大学大学院医学研究科 放射線医学主任教授
2012年 医師国家試験委員長. 2018-20年 日本磁気共鳴医学会理事長. 2020年 日本医学放射線学会理事長 2020年 79回
医学放射線学会総会会長 2023年 第31回医学会総会展示委員長 2023年 順天堂大学健康データサイエンス学部長 (兼任)

役職・委員会等 (現)

日本医学放射線学会理事長
厚労省：中医協技術評価委員、薬価算定組織委員、医療機器 SaMD WG 議長
日本医学会連合 理事 / 日本医学会 幹事
日本学術会議連携会員、医療系大学間共用試験実施評価機構委員
ISMRM Senior fellow, Honorary member of French Society of Radiology

賞：ベルツ賞 (2007)、ASNR・RSNA Magna Cum Laude 等

業績：h-index 61、英文論文 約500、Citation 12000。

専門：放射線医学、脳科学、画像解析、最近はデータサイエンス、AI

著書

よくわかる脳MRI 1-4版

所見からせまる脳MRI 1-2版

等

SL01-2 History of MRI reviewed by multiple perspectives

MRIの歴史：多様な側面からの概観

巨瀬 勝美

株式会社エムアールアイシミュレーションズ

Katsumi Kose

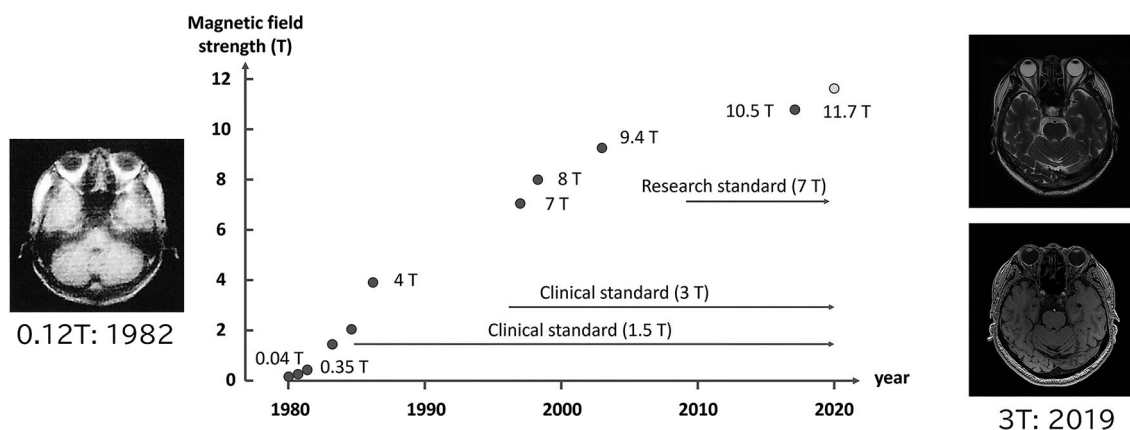


MRIの原理が1973年にPaul Lauterburにより提案されてから約50年が経過した。本講演では、MRIの歴史を、(1)ハードウェアの歴史、(2)撮像手法の歴史、(3)画像コントラストの歴史、という3つの側面からレビューし、最後に、本邦におけるMRI開発の歴史的記録の集約を試みたJapan MRI historyのサイトについて簡単に紹介したい。

ハードウェアの歴史に関しては、磁石、グラジエントコイル、RFコイルの主要なユニットの歴史について紹介する。Fig.1(a)に示すように、全身用MRIの静磁場強度は、1980年の世界初の実用的レベルの画像が取得されたAberdeen大学の0.04Tから、1980年代初頭には、0.15T、0.35Tへと推移し、1983年には、GE社から1.5Tの良好な画像が発表された。その後、0.35TとのField strength warを経て、1.5Tの磁場が臨床用MRIの標準的静磁場となった。1980年代半ば過ぎには、4TのMRIも試作されたが、1990年代半ば頃より、3Tの静磁場を有するMRIの導入が始まり、2000年頃から3Tが標準的静磁場となった。2010年頃から、7Tの静磁場を臨床撮像に使う動きが始まったが、世代交代は実現せず、7T-MRIは、主に研究用に使用されている。グラジエントコイルは、当初、遮蔽のない最大1mT/m程度のもので使用されていたが、1980年代後半から、能動遮蔽型のもので使用され始め、強度は最大10mT/m程度が標準となった。その後、最大強度20~40mT/mが標準となってEPIが実用化され、DTIやfMRIが普及した。そして現在では、最大強度80~100mT/mのもので使用され始めている。1.5T以上における撮像が可能となったのは、主にバードケージ型RFコイルの発明による。これは、現在では主に送信コイルに使用されている。一方、受信コイルは、表面コイルと、それを効果的に配置したアレイコイルが主流となり、パラレルイメージングと共に使用されている。撮像法の歴史は高速化の歴史であり、EPI、マルチスライス、高速グラジエントエコー法、高速スピンエコー法、非カーテシアンサンプリング、パラレルイメージング、圧縮センシング、SMS、MRF、深層学習再構成の手法などが中心となって発展してきた。これらの手法は、高磁場化、グラジエントの高強度化・高速化、RFコイルの高感度化、多チャンネル化などをベースに発展してきた。

画像コントラストの歴史は、当初、緩和時間コントラストとして、PDW、T1W、T2W、FLAIRが標準となり、その後、T2*W画像などが加わった。血流を可視化するMRAとして、当初はPC-MRAとTOF-MRAが提案されたが、TOF-MRAが標準となり、その後、造影剤を注入した造影MRAが広く流行した。また、それに対する非造影MRAや、PC-MRAを多次元・高速化した4D-Flowが使われるようになった。また、1980年代の終わり頃から、fMRI、DWI、DTI、perfusion、MTC、Elastography、温度マッピング、CEST、SWI、QSM、超偏極などの手法も開発され、これらの画像コントラストを通して、多様な情報が得られるようになった。

このような手法の開発と並行して、計測される物理量の定量化が進められているが、vendor間、機種間、シーケンス間の互換性などが大きな問題となっている。これは、パルスシーケンスも含めた撮像手法が、秘匿されていることが大きな問題の一つである。そこで、このような問題の解決には、実機をベースにした標準化には、ハードウェアの特性が影響するため限界があり、数理的・数値的なシミュレーションをベースにしたMR撮像の標準化・定量化が必要である。そして、このためには、これらの手法の標準化も欠かせないと思われる。



略歴

1953年生まれ

1981年 東京大学大学院理学系研究科博士課程修了。理学博士の学位取得。東京芝浦電気株式会社入社。総合研究所配属。国産初の人体用MRIの開発に従事

1986年 筑波大学物理工学系講師着任

1994年 同助教授昇任

2000年 同教授昇任

2018年 同定年退職。株式会社エムアールアイシミュレーションズ代表取締役就任現在に至る。

2010年 第38回日本磁気共鳴医学会大会大会長

2014年~2016年 第14代日本磁気共鳴医学会会長

SL02 AI aided brain age service to people who are at risk of dementia

會 文毅

National Taiwan University & AcroViz

Wen-Yih Tseng



Brain age is a metric which indicates the aging status of the brain. It emerged with the advancement of AI technology in the past ten years. Brain age is an output of a mathematical model which is trained by an AI algorithm using hundreds to thousands of brain MRI data of cognitively normal people from young to old age. The algorithm builds a model that fit the temporal change of brain structures across lifespan. Once the model is trained and validated, it can be used to predict the age of a novel person merely based on the person's MRI data. The predicted age, named brain age, is contrasted from chronological age by its genuine nature to reflect the aging status of the brain. Multiple studies have reported advanced or accelerated brain age in various diseases ranging from neurological diseases (i.e. traumatic brain injury, mild cognitive impairment, Alzheimer's disease (AD), Parkinson disease, epilepsy), psychiatric diseases (i.e. schizophrenia, depression, anxiety), to metabolic disorders (i.e. obesity, type II diabetes mellitus). Interestingly, most of the diseases with elevated brain age are of high risk of dementia. In our studies, we found that cardiovascular risk factors and cognitive ability are mediated by brain age. It implies that lifestyle factors influence the cognitive function via brain age. We further found that brain age is associated with dementia severity as assessed by clinical dementia rating (CDR), suggesting the potential value of brain age in confirming dementia. In patients with very mild dementia (i.e. CDR = 0.5), brain age is associated with cognitive outcomes; older brain age signifies higher susceptibility to cognitive decline or AD conversion in 2 to 3 years. Moreover, brain age is associated with cognitive outcomes after 2 years of cholinesterase inhibitor treatment in patients with very mild dementia. Patients with older brain age have higher probability of been unresponsive to the treatment. Therefore, brain age might facilitate the clinical trials of novel therapeutics for patients with very mild dementia. In the era of super-aging society, brain age may also serve as a brain health metric to help people improve lifestyle to prevent dementia.

Professor Wen-Yih Isaac Tseng is a Co-founder and Chief Executive Officer of AcroViz Inc. AcroViz provides AI-powered medical device to assess and predict cognitive decline. He is adjunct Professor of Medical Device and Imaging at National Taiwan University College of Medicine (NTUCM), and adjunct visiting doctor of Medical Imaging, National Taiwan University Hospital (NTUH). He got M.D. degree at the NTUCM in 1987, and received residency training in the Department of Radiology at NTUH. He got PhD of Radiological Science and Technology at the Massachusetts Institute of Technology in 1999. He is a board certified radiologist with the major clinical expertise in cardiovascular magnetic resonance imaging (MRI). His research interests include development of novel MRI techniques to quantify heart and brain structure and function, and application of viable techniques to clinical studies. His works on diffusion MRI in cardiac mechanics and brain connectomics are recognized as one of the pioneers in the world. His current research focuses on: 1. advanced MRI techniques for brain structure and function, and 2. neuroimaging biomarkers for cognitive decline and mental disorders. Professor Tseng has published 202 peer-reviewed papers, 403 conference papers, 200 Speeches, 3 Book chapters & 16 patents.

Symposium

シンポジウム

KS-1 Characterizing White Matter Alterations in Neurodegenerative Diseases with Fixel-Based Analysis

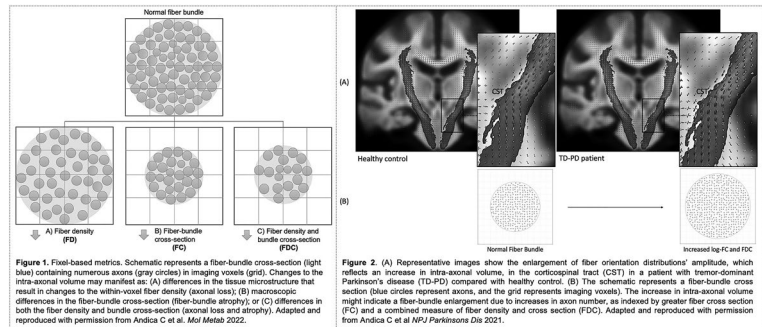
Fixel-based analysisによる神経変性疾患における白質微細構造変性評価

アンディカ クリステイーナ^{1,2}

¹順天堂大学 健康データサイエンス学部, ²順天堂大 大学院医学研究科 放射線診断学講座

Andica Christina^{1,2}

Understanding microstructural alterations in brain tissue is crucial for diagnosing and tracking the progression of neurodegenerative diseases, and gaining insights into the underlying mechanisms of these pathologies. While diffusion tensor imaging has emerged as the gold standard for investigating brain microstructure, its capability to accurately model complex fiber architecture, particularly in white matter regions with intricate patterns such as crossing or kissing fibers, remains limited. Furthermore, the microstructural and morphological white matter changes associated with neurodegenerative processes might further complicate the crossing fiber issue. Fixel-based analysis (FBA), a recent advancement in neuroimaging, offers distinct advantages over the tensor model. This framework facilitates more accurate mapping of white matter complex fiber configurations by quantifying white matter-specific individual fiber population within a voxel, termed "fixel." FBA-derived metrics capture distinctions in fiber density and fiber-bundle cross-sectional size, reflecting changes at both microstructural and macrostructural levels, respectively (Figure 1). This abstract provides an overview of FBA's applications in characterizing white matter alterations associated with various neurodegenerative diseases. In Parkinson's disease (PD), FBA has demonstrated potential neural reorganization in patients with tremor-dominant PD (Figure 2). Additionally, it has revealed white matter fiber tract-specific neurodegeneration in PD patients with GBA gene mutations, which are associated with glucocerebrosidase deficiency and alpha-synuclein accumulation. Furthermore, using FBA, we showed substantial axonal loss and atrophy in older adults with metabolic syndrome and early axonal loss without fiber bundle morphological changes in those with premetabolic syndrome within the white matter tracts are crucial to cognitive and motor functions. FBA also clarifies the association between executive dysfunction, abdominal obesity, hyper-low-density lipoprotein cholesterolemia, smoking habit, and compromised white matter neural tissue microstructure in metabolic syndrome.



KS-2 Glymphatic system: from bench to clinic

Seung Hong Choi

Department of Radiology, Seoul National University Hospital

The glymphatic system is a term used to describe a brain clearance mechanism that was first proposed in 2012 by researchers at the University of Rochester Medical Center. It is a functional waste clearance pathway that operates in the central nervous system, specifically in the brain. The term "glymphatic" is a combination of "glial" and "lymphatic," which refers to the involvement of glial cells and the system's similarity to the lymphatic system in terms of its function. Glial cells, particularly astrocytes, play a crucial role in supporting and maintaining the brain's functions, and they are involved in various processes, including waste clearance. The glymphatic system's primary function is to remove waste products, including toxic proteins and metabolic byproducts, from the brain's interstitial fluid (the fluid that surrounds brain cells). This waste clearance process is vital for maintaining brain health and preventing the accumulation of harmful substances that could potentially lead to neurodegenerative diseases. The glymphatic system relies on the flow of cerebrospinal fluid (CSF) through the brain tissue, facilitated by the unique structure of astrocytes. During sleep, the glymphatic system becomes more active, allowing the efficient clearance of waste materials, including beta-amyloid and tau proteins, which are associated with Alzheimer's disease.

The glymphatic system's visualization using traditional MRI (Magnetic Resonance Imaging) techniques is challenging because it involves tracking the flow of cerebrospinal fluid (CSF) through the brain tissue, which is a relatively slow process. Standard MRI has limited sensitivity to detect this slow fluid movement. The use of diffusion-weighted imaging (DWI) and MRI using contrast agents has shown promise in helping researchers better understand the glymphatic system's dynamics and its relationship with neurodegenerative diseases.

During sleep, the glymphatic system's activity increases, allowing the clearance of toxic waste products, such as beta-amyloid and tau proteins, from the brain's interstitial fluid. These waste products are associated with neurodegenerative diseases, including Alzheimer's disease. Therefore, understanding the glymphatic system's function during sleep could provide valuable insights into brain health and potential links to neurodegenerative disorders. Researchers have been using various imaging techniques, including MRI, to visualize and study glymphatic system activity during sleep in animal models. Studies in rodents have provided valuable information about the glymphatic system's behavior during sleep and how it relates to waste clearance. However, translating these findings to humans is more challenging due to the differences in brain anatomy and size. Nonetheless, researchers have been exploring different methods to study the glymphatic system during sleep in humans, such as specialized MRI sequences and contrast agents.

References

1. Lee H, Choi SH, Anzai Y. Glymphatic MRI techniques in sleep and neurodegenerative diseases. *Curr Opin Pulm Med.* 2022 Nov 1;28(6):499-510.
2. Kim JH, Yoo RE, Choi SH, Park SH. Non-invasive flow mapping of parasagittal meningeal lymphatics using 2D interslice flow saturation MRI. *Fluids Barriers CNS.* 2023 May 26;20(1):37.
3. Lee S, Yoo RE, Choi SH, et al. Contrast-enhanced MRI T1 Mapping for Quantitative Evaluation of Putative Dynamic Glymphatic Activity in the Human Brain in Sleep-Wake States. *Radiology.* 2021 Sep;300(3):661-668.

KS-3 Paradoxical uptake of focal liver lesions at the hepatobiliary phase of gadoxetic acid enhanced MRI

EOB肝細胞相で高信号を呈する病変

尾崎 公美

浜松医科大学 放射線診断学講座

Kumi Ozaki

Gadoxetic acid, a liver specific contrast agent used for MRI, has been essential to our daily practice. Most focal liver lesions show the clear hypointensity on hepatobiliary phase because the lesions do not contain normal functioning hepatocytes. Therefore, one of the crucial roles of enhanced MRI using gadoxetic acid is the accurate detection of liver metastases owing to the high spatial resolution of the hepatobiliary phase. However, some lesions can show paradoxically hyperintensity in hepatobiliary phase, and the finding could be highly specific. In this lecture, I introduce several focal liver lesions showing hyperintensity in hepatobiliary phase, and present clinical significance of each lesion.

KS-4 Quantifying Cerebral Microvasculature Using MRI: Insights from a Biological Validation Study

Hyung Joon Cho

Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST)

Accurate characterization and quantification of cerebral microvascular structure and function are crucial for advancing diagnostic capabilities in cerebral diseases, including strokes and dementia. In this collaborative symposium, we present our latest findings from a biological validation study. We utilize superparamagnetic iron oxide nanoparticles to enhance whole-brain MRI for vessel size imaging in a stroke animal model. Additionally, we introduce a novel approach based on stimulated echo acquisition, enabling more precise microvascular quantification.

KS-5 Light and Shadow of AI in MRI

MRIにおけるAI応用の現状と課題

舟山 慧

浜松医科大学 放射線診断学講座

Satoshi Funayama

AI (artificial intelligence) has become one of the most developed computer technologies in recent years due to its success in using neural networks that mimic biological nerves. With the emergence of generative AI represented by ChatGPT this year, its implementation in society is spreading rapidly. AI technology is also being used in MRI for noise reduction and other image reconstruction techniques. It has been implemented in commercial scanners, and its use has begun in clinical practice.

The AI in MRI is not limited to image reconstruction. It can perform various tasks, including image quality improvement such as artifact removal, examination automation, lesion detection, and lesion classification. While AI technology offers these benefits, there are also some risks. These include the unpredictability of performance due to the black-box nature of the deep learning model, poor performance due to training data, the bias of models, and potential instability in certain models.

In this presentation, I will introduce the flow of AI development in MRI with examples, and consider the direction in which research and development should aim.

KS-6 Imaging substantia nigra using SMWI and Sandwich neuromelanin imaging for Parkinson's disease

Jongho Lee

Seoul National University

This talk will provide an overview of the technical advances in high resolution midbrain MRI imaging and their application in Parkinson's disease diagnosis. Parkinson's disease is a neurodegenerative disorder that affects the dopamine-producing neurons in the substantia nigra of the brain. The diagnosis of Parkinson's disease is primarily based on clinical symptoms, which can be assisted by advanced neuroimaging using MRI.

Iron-sensitive susceptibility map weighted imaging (SMWI) is a relatively new neuroimaging technique that has been gaining momentum in assisting the diagnosis of Parkinson's disease. This technique is designed to visualize nigral hyperintensity or nigrosome 1 in substantia nigra. The loss of nigral hyperintensity is one of the earliest signs of Parkinson's disease and can be detected using SMWI. The loss of the visualization of nigral hyperintensity with SMWI has been found to have a high correlation with Parkinson's disease, making it an important tool for the diagnosis of the disease.

Another novel neuroimaging technique that has been gaining attention in Parkinson's disease diagnosis is neuromelanin-sensitive imaging. Neuromelanin is a pigment found in the dopaminergic neurons of the substantia nigra, and its content decreases as the disease progresses. Neuromelanin-sensitive imaging is designed to visualize the neuromelanin content in substantia nigra, which can aid in the diagnosis of Parkinson's disease. This technique has shown promising results in distinguishing between Parkinson's disease and other neurodegenerative disorders that have similar clinical presentations.

The technical advances in these two neuroimaging techniques have significantly improved our ability to diagnose Parkinson's disease accurately. These techniques have been shown to be reliable, sensitive, and specific in identifying the characteristic changes in the substantia nigra associated with Parkinson's disease. The clinical evaluation outcomes of these techniques have been encouraging, and they have the potential to revolutionize the diagnosis and management of Parkinson's disease. I will also provide information for the design, analysis and translation of the two techniques for routine clinical evaluation.

KS-7 Correlation between regional brain cortical volumes and verbal fluency test**局所大脳皮質体積と言語流暢性課題との相関**

赤澤健太郎

京都府立医科大学大学院医学研究科 放射線診断治療学

Kentaro Akazawa

The volume of various brain regions can now be accurately measured using brain MRI, and many studies have been conducted to reveal correlations between these measurement values and various clinical information. Cognitive function is one of the most important functions of the brain. By elucidating the correlation between each regional brain volume and cognitive function, we can understand the characteristics of a healthy brain and the integrity of cognitive functions. Among these cognitive functions, we focused on the verbal fluency test (VFT), and conducted exploratory analysis to examine its correlations with regional cortical volumes. Our group has brain MR data from two time points, along with various clinical information. Participants were prospectively recruited through a random mailing from Kyoto, Japan. Individuals who consented to undergo the brain MRI as a medical check-up for dementia between December 2012 and February 2014, as well as between December 2018 and February 2020, were enrolled in the study. The first brain MR imaging was performed on 268 (89 females) community-dwelling middle-aged and elderly people at a 1.5T MR scanner (Philips), and the second one was conducted on 194 (69 females) of them at the same scanner after an interval of 6 years (71.8 ± 5.91 months). All participants underwent MPRAGE (Resolution: $1.0 \times 0.94 \times 0.94$ mm³). Volumetric analysis of the cerebral cortex in 22 regions on both hemispheres and 3 parts of left inferior frontal gyrus was performed using MVision (Corporate M, Tokyo, Japan). Volume ratios of cortical regions relative to the total brain, including ventricles and sulci, were calculated, and their correlation with the VFT was assessed. Several structures, such as the left inferior frontal gyrus, demonstrated significant correlations with specific aspects of VFT. Further detailed results and discussion will be presented in the talk.

KS-8 Mapping Application for Cardiac Magnetic Resonance: Advancements and ImplicationsWhal Lee^{1,2}¹Seoul National University College of Medicine, ²Korean Society of Magnetic resonance for Medicine

Cardiac Magnetic Resonance (CMR) imaging has undergone a transformative evolution with the integration of mapping techniques, offering new dimensions in the assessment of cardiac health and disease. This lecture presents the innovative Mapping Application for Cardiac Magnetic Resonance, exploring its recent advancements and the profound implications it holds for clinical practice and research. The mapping application leverages advanced imaging techniques, including T1 mapping, T2 mapping, and extracellular volume fraction (ECV) mapping, to provide clinicians with invaluable insights into myocardial health and pathology. Through the use of this innovative application, CMR can quantitatively assess myocardial fibrosis, inflammation, and edema, allowing for early detection and monitoring of cardiac conditions such as myocarditis, myocardial infarction, and cardiomyopathies. Furthermore, the application offers a streamlined and user-friendly interface, facilitating efficient data acquisition, analysis, and interpretation, thereby improving workflow efficiency in clinical settings. This lecture deals with the technical principles behind CMR mapping, its clinical significance, and the potential impact on patient care. The integration of mapping techniques into routine CMR protocols holds great promise for personalized medicine, enabling tailored treatment strategies and improving patient outcomes. We discuss the challenges and future prospects of CMR mapping, including its potential role in advancing our understanding of cardiac physiology and pathology. Mapping Application for Cardiac Magnetic Resonance represents a significant advancement in cardiovascular imaging, promising enhanced diagnostic accuracy and improved patient care.

SY01-1 Clinical application of 4D flow MRI for cardiovascular diseases

4D flow MRIの心血管疾患への臨床応用

真鍋 徳子

自治医科大学附属 さいたま医療センター 放射線科

Noriko Oyama-Manabe

4D flow MRIの最大の利点は、撮影範囲内の複数の血管を包括的に定量評価可能な点であり、検査者によらない再現性の高いデータを得ることができます。これは特に複雑な先天性心疾患やシャント疾患、大動脈と肺動脈といった異なる動態の血流評価の際に有用です。大動脈弁疾患においては、壁せん断力（WSS）やエナジーロスなどの新たな指標が予後予測指標として注目されています。大動脈弁疾患のうち、約半数を占める大動脈弁狭窄症（AS）患者は年齢とともに増加し、高齢化社会において今後もさらに遭遇する機会が増えるでしょう。ASにおいては、病態が進行するにつれて、上行大動脈内の螺旋状の血流、渦状の血流、および血液の偏心性が強くなることが示されています。我々の過去の検討でも、TAVI（大動脈弁留置術）治療前後で比較すると、上行大動脈で螺旋状の血流の減弱や上行大動脈のWSSの不均一性が治療後に改善を認めました。また、TAVI後上行大動脈でエナジーロスの改善も確認しています。本講演では、大動脈弁狭窄症での臨床応用に加えて、肺動脈流出路狭窄、冠動脈奇形などの症例を中心に血行動態の可視化と計測の実際、各種定量指標を紹介します。

SY01-2 4D Flow MRI in Assessment and Risk Prediction of Thoracic Aortic diseases

大動脈解離をはじめとする胸部大動脈疾患の遠隔期予後予測における4D Flow MRIの有用性

高橋賢一朗¹、関根 鉄朗²

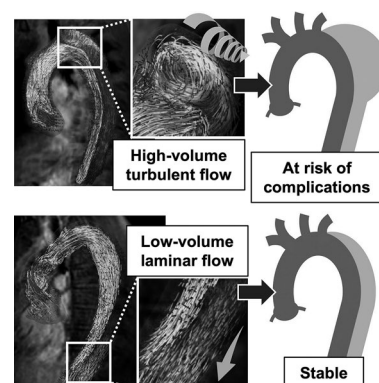
¹大和成和病院 心臓血管外科、²日本医科大学 武蔵小杉病院 放射線科

Kenichiro Takahashi¹, Tetsuro Sekine²

胸部大動脈瘤・慢性大動脈解離をはじめとする胸部大動脈疾患は、自覚症状は乏しいものの破裂をきたせば致命的となるため、定期的な画像フォローを行い適切なタイミングで外科的治療を行うことが推奨されている。心臓血管外科分野では昨今新たな手術デバイス開発や低侵襲手術技術の発展は目覚ましいが、それでも弓部・胸部下行・胸腹部大動脈の手術は5～10%のMortalityがあり、脳梗塞が3～8%、脊髄虚血による対麻痺が2～7%生じると報告されており、心臓血管外科分野において最もchallengingな領域のひとつである。故に、個々の症例ごとに手術リスクと破裂予防のベネフィットを総合的に評価した上で、手術の適応を慎重に検討する必要がある。

近年4D flow MRIが注目され、これまで困難であった血流の定量評価および流線の可視化が可能となり、大動脈疾患において新たな知見が集積されている。大動脈疾患に対する4D flow MRIを用いた血流解析研究において、大動脈内に生じる乱流は血管壁の変性・瘤化を促進することが過去に報告されている。例として、大動脈二尖弁を伴う上行大動脈拡大は、二尖弁による偏心性の駆出血流が上行大動脈内で乱流を形成し、破裂や解離といったcomplicationを早期に生じるリスクがあるため、4.5cmという通常の最大動脈径よりも短径となる基準でガイドライン上の手術適応が設定されている。

4D flow MRIにより今後Risk predictionが期待される疾患に解離性大動脈瘤が挙げられる。慢性大動脈解離患者の偽腔においても大動脈瘤と同様の機序で乱流が遠隔期の瘤径拡大や続発する破裂に寄与すると考えられている。解離性大動脈瘤は弓部から胸部下行大動脈が好発部位であるが、形態的にステントグラフト治療が不適となるケースも多く、その場合正中開胸や左側方開胸での人工血管置換が適応となる。前述のようにmortalityおよびmorbidityが高率となる手術であり、また解離した大動脈瘤内の真腔および偽腔の血流パターンは患者ごとに多彩なバリエーションを呈し患者ごとに偽腔の拡大率や破裂リスクは異なるという特徴があるため、至適な手術タイミングの見極めにはしばしば苦慮する。過去の研究で大動脈径・偽腔径・Entry径といったCT画像診断における解剖学的情報で遠隔期の危険予測因子であることは既知であるが、これらに加えて近年の4D flow MRIによる血流解析研究によって新たな危険予測因子が明らかにされつつある。我々は過去に大動脈解離患者に対する4D flow MRI解析によって、偽腔内に発生する乱流の強度は、偽腔内の血流量および流速に依存することを報告した。また、遠隔期に破裂した患者や追加治療を要した患者は、偽腔内の血流量が多く、偽腔内の乱流強度も高いことが示された。すなわち大動脈解離患者群において、4D flow MRIによる血流解析を行った際に、偽腔内の血流量が多く高度な乱流を呈する患者は、遠隔期に偽腔の大動脈壁が変性し径の拡大を来す可能性があり、避発性に破裂をはじめとする重大な合併症を生じる可能性が高いと考えられるため、より精密なフォローアップを要し、積極的な追加治療を行うことで生命予後を改善することが期待できる。本発表では上記のような胸部大動脈疾患に対する4D flow MRI解析を用いて明らかにされた既報のevidenceを網羅的に紹介し、心臓血管外科臨床医の観点から臨床応用に関する今後の展望について論じる。



SY01-3 Clinical application of 4D flow MRI for pulmonary circulation

4D flow MRI; 肺循環への応用

大田 英揮^{1,2}

¹東北大学病院 メディカル IT センター、²東北大学病院 放射線診断科

Hideki Ota^{1,2}

MRIは様々な撮像法を用いることで、心血管系疾患の評価に重要な役割を果たしている。その中でも、phase contrast法は血流速度を反映した画像を取得出来ることから、心や大血管およびその主要分枝における血行動態の評価が可能である。4D flow MRIはphase contrast法を基礎として、3次元的に心位相に沿った流れ情報を取得することが可能であり、適切なpost processingによって生体内の血行動態を表現できるユニークなツールである。

肺循環を含む右心系の疾患は、特に超音波検査での評価に限界があり、死角のないMRI検査はモダリティとして大きな利点を有する。本演題では、肺循環への4D flowの応用として、肺高血圧症及び肺循環の評価が望まれる先天性心疾患の例を提示する。肺高血圧症はその病因に応じて大きく5群に分類される。肺高血圧症では、肺末梢血管抵抗の上昇により中枢側肺動脈の拡張及び右室拡大、右室壁肥厚が生じる。拡張した中枢側肺動脈内では肺動脈血流速度が低下する。2D phase contrast法で肺動脈幹の血流速度を計測し、平均11.7cm/secをカットオフ値とすると平均肺動脈圧25mmHg以上を推定する場合に感度93%、特異度82%と報告されている。また、4D flowでは左右肺動脈の速度を詳細に計測することで、サブグループ間における血流速度の傾向に違いがあることも報告されており、分枝血管を同時に計測出来る4D flowの有用性が示されている。4D flowで評価出来る血流パターンとしては、肺高血圧症において、肺動脈幹内にvortical flowが生じ、vortical flowの出現時間が平均肺動脈圧と相関することが知られている。Vortical flowは視覚的評価が主体ではあるが、血管断面内では面内の逆流がその一部を反映していると考えられ、一部定量的な試みも可能である。また、wall shear stressの評価も試みられており、肺高血圧症では健康例と比較してwall shear stressが低下することが知られている。

4群肺高血圧症の慢性血栓塞栓性肺高血圧症は、肺高血圧症の中でも手術や血管内治療によって予後が大きく改善する疾患である。これらの効果的な治療介入による平均肺動脈圧の低下によって、右心負荷の改善、右室のリモデリングが得られる。4D flowを用いた肺血流評価においては、治療に伴う左右肺血流のバランスの改善、肺動脈血流速度の上昇、肺動脈幹における逆流血流量の低下やhelicity intensityの低下などが観察される。これらのパラメーター評価は、治療介入前後及び治療後フォローにおいても活用できる可能性が期待される。肺循環の評価が有用な先天性心疾患の代表例として、repaired Tetralogy of Fallot (rTOF)、total cavopulmonary connection (TCPC)の評価があげられる。rTOFにおいては、左右肺動脈血流のバランスや、肺動脈逆流の定量、右室流入後1心拍内で肺動脈に流出する“direct flow”や、心内のenergy lossなどの評価が検討されている。rTOFでは、肺動脈逆流が右心機能低下の大きな原因と考えられており、肺動脈弁置換術の介入を適切なタイミングで実施することが重要である。右心機能解析がガイドライン上では活用されているが、付加的なパラメーターとして4D flowの有用性が模索されている状況である。TCPCにおいては、上・下大静脈から左右の肺動脈にそれぞれ分布する血流バランスと、肺動脈静脈形成の関連性が知られており、血流バランスを非侵襲的に評価出来る4D flowは、臨床的にも有用に活用されている。

SY01-4 Cirrhosis and Portal Hypertension

肝硬変と門脈圧亢進症

兵藤 良太

名古屋大学 医学部付属病院放射線科

Ryota Hyodo

4D Flow MRIは腹部全体の流速ベクトルデータを時相分割して一度に取得可能な撮像法であり、撮像範囲全体の視覚的な血流評価や任意の血管の血流パラメータの網羅的、後方視的評価を3次的に可能とする。このため、乱流部位を避けつつ血管に対して正確に垂直な断面を選択して血流を計測することが可能で、超音波検査やCT、2D cine phase-contrast MRIなど既存の腹部血流評価方法の弱点を補完することができる。門脈領域では血流が遅いこと、細く蛇行した脈管が多いこと、また呼吸性のmotion artifactが大きく影響することから、心大血管領域と比較して4D Flow MRIの研究や発展が遅れてきたが、最近では撮影手法の改善により有用な報告がなされるようになってきた。本講演では、実際の臨床応用および研究項目について自験例の紹介と文献的な検討を行う。4D Flow MRIでは門脈領域全体像の視覚的、網羅的、後方視的評価が可能であるため、門脈圧亢進症および門脈の遠肝性側副路の評価に非常に有用である。具体的には、4D Flow MRIを用いて計測された奇形脈の血流量の上昇や門脈血流の遠肝性の流出が食道静脈瘤破裂のリスク層別化に有用という報告がある。また、巨大門脈体循環シャントを伴った肝性脳症に対する経皮的シャント塞栓術前後に4D Flow MRIを撮像することで、血管造影では不可能なシャントを含めた全体像の血流評価が可能となり、塞栓に伴うシャント閉鎖、門脈本幹血流の上昇、上腸間膜静脈血流の順行化などといった病態・病状の改善が視覚的・定量的に評価可能と報告されている。門脈圧亢進症に対する治療として欧米では経皮的肝内門脈肝静脈短絡術 (TIPS) が行われるが、そのTIPS回路の機能評価に対する有用性も示されている。肝移植に関連した報告もあり、レシピエントの門脈合併症に対する介入の必要性や治療効果の評価などにも有用である。またBudd-Chiari症候群における門脈や静脈領域の複雑な血行動態の全体像の解明、治療効果判定に対する有用性も報告されている。これらの様な臨床に関連する研究報告に加えて、controlとしての健常者の血流評価や食事に対する反応の検討、正常から肝硬変への形態変化を門脈血流の観点から解明しようとする報告なども続々となされており、新たな知見が徐々に集積されつつある。4D Flow MRIを用いて門脈分枝の血流分布の変化を検討することで、正常肝から肝硬変へのプロセスの解明を試みた報告もあり、腸管由来の栄養成分や毒性物質が豊富な門脈血流の分布が肝障害の進行とともに肝右葉から肝左葉へ変化していく様子が示されている。4D Flow MRIを用いた健常者の門脈領域の血流データもそろいつつあり、体格で調整した門脈本幹の流速や流量は40歳代でピークとなり、加齢とともに低下していくことが示されている。今後、これら年齢や肝障害の程度と門脈領域の血流変化を検討することで、各肝疾患や個別症例の病態解明に貢献していくことが期待される。

SY01-5 Re-evaluating 2D phase contrast MRI based on the experience of 4D Flow

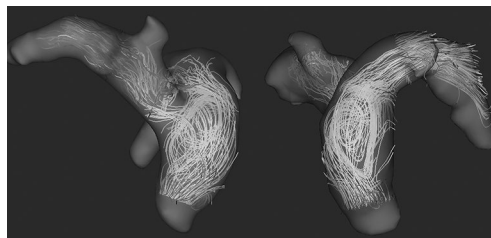
4D Flowから再考する2D-PC

奥田 茂男

国立病院機構 東京医療センター

Shigeo Okuda

2D phase contrast MRI (2D PC-MRI)は、1980年後半に臨床機での利用が報告され、腹部大動脈を対象とした、2D PC-MRIとドップラー超音波検査 (US) の計測結果との対比研究で、よい相関が報告された (Matsuda et al, 1997, Maier SE et al, 1989)。それ以降、生体の様々な血管の血流計測に、非侵襲的で正確な血流計測法として利用されてきた。PC-MRIを3次元化した4D Flowが登場した当初は、2D PC-MRIをゴールドスタンダードとした上での正確性の検討がなされてきたが、研究が進むにつれて、4D Flowの方が正確に血流情報を反映することがあきらかにされた。4D Flowには血流の視覚化のみではなく、壁剪断応力 (wall shear stress: WSS) や運動エネルギー (kinetic energy: KE)をはじめとして、多数のパラメータを獲得できることに加えて、対象心血管の全領域の情報を収集し、後処理により任意の断面の血流情報を得られる長所がある。4D Flowのもたらす情報は、2D PC-MRIを上回ることは言うまでもないが、一方で、検査時間が比較的長いことや、後処理の煩雑などが実臨床利用での障壁となっているのも事実である。技術革新や進歩により、4D Flowの撮像時間短縮や後処理の簡素化が進んでおり、その普及が待たれるが、それまでの間は、MRIにおける血流計測を2D PC-MRIに頼らざるを得ない環境も多いと推測される。そこで本講演では、4D Flowの経験から得た、2D PC-MRI計測の弱点や留意点についてまとめて再認識してみた。当初、2D PC-MRIの計測結果の正確性が検討されたのは、腹部大動脈という層流状態においてであった。しかし利用範囲が広がるにつれて、屈曲あるいは拡張した血管、心臓などでは弁逆流により生じた逆流などの要素により、乱流 (渦流、螺旋流など) が生じている環境では、正確性が落ちてしまう。臨床で、最も問題となるのは、肺高血圧症やファロー四徴症などの背景で生じる肺動脈拡張下における血流計測であると考えられる。ファロー四徴症における、2D PC-MRIと4D Flowの血流計測結果について検討した研究がこれまで多数ある。当初、有意差はないという報告がみられたが、その後の検討では逆流成分が過小評価されることが明らかにされている。また、最大流速計測においては、血管全域を対象とする4D Flowが有利であり、2D PC-MRIでは過小評価するといわれている (Elsayed A et al)。ファロー四徴症の血流評価では、肺動脈弁の逆流評価が治療方針の決定に重要視されている。自験例でも、左右シャントがないことが確認された症例で、大動脈と肺動脈の血流が乖離することがしばしば経験されてきた。4D Flowで血流を観察すると、拡張した肺動脈本幹の中では、肺動脈弁閉鎖不全により生じた逆流により、複雑な血流が形成されている (添付図)。肺動脈の任意の位置で血流を計測すると、位置によって計測される血流量や逆流率が異なり、乱流状況下での血流計測が不安定化することが示された。従って、拡張した肺動脈の血流計測を行う場合には、乱流の比較的小さい肺動脈弁の直上か、肺動脈本幹遠位を撮像断面とすることが望ましいと考えられる。また他血管における検討として、上腸間膜動脈の血流計測を対象とした研究では、分岐直後の屈曲部における血流計測は正確性が劣り、直線部での計測が安定していることが報告されている (Sugiyama M. et al)。4D Flowで血流の状態を十分観察したうえで血流計測断面を決定することが理想的であるが、2D PC-MRIしか使えない環境では、乱流の存在を十分に意識したうえで、屈曲部や瘤状拡張部の中間部などを避けた撮像断面設定が肝要と考えられる。また、従来から指摘されている点であるが、血管と直行させる断面設定、適切な velocity-encoding (VENC) 設定、phase-off set など、2D PCの正確性に影響する要素についても再確認したい。



SY01-6 High-Speed Imaging Techniques for 4D Flow MRI

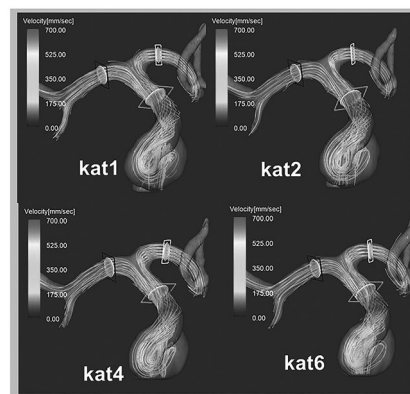
4D Flow MRIの高速撮像法

寺田 理希

磐田市立総合病院 放射線診断技術科

Masaki Terada

4D Flow MRIは、MRI撮像法の一つで血流ダイナミクス (血液の流れの特性) を評価できる。MR Angiography画像を使用し、血管内の種々多様な血管内流体解析を可能にする。近年では、方針の決定のパラメータとして多くの施設で4D Flow MRIが行われている。しかし、臨床で使用するにあたり撮像時間は大きな問題となる。撮像時間は、空間分解能や撮像時間に起因するモーションアーチファクトなどに関わる。4D Flow MRIは、撮像時間が長いことが臨床応用における大きな障壁となり改善する様々な手法が提案されている。基本的な4D Flow MRIの撮像時間は、3D cine PC MRのシーケンスを使用して位相画像を得る必要があり、通常収集の撮像時間は、位相数×心拍数×スライス数×繰り返し回数であり長い撮像時間がかかることが理解できる。そこで、様々な高速撮像法の使用が必要となる。高速撮像法の基本は、通常の撮像に使用する高速撮像法と同様であり、Kデータを色々な方法で間引いて信号収集を行う事で実現できている。高速撮像法としては、Kデータの高周波領域の収集を行わないパーシャルサンプリング法、心時相の近隣時相のデータを共有化することで撮像時間を短縮するView per segment法、データを間引き展開するパラレルイメージング法、4D Flow MRIでは心時相をもつためこの時間軸成分の間引きと展開を行う時間軸成分利用型のパラレルイメージング法、データをランダムに間引くことでアーチファクトを減少させ繰り返し演算でデータを復元しSNRが低下しないCompressed Sensing法、高速のリードアウトでK空間データを高速に充填するEPI法など多種多様な高速撮像法が存在する。これらの手法を組み合わせることにより5分程度で撮像が可能となっている。高速撮像法では、撮像時間短縮による臨床での活用拡大の大きなメリットがある。しかし、トレードオフとしてSNR低下やアンダーサンプリングによるアーチファクトの出現など様々な問題が考えられる。この影響は、さらに解析データの精度や精度の低下を招くことが考えられ、検証が必要となる。高速撮像法は、精度と精度を保ちつつ、それぞれの高速撮像法の特徴を理解した上で使用を最適化する必要があると考えられる。



Kat ARCのパラメータ変化時における脳動脈の流線画像

SY02-1 Current Status of MRMS MRMSの現状

堀 正明

東邦大学 医療センター大森病院 放射線科

Masaaki Hori

Magnetic Resonance in Medical Sciences誌 (MRMS) は創刊20周年を超え、2022年のインパクトファクター (IF) はついに3.0と、過去最高を記録しました。ここまで到達できたのは、良質な論文を投稿して下さった研究者の方々、それを迅速に評価して下さった査読者の先生方、また過去の代々の編集長、編集委員の先生方のおかげと考えています。つまり磁気共鳴医学会の会員の皆様の尽力によって、成り立っていると言えます。

さて、学術誌としてのIFがあるということは、容赦なく海外の学術誌と比較されることを意味します。IFは雑誌の価値のすべてではありませんが、現在わかりやすい指標であり、今後もある程度の値が維持できればと考えています。そのように考えた上で、必要な事の1つが国際化であり、国内だけでなく、海外の研究者にもMRMSおよび日本磁気共鳴医学会を広く認知してもらうことが重要です。本講演では、MRMSの現状について要約し、お伝えできればと思います。

SY02-2 Promoting effective use of the JJMRM resources: What is the value of the local-language journal?

JJMRMをご活用ください！ - 和文誌の有効利用と存在意義について考える -

梶沢 宏之

国際医療福祉大学 成田保健医療学部 放射線・情報科学科

Hiroyuki Kabasawa

日本磁気共鳴医学会雑誌 (Japanese Journal of Magnetic Resonance in Medicine: JJMRM) は、日本磁気共鳴医学会とともに歩んでまいりました。Magnetic Resonance in Medical Sciences誌 (MRMS) の創刊以来、MRMS英文誌と和文誌JJMRMの編集作業を編集委員会委員長が行ってきましたが、昨年度より各雑誌に編集長を置く体制としました。複数体制で業務分散することで編集作業を円滑にすることを目的としております。磁気共鳴医学分野の貴重な和文誌を是非ご活用ください。

JJMRMの利点

- ・投稿料、掲載料は不要です
- ・日本語でMRIコミュニティへの情報発信が可能です
- ・症例報告も受け付けております (日本語、英語いずれも可)
- ・英語論文の掲載も可能です

JJMRMの利用方法

- ・論文の書き方を学びたい方、指導をされる方：母国語での論文執筆は良いトレーニングになります
- ・教育素材を総説、資料として投稿：先生のご経験、知識を学会の財産として記録に残してください
- ・過去のアーカイブへのアクセスを改善しました。参考資料、教育用資料等としてご活用ください
- ・その他、従来の論文、総説の形態にこだわらず、新しい企画にも対応いたします

和文誌は必要か？

英文誌MRMSはImpact factorを有する学術誌となりました。その中で和文誌は必要であるのかとのお意見もあるかと思えます。少なくとも学会が和文誌の発刊を取りやめ英文誌のみの発刊に移行している現状があることも事実です。画像診断関連では多数の和文の商業誌があります。

一方で、JJMRMは学会誌だけでなく、会誌としての役割も有しています。学術論文だけでなく、会員の皆様に様々な情報をお届けする媒体としての役割があると考えております。短いシンポジウムの時間内で議論できるものではありませんが和文誌の在り方については会員の皆様からのご意見をお待ちしております。是非お気軽にご意見をお寄せください。

SY02-3 Perspective from Editor-in-Chief of JJR JJRの立場から

長縄 慎二

名古屋大学 医学部 放射線科

Shinji Naganawa

MRMSは日本磁気共鳴医学会の学会員の共有財産である。学会員が新しい知見を世界へ発信する貴重な手段でもある。雑誌のレベルを上げることは、学会や学会員の仕事が世界で認知度を上げることにつながる。本講演では、日本医学放射線学会のofficial journalであるJapanese Journal of Radiology (JJR) の編集長として行っているJJRのレベルアップに繋がる活動をいくつか紹介する。雑誌のレベルアップには、多数回引用される注目度の高い論文をなるべく多く掲載することが重要である。そのためには、著者への動機づけが肝要である。一つは、賞の設定で、JJRにおいては多数の賞を設定しているが、たとえば研究継続奨励賞は過去3年間にJJRに筆頭または責任著者として複数の原著もしくは総説を掲載した著者から選ばれる。複数の論文を継続的に掲載する著者はアクティブであり、その著作は多く引用される傾向がある。もう一つは、若手の著者グループの設立である。JJR TOP GUN (JJR promotion by Target Oriented Project Group United for Nippon) という十数名のアクティブな研究者を集めたグループで、共同で総説やeditorialなどの執筆に当たるとともに、JJRの引用を常に念頭において活動を開始している。これらの活動を通じて、所属施設の違う若手研究者間のネットワーク形成にも寄与すれば良いと考えている。MRMSがさらに発展できるようにJJRも協力していくつもりである。

SY02-4 Something Something in Paper Writing

論文執筆における、

野田 佳史

岐阜大学 放射線科

Yoshifumi Noda

正直なことを言うと、MRMSに限らず、学会誌の未来を考えたことはない。これまで、とりあえず思いついたネタを論文文化し、採択してくれる journal で publish することを常としてきた。投稿する journal はその論文の内容次第ではあるが、やはり impact factor を基準に考えている。高い impact factor を有する journal には憧れを抱いたり、目標にしたりすることは誰にでも共通することだろう。従って、学会誌の将来はいかに質の高い論文を掲載し、いかに被引用数を伸ばすかにかかっていると考える。

国内学会の学術誌の価値を高めるためには、やはり日本人研究者を確保し、論文数を増やしていくことが必要ではないだろうか。私は幸い上司に恵まれたために、研究・論文執筆を始め、ここまで続けてこれている。この10年で研究・論文執筆に対する考え方に変化はあるものの、一貫して継続してきた。良いことばかりではないかもしれないが、研究・論文執筆を続けてきたからこそ見える景色もあるはずだ。ここ最近は何かに一緒に研究をし、同じ景色を見てくれる若手を待ち望んでいる。

しかし残念なことに研究をしたい、論文を書きたいと言ってくる若手を待っているだけではいつまで待っても現れないのではないかと思う。まずは研究をするモチベーションを与え、最初の1歩を踏み出させることが必要だ。これはもしかしたら所属長の仕事かもしれない。研究統括者としては、(できているかは別として) 目標設定を行い、リーダーシップを示しながらも、マネジメントは本人達にある程度任せるスタイルを心がけている。各研究者の生活スタイルや考え方を尊重し、無理なく研究活動に励んで欲しい。そして、チームとしてその成果を世に出すことを続けていけばきっと未来に繋がると信じている。

本講演では基本的に私の論文執筆に関する考え方や、普段実践していることをお話しすることになるだろう。1人でも多くの若手放射線科医にとってこの内容が研究・論文執筆の動機付けとなり、ゆくゆくはMRMSを育ててくれることを願う。

SY02-5 Why Are We Struggling to Write Academic Papers?

なぜ、私達は論文を書けないのか？

関根 鉄朗

日本医科大学 武蔵小杉病院 放射線科

Tetsuro Sekine

本講演の対象 論文執筆を“自走”出来ない研究者。例として [1] 学会発表は複数したが、1本目の論文がどうしても書けない研究者 [2] 1-2本目の論文を指導教官に書いてもらったが、どうしても3本目以降が書けない研究者

本講演テーマへの抄録執筆時の私見 [1] 適切な執筆時間の確保 [2] 必要な仕事量の見える化 [3] 仕事量と成果物の要件の対応の深慮 [4] 成果物の要件を決定する根拠の明確化 [5] 論文執筆の利得の言語化と最大化の戦略立案 # 本講演の概要 論文の書き方・執筆の意義・査読の重要性・投稿先としてのMRMS誌の位置付けに関連付けて概説する # 演者の立ち位置 [1] 42歳・医歴17年の中堅研究者 [2] 2010年の大学院進学後、国内/海外学会発表を毎年行ってきたが、論文執筆は指導医に丸投げであった [3] 2015年の留学時に複数の筆頭論文執筆経験を得て、論文執筆の自走が可能となった [4] 2023年現在、演者が論文執筆に主導的に携わった論文は28報であり、“程ほどの”執筆経験を得ている [5] 未だ“書きたい”、“書かなければならない”論文を常に抱えており、本講演テーマの最終解を究める所は持ち合わせていない [6] 論文執筆を前提に10名程度の大学院生を指導してきた経験から、論文執筆のハードルについて再現性のある事象を経験している [7] MRMS誌の編集委員を拝命する幸運を得たため、論文査読プロセスについて演者なりの知見を得ている # 具体的な講演内容 (講演時間の都合に合わせて、一部を講演予定) [1] 生活習慣: 論文執筆における protected research time の重要性を科学的に議論する [2] 必要仕事量: 論文執筆を定型/非定型作業に分割し、仕事量の見える化を試みる [3] 英語力: 非英語圏の科学者が抱える壁について定量的に議論し、その上で、論文執筆に必要な英語力について述べる [4] AIツール: ChatGPT等を用いた論文執筆作業を例示し、token数制限等の2023年時点でのlimitationに触れる [5] 先行文献調査: 質の高いインプットを得るための、種々のツールを用いた文献調査法を共有する [6] フィードバックループ: 学習のピラミッドやファインマンテクニックを述べ、効果的なインプットを達成するためのアウトプットとしての論文執筆の意義を述べる [7] 転移学習: 適切な学習過程が達成された場合に可能となる転移学習について、その重要性を述べる [8] 研究発展: 適切なインプットと転移学習を可能とすると、引き続き論文テーマの発見が容易となる事を楽観的に説明する [9] 個の利得: ここまでの議論展開を小括し、“業績”とは別個の論文執筆の利得について私見を展開する [10] 査読プロセス: 査読プロセスの基礎を述べた上で、プリプリント等の雑誌出版のトレンドに付いて、論文の質の担保・査読の公正性・ゲーミフィケーションの観点から論じる [11] 査読の意義: 執筆者の利得目線で査読のメリットを述べ、良い査読を受けるための先行文献調査の重要性・学術分野選択・投稿誌選択について論じる [12] 査読者側の利得: 査読を通じたハイコンテキストな対話により得られる質の良い学びと、他研究者を介したフィードバックループについて楽観論を述べる [13] アウトリーチ: 執筆論文のvisibilityの向上等、“論文外活動”を研究費取得や共同研究形成に発展させ、良質な学びに繋げる

本講演テーマに関連したMRMS誌の立ち位置 [1] 日本語査読が可能であり communication cost が低い [2] Impact factor 比で査読の質が高くコストが良い [3] 査読者目線で、査読コストの回収率が相対的に高い [4] 無料 open access 誌であり、論文の visibility 向上効果が高い

参考とした文献 [1] 佐藤雅昭 なぜあなたは論文が書けないのか? メディカルレビュー社 [2] 前田 恵理子 英語論文執筆に必要な国語力と生活力 臨床画像 36巻4号

SY03-1 Novel Imaging Technology to Create High-Quality Functional MRI Image

機能MRI画像の高画質化に向けた新たな画像化技術

内海 英雄^{1,2}

¹ 静岡県立大学 薬学部, ² 株式会社 ReMI

Hideo Utsumi^{1,2}

最近、種々の機能MRIが画像診断に広く用いられているが、拡散MRIを始め多くの機能MRI画像は分解能が低い。超偏極を用いたC(13)代謝MRIもMR Spectroscopyで分子の代謝を計測するため画素が粗い。我々も電子スピン(フリーラジカル)を画像化するOverhauser DNP-MRIを開発し疾患モデルでのドックス状態を画像解析してきたが、ESR照射による発熱障害から位相エンコード数に限界があり、低分解能である。これら低分解能MRI画像の解析には高分解の解剖MRI画像をオーバーレイ(重ね合わせ)する画像化法が用いられている。もし、低画質の機能MRI画像が解剖MRI画像と同程度に高画質化出来たら、機能MRI画像の新たな活用が期待される。本講演では低画質機能MRI画像の高画質化に向けた新たな画像化技術を提案する。磁場変換(Field Cycling)-ODNP-MRIは電子スピンと超微細結合しているプロトンの磁化がESR照射で変化するこを用いた画像化法である。演者は既発表のFC-ODNP-MRIの電子スピン画像をSolomon-Bloembergen式、及びBloch式に遡り解析すると共に、ノイズを含む2次元数値ファントムからシミュレーションで得たPD画像、T1画像、及び電子スピン画像と比較検証した。その結果、高画質画像を基礎画像として低画質のスピン画像をアダマール積などで作動させ高画質画像を得る画像化技術を見出した。この画像化技術を臨床用GE社3T-MRI装置で検証した。低画質T1強調画像(128×128)を撮像後に高画質PD画像(512×512)を取得し、本技術を適用した結果、SNRが50倍以上の高画質T1強調画像(512×512)が得られた。更に、本技術をFC-ODNP-MRIの既発表画像データに適用した結果、複数の画像を演算することで、電子スピン画像はSNRが100倍以上となり濃度依存性を示す高画質画像が得られた。本講演では、以上の結果を提示し、開発した高画質化技術の科学的妥当性と低画質機能MRI画像高画質化の有用性についてご議論いただきたい。

SY03-2 Principle of Tissue Stiffness Measurement by MRI

MRIによる組織硬度測定の原理

菅 幹生

千葉大学 フロンティア医工学センター

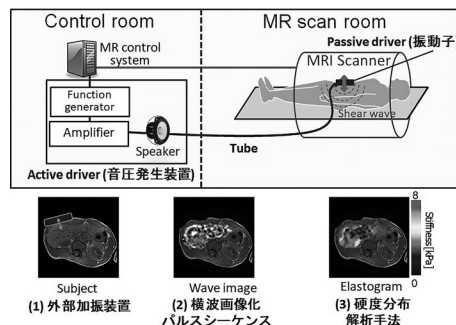
Mikio Suga

疾病や機能障害により生体組織の硬度は変化する。生体組織の硬度をMRIを用いて非侵襲的かつ定量的に取得可能な手法としてmagnetic resonance elastography (MRE)がある。肝線維化進行度と肝臓の平均硬度に相関関係があることから、MREは2022年度診療報酬改定において、肝線維化進行度評価に対して保険取載となった。

MREの撮像にはMRI装置に加えて、撮像対象内にshear wave（ずり波、横波）を伝播させるための外部加振装置を用いる。MREハードウェア概要図に示したように、外部加振装置は、音圧発生のために制御室に配置した波形生成器とアンプなどで構成したactive driver、発生した音圧をスキャンルームに伝えるためのチューブ、チューブと接続することで音圧を撮像対象に伝えるpassive driver（振動子）で構成されている。対象内に伝播する横波のスナップショット（波画像）は、位相コントラストアンギオグラフィと同様に、双極性の傾斜磁場を用いるパルスシーケンスによって画像化する。また、横波の時空間分布と硬度の関係を利用した解析手法を適用することで、波画像から硬度分布に変換する。

生体組織にはバネのような弾性的性質だけではなく、ダンパのような粘性的性質がある。MREは原理的には、貯蔵弾性率（弾性的性質）と損失弾性率（粘性的性質）をそれぞれ測定可能である。臨床用MREで得られる硬度は、貯蔵弾性率と損失弾性率を統合した指標となっている。また、生体組織のように粘性的性質を有する対象では、測定周波数によって硬度などの物性値は変化する。したがって、硬度を診断指標として利用する際には測定周波数が重要な測定パラメータとなる。

本講演では、粘弾性の基礎とMREの原理、および、超音波エラストグラフィとの関係などについて述べる。



SY03-3 Visualization and Quantitative Analysis of Cerebrospinal Fluid Dynamics in Intracranial Space

頭蓋内脳脊髄液動態の可視化および定量解析

八ツ代 諭^{1,2}

¹ 東海大学 情報理工学部 情報科学科, ²BioView 株式会社

Satoshi Yatsushiro^{1,2}

頭蓋内における脳脊髄液 (Cerebrospinal fluid, CSF) 動態を理解することは水頭症などの臨床診断において重要である。MRIによる位相コントラスト (Phase contrast, PC) 法は非侵襲的にCSFの速度を測定することが可能である。心電図同期PC法をAP, FH, RL方向に適用することで時空間の速度分布、いわゆる4D-flowが得られる。また、4D-flowで得られた速度はベクトルであることから速度場の回転、あるいは流体力学のナビエ・ストークス方程式から圧力勾配も計算可能となる。このようにMRIは断面像が得られるだけでなくCSF動態をはじめ、様々な物理量を定量的に観測することが可能である。本演題では頭蓋内CSF動態の可視化および定量解析について紹介する。

SY04-1 The Essence of Brain Imaging Analysis: On the Path from Analysis to Publication

脳画像解析のエッセンス：解析から論文文化までできる研究者になるために

斎藤 勇哉, 鎌形 康司, 青木 茂樹

順天堂大学大学院 医学研究科 放射線診断学講座

Yuya Saito, Koji Kamagata, Shigeki Aoki

【目的】

1. 医学的知識・2. 論文化する力・3. 脳画像解析の実装力、これら3つを持ち合わせている研究者は珍しい。ただし、1. 医学的知識があって2. 論文化する力がある研究者は多く、このような方が3. 脳画像解析の実装力を身に付けることができれば、医学研究に多大なインパクトを与えることができる。本講演では、上記3つの力を持ち合わせない初心者も含めて、新たな疾患機序の解明や、新しい治療法開発に貢献できる人材育成を目指す。

【受講対象者】

- ・ 脳画像解析未経験者～初心者（研究者・学生・医療人・技術者）
- ・ 脳画像解析について、ざっくり知ってみたい方
- ・ 脳画像解析をやってみよう

【使用環境・ソフトウェア】

- ・ PC OS：Windows, Mac OS
- ・ 脳画像解析用の仮想環境：Lin4Neuro
- ・ 解析ソフトウェア：FMRIB Software Library (FSL)

【概要】

本講演では、脳画像解析のエッセンスとして、脳画像解析の基本的なステップを深く掘り下げ、以下の5つの項目に焦点を当てます。

- 1. 脳画像解析の位置づけ・意義・論文文化までの道のり**
論文文化の道のりは、1. 先行研究調査、2. 脳画像解析、3. 論文執筆の大きく3つに分かれる（図1）。ここでは論文化する上で、脳画像解析はどのように関わってくるのか、なぜ脳画像解析が必要なのかについて解説する。さらに、以下の項目では、2. 脳画像解析をどのように実現するのかについて、解説する。この項目で、脳画像解析の重要性に対する理解を深め、そのモチベーションを高めることを目指す。
- 2. 解析環境の準備**
脳画像解析における最初の大きな壁が解析環境の準備である。ここでは、脳画像解析をする上で最低限必要なPCスペックや環境整備について、解説する。この項目で、脳画像解析のスタートラインに立つ。
- 3. 解析方法の収集と選択**
脳画像解析の手法は多種多様であり、どこ解析手法を選択すればよいか迷うことがある。ここでは、先行研究の解析方法を参考に、解析方法の収集と選択を行う。この項目で、適切な解析方法の選択ができるようになることを目指す。
- 4. 解析の実装**
先行研究から調べた解析方法を実際に、プログラムを使って実行していく。ここが、脳画像解析における2つめの大きな壁である。ここでは、FSLを用いた海馬容積の計測方法を例として、どのように脳画像解析を実装していくのか、プログラムの動かし方の検索から実行、結果の確認まで順を追って解説していく（図2）。この項目を経て、あらゆる解析方法を実装できる力を身に付ける。
- 5. 解析結果を論文に反映**
脳画像解析で得られた結果を、どのように論文に反映させるのかについて解説する。この項目で、脳画像解析から論文執筆に至るまでの流れを把握する。



図1 論文文化における脳画像解析の位置づけ

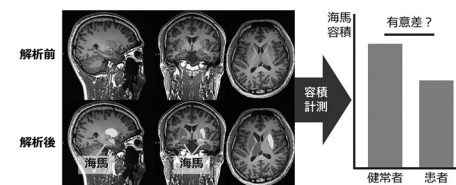


図2 海馬容積の解析

SY04-2 Live Demonstration! - From Fiber Tractography Analysis Using DSI Studio to FUS Treatment Planning - 実演！ ～ DSI studioを用いたFiber tractography解析からFUS治療計画まで～

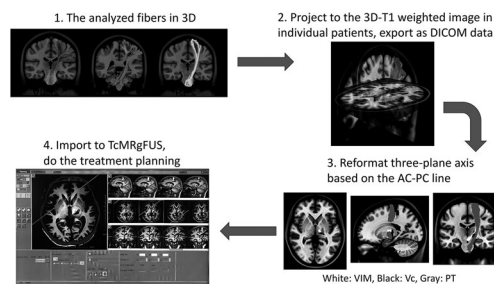
堀 大樹
森山脳神経センター病院 FUS センター
Hiroki Hori

経頭蓋MRガイド下集束超音波治療 (transcranial MR-guided focused ultrasound surgery; TcMRgFUS) とは、集束超音波により脳の一部を熱凝固壊死させることで、主にふるえなどの不随意運動を治療することが可能であり、頭髪の剃毛のみで、皮膚切開や開頭、穿頭を必要としない低侵襲的な治療方法の一つである。

本態性振戦に対するふるえ治療の場合、その治療ターゲットは視床ventral intermediate (Vim) 核である。視床Vim核の周囲には体性感覚を司るventral caudal nuclei (Vc) 核、運動信号を伝達するpyramidal tract (PT) が隣接しており、正確にVim核の位置を把握することが重要である。

T1強調画像やT2強調画像ではVim核を可視化することが出来ないことから、一般的にVim核の位置を決定する方法は、前交連-後交連 (anterior commissure-posterior commissure; AC-PC) lineの長さでシャルテンブランドアトラスから計測する間接法が用いられる。しかし、Vim核の位置には個人差があり、必ずしも間接法で得られた座標と一致するとは限らない。そこで我々はdiffusion tensor imaging (DTI) を解析して得られるfiber tractographyを用いて、Vim核を通過する歯状核赤核視床路 (dentato-rubro-thalamic tract; DRTT) を可視化することで、直接Vim核の位置を特定する直接法を採用している。

最も多く用いられているDTI解析アルゴリズムであるstreamline法では、1つのボクセル内で交叉する神経線維束の走行を正確に描出することが困難である。一方でgeneralized q-sampling imaging (GQI) アルゴリズムでは、拡散変位の方向分布関数 (orientation distribution function; ODF) を解析することによって交叉した神経線維束をも精度良く描出することが可能である。Fiber tractography解析ソフトであるDSI studioではGQIアルゴリズムを用いた解析が可能である。本シンポジウムではDSI studioによるDRTTの描出から、TcMRgFUSの治療計画までを実演する。



SY05-1 What are the benefits of the International Exchange Award? 国際交流賞をもらってよかったこと

上野 嘉子
神戸大学医学部附属病院 放射線部
Yoshiko Ueno

私は2014年に磁気共鳴学会から国際交流賞をいただき、1年と2ヶ月の間、婦人科画像診断学の世界的権威であるMcGill大学 (カナダ) のProf. Caroline Reinholdのもとで研究する機会をいただきました。言葉のハンディキャップを抱えながら、異文化の人々と働くことは決して簡単なことではありませんでしたが、そこで自身の目標であった研究を成し遂げることができたことは、私の人生の中でかけがえのない経験となりました。磁気共鳴学会から国際交流賞をいただいて最も良かったことは、留学先での早期信頼獲得につながった、ということです。研究室での信頼を得るにはそこでの働き方が重要であることは言うまでもありませんが、北米では助成金をもらって留学していることを話すと一目置かれるほど、Grant (研究費) 獲得歴は重視されています。実際、海外研究留学をアプライするにあたり、留学費用の問題は非常に重要です。必ずしも自身の行きたい研究室の資金が潤沢であるわけではなく、有給で日本人フェローを雇ってくれるところはむしろ少ないからです (というか、ほとんどない)。研究助成金を獲得しているか、留学期間中に現所属先から給与が支給されるか、いずれもない場合は自分で生活費を賄うことができるか、受け入れ先が先ず知りたい情報です。その留学を目的とした助成金を獲得していることは、受け入れ側にとって大きな信用を与えることとなります。無給フェローとしての雇用を前提としてアプライするにしても、少なくとも研究費を申請しておいた方が、話がスムーズに進みやすいです。日本から外に出ると、文化や考え方の違いに出会い、自分が今まで持っていた常識が覆されることが少なからずあります。しかし、そこで奮闘しているうちに考えや行動の幅が広がり、自己の成長につながることは間違いありません。今、海外への研究留学を考えている人やそうでない人にも、自身の経験から研究のモチベーションとなる何かを伝えることができれば幸いです。

SY05-2 RSNA (Radiology Society of North America) 2017 attended with the International Leap Award 国際飛躍賞で参加したRSNA(北米放射線学会)2017、その後の活動

菊池 穩香
国家公務員共済組合連合会 斗南病院 放射線診断科
Yasuka Kikuchi

平成28年度の国際飛躍賞を受賞し、RSNA(北米放射線学会)2017のScientific oral sessionのpresenterとして参加した。その際の演題名は「Detection of Patients with High-Risk Coronary Artery Disease using Coronary Flow Velocity Reserve: 3T-MRI Fast Velocity-Encoded Cine Study」である。3T-MRIを用いてFast Velocity-Encoded Cine撮像を行った際、冠動脈疾患の高リスク群においては、低リスク群よりも低い冠血流予備能を呈しており、高リスク群の検出に有用であること、また、MRIは被ばくがなく、本撮像は造影剤を使用することなく撮像できるため、簡便にリスク評価ができるのではないかと内容であった。RSNAでの発表は3回目であり、2017年は海外研修先のポストンからの参加であった。初めてのRSNAの参加は2013年であったが、この時にシカゴを訪れ、アメリカ合衆国の大きさを肌で感じ、学生時代からのアメリカへの海外研修・留学の思いを一層強めたように思う。RSNA2017はその海外研修が実現した年の参加であり、思い出に残る学会であった。RSNAは放射線学会としては最大の学会であり、様々な分野の教育講演、最先端の研究発表などが行われている。世界各国の研究者や学生などが集まり、国内学会とは違った空気感がある。近年は学会参加もオンライン可となっており、その恩恵は私個人も十分に感じているが、空気感には実際に現地に参加してみないとわからないものだと思う。2022年で国際飛躍賞は終了したが、磁気共鳴学会の国際学会参加助成としてはISMRM Travel Awardもあるため、対象者は積極的に応募し助成金獲得をして欲しい。現在、私は市中病院で臨床医として勤務しながら、客員研究員として大学での研究活動を継続している。死後の摘出心を用いた冠動脈CTデータと病理データを用いた研究を行うことが目的であるが、育児や自身の体調などあわせて、いかに無理なく研究を継続していくか課題である。

SY05-3 Call for "Bayer Research Grant Program"

「バイエル研究助成制度」募集中！

宮地 利明

金沢大学 医薬保健研究域

Tosiaki Miyati

これまで募集していましたバイエル学術奨励賞（国際交流賞及び国際飛翔賞）が終了し、今年度から本学会若手研究者を対象に「バイエル研究助成制度」が始まりました。このシンポジウムでは、「バイエル研究助成制度」の目的、応募資格、対象、助成金額、募集件数、応募期間、提出書類、書類提出先、結果の通知、受賞者の義務等について説明します。

「バイエル研究助成制度」の応募要項は下記URLをご覧ください。締め切りは2023年10月31日です。奮ってご応募ください。

<https://www.jsmrm.jp/uploads/files/バイエル研究助成制度-応募要項.pdf>

SY05-4 JSMRM's International research activity support program

日本磁気共鳴医学会による国際交流支援

木下 学

旭川医科大学 脳神経外科学講座

Manabu Kinoshita

日本磁気共鳴医学会（以下JSMRM）には会員の国際的な研究活動を支援することを目的として、国際交流委員会が設定されている。

日本磁気共鳴医学会は本学会の韓国側のカウンターパートとなる Korean Society of Magnetic Resonance in Medicine（以下KSMRM）と了解書を取り交わしており、それぞれの総会で合同セッションを開催している。活発な学術的議論のみならず、それぞれの学会で活躍している学会員の人的交流を深めることも合同セッションの重要なミッションである。国際交流委員会ではJSMRMの国際的な発信力を強化することを視野に入れて、合同セッション発表者の人選を慎重に行っている。

また、JSMRMではInternational Society of Magnetic Resonance in Medicine（以下ISMRM）での若手会員の発表を支援するべく、毎年ISMRM Travel Awardを授賞している。ISMRM年次総会で演題が採択された40歳未満の会員を対象とした渡航費用援助プログラムで、国際交流委員会と選奨委員会による査読により採択者を決定している。決して多いとは言えない助成金額であるが、将来国際的に活躍する若手会員を鼓舞する重要な事業とらえている。

本発表ではJSMRMが実施しているこれらの事業について紹介する。

SY05-5 QA session for Research in MRI

MRI研究・国際交流等に関する質問コーナー

片岡 正子

京都大学大学院医学研究科 放射線医学講座（画像診断学・核医学）

Masako Kataoka

先の演者の経験談及び当学会が関連する研究支援や国際交流について、会員の方からの質問・ご意見をいただく。

SY06-1 Clinical Utility of VI-RADS: Diagnosis of Bladder Cancer and Beyond

膀胱癌筋層浸潤診断システム(VI-RADS)～標準的な撮像法・読影評価と臨床応用に向けた最近の知見～

有田 祐起^{1,2}

¹Department of Radiology, Memorial Sloan Kettering Cancer Center, ²慶應義塾大学 医学部 放射線科学 (診断)

Yuki Arita^{1,2}

米国放射線専門医会 (American College of Radiology; ACR) が提唱するレポート・データシステム (Reporting and Data System; RADS) は画像撮像法およびその評価レポートの標準化を目指すものである。1993年に乳腺領域におけるBreast Imaging-Reporting and Data System (BI-RADS) が発表されて以来、様々な領域で標準化が進んでおり、特に泌尿器領域では有名なProstate Imaging-Reporting and Data System (PI-RADS) はもちろんのこと、METastasis Reporting and Data System (MET-RADS) など多くのRADSが提唱されている領域である。

近年、提唱されたVesicle Imaging-Reporting and Data system (VI-RADS) は、Multiparametric MRI (T2強調画像、拡散強調画像、ダイナミック造影MRI) を用いて膀胱癌の筋層浸潤の確率を5段階評価するシステムである。MRIの画質向上により、体幹部でも安定した画質の拡散強調画像を撮像することが可能となり、スコアリングのdominant シークエンスは拡散強調画像が担う。

臨床的有意癌の検出を目的としたPI-RADSとは異なり、膀胱癌の深達度診断を目的としているのは、筋層浸潤の有無が膀胱癌のその後の治療方針に大きく関係するからである。非筋層浸潤の場合、経尿道的膀胱腫瘍切除 (transurethral resection of bladder tumor; TURBT) を用いた治療が主体となるため、一般的に膀胱温存は可能である。対して、筋層浸潤の場合は、患者侵襲性が高い膀胱全摘術が標準術式となり、患者は膀胱を失うことでその後のQOLの大きな低下につながる可能性がある。そのため、膀胱癌診療において、腫瘍の筋層浸潤の有無を治療介入前に非侵襲的に正確に評価する画像診断の確立が求められていた。このような現状のもと、VI-RADSでは膀胱MRIにおける撮像法や深達度の評価法を標準化することで、筋層浸潤の有無に関する有用な術前画像情報を泌尿器科医に提供することを目的としている。VI-RADSが従来のTURBTを主体とした診療に組み込まれることで、より低侵襲的で確かな筋層浸潤の有無の評価が行えるようになり、膀胱癌診療の質の向上につながることを期待されている。

VI-RADSが目される理由として以下の3つを挙げる。
 1. 膀胱癌が画像診断の領域では“forgotten tumor”とも呼ばれ、前立腺癌と並んで患者有病率が高い疾患であるにもかかわらず、泌尿器科医による診断的膀胱鏡やTU-biopsyという直接的な組織診断の手段があるために、臨床ではCTでの膀胱壁外浸潤の有無やリンパ節や他臓器転移の有無が分かれば十分とされ、術前の膀胱MRIが臨床に積極的に利用されてこなかった背景がある。
 2. 米国での膀胱癌診療では、アジアや欧州の一部の国のように、診断用の細径膀胱鏡→MRI→生検用の膀胱鏡の診断の流れがなく、MRI施行時は既にほとんどの症例でTURがなされている。そのため、画像でなくてもTUR部位の炎症や線維化により正確な深達度診断が困難になっていたとの状況があった。
 3. 泌尿器科医、放射線診断医、病理診断医の間で筋層浸潤に関する共通言語がないことで、画像診断レポートも主観的な表現にならざるを得ず、現状のVI-RADS score 3やscore 4に相当する画像所見の場合も、「筋層浸潤の可能性を否定できません」のような曖昧な表現にならざるを得ない状況があった。
 本発表では、VI-RADSのコンセプトおよびスコアごとの典型症例を提示した上で、それぞれのカテゴリ判定によって、今後どのように診断からマネジメントにつなげることができる可能性があるか考えたい。

Category	T2WI	DWI	DCE
1			
2			
3			
4			
5			

SY06-2 MRI in prostate carcinoma - PI-RADS Current Status, Pitfalls, and Future Perspectives -

前立腺癌のMRI - PI-RADSの現状、ピットフォール、将来の展望 -

江戸 博美, 新本 弘

防衛医科大学校病院 放射線科

Hiroshi Edo, Hiroshi Shinmoto

PI-RADSは、前立腺癌の臨床的有意癌の検出率の向上と良性病変や臨床的非有意癌の確信度を高め、不必要な生検や過剰治療を回避するため、これまでばらつきが大きかった前立腺MRIの撮像法と読影法の標準化を目指し、2019年にversion 2.1が発表された。本邦においても、広く普及し、日常の臨床の現場においても、放射線科医として、前立腺MRIレポートへPI-RADSカテゴリの記載を求められる場面が多くなっている。

本講演では、PI-RADSの現状として、version 2から version 2.1へのカテゴリ付けの変更点、ダイナミック造影の考え方、撮影時の基本的事項などを振り返る。特にダイナミック造影については、近年、ダイナミック造影を省略したbiparametric-MRI(bp-MRI)とmultiparametric-MRI(mp-MRI)を対比したいくつかの検討により、bp-MRIのmp-MRIに対する非劣性が示されている。2021年にPI-RADS運営委員会も、bp-MRIを前立腺MRIの需要増に対する潜在的な解決策であることを認めつつも、診断性能が低下する可能性の高い臨床の現場では、適正な画質と正しいデータ解釈が必須であり、bp-MRIの最大の懸念はPI-RADSカテゴリ3などの不確定病変の増加により、MRIの特異度が低下し、生検の必要性の判断に不確実性が増す可能性があることであると述べている。PI-RADSで期待される感度、特異度を発揮するには、言うまでもなく、前立腺MRIの画質が診断に足る良好なものでなければならぬ。2021年前立腺MRIの画質の評価法として、Prostate Imaging Quality (PI-QUAL) スコアリングシステムが発表された。これはPRECISION trial (mpMRI 標的生検が標準的な経直腸超音波ガイド下生検よりも優れたことを多施設共同ランダム化比較試験によって実証) での画質評価を契機に発表された前立腺MRIでの画質を5段階に評価するスコアリングシステムである。PI-QUALでは、実際の画像での具体的な画質の評価方法が示されているため紹介する。

日常臨床における前立腺癌の診断のピットフォールとして、前線維筋性間質や中心域に発生する癌や、前立腺移行域で癌との鑑別が問題となる間質優位型の肥大結節について取り上げる。また、現状のPI-RADSでは評価困難となるタイプの前立腺癌として、T2WIで高信号を示し、拡散制限を示さない粘液癌や、前立腺を置換するような多房性嚢胞性病変として見られる前立腺の導管型腺癌 (導管癌) を紹介する。PI-RADSで、3以上のカテゴリに該当する病変が指摘出来ない場合も、PSAが経時的に上昇を続ける場合や、多房性嚢胞性病変の形態を示し、強く造影される結節性病変があった場合は、特殊なタイプの前立腺癌が否定できないため、組織学的検索が有用である。将来の展望としては、現在のPI-RADSでまだ改善の余地のある移行域における臨床的有意癌のrule in/outの最適化を目指した論文をいくつか取り上げ、PI-RADSの将来の展望を考えたい。

SY07-1 Imaging and clinical application of thoracic duct MRI

胸管MRIの撮像と臨床応用

野村 敬清

東海大学 医学部 専門診療学系 画像診断学

Takakiyo Nomura

胸管はリンパ液の還流において重要な臓器であり、胸部の手術の際に損傷してしまうと重篤な合併症である乳び胸が発生する。また、胸管は大動脈の右側を走行し左静脈角に流入するケースが多いが、胸管が右の静脈角に流入するなどの様々な破格が見られる。そのため、外科医にとっては術前に画像で胸管の走行を確認しておくことが乳び胸の発症を抑える上で重要となる。胸管の内にはリンパ液があるためMRIによる胸管の撮像はMRCP (Magnetic resonance cholangiopancreatography) で良く使用されるHeavy T2強調画像を使用したものが多かった。しかし、Heavy T2強調画像では胸管は描出されるが、水成分以外の信号は抑制されるため、大動脈などの胸部の臓器と胸管との位置関係が不明瞭であり、術前シミュレーションとして使用するには不十分な点があった。そのため、当院ではMRIによる術前の胸管撮像においてHeavy T2強調画像に加えて、SSFP (steady-state free precession) 法であるBalanced turbo field echo (bTFE) 法による撮像を行っている。しかし、通常のBalanced turbo field echo法による撮像では胸管の描出が不良であったため、拡張k空間エンコーディングスキームを使用し、kxとkyだけでなく、ショット内で隣接するkzポイントのデータも同時に取得する事 (Free factor) によってより描出能の高い画像を得ることが出来た。この拡張型のbalanced turbo field echo法 (Balanced Turbo Field Echo with Extended k-space Sampling: bTFEe 法) による撮像は画像の比較試験においてHeavy T2強調画像と比較してもより良い胸管描出能を示しており、さらに大動脈などの胸部の臓器も描出されるため、外科医の求める術前シミュレーションのためのVR画像を作成する事が可能となった。このVR画像を作成した結果、食道外科医は胸管の破格を術前にイメージすることが出来るようになり、当院の比較試験では術前胸管MRIを施行した患者は術前胸管MRIを施行しなかった患者に比べて、乳び胸の発生率が有意に低かった。胸管は小腸からの脂肪成分を含んだリンパ液が流入するため、食道外科医は乳び胸予防のために慣習的に術前に脂肪食の摂取を行い、胸管を拡張させていた。しかし、実際に脂肪食摂取を行うことによって胸管が拡張することを示した論文は無かったため、我々は健康ボランティアに対し脂肪食を摂取させた後に1時間おきにMRIによる胸管撮像を行い、胸管径の変化を評価した。その結果、個人差はあるものの脂肪食摂取後4～6時間後に胸管が拡張する傾向が分かった。この試験においてbTFEe法による高い胸管描出能と撮像時間の短縮は頻回の撮像を行う上で非常に有用であった。術中に胸管損傷をし、乳び胸が発生した場合、通常はリビドールを用いたリンパ管造影による診断的治療を行い、その後も乳び胸が継続する場合は手術による結紮を行うが、より侵襲の低い方法として静脈角から逆行性にカテーテルを胸管内に挿入し、胸管の塞栓術を行う手法もある。しかし、逆行性にカテーテルを挿入するため手技の難易度は高い。また、胸管は左の静脈角に流入することが多く、胸管流入部にも内頸静脈や鎖骨下静脈へ流入する破格がある場合は手技が困難となる。実際、当院でbTFEe法にて撮像を行った患者のうち静脈角へ流入した症例は69.2%、鎖骨下静脈へ流入した症例は20.3%、内頸静脈へ流入した症例は6.8%であった。また、胸管撮像を行った140名のうち112名 (80%) は明瞭に胸管の流入部が描出されていた。以上の事から塞栓術の前に胸管の静脈への流入部の同定に胸管MRIを施行する事は有用であると考えられる。胸管は後縦隔にあり細長い形状をしている事から画像による描出が難しい構造物であるが、MRIの発達により画像評価が出来るようになってきている。当院でも胸管MRIの撮像法に関する問い合わせは来ており、実臨床における構造的な胸管MRIの需要は高いと考える。

SY07-2 MR lymphangiography by nanodiamond Gd-DOTA MRリンパ管イメージングに向けたナノ材料-環状錯体複合型造影剤の開発

松本 知博¹, 矢野 浩作², 富田 康介³, 堀田 篤², 長谷部光泉^{2,3}, 山上 卓士¹

¹高知大学 医学部 放射線診断・IVR学講座, ²慶應義塾大学 理工学研究科, ³東海大学 医学部 附属八王子病院 画像診断科

Tomohiro Matsumoto¹, Kosaku Yano², Kosuke Tomita³, Atsushi Hotta², Terumitsu Hasebe^{2,3}, Takuji Yamagami¹

リンパ系は体中に張り巡らされたリンパ管とリンパ節とから主に構成される。リンパ系は、循環器系の一部であるとともに免疫系の重要な装置でもある。リンパ系の構造や機能を直接的あるいは間接的に変化させる疾患は外傷、感染、悪性腫瘍、先天性疾患や医原性など多岐に及ぶ。健常時並びに病的状態におけるリンパ系の解剖学的・生理学的意義を解釈するために、様々な非侵襲的手法が用いられてきたものの、低侵襲で簡便なリンパ系イメージング技術は未確立である。その中で、磁気共鳴画像法(MRI)によるリンパシステムの画像化(MRリンパ系イメージング)が、有望視されている。ナノスケールの粒子を皮内注射すると、間質からリンパシステムに輸送されることを応用して、ナノ材料MRI造影剤の開発が行われてきた。しかし、ナノ材料の安全性の課題から、これまでのナノ材料MRI造影剤は実用化に至っていない。MRリンパ系イメージングを可能にするためには、生体適合性の高いナノ材料と体内に蓄積しにくい環状型Gdの複合型造影剤が必要である。申請者らは、生体適合性の高いナノ材料であるナノダイヤモンド(ND)と既存環状型Gd造影剤との結合技術を用いたND環状型Gd錯体複合体MRI造影剤の開発が、安全なMRリンパ系イメージングを日常臨床で可能にするのではないかと考えた。そこで、我々は、直径5 nm程度の高分散ND粒子に対して、環状構造を有するガドリニウム錯体(Gd-DOTA)を複合した。このND-環状型Gd錯体複合体MRI造影剤と既存Gd錯体造影剤であるGd-DOTAの造影能の比較を行った。緩和時間短縮作用の比較は、それぞれの信号強度、T1値とT2値の測定した。ウサギ(日本白色種)の足底部にND-環状型Gd錯体複合体造影剤を皮内注射し、注入後5分後から5分間隔で30分後まで3T-MRIで撮像した。ND-環状型Gd錯体複合体造影剤を投与したウサギを14日間観察し、安全性に問題ないことを確認した。この開発によって、これまで困難であったMRリンパシステムイメージングを日常臨床で可能にすることを目指す。

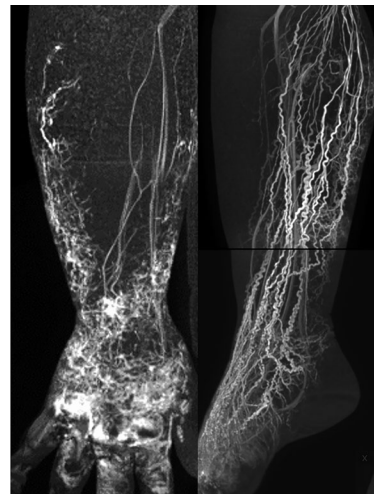
SY07-3 MRI imaging of lymphatic vessels (focusing on extremities). How to do it? How is it useful? リンパ管のMRIイメージング(四肢を中心に) どうする? どう使う?

曾我 茂義

獨協医科大学放射線医学講座

Shigeyoshi Soga

リンパ管の詳細な画像診断は長らく難しかったし、現在も血管の様に手軽ではない。末梢リンパ管のイメージングについては、リンパシンチやICGによるリンパ管造影がそれぞれ素晴らしい利点を有する標準的な検査となっている。しかし、近年のリンパ管学の進化の1つとしてMRIによるリンパ管イメージングであるMR lymphangiography (MRL) やMR thoracic ductography (MRTD) の発展があり、より詳細で広範囲の解剖情報を始めとして、他の検査では得られない情報を提供し得る検査であり、微細なリンパ管の描出能に優れている。我々は従来からこれらのMRI技術を積極的に活用し診療を行ってきたが、造影剤を用いた造影MRLは、通常のMRI検査では描出困難な微細なリンパ管を非侵襲的に高い空間分解能で3次元的に描出する事が可能で、リンパの鬱滞や皮下への漏出、リンパ管低形成などの病態が明瞭に可視化できるし、リンパ管外の軟部組織の変化も評価できる。加えて、一般的に普及したMRI装置で施行可能で、高い安全性が示されている低侵襲な検査である。また、造影剤投与を必要としない非造影MRLによるリンパ管イメージングも手軽にリンパ管解剖を確認できる利点は大きく、また造影剤の分布に依存しないリンパ管描出が得られる利点もある。血管の画像診断の進歩が治療の進化を牽引してきたように、リンパ管でもイメージングの進歩が治療の進歩に直結しており、リンパ管疾患の診療や研究に、益々重要な役割を担うと考えられる。本シンポジウムでは、四肢のリンパ管MRIを中心にその実情や最新の知見、具体的な手法やtipsを含めお話をさせて頂きたい。



SY08-1 Serendipity obtained from business cards and the ability to take action 名刺1枚と行動力から生まれるSerendipity

北川 久

東京慈恵会医科大学附属病院 放射線部

Hisashi Kitagawa

『病気を見つけるためにはどんな画像が必要なのか?、その画像から何がわかるのか?そして、その画像を描出するためにはどんな撮像(撮影)技術が必要なのか?を探求して、最終的には医師と患者さんから信頼される診療放射線技師になりたい』という世界観を持ち続けて28年間臨床現場で勤務している。しかし未だにゴールの見えない場所を彷徨っている。ただ紙切れ1枚の名刺と持ち前の行動力と『運』の良さによって世界観を共有できる仲間たちに出会うことができた。その仲間のおかげ今も今後も間違った方向に進むことはないであろう。ちなみに人と人をつなげ、引き寄せる偶然の力をserendipity(セレンディピティ)という。今思うと仲間が1人増えると、その仲間から別の仲間を紹介してもらえ次々と素敵な仲間に出会うことができた。まさしくserendipity(幸運を偶然に引き寄せる力)のおかげであろう。ちなみにserendipityは「Action(行動)」「Awareness(気づき)」「Acceptance(受容)」の3要素が必要と言われていて、その中で最も必要なのは「Action」、つまり座っているだけで幸運がやってくるのではなく、さまざまな環境下において自ら行動する能力が大切だ。あらためて思うのが、様々なことに興味を持ち、多様な価値観を持つ人と接する機会を望み、何事もオープンマインドな性格に育ててくれた両親に感謝する。さて、本シンポジウムでは私を交流の達人の一人に入れていただいているが、交流の達人ともなると学術功績や業務実績が優れている人間が当てはまると思うが、私自身大した実績や功績はないが、「好きこそ物の上手なれ」を信じて今でも「MRIを極めたい」の想いで臨床現場に居続けている。本シンポジウムでは臨床現場をこよなく愛する仲間を通じて得た大切なものを紹介したいと思う。具体的な内容については文字数の関係上割愛させていただく。1.さまざまなMRI研究会の交流で得たもの・MRI創意工夫懇話会・東京動態機能研究会・胎児MRI研究会2.シーメンスのユーザー会の交流で得たもの・東京MAGNETOM研究会・大江戸MAGNETOM研究会3.院内・院外の医師との交流で得たもの・医局合同勉強会・キャンサーボードカンファレンス4.企業との交流で得たもの・トランダクションシート5.学会の交流で得たもの・スタンフォード大学短期研修会これからも、初めて会った人や何度かあっている人に対して、この出会いは一生に一度きりの大切なものである、『一期一会』を大切にして私の世界観に近づきたい。



SY08-2 Scientific conferences in the post-pandemia

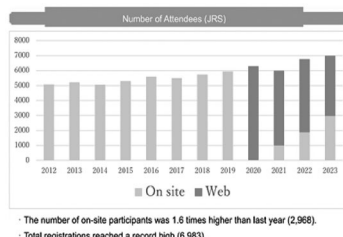
ポスト・パンデミックにおける学会は実に様々 - 人材流動性が関与? -

山田 恵

京都府立医科大学 医学部 放射線診断治療学

Kei Yamada

パンデミック後の「学会のありかた」を語らせると人によって千差万別だ。オンサイトは全く不要と考える人もそれなりの数が存在する。この考え方には明確な、お国柄というのが存在する。その事が判ったのが各国代表との会談を通じてだ。その機会があったのが2022年の北米放射線学会だ。これはコロナ前から継続的にJRS/JCRを介して行われてきた事業で、筆者も継続的に参加してきた。2022年にシカゴで会談したのは合計7各国（USA、UK、フランス、イタリア、スペイン、ブラジル、台湾）の9団体である。その中で情報を集める限り、オンサイトの学会への渴望感各国で健在なのに比べ、日本における「客の戻り」が際立って遅れていることが判った（図1、JRS資料）。例えばブラジルでは100%オンサイトのみという設定で学会を開催しても会員からの文句は全くないという。私自身の先入観でアジアの国々では相対的に慎重な行動を好む傾向があるのだからと勝手に予測していた訳だが、その期待を裏切って台湾の学会も現地開催に前向きな会員が圧倒的多数だったという。すなわち日本だけがアウトライア（外れ値）ということになる。では、なぜそのような現象が生じるのだろうか。私なりにこの事象に対する考察を加えた結果、到達した結論がある。それは日本における人材の流動性の乏しい（あるいは全く存在しない）ということが関係しているのではないかと考えた。周知のごとく日本には終身雇用という社会制度があり、人材は流動しない事が前提となっている。医療業界も同様であり、大学による病院との強い連携が存在するため、このテリトリーを跨いで人材が異動することは、例外を除くとほぼ皆無だ。こういったシステムが現存するのは演者の知る限り日本だけである。他の西側諸国では数の多寡はあるものの、すべからず人材は流動することが原則となっている。人材が流動するに際して、最も重要なのが情報だ。その情報を獲得する格好の場所が学会ということになる。例えばISMRMでは求人ボードには隙間なく広告が貼り付けられており学会の果たす重要な機能の一つとなっている（図2）。わが国にはこのような習慣がない。働く場所はおのずと決まっておき、調査の必要はないわけだ。そういう環境下では同業者との情報交換はさほど重要ではなくなる。こういった日本における固有の風習が学会の現地参加をそれほど望まない主たる原因となっているのではないかと考察した。本講演においては、こういった日本固有の社会習慣がどのように発し、どういう結果をもたらしているのかについても述べてみたい。



SY08-3 Conference activities that are compatible with child-rearing

子育てと両立できる学会活動

前川 朋子

順天堂大学医学部附属 順天堂医院 放射線科

Tomoko Maekawa

今回、「子育てと両立できる学会活動」というテーマをいただきました。「果たして自分が子育てと学会活動を両立できているだろうか？」という疑問はあるものの、せっかくお話をいただきましたので、「子育てと学会活動をなんとか両立できるように奮闘している一放射線科医のリアルな事例」としてお話しできたらと思います。

私は現在放射線科医10年目で、1歳の子供を育児中です。妊娠・出産前は放射線診断専門医取得、大学院での博士号取得に向けて切磋琢磨し、乗り越えてきました。が、子供が産まれてから生活がガラリと変わりました。というのも、これまで自分の時間は100%自分のために使うことができましたが、育児においてはまず子供が第一で、残された僅かな時間のみしか自分のために使うことができないからです。エフォート（研究者の年間の全仕事時間を100%とした場合、そのうち当該研究の実施に必要な時間の配分率）で例えるとすると、妊娠・出産前は研究・臨床にエフォート100%で取り組めたのが、育児中は育児へのエフォートが90~99%になり、残るエフォートは1~10%になるといった印象でしょうか。もちろん、子供の成長や個性、配偶者の協力度合い、保育園や公的サービスの利用などの因子によってエフォートは増減、変化していきますが、この僅かな時間を如何に有効活用して学会活動に繋げるかがキーになるかと思っています。幸いにも、コロナ禍を契機として学会がオンライン化したことは、育児中などの理由により現地参加が難しい参加者にとって学会参加を継続できる強力なツールになったと思います。私もオンライン学会を活用することで学会発表をなんとか継続することができました。もちろん、妊娠・出産前と同じだけの研究実績を保っているとは言い難いですが、完全に研究活動からドロップアウトせず細々とでも良いから継続していくことができたかと考えています。本シンポジウムでは、私が妊娠・出産~育児までの期間、どのように学会活動を継続していたか、具体的にご紹介したいと思います。あくまで一個人の事例にはなりますが、同様に子育てをしている方、これから子育てをする予定の方々へ少しでもご参考になれば幸いです。

SY08-4 Attending morning web-conference that connects geographically separated hospital

呼吸するようにコミュニケーションする：地域病院との毎朝のウェブカンファレンス

掛田 伸吾

弘前大学放射線診断学講座

Shingo Kakeda

今回の発表では、放射線診断診療における我々の「ささやか」な取り組みについて紹介します。私は人口約120万の福祉を担う青森県唯一の大病院に勤務しています。広大な面積を有する北日本地域では、中核病院の点在化を余儀なくされます。これは、稀少症例の分散に加え、指導医・教育者の分散をも意味し、専門的な人材育成を困難にしています。我々は、県内の中核病院をウェブで結び毎朝のカンファレンスをはじめました（医学生、初期研修医も参加）。本カンファレンスは、県内約70万市民の画像診療を対象としており、骨軟部腫瘍、脳腫瘍などの稀少疾患を毎週経験できる規模といえます。カンファレンスでは、診療放射線技師も参加しMRI撮像シーケンスが話題になることもあります。また、自宅出張先からもアクセスでき、育児休暇中、定年後でも気軽に参加できます。カンファレンスでは各自が得意分野を分担しますので、1人勤務医であっても好きな領域を探索するモチベーションもつなげています。最近では、自己紹介や近況報告する者もおり、当初の目的であった「教育」はコミュニケーションツールであるとも感じています。

SY09-1 The report from the ISMRM 2023 program committee

ISMRM2023 プログラム委員より

立花 泰彦

量子科学技術研究開発機構

Yasuhiko Tachibana

AMPC (Annual Meeting Program Committee) 毎年の ISMRM 大会のプログラム編集を担当しているプログラム委員会である。一般演題や教育講演はもちろん、Mansfield Lecture や Member Initiated Symposium など大会中のあらゆるセッションに関してその詳細を決定していくプロセスを担当している。今回まず話題にしたいと思う Clinical Focus Meeting はそうしたセッションの一つで、近年新しく設定された。おもに基礎研究者と医療者をつなぐことに焦点が当てられているセッションなのだが、なぜこの枠組みが作られたのか、どのように運用しようとしているのかという状況などから、ISMRM が今後 MRI 研究の世界がどのようにあってほしいと考えているのかということについて、感じていただければと思う。

また、もし時間が許せば、より身近な話題として一般演題のセッションがどのように組み立てられていくかの流れをご紹介します、Oral に採択されやすい演題はどのようなものなのか私の理解をお話したい。

SY09-2 Emerging Innovations in MRI Technology: Insights from ISMRM 2023

MRI 技術のアップデート: ISMRM 2023 からの洞察

玉田 大輝

ウィスコンシン大学マディソン校 医学部 放射線科

Daiki Tamada

At ISMRM 2023, a wealth of studies presented insights ideally suited to engineers passionate about advancing MRI acquisition and reconstruction. My forthcoming talk will encapsulate these multifaceted discoveries with a focal emphasis on the expanding roles of artificial intelligence (AI), quantitative imaging, low-field MRI, and the latest high-field MRI technologies.

AI and quantitative imaging have taken center stage in recent technology discourse. Their applications extend in manifold directions within MRI acquisitions, fundamentally revitalizing workflow, reconstruction, and image processing. These technological strides were showcased at numerous AI sessions, a testament to our engineering community's ingenuity.

An indispensable part of this narrative is the increasing prominence of multi-center studies investigating quantitative MRI clinical impacts. Unfortunately, poor reproducibility remains a hurdle that deserves further attention.

On another note, low-field MRI systems, particularly the 64mT and 0.55T MRI systems, have gained traction. Despite their lower field strength, attendees have seen rapid improvements in image quality and scan time. Due to the improvements, most applications typically used with 1.5 or 3T MRI systems are now becoming available for these lower field strengths.

High-field MRI is also on the cusp of breakthroughs with the introduction of emerging techniques such as the metamaterial liner and flexible RF coils for various body regions.

Interesting secret sessions covered Chat-GPT, and discussions around reproducible research and methods to disseminate scientific knowledge within the MRI engineering community.

Not to be missed are the innovative technologies unveiled at the exhibition booths, including AI-based commercial products and the audacious 5T MRI system introduced by United Imaging, seemingly eager to disrupt conventional clinical MRI systems.

Join us as we explore these dynamic shifts across the landscape of MRI engineering, consolidating learnings from ISMRM 2023 and contemplating the implications these cutting-edge developments present for our field!

SY09-3 Recent topics in preclinical MRI: a report from ISMRM2023

ISMRM2023における前臨床研究の話題

住吉 晃

量子科学技術研究開発機構

Akira Sumiyoshi

前臨床MRIにおける最近のトピックスについて20分程度で紹介する。特に6月に開催された国際磁気共鳴医学会において発表された幾つかの興味深い演題について紹介する。加えて量研機構で展開されている動物用MRIを用いた最新の研究状況について紹介する。キーワードとして、DIANA、Ex vivo MRI、Macromolecular CA、Multi-center study、PDX model、PET-MRI、Sleep fMRI、Synthetic MRIなどを予定している。また最近開始されたPCI-Communityの取り組みについても紹介したい。シンポジウムを通して前臨床MRIにおける現時点そして未来について議論したい。

SY09-4 Topics in the liver at ISMRM2023

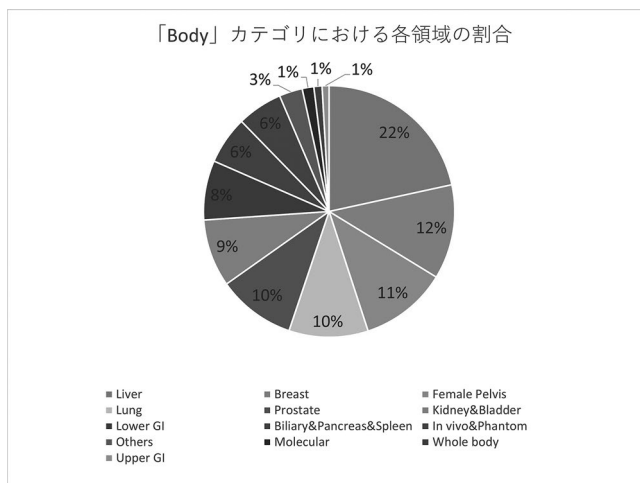
ISMRM2023における肝臓領域の話題

市川新太郎

浜松医科大学 放射線診断学講座

Shintaro Ichikawa

ISMRMのプログラム上、肝臓は「Body」というカテゴリに分類されている。このカテゴリには乳腺、肺、消化管（上部・下部）、肝胆膵脾、泌尿器、婦人科、全身MRIといった多くの領域が含まれる。発表形式はOral、Digital Poster、Power Pitchが含まれ、Traditional Postersは独立したカテゴリに分類されている。今回「Body」および「Traditional Posters」カテゴリに含まれる肝臓関連の演題の割合を分析した。なお、「Cross-organ」、「Image Acquisition & Analysis」、「Machine Learning」など他にも肝臓関連の演題が含まれる可能性があるセッションがあるが、今回は対象外とした。「Body」および「Traditional Posters」カテゴリには合計667演題が登録されていた。そのうち肝臓関連の演題は144演題（21.6%）であり、最多だった（図）。本講演ではその他の分析結果に加えて肝臓領域の注目演題を紹介し、ISMRM2023における肝臓領域のトレンドを共有することを目的とする。



SY09-5 Hot Topics in Neuro MRI at ISMRM 2023

ISMRM2023 中枢神経領域のホットトピックス

鎌形 康司

順天堂大学 大学院医学研究科 放射線科

Koji Kamagata

今回のISMRM年次大会では、最先端のMR技術に関心を持つ臨床医や科学者を集め、それらを日常臨床に応用することを目的とした“Clinical Focus Meeting”という取り組みが導入された。今年度のClinical Focus Meetingのテーマは“Neuroinflammation（神経炎症）”であり、いつ、なぜ、どのように神経炎症を検出するのか、その答えとなる最良の臨床MRIプロトコルについて複数のセッションで議論された。例えば、拡散MRI技術のneurite orientation dispersion and density imaging(NODDI)で算出されるisotropic volume fractionやfree-water imaging(FWI)で算出されるfree waterなどが神経炎症に伴う細胞外自由水の増加を検出できる指標として期待されている。その他にも、“Neurofluids”や“Blood brain barrier permeability”などが筆者の専門とする中枢神経領域ではホットトピックスであった。Neurofluids領域では、resting-state functional MRI(rs-fMRI)を用いたBOLD-CSF couplingという解析技術が興味深かった。BOLD-CSF couplingとは、rs-fMRIの大脳皮質信号(BOLD)と脳幹周囲のCSF信号の経時変化における相関(coupling)を示し、この相関が大きいほど脳クリアランス機能は高いとされる。脳のBOLD信号は血流の流入に加えて脳実質へのCSF流入の影響を受けるため、脳のBOLD信号とCSFの流れを反映するCSF信号との強い逆相関は、脳内へのCSF流入が多いことを示しており、クリアランス能を反映すると考えられる。実際にアルツハイマー病、パーキンソン病などの神経変性疾患ではBOLD-CSF couplingが低下することが報告されている。本講演では、“Neuroinflammation”、“Neurofluids”を中心に中枢神経領域で筆者が特に興味深く感じた演題を中心に紹介する。

SY10-1 Recent Advances in brain MRI in Fetuses, Neonates and Children

小児科神経疾患へのMRIの応用

城所 博之

名古屋大学 医学部 小児科

Hiroyuki Kidokoro

近年、MRI撮像技術と解析技術が進歩し、胎児を含む新生児や小児の診断と病態の理解に革命をもたらしている。これらにより、脳の微細構造や機能を非侵襲的に詳細に評価することができ、先天的または発達途上の神経系の異常の早期検出や治療戦略の選択をサポートすることが可能となった。臨床的には、Arterial Spin Labeling (ASL)は、てんかんの焦点や脳血流の還流障害の特定において高い有用性を持っている。この技術は、従来の手法を上回る感度と特異性で問題を評価することができる。また、Susceptibility Weighted Imaging (SWI)は、特に小児や新生児の脳撮像において、T2*イメージングの代わりとして普及しつつある。SWIは、微小な出血や鉄の沈着を高感度で検出できるため、その臨床適応が拡大している。研究の視点からは、Volumetry, diffusion MRI, Neurite Orientation Dispersion and Density Imaging (NODDI), surface-based analysisそしてfunctional MRI (fMRI)などの撮像・解析技術が利用可能となり、益々様々な疾患で応用されてきている。これらは、小児や新生児の脳の詳細な評価や中枢神経疾患の病態理解に非常に有効である。加えて、脳年齢推定に関する我々の研究成果も含め、AIの活用についても触れたい。本シンポジウムでは、これらの最新技術と知見を整理し、その臨床や研究への貢献について、具体的な疾患に焦点を絞り検討する。

SY10-2 Multiparametric MRI of the brain for children**小児での脳マルチパラメトリックMRIの使用**

萩原 彰文

順天堂大学医学部附属順天堂医院 放射線科

Akifumi Hagiwara

マルチパラメトリックMRIには大きく分けて 1. 一回の撮像に基づく複数のコントラスト画像・定量マップの同時取得 2. 複数のコントラスト画像・定量マップを使用した解析・診断、の2つの定義があります。まずは1. の定義に基づいて、synthetic MRIやMR fingerprintingなどといったT1・T2の緩和時間測定を同時に行う技術の最近の動向、小児脳への使用についてお話しさせていただきます。技術的には最近特に話題となっているのは、体動補正技術や、deep learningによる画質向上・加速化です。次に、2. の定義に基づき、MRIから得られる複数のパラメータを組み合わせ活用し、小児脳疾患の診断に役立てる可能性について、お話しさせていただきます。特に脳腫瘍の診断・予後予測やてんかんにおいて研究が盛んに行われております。

SY10-3 Clinical application of 1H-MR spectroscopy in children**プロトンMRSの小児への臨床応用**富安もよこ^{1,2}¹量子科学技術研究開発機構 量子医科学研究所, ²神奈川県立こども医療センターMoyoko Tomiyasu^{1,2}

プロトン-MRスペクトロスコピー (¹H-MRS) は、複数の代謝物の定量スペクトルを得ることができるMR撮像法の一つである。生体を対象とした *in vivo* ヒト脳MRSでは、代謝物など30種類以上が観測可能であるが [1]、臨床用MR装置 (1.5または3T) で常に明瞭に観測できる代謝物は5~6種類程度である [2]。所属先の一つである神奈川県立こども医療センターでは、脳MRのルーチン検査で多くの場合脳¹H-MRSも行い、健常値との比較や疾患時の経時的変化の評価を行うなど、画像診断の一助としている。

本講演では、¹H-MRSの基礎的な解説に加え、臨床でMRSを行うために必要なもの、臨床で用いられる撮像パラメータや解析方法、臨床に寄与した症例などを紹介する。

文献

1. Govindaraju V, Young K, Maudsley AA. NMR Biomed. 2000; 13:129-153.

2. Tomiyasu M, Harada M. Magn Reson Med Sci. 2022; 21; 235-252.

SY10-4 Arterial Spin Labeling for Pediatric Brain**小児中枢神経疾患におけるArterial Spin Labelingの有用性**北島 美香¹, 上谷 浩之², 平井 俊範²¹熊本大学 大学院 生命科学研究部 医用画像科学講座, ²熊本大学 大学院 生命科学研究部 放射線診断学講座Mika Kitajima¹, Hiroyuki Uetani², Toshinori Hirai²

Arterial spin labeling (ASL) は造影剤を用いることなく非侵襲的に脳灌流の評価が可能であり、小児中枢神経疾患における脳灌流評価法として有用性が高い。一方、ASLは撮像法や被検者の年齢や検査時の状態、病態など様々な要因が画質や定量値に影響するため、画像の解釈にはこれらの方を考慮する必要がある。ASLによる脳灌流評価では、ラベルされたスピニングがラベル面から関心領域の脳組織に到達する時間が延長する病態では正確な灌流評価が難しいが、この問題を解決するための撮像技術も発展している。加えて、最近では脳灌流評価のみでなく、ASLによる脳血管の描出・評価も可能である。本講演では、ASLの小児中枢神経疾患における有用性と最近の進歩について、血管性病変、脳腫瘍、急性脳症などに分けて解説する。

SY11-1 Aim of the MRI Platform

研究用MRI共有プラットフォームの取り組みと実績

齋藤 茂芳

大阪大学大学院 医学系研究科 保健学専攻 生体物理工学講座 先端画像技術学研究室

Shigeyoshi Saito

現在、国内のMRI装置の台数は人口100万人あたり50台を超え世界1位であります（OECD2018）。MRI装置は多くの医療機関に設置され、臨床画像診断において重要な役割を果たしています。これらの医療機関で利用される臨床用のMRI装置に加え、国内には前臨床や基礎研究に利用される100台以上の「研究用MRI」が存在しています。これらの「研究用MRI」装置は基礎研究や疾患モデル動物を用いた病態のメカニズム解明、創薬などの生命科学研究に加え、獣医学、食品検査など多方面に活用されています。文部科学省先端研究基盤共用促進事業「研究用MRI共有プラットフォーム」では全国の施設に点在する研究用MRI装置を仮想的につなぐことで、全国の研究者が高度なMRI装置を共用でき、全国どこにいても最先端のMRI装置の利用ができる研究環境の構築を目指しています。本講演では、我々の研究用MRI共有プラットフォームの取り組みとその実績を紹介したいと思います。

SY11-2 Developing pre-clinical MRI research: report from a doctor visiting the US institution

前臨床MRI研究の発展：米国留学の経験から

本杉宇太郎

甲府共立病院 放射線科

Utaroh Motosugi

種々の医学研究があるが、MRI研究は工学系研究者・メーカーの研究者・放射線科医師・放射線技師がチームワークで協力しながら進めるユニークな研究分野である。私自身がこれまで携わったMRI研究は主に臨床研究であったので、前臨床研究の発展というテーマで私がお話できることは多くはない。しかし、今回は機会をいただいたので私が米国留学経験を通して感じたことや米国におけるMRI研究の裾野の広さを皆さんと共有したい。言うまでもなく、米国はMRI研究のトップを走る国である。その背景には充実した研究環境がある。施設や装置などのハード面の研究環境だけでなく、若手研究者の育成からリーダーシップの研修までソフト面の研究環境も非常に充実している。米国のようにするのが一番とは思わないし、当然日本の研究には日本の良さがある。ただ、国外から眺めなければ見えてこない課題があるのもまた事実である。前臨床MRI研究を発展させるために、日本が米国から学ぶべきことは何だろうか。一緒に考えたい。

SY11-3 The Role of Preclinical MRI in Translational and Reverse Translational Research: Evaluation of Disease Animal Models

トランスレーショナル・リバーストランスレーショナルリサーチにおけるMRIの役割：疾患モデル動物の評価

小牧 裕司

公益財団法人 実験動物中央研究所

Yuji Komaki

医学の進歩と治療法の向上において、ヒトを対象とした臨床研究と疾患モデル動物を対象とした前臨床研究を結びつける「トランスレーショナルリサーチ」と「リバーストランスレーショナルリサーチ」の重要性が増しています。これらの手法は相補的に作用し、医学研究の進展を加速させる役割を果たしています。

「トランスレーショナルリサーチ」は、基礎研究の知見を臨床研究に応用し、実際の患者に対して新しい治療法や予防策を評価する手法です。疾患モデルの構築や臨床試験を通じて、新たな治療法の効果を実際の患者にどのようにもたらすかを調査し、治療法の効果、副作用、安全性などのデータを収集します。

一方、「リバーストランスレーショナルリサーチ」では、臨床データを解析し、特定の疾患における生物学的メカニズムや分子レベルの変化を理解することを目指します。これにより、既存の治療法の改善や新たな治療法の提案、さらなる基礎研究の展望を見つけることができます。また、疾患のサブタイプの特異性や治療法の個別化もリバーストランスレーショナルリサーチの目的です。

両方の手法は、基礎研究と臨床応用の間のギャップを埋めることで、医学の進歩や治療法の向上に貢献しています。「トランスレーショナルリサーチ」と「リバーストランスレーショナルリサーチ」は相互に補完し合い、研究成果の実際の患者への適用を促進する役割を果たしています。モデル動物を用いた前臨床研究において、MRIは重要なツールとして活用されています。MRIは非侵襲的かつ縦断的なデータを取得することができ、疾患モデル動物の評価においてヒトへの高い外挿性を持ちます。

私たち実験動物中央研究所は1952年より一貫してヒトの疾患を再現するモデル動物（マウス、ラット、コモンマウス）の開発を行ってまいりました。さらに、2004年に前臨床7.0T MRIを導入し、モデル動物のMRI評価を20年間実施しています。文部科学省「先端研究基盤共用促進事業」研究用MRIプラットフォームにおいては、疾患モデル動物研究支援の拠点機関としてモデル動物の頒布、MRI評価試験を担っています。

本演題では、実験動物中央研究所が実施してきた疾患モデル動物のMRI評価に焦点を当て、「トランスレーショナルリサーチ」と「リバーストランスレーショナルリサーチ」の観点から前臨床研究としてのMRIの役割や、実験的、臨床的試験との違いについて紹介いたします。MRIを活用した疾患モデル動物の評価は、治療法開発や治療法の個別化に向けた重要な情報を提供するものと期待されます。

SY11-4 MRI imaging of living cell in stem cell therapy

移植後の生存細胞のみを定量的に追跡するMRI造影剤

山岡 哲二

公立小松大学保健医療学部

Tetsuji Yamaoka

再生医療新法の施行にともなって様々な幹細胞の移植療法が提案され、非臨床試験のみならず多くの臨床研究の成果にも注目が集まっている。しかしながら、移植幹細胞が体内で目的細胞に分化して目論見通りに機能するという直接作用よりも、パラクライン効果が主要因とも考えられているが解明には至っていない。移植細胞の一部が体内で残存していることを蛍光法で示す従来の手法ではこれらの議論に明確な解を与えることは困難であると考え、我々は、移植細胞の体内動態と生存率をイメージングできる幹細胞トラッキングMRI造影剤の開発を進めている。最終目標は、移植された幹細胞のうち生存している細胞だけを定量的にイメージングするという従来の造影剤では成し得ない機能の達成である。そのために構築した造影剤設計のコンセプトは、生存細胞内に長期間滞在でき、細胞死滅後には細胞外に速やかに漏出し、細網内皮系細胞等に取り込まれることなく遊離状態の組織内を拡散して血中に移行した後に腎排泄されるというものである(図1)。図中[1]から[4]へのステップをクリアできれば、尿中に排泄された造影材の量を定量化することで非侵襲的に定量的イメージングが可能となる。これらの特性を満たすキャリアー分子として、ポリビニルアルコール、デキストラン、分岐ポリエチレングリコールを検討してきた。図1の特性を多角的に検討した結果、それぞれ一長一短はあるものの、有効な性能を示す造影剤が開発できた。移植細胞としては、間葉系幹細胞、および、血管内皮前駆細胞を選択し、静脈内投与後、筋内投与後の挙動について検討を進めた。これまでに、これらの細胞の移植後の遊走挙動の違い、移植部位が虚血に与える効果の違い、移植部位の病態が移植細胞の生存期間に与える影響など、多くの知見が得られている。また、造血幹細胞移植時に臨床で実施される間葉系幹細胞の静脈内投与後に指摘されている肺塞栓や細胞の生死に関しても有用な情報が得られている。蛍光標識法や量子ドットによる細胞トラッキングでは数mm程度の深度の情報しか得られず、組織切片評価では生存している細胞が存在していることの非定量的確認が限度である。標的細胞に超常磁性酸化鉄微粒子(SPIO)を取り込ませてMRI撮像する手法では、細胞死滅後やエキソサイトーシスにより漏洩したSPIOが正確な情報を与えることが指摘されている。一方、我々のMRIトラッキングシステムは、大動物に対しても(将来的には臨床でも)定量的に移植細胞の生存率と分布を追跡できる唯一の手法と考えており、さらなる感度向上を目指している。

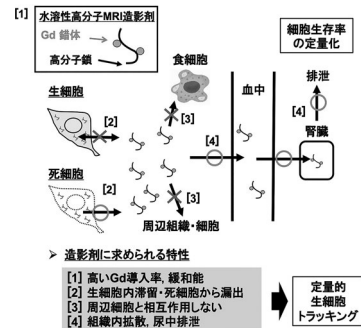


Fig. 1. 水溶性高分子化MRI造影剤による移植幹細胞のトラッキング

SY11-5 Utilization of preclinical MRI in various interdisciplinary studies

前臨床MRIを活用した多様な学際的研究

今井 宏彦

京都大学 大学院情報学研究所

Hirohiko Imai

前臨床MRIは、多様な学問分野において様々な研究目的で利用されている。京都大学では、先端的研究機器の学内外の枠を超えた共有と高度な研究技術支援を受けられる環境が組織的に整えられており(医学・生命科学支援機構)、その枠組みの中で、前臨床MRIについても、先端的研究の推進に貢献するべく活動を進めている。本講演では、前臨床MRIを活用した、京都大学を中心とする学内外の様々な研究者との研究成果を紹介する。MRI装置は、前臨床7T MRI (Bruker BioSpec)を用いている。マウス、ラット、マーモセットなどの実験動物、ヒト胚子・胎児、ヒト脳組織などの固定標本、化合物溶液などが主な撮影対象であり、撮影部位は、脳、心臓、血管、肝臓、脊髄、膝関節など様々である。測定核種は、¹H, ¹¹B, ¹³C, ¹⁵N, ¹⁹F, ³¹Pなどが一般的。多岐にわたる撮像方法あるいは新たな撮像法の開発も行いながら、これらを駆使して、基礎・臨床医学、生物学、工学、情報学などの多様な学問領域での研究を行っている。講演では、その具体例を紹介したい。

SY11-6 Multi-modal Preclinical MRI for the Discovery of Glymphatic System Biomarkers

マルチモーダルアプローチによる前臨床MRIグリンパティックシステムバイオマーカー探索

森 勇樹

コペンハーゲン大学 Center for Translational Neuromedicine

Yuki Mori

グリンパティックシステムは、血管壁を包むアストロサイト終末(エンドフィート)によって形成される、環状の血管周囲腔の流体輸送ネットワークで構成されている。この血管周囲腔は、脳脊髄液(CSF)と脳間質液(ISF)の交換を可能にする低抵抗経路を形成し、脳からの間質性溶質の排出を促進する。CSFとISFの流れは、アストロサイトの血管周囲端にアキアポリン4(AQP4)水チャネルが発現していることにより促進される。AQP4が遺伝的に欠損したマウスや脳小血管病(cerebral small vessel disease: cSVD)モデルマウスでは、グリンパティックCSFトレーサー流入が25~60%減少し、脳の構造と水輸送の分子機構に異常が見られる。また、AQP4の欠損は、アルツハイマー病やパーキンソン病などの神経変性モデルにおいて神経毒性タンパク質の蓄積を引き起こすこともこれまでの研究でわかっている。ヒトでは、AQP4に共通する一塩基多型が徐波ノンレム睡眠および認知力の変化と相関しており、睡眠中のグリンパティック機能の増加と一致する。このことからグリンパティック機能は、アストロサイトの血管終末のAQP4を介したCSFの流入、代謝老廃物の除去、および適切な睡眠構造の維持・促進において戦略的役割を担っていると考えられる。しかしながら、これらの構造と水輸送の異常がグリンパティック機能とどのように関連しているかを系統的に調べた研究は少ない。これまでの小動物のグリンパティックシステム研究では、蛍光トレーサーや造影剤を用いたダイナミックイメージングアプローチが主に使用されてきたが、注入によるアーチファクトを避け、中長期的な生理的現象とその変化を繰り返し観察するためには、非侵襲的な全脳の構造学的・流体力学的測定を行うことが望ましい。その点MRIは、顕微鏡やSPECTなどの他のイメージングモダリティに比べて比較的高い画像・時間解像度を保ちつつ、全脳を対象にした観察が可能である。多角的かつ相補的な情報を同時に提供するマルチモーダルMRIアプローチは、いまやグリンパティック研究に欠かせないモダリティであると言える。同時に、前臨床MRIで観察された結果や方法は、ヒト疾患におけるグリンパティック機能の有力なトランスレーショナルバイオマーカーとして応用が期待されている。

我々の研究の目的は、脳内血管密度やAQP4分布、脳内水分量、脳間質液腔体積、CSF生成量を測定する従来の生理学的および組織学的アプローチに加え、最新のマルチモーダルin vivo MRI技術を用いて小動物におけるAQP4遺伝子欠損が脳脊髄液腔・細胞外腔の形態とCSF輸送に与える影響を特徴づけ、グリンパティック機能と一致するバイオマーカーを検索することである。そのため、我々のグループでは小動物用9.4T MRIを用い、AQP4遺伝子欠損およびcSVDモデル動物における水輸送とグリンパティック機能の破綻を理解するために、これまで広く用いられてきた標準的なDynamic Contrast Enhancement MRイメージング(DCE-MRI)に加え、非侵襲的な高解像度3次元非造影シスタノグラフィーや、標準拡散強調画像(DWI)、IVIMモデルなどを用い、多面的なアプローチからグリンパティック機能の評価を行った。これにより、AQP4遺伝子欠損動物モデルやcSVD動物モデルにおいて、初めて脳内流動の包括的な評価が可能となった。今回の発表では、グリンパティックシステムの概要から、MRIを用いたグリンパティック研究に今後求められる感度・特異性の向上、前臨床から臨床研究へのトランスレーショナルアプローチの展望も含め、我々が取り組んでいる最新の研究内容と併せて報告する。

SY12-1 Recent topics / challenging diagnostic imaging in the uterine cervical and corpus cancers

WHO分類および規約改訂に伴う子宮頸癌、体癌の話題：画像診断との連携

安田 政実

埼玉医科大学 国際センター 病理診断科

Masanori Yasuda

WHO分類2020年第5版を土台として、子宮頸部（頸部）、子宮体部（体部）、卵巣・卵管・腹膜の3つの領域の癌取り扱い規約（規約）病理編が同時に改訂された（2022年12月）。本シンポジウムでは、子宮頸癌（頸癌）と子宮体癌（体癌）、それぞれの領域の改訂のエッセンスを紹介し、それに関連した具体的な症例も交えて画像診断の観点からも話題を共有したい。頸部：HPV感染との関連により扁平上皮癌および腺癌の亜分類が再編成され、HPV関連癌と非依存癌に分けることが明示された。扁平上皮癌の大半はHPV関連性で非依存性は少ないが、それに比べると腺癌では胃型に代表される非依存性の頻度はそれほど低くはない。HPVとの関連を確認するためにはIn Situ Hybridization (HPV-DNA, RNA)、免疫組織化学（p16）あるいはHPVテストなど必要とされるが、現在の治療ガイドラインではHPV関連癌と非依存癌において治療指針に違いがない。HPV非依存性扁平上皮癌は角化型であることが多いが、実際は両者の区別は組織像のみでは困難である。予後はHPV非依存癌が関連癌と比較して不良である。腺癌では、これまでの通常型内頸部腺癌は基本的にHPV関連性、胃型は非依存性が多いことから、形態での識別は比較的難しくはない。予後は扁平上皮癌と同様に非依存癌が関連癌と比較して不良である。（画像診断との関わりに目をやると）頸癌規約臨床編2020(FIGO2018)では「腫瘍径測定」が論点の一つとなったが、今回の改訂においては（結果的に規約には反映されなかったものの）International Collaboration on Cancer Reporting (ICCR)が提唱した外向性/ポリープ状発育をとる腺癌の「深達度評価」も話題となった。体部：The Cancer Genome Atlas (TCGA) 分類により分子遺伝学的に予後との関連で4つのカテゴリに分けられ（2013）、その後これが起点となってProMisE分類が構築された（2018）。ProMisE分類の特徴は、TCGA分類の実践に際しルーチン化に向けて免疫組織化学の応用に着目したことにある。「WHO分類」では、TCGA分類とProMisE分類の統合からなり、内膜癌をPOLE-Um, dMMR, p53-Mt/Copy-number high, NSMP/Copy-number lowの4つに分類して診断をアルゴリズム化/層別化した。その起点を「POLE変異」に置いたことに最大の特徴がある。すなわち、POLE変異なしの場合にMMRの検討を行い、MMR-proficient (pMMR) であればp53/TP53の検討へと進むことになる。原則としてPOLE変異の解析はNGSを用いるが、サンガー法でもかなりの領域がカバーされる。次に新興の疾患概念として（卵巣腫瘍の分類にも）生まれた中腎様腺癌 mesonephric-like adenocarcinomaは、“従来の組織型に当てはめることに抵抗を感じる腫瘍で、これまでは分類不能腺癌やときに類内膜癌に振り分けられてきた内膜癌のなかに含まれている”と推察される。中腎様腺癌は、中腎管を模倣する、細胞質内粘液を欠く立方状ないし円柱状の細胞が好酸性の硝子様分泌物を含有する管腔を形成して増殖する。複雑な迷路様の腺管をとり糸球体にも似たパターンを示す。糸索間質腫瘍を模倣する像もみられる。組織発生は傍中腎管（ミュラー管 Mullerian duct）由来と考えられている。免疫組織化学的にPax8, TTF-1, GATA3, calretinin, CD10などが陽性で、ERやPgRは陰性となる。頻度は内膜癌の数%程度（卵巣腫瘍でも同様）と考えられているが定かでない。予後不良であると扱う報告がみられるものの、本腫瘍の独立性や、臨床的意義、命名などまだまだ課題も多い。

SY12-2 Renewal! Cervical and Endometrial cancer Classification and Radiomics

改訂：子宮頸癌取り扱い規約・子宮体癌新FIGO分類とRadiomics

木戸 晶

富山大学 放射線医学講座

Aki Kido

子宮頸癌規約は、2018年のFIGO改訂に伴って改訂された。この改訂では妊孕性温存のための評価や手術をささげずに治療される症例の増加を背景に、画像診断の重要性が高くなったと認識している。中でも、腫瘍径計測が妊孕性温存の判断に用いられることになった点、リンパ節腫大の判断がそのままステージに記載されることになった点は大きい。ただ、腫瘍径に関してはシーケンスによる微妙な違いがあり、判断に迷うことも少なくない。また、リンパ節転移の判断には問題が多いことは周知の通りで、短径サイズの判断では感度・特異度のどちらを優先するのか、PETの集積をどう判断するか、明確な記載はない。このリンパ節の問題に対し、Radiomicsによりリンパ節転移の可能性をノグラム等を用いて数値化する試みがなされている。これと対照的に、本年6月に改訂された子宮体癌の新FIGO分類は画像診断の寄与しうる部分が相対的には縮小した感がある。新分類は、予後を反映し、また、より適切な治療に直結するサブステージを作成することを目的に、病理学的分類、分子生物学的な分類が細かく組み込まれた。全体的に、まずは病理診断がなければステージ分類が成り立たない部分が多い。画像診断の視点から大きな変更点として2点を挙げると、まず、前回2009年改訂前の、「筋層浸潤の有無」がステージに復活した（IA, IC）。但し、ステージ決定には浸潤の有無に加えてリンパ管浸潤（LVSI）の程度、組織型（低悪性度、高悪性度）の組み合わせが必要である。2点目は「卵巣病変」の扱いが変更になった。以前は、内膜癌と卵巣癌は独立した同時発生の腫瘍とされていたが、分子生物学的に共通の clonal origin であることが明らかとなり、卵巣転移として扱われている。内膜病変が低悪性度（類内膜癌のG1, G2）で卵巣にも病変がある場合は予後は良好であることがわかり、低悪性度の腫瘍で子宮に限局し、片側卵巣転移のみの場合はIA3、内膜癌から浸潤性に付属器へ浸潤した場合はIIIA1に分類されることになった。これらの他にリンパ節転移がマイクロ・マクロに分離されたり、骨盤腹膜への浸潤がIIIB2へ変更になったり、と複数の変更がある。上記の通り、Stage I, IIにおいてはLVSIの重要性がとくに高くなっているが、これを画像で視覚的に評価することは困難である。ここでもRadiomicsにより、LVSIの有無を予測しようという試みがなされている。本講演では、上記の内容について実際の症例やRadiomicsに関する報告を加えながら概説する。

SY12-3 High-resolution Diffusion-weighted Imaging for the Diagnosis of Endometrial and Cervical Cancer

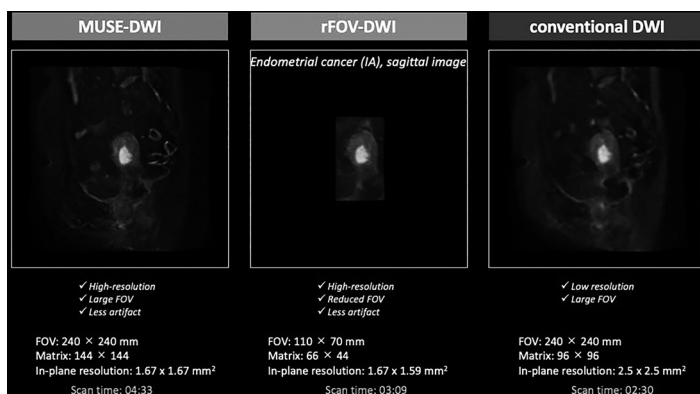
子宮体癌・頸癌の high-resolution diffusion-weighted imaging

太田 崇詞¹, 坪山 尚寛¹, 大西 裕満¹, 中本 篤¹, 若山 哲也², 福井 秀行¹, 矢野 圭悟³, 本田 享¹, 木曾 建吾¹, 巽 光朗¹, 富山 憲幸¹

¹大阪大学大学院医学系研究科 放射線医学講座, ²GEヘルスケア・ジャパン株式会社, ³大阪医科薬科大学 放射線医学教室

Takashi Ota¹, Takahiro Tsuboyama¹, Hiromitsu Onishi¹, Atsushi Nakamoto¹, Tetsuya Wakayama², Hideyuki Fukui¹, Keigo Yano³, Toru Honda¹, Kengo Kiso¹, Mitsuaki Tatsumi¹, Noriyuki Tomiyama¹

New techniques for high-resolution diffusion-weighted imaging (DWI) have emerged, including reduced FOV DWI (rFOV-DWI) and multiplexed sensitivity encoding DWI (MUSE-DWI). These advanced technologies address the limitations of conventional DWI by reducing distortion and providing higher spatial resolution. DWI is now a crucial imaging tool in gynecology, particularly for diagnosing endometrial and cervical cancer. This presentation offers an overview of the principles and clinical applications of rFOV-DWI and MUSE-DWI in this field.



SY13-1 Clinical Application of Breast DWI

乳房DWIの臨床応用

森 菜緒子

秋田大学医学部 放射線医学講座

Naoko Mori

乳房の拡散強調画像 (diffusion-weighted imaging; DWI) は2000年代はじめに臨床応用に関する論文が報告された。初期に良性腫瘍、悪性腫瘍の鑑別や3Tと1.5TのDWIの描出能の比較を報告したのは日本人であることは特筆すべきことである。2008年頃からはdynamic contrast-enhanced MRI (DCE-MRI)に対するDWIの上乗せ効果に関するもの、予後因子とapparent diffusion coefficient (ADC)の比較に関する報告が見られた。さらに2010年以降はductal carcinoma in situ (DCIS)のグレーディングに関する報告、術前化学療法の効果判定に関する報告が見られた。現在では複数のb値で信号を取得し非ガウス拡散を含む様々な拡散モデル解析も盛んに行われ、良悪性の鑑別、予後予測に有用であることが示されている。近年では、乳房病変の良悪の鑑別のための種々の拡散MRIパラメータの診断性能のメタアナリシスが行われ、拡散強調イメージング (ADC)、拡散テンソル イメージング、およびintravoxel incoherent motion (IVIM)は、高い感度と特異度で同等の診断精度を備えていると報告されている。現状実臨床においてはADCを用いた良悪性の鑑別が有用という認識は盤石と考える。

SY13-2 Advanced Breast DWI: Current Status and Challenges

Advanced Breast DWI: 現状と課題

後藤真理子

京都府立医科大学大学院医学研究科 放射線診断治療学

Mariko Goto

拡散強調像からは、現在診療において普及している見かけの拡散係数 (apparent diffusion coefficient: ADC) のほかにも、IVIM (intravoxel incoherent motion) や kurtosis model に代表される非ガウス拡散など、複数の拡散強調MRI定量値の算出が可能である。IVIMは、組織や病変の微小血管内の血流の影響が大きい低b値での拡散強調像の信号に注目したイメージング法で、対象の拡散と微小灌流の状態を評価することが可能とされている。一方、kurtosis modelに代表される非ガウス拡散モデルは、水分子の正規分布 (ガウス拡散) からの偏位の程度を評価する手法で、細胞膜などの生体内の微細構造を反映した定量値が得られるとされている。これらの高度な拡散強調像モデルは、組織の微小灌流や微細構造をADCよりも正確に特徴付けられることが期待されている。加えて造影剤を使用せずに評価可能であることから、乳腺腫瘍の良悪性鑑別能の向上だけでなく、乳癌における組織学的悪性度との関連性、乳癌予後との関連性など、画像バイオマーカーとしての役割が期待され、盛んに検討されている。本講演では、乳腺領域における高度な拡散強調像モデルの研究から得られた知見と今後の臨床応用に向けた課題について紹介する。

SY13-3 Current status and need for breast DWI standardization

乳房DWI標準化の現状と必要性

飯間 麻美

京都大学医学部附属病院 先端医療研究開発機構 放射線診断科

Mami Iima

J-QIBA (Quantitative Imaging Biomarkers Alliance) のBreast部門では、乳房MRIで用いられる拡散強調画像 (Diffusion Weighted Imaging) やT1強調像などのパラメータの標準化に取り組んでいる。特に拡散強調像においては、ADC (Apparent Diffusion Coefficient) だけでなく他の定量値も算出可能であり、かつADC値は良悪性の鑑別のみならず、生検をするか否かに関する判断材料となりうるとする多施設共同研究の結果も報告されているが、その定量値は撮影技術や解析手法、最近ではAIなどのノイズ除去を始めとする様々な技術によりばらつきが生じる原因となっていると考えられる。定量値をかなりの高度なレベルで標準化することは困難だとしても、定量値の診断における有用性を担保するため、ある一定のレベルを保つための標準化を行うことは重要であると考えられる。欧州乳房画像診断学会 (EUSOBI) の国際拡散強調像ワーキンググループにおいても、ADCの閾値を適用する前に、標準化と画質が担保されているかについて確認する必要性が強調されている。本講演では、乳房DWIの標準化の必要性について考察するとともに、国内での標準化の現状について説明する。

SY13-4 DWIBS (relationship to BI-RADS and discussion of ADC measurements)

DWIBS (BI-RADSとの関係、ADCに関する考察)

高原 太郎¹, 風間 俊基²

¹東海大学 工学部 医工学科, ²東海大学 医学部 専門診療学系画像診断学

Taro Takahara¹, Toshiki Kazama²

マンモグラフィガイドラインでは、読影の標準化を目的として、所見要素とカテゴリを結びつけ、これをもとに生検や経過観察などの推奨方針を決めている。MRIは、高い検出能力を持つこと、またそのなかでもとくに拡散強調画像については非造影で高い診断能力が推定されることから、「どのような所見がどのようなカテゴリに結びつくのか」というコンセンサスを確立することが期待されている。

我々のグループは2018年以来、累計25,000人の受診者に対して非造影MRI乳がん検診を行ってきた。専門2病院における成績 (n=1645) では、がん発見率 14.0/1000 (捕捉率を考慮した修正がん発見率は 22.5/1000)、陽性反応の中率 26.4%、要精検率 8.5%という、極めて良好な実績 (成績) を得ている。

この好成绩に関していくつかのディスカッションポイントがある。1つは、普通の拡散強調画像 (CHES-DWI) ではなくDWIBS法を用いることである。前者と後者では特異性が異なるのでピックアップ効率が異なることが重要である。従来の臨床では造影MRIが主体で、DWIは脂肪抑制が不十分でも、また特異性が高くなくても「BPEを否定できれば良い」という使い方が主流だが、検診の場合は特異性と安定性が重要なので、アプローチをはっきりと変える必要だという認識を持つうえでBI-RADSとの関係を考えることが肝要である。また他の画像所見も合わせて観察すること (マルチパラメトリックアプローチ) も必須である。この意味でDWI以外にも含めた目安が必要だろう。

拡散強調画像においては、従来ADCを用いて定量解析することが重要だという認識があるが、この計測自体に大きな誤差を含んでいるということにほとんどの研究者が注意を払っていない (無視しているように見える) ことは、標準化の大きな妨げとなっていると考える。分解能が悪いために周囲構造物からの影響を大きく受けること、また各方向測定の変異が大きいため、などの重要な物理特性があるにもかかわらず、円形ROIを置けば小数点以下2桁 (10^{-3}) の値も正しく得られるかのような錯覚に基づいて論文が量産されている現状がある。この発表では、これらADCの抱える問題点について特に掘り下げて述べる。

SY13-5 Evaluation of pathological complete response after neoadjuvant systemic treatment of invasive breast cancer using diffusion-weighted imaging

術前薬物療法後のMRI: DWIを用いた治療効果判定

太田 理恵

天理よろづ相談所病院 放射線部

Rie Ota

化学療法、抗HER2療法および内分泌療法を含む術前薬物療法 (Neoadjuvant Systemic Treatment: NST) は、乳癌の治療として広く行われている。NSTによって乳癌のダウンスレージングが可能になり、将来的に手術の縮小・省略が視野に入ってくる。術前薬物療法後の病理学的完全奏効 (Pathological Complete Response: pCR) の達成は、治療効果判定と予後予測に関しても重要な要素である。乳房ダイナミック造影MRIはNSTの治療効果の評価において最も正確な画像診断として広く行われている。乳房内病変の治療効果判定としては主にダイナミック造影MRI (Dynamic Contrast-Enhanced MRI: DCE-MRI) に基づいたRECISTに沿って評価が行われてきた。従来のDCE-MRIと拡散強調画像 (Diffusion Weighted Imaging: DWI) の組み合わせやDWI単独使用による診断能の向上も報告され、治療効果判定においてDWIの診断能はDCE-MRIに匹敵する可能性も考えられる。DWIは造影剤を必要としない撮像法であり、DCE-MRIより非侵襲的で、コストや撮像時間が抑えられる。今回は、DWIを用いたNST後の治療効果判定の可能性について自験例もふまえて検討する。

SY14-1 Optimization of Gadoteric Acid-Enhanced Liver MR Imaging: Role of a Radiological Technologist

Gd-EOB-DTPA肝臓MRIの最適化: 放射線技師の役割

小野田 農

金沢大学附属病院 放射線部

Minoru Onoda

2008年1月より臨床使用が開始となったGd-EOB-DTPAは、15年経過した今も肝臓MRI検査において欠かすことができない造影剤であり、肝腫瘍の検出や鑑別などその役割は大きい。肝細胞に取り込まれた造影剤は高い緩和能によってT1強調画像で高信号を示し、肝細胞を有さない肝細胞癌などの病変は相対的に低信号を示す。ダイナミックと造影後20分後の肝細胞相の信号パターンによって病変の状態を把握することが可能であり、我々放射線技師は「適切な」画像を提供する必要がある。一方で、この数十年の間にはパラレルイメージングによる高速化、3TMRI装置の普及、デジタルコイルなどのハード面の開発、さらには圧縮センシング (CS) やDeep learning (DL) による画質改善などMRIを取り巻く環境も大きく変化し、Gd-EOB-DTPA造影MRI検査に対するアプローチの仕方も変わりつつある。上腹部のMRI撮像において、患者の呼吸状態、すなわち呼吸停止の有無や呼吸周期の安定性が画質に与える影響は大きく、特に動脈相に対する呼吸性のアーチファクト (Transient Sever Motion: TSM) への対応が以前から課題とされてきたが、CSやDLを併用した撮像時間の短縮や、自由呼吸下でのダイナミック撮像といったMRIの進歩を駆使することで改善が期待される。本講演では過去を振り返りながらGd-EOB-DTPA造影MRI検査における放射線技師の役割を再考し、未来に向けた新たなアプローチについて考えたいと思う。

SY14-2 Topics on the transporter of EOB-MRI in hepatocellular carcinoma 肝細胞癌におけるEOB-MRIのトランスポーターに関して

上野 彰久

慶應義塾大学医学部病理診断部

Akihisa Ueno

Gd-EOB-DTPA(EOB・ブリモビスト バイエル薬品株式会社)が上市されて、早くも15年が経過した。この造影剤は、正常肝細胞には取り込まれるが、腫瘍性病変には取り込まれないという特徴をもち、Gd-EOB-DTPA造影MRI(EOB-MRI)では、この違いを画像化して腫瘍を検出するが、発売当初より、一部の肝細胞ではこの造影剤の取込みが見られる事が判明し、特に肝細胞癌において、その薬物動態が注目される事となった。発売前から、ratでは、細胞膜トランスポーターであるOatp1およびMrp2が、その取込み・排泄に関与する事が示されていたが、発売当時はヒトにおける、これらに相当する細胞膜トランスポーターは明らかとはなっていない。2009年にNaritaらが、ヒト肝細胞癌におけるGd-EOB-DTPAの取込み、organic anion transporting polypeptide 1B3 (OATP1B3)が関与する事を初めて報告し(1)、その後、2010年にはTsuboyamaら(2)、Kitaoら(3)、2014年には我々のグループからも(4)、同様にOATP1B3の発現がHCCにおけるEOB-MRIの肝細胞相での造影効果と良く相関する事が、相次いで報告された。また、2010年にはLeonhardtらによりin vitroの実験において、OATP1B3がGd-EOB-DTPAの担体である事も示されており(5)、EOB-MRIにおける肝細胞癌の信号強度に関与する最も重要なトランスポーターがOATP1B3である事は広く受け入れられる事となった。また、ほぼ同時期に肝細胞癌におけるOATP1B3の発現に、CTTNB1(β -cateninをコードする遺伝子)の変異が関与することを2011年にSekineらが報告し(6)、また我々のグループ(4)、およびKitaoらからも(7)、CTTNB1変異を有する肝細胞癌がEOB-MRIにて高信号を示す事が報告されている。CTTNB1の変異は、肝細胞癌では11-37%に見られる、比較的メジャーな変異であり、我々は、EOB-MRIを用いてこの変異を有する群をある程度検出可能である事も報告した(4)。CTTNB1変異が抗腫瘍性のリンパ球浸潤を抑制する事を報告し(8)、CTTNB1変異が腫瘍の免疫逃避と関連する事が注目されるようになった。肝細胞癌においても、2017年にはCalderaroらがCTTNB1の変異を有する群において、腫瘍内への炎症細胞浸潤が少ない事を報告しており(9)、我々のグループからも、Kurebayashiらが病理組織検体をを用いた検討にて、CTTNB1変異を有する肝細胞癌において免疫細胞浸潤の乏しい腫瘍が多い事を報告している(10)。アデノリツマブ+ベシズマブ併用療法が承認されたのに加え、最近ではデュルバルマブ+トリメリプ併用療法も承認されるなど、肝細胞癌に対する免疫チェックポイント阻害薬の適応も広がっており、CTTNB1変異を伴った肝細胞癌を検出するEOB-MRIは、発売当初の腫瘍を検出するという目的だけでなく、治療薬選択にも関与する画像バイオマーカーとなる可能性があり、近年はこの点にも注目が集まっている。今回の発表では、肝細胞癌におけるEOB-MRIのトランスポーターに関する基本的、病理的な事項に関して、これまでの歴史的な背景を踏まえて概説したい。

- [文献] 1. arita M, et al. J Gastroenterol 2009;44(7):793-8.
2. Tsuboyama T, et al. Radiology 2010;255(3):824-33.
3. Kitao A, et al. Radiology 2010;256(3):817-26.
4. Ueno A, et al. J Hepatol 2014;61(5):1080-7.
5. Leonhardt M, et al. Drug Metab Dispos 2010;38(7):1024-8.
6. Sekine S, et al. Cancer Sci 2011;102(9):1742-7.
7. Kitao A, et al. Radiology 2015;253(3):708-17.
8. Spranger S, et al. Nature 2015;523(7559):231-5.
9. Calderaro J, et al. J Hepatol 2017;67(4):727-738.
10. Kurebayashi Y, et al. Hepatology 2018;68(3):1025-1041.

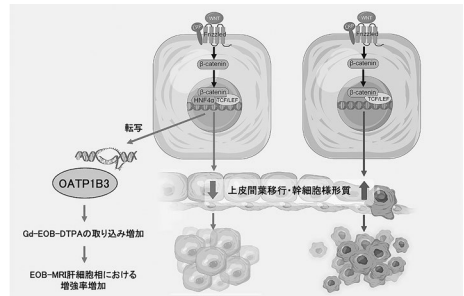
SY14-3 The role of Gd-EOB-DTPA enhanced MRI in the personalized medicine of hepatocellular carcinoma 肝細胞癌の個別化診療におけるGd-EOB-DTPA造影MRIの役割

北尾 梓

金沢大学附属病院 放射線科

Azusa Kitao

肝細胞癌に対する分子標的療法や免疫療法が近年急速に進歩し、患者や腫瘍の状態に応じて最適な治療法を選択する個別化診療の時代を迎えている。画像診断に期待される役割も、腫瘍の悪性度評価ならびに予後予測、治療効果判定や治療効果予測と多様化してきている。これらの役割を果たすためには、腫瘍における分子遺伝子発現と相関を示し、特異性・客観性・定量性が高い画像所見、いわゆる画像バイオマーカーを確立することが重要である。本講演では、肝細胞癌の個別化診療における画像バイオマーカーとしてのGd-EOB-DTPA造影MRI (EOB-MRI)の有用性について述べる。肝細胞癌の分子型分類では、悪性度が高く予後不良なproliferative classと比較的悪性度が低く予後良好なnon-proliferative classと大きく分けることができる。それぞれの代表的な遺伝子異常として、TP53変異とCTNNB1変異が知られている。我々はこれらの遺伝子異常を示す肝細胞癌の画像所見と、その背景となる分子病理学的特徴について解析を行った。その結果、TP53変異型ではdynamic造影動態における腫瘍内の拡張した脈管構造が認められる頻度が高く、肝細胞癌での信号増強率の低下が認められた。一方CTNNB1変異型(以後 β -catenin活性化型とする)では見かけの拡散係数(ADC)が増加し、肝細胞癌における増強率が上昇することが明らかとなった。Organic anion transporting polypeptide 1B3 (OATP1B3)の発現はTP53変異型では低下していたが、 β -catenin活性化型では増加を示し、肝細胞癌における信号増強率と相関を認めた。この理由としては、Wnt/ β -catenin signaling活性化によってOATP1B3の発現が誘導される事が主な分子メカニズムであると考えられている。このようにEOB-MRIはOATP1B3発現を反映した間接的な分子イメージングであり、肝細胞癌の分子型分類に基づいた悪性度や予後予測に有用な画像バイオマーカーであると言える。さらにEOB-MRIには、薬物療法の治療効果予測という役割も期待されている。薬物療法の標的分子の発現や免疫微小環境の状態は、分子型分類とも関連することが明らかとなっており、これらのターゲットが腫瘍内に十分に存在するかどうかを確認することが、治療効果予測の一助となると考えられる。このような腫瘍の特徴を非侵襲的かつ全体的に評価し、治療効果を予測する方法として、画像バイオマーカーの応用が期待されている。腫瘍には免疫微小環境が活性化されたhot tumorと抑制されたcold tumorが存在し、免疫療法への反応性が異なることが知られている。肝細胞癌の中でも β -catenin活性化型はcold tumorに相当し、免疫療法に抵抗性で予後も不良であることが報告されている。この報告に基づいて、肝細胞癌における信号増強率の上昇が免疫療法への抵抗性の指標になるという初期検討結果も出てきている。しかしながらこの結果を臨床応用する前に、明らかにすべき点がいくつか存在する。 β -catenin活性化型はnon-proliferative classに分類されるが予後不良な病変も含まれており、その多様性の一因としてhepatocyte nuclear factor 4a (HNF4a)の関与が推測されている。 β -catenin活性化型であってもHNF4a活性化がなければ上皮間葉移行や幹細胞様形質により生物学的悪性度は上昇し、OATP1B3の発現は抑制されるものと考えられている(図: β -catenin活性化型の多様性における分子メカニズム)。つまり β -catenin活性化型の中には、肝細胞癌における信号増強効果が低い病変が少なからず存在することを念頭に置くべきである。このような β -catenin活性化型肝細胞癌の画像所見の多様性が、微小免疫環境および免疫療法への反応性の差異を反映するのかどうか、今後明らかにしていく必要がある。



SY14-4 The impact of Gd-EOB-DTPA contrast-enhanced MRI on the diagnosis of benign neoplastic and non-neoplastic lesions Gd-EOB-DTPA造影MRIが良性腫瘍性・非腫瘍性病変診断に与えた影響

尾崎 公美

浜松医科大学 放射線診断学講座

Kumi Ozaki

Gd-EOB-DTPA が本邦で発売開始されてから約15年が経過した。この間にメタアナリシスを含めた多くの研究成果が報告され、肝疾患の画像診断において同造影剤が果たす役割は大きく、日常診療において必須の検査の1つとなった。これは画像診断ガイドライン 2021年版でも複数の項目でGd-EOB-DTPA 造影MRI検査(以下、EOB-MRI)に関する言及がある点からも明らかである。肝には多彩な腫瘍性・非腫瘍性病変が発生し、肝細胞癌を代表とする悪性腫瘍との鑑別が問題となる良性多血性病変も複数存在する。このような良性多血性病変の画像別診断において、EOB-MRIは強力なエビデンスレベルをもって鑑別を可能とし、本領域の画像診断の向上に寄与した。本講演では、EOB-MRIによる肝細胞癌という新たな機能評価画像がもたらした付加情報に焦点をあてつつ、FNH (FNH-like lesionを含む)、肝細胞腺腫、動門脈短絡、また、EOBが治療戦略に影響を与える病態の描出として、類洞閉塞性症候群の画像所見などの良性腫瘍性・非腫瘍性病変について解説する。

SY14-5 Impact of Gd-EOB-DTPA-enhanced MRI on therapeutic strategy decision

Gd-EOB-DTPA 造影MRIが治療方針決定に与えるインパクト

祖父江慶太郎

神戸大学医学部附属病院 放射線診断・IVR科

Keitaro Sofue

肝特異性造影剤 (Gd-EOB-DTPA) を用いた造影MRI検査 (Gd-EOB-DTPA 造影MRI) は肝腫瘍性病変の画像診断に広く用いられており、存在診断から肝病変が指摘された際の質的診断、治療法の選択を決定するための病変の範囲および部位を含めた精密診断までその適応は多岐にわたる。また近年、臨床使用が進んでいる人工知能画像再構成技術の導入によってこれまで以上に高精細なMRI画像が得られるようになっていく。Gd-EOB-DTPA 造影MRIは日常臨床においてなくてはならない検査となっている。特に転移性肝癌においては原発巣の種類により診断の目的や意義が異なるが、CTで同定困難な微小肝転移の同定に威力を発揮することで、治療方針の決定や変更に寄与できることが知られており、肝細胞癌においては免疫複合療法の導入に伴い、治療効果予測や画像所見と腫瘍免疫微小環境との関連性を評価した報告が見られるようになってきている。本発表では、Gd-EOB-DTPA 造影MRIが転移性肝腫瘍ならびに肝細胞癌の治療方針決定に与えるインパクトについて、その有用性や今後の展望について紹介したい。

SY14-6 Evaluation of liver function with gadoxetic acid-enhanced MR imaging parameters

EOB 造影MRIの画像情報を用いた肝機能評価

藤田 展宏

九州大学大学院 医学研究院 臨床放射線科

Nobuhiro Fujita

EOB 造影MRIは肝腫瘍の評価を目的に行われるが、非腫瘍部の画像情報も同時に取得できる。EOBは約50%が肝臓に取り込まれる造影剤で、正常な肝機能の患者では、投与後時間の経過とともに肝実質の信号が上昇する。肝機能の低下した患者では、EOBの取り込みが低下し、肝実質の信号上昇が不十分となる。EOBの取り込みは肝細胞相で評価することが臨床的に最適であると考えられ、様々なEOBの取り込みを示すパラメーターが構築され、肝機能の指標との比較が行われてきた。EOB取り込みを示すパラメーターは当初、単純MRIや筋肉、脂肪との信号比を用いたものがほとんどであり、肝機能の指標としてはChild-Pugh Grade、ICG検査、ALBI score、MELD score、肝受容体シンチのLHL15やHH15などの関連が報告されている。その後、EOB造影MRIを肝機能の指標としての精度を高めるために、様々な方法が報告されてきた。これには、T1 map, R1 mapなどで緩和度を定量的に測定すること、EOBの取り込みのパラメーターに肝容積を乗する方法、細胞外液腔に停滞するEOBの影響を除去する方法などが挙げられる。ただし、肝機能は基本的に血液検査で評価できるものであり、これらの知見をどのように臨床に生かすかが重要である。我々の検討では、EOBの取り込みに肝容積を乗したパラメーターが、肝細胞癌の肝切除後に生じる肝機能不全の予測因子として有用であった。また、C型慢性肝炎に対するDAA(Direct acting antivirals)治療後にSVR(sustained virological response)が得られた患者では、EOBの取り込みが回復するが、肝細胞相で肝実質の信号上昇が見られなかった症例では非代償性肝硬変へ移行しやすいことが報告されている。EOB造影MRIは、局所の肝機能低下を推測でき、放射線誘発性肝障害や肝細胞癌の微小脈管侵襲の予測に有用である。EOB造影MRIは肝線維化の予測にも有用である。肝線維化がおこると、肝細胞数の減少、肝細胞機能の低下、Disse腔の細胞外基質蛋白の沈着によりEOB取り込み低下が認められる。このため、肝細胞相での肝実質の信号低下の程度が肝線維化に相関することが報告されている。肝片葉切除後やPTPE(percutaneous transhepatic portal vein embolization)後では、EOBの取り込みのパラメーターが高い症例でより強い肝再生がおこるとされる。EOB造影MRIは肝腫瘍の評価を目的としており、非腫瘍部の肝細胞相の所見は付加的な情報であるが、言い換えれば他の撮像法や検査を行うことなく取得可能である。近年目覚ましい発展を遂げているAIの活用を含め、さらなる研究による非腫瘍部のEOB造影MRI所見の肝機能予測能や臨床的有用性の向上に期待したい。

SY15-1 Dementia associated with failure in waste product drainage in the brain

脳内老廃物排泄系の障害と認知症

猪原 匡史

国立循環器病研究センター 脳血管部門 脳神経内科

Masafumi Ihara

脳はそのホメオスタシスを維持するために3つの関所を準備して神経機能に必須のイオンやアミノ酸濃度を厳密に管理している。1.血液/間質液間に存在する血液脳関門、2.血液/脳室脳脊髄液間の血液脳脊髄液関門、そして、3.血液/クモ膜下腔脳脊髄液間の血液脳脊髄液関門である。血液脳関門がその関所の主体をなし、血液脳脊髄液関門の5000倍もの面積を占めている。こうした関所の存在は、ニューロン内外のイオン勾配や神経伝達物質濃度をコントロールするために必須であることから、進化の過程でも淘汰圧として働いたと考えられている。よって、脳には真正リンパ管が存在せず、血液脳関門を主体とする厳重な関所が発達した結果、アミロイドβ (Aβ) を含む間質液 (細胞間隙液) は容易には血管内腔側に戻ることができなくなった。皮肉にも、このヒトへの進化の過程で発達した「脳」という臓器の特殊性が、「Aβのたまり病」すなわち、アルツハイマー型認知症の一因ともなる。しかしながら、Aβなどの易凝集性タンパク質が蓄積するのを防ぐため、脳には少なくとも4つの処理機構が準備されている。すなわち、1.トランスサイトシスによる血管内腔への排出経路、2.血管壁内のAβドレナージ経路 (IPAD)、3.グリンパティック経路、4.Aβ分解酵素やグリアによる分解経路である。これら処理機構は、加齢に伴い蓄積するAβの処理に相補的に関わっており、介入により促進できれば、アルツハイマー型認知症治療の切り札となり得ると期待されている。

SY15-2 Evaluation of glymphatic system after lumboperitoneal shunt in patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus

特発性正常圧水頭症シャント術後の glymphatic system 機能評価について

菊田 潤子

順天堂大学大学院医学研究科 放射線診断学講座

Junko Kikuta

特発性正常圧水頭症 (iNPH) は脳脊髄液 (CSF) の吸収障害に加え、脳内の代謝障害、老廃物の排泄障害が病態基盤として知られており、認知機能低下、歩行障害、尿失禁を三徴とする。シャント手術による CSF の排泄促進で、これらの症状の改善が期待できるが、一部でシャント術後も症状改善を認めない (反応性の乏しい) 症例も認められ、病態生理にはまだ多くの謎が存在する。特に iNPH におけるアミロイド β (Aβ) の蓄積は、シャント手術への反応性と関連することが報告されており、iNPH における Aβ の蓄積、および排泄機序に関する病態解明が必要であると考えられる。Iliff により脳内の老廃物排泄機構とされる glymphatic system 仮説が提唱され、血管周囲腔から CSF が間質に流入し、Aβ などの異常タンパク質を洗い流すことが示唆されている。この glymphatic system 機能の障害で Aβ などが脳内に蓄積し、認知障害の原因となることが明らかとなっている。CSF 動態に関してはトレーサーを用いた研究が国内外で主に実施されてきたが、近年では MRI を用いた非侵襲的な研究も次々と行われている。Diffusion tensor image along the perivascular space (DTI-ALPS) 法は、DTI を用いて血管周囲腔の走行方向の水拡散能を非侵襲的に測定する方法で、CSF/間質液交換経路の一部を評価できると考えられている。ALPS index は造影剤投与後の排出速度に逆相関することから、glymphatic system 機能を反映することが示唆され、これまでアルツハイマー型認知症やパーキンソン病、多発性硬化症、脳腫瘍などで ALPS index が有意に低下することが報告されている。また、脈絡叢は CSF を産生・分泌し、その組成は脈絡叢の上皮細胞にある血液脳脊髄液関門を通じて調節されており、脳卒中や慢性疼痛、アルツハイマー型認知症などで脈絡叢体積の増加が示されている。本講演では、我々が行った DTI-ALPS 法と脈絡叢体積測定法を用いた iNPH 患者における Lumboperitoneal shunt 術後の glymphatic system 機能評価について紹介する。

SY15-3 Post-revascularization changes of CNS-interstitial fluidopathy induced by chronic ischemia in patients with moyamoya disease

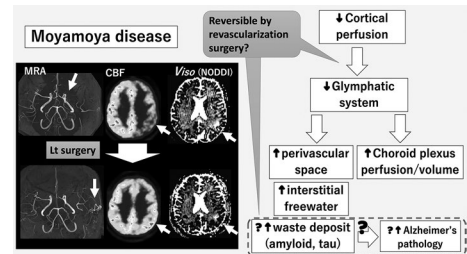
もやもや病の脳血流障害に伴う CNS-interstitial fluidopathy と血行再建術後変化

原 祥子

東京医科歯科大学 脳神経外科

Shoko Hara

もやもや病は小児と若年成人に進行性の頭蓋内動脈閉塞と慢性脳血流障害を生じる原因不明の疾患で、慢性脳血流障害の改善のため脳血行再建術 (バイパス術) を施行し、頭蓋外動脈から頭蓋内への吻合血管を形成する。もやもや病の CNS-interstitial fluidopathy に注目した報告は少ないが、拡大血管周囲腔が健常人より多くみられること、脳血行再建術後に白質病変容積が減少することは過去に報告されていた。最近の拡散 MRI (NODDI 法) を用いた研究で、もやもや病患者では脳実質水分成分が健常人より上昇し、脳血流障害の程度に応じて増悪すること、脳血行再建術後に減少することが報告された。これはもやもや病では脳血流障害により脳実質水分成分が上昇する機序が存在し、しかも脳血流障害の改善とともに可逆性であることを示唆する。脳血流 MRI (ASL 法) を用いた研究では、もやもや病患者では脈絡叢血流が健常人より上昇しており、脳血行再建術後に減少することが示された。また、脈絡叢血流は脳皮質血流と逆相関し、もやもや病での脈絡叢血流の変化は脳皮質血流低下に伴う glymphatic system 機能低下を脈絡叢機能で代償した結果と考えられている。自験例で脳血行再建術前後の脈絡叢容積を検討したところ、非手術半球では著変ない一方、手術半球では有意に減少した。脳血行再建術により脳皮質血流が改善したため、glymphatic system 機能が改善、脈絡叢の代償性肥大が消失した結果と考える。Glymphatic system 機能低下は老廃物排泄機能低下により、アミロイド沈着といったアルツハイマー病の病理学的変化を促進し、若年性認知症につながる可能性があるため、もやもや病に CNS interstitial fluidopathy が存在するならば、その評価はもやもや病の手術適応判断にも重要かもしれない。現在当科では、Glymphatic system 機能の指標である DTI-ALPS index と、脳循環動態の指標である 15O-gas PET を脳血行再建術後と比較する前向き観察研究を行っており、今後結果を報告していきたい。



SY16-1 Basics of T1/T2 mapping

T1/T2 マッピングの基礎

福島 啓太

杏林大学医学部付属病院 放射線部

Keita Fukushima

遅延造影 MRI は局所的な心筋繊維化を鋭敏に検出できる検査法として、1999 年にその有用性が報告されて以来、広く臨床応用されてきた。遅延造影 MRI では正常心筋と病変部の造影剤濃度の違いを適切なコントラストで得られるタイミングで撮像することで、定性的診断に用いているが、正常心筋の同定が難しいびまん性の心筋繊維化では異常心筋を相対的に高信号として捉えることは困難であり、遅延造影 MRI の弱点とされてきた。一方、T1/T2 マッピングは心筋性状を定量的に評価することができる。遅延造影 MRI で検出されない早期病変や、非典型遅延造影像、造影前の native T1 値では高度腎機能障害患者や透析患者に対して定量値が得られることから現在では遅延造影 MRI の弱点を補完する欠かすことのできない撮像法となっている。得られる定量値を適切に理解、評価するために本講演では画像取得の原理や、値に影響しうる様々な要因、解析の基本的なポイントについて解説する。

SY16-2 T1/T2 measurement : Pitfalls and clinical solutions**T1/T2マッピングのピットフォールと対処**

高瀬 伸一

三重大学 医学部附属病院 放射線部

Shinchi Takase

近年、心筋疾患のMRI検査におけるT1値、T2値に代表されるマッピング撮像は、各種循環器疾患の診断ガイドラインでも推奨されるようになってきており、心筋疾患の診療において重要な役割を担っている。これらの撮像で得られる測定値は撮像した画像から算出されたもので、施設ごとの標準値とともに診療に用いられる。しかし、心臓MRIはその領域の解剖学的位置関係からアーチファクトが現れることが多く、マッピング時に撮像される画像も例外ではない。正しく撮像された画像でないとその画像から算出される数値の信頼性は低くなるが、正しく撮像された画像かどうかは撮像時でなければ判断できないことがあるので、撮像技師がその場で画質を評価しながら検査を進めていく必要がある。そこで本講演では、実際の画像を交えながら撮像時に注意する点や問題があった時の対処法について自身の経験をもとに述べる。

SY16-3 Utilizing T1 mapping to differentiate left ventricular hypertrophy.**左室肥大の鑑別にT1マッピングを活かす**

石田 正樹

三重大学大学院医学系研究科 放射線医学

Masaki Ishida

従来、左室心筋性評価には遅延造影MRIが一般的に使用されてきた。左室肥大を引き起こす心疾患は肥大型心筋症、心アミロイドーシス、Fabry病、大動脈弁狭窄症など多岐にわたるが、これらの鑑別は遅延造影MRIだけでは難しかった。最近では、より詳細な心筋組織性状を評価する手法としてT1マッピングが利用可能になっている。心筋のT1値は、脂質の沈着により短くなり、線維化やアミロイドの沈着により長くなります。これらの性質を利用することにより、T1マッピングを用いて左室肥大の原因疾患を鑑別することが可能であるというエビデンスが蓄積されてきた。この講演では、最新のエビデンスを踏まえて、左室肥大を引き起こす心疾患の鑑別についてNative T1マッピングを中心に解説したい。

SY16-4 Utilizing T1/T2 mapping in cardiac amyloidosis**心アミロイドーシスにT1/T2マッピングを活かす**

尾田 清太郎

熊本大学病院 画像診断・治療科

Seitaro Oda

近年、心アミロイドーシスは大変注目されている。その理由として、(1)慢性心不全、特に左室駆出率の保たれた心不全(HFpEF)の原因として多く潜在、(2)画像診断の有用性が見いだされる、(3)特異的な治療薬が登場、が上げられる。心アミロイドーシスはAL型、野生型ATTR、変異型ATTRの3タイプが大半を占めており、いずれのタイプにおいても特異的な治療薬が開発され、早期発見と早期治療介入が予後改善において重要である。心アミロイドーシスの診断では、まずレッドフラグとされる症候(心肥大・拡張不全・刺激伝導系障害・心房細動・大動脈弁狭窄症・手根管症候群・末梢神経症状など)を有する症例を画像診断へ誘導することが大切である。画像診断では心臓MRIとピロリン酸シンチグラフィが中心的な役割を果たす。心臓MRIでは遅延造影(LGE)の有用性が確立しており、典型的所見として(1)左室内膜下びまん性のLGE、(2)右室壁や心房壁のLGE、(3)心腔内の低信号化(dark blood pool)がある。近年では心筋ダメージを定量的かつ客観的に評価できるT1マッピングが活用されており、心アミロイドーシスの診断効率が格段に向上している。心アミロイドーシスではNative T1、ECVとも極端な異常高値を示すことが多い。T1マッピングは心アミロイドーシスの診断だけでなく、重症度評価、イベントリスク評価、病勢モニターへの活用も期待されている。T2マッピングはAL型心アミロイドーシスの診断や予後評価に有用な可能性がある。本講演では心アミロイドーシスにおけるT1/T2マッピングの役割について論考する。

SY16-5 Myocardial Mapping for Fabry Disease

ファブリー病診療に心筋マッピングを活かす

加藤 真吾

横浜市立大学大学院医学研究科 放射線診断科

Shingo Kato

ファブリー病は、ライソゾーム酵素である α -ガラクトシダーゼの欠損により、その基質であるグロボトリオシルセラミドが全身の様々な組織に蓄積する疾患である。多臓器が侵されるため、皮膚病変、腎不全、心不全など様々な症状が進行する。ファブリー心筋症は、左室壁の厚さ/心筋重量の増加、機能異常、心臓弁膜症、不整脈、心不全を特徴とする。生命予後を著しく低下させる心合併症や腎合併症を避けるためには、早期診断と治療が重要である。心臓MRIは心筋の組織性状評価に優れた画像診断法であり、解剖学的・構造的評価、心筋ストレイン解析、遅延造影MRIおよびT1マッピングなどの技術を用いた定量的組織評価が可能である。ファブリー病では乳頭筋の肥大、後壁の壁運動の低下などが特徴的な所見であり、シネMRIでこれらの構造的な異常の評価が可能である。また、遅延造影MRIでは、後壁に異常高信号域を認め、ファブリー病の早期心筋症の検出において心臓超音波検査よりも優れ、軽症ファブリー病の早期検出に有用とされる。さらにT1マッピングでは心筋の縦緩和時間(Native T1 time)を定量化することで、心筋のピクセル単位のカラーエンコードマップが作成され、微妙な病理学的変化を非造影で評価可能である。ファブリー病におけるリソゾーム内のスフィンゴ脂質の蓄積は心筋のNative T1 timeを短縮させる、一方、細胞内貯留疾患であるため、細胞外液分画(extracellular volume fraction: ECV)は正常である。先行研究において心筋のNative T1 timeの低下はファブリー病の検出感度が高く、特異的なMRIパラメータであると報告されている。しかし、病態の進行とともに心筋線維化が進行すると心筋のNative T1 timeは正常化しうることには注意が必要である(pseudo normalization)。本講演ではファブリー病における心臓MRIの診断、治療、リスク評価における有用性を心筋マッピングを中心に解説する。

SY16-6 Usefulness of T1 and T2 mapping by magnetic resonance in patients with myocarditis

心筋炎にT1/T2マッピングを活かす

橋村 宏美, 村上 卓道

神戸大学 医学部付属病院 放射線診断・IVR科

Hiromi Hashimura, Takamichi Murakami

心筋炎は心筋を主座とした炎症性疾患で、原因は感染、薬物、自己免疫異常、膠原病などの全身疾患、アレルギーなど多岐にわたる。今年3月に日本循環器学会より発表された、改訂版の心筋炎の診断・治療に関するガイドラインでは、心筋炎を急性心筋炎と慢性炎症性心筋症と分類する方向にシフトした欧米のエキスパートコンセンサスに、慢性期の浸潤炎症細胞に近接する心筋細胞障害を伴う活動性の心筋炎を慢性活動性心筋炎とする、新たな疾患概念が定義された。最近では、新型コロナウイルスに関連する心筋炎、免疫チェックポイント阻害薬関連心筋炎に関連する報告も多くなされている。心筋炎では、病理組織学的に、炎症細胞浸潤とそれによる心筋細胞壊死および変性、間質水腫、線維化を認める。その組織学的特徴から、リンパ球性、好酸球性、巨細胞性に分類される。心筋炎の心臓MRI遅延造影では、これらの心筋細胞障害、間質水腫、線維化による心筋間質拡大部位に一致して高信号域を認める。好酸球性心筋炎では心内膜側優位、その他の心筋炎では左室自由壁の心外膜側優位に認められることが多い。これらの遅延造影のパターンは虚血性心疾患など他疾患との鑑別に有用であるが、びまん性の心筋障害の評価は困難で定性評価にとどまっていた。昨今心筋の定量評価としてT1/T2マッピングの普及が広がっているが、そのうちT1 mappingでは、Native T1値および造影前後のT1値から算出されるExtracellular Volume Fraction(ECV)の上昇は、心筋間質の拡大を反映する。T2強調画像に加えてT2マッピングは、遅延造影では判別困難な間質浮腫を伴う急性と慢性の鑑別に役立つ。2018年度改訂版Lake Louise Criteriaでも従来の遅延造影およびT2強調画像に加え、T1/T2マッピングが判断基準の主要項目に加えられている。本シンポジウムでは、T1/T2マッピングを中心に心臓MRIによる心筋炎の診断、組織性状評価、予後予測に関する最近の知見について概説する。

SY17-1 Identification of key points that researchers should be aware of conducting studies within a clinical facility.

研究者が臨床施設へ立入る際に注意すべき問題点の洗い出し

坂田健太郎^{1,2}

¹ 東京大学医学部附属病院 放射線部, ² 熊本大学大学院 保健学教育部

Kentaro Sakata^{1,2}

Ph.Dや学生(以下研究者)が持つシーズ・ニーズ、大学病院や臨床施設が持つシーズ・ニーズ双方のマッチング後に共同研究をスムーズに行えるために、現在磁気共鳴医学会では、臨床現場に入ったことが無い研究者が臨床現場のルールを理解し、スムーズに臨床現場に立ち入るための規約を作成しようと試みている。今回のシンポジウムでは、まずは研究者が病院などの臨床施設を直接訪問することで、双方の連携の円滑化および臨床施設が持っているシーズ・ニーズの確認を行うことにより、新たなシーズを作り上げる可能性を見出すための第一歩として活動を行ったことを発表する。現時点で研究者が病院などの臨床施設に立ち入る際には、施設で定められているルールが存在し、それを事前に理解しておく必要がある。しかしながら現状では研究者向けの臨床施設に立入る際の一般的ルールを明確にしたものが存在していない。ルールを明確にするためには、実際に施設へ立入り、問題点の洗い出しのための立入シミュレーションが必要であると考えた。今回研究者が臨床施設へ立入る際に、立入時から退所時まで発生するであろう様々な問題点を予測し、その洗い出しを行うため、研究者が施設立入の際に注意すべき点をチェックリスト化し、それを踏まえて今回2つの臨床施設を実際に訪問した。チェックリストの内容は、立入前、立入時、活動時、退所時、退所後の5つのセクションに分けてリスト化し、それぞれに小項目を設けた。小項目の内容は、研究者が臨床施設を訪問する際に注意すべき項目を列挙し、実際に立入シミュレーションを行なった後に小項目の内容を振り返り、追加すべき内容や削除すべき内容をブラッシュアップした。今回は研究者の目線から臨床施設に立入る際に注意すべき点をまとめ、具体的に施設に立ち立った場合のシミュレーション結果を報告する。本報告が今後の研究者と臨床施設間の共同研究活動の一助になれば幸いである。

SY17-2 Participating in Seeds Needs Project as a candidate for a clinical facility

受け入れ臨床施設候補としてシーズニーズ企画に参加して

小林 正周

東邦大学医療センター大森病院 放射線科

Masahiro Kobayashi

日本磁気共鳴医学会シーズニーズ企画に、受け入れ臨床施設候補として参加した。今回は、試験的に1日の訪問でシミュレーションし、シーズニーズマッチングの施設訪問が現実的にどのように進められるかを検討した。まず、受け入れ施設側の準備として、訪問研究員にどのような身分が必要か、準備できるかを検討した。当施設の事務に関わり合わせたところ、有給・無給を問わず、現時点での研究員・研究補助員の新規募集・受付はしていないとの事だった。施設によって様々な規定があると考えられるが、研究内容によってはカルテ閲覧権限の付与なども必要となり、適切な身分の保証は、今後の受け入れ施設側の検討事項の1つとなった。また、訪問研究員の専門性に即した研究内容・研究材料の準備などが必要と考えられたが、今回は1日のみの試験的な訪問であった為、ある研究において、数例の症例にROIを設定するのみに留まった。作業内容自体は、特に専門性を要するものではなかったが、その作業を行う際に、訪問研究者とのdiscussionを経て、訪問研究者自身の研究テーマ、強みを生かした意見を聞くことができた。シーズニーズ企画は、一見、訪問研究者に施設側が研究材料を与えるような印象を受けることがあるが、他施設から研究者を受け入れることによって、施設内のみでの研究に留まらず、異なる視点からより研究を発展できると考えられた。このように、施設側にとっては人員・研究者の確保以外のメリットも大きいと考えられた。以上のように本発表では、今回の試験的な訪問で明らかになった問題点や今後の必要事項について、受け入れ施設側の視点から報告したい。

SY18-1 Experience in Standardization of MR Perfusion Imaging

MR 灌流画像での標準化の経験

工藤 興亮

北海道大学大学院 医学研究院 画像診断学教室

Kohsuke Kudo

DSC法によるMR灌流画像は、ヨード造影剤を用いたCT灌流画像と同様に解析ソフトによる解析結果のバラつきが大きな問題であった。同一の元データを用いても、解析ソフトが異なると血流低下域の範囲が視覚的にも大きく異なり、当然のことながら脳血流量(CBF)、脳血液量(CBV)、平均通過時間(MTT)などの定量値も大きく異なっていた。そのような状況で多施設共同臨床試験・治験を行っても意味のある結果を得るのは難しいと考えられ、実際にCT・MR灌流画像を用いた多くのランダム化比較試験(RCT)が失敗に終わっていた。そのような問題を解決するため、日本では過去にASIST-Japanにて、海外でもSTIRにて標準化の試みが行われた。元画像自体の同一性を担保するには同一被検者による多装置での撮像が必要であったが、患者や健康成人で行うことは難しく、物理的ファントムの作成なども試みられたが、生体に近い定量値を得るのは困難であった。元画像から解析値のバリデーションにはデジタルファントムが用いられ、真値と解析値の乖離が解析され、それぞれの解析ソフトの特性や精度、解析エラーの原因などが明らかとなった。最終的に、視覚的にはカラースケール(LUT)の統一、定量的には標準的解析アルゴリズムの提言などが行われ、ある程度の標準化が達成されたと考えている。

SY18-2 MRI-based multicenter clinical trials of cerebrovascular disorders: current issues and perspectives

MRIを用いた脳血管障害に関する多施設臨床試験の課題と展望

佐々木真理

岩手医科大学 医歯薬総合研究所 超高磁場 MRI 診断・病態研究部門

Makoto Sasaki

治験などの多施設臨床試験は、種々の疾患の治療薬・治療法の有効性・安全性を証明し社会実装していくうえで不可欠である。医用画像は多施設臨床試験の組入れ・除外基準や評価項目にしばしば用いられるが、脳血管障害を対象とした試験ではMRI、CT、DSAなどの複数のモダリティが様々な目的で用いられ、かつ急性期に複数回の実施が求められることが多いのが特徴といえる。そのため、研究毎に専用の撮像プロトコル、データ管理体制、画像判定システムを策定・構築する必要があるが、その難易度は高く、しばしば研究の成否を左右する。とりわけ、施設・装置間差異が大きいMRIの撮像プロトコルの設定は難しく、試験の趣旨に沿った最大公約数的な(しばしば妥協を含んだ)内容とせざるをえない。日常診療や単施設研究用の撮像プロトコルとは乖離するため、時に参加施設のMRI管理部門の理解が得られにくい。データマネジメント業務では、種々の脳MRI画像に関する専門知識や経験が必要であり、通常のCROでは対応困難なことが少なくない。中央画像判定においても、判定項目や判定方法が多岐にわたるため、専用の判定環境整備にはコストと時間を要し、かつその利便性が不十分な場合は判定精度の低下や判定委員の離脱につながりかねない。そこで我々は、AMED等の事業を通し各種規制対応汎用脳画像クラウド情報システム(Medical Imaging Cloud Communication and Knowledge System, MICCS)を独自に構築し、複数の治験や医師主導臨床試験等の画像データマネジメントを実施するとともに、セキュアで利便性の高いEDC連動中央画像判定環境を提供してきた。システムの維持・更新や専門スタッフの継続・育成などの課題はあるが、多様なニーズに短期間かつ安価に対応可能であり、MRIをはじめとする脳画像を用いた国内の多施設臨床試験を推進する一助となりうると思われる。

SY18-3 Development of glioma radiogenomics method that can be applied to different cohort 異なるコホートへ適用可能なグリオーマradiogenomics解析法を目指して

高橋 雅道

国立がん研究センター中央病院 脳脊髄腫瘍科

Masamichi Takahashi

近年がん領域で精力的に研究が進められているradiogenomicsは放射線医用画像情報を統合的に解析して病変の遺伝子情報などを予測する事を旨とする研究であり、遺伝子異常のタイプによって分類や予後が大きく異なる原発性悪性脳腫瘍である神経膠腫(グリオーマ)に対してもこの研究が盛んに行われている。しかしながら放射線画像、特にMRIの撮像条件は医療機関によって異なり複数の施設(コホート)で広く適用できる解析手法の開発が課題となっており、実用化までの道のりはまだ遠い。我々はこの課題の解決を目指し異なるコホート間で適用できる強靱な解析手法を開発するために、まず単施設で得られたグリオーマ患者検体の遺伝子解析情報と術前MRIデータ(N=166)、さらに公開されているグリオーマの遺伝子情報とMRIデータ(N=159)を用いて最適な画像前処理法と機械学習法を探索した。それらの研究を踏まえ、より多くのコホートでの解析を行うため、国内の共同研究機関へ協力を依頼し、既に遺伝子解析が完了しているグリオーマ患者の術前MRIと遺伝子解析結果を収集し(N=951)、施設間でのデータの異なりやそれらをもとに遺伝子異常を予測する上で生じる問題点を軽減する手法について複数報告してきた。本シンポジウム発表ではこれらの研究成果についてお話し現在取り組んでいる研究についてご報告するとともに、特に現場で多くの施設の研究者達とどのように意思の疎通を図り、どのようにしてこの研究計画を実行するための取り組みを行ったか、現場の実務的な内容も含めて報告する。

SY19-1 MR imaging of neurofluids using ¹⁷O-labeled water ¹⁷O標識水とMRIを用いたneurofluidsの可視化

亀田 浩之^{1,2}

¹北海道大学病院 放射線診断科, ²北海道大学大学院 歯学研究院 口腔病態学分野 放射線学教室

Hiroyuki Kameda^{1,2}

Glymphatic仮説を含む髄液循環は、末梢のリンパ系と同様に、脳内での代謝物の排泄システムとして提案され、アルツハイマー病をはじめとした多くの神経変性疾患でその病態形成に関与していると考えられている。この新しい脳生理を理解し新たな画像診断法を確立するためには、脳内での水のダイナミクスが重要なキーとなるはずだが、特に脳脊髄液と脳間質液との間の正確な循環動態はまだまだ未知である。

MRIの様々な非侵襲的手法によりこの髄液循環の可視化が試みられている。一方、トレーサーを利用した水分子追跡も1つのアプローチである。酸素の安定同位体である¹⁷Oで標識された水分子は、臨床用プロトンMRI装置で可視化することができる。¹⁷Oは天然存在比(0.037%)が低いため、外因性トレーサーとして利用することができ、トレーサー濃度の時間的な変化を明らかにすることができる。血管内投与、髄腔内投与、関節内投与、点眼、点耳などで応用することができる。

¹⁷O-MRIを用いた動物実験では、水中毒モデルにおいてaquaporin-4(AQP4)遺伝子欠損型マウスと野生型(WT)マウスの間で異なる水動態が認められ、髄液循環を制御すると考えられるAQP4機能を可視化した。脳注¹⁷O-MRIでは、また、筋萎縮性側索硬化症モデルとWTマウスの間でも異なる¹⁷O水動態が観察された。これらの違いは、AQP4機能異常や血液脳関門の障害に起因する脳内の水透過性や保持力の違いをみている可能性がある。

¹⁷O-MRIを用いた臨床試験では、¹⁷O標識水の静脈内投与や髄腔内投与で応用を試みている。静脈内投与では、脈絡叢のある側脳室よりも脳表のくも膜下腔で早い¹⁷O標識水の流出が認められ、髄液産生を画像化し、その産生生理に関する新しい知見を見出した。髄腔内投与では、髄液のターンオーバーを評価し、特発性正常圧水頭症とアルツハイマー病の患者間で違いを認めた。また、髄腔内投与した¹⁷O標識水と脳間質液の交換を評価する臨床試験が現在進行中である。

本発表では、¹⁷O標識水を中心とした水トレーサー技術を用いた髄液循環画像法の基本原理を説明し、以上の非臨床試験や現在進行中の臨床試験の例を示し、本手法の利点や欠点、発展性を議論する。

SY19-2 Pressure propagation in Cerebrospinal Fluid Motion CSF動態における圧伝搬

黒田 輝^{1,2}, 八ツ代 聡³, 村山 啓太², 堀江 朋彦⁴, 今田奈津夫⁴, 反町 隆俊⁵, 厚見 秀樹⁵

¹東海大学 情報理工学部 情報科学科, ²東海大学大学院 工学研究科 電気電子工学専攻, ³BioView株式会社, ⁴東海大学 医学部付属病院 放射線技術科, ⁵東海大学 医学部 外科学系 脳神経外科学領域

Kagayaki Kuroda^{1,2}, Satoshi Yatsushiro³, Keita Murayama², Tomohiko Horie⁴, Natsuo Konta⁴, Takatoshi Sorimachi⁵, Hideki Atsumi⁵

【序論】Neurofluidによる脳内の神経老廃物浄化系の機構や経路については近年多くの実験・観察結果、モデリングなどがなされているが、未だ完全な解明には至っていない。特に、脳実質内をNeurofluidが灌流するための駆動源としては、拡散現象以外に、心拍動による動脈系を介した圧力伝搬による脳脊髄液(Cerebrospinal Fluid, CSF)運動、呼吸による胸腔圧の変化に由来する静脈系を介した圧伝搬によるCSF運動が考えられる。これらの点に着目し、我々はこれまでCSFにおける圧伝搬に関する検討を行ってきた。ここではそれらの知見を俯瞰し、Neurofluidの駆動源についての考察する。【方法】CSFの圧伝搬を3つの方法で検討した。第1にPC法によるCSF速度計測に基づく頭蓋内の圧力伝搬機構のモデリングを行なった。脳実質から脳室系への圧伝搬を変圧器による電圧変換回路でモデル化し、PC法で実測した動脈血流量の経時変化を電流入力としたときのCSFの波の経時変化が実測値と合うように回路素子を推定し、2次側電圧を頭蓋内圧指標、変圧器の相互インダクタンスとリアクタンスの比を脳実質全体のコンプライアンス指標と定義して解析した。第2法ではNavier-Stokesの方程式を用いてCSF速度波形から脳室系内の圧力勾配の時空間分布を求めた。第3にはCSF速度波形の、参照部位に対する相関係数をならびにその相関係数を最大化する時間遅れの程度から脳実質のコンプライアンスの空間分布の可視化を行なった。第4にはフレームレート217msの高速・非同期PC法によりCSF速度波形を得て、S変換により心拍動性と呼吸性のCSF運動を分離し、両運動の特性を解析した。【結果】第1手法では、通常呼吸から過換気に移行した際に脳実質全体のコンプライアンス指標が低下することが示された。過換気は血液中のCO2分圧の低下を通じて血流量の低下を生じることが知られている。ここではこのような血流量の低下が脳実質のコンプライアンスの低下に繋がったこと示唆された。第2手法では特発性正常圧水頭症(Idiopathic Normal Pressure Hydrocephalus, iNPH)患者における中脳水道内の圧勾配が、健常者に比べて有意に高いことが示された。さらに第3手法では脳底動脈付近に対する脳室系のCSF波形の相関係数の標準偏差がiNPH患者において有意に低いことが示された。これは患者における脳のコンプライアンスの低下を意味し、第1及び第2の手法の結果とも一貫性のあるものであった。さらに第4の手法により呼吸性のCSF運動の方が移動距離は大きい、CSF運動に対する変調の程度は心拍動性の方が大きいことが示された。【結論】以上の検討からCSFにおける圧伝搬は脳実質のコンプライアンスと密接な関係にあること、脳室系内のCSFの動きには心拍動性の圧伝搬が強く働いていることがわかった。少なくとも心拍動性のCSF運動による圧伝搬と拡散がneurofluidの灌流に関係していると考えられ、この様子を定量・可視化することが今後の課題である。

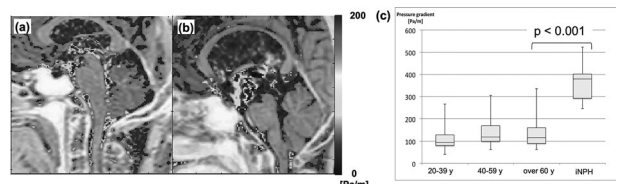


図1 健常者(a)ならびにiNPH患者(b)における圧力勾配の空間分布、ならびに中脳水道における健常群とiNPH患者群の圧力勾配の比較

SY19-3 Analysis of CSF dynamics using Monro-Kellie doctrine

Monro-Kellie doctrineを利用したCFS動態解析

宮地 利明¹, 間瀬 光人², 大野 直樹¹, Noam Alperin³

¹ 金沢大学 医薬保健研究域, ² 名古屋市立大学 大学院医学研究科, ³ マイアミ大学 放射線科

Tosiaki Miyati¹, Mitsuhito Mase², Naoki Ohno¹, Noam Alperin³

Monro-Kellie doctrine (または Monro-Kellie hypothesis) は、頭蓋腔の容積、すなわち脳実質、脳脊髄液 (CSF)、血液等の容積の総和は一定であり、これら容積の何れかが増減すれば代償的に他の容積が増減するという理論である。Monro-Kellie doctrine は極短時間や局所において成立しないが、頭蓋腔全体をマクロ力学的視点から捉えて系を単純化できるため、MRI の解析にも Monro-Kellie doctrine を適用して頭蓋内環境が評価されている。ここでは Monro-Kellie doctrine とそこから派生する頭蓋内圧と容積の関係を説明後、MRI による頭蓋内容積変化、CSF 圧力勾配、頭蓋内圧の解析法を解説しながら、その臨床応用例や本解析法の制限事項について述べる。

SY19-4 Overview of cerebro-spinal fluid dynamics in the brain

CSF 動態の概要

押尾 晃一^{1,2}

¹ 実験動物中央研究所, ² 順天堂大学医学部放射線科

Koichi Oshio^{1,2}

CSF (cerebro-spinal fluid、脳脊髄液) は脳の機械的な緩衝だけではなく、多様な機能をになっていると考えられるが、その動態もいろいろな側面を持っている、例えば産生、吸収によっておこる遅い流れ、心拍や呼吸による拍動流、また浸透圧による脳組織への出入り等があげられる。これらは従来別々の研究テーマとして扱われてきており、相互の関係は必ずしもあきらかではない。近年 CSF に対する知見が増えており、現時点で明らかになっている全体像をまとめてみた。CSF 動態を考える上で重要な概念は Monro - Kellie の原理と、浸透圧による水の動きと考えられる。この二つの概念を用いて全体がどう関係付けられるかを考えてみる。

1) Monro - Kellie の原理

Monro と Kellie により提唱された仮説/原理で、頭蓋内腔容積は拍動等によらず一定というものである。ほとんど自明とも言えそうな原理であるが、この原理により CSF 動態の解析は非常に見通しがよくなる。これを MRI による計測で実験的に確認し、さらに理論として拡張したのが Alperin (1, 2) である。Alperin によれば、Monro - Kellie の原理は厳密には成り立たず、比較的高い周波数の頭蓋内圧変化があり、これが CSF の拍動流の driving force となっている。基本的に CSF は血流 (動脈血の流入と静脈血の流出の差) に対応する容積変化を吸収する形で頭蓋腔と脊髄腔の間を往復運動する。CSF に重さ (慣性) がなければ体積変化を完全に吸収できるが、重さがあるため CSF を加速するための圧力差が残る。Alperin による拡張には、この圧変化に対応する頭蓋の compliance 変化が含まれる。

2) 浸透圧差による水の出入り

生体組織では、溶質が通れないような膜をはさんで溶液が存在する時、溶質濃度に応じて水が膜を通過して移動する現象がある。水は溶質濃度が低い側から高い側へと移動し、濃度差を減少させる。CSF において、Klaricaらは動物の脳室内に sucrose 溶液を注入し、髄液圧が上昇することを示した (3)。これは iNPH の病態生理に関係していると考えられている。

1) と 2) の関係

iNPH では髄液圧の軽度上昇と振動流/圧の上昇が報告されている。この関係についてこれまではっきりとした説明がされてこなかったが、前出の Monro - Kellie の原理および Alperin の拡張を使うと頭蓋腔体積の増加 - 頭蓋の compliance の低下 - 振動流/圧の上昇として説明が可能である。

References

- Alperin N et al, Hemodynamically Independent Analysis of Cerebrospinal Fluid and Brain Motion Observed with Dynamic Phase Contrast MRI, MRM 1996; 35: 741.
- Alperin N et al, MR-Intracranial Pressure (ICP): A Method to Measure Intracranial Elastance and Pressure Noninvasively by Means of MR Imaging: Baboon and Human Study, Radiology 2000; 217: 877-885.
- Klarica M et al, "Compensated Hyperosmolarity" of Cerebrospinal Fluid and the Development of Hydrocephalus, Neuroscience 2013; 248: 278-289.

SY20-1 Artifacts Show

アーチファクトショー

福澤 圭¹, 小島 慎也²

¹ 虎の門病院 放射線部, ² 帝京大学 医療技術学部 診療放射線学科

Kei Fukuzawa¹, Shinya Kojima²

子曰く、「アーチファクトを知りて MRI を知る。アーチファクトを制せずば MRI を制せず」。MRI に携わる者であれば一度は聞いたことがある？ フレーズではないでしょうか。日常の MRI 業務では毎日と言っていい程、様々なアーチファクトに遭遇し対処しています。従って MRI 業務では、画像上の何がどこがアーチファクトなのか？ なぜアーチファクトが発生したのか？ どのようにアーチファクトを除去すればいいのか？ これらの知識を兼ね備えている、すなわちアーチファクトに対する知識とそれに対応できるスキルが重要となってきます。MRI におけるアーチファクトの重要性を鑑みて、本シンポジウムでは「アーチファクト」をテーマにしました。しかし過去、様々な学会や研究会で取り上げられてきたテーマで、新規性に欠ける感否めないかもしれません。そこで、参加者が楽しみながらアーチファクトの知識を得ることができるよう趣向を凝らし、本シンポジウムの内容をアーチファクトショーとしました。アーチファクトショーの具体的な内容、それはシンポジウムを現地で聴衆している人達が、その場で参加できるクイズ形式です (図)。アーチファクトショーの為に、日常の MRI 業務で遭遇する頻度の高いアーチファクトから、MRI マニアしか知らないようなアーチファクトまで様々なアーチファクトを用意しました。それらアーチファクトについてショーの最中に選択形式でクイズを出し、参加者に回答してもらいます。その後、発生原理やその対応策について説明します。アーチファクトショーは座長、演者、そして現地で参加する皆さまと作り上げていく参加型のシンポジウムです。沢山の方々に参加して頂き、楽しみながらアーチファクトに関する知識を深めてもらい、MRI の日常業務に得られた知識を役立てて頂けると幸いです。



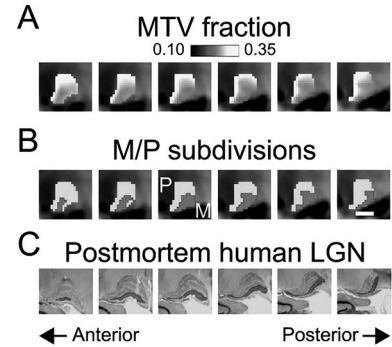
SY21-1 Visual pathways studied with quantitative MRI and functional MRI 定量MRIおよび機能的MRIを用いた視覚経路に関する研究

天野 薫

東京大学 大学院情報理工学系研究科

Kaoru Amano

本講演では、MRIを用いた視覚系に関する研究として、定量的MRIを用いた外側膝状体 (LGN) サブ領域の定義、および機能的MRIを用いた視覚皮質可塑性に関する研究について述べる。LGNは、網膜からの視覚入力を受容する重要な機能を持つ。ヒトのLGNは主に大細胞系 (M) と小細胞系 (P) のサブ領域で構成され、両者は視覚刺激に対する選択性が異なる。心理物理学的データに基づき、LGNのサブ領域と視覚障害との潜在的な関係が議論されてきたが、LGNのサイズが小さいためサブ領域の非侵襲的な測定が困難であり、これらの議論は推測の域を出ない。本研究では、高空間分解能のプロトン密度強調画像とMacro molecular tissue volume (MTV) マップという2つの構造的MRI測定法を組み合わせることによって、これらのサブ領域を同定する方法を提案する。われわれは、プロトン密度強調画像に基づきLGNを定義した後、MTVデータに基づいてMおよびPサブ領域を定義し、(1)ヒトの組織学的研究によるデータとの比較、(2)機能的MRIによる刺激選択性の検討、(3)テスト-リテスト信頼性の分析に基づきサブ領域定義の妥当性を検討した。その結果 MおよびPサブ領域の位置関係は被験者間で一貫しており、ヒトの組織学的データで観察されたサブ領域とも一致していた (図1)。さらに、MTVを用いて同定されたサブ領域間の視覚刺激選択性の差は、生理学の文献の結果と一致していた。また、MTVに基づくサブ領域の定義は、異なる日に測定されたデータに対しても頑健であることが示された。これらの結果は、MTVを用いたマッピングは、生きているヒトのLGNサブ領域の組織特性を評価するための有望なアプローチであることを示唆している。将来的にこの方法により、ヒトのLGNサブ領域に関する神経科学的および臨床的仮説を検証できる可能性がある。若年性黄斑変性症 (JMD) では、変性網膜からのフィードフォワード信号がないにも関わらず、一次視覚野 (V1) の病変投射領域 (legion projection zone, LPZ) において有意なBOLD反応を示す。我々の先行研究により、V1 LPZはワンバック課題 (OBT) 時に全視野視覚刺激に反応するが、課題なし条件では反応しないことが報告されており、課題に関連したフィードバック信号の関与が示唆されている。本研究では、残存網膜への視覚入力が必要であるかどうかを明らかにするために、触覚刺激と聴覚刺激に対するBOLD反応をOBTあり、なし両条件で測定した。網膜からの入力を排除する目的で、目を閉じた状態で実験を行った。JMD患者に加えて対照被験者が参加した。その結果、OBTなし条件では両群ともV1反応は検出されなかった。一方OBTあり条件では、JMD患者においてのみ、触覚、聴覚いずれの刺激も明瞭なV1反応を引き起こした。さらに、JMD患者が開眼すると、V1 LPZの課題依存性な活動が顕著でなくなることもわかった。この結果は、課題に関連したフィードバック信号が、残存するフィードフォワード信号によって部分的に抑制されることを示唆している。OBTあり条件下でのみ、モダリティに依存しないV1 LPZの応答が見られたことから、V1 LPZの応答は、再構成されたフィードフォワード視覚入力ではなく、課題に関連したフィードバック信号を反映していることが示唆された。



SY21-2 Functional imaging at ultra-high field MRI

7テスラ超高磁場MRIによるファンクショナルイメージング

福永 雅喜^{1,2}

¹自然科学研究機構 生理学研究所 生体機能情報解析室, ²総合研究大学院大学 先端学術院 先端学術専攻

Masaki Fukunaga^{1,2}

生体イメージングにおける磁気共鳴画像法 (MRI) の分解能は、装置要因の信号雑音比 (SNR: signal to noise ratio) に加え、組織由来のパラメータである緩和時間とコントラストに依存する。超高磁場MRIが意味する磁場強度は、MRIの発展とともに変遷し、近年は7テスラ (7T) 以上の装置を指す。約20年前に最初の7T装置が設置され、現在では、世界で80台、本邦でも6台の7T装置が稼働する。欧米では対象部位が限定されるものの臨床用途も承認された。国内では未承認のため、研究用途に限られるものの疾患対象の臨床研究も進められている。MRI装置の磁場強度上昇は、SNRの改善に加え、物理パラメータの共鳴周波数の上昇をもたらし、組織コントラストの根源であるMR信号の位相分散や周波数シフトを増強する。一方で、従来装置で問題とならなかった比吸収率 (SAR) の上昇や静磁場・送信波不均一の増強が顕著となるため、その対策が進められている。臨床診断で広く普及する3テスラMRIに比較して享受できる恩恵は大きく、サブミリメートルオーダーの画像計測が実用となること、脳機能MRI (fMRI: functional MRI) の原理であるBOLD (blood oxygenation level dependent) 効果の感度改善されることなどのアドバンテージをもたらし、超高磁場MRIは、ここ数年で、MRI物理学者やエンジニアが主に使用するニッチな技術から、脳の構造や認知機能を研究するために広く使用されるイメージングアプローチへと急速に成長した。特に、磁場強度7T以上のfMRIは、ヒトの大脳新皮質のメソスコピック組織を非侵襲的にマッピングすることを可能にし、ヒトの認知神経科学と侵襲的な動物実験とのギャップを埋めている。しかし、高分解能fMRIのデータ収集と解析には課題が残っており、測定されたfMRI信号を層やコラムなどの特異的な神経活動という観点から十分な空間分解能を提供するまでには至っていない。本講演では、超高磁場fMRIの特徴と現状について紹介したい。

SY21-3 The spread of neural information through cerebral microvasculature.

脳血管による神経情報の伝播

正本 和人

電気通信大学 脳・医工学研究センター

Kazuto Masamoto

脳活動は脳血流の変化として画像化することが可能である。では、脳血流の変化はどのくらいの空間精度で神経情報を表現しているのか? 脳血管の最小単位は毛細血管である。大脳の毛細血管は1 mm³あたり1万~2万本であり、マウスの大脳では1本の長さが30~80 μmである。もし1本の毛細血管が神経情報を表現するなら、およそ100 μm程度の空間分解能で神経情報が画像化されると言える。そこで脳活動時の毛細血管の反応を直接計測したところ、1本の毛細血管内において拡張、収縮あるいは無変化と応答が不均質に分布することがわかった [1]。マウス大脳の体性感覚野では体性感覚刺激に対して10%が拡張し、6%が収縮し、残り84%の毛細血管で血管径の変化は検出されなかった。このことは、安静時に比べて神経活動の変化が少ないためと考えられる。そこで、つぎにカイン酸誘発性てんかん時の毛細血管応答について同様に計測したところ、約6割の毛細血管が拡張し、残り4割では変化が検出されなかった。さらにこの反応の違いは安静時の毛細血管の径に依存することがわかった。すなわち、拡張反応を示す毛細血管は安静時の径がやや収縮側にあるのに対し、収縮を示す毛細血管は安静時の径が拡張側にあり、毛細血管の径の最大値は約7 μmで拡張限界にあることがわかった。以上のことより、毛細血管の応答は1本の長さにおいても不均質であり、安静時の径や径の揺らぎに依存して反応を示すことがわかった。つまり、大脳毛細血管の応答には1本の長さよりも短い機能単位が存在し、このことはより高い空間精度で神経情報が検出できる可能性を示唆する。近年、大脳毛細血管の調節における血管周皮細胞 (ペリサイト) の役割が注目されている。ペリサイトは2本の毛細血管に1細胞の割合で存在する。したがって、毛細血管内の応答の不均質性を説明するには数が少ない。一方、オプトジェネティクスの技術によりペリサイトを特異的に活性化させると刺激部位の毛細血管は局所的に収縮した [2]。このとき毛細血管領域では収縮の伝播は見られず、毛細血管内に局所的な変形が生じた。またこのことにより管内全体の赤血球の流れが制御される。赤血球の流れは毛細血管の流動抵抗に影響し、接続している毛細血管の血流分布が変化する [3]。したがって毛細血管の体積の変化は局所に限局するが、流速の変化は毛細血管のネットワーク全体に伝播すると言える。一方、前毛細血管細動脈の拡張は、神経血管カップリングの起点となり、穿通枝細動脈、脳表の動脈へと拡張が伝播することが知られている [4]。すなわち、これらの動脈が支配する機能領域内の神経情報は動脈血液量の増大として支配領域全体に広く伝播すると考えられる。参考文献: [1] Suzuki H, et al., J Cereb Blood Flow Metab. 2023; 43:1010-1024. [2] Murata J, et al., Stroke. 2023; 54:2135-2144. [3] Niizawa T, et al., J Cereb Blood Flow Metab. 2023; 43:138-152. [4] Cai C, et al., Proc Natl Acad Sci U S A. 2018; 115:E5796-E5804.

SY21-4 Precision fMRI for understanding brain organization

プレジジョンfMRIによる脳機能構築の解明

林 拓也^{1,2}

¹ 理研 生命機能科学研究センター 脳コネクトミクスイメージング研究チーム, ² 京都大学大学院 医学研究科 脳コネクトミクス講座

Takuya Hayashi^{1,2}

近年MRI撮像・解析技術が大幅に進歩し、神経生物物理学の測定器としての応用性が拡がっている。臨床現場ではMRI装置の異なるベンダーや機種による違いを軽減するハーモナイズ技術の発展が期待されている。AMED国際脳プロジェクトでは13施設の異なる機種のMRI装置に対応したプロトコルHARPの構築が進み、健常者ならびに精神疾患患者からのデータの収集および中央データベース化や前処理解析を行う担当機関の協力体制が構築され現在のべ5000撮像以上のデータが中央機関に集約して解析が進んでいる。包括的な前処理解析を行うことで「個人識別能」の高い脳コネクトーム解析手法の確立も進んでいる。またMRIデータから得るバイオマーカーが脳の実際の神経回路や生物学特徴を見ているのか、霊長類動物でのMRI技術開発と比較検証が進められ霊長類共通の脳回路基盤の理解や脳高次機能の解明が進んでいる。MRIによる基礎研究から脳疾患診断のトランスレーショナル研究は海外でも急速に進んでおり、国際連携・種間調和MRIによる霊長類動物実験での病理理解や治療法の開発が急務でそれらに基づいた臨床脳MRI診断精度の向上が期待される。

SY22-1 Brain network analysis based on MRI, and Beyond

MRIを用いた脳の神経回路解析とその先へ

渡辺 宏久

藤田医科大学医学部脳神経内科学

Hirohisa Watanabe

加齢に伴って指数関数的に増加する神経変性疾患、特にアルツハイマー病 (AD) を代表とする認知症や、パーキンソン病 (PD) を代表とする運動障害疾患の克服は、超高齢化社会に突入している日本はもちろん世界の人の望みである。ADやPDをはじめとする多くの神経変性疾患は、病的タンパク質の蓄積と回路破綻を特徴とする事が判明しており、現在の治療は病的タンパク質の除去に注目が集まっている。長年の研究開発の結果、発症早期に病的タンパク質を取り除くことで重症度を軽減しうる薬剤が見出されてきている。しかし、どの薬剤も進行を止めることは出来ていない。またADでは発症前にアミロイドβを取り除いても治療効果を認めないことも報告された。抗体などが認識する部位が最適化されることで課題は解決される可能性もあるものの、病的タンパク質の蓄積は病態の最上流であるのか否かという最重要の問題は未解決である。さらに病的タンパク質を取り除く多くの治療が高額で、特有の副作用を認めることが問題となっている。一方、病的タンパク質の蓄積が始まってから症状を発現するまで、即ちpreclinical, prodromal, clinicalへと移行するまでの期間は10年とも20年あることが判明しており、脳には病的タンパク質の蓄積に抗するシステムが内在すると考えられる。さらに、健常加齢と脳機能のピークは、記憶力、計算力などは20歳頃、集中力や感情認知力は45歳頃、理解力、語彙力、判断力は60歳頃とされ、脳は加齢そのものに抵抗する機能を内在していることが想定される。我々は、健常加齢における安静時機能的ネットワーク解析から、複数の脳領域とネットワークを築き、脳機能を統合する脳ハブ領域は、その結合を維持・変容させることで加齢や異常タンパク質の蓄積に対する頑強性や柔軟性の基盤となる可能性を報告してきた。一方、ADをはじめとする神経変性性認知症やPDでは脳ハブ領域が病変の好発部位となっていることも示してきた。脳ハブ領域は、広範なネットワーク構造を有し、PETや遺伝子発現解析などからエネルギー代謝が高いという特性を有するが、興味深いことに、ADとPDの最初期病変である嗅内野と黒質も同様の性質を示し、いずれもエネルギー障害に対して脆弱である可能性が推定される。安静時機能的ネットワークとエネルギーとの関係に目を向けると、BOLD信号は、シナプス活動、アストロサイトの解糖系で生ずるオキシヘモグロビン、血流増加などから構築され、特に、持続的にニューロンエネルギー基質となる乳酸を送るアストロサイトの活動を大きく反映すると考えられており、安静時機能的MRI解析における加齢に伴う脳ハブ領域所見の変化は、主にアストロサイトの活動の変容を反映している可能性がある。一方、加齢で生ずるミトコンドリアの機能低下、ADやPDで共通して認める糖代謝や脂質代謝の異常は、アストロサイトの解糖系に影響を及ぼすと想定される。また、ヒトではATPの産生で特に重要な役割を果たす塩基ヌクレオチドを材料としてヌクレオチドを再合成するサルベージ合成経路の機能がPDでは低下していることを最近我々は見出した。さらに、サルベージ合成経路の増強により、PDの臨床症状の改善が得られる可能性も報告している。ADやPDでは、加齢に伴う脳ハブ領域のエネルギー需要増大と、アストロサイトやサルベージ合成経路の機能低下によるエネルギー供給の相対的な減少に伴い、活性酸素の増大や神経炎症が生ずるとともに、大量のATPを必要とする分解系の障害が引き金となって病的タンパク質が蓄積する可能性も想定される。脳ハブ領域が有する堅牢性と脆弱性というパラドックスの原因解明は、神経変性疾患の超早期病態を解き明かし、予防・治療戦略のパラダイムシフトにつながるものと期待される。

SY22-2 Multidisciplinary analysis of the functional recovery from spinal cord injury

脊髄損傷からの回復過程を可視化・操作する

伊佐 正

京都大学大学院 医学研究科 高次脳科学講座 神経生物学分野

Tadashi Isa

中枢神経系の損傷からの機能回復は重大な社会的課題である。我々はリハビリテーションに一定の効果があることは知っているが、そのメカニズムの大半は未解明である。我々の研究室では、これまで、機能回復の神経回路機構を解明するために、ヒトに近い身体と脳の構造を有しているマカザルを用い、脳機能イメージング法や電気生理学、神経解剖学、薬理学的介入、ウイルスベクターを用いた経路選択的操作法などを組み合わせて、脊髄部分損傷後の手指の巧緻運動の回復機構を研究してきた。ここで強調すべきことは、損傷は運動系の比較的低位のレベルで起きているが、神経系の可塑性は脳全体にわたる構造で起きていることが明らかになってきたことである。運動を制御する主要な下行路のひとつである皮質脊髄路を中部頸髄で損傷すると、手指の精密把持は障害されるが、訓練を通じて数週間で回復する。この回復過程において運動にかかわる脳部位をPETによってイメージングすると、損傷同側の一次運動野が回復初期において活性化すること、そしてこの部位を薬理的に不活性化すると回復してきていた精密把持運動が再び障害されることが明らかになった。そしてより時間解像度の高い皮質脳波電極を運動関連領域に多数慢性留置して回復過程の脳活動を縦断的に記録し、その大規模データを次元縮約法の一つであるPARAFACを用いて解析したところ、損傷反対側の運動前野から損傷同側の運動前野に向かう結合性が回復初期に亢進すること、そしてこれが全体の誤差の多くを説明する主要な成分のひとつことが明らかになった。そこで次にこの半球間経路の機能的意義を証明するためにウイルスベクター2重感染法とDREADDsを組み合わせて経路選択的遮断を行ったところ、回復途上の精密把持運動が阻害された。これにより、両側の運動前野間の相互は、健常時は抑制性であったが、回復過程においては興奮性に転じていることが明らかになった。おそらく皮質内回路のE/Iバランスが変化したことを反映していると考えられる。我々は現在、より重篤な脊髄亜半切モデルのマカザルを解析しているが、ここで我々はfMRIや電気生理学的手法により健常側の手を制御する運動経路や健常側の手からの感覚経路も含む広汎な脳領域においてこのような脱抑制が起きていることを見出した。さらに我々はこれら的大脑皮質領域だけでなく、腹側線条体にある側坐核が、健常時には運動制御には直接関与していないのに対して脊髄損傷からの機能回復過程においては、運動野を促進することを介して回復の初期過程に関与すること明らかにした。以上の結果は、広汎な脱抑制によって、健常時には使われていない脳領域を機能回復過程に動員するための基本的な回路機構であることを示唆している。

SY22-3 Status and prospects of large-scale, multisite functional MRI studies

大型脳科学プロジェクトを通して推進されてきた多施設連携型functional MRI研究の現状と今後の展望

八幡 憲明

量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 量子生命科学研究所

Noriaki Yahata

精神神経疾患の神経メカニズムの探索する上で、また新規の診断法や治療法の確立を目指す過程で、MRIから得られる脳構造・脳活動に関わる諸指標は極めて重要な役割を果たしてきている。我が国ではこの10年余り、脳科学研究戦略推進プログラム (SRPBS) や戦略的国際脳科学研究推進プログラム (Brain/MINDS Beyond; 国際脳) 等を通し、複数の参画機関が連携しながら千例規模のMR脳画像データと臨床情報を取めたデータベースが構築されるに至っている。本口演では、演者がこれらの大型脳科学プロジェクトを通して推進してきた複数精神疾患のバイオマーカー開発とその関連研究について、経緯と現状ならびに今後の展望を述べる。精神疾患を特徴付ける指標として、近年は特に安静状態における脳活動の同期傾向を反映する機能的結合 (resting-state functional connectivity) が用いられている。機能的MRI (fMRI) 計測に基づいて評価される安静時機能的結合は、撮像装置の仕様 (ベンダー、使用コイル等) や撮像パラメーター、ひいては被験者への教示内容や撮像時の被験者の状態にも左右されることが知られている。そのため上述のプロジェクトでは、複数施設で撮像されたMRデータを組み合わせて解析する際の施設間差を低減することを目的に、データ取得時の撮像プロトコルや、基本的な解析手順の標準化が進められた。加えて、同一被験者が複数施設を巡回することで得られる安静時fMRIデータ (トラベリングサブジェクトデータ) を用いて、機能的結合に含まれるバイアスを取り除く解析手法 (ハーモナイゼーション法) が開発されている。これらの先進的な取り組みを統合し、構築された大規模MR脳画像データセットをデータ駆動的に解析することで、自閉スペクトラム症、統合失調症、うつ病など様々な精神疾患を特徴付ける機能的結合が特定された。これによって健常対照群との間の自動判別や、データ駆動的アプローチによる疾患サブタイプの探索などが行われてきている。また、ここで得られた知見を元に、健常群の値からの乖離が認められる機能的結合の正常化をMRI装置内で試みる「ニューロフィードバック法」と呼ばれる新規治療法を開発する取り組みについても紹介する。最後に、このような脳画像データベースの用途はヒトを対象とする研究にとどまることなく、実験動物の脳回路への介入実験から得られた知見と、ヒト疾患との関係性を検証する場面においても有用であり、その研究例について触れる。本研究の一部は、AMED国際脳 (JP23dm0307007, JP23dm0307008)、JST ERATO (JPMJER1801) の支援を受けた。

SY22-4 MRI Platform aim for the Future of MRI Research

研究用MRI共有プラットフォームが目指すMRI研究の未来

齋藤 茂芳

大阪大学大学院 医学系研究科 保健学専攻 生体物理工学講座 先端画像技術学研究室

Shigeyoshi Saito

日本磁気共鳴医学会において、基礎のMRI研究者を中心に2010年「小動物イメージングスタディグループ (代表 青木伊知男)」を立ち上げ、2016年に「前臨床MRIスタディグループ (代表 青木伊知男)」、昨年2022年に「前臨床バイオメカニズムMRIスタディグループ (代表 畑純一)」を開始しました。この15年間で基礎・前臨床MRIを取り巻く研究環境は大きく変化しています。装置自体が高額になったことだけでなく、周辺環境の整備やメンテナンス費用は年々増加しております。スタディグループで長年議論してきたことが、継続的な研究費の獲得です。2021年夏に文部科学省先端研究基盤共用促進事業「研究用MRI共有プラットフォーム」に採択され、現在、国内の多くの研究者が最新のMRI装置にアクセスできる環境整備を進めています。本PFではホームページを立ち上げ (<https://mripf.jp/>)、活動の報告を積極的に行っています。本講演では、これまで2年間の活動の報告と、今後のプラットフォーム事業が目指すMRI研究の未来について概説いたします。

SY23-2

小川 誠二

東北福祉大学感性福祉研究所

Seiji Ogawa

【略歴】

専門分野（携わってきた技術・学術の分野）
応用物理、生体物理、脳科学（脳の機能的MRI）

学位

昭和32年3月 東京大学工学部 応用物理 BS

昭和42年5月 スタンフォード大学 化学科 PhD

職歴

昭和37-39年 メロン研究所 放射線化学研究部 研究アソシエイト

昭和42年 スタンフォード大学化学科ポストドクトーラルフェロー

昭和43年 ベル研究所 生体物理学研究部研究員

昭和59年 ベル研究所 同 特別研究員

平成13年-現在 ヨシバ大学アルバート・アインシュタイン医学部客員教授

平成13-20年 財団法人濱野生命科学研究所、小川脳機能研究所所長

平成20年-現在 東北福祉大学 感性福祉研究所 特任教授

平成20年-29年 韓国嘉泉医科大学神経科学研究所 訪問教授

平成23-27年 独立行政法人情報通信研究機構 R&Dアドバイザー

現在に至る

賞罰

平成7年 国際磁気共鳴医学会 金賞

平成8年 米国物理学会 生物物理学賞

平成15年 日本国際賞

平成15年 2003ガードナー国際賞

平成19年 磁気共鳴国際学会 ISMAR 賞

平成28年 量子科学技術研究開発機構 名誉フェロー（放射線医学総合研究所）

平成29年 慶応医学賞

平成31年 フェロー, American Association of Advancement of Science (AAAS)

令和02年 大阪大学特別荣誉教授

以上



SY24-1 Current Status of Imaging and Analysis Methods in Advanced Diffusion MRI

高度の拡散MRIにおける撮像方法および解析手法の現状について

堀 正明

東邦大学 医療センター大森病院 放射線科

Masaaki Hori

拡散MRIにおける撮像は、通常1回の撮像中に1方向に1つのmotion probing gradient (MPG) のペアを印加するsingle diffusion encoding (SDE)が主流である。これをを複数方向に2回印加する方法がdouble diffusion encoding (DDE)である。MPGの方向のテンソルとという観点からは、SDEはlinear tensor encoding (LTE)、1回目と2回目のMPGの方向が異なるDDEの場合、planar tensor encoding(PLTE)、MPGを3方向、立体的に印加する場合はspherical tensor encoding(STE)という。従来の高度の拡散解析 (diffusional kurtosis imagingや neurite orientation dispersion and density imaging)は、原則LTEで、複数のb値や多軸のMPGによって撮像されたデータを解析に使用してきた。LTE以外のMPG印加方法を使用する利点は、主に以下2つが考えられる。

1つめは、LTEでは評価困難な、撮像ボクセル内の要素の状態を評価可能である点である。μfractional anisotropy (FA)はボクセルを構成する要素の異质性を示すものであり、anisotropic mean kurtosis(MKa)は構成成分の異质性のばらつきを、isotropic mean kurtosis(MKi)は構成成分の大きさのばらつきを指標となり、例えば腫瘍が存在した場合にその内部構造の推定に有用であると思われる。これらの情報は、LTEで軸数やb値を増やしても、本質的に計算が困難である。

2つめは、NovikovおよびFieremansらが提唱する白質のモデル解析であるStandard Modelの検討で示されているように、白質の軸索内外のdiffusivityを算出する場合にLTEのみ使用した拡散MRIのデータではなく、LTEおよびLTE以外の組み合わせのデータをもとに算出した方が、より精度と正確性が向上する。

上記に関しては主に脳白質における解析に関することであったが、さらに近年灰白質もその研究対象となりつつある。その場合に問題となるのは、水の交換 (exchange)である。他、脳の病的状態においても当然細胞内外の水の交換が促進しているような病態も考えられる。逆に、極論すれば今まで白質の解析は制限拡散 (restriction)だけを考えた解析でもある程度成り立っていた側面がある。さらに、脳の構成成分としてsoma (グリア細胞等)を考慮した拡散MRIの撮像、解析手法においては、白質にの解析においても当然水の交換の影響は計算上無視できない要素である。ただし、このような細胞体を考慮した複雑なモデル解析は、現状の臨床用3T装置において、比較的高性能のGmax100程度の機種でも、前臨床研究で示されているような条件を満たすことは困難であり、すぐに臨床応用できるとは言い難い。

本講演では、高度拡散MRIの撮像、解析方法について、実際の現状と臨床応用への可能性に関して概説する。

SY24-2 Clinical application of diffusion-weighted images using the Oscillating gradient spin-echo (OGSE) method

Oscillating gradient spin-echo (OGSE) 法を用いた 拡散強調像の臨床応用

前川 朋子

順天堂大学医学部附属 順天堂医院 放射線科

Tomoko Maekawa

近年、新たな高度拡散MRI技術により生体脳組織の微細構造変化を非侵襲的に捉えることが可能となってきており、臨床応用が期待されている。特に注目されているイメージングとして、Oscillating-gradient spin-echo (OGSE)法がある。OGSE法による拡散強調像では、従来のPulsed-gradient spin-echo (PGSE)法による拡散強調像と比較して、拡散時間を大幅に短縮できるようになった。拡散時間とは拡散強調像(diffusion-weighted imaging, DWI)において実際に水分子が移動しているのを測定している時間のことである。臨床で用いる従来のPGSE法は180°パルスの前後で傾斜磁場 (motion probing gradient, MPG)をパルス状に印加する方法である。PGSE法で拡散時間を短縮するには、強いMPGを短時間で印加する必要があり、MRI装置の性能や生体の安全性を考慮すると短縮化には限界がある。近年、臨床MRI装置でも使用可能となってきたOGSE法によるDWIでは、MPGの周波数を変化させて波型に分割し印加することによって、拡散時間を容易に短縮化することができる。OGSE法によるDWIを用いて、異なる拡散時間におけるapparent diffusion coefficient (ADC)等の変化を検討することにより、病変の微細な内部構造を推定することが期待されている。

自由拡散 (ガウス分布)の場合、ADCは拡散時間に依存しない。すなわち、設定した拡散時間内に水分子が障壁に衝突するほど移動しない場合、測定されるADCは基質固有の拡散係数である。組織内の拡散は、線維組織、細胞膜、細胞内小器官など様々な微細構造が存在するため、自由拡散ではない。そのため、拡散時間が長くなると、前述のような微細構造に由来する障壁と水分子はより衝突し、測定されるADCは漸近的に低下する。反対に、拡散時間が短くなると障壁と水分子の衝突は減少し、ADCは漸的に増加する。このように、拡散時間を変化させた時のADCの変化を検討することで、病変の微細な内部構造の推定が試みられている。

我々はOGSE法による拡散強調像を用いて、急性期脳梗塞、脈絡叢嚢胞、類上皮腫、一過性脳梁膨大部病変、脳膿瘍、脳実質内腫瘍、脳実質外腫瘍などの脳病変に対し画像解析を行い、OGSE法による微細構造推定の有用性について報告している。本講演では、OGSE法の原理の概略、各種脳病変における臨床応用の実際、ピットフォールを含む注意点、今後の課題について概説する。

SY24-3 The clinical application of time-dependent diffusion MRI: differentiation of brain tumors

時間依存性拡散強調像の臨床応用：脳腫瘍の鑑別

上村 清央

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 先進画像診断学共同研究講座

Kiyohisa Kamimura

近年、様々な先進的な拡散MRI撮影技術が開発されてきており、組織の微小構造をより詳細に観察することが可能となってきている。我々の施設では、oscillating gradient spin-echo (OGSE)法を用いた時間依存性拡散強調像に着目し、検討してきた。従来の、pulsed gradient spin-echo (PGSE)法では装置の最大傾斜磁場強度の制限のために、高いb値を得るためには、長い拡散時間が必要であった。近年開発された、OGSE法は、振動する傾斜磁場を用いることによって、拡散時間を大幅に短縮することが可能となった。生体内は、線維組織や細胞膜、細胞内小器官などの微小構造により構成されており、拡散が制限されている。そのため、拡散時間が短くなるにつれて、ADCは上昇してくる。この現象を利用して、異なる拡散時間でのADCの変化を測定することで、組織微小構造に基づいた空間的制限拡散を推測することが可能となる。先進拡散強調像の臨床応用として、時間依存性拡散強調像を用いて、我々は、膠芽腫と悪性リンパ腫や転移性脳腫瘍との鑑別を試みた。OGSE法で得られるADCは、PGSE法で得られるADCよりも上昇し、正常脳実質との差が小さくなり、病変が不明瞭となってくる。そこで、従来のPGSE法から得られるADCマップやOGSE法から得られるADCマップのほかに、OGSE法とPGSE法の差分(cADC)マップや相対的差分(rcADC)マップを作成した。まず、膠芽腫と悪性リンパ腫の鑑別についてであるが、造影後T1強調像での増強域にROIを設定して各マップに複写し、それぞれの平均値、5%および95%タイル値を測定した。通常のPGSE法によるADCやOGSE法によるADCでも鑑別可能であるが、cADCやrcADCでの鑑別能はさら良好であった。AUCの比較においても、通常のPGSE法によるADCによるAUCよりもrcADCのAUCが有意に高値であった。また、膠芽腫と転移性脳腫瘍の鑑別についても、造影後T1強調像での増強域にROIを設定した。また、FLAIR像を用いて腫瘍周囲のT2延長域にROIを設定し、前記の各パラメータの値を測定した。腫瘍周囲のT2延長域については、いずれのパラメータにおいても、膠芽腫と転移性脳腫瘍との間に、有意差は見られなかった。増強域においては、通常のPGSE法によるADCやOGSE法によるADCでの鑑別は困難であったが、cADCやrcADCでは両者の鑑別に有用であった。このように脳腫瘍の鑑別において、OGSE法によるADC自体は通常のPGSE法によるADCに比べ優位性はないが、これらを組み合わせた差分マップや相対的差分マップを作成することによって、通常のPGSE法によるADCよりも鑑別能が向上することが判明した。膠芽腫に比べ、悪性リンパ腫や転移性脳腫瘍の方がADCの拡散時間依存性が強いのは、膠芽腫の細胞の大きさや細胞内腔と細胞外腔の比率などが関連していると考えられる。今後、組織学的な対比が望まれる。

SY24-4 Advanced DWI for urological diseases

泌尿器疾患における Advanced DWI ~前立腺癌への応用を中心に~

有田 祐起^{1,2}, 新本 弘³, Hebert Alberto Vargas¹

¹メモリアルスローンケタリングがんセンター 放射線科, ²慶應義塾大学 医学部 放射線科学 (診断), ³防衛医科大学校病院 放射線科

Yuki Arita^{1,2}, Hiroshi Shinmoto³, Hebert Alberto Vargas¹

拡散強調画像 (DWI) は、組織内の水分子の拡散運動を画像化した磁気共鳴画像法 (MRI) であり、中枢神経領域を初めとして多くの疾患領域でその有用性が証明されている。その中でも近年様々な新しい概念やモデルが提唱されてきた Advanced DWI technique (IVIM, DKI, Time-dependent DWI など) は対象とする組織の微細構造、細胞密度、水の拡散パターンに関するより詳細な情報を提供し、特に疾患の質的診断や治療効果判定の更なる向上において、それらの有用性が期待されている。泌尿器疾患領域における DWI の有用性について、以下に最近の知見を列挙する。

1. 早期病変の検出と病変の質的診断: DWI を用いて組織の組成や細胞密度を評価することができ、正常 vs 異常や良性 vs 悪性の鑑別診断をするのに役立つ。
2. 腫瘍病変の悪性度の評価: DWI は、組織の細胞密度や不均一性を評価することができ、腫瘍の病理組織学的悪性度を評価することができる。高悪性度腫瘍では細胞密度が高いため水の拡散が制限されることが多く、低悪性度腫瘍と高悪性度腫瘍の鑑別が容易になる。
3. 局所病期分類 (T ステージ): DWI は泌尿器科腫瘍の病期分類に有用である。例えば前立腺癌では、DWI は特に辺縁領域における腫瘍の局在評価、被膜外浸潤、精嚢への浸潤に関する情報を提供し、臨床医が適切な治療計画を決定するのに役立つ。
4. 治療効果判定のモニタリング: DWI は泌尿器科疾患における治療効果のモニタリングに使用できる。治療後の細胞密度および拡散パターンの変化は、治療効果の評価に役立ち、患者治療方針の決定や変更にも役立つ。
5. 腎機能の評価: DWI は腎機能と灌流に関する情報を提供できる。腎実質の微細構造の変化を評価し、腎硬化症などの病態の同定に役立つ。
6. 生検および治療計画のガイダンス: DWI は、悪性腫瘍が疑われる部位を標的にすることで、生検手技のガイダンスに役立つ。また、腫瘍の位置、大きさ、隣接構造への浸潤に関する情報を提供することで、治療計画にも役立つ。
7. リンパ節および転移の評価: DWI は、泌尿器癌におけるリンパ節転移の評価や転移の検出に有用である。

このように、DWI は、様々な泌尿器疾患の診断、病期分類、治療計画、およびモニタリングに貴重な情報を提供できる汎用性の高いツールである。本講演では前立腺癌を中心に、種々の DWI technique がどのように臨床の現場に応用されていく可能性があるかを考察したい。

前立腺癌における IVIM

- 特徴
 - 灌流がわかる
- 課題
 - 軽微な信号変化なので、ノイズの影響が大きい
 - スキャンパラメータやフィッティング方法で値が異なる
 - 再現性に乏しい
 - ADC を凌駕する診断能があるのか?

Oversegmented method

1. $b=100$ 以上のデータを mono-exponential モデルで D を算出
2. y 軸との切片を s として、 $f=(50-S1)/50$ で計算
3. D, f を挿入して D^* を計算

ADC に匹敵する診断能を有する
ADC を超える診断能を報告しているものは少ない

SY24-5 A method for presenting time-dependent diffusion images: Proposal for a ternary plot method

時間依存性拡散画像の提示手法について: Ternary plot (三角プロット) 法の提案

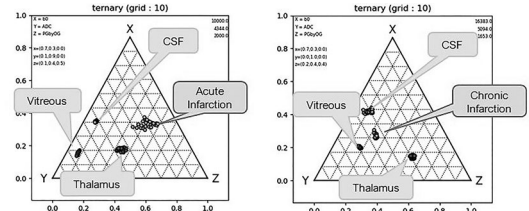
田岡 俊昭

名古屋大学 革新的生体可視化技術開発産学協同研究講座

Toshiaki Taoka

今日の画像診断で拡散画像は重要な役割を果たしている。通常の日常診療で用いられる拡散画像は $b=1000$ s/mm² の拡散強調画像であり、Pulsed Gradient Spin Echo (PGSE) 法という拡散検出磁場の印可方法を用いる。一般に撮像時の TE は 80msec 前後であり、この場合の拡散時間は 50msec 程度となることが多い。この撮像法では、多くの場合に急性期梗塞を明瞭に描出することができるほか、特徴的な脳炎や脳症の診断に役立つ。ある意味完成された手法であり、日常診療レベルの一連の画像診断においては手を加える必要もないと考えられる。一方、拡散画像には上記の一般的な拡散強調画像だけではなく、様々な手法が提案されている。たとえば拡散画像では、拡散時間を変化させることで、組織の空間的構造を反映した情報を得ることができるが、Oscillating Gradient Spin Echo (OGSE) 法は拡散時間を変化させる手法の一つである。上記の PGSE 法では b 値を保ったまま拡散時間を短くするには強大な勾配磁場が必要となり現実的ではないが、OGSE 法では拡散検出磁場を振動させて、いわば小分けにして印可する事によって、常識的な大きさの勾配磁場を用いて、 b 値を維持しつつ拡散時間を短縮することが可能となる。このようにして OGSE 法で得られた得られた短い拡散時間での拡散強調画像から算出された見かけの拡散係数 (ADC-OGSE) は、組織の仕切り構造の影響の少ない ADC となり、組織の器質の粘弾性などを反映した情報となる。それに対して、比較的長い拡散時間での一般的な PGSE 法の拡散強調画像から算出された ADC は組織の仕切り構造の影響を反映した情報となる。たとえば PGSE 法で得られた信号と OGSE 法で得られた信号の比 (PGSE/OGSE) をとることで組織の仕切り構造のある程度の評価が可能となる。また、拡散強調画像の際に撮像される b_0 画像は T2 強調画像であることから、組織の水分含量の指標と扱うことができる。

このような複数のパラメータによる画像が得られた際に、その評価あるいは表示の方法が問題となる。それぞれの画像に ROI をおいて画素値を測定することも一つの方法であるが、煩雑な作業となり、直感的な把握も困難となる。それぞれの画素値を 3 次元空間にプロットする手法もあるが、2 次元のディスプレイや印刷物では扱う事が難しくなる。我々はこのような 3 つのパラメータを持つ画像の評価・表示手法として Ternary plot (三角プロット) を用いることを提案している。この三角プロット法は岩石の組成などの足して 100% になるようなデータの表示に用い、各要素の相対的な割合によって三角形の中の位置が決まる。つまり画素値の様なそれぞれ独立したデータをプロットするには本来向きな手法である。しかし、正確な定量とは異なった方向を目指したソリューションながら、2 次元上に表示して可視化することで組織の特性を直感的に把握する目的で、あえて三角プロット法を用いてみた。3 つの画像をレジストレーションし、各画像の画素値を正規化した上で、その比率に応じたプロットを行うソフトウェア (Radiologic Interpretation Assistance and Analysis-RIAA tool: 特願 2021-181837、特願 2023-062974) を開発し、様々な組織に適用を試みている。この手法では、3 つのパラメータの組み合わせが似通った組織が近くにプロットされることになり、組織性状の直感的な把握に役立つと思われる。また、特徴的な性状を持つ正常組織、たとえば正常脳実質、眼球、脳脊髄液を内部リアルネスとしてプロットし、それらと腫瘍などの関心領域から得られたプロットの位置関係を評価する一方で、組織の性状の推定が可能と考えられる (図)。さらに 3 つのパラメータにそれぞれ赤緑青の色を割り当てて元画像に重ねること、同様の性状を持つ組織のマッピングが可能になる。あるいは三角グラフ上で特定の組成を示す組織の分布を表示するという使い方も可能である。



SY24-6 Aiming to visualize changes that conventional MRI cannot capture

通常 MRI で捉えられない変化の可視化を目指して

タ キンキン

北海道大学大学院医学研究院 医理工学グローバルセンター

Khin Khin Tha

通常 MRI と比べ脳梗塞の早期検出が可能な拡散強調画像 (DWI) は、脳膿瘍や薬剤性脳症 [Acta Neurol Scand 2002;106:379-86] の早期診断にも有用とされている。また高 b 値を用いた場合、急性期低酸素脳症 [AJNR Am J Neuroradiol 2005;26:1487-97] や亜急性硬化性全脳炎 [J Comput Assist Tomogr 2006;30:126-30] などの疾患検出にも高い感度を示す。傾斜磁場印加軸数を増やすことで白質繊維における異方性の度合いをボクセル毎に定量化する拡散テンソル画像 (DTI) は、多系統萎縮症 [Radiology 2010;255:563-9] やうつ病 [Psychiatry Res 2013;212:208-15] による白質病変の可視化を実現した。特にうつ病では、DTI が希死念慮と関連する脳領域の同定に役立つとの報告もある。これは DTI の応用手法であり、水分子の拡散に正規分布を仮定しない拡散強度画像 (DKI) においても同様の結果が得られている。さらに DKI は、もやもや病に伴う脳障害のうち認知機能障害に関連する領域の同定 [AJNR Am J Neuroradiol 2016;37:1432-9] や双極性障害とうつ病の区別 [J Magn Reson Imaging 2020;52:1187-1196] にも用いられた。近年の技術の進歩は、傾斜磁場を複数方向に複数回印加すること (multidimensional diffusion encoding, MDE) で、異方性評価の精度をより向上させた。この精度向上は、組織の微細構造変化を捉えることを可能とし、認知機能トレーニングに伴った脳の可塑性の評価まで可能にしたとの報告がある [Tomography 2022;8:33-44]。この方法を用いた研究は統合失調症においても行われており、疾患の機序の解明が期待されている [Proc Intl Soc Mag Reson Med 2023; 31: 4751]。最近では、神経炎症にかかわるグリア細胞の評価に応用できる可能性があるとして、拡散画像研究が進められている [Sci Adv 2022;8:eabq2923]。

SY25-1 MRI technique and diagnosis for rheumatoid arthritis

関節リウマチにおけるMRIの撮像法や診断

藤崎 瑛隆

産業医科大学 放射線科学講座

Akitaka Fujisaki

関節リウマチは、関節の腫脹、圧痛、破壊を引き起こし、重篤な関節機能不全・寿命の短縮にも繋がる慢性炎症性疾患である。罹患率は10万人当たり25～50と推定されており、日常診療でも比較的多く遭遇する疾患の一つであるが、非特異的な画像所見を示すことも多く、関節炎を来す様々な疾患が鑑別となりえる。従来診断基準として1987-ACR基準が使用されていたが、治療薬の進歩と共に、早期診断・早期治療の重要性が高くなり、現在では早期診断のための新しい基準として2010-ACR/EULARが広く使用されている。関節リウマチが疑われて画像検査を行う場合、単純X線検査がまず行われることが多いが、数か月継続する炎症がなければ単純X線検査では異常を捉えることが困難である。一方、MRIは関節リウマチの診断において重要な炎症性滑膜炎、骨髄浮腫、骨びらんを早期から捉えることが可能で、早期診断や予後予測において必要不可欠な検査となっている。特に、手関節は関節リウマチの好発部位で、全身で起こっている変化をある程度反映していると言われており、関節リウマチを疑う場合は手関節のMRI検査が行われることが多い。関節リウマチにおける手関節MRIの標準化やスコアリングを目的としてOMERACT RAMRISが2002に報告され、その再現性や有用性が多くの研究で証明されており、標準的な撮像法としては、T1強調像、脂肪抑制T2強調像（あるいはSTIR）、造影後脂肪抑制T1強調像が基本となっている。一方、手関節は複雑な形状であるため均一な脂肪抑制画像が得られにくく、関節炎による疼痛のため長時間の撮像では体位の維持が難しいなどの制限もあり、撮像上の工夫が必要となる。本シンポジウムでは、手関節を中心に関節リウマチのMRIについて、日常診療における位置づけや、標準的な撮像・診断法を解説するとともに、当院での撮像の工夫や新たな撮像技術を紹介する。

SY25-2 MRI of the upper extremity (shoulder, elbow, wrist and hand)

上肢（肩、肘、手関節）のMRI

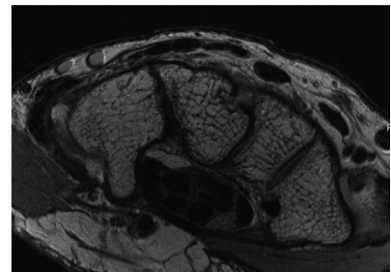
野崎 太希

慶應義塾大学 医学部 放射線科学教室（診断）

Taiki Nozaki

上肢の骨軟部・骨関節疾患において、頻度の高い症候として「肩痛」や「肘痛」のようなスクリーニング目的のMRI検査と、TFCC損傷や舟状月状靭帯断裂など解剖構造が少し複雑で詳細評価が必要な精密検査としてのMRI検査とは分けて考える必要がある。一般論として、上肢のMRIの基本シーケンスは2DシーケンスのPDWI（あるいはT1WI）、T2WI、脂肪抑制PDWI/脂肪抑制T2WIということになるかと思われるが、これらに目的とする靭帯や腱の走行を踏まえ評価しやすい（読影に必要な）方向でのスライス面を選択することになる。基本的に損傷部位を評価するには、できるだけ2つの以上の断面から読影するように心がけたい。靭帯や腱の評価では等方性ボクセルを用いた3Dシーケンスが有効となるが、撮像時間は長くなるため、体動がなさそうな、ないし動きを我慢できそうな患者であるかどうかの判断が実臨床では重要となる。なお3Dシーケンスを用いる場合、（状況にもよるが）解剖構造の評価がしやすいスピネコー系3D撮像が有用となることが多い。グラジデントエコー系3D撮像も用いられているが、軟骨評価は得意であるものの、靭帯や腱については信号強度が高くなりやすく過剰診断のリスクがあり、それぞれのシーケンスの特徴を理解して診断にあたる必要がある。

本演題では、肩関節、肘関節、手関節において日常診療で出会う代表的疾患のMRIの基本シーケンスと撮像法、ポジショニング等の注意点を呈示し、追加すると有用である高分解能3Dシーケンスや定量のためのMRIシーケンス等についても触れたい。



SY25-3 MR imaging of the lower extremity

下肢領域のMRI

稲岡 努

東邦大学佐倉病院 放射線科

Tsutomu Inaoka

「骨軟部疾患の日常診療におけるMRIの位置づけと撮像法」として下肢領域に焦点を当てて解説する。近年、MRI技術の進歩により、骨軟部疾患の診断においてMRIは精密な情報を提供し、診断精度の更なる向上に寄与している。特に下肢領域では股関節、膝関節、足関節といった重要な関節が存在し、これらの部位において2D、3Dシーケンスが日常診療においても撮像されているが、3Dシーケンスは細かな構造体の描出も検出するのに有用性が高いが、撮像時間が長い、コントラスト分解能が低いなどの欠点もある。最近では、これに高速撮像法の技術が加わり、3Dシーケンスの実用性をさらに向上させている。さらに、ディープラーニング技術の応用も進んでおり、画質向上、再構成技術向上が可能となっている。こうしたさまざまな技術の進歩により、下肢領域においてもMRIの臨床診断的な価値がさらに高まり、日常診療において不可欠なツールとなっている。下肢領域のMRI診断、撮像について最新の知見を含めて述べたい。

SY25-4 MR imaging of the spine and bone marrow

脊椎・骨髄のMRI

大木 望

長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 放射線診断治療学

Nozomi Oki

脊椎・骨髄疾患の画像診断においてMRIは極めて重要な役割を担っている事は言うまでもない。MRIの利点は、X線被ばくのない事、高い組織コントラストの画像が得られる事、任意断面の画像が得られる事である。脊椎MRIの中心となる撮像断面は矢状断と横断像である。横断像は椎体および椎間板に沿って設定し、頸椎と腰椎では椎間板とその上下3スライス、胸椎では椎間と椎体中央レベルにスライスを設定する。冠状断は、脊柱管内腫瘍と脊髄・馬尾神経との関係評価、神経叢や腸腰筋など傍脊椎領域の病変、仙骨・仙腸関節の評価などに有用である。近年は高解像度の3Dデータも比較的短時間で得られるようになった。任意の再構成断面が作成できるため、椎間孔や神経根の詳細な情報を得る事ができ、見落としやすい外側型ヘルニアの評価にも有用である。撮像シーケンスは、T1強調像、T2強調像、STIRまたは脂肪抑制T2強調像を中心とする。T2強調像は解剖や病変の全体像を把握しやすく、T1強調像は骨髄病変や血腫、脂肪、腫瘍性病変の性状評価に有用である。STIRまたは脂肪抑制T2強調像は、骨髄病変や腫瘍、脊椎炎や骨折の評価に有用性が高い。この「とりあえず3つの撮像」ではほとんどの病変を描出することができる。疾患に応じて追加すると有用なシーケンスは次のようなものがある。造影は、腫瘍の質的診断、椎間板ヘルニアと術後瘢痕などの鑑別、炎症・感染性病変や膿瘍の評価に有用である。拡散強調像は、悪性リンパ腫や多発性骨髄腫、転移など細胞成分の豊富な腫瘍、膿瘍、脊髄梗塞において高信号を示し、これらの病変の診断・鑑別を目的に追加する。動静脈瘤などの血管性病変において、MR血管造影が全体像の把握に有用である。また、脂肪含有の有無を検出する化学シフト画像が、骨転移と造血髄過形成との鑑別に用いられる。一方でMRIは、骨皮質の詳細評価が難しく、石灰化・骨化を来した病変を見逃ししやすい欠点があり、単純X線写真やCTは石灰化・骨化の評価に極めて重要である。なお、単純X線写真は脊椎疾患の基本的な検査であり、全体像の把握やスクリーニングとして欠かせない。CTは単純X線写真よりも被ばくがあるが、複雑な脊椎構造の評価、石灰化・骨化の描出に優れる。また、3Dデータから任意断面の再構成画像や立体画像が得られ、骨折や脊椎形態の把握がしやすく、手術計画にも用いられる。また、近年CTのようなコントラストのMRIを作成することが可能となり、「MR bone imaging」として関心を集めている。骨折や、後縦靭帯骨化症や黄色靭帯骨化症の描出など、従来ではCTで得られていた情報を一度のMRIで取得できる利点がある。MR bone imagingは未だ発展途上で種々の撮像方法があり、その一部を紹介する。脊椎・骨髄疾患に限らず、骨軟部領域におけるMRIは、臨床所見や他の画像所見を十分に考慮して撮像の工夫を行うことが重要であり、臨床医だけではなくMRIの撮像に携わる技師との密接な連携が必要である。

SY25-5 Trauma - injuries to muscles, tendons and peripheral nerves

外傷（筋・腱・神経損傷）

橘川 薫

千葉大学医学部附属病院 画像診断センター

Kaoru Kitsukawa

骨軟部領域の外傷において、MRIは筋肉、腱、靭帯、神経などの軟部組織損傷、不顕性骨折や骨挫傷の診断に利用され、損傷の有無と損傷部位の確認により治療方針決定に寄与する。検査前に外傷の時期、受傷機転、損傷部位など可能な限り詳細な情報を得る。とくに損傷部位の情報は検査範囲決定のため欠かせない。急性期損傷では出血、浮腫の影響で、慢性期損傷では瘢痕形成や術後変化により損傷部位の評価が難しい場合がある。手・足の腱損傷では受傷部位の近位および遠位を含めた検査範囲を設定する。近位断端は断裂部より近位に移動していることがある。プロトン密度強調像、STIR像、magic angle effect 回避のためのT2強調像などが有用で、isotropic 3D sequence を追加しておく、走行が複雑な腱や靭帯にも対応しやすい。CT-like image contrast のFRACTUREは骨とともに腱の描出に優れ、とくにvolume rendering 画像が手術前評価として有用である。末梢神経損傷は目的とする神経の解剖学を踏まえて検査に臨むことが損傷部位の描出の鍵となる。空間分解能を高くするとfascicleが描出され神経として同定しやすくなる。外傷部位を確認し、近位、遠位を観察するのは腱断裂と同様である。ときに受傷部位に神経腫が形成されることがあり、持続する痛みやしびれの原因となる。腕神経叢損傷は節前損傷（引き抜き損傷）と節後損傷（脊柱管外）に分けられ、受傷部位の同定にMRIが利用される。節前損傷の診断には薄いスライス厚のT2強調像やbalanced FFEが優れる。節後損傷はSTIRおよびT2強調像のisotropic 3D sequenceにより神経の連続性追跡や形態異常の有無を観察する。本講演では筋、腱、神経の損傷に関するMRIの役割と検査の工夫について概説する。

SY26-1 A Practical Approach to Starting an MR Research Project

MR研究のプラクティカルなアプローチ

藤田 翔平^{1,2,3,4}

¹マサチューセッツ総合病院 マルティノス生物医学画像医学センター、²ハーバード大学 放射線科、³東京大学 放射線科、⁴順天堂大学 放射線科

Shohei Fujita^{1,2,3,4}

本講演では、大学院生などの若手研究者を対象として、MR研究における効果的な進め方について紹介する。MR技術を利用した研究に取り組む際の私なりの心構えを3つのメッセージとしてお伝えしたい。

メッセージ1：MR技術の勉強に時間を割きすぎない

メッセージ2：エフォートを注ぐ前にスタディデザインをよく検討する

メッセージ3：日本語でも英語でも良いので、とにかく第一稿を作る

SY26-2 Getting Started with Theme-Driven MRI Research

MRI 研究の出発点：研究テーマの導出

畑 純一^{1,2}

¹ 東京都立大学大学院 人間健康科学研究科, ² 理化学研究所 脳神経科学研究センター

Junichi Hata^{1,2}

研究を初めるのはハードルが高い、初めたいけど何から手をつけてよいか分からない。といった声をたまに耳にします。誰でも最初はとても高い壁であり、研究は時間をかけて少しずつ進めていくものだと思います。MRI 研究において重要な点は、主に3つにわけられると考えており、まずひとつは、興味を惹くテーマとの出会いや選択である。心躍るようなテーマは、研究の推進力となる。推進力なくして研究は進まない。だからこそ、研究においてテーマの選択は至上の課題であると思う。興味をそそるテーマと出会うためのアプローチをいくつか挙げてみると、1、自分の興味から、趣味や関心に即したテーマを見つける。2、既存の研究や文献を探索し、新たな課題を見出す。3、社会的な問題に目を向け、社会に貢献できるテーマを追求する。4、自身の経験や専門知識を活かして新しい視点からテーマを見つける。5、自由な発想から、日常の出来事に新たな着想を得る。6、異なる学問領域の知識を融合させることで、新たな研究テーマが生まれる。7、専門家や研究者からの指導や議論により、具体的なテーマとして確立させる。こういったアプローチが、研究テーマの芽を育てると考えられる。そして自らに合ったテーマを中心に探求を進めることが大事である。最初に述べた通り、興味は推進力であり、研究は時間と労力を要する。だからこそ、持続するには自身の興味が反映されたテーマでなければならないといえる。二つ目に重要な点は、研究を進めていく上ではルールを知ることが大事である。研究ルールは透明性と公正性を確保し、信頼性のある研究を保障します。そして、遵守によりデータの正確性や倫理を守り、信頼性と信用を築き、優れた成果がもたらされます。研究におけるルールとしていくつか挙げると、1、背景調査：先行研究や文献を調査し、関連知識を理解し、新たな位置付けを明確にする。2、目的と仮説：明確な目的と仮説を立てることで、進捗や結果の評価に役立つ。3、方法論の構築：適切なデザインとデータ収集を慎重に選定。正確な結果を得る。4、倫理と権利の尊重：対象や参加者の権利と倫理を配慮。法律を順守。5、公正な解釈と報告：データの解釈においてバイアスを排除し、公正な報告が重要。6、コミュニケーション：他の研究者との議論討論を促進することで、研究発展に寄与。7、継続的な学習と改善：常に新たな発見や課題が生じ、対応する必要がある。こういった研究ルールを進めていく上で大事な点やコツなどが存在します。スポーツも同じですが、ルールを知ることを楽しめる、上達するといったことにつながるといえる。三つ目に重要な点は、MRI を好きでいることが大事である。この日本磁気共鳴医学会大会に参加している方はMRI が好きな方だと思われるが、MRI の研究を進めていく上では何よりも大事な点なのかもしれない。本講演では、MRI 研究の初学者にむけどのようなことを大事にしていけばかを概説していきます。基礎研究者として、自信の経験や考えたこと、研究紹介、施設紹介、上記の研究での大事な点を中心に、研究を初めてみたい方、初めたいけど進め方で悩んでいる方が一歩を踏み出せるきっかけになるような講演となります。

SY26-3 How to enjoy clinical research with MRI

MRI を使った臨床研究を嗜む

本田 茉也^{1,2}

¹ 関西電力病院 放射線診断科, ² 京都大学大学院医学研究科 放射線医学講座 (画像診断学・核医学)

Maya Honda^{1,2}

放射線科医の中には、画像診断は好きだが、MRI の原理や技術に馴染みにくいという方もおられるかと思う (演者もその一人である)。「MRI 研究」と聞くに難しいイメージを抱きがちかもしれないが、MRI を使った臨床研究には (難しいものだけでなく) 様々なものがある。臨床研究の大きな目的は、疾患の診断・治療に結びつき得る検証を行うことであり、疾患に関する知識を有する医師の視点は重要である。MRI は様々な疾患の診断に用いられているが、どの分野においても現状の診断精度は 100% ではなく改善の余地がある上、疾患分類のアップデートや治療法の変遷に合わせて画像診断も常に再検証、アップデートが必要である。MRI の評価は他科の臨床医が苦手とする場合も多く、MRI を用いた臨床研究は、画像診断医の重要な役割と考える。たとえば乳癌の診断・治療における MRI の役割は、ハイリスクスクリーニングにおける乳癌の発見、乳房病変の良悪診断、乳癌術前の広がり診断や薬物療法の治療効果など多岐にわたる。既存の研究も数多くあるものの、治療法は年々目覚ましく進歩しており、新たな検証を必要とする事案は多い。乳腺外科の医師の多くは、MRI はよく目にはするものの、自身で評価するのは難しいと感じている。そこで我々画像診断医の出番である。画像診断医が多く画像と向き合うことで見えてくる面白い視点もある一方で、日々患者と向き合い治療を行う臨床医のニーズと少しずれが生じることもありうる。臨床のニーズを知ることで、既存の画像からもそれに応える研究は可能であり、臨床医との対話がヒントになることもある。本講演が、MRI 研究へのモチベーションの一助になれば幸いである。

SY26-4 How to get obsessed with MRI.

MRI 沼にはまってみませんか？

舟山 慧

浜松医科大学 放射線診断学講座

Satoshi Funayama

「MRI に興味ない？ちょっと一緒に勉強してみない？」と尋ねると、多くの返事は決まって「私はちょっと…」という言葉と冷たい視線である。まるで、街頭で配られているティッシュを面倒くさそうに断るかのようだ。こうした場面に遭遇するたびに、もったいないことをしていると感じてしまう。確かに MRI について学ぼうとすると、多少の数学や物理などの非医学領域と対峙することになるが、それほど怯える必要はない。その山は思ったよりも低く、乗り越えた先にある楽しさに気づいてしまうと誰もがあの心配は何だったのかと感じるだろう。実際に MRI 装置で撮像し、読影、解析してみる流れにはいつもワクワクさせられる。まるで一度入れれば抜け出すことのできない沼のようだ。MRI 研究は楽しいだけでなく、その研究領域は広大であり、症例対象研究に代表される画像診断研究にとどまらない。撮像の工夫、撮像シーケンスの開発や最適化、画像再構成、装置開発、新たなコントラストの探求、造影剤などの薬剤研究など、多岐にわたる。非常に幅広い研究領域で容易には底がみえない。今後ますます発展していくだろう。本講演では、MRI の楽しさと AI 画像再構成研究に従事した経験について共有することで、MRI 沼にはまっていく過程でどのようなハードルがあるのか、またそうした際にどのように乗り越えられるのかを考えてみたい。

SY26-5 First steps in MR research for beginners with AI

初学者のためのMR研究の第一歩：AI編

伊藤倫太郎

名古屋大学大学院 医学系研究科 革新的生体可視化技術開発産学協同研究講座

Rintaro Ito

近年、医療画像研究における人工知能の活用が増えています。しかし、特に若手研究者にとっては、試すのが難しい分野であると感じられるかもしれません。本講演では、そうした若手研究者に対し、AIと医療画像研究の結びつき、その始め方、そしてその可能性と将来展望に焦点を当てて解説します。まず、現時点での画像を用いたAIの可能なタスクは主に5つあります。それらは識別、回帰、物体検出、セマンティックセグメンテーション、そして画像変換です。これらのタスクが医療分野に応用され、多種多様な研究が行われており、臨床においてもその利用が始まっています。AIの研究を行う上では、最初にAIの目的を明確に定めることが重要です。これはAIを用いて何を達成するのかという問いであり、まずは大きく決め、研究の構想段階でより細かく決めることが必要です。目的をきちんと決めることで、必要なデータ数、事前処理、必要なネットワークが決まります。AIを活用した研究を考える上で、AIをどのように動かすかという視点は非常に重要です。撮像機器やコンソール上で処理を行うAIは、画像収集やアーチファクト低減分野で大いにその価値を示しています。特にMRIでは、k-spaceのサンプリングやimage to imageのノイズ低減などに活用が進み、撮像時間の短縮や画質の向上に貢献しています。次に、AIを誰が使用するかという視点も重要です。放射線技師が主に関わる画像の収集やノイズ低減など、プロトコル・シーケンスに関わる研究でAIの利用が見られます。また、画像解析にAIを活用し、診断を行う医師も増えています。さらに、専門的な診断を支援するAIの開発が進み、エキスパートが更に精緻な診断を提供できるようになっています。これらの応用が医療現場で診断の質と効率性を大きく向上させています。また、AIをどこで動かすかという視点も重要です。AIはコンソール、PACS、ビューワー、ワークステーションなどで、それぞれ異なる形で動作します。これには、随時使用されるもの、バックグラウンドで解析を行うもの、能動的に適応するものなどが含まれます。AIの目的と使用する人によって、これらの動作場所が異なってきます。最後に、Large Language ModelとMRI研究の新たな可能性と展望について話します。自然言語処理は、文章の自動生成や翻訳などを行うツールとして知られていますが、MRI研究においても様々な可能性を秘めています。例えば、シーケンスの選択については、現場では機種、患者の条件、病院の特性により決定されますが、大規模なデータベースが構築され、モデルが訓練されれば、最適なシーケンスをAIと共に決定することも可能になるでしょう。さらに、MRIにおける医療事故の防止にもAIは寄与できます。電子カルテからのリスク因子の自動抽出、エラー報告の自動処理化も行なうことができるでしょう。さらに既存ソフトウェアの出力解析による文字起こしや様々な処理結果の一括表示など、多岐にわたる利用が可能になると考えられます。まとめとして、医療の質を向上させるためのAIの活用は、現在も進展を続けています。日常の臨床や研究においてさらなる進展を目指して、一緒に挑戦していきましょう。

SY27-1 The clinical impact of the 7 min protocol as the ultimate diagnostic method in patient with Acute ischemic stroke (AIS)

Acute ischemic stroke (AIS) 診断における完成型としての7min protocolの臨床的インパクト

新谷 好正¹, 大浦 大輔^{2,3}

¹小樽市立病院 脳神経外科, ²小樽市立病院 放射線室, ³北海道大学 大学院保健科学院

Yoshimasa Niiya¹, Daisuke Oura^{2,3}

【背景】脳神経外科急性期診療において、MRIの有用性は広く知られており、特に脳卒中領域の病変検出感度や特異度における優位性にもはや疑いの余地はない。本邦ではMRI検査へのアクセスが比較的良好であるため、日常診療では欠かせないツールとなっている。近年AISに対する迅速な機械的血栓回収術が行われるようになり、検査時間の長さ、患者の動きに弱い側面があり、“Time is Brain”がkey wordであるAISの診療体制に術前MRI検査を組み込むには技術的な工夫が必要である。我々は、2015年からハイエンドの3T MRI装置を用いたAISに特化した超短時間MRIプロトコルの作成に取り組んできた。【対象と方法】2015年稼働後、脳神経外科全MRI検査数約3万件のうち、血栓回収候補患者650例以上を後方視的に観察し、技術的な創意工夫により完成型protocolに至る変遷との臨床的有用性について検討した。【結果】疾患の内訳は血栓回収適応、脳内出血、その他の疾患で三分の一ずつであった。全例において迅速に検査施行可能であった。虚血領域、梗塞領域、閉塞血管の同定を以下に早く確定出来るかを最大の優先事項として検討を継続した。いくつの変遷を経て現在は設定時間7分でDWI, ASL, MRA, 血栓範囲を抽出するBlack blood (BB) image, FLAIR, T2*WI, アクセスルートと大動脈解離を確認するための胸部Coronal MRAを含むprotocolを完成させた。Surveyの時点で血腫の確認可能で、DWI, ASLよりPenumbraは検査開始から3分程度で抽出される。MRAには一般的なTime-of-Fight (TOF) 法ではなくPhase Contrast Angiography (PCA) を使用により1分で頭部MRAとBB imageを取得できるため閉塞点と血栓の範囲を迅速に確認することが可能であり、さらに患者の体動にも強い。また、胸部MRAでアクセスルートの確認ができるため手技選択の一助となり総合的な時間短縮が可能であるとともに大動脈解離も否定できる。【結論】最短時間で血栓回収術へつなげる我々の最速・最大効率のAIS診断MRIプロトコルは、実臨床に大きく貢献している。このAIS MRI protocol について技術的な側面から概説する。

SY27-2 Our investigation for imaging parameter of routine Breast MRI

乳房MRIルーチン撮像における当院の取り組み

市川 和茂¹, 佐竹 弘子²

¹名古屋大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門, ²名古屋大学医学部附属病院 放射線部

Kazushige Ichikawa¹, Hiroko Satake²

乳房MRI検査は、乳癌の診断、術前の広がり診断、薬物療法の効果判定などを目的として行う検査であり、当院においても多くの検査依頼がある。乳房MRIは、腹臥位で撮像し、検査時間も長いことから、他部位の検査に比べ患者の負担は大きい。一方で、撮像においては、脂肪抑制不良やDiffusion Weighted Image (DWI) の歪み等、乳房MRI特有の問題があり、放射線技師 (RT) は検査中に対応に追われることも少なくない。患者の状態や、乳房の形状や構成によっては、十分に適切な画像を取得できない場合もあるが、その際には、読影を行う放射線科医 (MD) とコミュニケーションを図り、情報の共有をしなければならない。

乳房MRIのガイドラインとして、American College of Radiologyが作成したBreast Imaging Reporting & Data System MRI (BIRADS-MRI) が広く用いられている。BIRADS-MRIは、ダイナミック造影検査を中心としており、病変の形態的性状の観察とダイナミックカーブの解析を行い、最終的にカテゴリーを判定する。最近、乳房MRIのダイナミック造影では、Compressed Sensing (CS) 併用シーケンスや他シーケンスによるUltrafast MRIがトレンドである。当院でも、CS併用シーケンスを用いて、超早期相に1相3.4秒のスキャンを20回連続して撮像を行い、Ultrafast MRIをルーチン検査のプロトコルに導入している。

近年、The European Society of Breast Radiology (EUSOBI) のワーキンググループから、良悪性の判別の付加的な指標として非造影検査であるDWIのApparent Diffusion Coefficient (ADC) の重要性が報告された。当時の当院のDWI条件は歪みや空間分解能等改善すべき点があるとMDから指摘があった事もあり、DWI条件をEUSOBIの推奨条件を参考に再考することとなった。現在は、ルーチン検査に導入可能な撮像時間で、歪みの軽減と空間分解能の向上を実現させるために、Simultaneous Multi-slice Readout-Segmented Echo-planar Imaging (SMS rs-EPI) を導入し撮像を行っているが、撮像パラメータの調整のために、ファントム撮像を行いながら、検討を継続している。

一方、T2強調像は、DWIと同様に、乳房MRIのルーチン撮像に必須のシーケンスとされているが、有用性は十分でないという報告もみられる。T2強調像は、乳癌の壊死や乳腺組織の浮腫など、他のシーケンスでは得られない情報を示すことができるが、一方で、現状の一般的な2D撮像ではスライスが厚く、小病変の観察は困難な場合がある。当院では、MDからこれらの問題点の指摘があり、T2強調像の撮像条件の見直しを行っている。現在、3DシーケンスによるT2強調像のルーチン撮像への導入を検討し、ファントム撮像や臨床画像の比較をRTとMDが協力して行っている。

以上のように、当院では、乳房MRIルーチン撮像のプロトコルの調整と決定を、RTとMDが連携しながら取り組んでいる。MDの要望に対しては、その実現のために、新技術を積極的に導入し、随時、ファントム撮像を行いながらパラメータの調整を行っている。これらのことは、日常臨床にとどまらず、研究的な視点も含め、目標を設定しながら、RTとMDが協力している。

SY27-3 Usefulness of Deep Learning Reconstruction in pelvic MRI: Collaboration between MD and RT, From Clinical to Research

骨盤領域における Deep Learning Reconstruction の有用性～医師と技師との連携、臨床から研究まで～

坪山 尚寛¹, 垂脇 博²

¹大阪大学 大学院医学系研究科 放射線医学講座, ²大阪大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門

Takahiro Tsuboyama¹, Hiroyuki Tarewaki²

骨盤領域のMRI検査においてFSE(Fast Spin Echo)法を用いたT2強調画像が非常に重要である。3.0T装置の普及、多チャンネルのPhased Array Coilを用いることで、より短時間に、より高精細な画像の取得も容易になった。しかし骨盤領域では呼吸や消化管の蠕動等による生理的な動きの影響を受けやすく、データ収集の長いFSE法では動きのアーチファクトがしばしば問題になる。動きの影響の対策としてSingle-Shot FSE法やk空間を放射状に充填するPROPELLER(periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction)法などが考えられる。Single Shot FSE法は一回の励起パルスで全てのk空間のデータを収集するために、ブラーの影響が大きく、PROPELLERではFSEとのコントラストの違いや、ストリークアーチファクトが懸念される。さらにPI-RADS(Prostate Imaging-Reporting and Data system)では薄いスライス厚、高い面内分解能が要求されており、SNR(signal-to noise ratio)の低下も考慮してのパラメーターの調整が必要である。このように骨盤領域のT2強調画像では、できるだけ動きの影響が少なく、高精細で、なおかつSNRを保った画像が求められる。近年深層学習を利用した画像再構成法DLR(Deep Learning Reconstruction)が登場してきており、臨床応用されている。DLRの特長として劇的なSNRの改善があり、このSNRの改善を活かして、より短時間に撮像、もしくはより高分解能での撮像が可能となった。当院ではDLRが導入された当初から骨盤領域でのT2強調画像に適応し、様々な撮像パラメーターの調整をおこなってきた。具体的には子宮、卵巣疾患ではSingle-shot FSE法、前立腺疾患ではFSE法で面内の分解能を高めるようなパラメーター調整、直腸疾患ではスライス厚をより薄くすることによる高画質化の可能性をさぐり、PROPELLER法のDLRの活用もさぐった。DLRの活用方法は多彩であり、それゆえに最適な臨床活用法を模索するのは決して容易ではない。本講演ではDLRを骨盤領域のT2強調画像に導入する際に、医師と技師がどのように協調して試行錯誤を行ったか、研究内容を加えて紹介する。

SY27-4 Collaboration between radiologist and radiologic technologist in central nervous system MRI (Tumors and Neurodegenerative Diseases)

医師と技師でと取り組む中枢神経MRI(腫瘍・変性疾患)

辰尾宗一郎¹, 大湯 和彦², 掛田 伸吾¹

¹弘前大学大学院 医学研究科 放射線診断学講座, ²弘前大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門

Soichiro Tatsuo¹, Kazuhiko Oyu², Shingo Kakeda¹

優れた臨床画像を撮像するために、臨床側のニーズの把握や最新のMR撮像技術の知識などが不可欠である。しかしながら、現在の医療現場は知識が専門化しており、これらの領域の知識全てをカバーすることは不可能である。このような状況を解決する上で最も効果的なことは、その診療に関わる臨床医、放射線科医、放射線技師が、その臨床的意義を共有することである。当院の中枢神経MRIにおいて、脳外科医や神経内科医などの臨床側のニーズを、カンファレンスを通して放射線科医が把握する。そして、そのニーズに対して放射線技師と放射線科医で定期的なミーティングを行い、撮像プロトコルの作成・見直しや撮像条件の調整、さらには新しい撮像技術の導入などを日々検討している。当院では2021年度にMR装置2台が更新となり、様々な新技術が使用可能となった。その中で注目したのはDeep Learning Reconstruction(DLR)である。DLRはSNRの向上、空間分解能の向上及びトランケーションアーチファクトの低減の3つの効果が同時に得られる画像再構成法である。これを併用しさらに高分解能化することで、今まで描出困難であった微細な異常信号の検出が可能になるのではないかと期待された。具体例として、DLRを用いた1mmスライスの2D-T2WIの撮像や、DLRを用いた高分解能3D-T1WIを用いたルーチンの腫瘍撮像を紹介したいと思う。これらの撮像導入には、ファントムを用いた基礎実験による撮像条件の決定、そして実際の患者での読影評価を経て、実用性を含めた総合的な評価が行われ、その結果を元に撮像条件の見直しを適宜行っている。今回はこの新技術導入に対する放射線科医と放射線技師の取り組みを紹介したいと思う。

SY27-5 Improving Diagnostic Quality in Orthopedic MRI Examinations through Collaboration

整形外科領域のMRI検査 技師と医師の協働による診断能向上

高野 晋¹, 岡崎 隆²

¹東海大学医学部附属病院 診療技術部 放射線技術科, ²東海大学医学部 専門診療学系画像診断学

Susumu Takano¹, Takashi Okazaki²

整形外科領域におけるMRIの役割は、コントラスト分解能が高く、非侵襲的に任意断面を撮像できる特徴から重要な位置付けを占めている。また、近年の装置はコイルスペックが向上しており、compressed sensing法を用いた高速撮像を用いることで高い空間分解能を有する撮像が可能となった。一方、整形外科領域の撮像は対象部位や疾患が多岐に渡るため、技師単独の判断での検査が困難な場合がある。このような場合は、放射線技師は医師と相談した上でシーケンスと撮像条件を決定することが肝要である。また、技師と医師間でのコミュニケーションを密に行うことにより、臨床での撮像のみならず、共同研究においてもより深度の大きい試みが実現可能となる。

本講演では、当院における技師と医師の連携を強化・工夫したことにより得られた有益な一面を、研究と臨床での実際の具体例を提示しながら説明する。具体的には当院で技師が携わっている思春期特発性側弯症と椎間板再生の研究の紹介と、実際に技師と医師が臨床現場で連携したことでより有益となった撮像検査を報告する。報告する症例は次の内容である。【症例1】duropathyに対し高分解能steady-state free precession(SSFP)シーケンスを用いることで脊柱内硬膜欠損の同定が得られ、かつdynamic improved motion-sensitized driven-equilibrium SSFP(dynamic iMSDE SSFP)を撮像したことで脳脊髄液の異常還流を検出した一例。【症例2】脊髄硬膜動静脈瘻の塞栓術前検査にて、dynamic MR造影検査からシャントポイントの検出が可能となり、血管内治療の計画に寄与した一例。【症例3】膝関節炎精査にて、susceptibility weighted imaging with phase(SWI_p)を追加撮像することで、位相差画像にてピロリン酸カルシウム結晶を検出し、偽痛風を診断することが可能となった一例。

本講演を通じて、技師と医師が協力し、互いの専門性や役割を相互理解することで、最良なMRI検査と診断を行うための考え方を技師と医師の立ち位置から併せて提示する。

SY28-1 Current Status and Future Prospect of MR Safety MR安全性の現状と今後の展望

黒田 輝

東海大学 情報理工学部 情報科学科

Kagayaki Kuroda

【序論】 静磁場・RF磁場・勾配磁場という3つの磁場を使用するMR検査は、様々な危険と隣り合わせになっている。しかし人体は、その透磁率が空気とほぼ同程度であるため、最も基本的な静磁場による吸引力（磁気的変位力）ですら、ほとんど感じることなく、これ吸引事故の多さに繋がっている。臨床用MRI装置自体はIEC60601-2-33などの安全規格により厳格に規定されており、正しい使い方をしている限り患者や医療従事者に危険が及ぶことはない。しかしながら、患者体内の植込み型医療機器や周辺装置との電磁的・熱的相互作用、造影剤使用時の患者の身体状態などには危険な因子が潜んでいる。ここでは体内医療機器関連を中心にMR安全性の現状と展望を論じる。【体内医療機器のMR安全性情報の添付文書への記載】 能動型の体内植込み型医療機器のMR対応化は、2012年に条件付MR対応心臓ペースメーカーが薬機法承認されて以来、急速に進んだ。その範囲はペースメーカー、植込み型除細動器、除細動器機能付き及びペースメーカー機能付き心臓同期療法器、リードレスペースメーカーなどの心臓デバイス、脳深部刺激装置、末梢神経刺激装置、迷走神経刺激装置、人工内耳などに及び、これらの機器では撮像条件がある程度整備され、添付文書に明記されている。一方、電源を持たない体内機器においては、添付文書における情報提供が十分なもの未だ多く、検査現場において問題となっている。民間企業（メディエ株式会社）により運用されているMR適合性検索システムによると、MR対応性情報を添付文書に記載している機器は全体の30%程度である。2019年8月の厚労省二課長通知「植込み型医療機器等のMR適合性にかかる対応について」によって現在、添付文書へのMR対応性の記載が求められている。MR安全性規格の更新やそれらに基づく試験技術の進歩は著しいが、添付文書における撮像条件の記載はまだ充実しているとは言い難く、記載のないもの、記載があっても検査可否の判断に不十分なものが多くが現状である。【画像診断管理認証制度と他科との連携】 画像診断管理認証制度に基づく管理加算を得ているような施設では、放射線科と検査依頼科との連携が行われ、安全な検査が実施されていると思われる。他方、MR検査に関する理解が不足した施設では、安全情報の共有や安全管理に関する連携ができておらず、事故が起こりやすい状況にある。このような傾向は日本医学放射線学会と当学会による「臨床MRIの安全運用に関する全国施設アンケート再調査」の結果にも認められる。【心臓デバイスに関するMR検査の適用拡大】 能動型機器の発信器とリード線のMR対応性について、我が国では同一メーカーによる組み合わせのみが薬機法承認されている。しかしながら、特に心臓デバイスについては電池の消耗に伴う発信器入れ替えの際に、他メーカーのものを組み合わせることがある。発信器とリード線のインタフェースは統一規格が適応されており、デバイスとしての問題は無いが、本体・リード共に条件付きMR対応であっても承認組み合わせではなくなるためMR検査ができない。またMR非対応の本体を植え込んだ場合や、古いリード線が体内に遺残している場合もMR検査はできない。これらの場合について、臨床上必要不可欠な場合には一定のガイドラインに基づいてMR検査を許容する動きが欧米で進みつつある。我が国においても、そのような非承認組み合わせなどに対するMR検査適用拡大の議論が厚労省の班研究として進んでいる。【今後の展望】 体内医療植込み患者の検査を中心としたMR安全性については、デバイスメーカーによる添付文書の普及、広範な診療科や施設に対する情報の浸透などまだまだ行うべきことがある。当学会の安全性評価委員会が中心となって、このような安全性確保のための活動を今後も弛まず続けてゆく必要がある。

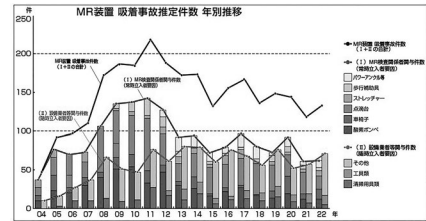
SY28-2 Toward safe and secure MR Examination -from JIRA's perspective- 安心・安全なMR検査の実現に向けて -JIRAの立場から-

上田 優

株式会社フィリップス・ジャパン

Yu Ueda

臨床価値が高く情報量が多い画像を短い検査時間で効率的に提供することが、MR検査の最終ゴールであり、その根幹をなすものは「安全性」の確保と言えるだろう。ハードウェアの進歩や撮像シーケンスの開発によって、MR検査は広く普及し、その臨床的有用性が確立されてきた。近年、MR検査件数は増加しており、患者そして医療従事者が潜在的なリスクにさらされる場面が増えていることが予想される。そのような背景のもと、院内におけるMR安全管理教育の徹底、MR関連学会の講習会、MR装置販売メーカーや日本画像医療システム工業会（JIRA: Japan Medical Imaging and Radiological Systems Industries Association）が行う安全性の啓蒙活動によって、インシデントはピークアウトし減少傾向に転じたが、依然として一定数のインシデントが発生しているのが現状である。JIRAが公表している吸着事故推定件数を見てみると、2011年の約220件をピークに、その後減少傾向を示し2021年は約120件程度まで減少した。しかし、2022年は前年より13%増加し約130件となった。本講演では統計資料を提示し、海外の事例なども紹介しながら、インシデントの傾向と対策を考察したいと思う。



引用元：日本画像医療システム工業会ホームページ
(https://www.jira-net.or.jp/anzenkanri/02_seizuhanbaigo/02-03.html)

SY28-3 Introduction of cases that hinder the safe operation of MRI MRI検査の安全運用の妨げる事例の紹介

土井 司

高清会高井病院 放射線科

Tsukasa Doi

インシデントの発生には、何らかの原因があり、その原因を断ち切ればインシデントは起こらない。というのが明快な理論であるが、それでもインシデントは発生する。それは、MRI検査には他の検査にない多くのリスク要因が存在するとともに、医療器具から一般市販品までMRI検査の可否を判断しなければならない複雑な状況になっているからである。さらに、一般撮影のごとくさまざまな医療従事者がMRI検査に関わり、担務する技術者が安全情報を習得しきれていないことも要因である。体内医療デバイスに対して、施設によって1.医療デバイスのMRI検査の適応を添付文書でその都度確認する。2.医療デバイスを装着する患者のMRI検査は実施しない。3.医療デバイスの適応を適当に判断して実施する。の3つのパターンがある。3.の施設が最も危険であるが、すべての施設が、より多くの方々にMRI検査の恩恵を提供することを目的に、MRI検査の安全運用に関して正しく判断できる知識と技術を習得していただきたいと願う。以下に、私がここ数年の間に経験した代表的なインシデントを原因別に事例を示す。多くの場合、担当者が相応の知識を有し、細心の注意を払っていれば防ぎえたと思われる。1) 担当者の失念 MRI検査に従事して経験のある技師が、その装置の担当技師の昼休憩の代わりに担当したときに、ヘッドホンの装着とエマージェンシボルの手渡しを忘れた。被検者は何度もMRI検査を受けており、おかしいと思ったが、通報手段がないため最後まで我慢していた。検査終了後に、技師の不備を訴えられ大きな問題となった。＜対策＞検査開始前にエマージェンシボルを患者に握らせて、音が出ることを確認する。音がしたときにヘッドホンの装着を確認する。2) 担当者の予知力不足 MRI検査終了後、テーブルを手前まで引き出したタイミングで電話が鳴ったため、その場を離れた際に、迎えに来た新人看護師が通常の車いすをMRI検査内に持ちこんだ。＜原因＞担当技師が、病棟の新人看護師にMRI検査の安全管理に関する教育が未受講であることを予測できなかった。3) 担当者の安全性への認識不足 (他施設で検査を受けた40歳代の女性からの訴え) 検査前に、幼少時に手術した胆のうパッツがあると申し出たが、担当技師が大丈夫だと説明しMRI検査を実施した後から腹痛が発生した。パッツは外れ腹腔内に脱落していることをCTで確認できた。＜原因＞最近の手術で用いられる胆のうパッツは、MRI検査が可能であることが多いが、30年以上も前の製品に対しては安全性が確立されていない。4) 担当者の知識不足 (MRI Safety Forumに一般の方からの投稿) 金具類が一切ない着衣で腰椎のMRI検査を受けたところ、開始5分ぐらいから鎖骨より下に違和感があり、閉じていた目や右手指、左手指がピクッと勝手に動き、胸元辺りのビリビリ感がひどくなった。担当者に訴えると発熱と閉所恐怖症だと説明された。5) メーカーの認識間違い 条件付きMRI対応リードレスペースメーカーを植込んだ患者がペースメーカーカードを持参して来院された。問診をするところ遺残リードがあることが判明し、ペースメーカーカードは誤発行であり検査ができないことを説明した。しかし、数か月前に公立の総合病院ではMRI検査をしてくれたとのことである。6) MRI対応医療器具の管理 非磁性体ストレッチャの寝台を上下させるハンドルにつながるらせん状ネジ部分が重力と経年劣化のため摩耗し、鉄粉が装置ガントリに付着していた。

SY28-4 A review of MRI safety incidents based on the experience of our hospital

本当にあった？かもしれないインシデントの話～当院での事例をもとに～

池田 欣正

自治医科大学附属さいたま医療センター 中央放射線部

Yoshimasa Ikeda

MRI検査は、病変や臓器の形態や内部性状の評価だけでなく、機能、代謝、位相情報などが評価可能なことから、現在、日常診療において欠かすことのできない検査の一つとなっています。また、MRI検査は、CTやX線透視検査とは異なり放射線被ばくを伴わないことや造影剤を使用せずに血管の評価もできることから、これらの検査より低侵襲な検査と考えられています。しかし一方で、MRI検査は強力な静磁場による磁性体の吸引、ラジオ波による発熱、傾斜磁場に起因する神経刺激や騒音などの特有のリスクがあるため、検査担当者はそれらのリスクを十分に理解し、常に危険を予測しながら安全に検査業務を行わなくてはなりません。

本講演では、当院で実際に起きたインシデント事例をもとに、その要因やインシデントの回避のための対策などについてお話しいたします。当院での事例を「対岸の火事」ではなく「他山の石」として掘っていただき、検査業務を安全に行うために役に立てていただければと思います。

SY28-5 Experience of a projectile accident involving a large ferromagnetic object

大型強磁性体の吸着事故の経験

秦 博文

北里大学病院 放射線部

Hirofumi Hata

【はじめに】当院では、過去に3T装置にて酸素ポンベの吸着事故を経験した。本発表では、当院で経験した事例を紹介し、その事例をもとに見直した大型強磁性体の持ち込み対策を紹介する。当院では特に「場」の管理、「物」の管理、「人」の管理に焦点を当て、大型強磁性体の持ち込み対策を講じている。施設によって建物構造、装置台数、職種や各職種の人数、運用等は異なるが、参考になる点があれば幸いである。【「場」の管理】吸着事故はMRI装置から発生する静磁場に起因するため、MRI撮影室（ここでは、MRI装置本体が設置された部屋を撮影室と記す）内に強磁性体を絶対に持ち込んではいけません。そのため、当院では撮影室に入る手前の前室、操作室等で「物」や「人」を管理することが必要であると考えている。どの場所がMRI安全管理の対象になるのかを明確にしておくことは管理するうえで重要である。また、撮影室入口の磁気シールド扉は、特に厳重な管理が必要であり、当院では施錠等の管理を行っている。【「物」の管理】吸着事故の原因となる大型強磁性体には酸素ポンベ、ストレッチャー、車椅子、点滴スタンド等がある。当院では、これらの大型強磁性体が撮影室内に持ち込まれないようにするために、撮影室に入室する手前の前室、操作室等でMRI対応製品とMRI非対応製品を明確に区別し、MRI対応製品については運用ルールを定めている。また、当院のMRI装置はすべて寝台が着脱可能な機種であり、自立歩行困難な患者のMRI寝台への移乗および患者急変時の処置等は、寝台を前室に出して行うこととし、大型強磁性体持ち込みのリスクを低減している。【「人」の管理】「場」、「物」の管理をしても、実際に強磁性体を持ち込むのは「人」である。また、強磁性体の持ち込みを防ぐのも「人」である。そのため、MRIエリア内では「人」の管理が必要であると考えられる。そのため、当院では患者を含め、MRIエリア内に立入るすべての者を管理対象とし、MRI撮影室責任者（装置を担当する診療放射線技師）、MRI技師（MRI業務に専従している診療放射線技師）、MRI撮影室に入室できる者、MRI撮影室に入室できない者に分類して管理している。【まとめ】MRI撮影室への大型強磁性体の持ち込みは重大事故につながるため、厳重な安全対策を必要とする。各施設で様々な対策を講じていると思うが、毎年多くの吸着事故が発生している現状を考慮すると、自施設の安全管理を継続的に評価し、見直しを検討することが求められる。

SY28-6 Learning from real cases to improve safety management of MRI.

ほんとうにあった？なら次につなげようMRIの安全管理

福澤 圭

虎の門病院 放射線部

Kei Fukuzawa

安全にMRI検査を行うための多くの項目を分類すると、MRI検査の安全管理は検査前、検査中、検査後の三つのタイミングにわけることができる。検査前の安全管理は、日常点検による装置の品質管理や患者がMRIに入室する前の体内金属の有無や、磁性体持ち込み防止などの安全確認などがあり、検査中の安全管理はSAR等による発熱管理・患者モニタリングなどがある。検査後の安全管理は、インシデントやヒヤリ・ハット事例など、何か安全上の問題が発生した場合の対応が該当する。本講演では、検査後の安全管理にフォーカスし、ほんとうにあった？かもしれない事例をベースにした自施設の取り組みについて紹介する。具体的には、事例の当事者だけでなく部門スタッフや、医師・看護師など多職種での議論の重要性や、そこで集約した意見をどのように次につなげていくか？といった点について紹介する。

Educational Lecture

教育講演

EL01-1 Quantitative Susceptibility Mapping: Basic Methods and Clinical Applications

定量的磁化率マッピングの基礎と臨床応用

原田太以佑, 工藤 興亮

北海道大学大学院 医学研究院 放射線科学分野 画像診断学教室

Taisuke Harada, Kohsuke Kudo

MRIでは様々な定量値を取得することが可能であり、多様な疾患を診断する際の重要な所見として用いられる。磁化率は印加された磁場空間に対する物質の磁化を表す物質固有の値であり、頭蓋内では鉄やヘモジデリン、デオキシヘモグロビンなどが正の磁化率を示し（常磁性）、石灰化や空気、ミエリンが負の磁化率を示す（反磁性）。磁化率の評価には、古くはT2*強調像であり、定性画像である磁化率強調像が一般に用いられることが多く、昨今では定量的磁化率マッピング（quantitative susceptibility mapping; QSM）を用いた磁化率の定量化を用いた研究報告が年々増加している。

QSMの再構成には複数のステップの解析が必要であり、1)gradient echo法で複数のTEで位相画像を取得、2)頭蓋内に領域抽出、3)phase unwrappingを用いてwhole magnetic fieldを算出、4)background field removalを用いてlocal magnetic fieldの算出、5)dipole inversionを用いて局所の磁化率の算出を行う。deep learningを用いた再構成法も考案されているが、解析方法の一般化が達成されていないことはQSMの問題点ではある。頭蓋内の磁化率上昇の主な要因としては鉄や出血が挙げられる。鉄は加齢によっても沈着はするが、様々な神経変性疾患において病態と一致する神経核や脳領域への変性が鉄沈着として同定することができる。多発性硬化症においては亜急性期以降の脱髄斑に鉄沈着が顕在化することから、亜急性期～慢性期の脱髄斑の時期推定に有用という報告もある。出血は磁化率強調像では低信号のため静脈と区別が付きにくく指摘が難しいことがあるが、QSMでは明瞭な磁化率上昇として描出されるため指摘が容易である。また、CTやMRIでは微細な石灰化と出血の判別がしばしば困難となるが、QSMでは石灰化は負の磁化率、出血は正の磁化率となるため、容易に弁別が可能である。

QSMを応用した技術として、脳表の静脈を抽出することで高精細なMR venographyを作成、脳表の静脈を抽出して磁化率を測定することで酸素摂取率を推定することができる。頭蓋外のQSMでは脂肪の存在や呼吸、体動の影響があり画像化が難しい要素はあるが、撮像の工夫により画像化することは可能である。本講演では、QSMの基礎的事項から臨床画像として所見の拾い方やその注意点について概説をする。

EL01-2 Quantitative parameter mapping and blood vessel imaging

定量値マッピングと血管画像

雨宮 知樹

富士フィルム株式会社 メディカルシステム開発センター

Tomoki Amemiya

MRI装置は撮像シーケンスを変えることで様々な組織コントラストの画像を取得できることから医療現場に欠かすことのできない画像診断装置となっている。従来のMR検査では生体組織の持つ物理量の相対的な違いを反映した複数種類の強調画像を撮像し、総合的に診断がなされてきた。これに対し定量値マッピングは、撮像した画像から物理量自体のマップ（定量値マップ）を算出する技術であり、組織性状の定量的な把握が可能になると期待される。定量値マッピングが対象とする物理量には、縦緩和時間（T1）、横緩和時間（T2）、見かけの横緩和時間（T2*）、磁化率などがあり、それぞれ使用する撮像シーケンスや算出法の異なる様々な手法が存在する。過去にはこれら複数の定量値マップの算出には撮像を個別に行う必要があるため臨床での使用は限定であったが、近年、複数の定量値マップの同時算出を可能とする時間効率の高い手法が提案されたことで、実用的な時間での定量値マッピングが可能となり注目を集めている。

定量値マップからは各種の組織コントラスト画像を計算によって生成することも可能である。一般的には、定量値と強調画像の信号強度との関係を定式化した関数を用いて信号強度が計算される。これにより、従来個別に撮像していた複数の強調画像を一度に得ることができるようになる。

さらに、定量値マッピングにおいて一度に生成可能な画像種を増やすため、動脈・静脈画像を生成する手法も提案されている。通常、これら血管画像を定式化された関数によって生成することは困難であるが、データドリブンな手法による動脈画像の生成や、モルフォロジーフィルタによる磁化率マップからの静脈画像生成などの試みがなされている。

本講演では、これらの定量値マッピングの具体的事例として、緩和時間と磁化率の同時算出を可能とする手法、およびそれを応用した血管画像生成技術について解説する。

EL02-1 Application of Machine Learning and Data Science to MRA

MRAへの機械学習・データサイエンスの応用

和田 昭彦

順天堂大学 医学部 放射線科

Akihiko Wada

本講演は以下の3つの項目についてお話しする予定です。ただし対話型AIは急速に進化しているので、講演時点の最新情報に内容修正する可能性があります。1. MRAの原理とその利点・欠点：本講演ではまず、MRAの各種技術の原理とその利点・欠点について探ります。Time of Flight、Phase Contrast、Enhanced MRAなどの主要なMRA技術の紹介し、それぞれの臨床的な応用と制約について説明し、新しい技術であるSilent MRAやASL-MRAの潜在的な利点と課題についても触れます。2. MRAへの機械学習とデータサイエンスの応用 次に、MRAデータ解析における機械学習とデータサイエンスの応用について説明します。データサイエンスは、データから知識を抽出し、意思決定を支援するための科学的手法の集まりで、Pythonプログラミングはその中でも広く使用されています。MRAのDICOMデータの説明と取り扱い方、データ解析に使用するPythonプログラミングについて説明します。さらに、探索的データ解析(EDA)とクラスタリングというデータサイエンスの重要な手法を用いたデータ解析についても触れます。探索的データ解析は、データを理解し、潜在的なパターンや異常を特定するための重要なステップです。クラスタリングは、類似のデータポイントをグループ化するための機械学習の技術で、MRAデータ解析以外にも応用できます。3. 対話型AIの導入：画像処理と解析の加速：最後に、画像処理と解析を加速するための対話型AIの導入について説明します。対話型AIの基本とPythonプログラミングのハードルを下げた使い方、具体的にはChatGPTでのPython Code作成し画像処理を行うワークフローとMRAへの応用例から、解析を加速し、結果を改善するための対話型AIの利用方法を説明します。対話型AIを使用することで、現状の画像解析プロセスを省力化、時間短縮できるだけでなく、新たな発想を得ることで、画像研究を加速させることが可能です。まとめ：MRA、機械学習、データサイエンス、対話型AIの統合は、血管疾患の診断と治療を改善する大きな可能性を秘めています。MRAの原理を理解し、必要な知識と技術を習得し、対話型AIを効果的に利用することで、MRA画像解析の効率と精度を大幅に向上させることが期待できます。In this presentation, we explore the principles of MRA techniques, their pros and cons, and delve into the application of machine learning and data science in MRA data analysis. We also discuss the introduction of interactive AI to accelerate image processing and analysis. The integration of MRA, machine learning, data science, and interactive AI offers significant potential for improving the diagnosis and treatment of vascular diseases. By understanding MRA principles, mastering necessary skills, and effectively utilizing interactive AI, we can greatly enhance the efficiency and accuracy of MRA image analysis.

EL02-2 Clinical application of vessel wall MRI 血管壁イメージングの臨床応用

伏見 育崇

京都大学大学院医学研究科 放射線医学講座（画像診断学・核医学）

Yasutaka Fushimi

日常臨床において、脳MRI検査で動脈や静脈の評価を行う機会は非常に多い。TOF-MRAによる血管内腔情報だけでなく、血管壁に着目した撮影が行われることも多くなってきた。本講演では、血管壁イメージングとして用いられてきた撮影法、頭蓋外の動脈壁評価（プラーク、動脈乖離、動脈瘤、carotid webなど）、頭蓋内の動脈壁評価（動脈解離、動脈瘤、血管炎、もやもや病）、静脈壁・nidus壁評価（血栓症、動静脈奇形）、血管壁イメージングに併用されるpre-pulse効果による脳実質内病変の評価などを概説する。血管壁イメージングは、単純MRIのみで完行されることも多いが、造影MRIで評価することにより、gradient echo法の撮影では視認しにくい造影効果も確認できることから、病態に応じた造影MRIでの血管壁イメージングの有用性も紹介していきたい。

EL03-1 Usefulness of PET/MRI in Head and Neck Tumors 頭頸部腫瘍におけるPET/MRIの有用性 - どのような症例がPET/CTに勝るのか -

伊藤 公輝

国立がん研究センター中央病院 放射線診断科

Kimiteru Ito

PET/MRIはMRIとPETを融合させた比較的新しい画像診断機器である。しかし、世界での稼働台数は約200台、本邦では約10数台であり、臨床に広く普及しているとは言い難い。この普及を妨げる原因として、MRIとPETの両方の管理が必要、MRIとPETの読影と知識が必要、装置自体が複雑な構造のため故障時の原因が分かりにくい、などの管理や読影の難しさがあげられる。また、検査時間がかかるため検査スループットが低い、購入や設置などに必要な費用が高額、保険適応となる疾患が悪性腫瘍のみなどの収益面での懸念もある。一方、メリットとしてはMRIとPETの同時収集が可能のため正確な位置合わせができる、PET/CTと比較しCT部分の被ばく量を減らすことができる、新たなPET薬剤により研究面での重要な情報が得られるなどが挙げられる。しかし、デメリットを打ち消すほどのメリットが見られないためPET/MRIの購入を見送る施設が多いと考えられる。我々の施設では2015年からPET/MRIを導入し、年間1000件以上の悪性腫瘍の臨床検査を行っている。その検査対象となる部位は脳、頭頸部、縦隔、胸膜、乳腺、直腸、泌尿器、卵巣、子宮、骨軟部組織、造血管、悪性黒色腫と限られた適応になっている。頭頸部病変は当院で比較的多く検査依頼があり、PET/MRIの有用性が高い部位と考えられる。PET単独では良悪性の鑑別が難しい疾患もしばしば経験するが、MRIとの組み合わせにより正確な診断に結び付けられる場面も多い。また、PET/CTでは判断しにくいとされる頭蓋底や眼窩への浸潤、骨・軟骨病変の詳細な評価、副鼻腔炎などの炎症や良性変化を伴った悪性腫瘍の進展範囲、リンパ節の節外浸潤などの評価などでPET/MRIは有用である。このため、PET/MRIを用いてPETでの代謝情報に加えて解像度の高いMRIでの解剖学的情報を併せて評価することで診断精度の向上が望める。本講演では、PET/MRIの特徴について述べ、頭頸部の悪性腫瘍で有用だった病態やピットフォールとなった症例を提示する。

EL03-2 MR Imaging of Head and Neck Cancer - A Watershed in Determining the Treatment Strategy 頭頸部癌のMRI - 治療方針の分水嶺 -

久野 博文

国立がん研究センター東病院 放射線診断科

Hirofumi Kuno

頭頸部癌の治療は、外科的切除や放射線治療などの局所治療と全身薬物療法を同時にもしくは異時的に組み合わせる集学的治療が主として行われる。治療選択においては、常に根治性と機能温存の両方を考慮する必要があり、これは容易なプロセスでない。そして、頭頸部癌の治療方針を決定する状況において、「MRIが撮影されていないと治療方針が定まらない」場面が多々存在する。本講演では、治療方針決定の分水嶺となる場面におけるMRI診断について、その臨床的意義や選択すべき撮像法などを、具体的な実践例を交えて概説する。

治療範囲設定の判断：

外科的切除や放射線治療における局所治療範囲の設定には、骨や軟部組織などの評価対象に、CT、MRIのそれぞれで得意とする情報が分かれており、それぞれの画像情報を総合的かつ包括的に評価する必要がある。その中でも、組織コントラストが高いMRIが不可欠な例としては、顎骨や頭蓋底の骨髄浸潤の範囲、神経周囲進展、眼窩内・頭蓋内進展の評価が挙げられる。下顎骨浸潤を伴う口腔癌では、下顎骨切除の術式・切除範囲が術後機能に大きく影響するため、浸潤の有無だけでなく正確な骨髄内進展範囲の評価が必要であり、骨髄浸潤の範囲に関しては造影MRIが必須である。基本的には、腫瘍と連続して、T1強調像で脂肪髄による高信号が消失し、造影効果を示す部位を浸潤と考える。顎骨浸潤評価のため、前歯部では回転断面再構成画像、臼歯部では長・短軸断像を作成すると浸潤範囲の評価が行いやすくなる。骨皮質の評価はCTが優れるが、MR Bone imagingにて骨皮質評価を行う試みが行われている。頭蓋内進展を伴う頭頸部癌に関しては、放射線治療範囲の設定に関わるため、頭蓋底直接浸潤と神経周囲進展の双方に関して、その程度と範囲を詳細に評価する必要がある。T1/T2強調像および脂肪抑制造影T1強調像を用いて、神経の走行を頭の中で想定しながら評価する。

切除可否の判断：

頭頸部癌に対する集学的治療において、その治療戦略を検討する上で手術治療が最も重要な手法であることは異論の無いところと思われる。根治的手術が不能であることは、予後不良を示唆するだけではなく、臨床医や患者にとって重要な治療法の選択肢が無くなることを意味する。切除可否の判断には画像診断の情報が不可欠であり、臨床的意義が極めて大きく責任も重い。切除の可否の判断に際しては、原発病変やリンパ節転移の節外進展において、頭蓋底骨浸潤、頸動脈浸潤、椎前筋膜浸潤などが重要な評価対象となる。造影CTだけでは、頭蓋底などの骨浸潤に際しては過小評価に、頸動脈浸潤や椎前筋に関しては過大評価になる傾向があるため、MRIによるT1およびT2強調像と脂肪抑制造影T1強調像を用いた総合評価が不可欠となる。

治療後評価：

治療後の遺残や再発の判断に関しても、集学的治療の後に多様な変化が生じる中で、腫瘍の残存を評価するにはMRIが不可欠である。初期治療において腫瘍が残存していると考えられる場合には、可及的速やかに救済治療を検討する必要があり、MRIの臨床的意義は高い。腫瘍の容積が大きい局所進行性の頭頸部癌や節外進展を伴う頸部リンパ節転移の場合には、通常のT1/T2強調像や造影T1強調像などを用いた形態評価に加え、拡散強調像およびADCマップは、頭頸部癌診療において標準的手法となっている。ADCマップを用いて評価する際には、ADC値（定量値）のみで判断するのではなく、T2強調像、造影T1強調像、拡散強調像、ADCマップ（視覚的評価・定量的評価の両方）のすべてを用いて評価することで診断能が向上するとされている。近年では、頭頸部癌の化学放射線治療後の残存・再発腫瘍画像評価におけるリスク層別化システムNI-RADS (The Head and Neck Imaging Reporting and Data System) が米国放射線医学会 (American College of Radiology) より提唱されており、造影MRIにも適応されている。

EL04-1 Newly low field MRIs

シン・低磁場MRI

拝師 智之

国際医療福祉大学 成田保健医療学部 放射線・情報科学科

Tomoyuki Haishi

序：Lauterbur博士が1973年に使用した静磁場強度 B_0 は1.4 Tesla(以下T)だった。Hutchison教授らの世界初の臨床用MRI“Mark 1”(1980年)は0.04 Tであった。誕生以来、低磁場でも高磁場でも臨床用MRIには3つの磁場(RF、Gおよび B_0)は必須である。核スピンの集合体である核磁化MのLarmor周波数 ω_0 での歳差運動を、横磁化としてファラデーの電磁誘導でRF検出する。勾配磁場Gコイルは線形なものの使い勝手が良くFourierイメージングには必須である。静磁場強度 B_0 は、研究用も含めれば地球磁場50 μ Tから17 T(小動物用)まで幅広いが、本稿では臨床用という視点から0.7 T以下を「低磁場MRI」とした。

破：「低磁場MRI」では、NMR信号から熱雑音(-174 dBm@300 K)までの距離は近いが、被写体組織のT1緩和時間は差異が豊かで短めでありSARを気にせず積算回数を増やせる。T2*緩和時間は長め。画素周波数帯域幅 \sim 10Hz程度は達成できる。非同期でも積算で体動アーチファクトは低減される。いっぽうT2強調画像、拡散強調画像の取得には辛抱が必要になる。画質の良い0.2 \sim 0.4 Tの永久磁石式MRIはかなりの出荷台数を誇ったが、超電導式への優位性を“一時的”に失っている。

さらに B_0 の低い「超低磁場MRI」の模索が行われている。文献によればだまかに0.1 T程度を境界に、電磁誘導による検出効率と超高感度磁場計測(SQUID、NVセンターなどを利用したもの)による検出効率が入れ替わるとされている。

ファラデーの電磁誘導で検出するMRIでは信号強度Sは、静磁場強度 $B_0 \times$ Larmor周波数 ω_0 に比例し、ノイズNは ω_0 に依存する結果、画像SNRは $\omega_0^{3/2}$ から7/4乗に比例する。0.3 Tと1.5 TとでSNRが5倍違うとして換算すると、計測時間は25倍になる。RF検出にはQDバードケージよりも理論上2倍感度がよい単純ソレノイドを使うことになるが、コイル形状の都合でパラレルイメージングは不得手である。

0.1 T以下での超高感度磁場計測(SQUIDやNVセンターなどを利用したもの)によるMRIの応用目的は、他の医療モダリティとのハイブリッド機や宇宙などの極端な環境での実現であろう。SQUID等の超高感度磁場計測はノイズレベルが低く一定であるが、電磁誘導検出($-d\phi/dt \propto \omega_0$)の効果はないため、単純にSNRは偏極した核磁化Mの大きさに比例する。静磁場 B_0 として地球磁場を使用する場合、0.00005 TのMRIとなる。pre-polarized MRIでは偏極率をダイナミックに上げる目的で数mTの静磁場 B_0 を短時間だけパルス印加する。

急：深層学習AI(DL)を低磁場MRIで用いる主目的はノイズ除去ではあるが、常にSNRが足りない状況下では、長い積算時間を少しでも短縮することとする。現実的に偽像を抑えつつ何倍短縮できるのか。「低磁場MRI」が深層学習で積算10回分の時間短縮を狙うなら一つの学習方法として、静磁場強度で3.3倍換算で取得されたMRI画像ならば教師データとして活用できるのではないか。例えば頭部用MRIとして販売されている0.064 Teslaの画像は0.2 T永久磁石式で得られた画像に類似している。また、1.5 T機と同等の画質が撮影できるというキャッチコピーで肺野の画像が良好な0.55 T機はDLの賜物であろう。「超低磁場MRI」には、今を時めく1.5 Tや3 T機が用いているような、教師データのDLライブラリが無い。MRIは緩和時間計測であるため、DLライブラリの構築にも、必ず計測時間(緩和時間)を必要とする。普及台数の多い機種や磁場レンジとの関係性が重要であろう。

EL04-2 The Past and Future of Clinical Low-Field MRI

臨床用低磁場MRIの今までとこれから

堀 正明

東邦大学 医療センター大森病院 放射線科

Masaaki Hori

低磁場MRI装置は、技術(ハードウェアとソフトウェアの両方)の向上により、最近再び注目を集めているといえる。実際、今年(2023年)の国際磁気共鳴医学会(ISMRM)のワークショップにおいても、招待講演以外に100程度の演題の発表があった。

もともと低磁場MRI装置の性能は、実際の臨床的有用性よりも低く評価されており、低価格であるが性能の低い装置と見なされていた。しかし、徐々に超電導を用いた高磁場MRI装置(1.5T、3T)と同様の撮像方法が複数可能となり、かつ現在では様々な面で高磁場MRI装置と比較して独自の優位性を持つ、高性能な低磁場MRI装置やその臨床での応用が提案され、報告されている。また、低磁場の不利な点である画像のノイズに関しても、深層学習を用いたノイズ除去等の技術での補完が可能となってきている。

また、いわゆる商用の0.5テスラ前後の磁場強度のMRI装置の他に、さらに磁場強度が低く(例：64 mT)、大きさが小さく、メンテナンスを含めたコストが低い、超低磁場MRI装置というべき装置の開発や提案、一部国外での臨床での試用が行われている。

本講演では、臨床用低磁場MRI装置の今までと現状でのアプリケーション、超低磁場装置の臨床での可能性について概説する。

EL05-1 Translational fMRI with rodent models

げっ歯類モデルによるトランスレーショナルfMRI

釣木澤朋和^{1,2}

¹産業技術総合研究所 人間情報インタラクション研究部門,²筑波大学 システム情報系

Tomokazu Tsurugizawa^{1,2}

機能的MRI法(fMRI)は神経活動に付随する生理的变化(神経血管相互作用、細胞体積変動、グルコース濃度の変化など)を介して非侵襲的に全脳の神経活動を計測する方法である。ヒトの脳機能計測法として多用されているが、近年の高磁場MRIの発展によりげっ歯類モデルでも高分解能でのfMRI計測が可能となっている。動物fMRI研究には麻酔の問題など克服する課題がある一方、遺伝子改変による疾患モデルや神経活動制御といった神経科学ツールと組み合わせること疾患のメカニズム研究に有用である。そのため、臨床と基礎をつなぐトランスレーショナル研究として期待されている。本講演では、げっ歯類モデルを使った最新のfMRI研究を紹介し、今後のトランスレーショナルfMRI研究について議論したい。

EL05-2 fMRI in Non-human primates

非ヒト霊長類動物のfMRI

福永 雅喜^{1,2}¹自然科学研究機構 生理学研究所 生体機能情報解析室, ²総合研究大学院大学 先端学術院 先端学術専攻Masaki Fukunaga^{1,2}

本教育講演では、非ヒト霊長類のfunctional Magnetic Resonance Imaging (fMRI) に焦点を当て、その重要性や計測法の基本、応用研究について解説する。非ヒト霊長類動物(サル、ゴリラ、チンパンジー、ボノボ、オランウータンなど)は、ヒトと同じ系統の動物であり、ヒトとの共通の祖先から進化してきた種で、遺伝学的にも生態学的にもヒトと密接に関連している。これらの動物は、ツールの使用や社会的行動など高度な知的能力を有することが知られる。その行動や生態学的特性を研究することは、ヒト脳の進化と認知機能の起源を解明する上で非常に重要な知見を与えてくれる。非ヒト霊長類動物の脳構造は、ヒトの脳と類似しており、fMRI研究への応用も積極的に進められている。これらfMRIを含む非ヒト霊長類のニューロイメージングは、種を超える(トランスレーショナル)比較神経科学に変革をもたらし、研究分野として発展しつつある領域である。非ヒト霊長類動物のfMRIは、旧世界ザルのマカクサル(ニホンザル、アカゲザル、カニクイザル)や新世界ザルであるマーモセットを対象とする研究が多く報告されている。特定の課題を与えて実施され、認知機能や行動を評価するために設計される。例えば、道具使用、数学的課題、視覚的刺激への反応などが課題として使用される。また、非ヒト霊長類は社会的な生物であり、群れ内での関係やコミュニケーションが重要とされる。例えば、マーモセットのfMRI研究では、他個体の視線を追う行動と特定の脳領域の関連が示唆され、社会的行動に関連する脳領域や社会的スキルの基盤を理解するために応用されている。これらの課題をfMRIで実施するためには、計測環境に慣れるためのトレーニングや軽度の沈静剤投与などが必要となる。一方で、麻酔下で実施されるfMRIは、安静時fMRIによるコネクティビティ解析や、光遺伝学(オプトジェネティクス)を応用した脳局所刺激の遠隔応答検出などの研究に応用されている。非ヒト霊長類のfMRI研究は、我々の進化の歴史と認知機能に関する新たな知見を提供し、ヒトの脳機能の起源を解明するために不可欠なツールとして重要性が益々高くなりつつある。これら非ヒト霊長類動物のfMRI計測の基本技術とその応用例について解説する。

EL06-1 CEST: principle, issue and new-era

CEST法の基礎と今後の開発

高橋 昌哉

順天堂大学大学院保健医療学・医学研究科 放射線

Masaya Takahashi

化学交換飽和移動(chemical exchange saturation transfer: CEST)法で観察できる内因性の代謝物は、分子量の比較的小さな可動性分子の内-CONH, -NH₂, -OHなどの側鎖をもつ代謝物であり、組織内のタンパク質・ペプチド、神経伝達物質のグルタミン酸、クレアチンやグルコースなどの定量が報告されている。これらの代謝物上のプロトン(1H)のMRI信号は通常は観察できないが、CEST法では代謝物と自由水の1H間の化学交換を介することで間接的に観察が可能である。CEST信号は撮像条件(特にpreparation pulse)に影響され、その程度は各代謝物により異なる。さらに同じ条件下でのCEST信号の量は、各代謝物の組織内濃度のみならず組織のT1値、化学交換速度、それに影響を及ぼす組織pHや温度などの影響を受ける。本講演では、CEST法の原理と信号が変化した時、対象代謝物の濃度のみならずどのような変化を考慮すべきかを議論する。また、現状臨床的有用性は腫瘍のイメージングでは確立したと言えるだろうが、その他の疾患で確立できていない既存CEST法の問題点と、どのような改変が必要なのかを議論する。

EL06-2 X-nuclei MRI & MRS

プロトン以外の核(他核・多核)のMRI・MRS

栗林 秀人

シーメンスヘルスケア株式会社

Hideto Kuribayashi

プロトン(¹H)以外の核の*in vivo* MRI および MRS の中で、リン(³¹P)のMRSは古くから応用され、脳・心臓・肝臓・骨格筋のエネルギー代謝やpH計測、細胞膜代謝計測などが行われてきた。ナトリウム(²³Na)イオンのMRIでは、細胞内外の濃度の分離計測は行えないものの、MRIピクセル中の総ナトリウム濃度を推測することにより、細胞内イオン恒常性や細胞膜完全性の破綻した細胞を含む組織の観察が行える。炭素(¹³C)のMRSは、肝臓・骨格筋のグリコーゲン計測や、¹³C安定同位体標識グルコース投与後の代謝追跡に用いられている。フッ素(¹⁹F)はフッ素ガス吸入による肺のMRIや、小動物研究ではフッ素薬物の体内動態追跡に用いられてきた。近年、腫瘍の嫌気性代謝の追跡を目的とした、重水素(²H)MRSを用いた²H安定同位体標識グルコース投与後の代謝追跡法が、盛んに開発されている。また、水の動態の直接計測を目的とした酸素(¹⁷O)安定同位体標識水の¹⁷O MRIも注目されている。それらの核の磁気回転比(γ)は、プロトンのものよりも低いため、それらの核はlow- γ nucleiと呼ばれることもある。他核計測感度の低さの一因が、磁気回転比の低さであることは、広く認識されている。一方で、他核のMRIにおいて、強い傾斜磁場が必要であることは、あまり知られていない。その理由は、MRIの傾斜磁場を用いた領域選択の原理にあり、他核計測において¹H MRIと同じ空間分解能を実現するには、それらの磁気回転比の比倍(例えば、¹³C MRIでは¹H MRIの四倍)の強い傾斜磁場が必要となる。²³Naや¹⁷Oは観測信号が一本であるため、パルスシーケンスにはMRIの手法が選ばれる。信号のT₂が短いため、ultra short TEシーケンスが有効であるが、それらの核ではT₁も短いため、TRとTE共に短いグラジエントエコーシーケンスの積算により、信号の画像化は行える。それ以外の核では、観測信号が複数本あるため、MRSおよび化学シフトイメージングの手法が選ばれる。本講演では、他核計測のノウハウや、最新の他核*in vivo* MRIおよびMRS研究を紹介する。なお、本講演では、超偏極核(³He, ¹³C, ¹²⁹Xe)、および、分子イメージングプローブ開発に関する内容は割愛する。

核種	磁気回転比 ($\gamma/2\pi$, MHz/T)	共鳴周波数 (MHz at 3T)	スピン	天然存在比 (%)	パルスシーケンス
¹ H	42.6	127.8	1/2	~100	MRI (& MRS)
² H	6.5	19.5	1	0.015	Spectroscopy
¹³ C	10.7	32.1	1/2	1.1	Spectroscopy
¹⁷ O	-5.8	17.4	-5/2	0.037	Imaging
¹⁹ F	40.1	120.3	1/2	~100	Spectroscopy
²³ Na	11.3	33.9	3/2	~100	Imaging
³¹ P	17.2	51.6	1/2	~100	Spectroscopy

参考: Levitt MH. Spin Dynamics: Basics of Nuclear Magnetic Resonance. Wiley; 2008.

EL07-1 RF Pulses: Basic Principles and Pulse Design

RFパルス：基本原理とパルス設計

白猪 亨

富士フイルム株式会社 メディカルシステム開発センター

Toru Shirai

MRIは、核磁気共鳴現象を利用した医用断層像撮像装置であり、撮像方法や撮像パラメータの変更により様々な組織コントラストの画像を得られるという特徴を持つ。このMRIの特徴を引き出すために重要な役割を果たすのがRF(Radio Frequency)パルスである。MRIでは、静磁場中の被検体に対して特定の周波数のRFパルスを照射する必要がある。このRFパルスは、撮像シーケンスの基本であり、核磁気共鳴信号の誘起だけでなく、様々な生体情報を引き出すために使用されている。例えば、緩和や磁化移動によるコントラスト付与、脂肪や脳脊髄液などの信号抑制、RF trainによる撮像時間短縮、スライス面等の領域選択励起や領域選択抑制などがある。MRIにおいては、過去から現在に渡って、これらRFパルスを駆使した様々な撮像技術の研究開発がなされている。そのため、MRI画像の特性を理解するために、撮像シーケンスの基本であるRFパルスの役割について把握することが重要である。本講演では、これらRFパルスの役割について理解するために、RFパルスの基礎について概説する。まず、磁気共鳴現象における磁化とRFパルスとの関係について、Bloch方程式に則った基本的な挙動をもとに説明する。次に、計算機シミュレーションによるRFパルスの挙動を例示しながらRFパルスの波形設計方法について説明する。ここでは、RFパルスによる磁化の励起や反転、RFパルスと同時に傾斜磁場を印加するスライス領域選択励起・選択抑制、ケミカルシフトの影響などについて例示する。また、断熱反転パルスや多断面同時励起の原理の他、高速スピネコー法におけるvariable refocus pulseの原理について説明し、RFパルスの基本的な役割の理解を深めることをめざす。

EL07-2 Signal and Noise: Basic SNR Relationships and Evaluation Methods

信号とノイズ編：SNRの基本的関係と評価方法

森 昂也

キヤノンメディカルシステムズ株式会社 CTMR 事業統括部 MRI 開発部

Takaya Mori

MRIの画像はMR信号と人や装置から発生するノイズの組み合わせから成り立っている。これらの信号とノイズの関係性は、Signal to Noise Ratio (SNR) と言われる指標で表される。

MRI操作者は希望するSNRとなっている画像を得るために、パルスシーケンスや再構成の設定にある多数の撮像パラメータや受信コイルの組み合わせを適切に選択し設定する必要がある。これらの条件を設定するうえで、MRI操作者はそれぞれの撮像パラメータと信号、ノイズの関係性を十分に理解することが望まれる。前述のとおりMRIにおけるSNRは、一般的に臨床画質の評価、新しいコイルやシーケンス、再構成手法の比較、装置の健全性チェック等に用いられる重要な指標である。

本教育講演では、まずスライスの厚みや信号加算、受信バンド幅といった一般的な撮像パラメータや各画像コントラスト、受信コイル、静磁場強度とSNRの関係性を解説する。

次に代表的なNational Electric Manufacturers Association(NEMA)規格のSNR評価手法を始めとして、特徴の異なる複数のSNR評価手法について解説する。SNR測定手法毎に様々な制約があるため評価条件によっては測定時のパラメータや受信コイル、システムに依存して不適切な結果を導き出してしまうことがある。これらのSNR評価時におけるピットフォール等を解説する。

EL08-1 Measurement of resolution properties and problems in MRI

MRIにおける解像特性の計測と問題点

吉田 礼

栗原市立栗原中央病院 放射線科

Rei Yoshida

今日までに至るMRIの発展を主に支えてきたのは、パルスシーケンスの進歩である。パルスシーケンスの工夫により撮像時間が短縮され、シーケンスの選択やパラメータの調整によって様々なコントラストが得られるようになってきた。特にルーチン撮像で多用される最も重要な技術の一つに高速スピネコーが挙げられる。さらに再収束パルスのフリップ角を変化させることでマルチエコー信号のみかけの信号変動あるいはT2減衰を抑制するとともに、非選択再収束パルスによりエコー間隔を短縮することで大きなETLの設定を可能することにより、短時間で高分解能の3D高速スピネコーの撮像が可能になっている。一方、高速スピネコーに代表される多くの高速撮像シーケンスでは、撮像時間短縮のために様々な方法でk空間に信号の異なるエコー信号を充填する方法が用いられるが、撮像条件に依存して解像特性が変化する。そのため、高速撮像シーケンスにおける解像特性の評価が重要となる。

MRIにおける解像特性の計測については、さまざまな報告があり、大きく二つに大別される。一つ目は、装置の性能評価や受入試験および品質保証を目的とした解像特性の計測である。二つ目は、パルスシーケンスや撮像条件などの比較を目的とした解像特性の計測法の報告である。

本講演では、パルスシーケンスや撮像条件などの比較を目的とした解像特性の計測法を中心に、MRIにおける解像特性の計測上の特徴や問題点を紹介する。

EL08-2 Image quality evaluation for MR images processed by AI

AIに関するMRI画像の評価

寺田 康彦, 藤田 直人

筑波大学 数理解物質系 理工学域

Yasuhiko Terada, Naoto Fujita

要旨

Deep learning (DL) などのAI技術で処理された画像の評価指標として、structural similarity (SSIM)、mean squared error (MSE)、peak signal-to-noise ratio (PSNR) などの指標がよく用いられている。これらの評価指標は、SNRやCNR、空間分解能や歪みなど、従来、臨床現場で使われていた評価項目とは異なるもので、直感的にもやや分かりづらい。本講演では、AI画像処理の評価指標にスポットを当て、それらの指標の定義や直感的な意味、各指標の違い、測定する際のノウハウなどについて、実例を交えながら工学的な視点から解説する。

回帰タスクと分類タスク

DLベースの画像処理は、深層ニューラルネットワーク (DNN) の出力画像の種類によって、出力画像が連続値をもつ回帰タスク (画像再構成、修復、レジストレーション、合成など) と、離散値 (ラベル) をもつ分類タスク (画像セグメンテーション、検出/位置特定、分類、認識など) の二つに大別される。回帰と分類タスクでは、一般的に用いられる評価指標が異なる。本講演では、主に回帰タスクの評価指標に焦点を当て、分類タスクの評価指標についても簡単に紹介する。本稿では特に、回帰タスクでよく使われるMSEとSSIMに関して簡単に説明する。

MSEとSSIM

回帰タスクで使われる指標には、よく使われている順に、SSIM、PSNR、normalized root MSE (NRMSE)、MSE、SNRなどがある。MSEは、DNNの学習時の損失関数としてもよく用いられているが、計算が簡単であり、様々な信号処理アプリケーションの最適化と評価に広く使用されてきたので、比較がしやすいという長所がある。また最適化問題や統計学、推定の枠組みに適していることなども利点である。一方で、MSEは「画像の忠実性と品質に対する人間の知覚」に関してはあまり良い指標ではない[1]。例えば、図1に示す画素値の変換 (mean contrast stretch) や、平行移動 (night shift) と回転 (rotation) を施した画像は、見た目の印象がそれほど悪くないのに、MSEが大きくなりすぎている (MSEは小さいほど正解に近い)、逆に打ち切り (truncation) やエリアシング (aliasing-like) 画像は、見た目の印象が悪いのに、MSEはそれほど大きくない。PSNRはMSEの対数に比例する量で、MSEとよく似た特性をもっている。一方SSIM[2]は構造の類似性に注目した評価指標で人間の知覚に近いと言われており、図1でもその傾向が現れている (例えば打ち切りやエリアシング画像は低いSSIM値になっている)。SSIMは、相対的な輝度、コントラスト、構造という3つの観点から二つの画像を比較する指標である。しかしSSIMでも、輝度シフト (luminance shift) の場合には低い値が出るなど、使用の際に注意しなければならない点もある。

対象がMRIの画像の場合には、ボケ、ゴースト、打ち切りなど、MRI特有のアーテファクトに対する評価性能も考える必要がある。また、実際に画像が診断に耐えうるかという視点も必要となる。図2には、様々なDLモデルを使った再構成画像に対して、評価指標を計算し、臨床評価と比較したものである (文献[3]のデータを使って作成した)。PSNRやSSIM、臨床評価には相関があるが、その相関も実験ごとに少し異なることが分かる。例えば、人工的にノイズを付加した画像を入力したときの出力画像に対する実験 (group8-10) では、MSEやPSNR、SSIMとも同じようにノイズに敏感である。一方で、正解画像と異なる解剖的構造 (脳/膝) のrawデータを入力させたときの出力画像を評価するとき (group11-16)、PSNRよりもSSIMの方が値のばらつきが範囲が広く、再構成画像の画質の違いに敏感なことが分かる。このように、実際の評価の際には、複数の指標を比較しながらの議論が必要となる。

参考文献

- [1] Z. Wang and A. C. Bovik, Mean squared error: Love it or leave it? A new look at Signal Processing Magazine, IEEE Signal Processing Magazine, 26, 98-117 (2009).
- [2] Zhou Wang, A. C. Bovik, H. R. Sheikh and E. P. Simoncelli, Image quality assessment from visibility to awareness, IEEE Transactions on Image Processing, 13, 686-692 (2004).
- [3] Fujita N, Yokawa S, Shirai T, Terada Y, Numerical and Clinical Evaluation of the Robustness of Deep neural Networks for Truncated MR Imaging Reconstruction, Magn Reson Med Sci, 2023, doi: 10.2464/mrm.sc.2023-0031.

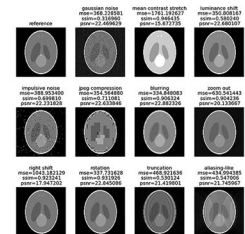


図1 Shap Logits アプリケーションに用いる異なるアーテファクトを有する際の画像品質の評価。MSEは小さいほど正解に近い、SSIMは1に近いほど忠実性が高い。PSNRは大きいほど忠実性が高い。

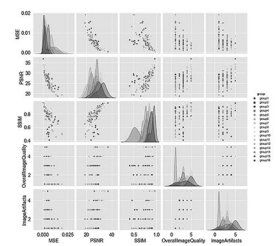


図2 文献[3]に提供された異なる再構成画像に対する評価指標 (画素値) の分布 (PSNR, SSIM) と臨床評価による評価 (Overall image quality) と Image quality を比較したものである。この図では、異なるDLモデル (group1-10) を用いて、人工的にノイズを付加した画像を再構成した (AIのみ) の評価結果 (PSNR, SSIM) と臨床評価結果 (Image quality) を比較した。PSNRやSSIM、臨床評価には相関があるが、その相関も実験ごとに少し異なることが分かる。例えば、人工的にノイズを付加した画像を入力したときの出力画像に対する実験 (group8-10) では、MSEやPSNR、SSIMとも同じようにノイズに敏感である。一方で、正解画像と異なる解剖的構造 (脳/膝) のrawデータを入力させたときの出力画像を評価するとき (group11-16) は、PSNRよりもSSIMの方が値のばらつきが範囲が広く、再構成画像の画質の違いに敏感なことが分かる。このように、実際の評価の際には、複数の指標を比較しながらの議論が必要となる。

EL09-1 Evaluating Diastolic Phase with Cardiac MRI: Insights into HFpEF

拡張期を診る心臓MRI

太田 靖利

国立循環器病研究センター 放射線部

Yasutoshi Ohta

左心室は収縮期に左室から大動脈へ血液を駆出させ、拡張期に左房から左室へ血液を流入させるが、収縮期にエネルギーを使って心筋を収縮して血液を駆出させ、拡張期は反動で血液が流入するようなイメージを持たれていないだろうか。拡張は収縮期の反動的な状態ではなく、エネルギーを消費する能動的な変化の他、ステイフネスといった組織の硬さ、左房の影響など様々な要素が重なって1つこの動作を構成している。何らかの原因で収縮する力が低下すると心不全を発症することは容易に想像が付き、これは左室駆出率の低下した心不全 (HFpEF) と呼ばれ、その内容に応じて薬剤やデバイス等の治療介入が行われ、生命予後改善効果が確認されている。一方、近年の高齢化社会に伴う心不全患者は100万人以上とも言われ、左室駆出率の保たれた心不全 (HFpEF) が約半数を占めるとされるとき、現時点で生命予後を改善するような有効な治療法が確立されていない。このHFpEFは左室拡張機能障害が主たる要因とされ、拡張不全と呼ばれている。このような拡張期の病態を低侵襲に評価するには画像が必要であり、心エコーが中心的役割を果たしている。心臓MRIは形態、動態、組織評価が低侵襲に行えるため、シネ及びストレーン解析による動態評価、マッピングや遅延造影を用いた組織評価のように直接的に心筋を評価する方法の他、フェーズコントラスト法による血液の挙動から間接的に心機能を評価するなど手法は多岐にわたり、HFpEFの病態解析のために大きな役割を果たすと思われる。本講演では、拡張期及びHFpEFについて知っておきたい病態生理や心臓MRI所見、その他に拡張期の評価が重要となる疾患について概説し、心臓MRI撮像および診断に携わる方の他、撮像法開発など研究領域として興味をお持ちの方への足がかりとなるような講演としたい。

EL09-2 Cardiac diffusion MRI

心臓拡散MRI

市原 元気¹, 畑 純一², 中島 大輔³, 勝俣 良紀^{1,4}

¹慶應義塾大学 医学部 循環器内科, ²東京都立大学 健康福祉学部 放射線学科, ³慶應義塾大学 医学部 整形外科, ⁴慶應義塾大学 医学部 スポーツ医学総合センター

Genki Ichihara¹, Junichi Hata², Daisuke Nakashima³, Yoshinori Katsumata^{1,4}

近年、心臓疾患の診断における新たな検査手法として、心臓拡散MRIが盛んに研究されている。心臓は拍動する臓器であるため、過去に拡散MRIを心臓に応用することは困難と考えられてきたが、その後の技術革新により実現の可能性は増加している。特に心臓拡散テンソルイメージング (DTI) は、心筋の微細構造や機能的な線維配列の異常を高い感度で検出できるため、心臓疾患の早期発見や病態評価において大きな可能性を秘めている。本講演では、心臓拡散MRIの基礎から応用、最新の研究成果までを包括的に紹介する。はじめに、拡散MRIの原理と種類、それが心筋線維の方向性をどのように捉えるかを解説する。次に、現在報告されている心臓拡散MRIを用いた研究の成果を、心筋梗塞、心筋症、心筋炎等の具体的な心臓疾患における応用事例を挙げて、その臨床的な応用可能性を提示する。さらに拡散強調撮像法を発展させ、生体内の制限拡散の検出を可能としたQSI (q-space imaging) について、実験動物およびヒトでの適用例を提示する。最後に、心臓拡散MRIの技術的な課題と将来の展望について考察する。

EL10-1 Teaching points of preoperative breast MRI

乳癌術前MRI読影のポイント

山口 健

佐賀大学 医学部 放射線科

Ken Yamaguchi

乳房MRIは乳癌ハイリスク女性へのスクリーニングや、マンモグラフィや超音波で指摘された病変の良悪性鑑別、化学療法の効果判定など様々な目的で撮影されるが、本邦では乳癌の術前ひろがり診断を目的に撮影されることも多い。術前広がり診断に対する乳房MRI検査の有用性については、以前より議論がある。ただし近年では術前MRI施行群が非施行群に比べて再手術率が低いという報告もあること。また本邦ではMRIを利用しやすい医療環境にあることも踏まえて2018年版乳癌診療ガイドライン、2021年版画像診断ガイドラインともに行うことを推奨されている。術前の広がり診断においても所見の記載はBI-RADSの所見用語を用いて行う。この際病変の評価をじゅうぶんに行うことができるかどうかの目安として背景乳腺の造影効果について必ず評価、記載する。BI-RADSのカテゴリー判定において乳癌の確定診断がなされている病変はカテゴリー6となる。病変についてはT分類にあわせて評価を行う。すなわち浸潤癌と思われる部分のサイズの記載以外に皮膚や胸筋、胸壁、乳頭乳輪部への浸潤が疑われる場合はこれを記載する。また乳管内進展成分の有無や範囲についても記載が必要である。乳管内進展成分と自信をもって読影できればカテゴリー5と判定するが、迷うときはカテゴリー4とする。この他にも対側乳房や、同側乳房であっても主病変と離れた部位にマンモグラフィや超音波で指摘されていなかった新たな病変 (MRI検出病変) に遭遇することも多い。このMRI検出病変についても良悪性鑑別やマネジメントの方法などを記載する。MRI検出病変についても主病変とは別にカテゴリー判定を行う。リンパ節転移診断、とくに腋窩領域については超音波による評価が有用だが、MRIにおいても撮影範囲の腋窩や内胸領域などのリンパ節転移の有無は評価する。特に内胸領域のリンパ節の評価はMRIが有用である。また、特に副病変における血流評価においてROIの設定は重要である。全体像の把握のためにMIP画像の作成も有用である。これら術前MRIにおいて評価すべきポイントを解説する。

EL10-2 Interpretation of MRI to determine treatment efficacy of neoadjuvant chemotherapy for breast cancer

乳癌に対する術前化学療法の治療効果判定MRIの読影

加藤 扶美

北海道大学病院 放射線診断科

Fumi Kato

乳癌に対する術前化学療法は、術後化学療法と同じ予後改善効果が得られることが示され、現在では標準治療戦略の一つとなっている。術前化学療法の主な目的は、ダウンスレージングや治療効果の評価である。ダウンスレージングは切除不能乳癌を切除可能にすることや乳房全切除術の適応であった症例を部分切除可能にすることである。病理学的完全奏効 (pathological complete response; pCR) は予後良好の指標となる。なお、pCRは原発巣の浸潤癌の消失とされてきたが、リンパ節転移も含めた消失や非浸潤癌も含めた消失と定義されることもあり、注意が必要である。乳癌のサブタイプによりpCR率は異なり、抗HER2薬の使用により、ER陰性HER2陽性乳癌のpCR率は向上している。術前化学療法の治療効果判定目的のMRIの読影に当たっては、サブタイプを確認することや治療前のMRI画像との比較が重要である。MRIにおけるpCRの予測能はHER2陽性乳癌やトリプルネガティブ乳癌で高く、ホルモン陽性であるLuminal乳癌では劣るとされている。典型的な乳癌はダイナミック造影MRIにおいて早期濃染・洗い出し (fast-washout) パターンを示すが、術前化学療法後は造影効果が弱くなり、漸増 (persistent) パターンを示すようになることも多く、早期相での評価では過小評価になる可能性があり、注意が必要である。一方で、後期相での造影効果は、炎症や線維化などにより過大評価となりうる。腫瘍の縮小パターンは中心性 (concentric) と樹枝状 (dendritic) が知られているが、dendriticパターンの場合には広範に腫瘍が残存している可能性につき留意する必要がある。本講演では、実際の症例を呈示しながら、サブタイプによる治療効果の違い、縮小パターンを含め、乳癌に対する術前化学療法の効果判定のMRIを読影する際の注意点を解説する。

EL11-1 MRI of bone tumor

骨腫瘍のMRI診断

常陸 真

東北大学病院 放射線診断科

Shin Hitachi

骨腫瘍の診断には単純X線写真が撮影され、必要不可欠な検査であるが、近年では、MRIも骨腫瘍の診断に多用されるようになってきているが、その有用性は限定的である。骨腫瘍を診断する上で、単純X線写真の画像的な特徴を踏まえた上で、MRIでの骨腫瘍の評価ポイントを解説する。単純X線写真では骨組織の溶骨性変化を反映した骨透亮像が観察出来、腫瘍の局在や辺縁解析による鑑別診断が可能であるが、骨組織や骨外への浸潤の評価は難しく、MRIでの評価が有用となる。通常の骨組織は大部分が脂肪髄を反映した高信号を呈する事から、T1強調像で腫瘍の存在する部分はT1強調像で低信号を呈する。T2強調像の信号は腫瘍の基質を反映し、様々な信号を呈する。浸潤傾向のあるものは単純X線写真で移行帯が広く、MRIでは腫瘍よりも広い範囲でT1強調像で低信号を示し、脂肪抑制T2強調像やSTIRで浮腫を反映して高信号を呈する。造影MRIでは悪性腫瘍では反応層と呼ばれる腫瘍の浸潤を反映する造影効果を認める事があり、術前治療計画では重要な所見となるが、脂肪抑制を併用するとより正確な評価が可能となる。骨膜は低信号の線状構造として描出され、単純X線写真の骨膜反応と併せて確認すると良い。腫瘍の性状、内部マトリックスの評価は単純X線写真やCTよりもMRIが優れている。X線を使用する検査では石灰化や骨化の有無、脂肪の含有の有無は検出可能だが、それ以外の成分の評価は難しい。逆に、MRIでは石灰化や骨化は様々な信号を取るため評価が難しいが、軟骨基質を有する腫瘍や線維成分の豊富な腫瘍などはMRIのT1強調像、T2強調像の信号の組み合わせで評価が可能である。さらに造影MRIや拡散強調像を加える事で、血流の評価、細胞密度や間質成分も評価することが可能となり、質的診断に有用である。

EL11-2 Diagnosis of Soft tissue tumors: Tips for not misdiagnosing malignant as benign tumors

軟部腫瘍の画像診断：悪性を良性と誤診しないためのポイント

長田 周治

久留米大学 医学部 放射線医学教室

Shuji Nagata

軟部腫瘍は多彩な組織像からなる疾患群であり、その診断にMRIが大きな役割を担うことは言うまでもない。MRIではT1強調像やT2強調像に、拡散強調画像やダイナミック造影を追加したマルチパラメトリックMRIによる組織性状の評価を行う。悪性軟部腫瘍を良性腫瘍と誤診することは、患者の予後に関わるため、極力避けなければならないと考える。

悪性を疑う所見として、臨床的に筋肉や筋間などの深部発生、サイズが5cm以上、急速に増大すること、MRIでは内部不均一で壊死や出血を伴う、ダイナミック造影での早期濃染、充実部分の拡散低下などが挙げられる。しかしながら、必ずしも当てはまるわけではなく、例外をしばしば経験する。

本講演では、術前に良性腫瘍の可能性が高いと診断したが、実際は悪性腫瘍であった症例を中心に提示し、ピットフォールに陥らないためのポイントを概説する。明日からの軟部腫瘍のMRI読影に役立てて頂きたい。

EL12-1 Imaging of the hip joint

股関節の画像診断

山本 麻子

帝京大学 医学部 放射線科

Asako Yamamoto

股関節は人体最大の関節であり、高齢化に伴い有症状者も増加している。一方、MRIの撮像、画像診断は、その骨及び軟部組織の複雑な三次元的構造から最も難しい関節の一つである。腰仙椎、白蓋、大腿骨はそれぞれ関連し、もしくは独立して角度、ねじれを形成し、非常に精緻なバランスの上で立位を可能とし歩行につなげている。MRIにおける仰臥位は、この立位における関節環境を再現することはできない。臨床症状、理学所見と対比した画像診断を行うためには、背景となる正常画像解剖、バリエーションを知っておくことが必須である。近年、一次性股関節症の原因として「femoro-acetabular impingement: FAI」が提唱され、股関節内視鏡の適拡大に伴い、整形外科医からのMRIによる術前関節内構造の評価がより精密に要求されるようになってきている。MRIは骨髄、関節軟骨、関節内外の軟部組織構造、特に関節唇、関節軟骨の評価に優れる。一方で急性期損傷なのか加齢性/慢性期損傷なのか、症状の直接の原因となっているのかか、画像診断法は未だ確立しておらず、ゴールデンスタンダードとなる撮像法も一定しない。

本講演では前半で基礎となる股関節の解剖とMRI画像の対比を、後半で股関節の「インピンジメント」として知られるFAI及びischiofemoral impingement: IFIの疾患概念及び画像所見の特徴を概説する。

EL12-2 MRI for pediatric hip disorders 小児股関節疾患のMRI

服部 真也

千葉大学医学部附属病院 放射線科

Shinya Hattori

小児の股関節は成人とは異なる特徴を有する。新生児の股関節は大部分が軟骨組織で占められており、成長とともに周囲構造と調和を保ちながら骨が形成されていく。新生児期の股関節は生理的に不安定であるが、大腿骨頭と臼蓋との位置関係が正しく、求心性を保たれているならば、やがて大腿骨頭は臼蓋によって十分に包み込まれることになる。しかし、大腿骨頭と臼蓋の関係性が乱れた場合には不適切な圧縮応力が加わることになり、股関節の発達は障害される。また、小児期の股関節では血管系が非常に脆弱であり、種々の病態によって容易に大腿骨頭が虚血に陥る。ただし、小児の骨壊死は可逆的であり、適切な介入によって骨頭の形態をある程度球形に導くこともできる。このような小児期の股関節の特性を理解した上で、画像解釈を行う必要がある。

本公演では、はじめに小児3大股関節疾患である developmental dysplasia of the hip (DDH)、Legg-Calve-Perthes病、大腿骨頭すべり症を取り扱う。疾患概念と治療を概説し、画像所見に関して述べる。これらの疾患は診断にあたってMRIが必須ではないが、治療方針を決定する上ではMRIは多くの情報を提供する。演者の勤務する施設において、MRIが臨床的にどのような使われ方をしているかを紹介したい。また、いくつか重要な鑑別疾患があり、これについても解説を加える予定である。

後半はMRIが診断に有用なその他の股関節疾患を呈示する。時間の関係上紹介できる疾患は限られてくるが、idiopathic chondrolysis of the hip、股関節および周囲筋組織・骨組織の感染症、血液腫瘍などを予定している。

EL13-1 MR imaging of benign liver disease: diagnostic tips and pitfalls

肝良性疾患のMRI：診断のコツとピットフォール

田辺 昌寛

山口大学大学院医学系研究科 放射線医学講座

Masahiro Tanabe

肝良性疾患の診断にMRIは大きな役割を担っている。もともとMRIは高い組織コントラストや良好な造影効果の描出能を備えているが、機器の進歩に伴って空間分解能や時間分解能が更に向上している。形態学的な特徴あるいは信号変化、血行動態の評価は肝臓の病変を診断する上で重要な要素である。また、肝特異性造影剤であるガドキセト酸ナトリウム造影剤 (Gd-EOB-DTPA ; EOB) が発売されて15周年を迎え、現在では単なる腫瘍病変の存在診断のみならず、分子生物学的情報を含めた腫瘍の質的診断に大きく貢献している。肝細胞由来の代表的な良性腫瘍/腫瘍類似病変には、肝細胞腺腫 (HCA)、限局性結節性過形成 (FNH)、FNH like nodule、異型結節 (DN)、結節性再生性過形成 (NRH)、NRH like nodule が挙げられる。肝細胞由来以外の良性肝腫瘍には、血管腫、肝血管筋脂肪腫、偽脂肪腫、偽リンパ腫などが含まれる。本講演では、これらの肝良性腫瘍/腫瘍類似病変における最近の疾患概念、画像所見の特徴、他疾患との鑑別ポイント、ピットフォールを文献的考察も加えながら概説する。

EL13-2 Magnetic resonance imaging for the assessment of liver fibrosis

MRIによる肝線維化診断

高山 幸久, 佐藤 圭亮, 田中 慎二, 村山 僚, 吉満 研吾

福岡大学医学部 放射線医学教室

Yukihisa Takayama, Keisuke Sato, Shinji Tanaka, Ryo Murayama, Kengo Yoshimitsu

肝線維化診断の gold standard は経皮的針生検による病理学的診断である。しかし、経皮的針生検の欠点として、侵襲的であること、出血の合併症のリスクがあること、全肝に比較してわずかな組織により評価するためにサンプリングエラーが生じる恐れがあること、病理医の間における評価の再現性問題等が知られている。その一方で、画像による肝線維化診断も近年広く普及してきた。モダリティとして、超音波検査、CT、MRI が利用されている。画像による肝線維化診断の利点は、非侵襲的かつ正確な肝線維化評価が可能なことである。特にMRIの利点として、検査者の技術に左右されない、肝臓の広範囲や深部の評価が可能、様々な撮像法により総合的な評価が可能、検査終了後であっても後方視的に再評価を行うことが可能などが知られている。これまでに報告されているMRIを用いた肝線維化診断は、Gd-EOB-MRIにおける肝実質の信号強度による評価やT1値測定による評価、T2値測定による評価、T1rho値測定による評価、DWI (diffusion-weighted imaging) /IVIM (intravoxel incoherent motion) による評価、MR elastography (MRE) による評価がある。これらの方法の中でも、特にMREは、最も正確に肝線維化評価が可能と言える。その一方で、本邦において広く普及しているとは言えない。また、再現性精度 (異なる検者や異なる施設にて同一の評価すること) の問題がある。今回の教育講演では、MRIを用いた肝線維化診断に焦点を当てる。各種撮像法による肝線維化評価に関してこれまでに報告されている文献の報告、筆者が臨床で行ってきた臨床経験や研究内容も踏まえて発表する。

EL14-1 MR Imaging Findings of Cholangitis

胆管炎の画像診断

禹 潤, 大木 一剛, 川上 剛, 尾尻 博也

東京慈恵医科大学 放射線医学講座

Jun Woo, Kazuyoshi Ohki, Go Kawakami, Hiroya Ojiri

原発性硬化性胆管炎 (Primary sclerosing cholangitis : PSC) は、肝内外の胆管に原因不明の慢性炎症を起こし、びまん性・多発性に線維性の狭窄と壁肥厚をきたす疾患である。本疾患は進行性であり、慢性的な胆汁うっ滞から肝硬変に至る難病である。また、胆管癌の高危険群であることも知られている。根本的な治療方法は肝移植以外にない。本邦では厚生労働省による指定難病の1つとなっている。International PSC Study Group (IPSCSG) は2017年にPSCが疑われる患者に対する初期の画像検査としてMRI/MRCPを推奨した。またMRI/MRCPはこれまでに無症候性のPSC患者の肝内胆管癌のサーベイランスにおいて重要な役割を担ってきた。従来、PSCのMRI/MRCP所見に関するガイドラインは無かったが、2022年にIPSCSGからPSCにおけるMRI/MRCPの所見、疾患の重症度評価、フォローアップの際の注意点などを標準化することを目的としたガイドラインが発表された。またPSCと鑑別を要する重要な疾患としてIgG4関連硬化性胆管炎 (IgG4- sclerosing cholangitis : IgG4-SC) があり、こちらも2020年に本邦における臨床診断基準が改定されている。本講演では、新たに提唱されたガイドラインや改定された診断基準のポイントを紹介し、胆管癌との鑑別点、除外すべき2次性硬化性胆管炎に関する最新の知見をレビューする。

EL14-2 A variety of imaging findings of pancreatic tumors/tumorous lesions and its clinical pitfalls

膵腫瘍画像のバリエーションとピットフォール

森阪 裕之

山梨大学 医学部 放射線科

Hiroyuki Morisaka

膵腫瘍の多くは超音波が契機となって発見されることが多く、CT、MRI、PET、各種RI検査を組み合わせで診断する。典型的な浸潤性膵管癌は境界不明瞭で周囲浸潤傾向が強く、動脈相にて乏血性で遷延性の濃染を示し、膵管や胆管が拡張するため診断に悩むことはあまりない。しかし非典型的な所見を示す場合は良性病変との鑑別が難しくなる。ここではCT、MRIを中心に日常臨床の中でピットフォールとなりやすい以下の点についてできるだけ実際の症例を提示しながら解説する。

- ・胆管・膵管の拡張しない膵頭部癌
- ・境界明瞭な膵癌
- ・膵癌と自己免疫性膵炎の混在
- ・膵以外の後腹膜由来の腫瘍 (Castleman リンパ節、悪性リンパ腫、他)
- ・MCN様のmacrocytic SCN
- ・Microcytic SCN様の神経内分泌腫瘍
- ・MCC vs IPMC

EL15-1 MR Imaging of Renal Masses

腎腫瘍のMRI

上野 嘉子

神戸大学病院

Yoshiko Ueno

適切な画像検査は不必要な治療や侵襲的手技の介入を避け、患者を適切に管理する上で重要な役割を果たす。腎腫瘍性病変の画像診断には造影CTが最も推奨されるが、CTで良悪性の判定が困難な場合や腎細胞癌のサブタイプ診断においてMRIは有用である。またMRIはヨード造影剤禁忌症例や、腎腫瘍のアクティブサーベイランス、治療後の経過観察にも有用である。本講演では以下の項目について概説し、MRIを用いた腎腫瘍性病変の画像診断アプローチ法を提案する。・MRIを撮像すべき症例・腎癌および一般的な良性腎腫瘍の特徴的なMR画像所見・病期診断、術式決定に重要な画像所見・新たな撮像法の臨床応用について

EL15-2 Introduction to fetal MRI

胎児 MRI 入門

高畑 暁子

京都府立医科大学 放射線診断治療学

Akiko Takahata

胎児の画像診断の第一選択は超音波である。超音波で胎児や胎盤に何らかの異常を疑うが、診断に至らない場合や精査が必要な場合にMRI検査が施行されることがあり、その有用性は数多く報告されている。しかしながら、胎児に異常を疑った時点で高次の周産期医療機関に紹介されることが多く、胎児MRIの施行は限られた施設に集中しているため、多くの放射線科医師・技師にとってなじみの薄い領域と思われる。一般に妊娠中のMRI検査は原則として行わないこととされている。現時点では単純MRIが胎児に対して有害であることを示す報告はないが、胎児の安全性に対するコンセンサスが得られているとは言えないためである。従って、急を要さない場合は出産後まで検査を延期するが、胎児や胎盤の疾患、母体の救急疾患などが疑われる場合は適応を慎重に判断し、十分なインフォームドコンセントを行った上でMRI検査を施行する。その際、SARが全身4W/kgを超えないように注意する。本講演ではまず妊娠中のMRI検査が胎児に及ぼす影響、安全性につき、各種ガイドラインを踏まえて解説する。次に胎児MRIの適応と撮像シーケンス、限界について述べ、実際の症例を供覧する。

Oral Session

一般演題(口述)

OS01-1 The initial operation of the Hepatic-MRE Uniformity-wave Generation System (HUyGenS) Hepatic-MRE Uniformity-wave Generation System (HUyGenS)の初期運用

沼野 智一¹, 伊東 大輝², 多田 朱里¹, 内野 元晴¹, 石原 美斗¹, 小沼 昇太¹, 田邊 頌章^{1,3}, 菊地 條¹

Tomokazu Numano¹, Daiki Ito², Akari Tada¹, Motoharu Uchino¹, Yoshito Ishihara¹, Shota Konuma¹, Nobuaki Tanabe^{1,3}, Jo Kikuchi¹

¹Department of Radiological Science, Graduate School of Human Health Science, Tokyo Metropolitan University, ²Office of Radiation Technology, Keio University Hospital, ³Department of Radiology, Yokohama Municipal Citizen's Hospital

【要旨】 The objective of this study was initial operation of a new passive driver for liver MRE. The new passive driver (Hepatic-MRE Uniformity-wave Generation System; HUyGenS) positively utilizes the Huygens-Fresnel principle. The HUyGenS generated waves with the sufficient vibration power and coherence.

【目的/背景】 2022年度診療報酬改定において保険収載となった肝MRエラストグラフィ(肝MRE)は非アルコール性脂肪肝炎に伴う肝線維化診断で利用されている。MREとは、強制振動波が対象内部に伝播する様子をMR位相画像に可視化し、その波長や振幅から粘弾性率(弾性率)画像を生成する「一連の撮像と画像処理」を指す。振動波(伝播波)は、体表面に設置したパッシブドライバが強制振動することで発生する。精度の高い弾性率画像を得るためには、対象内部を伝播する伝播波に「必要十分な振動強度」と「高いコヒーレント性(散乱や反射などの影響が少ない)」が必要となり、パッシブドライバの形状や設置方法が大きな要因となる。このような背景のもとに、我々は新しい肝MRE用パッシブドライバを試作・初期運用したので報告する。

【方法】 現在実臨床で運用されている肝MREでは直径18.5cmの円盤状パッシブドライバ(既製品)が音圧で強制振動を発生させている。既製品には樹脂製パイプの一端が接続されており、樹脂製パイプのもう一端は機械室の音圧発生装置(アクティブドライバ)に接続されている。接続した[アクティブドライバ-樹脂製パイプ-既製品]には気密性が保たれているのでアクティブドライバが発生した音圧が、そのまま既製品の音圧となる。QIBA Profile: MRE of the Liverでは、既製品を右鎖骨中心線と剣状突起レベルが直交する点に設置するように指示している(Fig.1)。既製品の適切な固定が実現すると、肋骨が振動することで、肋骨の各点から無数の球面波が発生し、これらが肝内にコヒーレント性の高い伝播波を発生させる(Huygens-Fresnel principle; ホイヘンスの原理)。そこで、我々はホイヘンスの原理を積極的に利用することに特化した、複数箇所に加振部が接続するパッシブドライバを熱可塑性エラストマー(柔軟性と強靱性を兼ね備えた3Dプリント材料)で作成し、これをHepatic-MRE Uniformity-wave Generation System (HUyGenS)と命名した(特願2023-090675)。HUyGenSは既製品と交換接続することで運用できる。まず、アクティブドライバに繋がる樹脂製パイプの一端に専用コネクタを接続する。コネクタ内部は加振箇所数に応じて分岐しているので、コネクタと複数箇所の加振部をそれぞれビニルチューブで接続する。この時、すべてのビニルチューブ長を同じにすると、初期位相がすべて同相となり、周波数によって定義される長さに調整すると、初期位相を任意に調整できる。このようにHUyGenSは交換接続するだけでなく、肝MREを実施している施設であればどこでも利用できる。Fig.2に加振部が5つの場合のHUyGenSとその固定位置を示す。HUyGenSの性能は、同一の被験者に対して、HUyGenSと既製品での肝MREを実施し(倫理承認番号:21045)、フーリエ解析により振動強度を、視覚評価と既製品よりコヒーレント性を評価することで検証した。

【結果】 HUyGenSが発生させる振動強度は既製品とほぼ同等であった。HUyGenSが発生させる伝播波は、右葉前上区(S8)、右葉後上区(S7)において、既製品よりもコヒーレント性が高かった。左葉内側区(S4)と左葉外側区(S3)のコヒーレント性は既製品のほうが高かったものの、HUyGenSは観察に耐えられないものではない。

【結論】 HUyGenSはおおよそ右半分の体幹部を取り囲むように配置(Fig.2b)させるので、S7, 8のコヒーレント性が高まったものと予想される。さらに、HUyGenSは既製品よりも固定が楽だった。既製品は体幹部の曲率により、静磁場軸(体軸)をZ軸とした回転「ヨー」が発生する(Fig.1b)。この時、スポンジ等を楔のように挟み込むことで「ヨー」の角度を調整して、既製品を弾性体ベルトでタイトに固定する。術者の手技によっては、角度が変化して再現性に影響する可能性がある。これに対してHUyGenSはその柔軟性によって「ヨー」の概念がなく、術者の手技に依存しにくい。異なる術者間にも高い再現性が求められる肝MREにおいて、HUyGenSは一つの手段を提供している。

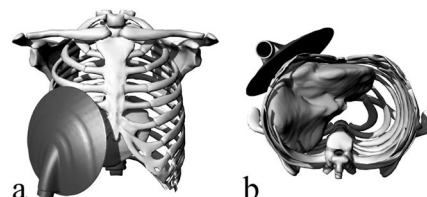


Fig.1 Placement of a full production liver-MRE passive driver.

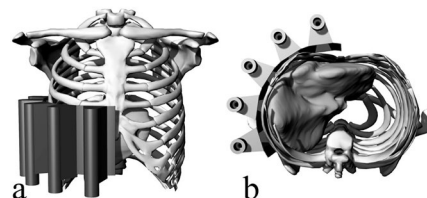


Fig.2 Placement of a new liver-MRE passive driver (HUyGenS).

OS01-2 Effect of steady-state free precession on MR magnitude image elastography 定常状態自由歳差運動がMR強度画像エラストグラフィに及ぼす影響

沼野 智一¹, 伊東 大輝^{1,2}, 内野 元晴¹, 多田 朱里¹, 小沼 昇太¹, 田邊 頌章^{1,3}, 菊地 條¹, 石原 美斗¹

Tomokazu Numano¹, Daiki Ito^{1,2}, Motoharu Uchino¹, Akari Tada¹, Shota Konuma¹, Nobuaki Tanabe^{1,3}, Jo Kikuchi¹, Yoshito Ishihara¹

¹Department of Radiological Science, Graduate School of Human Health Science, Tokyo Metropolitan University, ²Office of Radiation Technology, Keio University Hospital, ³Department of Radiology, Yokohama Municipal Citizen's Hospital

【要旨】 We investigated a new MR elastography technique for imaging a propagating shear waves in to MR magnitude image (MI-MRE). This work suggested that the image information of waves in the MI-MRE was stored in the steady-state free precession generated Hahn and stimulated echoes.

【目的/背景】 MR強度画像を利用してMR elastography (MRE)を実施するmagnitude image MRE (MI-MRE)の画像コントラスト機序を検証する。一般的なMREでは、MR位相画像に撮像対象内部の伝播波を画像化し、その局所波長・振幅から弾性率を算出・画像化する。このときに撮像対象へ加える振動の強度は撮像中、一定の強度である。これに対して、MI-MREはk空間の低空間周波数成分を取得するタイミングだけに「限定的な振動」を加えることで、MR強度画像に伝播波を画像化する。MI-MREのk空間オーダリングはhigh-low-highに設定しているので「撮像時間が残り半分となる時刻」にk空間の低周波成分を取得する。「限定的な振動」は「撮像時間が残り半分となる時刻」が最大振動強度となるように、振動強度の急激な増加と減少を行う。この特殊な加振方法により、MI-MREは撮像中の加振時間を劇的に短縮できるので、被験者の負担を低減できる。また、MI-MREは伝播波の画像化にMR位相画像を必要としないので、利便性も高い(装置のデフォルト設定でMR位相画像を出力する装置は多くない)。これまでの研究で我々は、MI-MREに規則性と再現性があることを確認しているが、MI-MREのからくりを正確に理解できていない。そこで、今回はsteady-state free precession (SSFP)が形成する残留横磁化の影響を検証することでMI-MREの画像コントラスト機序の理解を試みたので報告する。

【方法】 MI-MREはマルチエコー化されたグラディエントエコー法を利用する。一般的にシーケンスのTRを短くするとSSFPによる残留横磁化が発生し、グラディエントエコー法はこの残留横磁化を「積極的に利用するリワインド型」と「除去するスポイル型」に大別される。本研究ではリワインド型マルチエコーグラディエントエコーシーケンスとしてFGRE、スポイル型マルチエコーグラディエントエコーシーケンスとしてFSPGRを利用した。残留横磁化はTRを30, 40, 60, 80msとすることで、その発生量を変化させ、FGREとFSPGRのシーケンス選択によって、その利用と除去を選択した。すべての撮像条件において、MI-MREと一般的なMREの両方を実施した。検証方法はMR強度画像(MI-MREで利用)もしくはMR位相画像(一般的なMREで利用)に画像化される伝播波のフーリエ解析とした。撮像対象はアクリルアミド製のJSMRM-MREファントムとし、振動周波数は100Hzとした。

【結果】 FGRE(リワインド型)によるMI-MREでは伝播波をMR強度画像に画像化できたものの、FSPGR(スポイル型)では画像化できなかった。これに対して、一般的なMREではFGREとFSPGR共に伝播波をMR位相画像に画像化できた。

【考察/結論】 一般的にリワインド型グラディエントエコー法でTRを短縮すると、FIDとは別に、残留横磁化がハーンエコー(=スピンエコー;SE)やスティミュレートドエコー(STE)などを誘発させる。この場合、SEやSTEの信号はFID信号に上乗せされるので、リワインド型で得られるMR信号の強度はスポイル型よりも強くなる(Fig.1)。スポイル型のFSPGRでは伝播波がMR強度画像に画像化できなかったことを考えると、MI-MREにおける伝播波の画像情報は、前述のSEやSTEに蓄積されている可能性が高い。この仮説は、一般的なMREにおいて、リワインド型とスポイル型の両方で伝播波をMR位相画像に画像化できたことも説明できる。MR信号の増減と実数信号および虚数信号の増減は「連動」している。言い換えると、MRI装置が受信するのは実数信号と虚数信号なので「実数信号と虚数信号が増加したら結果的にMR信号が増加」する。さらに「実数信号だけが増加」「虚数信号だけが低下」などの「連動しない」信号変化は通常おこらない。一般的にリワインド型はスポイル型と比べてMR信号が強くなるが、実数・虚数の信号変化は連動しているので、MR信号の位相角は変化しない(Fig.1)。これにより、一般的なMREは残留横磁化の取り扱いに影響せず、MR位相画像に伝播波を画像化できたと考える。

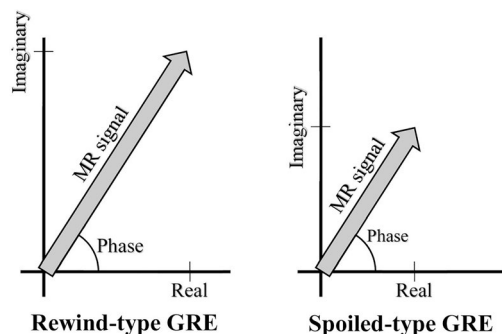


Fig.1 Comparison of a rewind-type GRE and a spoiled-type GRE MR signals. In general, the real and the imaginary MR signals increase and decrease in tandem. Therefore, the magnitude of the vector (MR signal) size changes with GRE sequence-type, but the angle of the vector (phase) is maintained.

OS01-3 Preliminary evaluation of the efficacy of wave images with geometry information for liver stiffness measurement using MR elastography

MR Elastography 肝弾性率測定における位置情報を付与した波画像の有用性

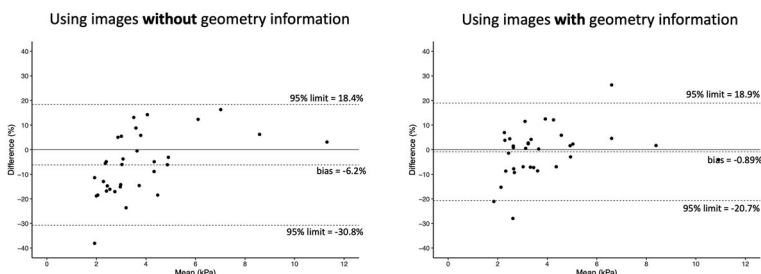
山田 洋次¹, 舟山 慧², 大石 直樹¹, 小林 龍徳², 棚橋 裕吉², 尾崎 公美², 市川新太郎², 五島 聡²

Yoji Yamada¹, Satoshi Funayama², Naoki Oishi¹, Tatsunori Kobayashi², Yukichi Tanahashi², Kumi Ozaki², Shintaro Ichikawa², Satoshi Goshima²

¹Department of Radiation Technology, Hamamatsu University Hospital, ²Department of Radiology, Hamamatsu University School of Medicine

【要旨】 In the liver stiffness measurement on MR elastography, the issue that region-of-interest can't be placed on wave images can be solved with wave images with geometry information. This study evaluated the efficacy of those images for liver stiffness measurement using MR elastography.

【目的/背景】 肝 MR Elastography (MRE) では波画像を含む複数の画像を参照しながら適切な領域に region of interest (ROI) を設定して肝弾性率を測定することが求められている。一方で、MRE から得られる波画像は臨床用ビューアでは ROI を設定することができないことがあり、このような場合は波画像と他の参照画像との位置関係の整合性は評価者の習熟度に依存する。波画像に位置情報を事後的に付与することで、臨床用ビューアでも ROI を設定することが可能となるが、こうした画像の有用性は明らかになっていない。そこで本研究では位置情報を付与した波画像を用いることが、肝弾性率の測定値にどの様に影響するかを読影実験により明らかにすることを目的とした。**【方法】** 2022年12月-2023年2月に肝 MRE 検査を受けた症例を後方視的に調査した。肝 MRE 撮像には 3.0-T MRI (Discovery 750w, GE Healthcare) を用いて次のパラメータを設定して実施した。SE-EPI, TR 1000 ms, TE minfull, field of view 400 mm, スライス厚 7 mm, スライス数 6枚, 収集マトリックス 64 × 64, NEX 2, ASSET factor 2, MEG frequency 60 Hz, driver frequency 60 Hz, driver amplitude 15-30%, MEG direction. 得られた波画像には開発ソフトウェアを用いて DICOM header に位置情報を付与した。測定は臨床用ビューア (SAI viewer, Fujifilm medical) 上に強度画像、硬度画像 (cross hatch 付き)、波画像を表示して多角形 ROI を用いて行った。診療放射線技師 1 名が 2 週間の期間を空けて 2 回の MRE 肝弾性率測定を行った。1 回目の測定では位置情報が付加されていない波画像を用いた (測定 1)。使用ビューアではこの波画像に ROI を設定できないため、他の参照画像との位置関係の同定は目測により行った。2 回目の測定では位置情報が付与された波画像を用いた (測定 2)。この測定では波画像に ROI を設定できるため、各参照画像間で ROI をコピー & ペーストしながら測定領域を決定した。肝弾性率の reference には放射線診断専門医 (MRE 経験歴 8 年) 1 名が、位置情報が付与された波画像を用いて測定した値を用いた。解析には Bland-Altman plot を用い、bias と 95% 一致区間幅を算出した。統計解析には t 検定および F 検定を用いた。解析ソフトウェアは R (4.3.0, library irr) を用い、有意水準は 0.05 とした。**【結果】** 合計で 34 症例が解析に組み入れられた。肝弾性率の測定不能例は認められなかった。測定 1 では 95% 一致区域幅上限が 18.4%、下限が -30.8%、bias は -6.2% となった (Figure)。測定 2 では 95% 一致区域幅上限が 18.9%、下限が -20.7%、bias は -0.89% となった。測定 1 では bias は 0% との間には有意差が認められた ($p < 0.01$)。測定 2 では bias と 0% との間には有意差は認められなかった ($p = 0.62$)。95% 一致区間幅は測定 1 (49.2%) よりも測定 2 (39.6%) で小さい傾向を示していたが有意差は認められなかった ($p = 0.23$)。**【結論】** MRE を用いた肝弾性率測定において、位置情報を付加して臨床用ビューア上で ROI を置けるようにされた波画像を用いることで測定精度が向上する傾向が認められた。



OS01-4 Motion encoding gradient frequency and vibration sensitivity in MR elastography

MR エラストグラフィにおける motion encoding gradient 周波数と振動感度

小沼 昇太¹, 沼野 智一¹, 伊東 大輝^{1,2}, 内野 元晴¹, 多田 朱里¹, 石原 美斗¹, 田邊 頌章^{1,3}, 菊地 條¹

Shota Konuma¹, Tomokazu Numano¹, Daiki Ito^{1,2}, Motoharu Uchino¹, Akari Tada¹, Yoshito Ishihara¹, Nobuaki Tanabe^{1,3}, Jo Kikuchi¹

¹Department of Radiological Sciences, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ²Office of Radiation Technology, Keio University Hospital, ³Department of Radiology, Yokohama Municipal Citizen's Hospital

【要旨】 We studied vibration sensitivity, which varies with combination of vibration frequency and motion encoding gradient (MEG) frequency. Vibration sensitivity was increased by about 30% at MEG frequency 45 Hz and decreased by about 70% at MEG frequency 90 Hz, when vibration frequency was set at 60 Hz.

【目的/背景】 MR Elastography (MRE) とは、撮像対象に外部から振動を加えながら撮像することで、内部を伝わる伝播波を画像化し、その波長から物質の硬さを定量的に評価する技術である。MRE のパラメータに振動周波数がある。振動周波数とは、外部から加える伝播波の周波数であり、周波数が高いほど MRE の空間分解能が向上するが、伝播波の貫通力が低下し、深部組織の観察が困難となる場合がある。そのため、撮像部位に応じた振動周波数選択が必要である。伝播波によって生じる微小変位は Motion encoding gradient (MEG) が MR 位相シフト量に変換し、これを MR 位相画像に画像化する。MEG は双極傾斜磁場であり、その周期 (印加時間) は MEG 周波数として MRE のパラメータとなる。振動周波数と MEG 周波数の組み合わせは MR 位相シフト量 (振動感度) を変化させるので、その組み合わせ方も MRE のパラメータとなる。現在臨床で行われている肝 MR エラストグラフィ (肝 MRE) では、振動周波数 60 Hz に対して MEG 周波数をやや高めめの 80 や 90 Hz に設定して行われている。これは、高い MEG 周波数がエコー時間 (TE) 短縮を可能にし、信号雑音比 (SNR) を向上させることが弾性率測定に有益と判断していると考えられる。しかし、前述したように振動周波数と MEG 周波数が同期してないことによる振動感度の低下という事実も存在する。本研究では振動周波数と MEG 周波数の組み合わせによって変化する振動感度を検証した。

【方法】 実験 1: 計算機シミュレーションによる検証

振動周波数 60 Hz に対し MEG 周波数を 30~90 Hz の範囲で変化させた際の MR 位相シフト量 (振動感度) を計算機シミュレーションにより予想した。計算機シミュレーションによると「振動感度は、振動周波数 60 Hz に対して MEG 周波数をやや低めめの 45 Hz (振動周波数に対して 75%) にすることで最大となり、そこから MEG 周波数を高くするほど低下した (Fig.1 点線)」。この結果は以下の実験 2, 3 と比較・検証した。

実験 2: ファントムによる検証

撮像対象はアクリルアミド製の JSRMR-MRE ファントムとした。MRE シーケンスは SE 型 EPI-MRE とし、振動周波数 60 Hz と MEG 周波数の組み合わせは「実験 1」と同じである。振動感度の検証は MR 位相画像の「伝播波の散乱や回折の少ない領域」にプロファイルを取り、これをフーリエ解析することで比較した。

実験 3: 肝 MRE による検証

撮像対象は男性健康ボランティアとした (倫理承認番号: 21045)。パッシブドライバの設置は日本磁気共鳴医学会より規定されている「肝 MR エラストグラフィ撮像・管理の細則」に従い、撮像パラメータは QIBA Profile: MRE of the Liver の SE 型 EPI-MRE 条件に準じて撮像した。その他撮像方法および振動感度の検証は「実験 2」と同様に行った。

【結果】 実験 2, 3 とともに、「振動感度は、振動周波数 60 Hz に対して MEG 周波数を 42~48 Hz (振動周波数の約 75%) にすることで最大となり、そこから MEG 周波数を高くするほど低下した」。これは、実験 1 の計算機シミュレーションによく一致した。MEG 周波数が 60 Hz 振動周波数と MEG 周波数が同じ 60 Hz の振動感度に対し、MEG 周波数を 45 Hz にすると約 30% の感度増加 (Fig.1a), MEG 周波数を 90 Hz にすると約 70% の感度減少 (Fig.1b) となり、MR 位相画像のコントラストからも視覚的に振動感度変化が確認できる (Fig.2)。

【結論】 現在臨床では肝臓 (T2 値 = 42 ms) を対象に MRE が行われており、肝炎はヘモクロマトーシス (鉄過剰症) を引き起こし T2 値がさらに短縮 (T2 値 = 20~30 ms) する場合がある。このような場合、現在推奨されている振動周波数 60 Hz に対して MEG 周波数をやや高めめの 80 や 90 Hz に設定 (TE を短縮) することは、振動感度は犠牲となるが、SNR が向上するたため有効的と考えられる。一方、T2 値の長い組織など、撮像対象が必要十分な SNR で撮像できる場合、MEG 周波数を低く設定し振動感度を向上させることが弾性率測定に有効となる場合も想定できる。振動感度と SNR のトレードオフを考慮した肝 MRE が重要と考える。

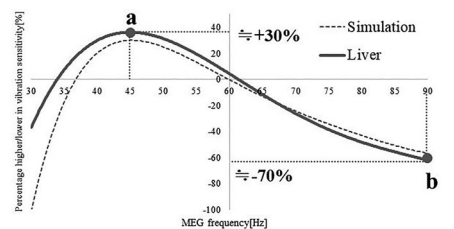


Fig.1 Vibration sensitivity varies with the combination of vibration frequency (60 Hz) and MEG frequency (30~90 Hz)

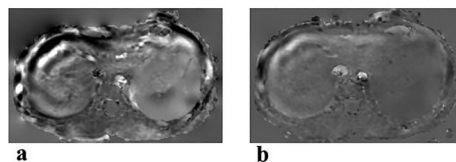


Fig.2 MR phase images with different vibration sensitivity (vibration frequency 60 Hz)
a: MEG frequency 45 Hz (Fig.1a) b: MEG frequency 90 Hz (Fig.1b)

OS01-5 The Effect of Stiffness Estimation Method and Spatial Resolution of Elastogram on MR elastography

MR elastographyにおける弾性率推定法の違いが空間分解能にもたらす影響

波部 哲史¹, 伊東 大輝^{1,2}, 野崎 太希³, 陣崎 雅弘³
Tetsushi Habe¹, Daiki Ito^{1,2}, Taiki Nozaki³, Masahiro Jinzaki³

¹Office of Radiation Technology, Keio University Hospital, ²Department of Radiological Sciences, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ³Department of Radiology, Keio University School of Medicine

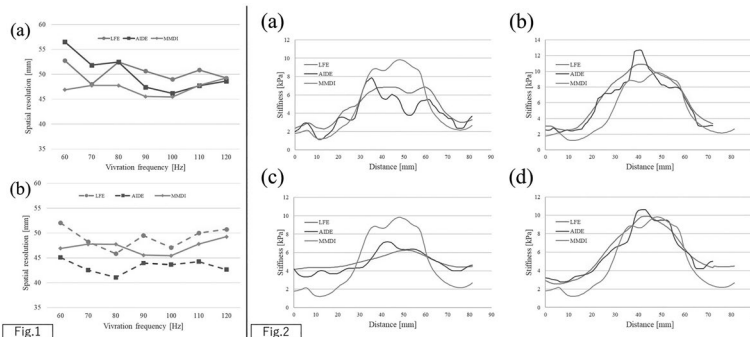
【要旨】 MRE has been applied to a variety of targets and has also been studied for tumor detection. Spatial resolution is also important when the size of the object to be measured is small. In this study, we examined the change in spatial resolution using the elastic modulus estimation method.

【目的/背景】 MR elastography (MRE)は、非侵襲的に組織の硬さを評価可能な技術である。MREでは外部振動により発生したせん断波が組織内を伝播する様子を wave image としてMR位相画像上に可視化する。そして、硬さによって組織内の伝播波の波長が異なることを利用し、組織の硬さを弾性率として定量的に評価可能である。MREは臨床的に肝線維化のステージングに主に用いられており、近年ではMREを用いた腫瘍の分類が試みられている。肝MREでは、肝臓のできる限り広い範囲の弾性率を平均的に評価するため、弾性率画像の空間分解能は大きな問題とはならない。しかし、サイズの小さい腫瘍などの硬さを評価するには空間分解能も重要である。MREではいくつかの弾性率推定法が存在し、使用する推定法によって空間分解能が変化する。本研究では、ファントムを用いて弾性率推定法による空間分解能の変化を検討した。

【方法】 撮像対象は自作ファントムであった。ファントムは円柱形で、外部の円柱と内部の円柱ロッド1本からなる構造である。内部ロッドはファントム外部よりも硬いものを内包している。このファントムに下部から振動を加え、振動周波数は60 Hzから120 Hzの間に変化させた。弾性率推定法としてLocal Frequency Estimate (LFE), Algebraic Inversion of Differential Equation (AIDE), そしてMulti Model Direct Inversion (MMDI)を使用した。MREにおける弾性率推定では前処理としてband-passフィルタリングが必要であるが、MMDIを使用する場合にはそのパラメータを変更することができない。そのため、MMDIを使用する際に使用される wave image における適切な値を設定し、LFEとAIDEを用いて弾性率推定を行った。それぞれの弾性率推定によって得られた弾性率画像に対して wave image 上で良好な伝播波が確認できた領域のプロファイル曲線を取得した。得られたプロファイル曲線からそれぞれの画像における空間分解能を評価した。

【結果】 横軸は振動周波数、縦軸は解析による空間分解能(mm)として、実験1, 2の結果をそれぞれFig.1-(a), 1-(b)に示す。実験1では、MMDIの空間分解能が最も優れており、振動周波数による変化が最も小さかった。AIDEは60-80 Hzでは分解能がLFEよりも悪かったが、90-120 HzではMMDIと同等であった。Fig.2-(a), (b)に実験1における60 Hz, 100 Hzのプロファイル曲線を示す。60 Hzでは振動の貫通力が高く、ファントム上部からの反射波による影響を受け、プロファイル曲線が不整となったと考えられる。これにより60-80 Hzにおいて空間分解能がLFEよりも優れなかったと考えられる。実験2ではLFE, AIDEともに実験1と比較して空間分解能が良好化した。Fig.2-(c), (d)に実験2における60 Hz, 100 Hzの結果を示す。特にAIDEのプロファイル曲線において実験1と比較してばつが低減されている。MMDIを使用する際のband-passフィルタリングが今回使用したファントムに対して適切なパラメータとなっていなかった可能性が考えられる。

【結論】 弾性率推定法にMMDIを用いることで周波数によらず安定した空間分解能が得られた。



OS01-6 Huygens-Fresnel principle in liver MR elastography

ホイヘンス・フレネルの原理と肝MRエラストグラフィ

菊地 條¹, 沼野 智一¹, 伊東 大輝^{1,2}, 多田 朱里¹, 内野 元晴¹, 小沼 昇太¹, 田邊 頌章^{1,3}, 石原 美斗¹

Jo Kikuchi¹, Tomokazu Numano¹, Daiki Ito^{1,2}, Akari Tada¹, Motoharu Uchino¹, Shota Konuma¹, Nobuaki Tanabe^{1,3}, Yoshito Ishihara¹

¹Department of Radiological Sciences, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ²Office of Radiation Technology, Keio University Hospital, ³Department of Radiology, Yokohama Municipal Citizen's Hospital

【要旨】 The Huygens-Fresnel principle of liver MR elastography (MRE) was examined. It was confirmed that the vibrations from the passive driver did not directly vibrate the liver, but the vibrated ribs acted as a second passive driver and added the vibrations.

【目的/背景】 MR エラストグラフィ (MRE)は体表面に設置したパッシブドライバより発生する音圧振動波が対象内部に伝播し、その伝播波波長から弾性率を算出する技術である。弾性率算出に波長計測は極めて重要であり、波長観測を可能とする十分な振動強度の伝播波を対象部位に到達させることが必須となる。現在臨床で行われている肝MREで利用されるパッシブドライバ(以下、既製品:Fig.1a, b)は聴診器のような構造をしており、聴診器の膜面に相当する振動面とチェストピースに相当する本体で構成されている。この振動面には樹脂製の板が張られているため、人体の曲面に合わせて曲げることはできない。そのため、肝MREで既製品が人体に接し、実質的に音圧振動を加えている部分はFig.1cが示す領域(短冊状の面)のみである。この一部の領域のみを振動させているにも関わらず、振動は肝臓を取り囲むように伝わり、肝臓前面(S4, 3)だけでなく、肝臓側面(S8)から後面(S7)に至る区域に伝播波が確認できる場合がある。これは、パッシブドライバからの加振が肝臓を直接振動させるのではなく、パッシブドライバにより振動された肋骨が第2のドライバとなり、肝臓に振動を加えていると考えられる。振動した肋骨は、各点で無数の球面波を発生させ、それらがホイヘンスの原理(Huygens-Fresnel principle)により、高いコヒーレント性(散乱や反射の影響が少ない)を持つ伝播波を肝内に発生させている。今回我々は、肝MREにおけるホイヘンスの原理を検証するため、検証専用パッシブドライバを作成し、肋骨振動による効果を検証したので報告する。

【方法】 肝臓への加振は仰臥位の健常ボランティア(倫理審査番号21045)を対象とした。パッシブドライバの設置位置は、QIBA Profile: MRE of the liverに指示される、鎖骨正中線と剣状突起レベルが直交する点を中心とする右側胸壁上とした。使用したパッシブドライバは、肝MRE用としてメーカーから提供されるもの(既製品:Fig.1a, b)と、既製品が人体に接している領域(Fig.1c)だけに加振部をもつ、検証専用パッシブドライバ(Linear-pad:Fig.2)を使用した。どちらのパッシブドライバも胸壁に密着するように伸縮性バンドで固定した。固定の際、既製品のパッシブドライバは曲げることができない(変形できない)ので、人体の曲率に沿った設置が困難であり、静磁場軸(体軸)をZ軸とする回転「ヨー」が生じる(Fig.1b)。そのため、既製品は「ヨー」を調整するためのスポンジを挟み込んで設置した。撮像条件は、QIBAに記載されている条件とし、加振強度(音圧発生装置の出力)は10%、30%、50%とした。評価方法は、Wave image(伝播波を可視化した画像)による視覚評価と振動強度の評価を行った。Wave imageによる視覚評価は、伝播波の強度とコヒーレント性を評価した。振動強度評価は、MR位相画像で可視化した伝播波のフーリエ解析を行い、振動強度の評価を行った。

【結果】 既製品のパッシブドライバとLinear-padを用いた肝MREを比較すると、それぞれのWave imageにおいて視覚的に大きな差はみられず、振動強度においても大きな差異はなかった。

【結論】 Linear-padの振動発生領域はFig.1cに示されているように、前胸壁の一部である。それにも関わらず、S8からS7に至る側面から後面に伝播波を発生できているのは、肋骨によるホイヘンスの原理を利用しているからである。肝MREのパッシブドライバ設計には、肋骨を第2のパッシブドライバとして利用するためのノウハウが必要と考える。日本人の体幹サイズは欧米人よりも小さいので、体表面の曲率は大きく異なる傾向にある。既製品サイズ(直径18.5cm)は日本人のサイズには大きすぎる可能性があり、前述の曲率によって生じる「ヨー」の影響を強く受けて、パッシブドライバの適切な固定を困難にしている可能性がある。国内の肝MREにおいて、日本人サイズに適したパッシブドライバの直径サイズ変更が必要かもしれない。

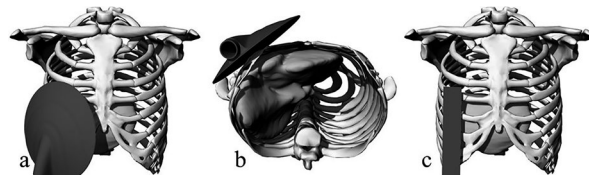


Fig.1 Passive driver production model. a: Front view. b: Cross-sectional view. c: Contact area of passive driver with anterior thorax.

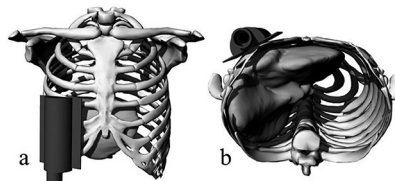


Fig.2 Linear-pad. The contact area of the linear pad was the same as Fig.1c. a: Front view. b: Cross-sectional view.

OS02-1 Examination of knee articular cartilage sequence in 3TMRI

3TMRIにおける膝関節軟骨シーケンスの検討

川崎 久充, 香月 伸介, 金子 景子, 辻 英雄, 刀根 綾, 三浦 悠輔, 若杉 康平, 内菌 陽介

Hisamitsu Kawasaki, Shinnsuke Katsuki, Keiko Kaneko, Hideo Tsuji, Aya Tone, Yuusuke Miura, Kouhei Wakasugi, Yousuke Uchizono

Fukuoka Orthopaedic Hospital

【要旨】 In the evaluation of knee articular cartilage, imaging conditions that increase the contrast between cartilage and other tissues were searched. These results suggest that TE and flip angle, which can be used as a reference for cartilage evaluation, may have been obtained.

【目的】 整形外科において膝関節を診断するにあたりMRIによる軟骨描出は非常に重要な所見のひとつである。当院では以前より3D脂肪抑制GRE-T1強調像にて軟骨評価を行ってきた。軟骨の形態把握をするためには半月板や関節液とのコントラストが高いことが必須となるが、現在の撮像条件において特に半月板と軟骨の境界が不明瞭であることを経験することがあった。そこで軟骨と半月板のコントラストが高くなる撮像条件を比較検討したので報告する。**【方法】** 正常ボランティア男性7名、女性2名（年齢24歳～53歳）においてTEを2.3ms, 4.6ms, 6.9ms, 9.2ms, 11.5ms, FAを20°, 25°, 30°と変化させて撮像を行い軟骨と半月板及び、軟骨と関節液との信号値の差を計測した。次に整形外科医師2名と放射線技師8名により軟骨の視覚評価を行った。**【使用機器】** CANON社製Galan3T。使用コイル16chKnee coil。**【結果】** 軟骨と半月板の信号値差はTEが長いほど大きくなり、FAが低いほど大きくなった。軟骨と関節液においてはTEとFAの違いによる信号値差に有意差はなかった。視覚評価においてTEが長くなるほど評価が高かったが、FAの違いによる評価は変わらなかった。**【考察】** 一般にTEが短いほど軟骨の信号値が高くなると言われているが、今回の検討による計測結果ではTEが長いほど軟骨の信号値が高くなった。短いTEでは機械的な制約によりサンプリング率を高く設定できないことで十分なデータ量が得られないからではないかと考えた。視覚評価においてTEが長くなるにつれて評価が高かったのは、軟骨が全体的に明瞭に描出され、半月板との境界も鮮明でコントラストも高かったためと思われる。また正常ボランティアによる検討であるため、水に対する信号値差に明らかな差が見られなかったと考えられ、変形性膝関節症や外傷による関節腫や血腫がある場合に対しての最適なTE, FAがある可能性もあるため今後の課題となる。**【結語】** 3D脂肪抑制GRE-T1強調像による軟骨と半月板とのコントラストが高くなるTEは11.2ms, FAは20°となった。臨床における軟骨評価において参考となる数値である事が示唆された。

OS02-2 Enhancing image quality of knee MRI in low-field MRI using deep learning

深層学習を用いた低磁場膝関節MRIの画質改善

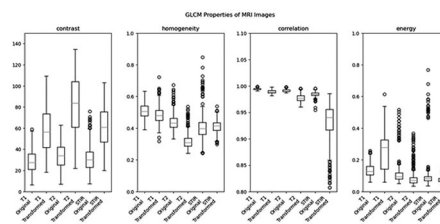
稲岡 努¹, 和田 昭彦², 菅田 正幸¹, 中塚 智也¹, 中澤 博行³, 酒井 亮介³, 園田 優⁴, 石川ルミ子¹, 粕谷 秀輔¹, 豊見山良介¹, 笠井 美里¹, 岩田 累¹, 内 孝允¹, 寺田 一志¹

Tsutomu Inaoka¹, Akihiko Wada², Masayuki Sugeta¹, Tomoya Nakatsuka¹, Hiroyuki Nakazawa³, Ryouyuke Sakai³, Masaru Sonoda⁴, Rumiko Ishikawa¹, Shusuke Kasuya¹, Ryouyuke Tomiyama¹, Minoru Kasai¹, Rui Iwata¹, Takamitsu Uchi¹, Hitoshi Terada¹

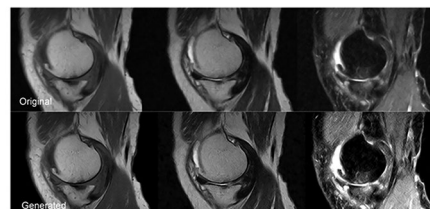
¹Department of Radiology, Toho University Sakura Medical Center, ²Department of Radiology, Juntendo University, ³Division of Radiology, Toho University Sakura Medical Center, ⁴Department of Radiology, Seirei Sakura Citizen Hospital

【要旨】 Evaluate if DL improves low-field MRI. DL: resolution/contrast generation. Texture analysis compared GLCM between original (T1/T2/STIR) and generated (T1/T2/FST2). Generated images had higher contrast; T1/T2, lower homogeneity; FST2, lower correlation; T1, higher energy. DL improved low-field MRI.

【目的】 深層学習を用いた低磁場膝関節MRIの画質改善が可能かについて、1) 低磁場膝関節MRIの画質（空間分解能、コントラスト）を高磁場膝関節MRIに近づけること、2) オリジナル画像と生成画像でグレイレベル同時生起行列（Gray Level Co-occurrence Matrix; GLCM）の特徴量を比較して画像変換の影響を視覚化すること。**【方法】** 学習データは3T MRIで撮像された膝関節MRI 51名（膝関節疾患：45名、健常：6名）、検証データは0.4T MRIで撮像された膝関節MRI 25名（膝関節疾患：25名）。3T MRIはT1強調像、T2強調像、脂肪抑制T2強調像矢状断像、0.4T 膝関節MRIはT1強調像、T2強調像、STIR像矢状断像を使用した。深層学習モデルは超解像処理モデル、コントラスト生成モデルの2つのモデルから構成された。超解像処理モデルは低解像度画像（低空間分解能）から高解像度画像の復元させるもので、3T MRI（T1強調像、T2強調像、脂肪抑制T2強調像）の空間分解能を低解像度にし、輝度とコントラストを変化させ、ガウシアンノイズを加えた画像からオリジナルの3T MRIを復元するもの（スキップコネクションを有するエンコーダ・デコーダモデル）であった。一方、コントラスト生成モデルは3T MRIのT1強調像、T2強調像から脂肪抑制T2強調像を生成するもの（U-Netモデル）であった。生成画像の評価は0.4T MRIのオリジナル画像（T1強調像、T2強調像、STIR像）と超解像処理・コントラスト生成で得られた生成画像（T1強調像、T2強調像、脂肪抑制T2強調像）についてテクスチャー解析（GLCM）から得られる4つの特徴量（contrast, homogeneity, correlation, energy）を比較した。**【結果】** テクスチャー解析ではGLCMの4つの特徴量の比較では、contrastは生成画像すべてにおいて高かった。homogeneityは生成T1強調像、生成T2強調像で若干の低値、correlationは生成脂肪抑制T2強調像がオリジナルのSTIRよりも低値、energyは生成T1強調像でオリジナルのT1強調像より高値を示した。これらの結果には2つの深層学習モデルを通じた画像変換の影響が含まれていると考えられた。**【結語】** 2つの深層学習モデルを適応することで低磁場膝関節MRIの画質改善が可能であった。これらの画像変換の影響についてテクスチャー解析で可視化することが可能であった。



グレイレベル同時生起行列の4特徴量の変化



上段：0.4T T1/T2/STIR像、下段：生成T1/T2/FST2像

OS02-3 Evaluation of Utility of combined T2*WI and fat saturated T2WI for Diagnosis of TFCC

三角線維軟骨複合体の診断における T2*WI と脂肪抑制 T2WI の有用性の検討

西澤 直人¹, 藪内 英剛², 仲西 知憲³, 小川 光³, 池辺 栄一⁴, 福谷 達郎⁵, 追立 和久¹, 稲富 輝¹

Naoto Nishizawa¹, Hidetake Yabuuchi², Tomonori Nakanishi³, Hikaru Ogawa³, Eiichi Ikebe⁴, Taturu Fukuya⁵, Kazuhisa Oitate¹, Hikaru Inadomi¹

¹Department of Health Sciences, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, ²Faculty of Medical Sciences, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, ³Department of Orthopedic Surgery, Mizoguchi Hospital, ⁴Division of Radiology, Mizoguchi Hospital, ⁵Department of Radiology, Mizoguchi Hospital

【要旨】 The utility of combined T2*WI and fat saturated T2WI for diagnosis of TFCC was investigated in healthy volunteers and patients. T2*WI will provide better delineation of normal TFCC, whereas combined T2*WI and fat saturated T2WI might be able to improve the diagnostic performance of TFCC injuries.

【目的/背景】 三角線維軟骨複合体 (Triangular Fibrocartilage Complex: TFCC) は、手関節背側尺側に位置する多数の靭帯や線維軟骨の複合体であり、遠位橈尺関節の安定性に寄与している。MRI は TFCC の診断において、重要な役割を果たしているものの複雑かつ微細な TFCC の描出には限界がある。TFCC に対する先行研究では、MRI と MR Arthrography の比較や異なるコイルの比較、2D 撮像と 3D 撮像の比較に関する報告はあるものの、異なるパルスシーケンスの比較に関する報告は乏しい。T2*WI においては、低信号で描出される TFCC と軟骨とのコントラストが良好であり、脂肪抑制 T2WI (fat saturated T2WI: T2FS) は液体に鋭敏であるため、損傷に対して高い感度を有する。また、T2*WI はアーチファクトの発生が懸念される一方、T2FS はアーチファクトの低減が期待される。そこで本研究では、T2*WI および T2FS の特性を把握するために正常 TFCC に対する描出能を比較し、更に TFCC 損傷の診断における各画像の有用性を検討することを目的とした。**【方法】** 健常ボランティア 10 名 (男性 5 名、女性 5 名、21-24 歳)、関節鏡により確定した TFCC 損傷患者 11 名 (男性 3 名、女性 8 名、15-61 歳) を対象とした。1.5T MR 装置 (Fujifilm, ECHELON Smart) を用いて TFCC の T2*WI、T2FS を撮像した。(1) 健常ボランティア群に対しては、T2*WI と T2FS を比較した。定性評価として、放射線科医 1 名が TFCC における各構造物の視認性を 4 段階で評価した。また、定量評価として、学生 1 名および診療放射線技師 1 名が関節円板、月状骨軟骨、月状骨骨髄の SNR、CNR を測定した。各構造物のスコア、SNR、CNR を T2*WI / T2FS 間で Wilcoxon の符号付順位検定を用いて比較した。SNR、CNR の測定者内および測定者間信頼性を Spearman の順位相関係数、Bland-Altman 分析を用いて検討した。(2) 患者群に対しては、T2*WI 単独のデータセットと T2*WI に T2FS を加えたデータセットを比較した。放射線科医 1 名が TFCC の関節円板、尺骨茎状突起付着部、尺骨小窩付着部における TFCC 損傷の有無を 4 段階の確信度に基づき診断した。健常ボランティア群をコントロール群として追加し、計 21 症例をランダムに並べ替えて評価を行った。評定確信度法による ROC 解析を行い、95% 信頼区間により曲線下面積 (Area Under the Curve: AUC) を、T2*WI 単独と T2*WI と T2FS の組み合わせの 2 群間で比較した。また、関節鏡所見を reference standard として診断精度を算出し、感度、特異度、正診率を Bowker 検定により比較した。有意水準は 5% 未満とした。**【結果】** 健常者群に対して、定性評価では有意差は認められなかったものの、定量評価では月状骨骨髄を除くすべての SNR および CNR は、T2*WI で有意に高値であった。測定者内および測定者間信頼性は、T2FS における関節円板-月状骨軟骨の CNR では、測定者間の変動が認められたが、そのほかのすべての項目では信頼性が担保された。患者+健常者群に対する診断能は、いずれの部位の AUC、診断精度においても統計学的有意差は認められなかったが、確信度は向上する傾向がみられた。各部位を合計した偽陽性数は、T2*WI 単独のデータセットで 2、T2*WI + T2FS のデータセットで 0、偽陰性数は T2*WI 単独で 4、T2*WI + T2FS で 3 であった。**【結論】** 正常な TFCC の描出能は、T2*WI が優れる可能性がある。また、TFCC 損傷の診断能は、統計学的有意差は認められなかったものの、診断における確信度の向上から T2FS が診断能の改善に寄与する可能性が示唆された。

OS02-4 CT-like images in the cervical spine: Fundamental study of imaging conditions to improve the ability to delineate calcification and cortical bone

頚椎における CT-like images : 石灰化と皮質骨の描出能向上を目的とした撮像条件の基礎的検討

諸田 智章, 荒木 智一, 鶴島 康晃, 三原 嵩大, 野尻 龍二, 石亀 慶一

Tomoaki Moroda, Tomokazu Araki, Yasuaki Tsurushima, Takahiro Mihara, Ryuji Nojiri, Keiichi Ishigame

Tokyo Medical Clinic

【要旨】 We conducted a basic study of imaging conditions in the cervical spine region for CT like images (hereafter referred to as CTLI) in 1.5T MRI. Optimal imaging conditions can improve the ability to depict calcification and cortical bone.

【目的/背景】 後縦靭帯骨化症 (以下 OPLL) の石灰化や皮質骨の画像診断には単純 X 線撮影や CT が行われている。近年、MRI 検査でも骨の周囲にある軟部組織や骨髄と比較して骨の輪郭・髄・靭帯を高いコントラストで得ることが出来る CT like images (以下 CTLI) が報告されている。CTLI は 3D Multi-Echo Gradient-Echo 法を用いた複数の in phase 画像を加算し、最後に白黒反転させて画像を得る方法である。CTLI は撮像条件によって、頚椎領域において骨・石灰化・靭帯と脳脊髄液のコントラスト不良により区別が付きにくいことがあるが、最適な撮像条件の報告はまだされていない。本検討では、脳脊髄液の信号を抑制することで、頚椎領域において OPLL のような石灰化病変や皮質骨の描出能向上を目的に撮像条件の基礎的な検討を行った。**【方法】** Siemens 社製 1.5T MRI (MAGNETOM AERA)、Head/Neck 20 Coil を使用した。脳脊髄液、骨、石灰化、筋肉を含む頚椎領域を模したファントムを作成した。汎用的に用いられている条件である Flip angle (以下 FA) 15°、TR 22msec を基準として、FA は 6°、9°、12°、15°、18°、21°、24° の 7 通り、TR は 22msec、25msec、28msec、31msec の 4 通りに変化させてファントムを撮像した。撮像された画像より ImageJ を用いて各組織の信号値を計測し、Contrast を求めた。CT においてもできる限り同様にファントムの撮影と計測を行い、Contrast を求めた。CT 装置は GE 社製 64 列 multi-detector CT (Discovery CT750 HD) を使用し、Auto Exposure Control (AEC) を用いて管電圧 120kV で撮影した。ファントム撮像より求めた最適な撮像条件とメーカー推奨の条件を用いて、同意の得られたボランティアの頚椎 CTLI を撮像し評価を行った。**【結果】** TR 一定では、FA を低くすると皮質骨-脳脊髄液、石灰化-脳脊髄液、皮質骨-筋肉の Contrast は大きくなり CT に近づいた。FA 一定では、TR の違いによる皮質骨-脳脊髄液、石灰化-脳脊髄液、皮質骨-筋肉の Contrast に大きな変化はなかった。ファントム撮像より、最適な条件は TR によらず FA 6°、9° となった。ボランティア撮像では、FA 9° より 6° の方が皮質骨-脳脊髄液の Contrast は大きく、FA 15° よりも大きくなった。TR は長い方が皮質骨-脳脊髄液の Contrast はわずかに大きくなった。皮質骨-筋肉の Contrast は TR が長い方がわずかに大きくなり、FA の違いによる大きな変化はなかった。**【結論】** 本検討より、頚椎領域において石灰化や皮質骨の描出目的向上を目的とした場合、TR によらず FA 6° が適切な条件であった。

OS02-5 Evaluation of the contrast between Compressed Sensing 3D-VIBE and 3D-VIBE

Compressed Sensing併用VIBE法とVIBE法のコントラストにおける評価

持木 瑞規¹, 茂木 俊一², 丸山 克也³, Dominik Nickel⁴, 堀越 浩幸⁵

Mizunori Mochiki¹, Shunichi Motegi², Katsuya Maruyama³, Dominik Nickel⁴, Hiroyuki Horikoshi⁵

¹Department of Radiological Diagnosis, Gunma Prefectural Cancer Center, ²Department of Radiological Sciences, Gunma Paz University, ³MR Research & Collaboration department, Siemens Healthcare, ⁴MR Application Development, Siemens Healthcare, ⁵Department of Diagnostic Radiology, Gunma Prefectural Cancer Center

【要旨】 The contrast between thin slice Compressed Sensing 3D-VIBE with Dixon method and thin slice 3D-VIBE with Dixon method was compared, suggesting a correlation between the two. Additionally, imaging under respiratory arrest was suggested to be useful for evaluating vertebral lesions.

【背景】 全身MRIは腫瘍病変の転移検索、評価目的に普及しているが、解剖学的および機能的シーケンスが含まれることから、撮像時間が長く日常診療での件数の増加が困難になるという欠点がある。当センターではthin slice 3D-VIBE with Dixon法 (VIBE Dixon法) を使用しin-phase, opposed-phase, water image, fat imageを取得し、全身の骨病変の撮像・評価を行っている。今回、Compressed Sensingを使用することで、呼吸停止下での検査が可能となった。

【目的】 VIBE Dixon法とCompressed Sensing併用VIBE with Dixon法 (CS-Dixon法) のコントラストを比較し、有用性について検証する。

【方法】 1.5T MRI (Avant fit 1.5T, Siemens) にてVIBE Dixon法とCS-Dixon法の両シーケンスを用いて自作ファントムを撮像した。ファントムには複数の希釈造影剤を寒天で凝固させたもの、脂肪と水の混合物としてのマコネーズと乳化植物油配合生クリーム、および純水を容器に封入し、周囲にサラダ油を凝固剤 (固めるテンプレート) で凝固させたもので封入した。主な撮像条件はVIBE Dixon法: TR/TE=6.35/2.39, 4.77msec, Flip angle=15°, Parallel imaging=CAIPIRINHA, Acceleration factor: 3, FOV=350mm, Voxel size=1.36mm, スライス厚=1.5mm, Scan time: 87sec, CS-Dixon法(proto type) TR/TE=6.35/2.39, 4.77msec, Flip angle=15°, Parallel imaging=SENSE, Acceleration factor: 10, FOV=350mm, Voxel size=1.36mm, スライス厚=1.5mm, Scan time: 22secで撮像した。得られた画像よりContrast ratio (CR) とRMS-CNR法を用いたCNRを算出し比較検討を行った。また、臨床において、同意の得られた30症例の被検者について放射線科医と診療放射線技師5名により視覚評価を行った。実臨床でVIBE Dixon法は自由呼吸下撮像とし、CS-Dixon法は呼吸停止下で撮像した。定性評価は画像の鮮鋭性、アーチファクトの有無、Overall image qualityについて5段階評価 (5が最高) を行った。各評価者には事前に説明を行い、画像を同じモニタに表示し評価を実施し、評価者点をスコア化し、平均スコア±標準偏差を求め、統計学的な有意差を求めた。検定方法には、2群間の対応のあるデータの非正規分布で用いるウィルコクソンの符号付順位和検定を用いて、統計学的有意水準を0.05未満で有意差ありとした。

【結果】 筋肉に近いT1値のGd試料を基準にCRを算出した結果、VIBE Dixon法とCS-Dixon法において相関関係が認められた。また、CNRにおいても同様の相関関係が認められた。定性評価は呼吸によるアーチファクトがCS-Dixon法では見られないため、画像の鮮鋭性、アーチファクトの有無、Overall image qualityは有意に好スコアだった (P<0.005)。

【結論】 CS-Dixon法はVIBE Dixon法とコントラストにおいて相関関係があることが示唆された。また、呼吸停止CS-Dixon法は椎体病変の評価に有用であることが示唆された。

OS02-6 CT-like images in the hand : Fundamental study of the flexor tendon and extensor tendon imaging.

手部におけるCT-like images : 屈筋腱と伸筋腱描出の基礎的検討

荒木 智一, 諸田 智章, 鶴島 康晃, 三原 嵩大, 野尻 龍二, 石亀 慶一

Tomokazu Araki, Tomoaki Moroda, Yasuaki Tsurushima, Takahiro Mihara, Ryuji Nojiri, Keiichi Ishigame

Department of Radiology, Kenshinkai Tokyo Medical Clinic

【要旨】 We used CTLI in the hand to examine imaging conditions to create a contrast difference between the flexor and extensor tendons and the surrounding tissue. It was suggested that the use of TR14msec and FA9 in CTLI could create a contrast and could also produce better 3D images than CT.

【目的/背景】 手部の画像検査は、骨梁と屈筋腱・伸筋腱走行全体の評価を行う症例では、CTを撮影、その後画像処理ワークステーションを使用し3D画像を作成し形態的評価を行う。しかし、CT画像は屈筋腱・伸筋腱と周囲組織のコントラスト差が優れず、屈筋腱・伸筋腱描出を目的とした3D画像を作成することが困難である。3D Multi-Echo Gradient-Echo法を用いたCT-like images (以下CTLI) は、複数のin phase画像を加算し、最後に白黒反転させて画像を得る方法であり、腱と骨を高信号に描出することが可能である。手部にCTLIを応用した場合、腱と周囲組織のコントラスト差に優れているためVolume Rendering Technique (以下VRT) 処理し3D画像表示した際、腱の良好な3D画像を得られることが報告されている。しかし、CTLIを手部に適用した際の最適な撮像条件の検討は行われていない。そこで我々は、CTLIを手部に適用した場合、屈筋腱・伸筋腱と周囲組織のコントラスト差について撮像条件の基礎的検討を行い、同時に良好な3D画像の作成を試みた。**【方法】** 撮像機器はSiemens社製3T装置 MAGNETOM Skyra, Hand/Wrist 16ch Coil, 3D医用画像処理ワークステーションは、ziostation2を使用した。本研究の要旨を十分に説明し、同意の得られた健常ボランティアを撮像対象とした。CTLIの撮像条件は、TRはCTとの比較のため撮像時間を考慮し最短14msecで固定とし、Flip angle (以下FA) を6°, 9°, 12°, 15°, 18°, 21°, 24°, 27°と変化させ撮像。得られた画像より、屈筋腱・伸筋腱に関する国際分類であるZone分類を用いて、屈筋腱と伸筋腱を領域ごとに分類。各領域において腱と周囲組織 (筋肉) の信号値を、ImageJを使用し測定して、得られた結果からコントラスト比を算出した。また、海綿骨のコントラスト比を比較するため、コントラスト比の結果から得られた撮像条件の画像上で、皮質骨を含まない各海綿骨 (橈骨・尺骨・手指骨) の信号値と標準偏差より算出したCoefficient of Variation : 変動係数 (以下CV) を比較し、最適な撮像条件の検討を行った。**【結果】** Zone分類を用いて、屈筋腱と伸筋腱を領域ごとに分類した各領域における屈筋腱・伸筋腱と周囲組織 (筋肉) のコントラスト比は、FA6°と9°の条件で、他のFA (12°, 15°, 18°, 21°, 24°, 27°) より有意に向上した。FA6°と9°において、皮質骨を含まない各海綿骨 (橈骨・尺骨・手指骨) のCVの算出結果では、全てFA9°の方が大きい結果となった。FA9°のCTLIを使用し、ワークステーションでVRT処理し3D画像を作成した結果、良好な3D画像を作成することができた。**【結論】** 本検討から、手部においてCTLI (TR=14msec, FA=9°) を撮像することにより、屈筋腱・伸筋腱と周囲組織のコントラスト比、海綿骨のコントラストが高く、CTに比べ良好な3D画像を作成することが可能であった。

OS03-1 Development of Dixon-MR elastography technique for the evaluation of muscle rigidity on Parkinson's Disease

パーキンソン病の筋強剛評価に対応する Dixon-MR エラストグラフィ技術の開発

多田 朱里¹, 沼野 智一¹, 伊東 大輝^{1,2}, 内野 元晴¹, 小沼 昇太¹, 菊地 條¹, 石原 美斗¹, 田邊 頌章^{1,3}

Akari Tada¹, Tomokazu Numano¹, Daiki Ito^{1,2}, Motoharu Uchino¹, Syota Konuma¹, Jo Kikuchi¹, Yoshito Ishihara¹, Nobuaki Tanabe^{1,3}

¹Department of Radiological Science, Graduate School of Human Health Science, Tokyo Metropolitan University, ²Office of Radiation Technology, Keio University Hospital, ³Department of Radiology, Yokohama Municipal Citizen's Hospital

【要旨】 The applicability of Dixon-MRE to evaluation of muscle rigidity in Parkinson's disease was verified. This method can evaluate muscle rigidity and intramuscular fat simultaneously, and may provide more accurate and useful information for evaluating the severity of Parkinson's disease.

【目的/背景】 本報告の目的は、Dixon法とMRエラストグラフィを融合した、Dixon-MREをパーキンソン病の筋強剛評価に応用するための技術開発にある。パーキンソン病(PD)とはドーパミンの減少に伴い様々な運動機能障害をきたす難病である。主な運動機能障害には筋強剛による筋肉のこわばり、振戦、動作緩慢、姿勢保持障害がある。これら症状の重症度を正確に把握することは、最適な治療法やリハビリテーションの選択において必須である。PDの重症度評価の1つに筋強剛の度合い調査がある。この筋強剛の程度はPDの重症度を反映している可能性が高く、正確な判断が求められる。現状、この調査は評価者が経験に基づき、主観的に重症度を判断している。MREは定量的・客観的に評価する技術として、この分野に応用できるかもしれない。筋強剛は筋硬度に影響するので、MREを用いた筋硬度評価は定量的・客観的な診断情報を提供できる。また、我々のDixon-MRE(特許:第6548257号)はMREと同時にDixon法による水、脂肪を反映させた画像を得ることができる。これにより、筋硬度に影響を及ぼす因子の1つとされる筋内脂肪量を同時に評価することで、より多角的に筋硬度変化を調査し、より信頼性の高い筋強剛評価を可能にする。

【方法】 MREは撮像対象に振動パッドから外部振動を加えながら撮像することで、対象内に伝わる伝播波を画像化し、その局所波長から弾性率を算出する。Dixon法は水/脂肪画像を算出できるので筋内脂肪を信号強度から相対的に評価することができる。Dixon-MREはMREとDixon法を融合したシーケンスなので、筋硬度と筋内脂肪情報を一度に得ることができる。そこで筋内脂肪のより正確な相対的評価のため、振動パッドに基準物質(水・サラダ油)を装着できる器具を造形した。これにより撮像断面内に基準物質が写り込むので、水・脂肪画像を基準物質で正規化できる。対象は男性健康ボランティア(年齢22歳)の上腕二頭筋とした。PDの重症度評価には上肢の筋強剛を評価する項目がある。PD患者の筋硬度測定にエラストグラフィを適用した実施報告はその数が少ないものの、上腕二頭筋に超音波画像診断装置(US)を利用したShear Wave Elastography (SWE)を適用させたものがある。MREに関しては、PD患者に適用した報告は筆者が知る限りない。よって今回は初期検証としてSWEとの比較が可能な上腕二頭筋にDixon-MREを適用した。基準物質の信号強度をもとに、脂肪画像の上腕二頭筋における筋内脂肪の信号強度を正規化した。振動周波数は100 Hzとし、MREシーケンスはGradient echo型 multi echo法を利用した。

【結果】 本手法により、上腕二頭筋の弾性率・水・脂肪・In/Opposed-phase画像を同時に取得し、脂肪量については基準物質(サラダ油)の信号強度で正規化した定量値を得ることができた。

【結論】 SWEでは術者の手でプローブを固定・維持しながら撮像・計測を行う。プローブの押し付け度合いは弾性率に影響を及ぼすので、術者の修練度が精度に影響する恐れがある。一方MREの振動パッドはベルト等で固定するので、術者の手で固定・維持する必要はなく、修練度によって生じる弾性率の変動は小さい。さらに、我々は上腕二頭筋にMREを適用するための技術を蓄積し、上腕二頭筋にカスタマイズした専用の振動パッドを開発・使用しているので、精度の高い上腕二頭筋MREを実施できる。USでの筋内脂肪評価は音響インピーダンス差を表した輝度から評価する。筋内脂肪以外の組織(結合組織等)は筋内脂肪同様に高輝度となる傾向があるので、USでの正確な筋内脂肪評価は困難となる可能性がある。一方Dixon法による筋内脂肪評価は、共鳴周波数差を利用し算出された脂肪画像の信号強度から評価することができるので、より正確な筋内脂肪評価が実施できる。したがって、Dixon-MREをPDの筋強剛評価に加えることで、PD患者の運動機能障害に及ぼす要因をより多角的に評価できる可能性がある。

OS03-2 Technical development of a new dual frequency MR elastography

新しい二重周波数MRエラストグラフィ技術の開発

内野 元晴¹, 沼野 智一¹, 伊東 大輝^{1,2}, 多田 朱里¹, 菊地 條¹, 石原 美斗¹, 小沼 昇太¹, 田邊 頌章^{1,3}

Motoharu Uchino¹, Tomokazu Numano¹, Daiki Ito^{1,2}, Akari Tada¹, Jo Kikuchi¹, Yoshito Ishihara¹, Shota Konuma¹, Nobuaki Tanabe^{1,3}

¹Department of Radiological Science, Graduate School of Human Health Science, Tokyo Metropolitan University, ²Office of Radiation Technology, Keio University Hospital, ³Department of Radiology, Yokohama Municipal Citizen's Hospital

【要旨】 We proposed a new dual frequency MRE. Two shear waves of different frequencies were mixed and propagate through the target. The mixed propagating wave was separated using the difference in vibration sensitivity of each echo and spatio-temporal directional filter. This method can reduce imaging time.

【目的】 MRエラストグラフィ(MRE)では、外部振動を加えながら撮像を行う。複数の振動周波数で得られたMREからは粘弾性の情報を取得でき、より多角的に組織特性を検証することが可能となる。しかし、従来の方法では、異なる周波数のMREはそれぞれ別々に撮像する必要があり、撮像回数が多くなるという課題がある。本研究では、2つの周波数のMREを同時に撮像する新しい手法(二重周波数MRE)の提案とファントム実験による検証・検討を行ったので報告する。

【方法】 二重周波数MREでは、2種類の周波数を混ぜて撮像対象に加える。得られた画像では、2種類の波が混在するため、それぞれの周波数で弁別する必要がある。このような場合、既存の処理ではバンドパスフィルタなどが使用され、ある特定の波長成分を有するものだけを通過・弁別する。そのため、通過域の設定に左右され、正確な弾性率の算出に影響を及ぼす可能性がある。本研究では、バンドパスフィルタに大きく依存しない、新しい周波数弁別法を実施した。今回の二重周波数MREは、50Hzと125Hzの2つの周波数を混ぜて加振する。一般的なMREでは、振動位相を変化させた4回の撮像を実施し、位相は0度、90度、180度、270度と変化させる。そこで、振動周波数50Hzの位相順番は一般的(セオリー通り)の0、90、180、270度とする。一方、振動周波数125Hzの位相順番はセオリーの逆となる270、180、90、0度とする。2つの振動位相が互いに逆になるよう設定し撮像する。これにより、振動周波数125Hzは50Hzに対して、位相順番が逆になっているので、伝播波画像を連続再生した場合に、50Hzの進行方向とは逆方向に見える。この特性を周波数弁別に利用する。対象はアクリルアミド製のファントムであり、マルチエコー化されたGradient echoシーケンスを使用して撮像した。このシーケンスでは読み取り傾斜磁場がMotion encoding gradient(MEG)と同様の効果(MEG-like効果)をもたらす。また、エコーとエコーの間隔(δTE)はいわゆるMEG周波数に対応する。 δTE と振動周波数が同期する場合、後半に発生するエコーほど振動感度が増強される。一方、 δTE と振動周波数が同期しない場合、エコー発生順番ごとに振動感度が変動する。この変動は、計算により予測可能である。予測計算から、 δTE を4.2msとすることで、振動周波数50Hzと125Hzの両方に感度を持たせた。第2エコーでは50 Hzの振動感度が最も増強されるため、第2エコーを50Hz用のデータとして利用した。一方、第7エコーは125Hzの振動感度が増強されるが、50Hzの振動感度は低下するため、第7エコーを125Hz用のデータとして利用した。50Hzと125Hzを分離する後処理では、Directional filter(DF)による画像処理を行った。DFは時空間の特性を考慮することで、任意の方向に進行する波のみを抽出する処理である。50Hzと125Hzの振動位相は逆相であり、みかけの進行方向が逆なので、DFで分離が可能となる。こうして得られた二重周波数MREは、50Hzと125Hzそれぞれ個別に撮像した基準MREと比較・検証した。比較には画像類似指標SSIM(Structural Similarity)と視覚的に評価した。

【結果】 逆相の振動位相とDFを利用することで二重周波数成分をそれぞれ分離することができた。また、MEG-like効果を利用することで、それぞれの振動周波数に感度を持たせた画像を選択できることも、分離精度の向上に寄与した。50Hzの二重周波数MREと個別撮像した50Hz基準MREは、SSIMが高い値を示し、非常に酷似した。125Hzにおいても同様に酷似した。本手法で組み合わせる周波数は50Hzと125Hz以外でも可能である。ただし二重周波数MREは、DFが周波数弁別に利用されているため「一様な方向に進行する伝播波が必須」などの制約がある。

【結論】 二重周波数MREは同時に加振した2つの周波数成分を分離抽出できる。筋線維などの組織異方向性を有する組織の場合、伝播波の進行方向が限定されやすいため、このような条件下で二重周波数MREが利用できる可能性がある。

OS03-3 Development of a new passive driver for renal MR elastography

新しい腎臓MRエラストグラフィ用パッシブドライバの開発

石原 美斗¹, 沼野 智一¹, 伊東 大輝^{1,2}, 内野 元晴¹, 多田 朱里¹, 田邊 頌章^{1,3}, 菊地 條¹, 小沼 昇太¹
 Yoshito Ishihara¹, Tomokazu Numano¹, Daiki Ito^{1,2}, Motoharu Uchino¹, Akari Tada¹, Nobuaki Tanabe^{1,3}, Jo Kikuchi¹,
 Shota Konuma¹

¹Department of Radiological Sciences, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ²Office of Radiation Technology, Keio University Hospital, ³Department of Radiology, Yokohama Municipal Citizen's Hospital

【要旨】 We developed a new passive driver (Flexible pad) for renal MRE. The Flexible pad is placed in close contact with the body surface by deforming according to the subject's body shape. This enables propagating waves with sufficient vibration power to reach kidney located deep in abdomen.

【目的/背景】 日本腎臓学会が発行している「CKD診療ガイドライン2018」によると、現在、国内の慢性腎臓病罹患患者数は1,330万(成人約8人に1人)に達しており、新たな国民病として注目されている。慢性腎臓病の進行過程において腎臓が線維化し、硬くなるのが一般的に知られている。そこで、我々は慢性腎臓病の新しい画像診断技術として腎臓MR elastography(MRE)を研究・開発している。MREとは、体表面に設置したパッシブドライバによる外部振動を加えながら撮像を行うことで、対象内部の伝播波を可視化(Wave image)し、その波長から弾性率(硬さ)を計測する技術である。この弾性率算出に波長計測は極めて重要であり、十分な振動強度の伝播波を対象部位に到達させることが必須となる。現在、臨床では肝臓MREが実施されており、利用されるパッシブドライバは肝臓用に特化している。そのため、腎臓MREを実施するには、腎臓の形状や解剖学的位置を考慮した、新しいパッシブドライバを開発する必要がある。そこで、本研究では腎臓MREを実施するにあたり、腎臓に適したパッシブドライバを開発したので報告する。

【方法】 腎臓は腹部の深部に位置しており、弾性率計測に必要な伝播波を到達させることが、容易とは言えない。パッシブドライバは、体表面との間に隙間が生じると、そこから振動エネルギーが流出し、十分な振動強度の伝播波を発生できない可能性がある。つまり、パッシブドライバは、可能な限り体表面に密着可能な構造にする必要がある。しかし、体表は曲面であり、パッシブドライバを密着して設置することは容易ではない。また、体表の曲率は個人によって大きく変化するため、その変化に対応できる、柔軟性の高いパッシブドライバが必要となる。そこで、熱可塑性エラストマー(柔軟性を持つ3Dプリント材料)を用いて、体表の曲率に応じて変形可能な2つの独立した加振部を有するパッシブドライバ(Flexible pad[Fig.1a])を作成した。2つの加振部のサイズとその間隔は、10名の健常ボランティア腹部MR画像(倫理審査番号:21045)によって得られた腎臓のサイズや位置をもとに決定した。また、比較対象としてPLA樹脂(柔軟性を持たない3Dプリント材料)を用いて、曲面に対応できない(変形できない)パッシブドライバ(Rigid pad[Fig.1b])も作成した。この2種類のパッシブドライバによる比較検証(Fig.2)を3名健常のボランティアに実施した。2種類のパッシブドライバで得られた3名分のWave imageにおいて、腎臓内の伝播波にプロファイルを取り、これのフーリエ解析を行うことで振動強度を検証した。

【結果/考察】 Flexible padから生じた伝播波はRigid padに対し、約1.5倍の振動強度が得られた。Flexible padは体表面に密着した状態で外部振動を発生させるので、振動エネルギーが流出せず、十分な強度の伝播波が腎臓まで到達したと考える。さらに、Flexible padは背臥位の被検者に背部設置するだけで、体型に応じて変形し、体表面に密着するため、ポジショニングが非常に簡便であった。

【結論】 新しい腎臓MRE用パッシブドライバ(Flexible pad)を開発した。今後は、このFlexible padの「検者内・検者間再現性(検者:パッシブドライバの設置や弾性率計測を行う者)」などの検討を重ねることで、安定性の高い腎臓MRE技術を開発する。その後、健常者を対象としたボランティア・スタディを実施することで、腎臓の平均弾性率計測を目指す。

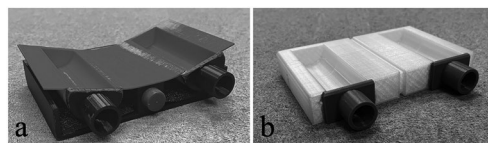


Fig.1 Structure of passive driver. a: Flexible pad (Deformable according to subject's body shape). b: Rigid pad (Non-deformable).

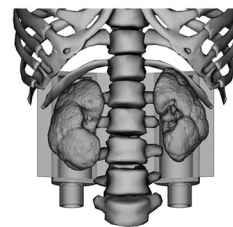


Fig.2 Placement of a passive driver below the back of the subject in the supine position.

OS03-4 Effect of mastery on liver MR elastography accuracy.

訓練度が肝MRエラストグラフィ精度に及ぼす影響

田邊 頌章^{1,2}, 沼野 智一², 森田 峻輔¹, 伊東 大輝^{2,3}, 吉田 里穂¹, 大谷 直人¹, 戸田 博幸¹
 Nobuaki Tanabe^{1,2}, Tomokazu Numano², Shunsuke Morita¹, Daiki Ito^{2,3}, Riho Yoshida¹, Naoto Otani¹, Hiroyuki Toda¹

¹Department of Radiology, Yokohama Municipal Citizen's Hospital, ²Department of Radiological Sciences, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ³Office of Radiation Technology, Keio University Hospital

【要旨】 The purpose of this study is to verify the relationship between the number of training and accuracy of the liver MRE.

In this study stable results could be obtained by training 4 times or more.

Furthermore, it was suggested that more accurate could be result by training more than 8 series or more.

【目的】

肝MRエラストグラフィ(肝MRE)には、手技による肝硬度のばらつきを少なくするための「肝MRE撮像・管理の細則」が日本磁気共鳴医学会により定められている。肝MREが必要とする伝播波には「必要十分な振動強度」と散乱・反射などの影響が少ない「コヒーレント性」が求められるので、患者前胸部に固定するパッシブドライバの固定位置とタイトな固定など(固定手技)が極めて重要になる。細則には、臨床使用前にボランティアを対象にした5回以上の慣熟訓練が必要とされているが5回という数字に具体的根拠が示されていない。そこで我々は同一のボランティアを対象とした肝MRE慣熟訓練スタディを行うことで、慣熟訓練回数と精度の関係を検証した。

【方法】

同一のボランティアに対し、肝MRE撮像未経験の診療放射線技師6名(男性3名・女性3名)がそれぞれ連続10回の慣熟訓練を行った。訓練方法は「肝MRE撮像・管理の細則」に準じ、ポジショニング開始→スキャン→ボランティアを寝台から降ろすまでを1回とした。今回の検証では、訓練開始前に、1)パッシブドライバ固定位置は北米放射線学会が定めるQuantitative Imaging Biomarkers Alliance(QIBA)に準じる「右鎖骨の中点を通る線と剣状突起を通る線の交点を中心となるように固定すること、2)呼吸止め下で固定すること、3)出来る限りタイトに固定すること、の3点を説明した。また、第1回目の訓練のみ、指導者がポジショニング指導として介入した。訓練毎に得られたエラストグラム画像とwave imageの両画像を指導者が確認し、実施者に助言を行った上で次の訓練を行った。訓練評価にはエラストグラムに表示されるクロスハッチを利用した。MREでは、エラストグラムに、弾性率計測の信頼性が乏しい領域をクロスハッチとしてマークする(メッシュ状のレイヤーが重ねて表示される)。訓練による効果は、クロスハッチが表示されない「有効領域」と肝右葉の比(有効割合)で評価した。具体的な方法は、最初に、MR強度画像に肝右葉ROIを設定し、そのピクセル数もカウントする。次に、訓練毎のエラストグラム画像へ前述の肝右葉ROIをコピーし、その内部でクロスハッチが無い「有効領域」に新しいROIの設定とそのピクセル数をカウントする。これにより、肝右葉内の有効領域のピクセル数が求められ、この有効領域のピクセル数を肝右葉のピクセル数で除すことにより、有効割合を算出した。本検討では、この有効割合が大きいくほど、精度が高い肝MRE検査と定義し、この有効割合が訓練毎にどのように変化するか検討した。

【結果・考察】

6名とも4回目以上の慣熟訓練から有効割合50%程度の精度を安定して得られるようになった。また、8回目以上の慣熟訓練で更に精度が上がり60%程度の精度を得られるようになった。この要因として、

1. 適切なパッシブドライバ固定強度を知るためのトライアル&エラーが必須
2. パッシブドライバをよりタイトに固定しようとする位置ズレが生じるため慣れが必須
3. 訓練を繰り返すことで鎖骨の位置等を正確に熟知することができるようになり、パッシブドライバを正確な位置に固定することができるようになった等が考えられる。

【結論】

今回6名の未経験者で検討を行った結果、4回以上の訓練を行うことで、安定した肝MRE検査が実施できる可能性を示唆した。「肝MRE撮像・管理の細則」が求める「5回の訓練」は比較的リーズナブルな訓練回数かもしれない。また、訓練回数を8回以上に増やすことで、より精度の高い肝MRE検査を実施できる可能性があった。肝MREにおいて慣熟訓練は必要不可欠な要素と言える。

OS03-5 Can the dispersion slope obtained from multi-frequency MR elastography be a biomarker of viscosity?

多周波数MRエラストグラフィから求めたDispersion Slopeは粘性のバイオマーカーになりえるか？

岸本 理和^{1,2}, 菅 幹生^{3,4}, 黒川 要⁴, 松田 歩夢⁴, Stephan Kannengiesser⁵, 小畠 隆行²

Riwa Kishimoto^{1,2}, Mikio Suga^{3,4}, Kaname Kurokawa⁴, Ayumu Matsuda⁴, Stephan Kannengiesser⁵, Takayuki Obata²

¹QST Hospital, National Institute for Quantum Science and Technology, ²Department of Molecular Imaging and Theranostics, National Institutes for Quantum Science and Technology, ³Center for Frontier Medical Engineering, Chiba University, ⁴Graduate School of Science and Engineering, Chiba University, ⁵Siemens Healthcare GmbH

【要旨】 Dispersion slope (DS), the ratio of the change in shear wave speed to frequency, was obtained with multi-frequency MR elastography using viscoelastic phantoms. DS had a weak correlation with storage modulus but a strong correlation with loss modulus and was considered a biomarker of viscosity.

【背景と目的】 超音波エラストグラフィ (USE) では臨床装置で dispersion slope (DS) という粘性と相関のある画像バイオマーカーが得られるようになっており、炎症との関係があるという報告がある。これは周波数の変化に対する、剪断弾性波速度 (shear wave speed: SWS) の変化の割合を表したものである。我々はこれまでMRエラストグラフィ (MRE) においても、弾性率が測定周波数とともに上昇することを確認している。今回、多周波数MREにおいてUSEと同様のバイオマーカーを求め、これがレオメータで求めた粘性と相関があるかどうかを、粘弾性ファントムを用いて検討した。【方法】粘弾性が異なる6種のファントムを作成し、レオメータ (20Hz) で貯蔵弾性率 G' 、損失弾性率 G'' を計測した。MAGNETOM VerioまたはSkyra (Siemens社製) でSE-EPI-MRE (Siemens、研究用) パルスシーケンスを用い加振周波数60、90Hzで弾性波画像を取得し、三次元integral-type reconstruction formula法により G' 、 G'' を算出、複素弾性率 G^* を計算した。これを $|G^*| = \rho SWS^2$ 、密度 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ の関係式でUSEと同様のSWSに変換し、その周波数の差に対する変化率 $DS_{\text{mr}} (\text{m/s}/\text{kHz}) = (SWS_{90\text{Hz}} - SWS_{60\text{Hz}}) / 30 \times 1000$ を求めた。USEはCanon社製Aplio i800を用いて、shear wave elastography (SWE) の測定を行った。深さ3、4、5cmに3か所ずつ、計9個のROIを置き、SWS及びDSusの測定を行い、この平均を採用した。これらのDSと、レオメータで得られた G' 、 G'' との相関を調べた。【結果】結果を図1に示す。MRから求めた DS_{mr} は G' とは相関が弱い一方 ($R=0.12$) で、 G'' と相関が強く ($R=0.61$)、粘性成分の指標となると考えられた。一方、超音波で得られるDSusは G'' とは DS_{mr} と同様の相関があったが ($R=0.67$) も G' との相関がより強く ($R=0.95$)、弾性成分とも相関すると考えられた。また同じDSを算出しているにもかかわらず、DSusは DS_{mr} より一桁近く高い値であった。【結論】MREにおいても異なる二つの周波数で得られる弾性率から DS_{mr} が得られ、粘性の良好な指標となると考えられた。DSusは粘性だけでなく弾性とも相関が高く、純粋に粘性を示す指標としては考えにくかった。またDSusが DS_{mr} に比べて高い値が出ているのは、USEがMREとは異なる特殊な測定アルゴリズムを用いているためと推察された。

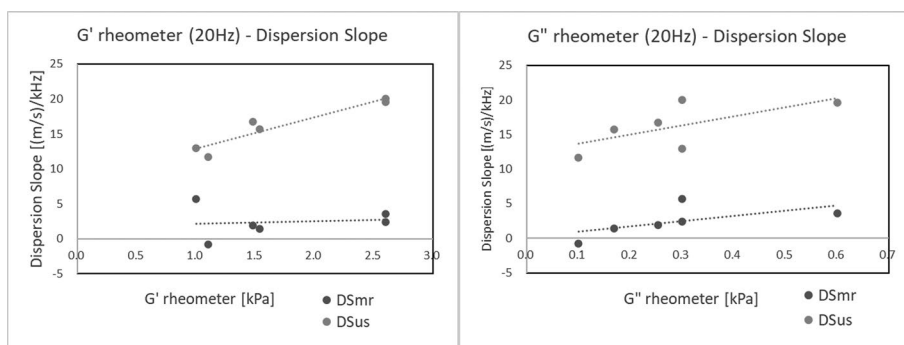


図1 レオメータ(20Hz)による貯蔵弾性率 G' 、損失弾性率 G'' と US, MR で得られた dispersion slope (DS) との相関

OS03-6 Development of an analysis tool for magnetic resonance elastography (MRE) -MRE research tool (MRE-rTool)-

MRエラストグラフィ (MRE) 解析ツールの開発 —MRE research tool (MRE-rTool)—

伊東 大輝^{1,2}, 波部 哲史¹, 沼野 智一^{2,3}, 奥田 茂男^{4,5}, 野崎 太希⁵, 陣崎 雅弘⁵

Daiki Ito^{1,2}, Tetsushi Habe¹, Tomokazu Numano^{2,3}, Shigeo Okuda^{4,5}, Taiki Nozaki⁵, Masahiro Jinzaki⁵

¹Office of Radiology Technology, Keio University Hospital, ²Department of Radiological Sciences, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ³Health Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, ⁴Department of Diagnostic Radiology, National Tokyo Medical Center, ⁵Department of Radiology, Keio University School of Medicine

【要旨】 A new application for MR elastography (MRE) reconstruction for both 2D and 3D MRE (MRE-rTool) was developed in this study. MRE-rTool has the potential to facilitate MRE research, contribute to the future development of MRE.

【目的/背景】 MRエラストグラフィ (MRE) は外部振動による伝播波を画像化し、組織の硬度 (弾性率) を非侵襲的かつ定量的に推定可能な技術である。現行では、肝MREが中心となって臨床応用が進められており、肝の線維化診断に対して高い有効性が示されている。また、脳や膵臓、乳腺、骨格筋など、肝臓以外の組織に対するMRE適用も試みられており、近年MREの需要は高まりつつある。

外部振動による伝播波は生体内において3次元 (3D) 的に伝播する。よって、MREの弾性率解析を正確に行うためには、3Dの振動変位情報を取得し、3Dの弾性率解析を行う必要がある (3D MRE)。現臨床MREシステムにおいては、3Dの振動変位情報は取得可能であるものの、弾性率解析は2Dのみに限定される。また、肝臓以外にMREを適用する際には、対象に応じて適切な解析方法を選択する必要がある。骨格筋MREを例にあげると、骨格筋には筋線維異方向性 (筋線維に対する伝播波の方向によって推定される弾性率が変化) があり、その影響を低減可能なdirectional filtering処理が有効である。臨床MREシステムでは画像処理工程が不透明であり、上記のようなfiltering処理など、その全容を知ることができない。仮に、肝臓にチューニングされた画像解析が行われている場合、肝臓以外の弾性率推定は不正確となる可能性がある。

MREの現状および今後の研究ニーズに対応するために、新たなMRE解析ツール「MRE research tool (MRE-rTool)」を開発した (MRMS, doi:10.2463/mrms.mp.2022-0149)。MRE-rToolは2Dおよび3Dの両解析に対応しており、位相折り返し除去、周波数処理、ノイズ評価、弾性率再構成などの一連のMRE解析を行うことが可能である。本研究では、MRE-rToolの有効性を示すために、肝臓 (2D vs. 3D) および骨格筋 (directional filteringの有無) のMRE解析を行ったので、報告する。

【方法】MRE-rToolの構成: 本ツールは6つの解析STEPから構成される。STEP 1, 撮像データの入力。STEP 2, 強度画像/位相画像の前処理 (解析領域外のmasking/位相折り返し除去)。STEP 3, 解析対象の伝播波抽出 (bandpass/directional filter)。STEP 4 (Fig. 1), wave image (振動変位) への変換とSNR評価 (motion SNR)。STEP 5 (Fig. 2), 弾性率再構成 (local frequency estimation/algebraic inversion of the differential equation)。STEP 6, MRE処理画像の出力。肝MRE: GE社製MRI装置 (Discovery 750 3.0T) および臨床MRE振動システム (MR Touch) にて、健康者を対象にMREを実施した。MEG (motion-encoding gradient) 付加SE-EPIシーケンスを使用し、MEGの印可軸を変えた3軸分のデータを収集した。Slice thickness/gapは3.5/0 mmとし、その他撮像パラメータはQIBA profileに準じて撮像した。撮像データに対して、MRE-rToolを用いた2Dおよび3Dの解析を実施し、同スライス位置における弾性率画像を比較した。骨格筋MRE: 撮像対象は棘上筋とし、自作の空気圧振動システムおよび自作のMEG付加GREシーケンスを用いて、健康者を対象に2D MREを施行した。撮像データに対して、directional filterを適用した場合と適用していない場合の2種類のMRE-rTool処理を実施し、それぞれのwave image・弾性率画像を比較した。

【結果】肝MRE: 3D解析では、2D解析で認められたhot-spot (推定エラーによる高弾性率領域) が消失する傾向にあり、より均一な弾性率画像が得られた。骨格筋MRE: directional filteringにより、筋線維方向に進行するコヒーレントな伝播波がwave image上に多く可視化された。その結果、より大きな領域で弾性率評価を行うことが可能であった。

【結論】 現臨床MREシステムでは施行困難な肝3D MREへの拡張および「肝以外へのMRE臨床応用」をMRE-rToolを用いることで施行・解析可能であった。MRE-rToolは、潜在的なMRE研究を増加させ、将来的なMREの発展に貢献し得るツールである。

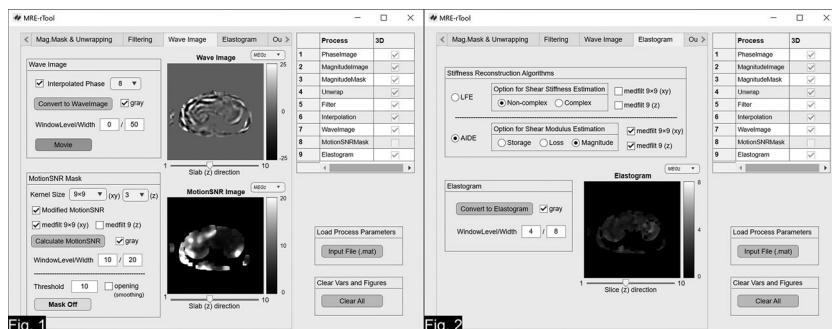


Fig. 1

Fig. 2

OS04-1 Examination of 3D image creation and operation method of cartilage and meniscus for knee joint analysis.

膝関節解析の軟骨・半月板の3D画像作成及び運用方法の検討

三浦 悠輔, 香月 伸介, 川崎 久充, 金子 景子, 辻 英雄, 刀根 綾, 若杉 康平, 内菌 陽介

Yusuke Miura, Sinsuke Katsuki, Hisamitsu Kawasaki, Keiko Kaneko, Hideo Tuji, Aya Tone, Kouhei Wakasugi, Yosuke Utizono

Fukuoka Orthopaedic Hospital

【要旨】 In knee joint analysis, opening with only T2*WI (for cartilage) has little effect on diagnosis. In addition, the scanning time can be shortened, and the burden on the patient can be reduced.

【背景】 当院の膝関節MRI検査では半月板、軟骨、靭帯、炎症、骨それぞれに適していると考えられるシーケンスを1枠30分という縛りの中ルーチンとして撮像している。しかし最近、手術前後の検査やフォローアップなどのために富士フイルム社のワークステーションVINCENTで作成できる軟骨・半月板の3D画像の追加オーダーが増えてきた。3D画像を作成するためには元データとなるPDWI(半月板条件)とT2*WI(軟骨条件)の撮像を行うため、検査時間の延長や、それによる患者の負担が懸念される。膝関節解析は通常異なる2つの撮像方法を用いることが推奨されているが、今回T2*WI(軟骨条件)のみでも解析が可能であることが分かった為、その描出精度について報告する。(目的) T2*WI(軟骨条件)のみで3D画像を作成し、その画像が診断に支障がないか検証を行う。**【方法】** 従来法のPDWI(半月板条件)とT2*WI(軟骨条件)で起動した画像とT2*WI(軟骨条件)だけで起動した画像で半月板の描出についての比較検討を行った。対象は当院で膝関節解析の撮像を行った男性13名、女性17名の12~80歳(平均50.7歳±20.6)の計30膝に対して解析操作を行い、得られた解析データから内外側半月板の前節、中節、後節の体積、幅、厚みの計測値を用いて、従来法を正としたときのそれぞれの相対誤差を求めた。本研究での解析データの抽出方法は自動抽出のみで行い、手動での操作は行わなかった。また元データとなる撮像パラメータはPDWI(FOV:15×15 Matrix:256×256 TR:1800 TE:52 BW:488.2 NEX:1 Slice thickness:0.6mm scan time:5:46)、T2*WI(FOV:15×15 Matrix:256×256 TR:29.8 TE:11.4 BW:217 NEX:1 Slice thickness:0.6mm scan time:5:55)として、どちらもSagittal収集で行った。**【結果】** 一部の症例で相対誤差の外れ値が見られたが、起動方法による差は少なかった。**【結論】** 半月板の逸脱やFlap tear, Bucket handle tearなど半月板が解剖学的位置から大きく変位するような症例では抽出が不安定になる傾向にあった。当院では診断上ルーチン画像に重点を置いており、3次元データとなる膝関節解析の画像は補助的な立場であると考えている為、T2*WI(軟骨条件)だけで起動しても診断に影響を与えることは少なく、従来よりも撮像時間を短縮でき、患者の負担軽減となる可能性がある事が示唆された。

OS04-2 Examination of shortening the imaging time of MR-Bone imaging using Multi shot EPI.

3D Multi shot EPIを用いたMR-Bone imagingの撮像時間短縮の検討

服部 尚史¹, 中野 晃枝¹, 長谷川 誠², 五味 達哉²

Naofumi Hattori¹, Tomoe Nakano¹, Makoto Hasegawa², Tatsuya Gomi²

¹Toho University Ohashi Medical Center, Division of Radiology, ²Toho University Ohashi Medical Center, Department of Radiology

【要旨】 The imaging time was shortened by using the 3D multi shot EPI method for MR bone imaging. Compared to the conventional 3D multi-echo fast field echo method, the contrast was lower, but the spatial resolution was the same and the imaging time was less than half.

【背景・目的】 骨はプロトン密度が低く、T2緩和時間が短いためMRIでは低信号に描出される。その為MRIでの骨の評価は困難であるとされてきた。近年、MRIで骨にコントラストを付与するMR bone imagingが行われており、その有用性の報告がされ始めている。MR bone imagingの手法の一つであるFRACURE(fast field echo resembling a CT using restricted echo-spacing)は3Dのmulti echo field echo法に基づいて、収集したすべてin phaseの信号を合算し白黒反転することでMR bone imagingを取得している。この手法では撮像時間が3分程度と長い為、撮像時間の短縮が求められる。我々は3D multi shot EPI (MSEPI) を使用し撮像時間短縮ができるか検討を行った。**【方法】** MR装置はIngenia Provida CX1.5T(Philips Japan)を使用した。MSEPIではEPI factorを3と7に設定し、すべての信号をin phaseで収集するため、echo spacingを9.2および13.2とした。FRACUREとMSEPIの空間分解能、スライス枚数を同一とし両者の比較を行った。撮像時間はFRACUREでは3:36、MSEPI(EPI factor3)では1:34、MSEPI(EPI factor7)では0:57である。コントラスト評価のため、自作した石膏・生理食塩水・0.1mmol/lに希釈したGd溶液ファントムの撮像を行い、石膏とGd希釈ファントム及び石膏と生理食塩水のコントラストの比較を行った。また、分解能評価のため日光ファインズ社製MRIファントム(90-401型)の撮像を行い、ファントムのピンパターンを用いて比較を行った。**【結果】** コントラストは石膏/Gd希釈ファントム、石膏/生理食塩水共にFRACUREが最も高く、MSEPIの2法は同程度であった。空間分解能ではFRACUREおよびMSEPIの3法で同程度であった。**【考察】** コントラストはFRACUREが高く、MSEPI2法が同程度となった。MSEPIではecho spacingが長くなったため2nd echoの信号が減衰した影響による為であると考えられる。空間分解能ではMSEPIでは、EPIシーケンスを使用しているため歪みの影響により空間分解能の低下が懸念されたが、multi shotを使用することで歪みの影響を受けずにFRACUREと同程度の空間分解能を得ることができた。MSEPIではFRACUREと比較してコントラストは低下するものの、撮像時間を半分以下に短縮することができる。今回の検討ではparallel imagingなどの高速化技術やノイズ低減技術を併用しておらず、それらを併用することで更なる高速化・高画質化も期待できる。MSEPIを使用することでMR bone imagingの改善要素であった撮像時間の短縮が可能となるため、MR bone imagingの普及にも有用であると考えられる。

OS04-3 Quantitative assessment of anterior talofibular ligament quality in chronic lateral ankle instability using T2* relaxation time

T2*値を用いた慢性足関節外側不安定症における前距腓靭帯の質的定量評価

赤塚 吉紘¹, 寺本 篤史², 村橋 靖崇², 高橋 克典², 今村 壘¹, 渡邊 耕太³, 山下 敏彦²

Yoshihiro Akatsuka¹, Atsushi Teramoto², Yasutaka Murahashi², Katsunori Takahashi², Rui Imamura¹, Kota Watanabe³, Toshihiko Yamashita²

¹Division of Radiology and Nuclear Medicine, Sapporo Medical University Hospital, ²Department of Orthopedic Surgery, Sapporo Medical University School of Medicine, ³Second Division of Physical Therapy, Sapporo Medical University School of Health Sciences

【要旨】 We investigated the feasibility of the anterior talofibular ligament (ATFL) quality evaluation in CLAI using T2* values. T2* values of the ATFL in patients with CLAI were higher than those in healthy subjects, suggesting that T2* values are promising for quantitative assessment of ATFL quality.

【目的】 慢性足関節外側不安定症 (Chronic lateral ankle instability, CLAI) に対する手術療法は、遺残靭帯が残存する場合には前距腓靭帯 (Anterior talofibular ligament, ATFL) 修復術が第一選択となる。遺残靭帯の質が治療成績に影響を及ぼすことが報告されているが、術前から定量的に評価する方法は確立されていない。本研究の目的は、CLAI症例におけるATFLの質をT2*値を用いて定量評価が可能か検討することである。

【方法】 対象はCLAI患者15名15足 (男6名, 女9名; 16~66歳) および、健常ボランティア (N群) 30名30足 (男16名, 女14名; 23~60歳) であった。3.0T MRI装置を用い足関節中間位にてT2* map画像 (multi echo - Fast Field echo sequence: TR = 32 ms; TE = 2.3, 4.6, 6.9, 9.2, 11.5, 13.8, 16.1 ms; voxel size = 0.6 × 0.6 × 0.6 mm³; 撮像時間 = 5分) を取得し、ATFL全体のT2*値を計測した。N群から重回帰分析により得られた正常基準値の予測式 (変数: 年齢、身長、体重) を用いて、それぞれの患者毎にT2*正常基準値を算出し、T2*実測値と正常基準値の割合 (T2* ratio) を求めた。テロストレスXpから距骨傾斜角 (Talar tilt angle, TTA) を計測し、術中鏡視所見からATFLの張力 (Taut, Mild laxity, Laxity) および、質 (Excellent, Moderate, Poor) を評価した。

【結果】 N群とCLAI群におけるATFLのT2*値はそれぞれ、10.82 ± 1.84 ms, 14.36 ± 4.30 msとCLAI患者群で有意に高値であった (p < 0.05)。平均TTAは12.6 ± 5.0°。術中鏡視所見の結果はATFLの張力 (Taut: 0, Mild laxity: 10, Laxity: 5例)、質 (Excellent: 3, Moderate: 8, Poor: 4例) であった。T2* ratioとTTAの間に有意な正の相関関係 (r = 0.67) を認め、術中鏡視所見の悪化に伴いT2*値が高くなる傾向を示した。

【考察】 CLAI患者のT2*値は健常者よりも高く、さらに、術中鏡視所見におけるATFLの張力や質の低下に伴い高値を示す傾向があった。また、T2* ratioはTTAと有意な相関を認め、術前から客観的にATFLの質を定量評価することが可能であると考えられる。

OS04-4 CS-SEMAC for Knee Arthroplasty Implants: Relationship between additive coefficients and image quality

人工膝関節に対する圧縮センシング併用SEMAC: 加算係数と画質の関係

酒井 亮介¹, 中澤 博行¹, 大作 侑也¹, 稲岡 努²

Ryosuke Sakai¹, Hiroyuki Nakazawa¹, Yuya Oosaku¹, Tsutomu Inaoka²

¹Toho University Sakura Medical Center, Division of Radiology, ²Toho University Sakura Medical Center, Department of Radiology

【要旨】 In compressed sensing SEMAC sequence on knee arthroplasty implants of cobalt-chromium, we investigated how the metal artifact reduction, SNR, CNR, and scan time changed with the SEMAC factor settings.

【目的背景】 Compressed sensing (CS)の導入により、これまで懸念していたmetal artifact reduction magnetic resonance sequence (MARS)の際の撮像時間への懸念が解消されつつある。金属アーチファクト低減のためスライス方向のステップ数を決めるSEMAC factorとよばれる係数は、推奨値はあるがCS併用時の数値は未だ研究段階である。今回我々は、実際に当院が人工膝関節置換術で使用している金属インプラントを使用し、臨床で設定するべきSEMAC factorの値について検証した。

【方法】 TEIJIN社製の人工膝関節、また3つの異なるコントラストをもつ試料を封入した自作ファントムを作成しCS-SEMAC STIRを撮像した。撮像機種はSIEMENS社製Magnetom Skyra 3T, コイルはTxRx Knee 15。撮像条件はFOV:16.0cm, TR/TE:5610/65ms, matrix:256*80%, slice厚:4mm, バンド幅:888Hz/Px, CS factor:8で条件を合わせ、SEMAC factorを最低値の11から26まで順に上げて撮像した。Scan timeは3:05~6:05。撮像毎のアーチファクトの範囲、SNRやCNRについて計算した。

【結果】 SEMAC factorを上げるほど金属のアーチファクトは軽減していくが、減少の割合は小さくなっていった。CNRに大きな差異はないが、ステップ数が増えるためSNRは高くなった。

【結論】 アーチファクトの変化が緩やかになるSEMAC factor 20から22あたりが撮像時間との兼ね合いをみて臨床応用に妥当かと考える。骨との境界面の炎症範囲を撮像する際にはより係数を増やすと良いが、比吸収率や発熱のリスクについては懸念が残る。

OS04-5 To Construct a High-Speed, High-Resolution Imaging Method for the Morphological Evaluation of Achilles Tendon

アキレス腱の形態評価のための高速高分解能撮像法の構築

鈴木 大介, 松島 孝昌, 菊地 浩且

Daisuke Suzuki, Takamasa Matsushima, Hirokatsu Kikuchi

Toujun Hospital

【要旨】 The imaging method used in this study is a fast, high-resolution 3D imaging method that achieves high-speed and high-resolution 3D imaging by shortening the imaging time with Fast 3D and improving image quality with AiCE, and is a useful imaging method for the diagnosis of Achilles tendons.

【目的】 第50回日本磁気共鳴医学会大会にてアキレス腱の形態評価を目的としたField echo (FE) 3Dによる高分解能撮像シーケンスの構築について発表した。今回、FE3DにFast 3DとAdvanced intelligent Clear-IQ Engine (AiCE)を併用し、前発表の撮像条件(従来法)より分解能を高めた高速高分解能撮像法の構築を試みた。**【方法】** 健常ボランティアのアキレス腱を3T装置と16chフレキシブルSPEEDERを使用し、FE3Dを用いた。TRとTEを最短(TR = 10.2 ms, TE = 4.7 ms), Flip angle (FA) = 10°, スライス厚0.5 mmとした。面内分解能は、従来法では0.5 mm × 0.5mm, 本検討条件では0.3 mm × 0.3 mmにした。面内分解能を高めた本検討条件に対し、Fast 3DとAiCEを適用し、それぞれ検討を行った。Fast 3Dのfactor (%)は50, 60, 70, 80, 90と変更して撮像した。AiCEはデノイズのレベルをd01, d02, d03, d04, d05と変更して画像処理を行った。それぞれの画像のSNRおよびCNRを測定した。また、画質評価のためにStructural similarity (SSIM)を測定した。画像解析は、ImageJを用いて測定を行った。**【結果】** SNR測定の結果、分解能を上げることで従来法に比べてSNRの低下が見られた。Fast 3DのfactorによるSNRの大きな変化は見られず、AiCEのデノイズのレベルを上げていくとSNR向上の傾向が見られた。CNR測定の結果、分解能を上げることで従来法に比べてCNRの低下が見られた。Fast 3DおよびAiCEによるCNRの変化は見られなかった。SSIMの数値上、AiCEによる画質の劣化はなかった。Fast 3Dによる数値の変化は僅かであったが、大きな画質の劣化はなかった。検討の結果、Fast 3Dのfactorを50%に設定することで画質の変化が少ない状態で撮像時間短縮が可能と判断した。AiCEのデノイズのレベルを上げることでSNRの向上が期待できたが、見かけ上の画質の変化があるためデノイズのレベルの上げすぎには注意が必要だと考えられた。Fast 3DとAiCEを併用することで従来法と比較して画質の劣化が少ない高速撮像が可能となった。**【結論】** FE3DにFast 3DとAiCEを併用することでアキレス腱の形態評価に有用な高速高分解能撮像法の構築が可能となった。

OS04-6 Zonal relaxation time measurements of the normal knee meniscus with Synthetic MRI

Synthetic MRIを用いた正常半月板の領域別組織緩和時間測定

河野 裕樹¹, 原田 雅史², 高尾正一郎³, 十亀 太雅⁴

Hiroki Kawano¹, Masafumi Harada², Shouichirou Takao³, Taiga Sogame⁴

¹Department of Radiology, Aisenkai Nichinan Hospital, Miyazaki, Japan, ²Department of Radiology, Tokushima University, Tokushima, Japan, ³Department of Diagnostic Radiology, Tokushima University, Tokushima, Japan, ⁴Otsuka Pharmaceutical, Tokushima, Japan

【要旨】 Synthetic MRI with QRAPMASTER sequence of normal young adult knee meniscus was acquired with 3T scanner. Zonal differences of T1 and T2 relaxation times of were statistically analyzed with horizontal (superficial vs deep) and vertical (red vs red-white vs white) directions.

[Objective] The aim of this study is to evaluate horizontal and vertical zonal differentiation of T1 and T2 relaxation times of normal young adult meniscus with Synthetic MRI. **[Method]** Ten normal volunteers age between 21 and 23 were enrolled in this study. Synthetic MRI with QRAPMASTER sequence was acquired with sagittal section. Each meniscus was divided manually into horizontal (superficial and deep) and vertical (red, red-white and white) zonal analysis. Zonal differences of T1 and T2 relaxation time (T1RT and T2RT) of were statistically analyzed. **[Result]** T1RT of the red zone of the lateral meniscus anterior horn was lower than the white zone. T2RT of the white zone of the lateral meniscus anterior horn was higher than the red zone. T1RT of the white zone of the lateral meniscus posterior horn and the medial meniscus anterior horn were higher than red zone. T2RT of the red zone of the medial meniscus anterior horn was higher than white zone. T1RT of the deep zone of the lateral meniscus body and lateral meniscus anterior horn were lower than the superficial zone. T1RT of superficial zone of the lateral meniscus posterior horn and the medial meniscus anterior horn were lower than the deep zone. T2RT of the superficial zone of the lateral meniscus body, lateral meniscus anterior horn and medial meniscus posterior horn was higher than deep zone. T2RT of the deep zone of the medial meniscus wash higher than the superficial zone. **[Conclusion]** Zonal differences in T1 and T2 relaxation times of the normal meniscus were detected with Synthetic MRI.

OS05-1 Investigation of rodent brain small area imaging using microcoil

マイクロコイルを利用したげっ歯類脳局所領域撮像法の検討

中村 和浩, 木下 俊文

Kazuhiro Nakamura, Toshibumi Kinoshita

Research Institute for Brain and Blood Vessels Akita

[要旨] In order to recognize the CSF dynamics in perivascular space, we need a method for combined evaluation of MRI and fluorescence microscopy. MRI microcoil would be suitable for this purpose. Our microcoil with a 2mm diameter obtained a higher signal-to-noise ratio as expected.

[Introduction] In order to recognize the CSF dynamics in perivascular space, we need a method for combined evaluation of MRI and fluorescence microscopy to evaluate perivascular high-resolution images and functional images. For this purpose, we thought to improve the signal-to-noise ratio by using microcoil of MRI. Although the imaging area is about the same as the diameter of the coil, it is sufficient for the MRI image in consideration of comparison with microscope images. Therefore, we verified the signal-to-noise ratio in MRI system using both the fabricated microcoils and the conventional coil for rodents. **[Methods]** An animal MRI apparatus (Agilent Inova 4.7T) was used for signal-to-noise ratio validation. The microcoils were made by hand winding, and the self-made micro-coils with diameters of 1, 2, 5 and 20 mm were made from 1 to 10 turns. A self-made circuit using a non-magnetic trimmer capacitor was used as a tuning circuit for impedance matching. As a conventional coil system, a mouse coil of Rapid Biomedical Inc. was evaluated. The evaluation objects were copper sulfate phantoms, formalin-fixed mouse brain and living mice. Signal-to-noise ratios were calculated based on manually selected ROIs on the images and the average value of the ROIs. Spin echo images with 10mm FOV, matrix size of 128, TR/TE = 500/50 ms were evaluated. **[Results and Discussion]** The signal-to-noise ratio was about 6.5 for a coil with a diameter of 5 mm and 1 turn, while the signal-to-noise ratio of nearly 90 was obtained for a coil with a diameter of 2 mm and 5 turns. The commercially available coil has a wide imaging range, and it is not possible to make the imaging range limited to a 10 mm square area. From the results, it was suggested that the signal-to-noise ratio can be increased by using the microcoil. On the other hand, the signal-to-noise ratio of a coil with a diameter of 1 mm and 5 turns was about 60. The expected improvement in the signal-to-noise ratio was not observed. This is probably because the design up to the tuning circuit was insufficient. In the future, it will be necessary to design a tuning circuit suitable for the coil and place the receiving amplifier near the coil to obtain a higher resolution image. **[Conclusion]** The microcoil of MRI with a 2mm diameter, which we made for the purpose of comparing microscopic and MRI images, obtained a higher signal-to-noise ratio. Further improvements were necessary to observe the CSF dynamics in perivascular space.

OS05-2 Development of single-port, inductively coupled 1H/23Na dual-tuned RF coils for small animals

小動物を対象とした9.4T縦型ワイドボアMRI用シングルポート1H/23Na Dual-Tuned RFコイルの開発

榊山 直人¹, 拝師 智之², 寺田 康彦¹

Naoto Momiyama¹, Tomoyuki Haishi², Yasuhiko Terada¹

¹Graduate School of Science and Technology, University of Tsukuba, ²Department of Radiological Sciences, International University of Health and Welfare

[要旨] Inductively coupled RF coils don't require decoupling components. It eliminates losses due to components and produces high-quality images. We developed a single port, 1H/23Na inductively coupled dual-tuned RF coil and visualized the distribution of 1H and 23Na in the kidneys of in vivo mice and rats.

1Hプロトン以外のX核種, 23Na, 39K, 19F, 17Oなどを対象とした生体MRIに関する研究は脈々と行われている。特に23Na-MRIは、脳卒中[1]、腎臓疾患[2]などこれまでになかった検査ツールとして臨床応用が期待されている。前臨床研究としてマウスやラットのin-vivo 1H/23Naイメージングがある。23Naは1Hに比べ相対的感度が低く、生体内の23Na濃度が細胞外液で約0.9、腎臓内で濃縮されても3.6%前後と低いいため信号強度は乏しい。また1H画像で解剖画像を取得しなければならぬという課題がある。高感度な1H/23Na dual-tuned RFコイルが提案されている[3,4]。従来のRFコイルは、それぞれのコイルをデカップリングさせるためのトラップ回路[3]や、PINダイオード[4]などの部品を多用していた。これらの方法は部品点数が多くなるため高磁場NMR用磁石の狭いボア内では収納が難しいなどの課題があった。そこで我々は相互誘導を利用したRFコイルに着目した[5]。デカップリングに必要な部品を不要とし、狭い高磁場空間を無駄なく活用する、dual-tunedコイルのプロトタイプを開発した[6]が、このコイルはdual portでそれぞれのRFコイルの入出力ポートが独立にあった。本研究では、この2つのポートを1つに集約したsingle portのdual tuned RFコイルを開発し、マウス、ラットのin-vivo 1H/23Naイメージングを行った。9.4T-WB超電導磁石(室温ボア径φ89mm)と自作勾配磁場コイルを使用。図1に開発したRFコイルを示す。1H, 23Naの共鳴周波数(400.4MHz, 105.9MHz)に対応した共振周波数をもつヘルムホルツ型RFコイルをそれぞれ製作した。コイル直径はφ47mm(1H)およびφ45mm(23Na)とし、中心軸は直交させた。送受信系に接続するためのポートつまりマッチングキャパシタと同軸ケーブルは23Naコイル側のみ取り付け。製作したRFコイルを使用して撮像実験を行った。実験サンプルとして、生理食塩水ファントム(φ24 mm)、生体マウス、生体ラットを利用した。ラットとマウスの撮像実験中には、イソフルラン(1%)による吸引麻酔を行った。呼吸レートはバルーンで空気圧を検出して監視しては

図1 製作したRFコイル。(a) RFコイルの外観。シールドは直径を53mm、長さを150mmとした。(b) 1H信号受信用RFコイル。(c) 23Na信号受信用RFコイル。(d) RFコイルの概略図。試料室径を45mmとした。1Hと23Na部は両方ヘルムホルツ型であり、直交に配置した。23Na部にのみ、コソール接続用の同軸ケーブルを取り付けた。(e, f) ネットワークアナライザでの共振周波数計測(1H, 23Na)。

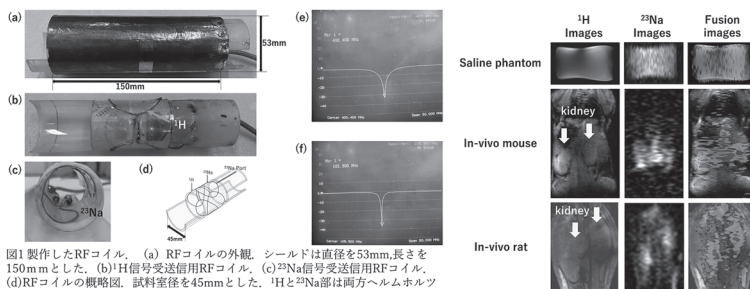


図2 撮像実験結果。生理食塩水ファントム、生体マウス、生体ラットの1Hと23Na画像を示す。また2種類の画像を重ね合わせた融合画像を示す。

[参考文献]
 [1] Shimizu T, et al., *Neuroradiology* 35, 416-419 (1993).
 [2] Zöllner FG, et al., *Z Med Phys*, 24, 286-306 (2014).
 [3] Schnall M.D, et al., *Journal of Magnetic Resonance*, Volume 65, Issue 1, 122-129 (1985).
 [4] Voelker M.N, et al., *Proceedings ISMRM*, 21st Scientific Meeting, Salt Lake City, USA, 2013, pp. 2779.
 [5] Guliyev, M.V, et al., *Appl Magn Reson* 50, 403-413 (2019).
 [6] N. Momiyama et al., *JSMRM*, PP12-2, (2022).

OS05-3 Evaluation of SNR in open-head setting using head conformable receiver coil

頭部密着型受信コイルを使用したオープンヘッドセッティング時のSNR評価

羽鳥 翔平, 加藤 和之, 横浜 亘, 谷口 健, 新井 浩一

Shohei Hatori, Kazuyuki Kato, Wataru Yokohama, Takeshi Taniguchi, Koichi Arai

FUJIFILM Healthcare Corporation

【要旨】 We developed the head conformable receiver coil that enables one-hand-setup for 1.5T MRI. This coil enables adjusting the anterior coil position to the patient. SNR in the open-head setting changed from 88% to 66% depending on coil position compared to the tight-fit setting in phantom evaluation.

[Introduction]

We developed the head conformable receiver coil that enables one-hand-setup for 1.5T MRI, to improve both patient setting workflow and coil sensitivity [1],[2]. This coil enables adjusting the anterior coil position to the patient (Fig.1, Fig.2). Technologists are able to scan with open-head setting, for example in the case of a patient with claustrophobia. However, SNR changes depending on coil position. Furthermore, this coil enables scanning the neck region using side panels remaining anterior coil open. Cervical spine examination can be implemented without the side panels but lower SNR in the anterior region. In this study, SNR was evaluated in different positions of anterior coil in the brain region. In addition, SNR was evaluated with and without side panels in the cervical spine region.

[Methods]

Phantom was scanned with tight-fit setting, half-open setting, three-quarters-open setting and full-open setting and images were acquired in the brain region. ROI was set on each image and SNR was measured. In the cervical spine region, phantom images were acquired with and without side panels and SNR was measured.

[Results and discussions]

Compared to tight-fit setting of the brain region, SNR in each position was 88% (half-open setting), 74% (three-quarters-open setting) and 66% (full-open setting). Brain examination can be implemented with full-open setting and the anterior coil should be set tighter to obtain more signal. SNR of the cervical spine region without side panels was 81% compared to using side panels. This coil enables scanning the cervical spine without side panels and obtaining more signal using side panels.

[Conclusion]

We developed the head conformable receiver coil that enables one-hand-setup. This coil enables scanning with open-head setting. Also, this coil enables scanning the cervical spine with and without side panels.

[References]

[1] Iwasawa K, et al. 47th JSMRM (2019), O1-081

[2] Iwasawa K, et al. 47th JSMRM (2019), P2-A-39

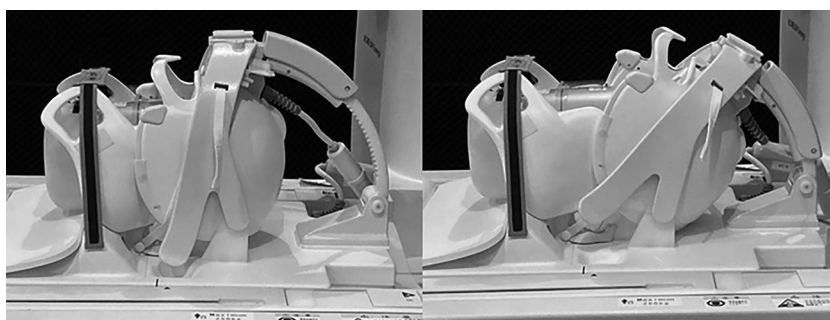


Fig.1
Tight-fit setting

Fig.2
Full-open setting

OS05-4 Evaluation of the flip angle distribution of the ^1H - ^{31}P dual tune surface coil

^1H - ^{31}P デュアルチューン表面コイルのFA分布評価

久保 均¹, 松田 豪², 原田 雅史³

Hitoshi Kubo¹, Tsuyoshi Matsuda², Masafumi Harada³

¹Department of Radiological Sciences, School of Health Sciences, Fukushima Medical University, ²Division of Ultrahigh Field MRI, Institute for Biomedical Sciences, Iwate Medical University, ³Department of Radiology, School of Medicine, The University of Tokushima

【要旨】 The ^1H and ^{31}P flip angle (FA) maps were evaluated using $^1\text{H}/^{31}\text{P}$ Tx/Rx surface coil on the 3T system. FA maps were calculated from the signal intensity of the chemical shift imaging obtained by the variable flip angle method. The characteristics of the coil could be evaluated by generating FA maps.

[urpose] Knowing the coil's flip-angle (FA) distribution is needed to utilize it for clinical and/or research scanning. It should be noted that the coils for non-proton MRI&S provided by the manufacturer are few, and should evaluate by ourselves. In this study, the FA maps of the ^1H - ^{31}P dual-tune surface coil were evaluated by variable flip angle method with chemical shift imaging by free induction decay (FID) signal. **[Materials and Methods]** Measurements were performed on a 3T Premier scanner (GE Healthcare, USA). A dual tune $^1\text{H}/^{31}\text{P}$ Tx/Rx surface coil with a diameter of 12/10 cm, shapes of butterfly/loop was used. A cylindrical phantom filled with phosphoric acid was placed in the middle of the coil. 2D CSI sequence by FID signal with TR = 0.5 s., FOV = 24 cm, slice thickness = 20 mm, 12 x 12 resolution, number of points = 1024, number of scans = 128 was used to acquire one slice. Multiple FAs with the scaling of 1, 1.5, 2, 3, 4, 6, 8, 12, and 16 were adjusted with the combination of the transmitter gain and receive gains to acquire nine CSIs with ^1H and ^{31}P , reconstructed using sage software with spectral apodization and spatial apodization. After reconstructed images, all the pixel values were acquired and fitted to the numerical formula of the signal with a spoiled GRE acquisition using the Excel solver function of Microsoft 365. After calculating FA distribution, the FA maps were created using ImageJ. The correlation of the FAs between ^1H and ^{31}P was calculated using Excel software. **[Results]** Figure 1 shows the FA maps of ^1H and ^{31}P , respectively. The FA distribution of ^{31}P was more homogeneous than that of ^1H . The correlation of the FAs between ^1H and ^{31}P were shown in Figure 2. There was little correlation between the FA distributions of ^1H and ^{31}P . **[Discussions]** The FA maps of the ^1H - ^{31}P dual-tune surface coil were calculated from the signal intensity of the chemical shift imaging obtained by the variable flip angle method to determine the characteristics of the coil. Though there was little correlation between the FA distribution of ^1H and ^{31}P , the characteristics of the coil could be evaluated by generating FA maps.

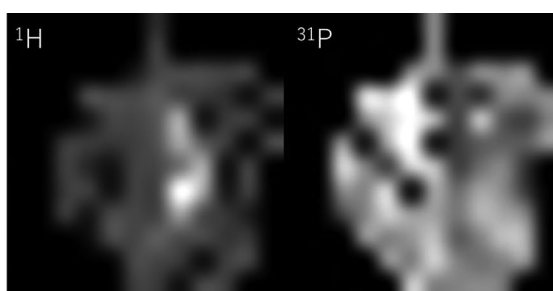


Fig. 1: The FA maps of ^1H and ^{31}P , respectively.

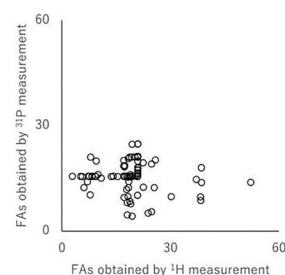


Fig. 2: The correlation of the FAs between ^1H and ^{31}P .

OS05-5 RF mode switching based Tx coil system for B1+ homogeneity mitigation at non-pTx UHF system: basic concept and preliminary study

Non-pTx超高磁場システムにおけるB1不均一性緩和のためのRFモードスイッチング技術：原理及び初期検討

浦山 慎一¹, 福永 雅喜², クルース マーティン³

Shin-ichi Urayama¹, Masaki Fukunaga², Martijn Cloos³

¹Human Brain Research Center, Graduate School of Medicine, Kyoto University, ²Section of Brain Function Information, National Institute of Physiological Sciences, ³Centre for Advanced Imaging, University of Queensland

【要旨】 To mitigate B1 inhomogeneity in non-pTx UHF MRI, we proposed RF-mode switching technique. Here, we introduce its conceptual design and showed an RF-mode switching circuit we developed. The validation results showed that the switching function works well with a certain degree of power-loss.

【背景】 超高磁場 (UHF) MRIは高SNR/CNRと言う利点を持つが、B1不均一性は画質を低下させ、臨床や研究での大きな障害となっている。この問題を軽減するために多くの研究が提案されているが、その多くは非常に高価なパラレル送信(pTx)を用いたものであった。その中で2016年、Cloos等はRFモードを切り替える手法を提案、finger-printing法に適用することでその有用性を実証した。この研究はpTxシステムを用いて行われたが、原理的にはnon-pTxシステムでも実現可能である。そこで本研究では、このRFモード切替機能を備えた専用Txコイルシステムをnon-pTxシステム上に構築し、実証することを目標とする。本報告では、本技術の基本原則を紹介し、その初期検討結果を示す。**【方法】** RFモード切替に基づく送信システムは、直列に接続された3つのデバイス、すなわちRF切替回路(SC)、バトラーマトリックス(BM)、8ch Txコイル(TxC)で構成されている。SCは1つの入力ポートと2つの出力ポートを持ち、入力された送信波は、MRI装置からのTTL信号によって、2つの出力ポートのいずれかから出力される。BMはそれぞれ8つの入出力ポートを持ち、いずれかのポートから入力された送信波は8つの出力ポートで均等に分割されて出力され、TxCに送られる。ただし、対応する入力ポートを選択することにより、出力波の位相シフトをCPモードか勾配モードのものに調整することが可能となるため、結果的に、上記TTL信号を元に2つのRFモードを切り替え可能なシステムが実現できる。初期検討として、SCのプロトタイプを開発し、その機能を評価した。SCは、2つのバイアス入力で制御される3つの類似した切替回路(1つの主回路と2つの副回路)で構成される。そして、各回路に2本ずつ接続された1/4波長の同軸ケーブルの片方をバイアス電流で高インピーダンスにすることで、入力された送信波がどちらかの出力ポートに出力され、反対側の出力ポートは副回路上の50Ω抵抗に接続される構成となっている。このSCのS12は約-1dBであった。SCの評価実験を、全身用7T-MRI (Siemens, Erlangen, Germany)と2ch Tx/Rxコイル (TRxC)、スキャナからの送信波とバイアス電流をSCに供給するインターフェイスボックス(IB)を用いて行った。スキャナのコネクタに繋いだIBの送信波出力をSCの入力ポートに接続し、更にSCの2つの出力ポートをTRxCのそれぞれのコイルに繋いだ。IBのバイアス出力は、2つあるSCのバイアス入力のどちらかに接続することで、送信波切替を試みた。0.5%NaCl溶液を満たしたボトルファントムの画像撮像にはGRE法を使用し、SNRマップ算出のため送信電圧0V/4Vの2つのGRE画像を取得した。また比較のため、SCを介さずIBとTRxCを直接接続した状態で画像を撮像、SNRマップを得た。**【結果】** SCの有無にかかわらず、2つのコイルから得られたSNRマップ上のコイル感度パターンが類似していることは、SCの切替機能が有効であることを示している。しかし、両者のSNRの差は2倍以上あり、現在のSCにはある程度の電力損失が存在することを示唆している。**【考察】** UHF-MRIにおけるB1不均一性の問題を解決するための多くの研究が提案されてきたが、現状で実用化されていると言えるのはadiabaticパルスだけである。RFモード切替技術は、安価に作成することができ、pTxシステムを必要としないので、より多くの人が利用できる可能性を有する。今回製作したRFモード切替回路は、切替機能がうまく働くことを示したが、予想よりも大きな電力損失が見られた。この損失の原因としては、回路の調整が不十分であったこと、安価な部品を使用したこと、プロトタイプとしての設計が冗長であったことが考えられる。今後、1枚の基板に小型で効率の良い切替回路を設計するなどして、この電力損失の低減を試みると共に、SC以外のハードウェアを開発してシステムを完成させその有用性を評価する。

OS05-6 Educational effectiveness of MRI operation training system

MRI操作教育システムの教育効果の検討

梶沢 宏之, 鳥成 黎, 松平 岳大, 上田 克彦

Hiroyuki Kabasawa, Rei Torinari, Takehiro Matsudaira, Katsuhiko Ueda

Department of Radiological Sciences, School of Health Sciences at Narita, International University of Health and Welfare

【要旨】 Educational effectiveness of MRI operation training system on the laptop PC has been investigated. Exam score from two student groups was analyzed. A group used the training system showed better AC-PC line exam result, which suggests the system may be useful to learn MR brain scan prescription.

【目的】 MRIの操作および基準線の設定は初学者には難しい。ボランティアを使用した撮像練習は、教育カリキュラム時間の制約や限られた台数の装置を多数の学生で使用するから十分に行うことが出来ない状況となっている。この状況の改善策としてパーソナルコンピュータ上で動作するMRI操作教育システムを撮像断面設定教育に使用しその教育効果の検証を行った。

【方法】 PC上で動作する仮想的なMRI操作教育システムを開発し、診療放射線技師養成校の2学年の学生を対象とし教育効果を検証した。倫理委員会の承認を得て、MRI検査学の定期試験のうち頭部AC-PCライン撮像断面設定およびMRI画像コントラストに関する設問の正解率を後ろ向きに解析した。MRI操作教育システム導入前の学生群とMRI操作教育システム導入後の学生群の成績を比較した。統計解析はRを用いてFisherの直接確率法を使用した。

【結果と考察】 AC-PCラインを解答させる設問では、導入前では正解率が59.6%であったが、導入後は95.8%に改善した ($p=1.498e-05$)。一方、画像コントラストに関する設問は導入前で38.3%、導入後で35.4%であった ($p=0.8332$)。

【結語】 少ない事例ではあるものの、PC上で仮想的なMRI操作教育システムにより撮像断面設定手法の理解が向上することが示唆された。

OS06-1 Prostate Cancer Diagnosis: A Comparison of Calculated DWI and Single-shot EPI DWI

前立腺癌の診断： Calculated DWIとSingle-shot EPI DWIの比較

檜垣 篤¹, 玉田 勉¹, 児嶋 優一¹, 上田 優², 竹内 充³, 小野健太郎¹, 山本 緑¹, 山本 亮¹, 福倉 良彦¹

Atsushi Higaki¹, Tsutomu Tamada¹, Yuichi Kojima¹, Yu Ueda², Mitsuru Takeuchi³, Kentaro Ono¹, Midori Yamamoto¹, Akira Yamamoto¹, Yoshihiko Fukukura¹

¹Department of Radiology, Kawasaki Medical School, ²Philips Japan, ³Radiolonet Tokai

【要旨】 Compared with native single-shot EPI DWI (nDWI), calculated Diffusion Weighted Imaging (calDWI), which can manipulate T1 and T2 components, might improve diagnostic performance in clinically significant Prostate Cancer, assist inexperienced readers, and reduce unnecessary procedures.

【Objective/background】

Diffusion Weighted Imaging (DWI) is crucial in prostate multiparametric MRI. Conventionally, single-shot echo-planar DWI, often used clinically, has insufficient image contrast between benign and malignant tissues. Shorter TRs reportedly improve diffusion contrast by exploiting lower T1 of prostate cancer versus benign tissue. However, shorter TRs reduce Signal-to-Noise Ratio. Previously, we introduced calculated DWI (calDWI), allowing adjustment of any TR and TE in the prostate. Compared to conventional native acquired ssEPI DWI, calDWI, with shorter TR and TE, shows improved diffusion contrast. This study aims to compare calDWI and nDWI in diagnosing clinically significant prostate cancer.

【Method】

Subjects were 34 patients with csPC undergoing mpMRI on Ingenia Elition 3.0T (Philips Healthcare) and radical prostatectomy. For DWI with b-value of 2000 s/mm² (b2000), nDWI was scanned with TR of 6000 and TE of 70 ms. CalDWI was generated with TR of 1000 ms to utilize T1 shine-through and TE of 0 ms to remove T2 shine-through completely. T2 shine-through in DW images is not efficient in prostate due to shorter T2 in PC. The DWI scores of eight prostate regions of each patient, including six peripheral zones (right and left apex, middle, and base) and two transition zones (right and left), were independently evaluated by three radiologists with varying experience (1, 15, and 25 years). A PI-RADS v2.1 DWI score3 or higher was deemed positive for csPC detection. Initially, only nDWI was assessed, followed by a combined assessment of both nDWI and calDWI after three weeks. T2-weighted imaging accompanied DW images to provide anatomical context in all sessions. Additionally, a qualitative lesion conspicuity score (LCS) based on 4-point Likert scales and a quantitative tumor contrast ratio (CR) were determined for the largest and highest GS index lesion among each patient's csPCs.

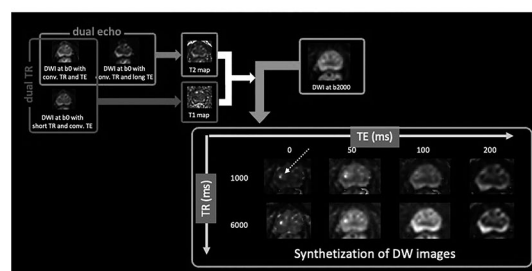
【Result】

For diagnostic performance of csPC using DWI score, AUC was significantly higher in calDWI than in nDWI in reader 3 (0.855 vs. 0.805 in reader 3 (P=0.004)), and was comparable between calDWI and nDWI in reader 1 and 2 ((0.731 vs. 0.716 in reader 1 (P=0.630) and 0.765 vs. 0.752 in reader 2 (P=0.231)). The diagnostic specificity was significantly higher in calDWI than in nDWI in reader 1 (0.758 vs. 0.608, P = 0.003) and reader 3 (0.900 vs. 0.683, P<0.001, respectively), but not in reader 2 (0.908 vs. 0.917, P=0.100). There was no significant difference in diagnostic sensitivity between nDWI and calDWI in three readers (0.575 to 0.767 vs. 0.592 to 0.775, P=0.052 to P=1.000). LCS was comparable between calDWI and nDWI in three readers (P=0.145 to P=0.967). CR in calDWI was significantly higher than that in nDWI (0.65 ± 0.14 vs. 0.37 ± 0.11, P<0.001).

【Conclusion】

Compared with nDWI, calDWI had similar or higher diagnostic performance of csPC. In particular, high detection specificity for csPC in calDWI might be beneficial to avoid unnecessary biopsies.

calculated DWI



➤ Since prostate cancer has lower T1 and T2 values than normal prostate tissue, calculated DWI with short TR (e.g., 1000 ms) and short TE (e.g., 0 ms) using dedicated software is expected to improve the contrast between prostate cancer and normal prostate tissue (dashed arrow). Calculated DWI can create DWI with arbitrarily varied TR and TE using a dedicated software.

OS06-2 Detection of prostate cancer using a 2D deep learning model with a small number of MRI image data

少数のMRI画像データを用いた2次元深層学習モデルによる前立腺癌の検出

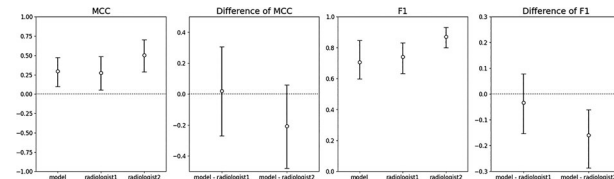
山岸 陽助^{1,3}, 馬場 康貴¹, 鈴木 淳¹, 岡田 吉隆¹, 金尾 健人², 小山 政史²

Yosuke Yamagishi^{1,3}, Yasutaka Baba¹, Jun Suzuki¹, Yoshitaka Okada¹, Kento Kanao², Masafumi Oyama²

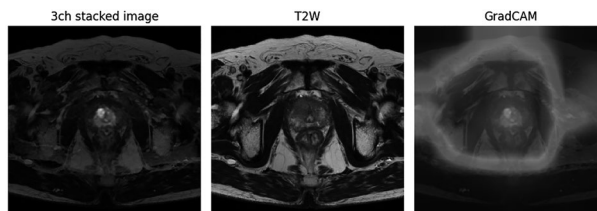
¹Department of Diagnostic Radiology, Saitama Medical University International Medical Center, ²Department of Urological Oncology, Saitama Medical University International Medical Center, ³Department of Radiology and Biomedical Engineering, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo

【要旨】 This study developed a deep learning model for prostate cancer detection using a small number of cases. Prostate MRI images were used to develop the model, with 25 cases for training. The model achieved performance comparable to two radiologists, although a lower F1 score than one radiologist.

【目的/背景】 MRI画像を用いた前立腺癌検出を目的とした深層学習モデルの開発・研究が活発化している。しかし、病変検出を高精度に行うモデルの構築には大量の教師データとアノテーション作業が必要となる。国外からは複数の前立腺癌のMRI画像データセットが公開されているが、その数は限定的な上、国内からの公開はない。仮に国外のデータでモデルを構築しても、撮像機器・条件、人種等の違いから、国内の医療機関に転用すると性能が顕著に低下する「ドメインシフト」の問題がある。そこで本研究では、少数症例のみの学習で前立腺癌を検出できる深層学習モデルの構築を目指した。【方法】本研究では、モデル構築のために、2017年から2022年に当院で撮像されたT2強調画像、拡散強調画像、ADC mapよりなる前立腺multiparametric MRI画像を用いた。前立腺生検による病理診断が下されている症例に限定し、ランダムに100例を抽出した。このうち、放射線科医の読影でMRIに先立って生検が行われたために出血があり評価困難とされた1例を除いた。使用症例は訓練用データ20例（生検陽性14例、陰性6例）、バリデーション用データ5例（陽性4例、陰性1例）、テスト用データ74例（陽性62例、陰性12例）に分割した。少数のMRI画像を用いてモデルの学習を行うため、従来MRIの画像分類で頻りに用いられている3次元モデルを使用せず、2次元モデルである2D Transformer(Swin Transformer)を採用した。入力データ数を増加させるために、学習用データはスライス毎に病変の有無でラベル付けし、645枚（病変陽性96枚、陰性549枚）の2次元画像データを得た。モデルの入力とした2次元画像は、T2強調画像、拡散強調画像、ADC mapをチャンネル方向にスタックした。モデルの予測値はスライス毎に得られ、症例毎に予測値の高い3つを抽出し、その平均値を求めることで各症例の予測値とした。ROC-AUC、precision、recall、accuracy、マシューズ相関係数(MCC)、F1を指標に構築モデルの性能を評価した。各指標はブストラップ法を用い95%信頼区間を算出し、放射線診断専門医および放射線科専攻医の2名(以下、読影医1および2)の成績と比較した。さらにGrad-CAMといったexplainable AI技術により構築モデルの着目領域を可視化した。【結果】構築されたモデルの成績はaccuracy 0.611 (95%CI: 0.50 to 0.723), precision 0.947 (0.865 to 1.00), recall 0.567 (0.439 to 0.690)であり、ROC-AUC 0.73(0.588 to 0.847), MCC 0.297(0.095 to 0.474), F1 0.707 (0.598 to 0.847)で有意な予測を行うことができた。2名の放射線科医の読影結果は、読影医1がaccuracy 0.641 (0.528 to 0.750), precision 0.929 (0.840 to 1.00), recall 0.619 (0.492 to 0.742), MCC 0.276 (0.054 to 0.484), F1 0.741 (0.632 to 0.832)、読影医2がaccuracy 0.803 (0.708 to 0.889), precision 0.961 (0.898 to 1.00), recall 0.797 (0.698 to 0.889), MCC 0.504 (0.289 to 0.703), F1 0.871 (0.800 to 0.931)であった。総合的な指標であるMCCおよびF1の差を用いて構築モデルと読影医の成績を比較すると、読影医1との差(構築モデル-読影医1)はMCC 0.021 (95%CI: -0.270 to 0.306)と上回るが有意差はなく、F1においても-0.034 (-0.153 to 0.078)と下回るが有意差はないという結果になった。一方で、読影医2との比較(構築モデル-読影医2)では、MCCは-0.207 (-0.480 to 0.060)と下回るが有意差はないが、F1では-0.16 (-0.287 to -0.061)とモデルの成績が有意に下回る結果となった。【結論】本来3次元データであるMRI画像をスライス毎に分割し2次元画像としてモデルの入力とすることで、20例という少数症例のみを訓練用データとして用いても有意に前立腺癌を検出できるモデルを構築できた。さらに読影医と比較しても、複数の指標で有意差のない分類精度を達成することができた。



Grad-CAM model probability: 0.99996, prediction: Positive



OS06-3 Exploratory Study of Quantitative MRI Parameters Providing the Novel Value in Discriminating Muscle-Invasive Bladder Cancer

筋層浸潤性膀胱癌の鑑別に新たな価値をもたらす定量的MRIパラメータの探索的研究

木村浩一¹, 吉田宗一郎², 池田 もも³, 福井 健一³, 土屋 純一³, 中村 祐基², 早稲田悠馬², 田中 一², 藤井 靖久², 立石宇貴³

Koichiro Kimura¹, Soichiro Yoshida², momo Ikeda³, Kenichi Fukui³, Junichi Tsuchiya³, Yuki Nakamura², Yuma Waseda², Hajime Tanaka², Yasuhisa Fujii², Ukihide Tateishi³

¹Department of Architectural Intelligence Radiology, Tokyo Medical and Dental University, ²Department of Urology, Tokyo Medical and Dental University, ³Department of Diagnostic Radiology, Tokyo Medical and Dental University

【要旨】 We analyzed muscle-invasive bladder cancer (MIBC) or non-MIBC (NMIBC) patients. MIBC patients showed significantly lower T1, T2 and ADC values than NMIBC patients. The combination of ADC value and VI-RADS score may serve as an imaging marker for evaluating MIBC.

【Objective/background】 The discrimination of muscle-invasive bladder cancer (MIBC) from non-muscle-invasive bladder cancer (NMIBC) is crucial for treatment planning and predicting prognosis. This study explores whether quantitative parameters (QP) of MRI, including synthetic MRI (SyMRI), can provide additional value to Vesical Imaging Reporting and Data System (VI-RADS).

【Method】 We reviewed 71 patients who were pathologically confirmed as MIBC or NMIBC based on transurethral resection specimens. All the patients were required to undergo a bladder MRI before TUR. The index lesions of MRI were categorized according to the 5-point VI-RADS score. Pretherapeutic quantitative longitudinal relaxation time (T1), transverse relaxation time (T2), proton density (PD), which were obtained by a SyMRI using multidynamic multiecho sequence at 3.0 T, and apparent diffusion coefficient (ADC) values of the index lesions were also measured on the slice with the largest tumor diameter. The Cochran-Armitage trend test was used to evaluate the association between the VI-RADS score and MIBC status. The QP between MIBC and NMIBC were compared with the Wilcoxon rank-sum test. The logistic regression model adding the QP to the VI-RADS score was created to evaluate diagnostic performance conducted by receiver operating characteristic (ROC) analysis. Furthermore, the cut-off of QP was derived, which increased the probability of MIBC in patients with VI-RADS scores 2 and 3.

【Result】 Of the 71 patients, 7 who were not fully evaluated for muscle invasion were excluded, and the remaining 64 patients (54 males and 10 females, median age 73 [IQR 67.3-79]) were included in the analysis. Fifteen patients (23%) were diagnosed with MIBC, and the remaining 49 (77%) were NMIBC. MIBC diagnosed rate was increased in 0% (0/11) for VI-RADS score 1, 6% (2/31) for score 2, 31% (4/13) for score 3, 100% (3/3) for score 4, and 100% (6/6) for score 5. VI-RADS score was associated with the incidence of MIBC ($p < 0.0001$). MIBC patients showed significantly lower T1, T2, and ADC values (1451 msec, 106 msec, and $0.88 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sec}$, respectively) than NMIBC patients (1644 msec, 124 msec, and $1.46 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sec}$, respectively; $p < 0.05$ for all). PD value was slightly lower in MIBC patients than in NMIBC patients (79.3 PU vs. 82.2 PU; $p = 0.22$). Among all parameters, the ADC value yielded the highest area under the curve (AUC) of ROC (AUC 0.93, 95% CI: 0.88-0.99; cut-off $1.22 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sec}$, sensitivity, 100%; specificity, 78%).

In the logistic regression model, incorporating ADC values into the VI-RADS score improved the predictive ability of MIBC more than VI-RADS scores alone, from AUC 0.91 to AUC 0.98; however, the difference was not statistically significant ($p = 0.084$). In patients with VI-RADS scores 2 and 3 ($n = 44$), the low ADC value (cut-off $1.22 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sec}$) played a role in preventing the under-diagnosis of MIBC with high sensitivity ($n = 6/6$, 100%).

【Conclusion】 ADC analysis and VI-RADS are valuable methods in differentiating MIBC from NMIBC, and the SyMRI may be less valuable. The combination of ADC value and VI-RADS score may potentially serve as an imaging marker for evaluating MIBC.

Table Clinico-pathological variables of the 64 eligible patients, and associations between MIBC and NMIBC

	MIBC (n=15)	NMIBC (n=49)	P-value
MRI			
Multiphasic	22 (96)	9 (90)	0.76
Biphasic	22 (94)	6 (60)	16 (22)
Age, years	71 (67-79)	72 (67-82)	73 (67.5-78.5)
Gender			
Male	54 (94)	12 (86)	62 (96)
Female	10 (6)	1 (6)	11 (16)
Multiplicity			
Yes	8 (53)	1 (7)	7 (16)
No	6 (37)	14 (93)	42 (86)
Primary or recurrent cancer			
Primary	34 (98)	14 (93)	42 (86)
Recurrent	8 (52)	1 (7)	7 (16)
Tumor size (mm)	15 (11.4-29.9)	33 (20.2-39.9)	13 (29.9-23.4)
Histological grade			
Low	13 (20)	0 (0)	13 (26)
High	51 (90)	15 (100)	36 (74)
VI-RADS score ¹			
1	11 (73)	0 (0)	11 (100)
2	31 (86)	3 (6)	28 (56)
3	13 (20)	4 (13)	9 (18)
4	3 (15)	3 (6)	6 (12)
5	4 (27)	4 (8)	8 (16)
ADC value ² ($10^3 \text{ mm}^2/\text{sec}$)	1.31 (1.09-1.42)	0.88 (0.80-1.12)	1.46 (1.23-1.80)
SyMRI's quantitative value			
T1 (msec)	1415 (1428-1785)	1451 (1136-1661)	1464 (1447-1812)
T2 (msec)	102 (107-137)	106 (98-119)	104 (114-142)
PD (%)	81.8 (78.8-85.2)	79.3 (78.8-81.9)	82.2 (81.3-84.6)

Values are median, categorical data are displayed as number (percentage) and compared using the Fisher exact test, whereas continuous variables are displayed as the median (interquartile range) and compared using the Wilcoxon rank-sum test.

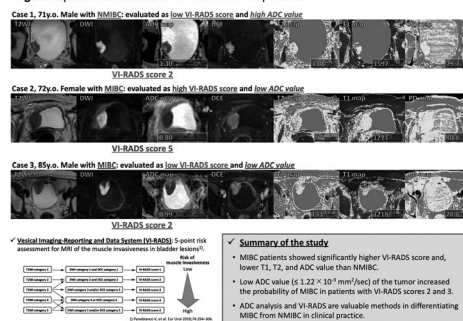
¹All patients were fully evaluated for muscle invasion on the transurethral resection specimen.

²Values are percentages of MIBC or NMIBC on percentages of cases for each VI-RADS score.

The Cochran-Armitage test was performed.

Abbreviations: MIBC, muscle-invasive bladder cancer; NMIBC, non-muscle-invasive bladder cancer; VI-RADS, Vesical Imaging Reporting and Data System; ADC, apparent diffusion coefficient; SyMRI, synthetic MRI; T1, longitudinal relaxation time; T2, transverse relaxation time; PD, proton density.

Figure Representative cases of MIBC and NMIBC patients



Summary of the study

- MIBC patients showed significantly higher VI-RADS score and, lower T1, T2, and ADC value than NMIBC.
- Low ADC value ($\leq 1.22 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sec}$) of the tumor increased the probability of MIBC in patients with VI-RADS scores 2 and 3.
- ADC analysis and VI-RADS are valuable methods in differentiating MIBC from NMIBC in clinical practice.

OS06-4 Numerical Prostate Phantom for Diffusion-Weighted Imaging Simulation

拡散強調画像シミュレーションのための前立腺数値ファントムの開発

杉本 昂平^{1,2}, 笈田 将皇³

Kohei Sugimoto^{1,2}, Masataka Oita³

¹Graduate School of Interdisciplinary Science and Engineering in Health Systems, Okayama University, ²Division of Imaging Technology, Okayama Diagnostic Imaging Center, ³Department of Healthcare Science, Faculty of Interdisciplinary Science and Engineering in Health Systems

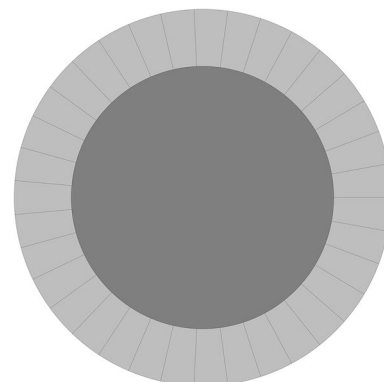
【要旨】 This study developed a numerical phantom to mimic time-dependent diffusion in the prostate. Monte Carlo simulation determined intrinsic diffusion coefficients for each component of the phantom to achieve similar ADC values as reported in previous literature.

【背景】 前立腺MRIにおいて、拡散強調画像はとくに辺縁域のPI-RADS scoreを決定するための重要な撮像法である。しかしながら、PI-RADSで推奨されている $b \geq 1400 \text{ [s/mm}^2\text{]}$ の拡散強調画像はb値が高いためSNRが低値になりやすい。SNRを担保するためには最適な撮像パラメータを設定する必要がある。撮像条件の決定にはシミュレーションが有用であるが、拡散時間依存性のある前立腺拡散強調画像の信号強度を模擬できるファントムは存在しない。本研究の目的は前立腺拡散強調画像の撮像パラメータを最適化するための数値ファントムを開発することである。

【方法】 数値ファントムの開発にはPython 3.10.11とJulia 1.9.0を用いた。前立腺の数値ファントムは病理組織を参考に上皮細胞、間質、管腔から構成されると仮定し、2次元の数値ファントムとして作成された(図1)。3つの構成要素のそれぞれのサイズは過去の文献を参考に決定され、4種類のGleasonパターン(正常, G3, G4, G5)を模擬したファントムが作成された。各構成要素の固有拡散係数が0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3 [$\mu\text{m}^2/\text{ms}$]のいずれかであると仮定し、ファントムの構成要素ごとにそれぞれを組み合わせて216通りのファントムを作成した。その後、拡散時間を変化させながらモンテカルロシミュレーションを行い、拡散強調画像の信号強度を求め各条件におけるみかけの拡散係数を求めた。求めたみかけの拡散係数と過去の文献で報告されたみかけの拡散係数の拡散時間ごとの平均二乗誤差がもっとも小さい各構成要素の固有拡散係数をGleasonパターンごとに求め、ファントムの最適なパラメータとした。

【結果】 数値ファントムの上皮細胞、間質、管腔の固有拡散係数はそれぞれ正常 = (2.0, 3.0, 3.0), G3 = (1.0, 3.0, 3.0), G4 = (1.0, 3.0, 1.0), そしてG5 = (1.5, 3.0, 0.5) が最適であった。

【結論】 前立腺を模擬した数値ファントムを開発した。今後は細胞膜のpermeabilityを考慮したりファントムを3次元に拡張することで、より現実に即した解釈が可能なファントムを作成する必要がある。



OS06-5 MR imaging features to predict the type of bone metastasis in prostate cancer

骨転移の種類を推測する前立腺癌MRI所見の検討

児山 博亮¹, 黒川 遼¹, 加藤 伸平¹, 石田 尚利¹, 黒田 亮平², 牛久 哲男², 久米 春喜³, 阿部 修¹

Hiroaki Koyama¹, Ryo Kurokawa¹, Shimpei Kato¹, Masanori Ishida¹, Ryohei Kuroda², Tetsuo Ushiku², Haruki Kume³, Osamu Abe¹

¹Department of Radiology, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo, ²Department of Pathology, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo, ³Department of Urology, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo

【要旨】 Bone metastases of prostate cancer have been considered predominantly osteoblastic, but osteolytic or mixed osteoblastic and osteolytic bone metastases can occur. We investigated and found the differences in prostate MRI and clinical findings between patients with different types of bone metastases.

[objective/background]

Bone metastases (BMs) are present in approximately 3% of patients with prostate cancer (PCa) at the time of diagnosis, and 11.5% of patients are diagnosed with BMs during follow-up. BMs of PCa have been considered predominantly osteoblastic, but non-osteoblastic (osteolytic or mixed osteoblastic and osteolytic) BMs can occur. Since it has been reported that osteolytic BMs are not rare in high-risk PCa and that high-risk PCa tends to show low apparent diffusion coefficient and low T2 signal intensity, we hypothesized that MR signals of PCa would also differ depending on the type of BMs. The purpose of this study was to investigate the differences in pretreatment MRI and clinical findings between patients with osteoblastic and non-osteoblastic BMs.

[method]

Between 2014 and 2021, patients with pathologically proven PCa without a history of other malignancies were included in this study. Age at diagnosis, Gleason score (GS), prostate-specific antigen (PSA) density, normalized mean apparent diffusion coefficient (nADCmean) and normalized T2 signal intensity (nT2SI) of PCa, and Prostate Imaging Reporting and Data System (PI-RADS) category on MRI were compared between groups. A multivariate logistic regression analysis using factors with P-values <0.2 was performed to detect the independent parameters for predicting non-osteoblastic BM group.

[result]

Twenty-five (mean 73 ± 6.6 years) and seven (69 ± 13.1 years) patients were classified into the osteoblastic and non-osteoblastic groups, respectively. PSA density and nT2SI were significantly higher in the non-osteoblastic group than in the osteoblastic group (PSA density: median 23.1 ng/mL/cm³ [range, 0.69–44.7] vs. 1.3 [0.076–401], p = 0.018; nT2SI: mean ± SD 3.3 ± 0.94 vs. 2.6 ± 0.61, p = 0.027). No significant difference was found in age at diagnosis, GS, nADCmean, or PI-RADS category between the two groups. nT2SI was an independent predictive factor for non-osteoblastic BMs in the multivariate logistic regression analysis (p = 0.039).

[conclusion]

Comparison of MRI and clinical findings between the osteoblastic and non-osteoblastic BMs groups of patients with PCa revealed that nT2SI and PSA density were significantly higher in the non-osteoblastic group. nT2SI was identified as an independent predictive factor for non-osteoblastic BMs in the multivariate logistic regression analysis. These results indicate that patients with PCa with high nT2SI and PSA density should be examined for osteolytic BMs.

OS06-6 Estimated quantitative relaxation mapping calculated from Multiple Repetition time Multiple Echo time (MRME) based DWI acquisition in prostate

前立腺におけるマルチ TR・マルチ TE (MRME) DWIから算出された推定定量緩和マッピングの有用性

上田 優¹, 玉田 勉², 檜垣 篤², 守屋 和典², 柴田 茂², 竹内 充³, 小原 真¹, バンカウテレン マルク⁴

Yu Ueda¹, Tsutomu Tamada², Atsushi Higaki², Kazunori Moriya², Shigeru Shibata², Mitsuru Takeuchi³, Makoto Obara¹, Marc Van Cauwen⁴

¹Philips Japan, Ltd., ²Department of Radiology, Kawasaki Medical School, ³Department of Radiology, Radiolonet Tokai, ⁴Philips Healthcare

【要旨】 We validated the estimated T1 and T2 from Multiple Repetition time Multiple Echo time DWI to differentiate clinically significant prostate cancer (csPCa) from non-csPCa in PI-RADS 3 lesions. Estimated T2 might be more accurate than ADC in differentiating csPCa from non-csPCa in PI-RADS 3 lesions.

[Objective] Multiparametric MRI (mp-MRI) is widely used in prostate. However, one challenge is that mp-MRI cannot reliably differentiate clinically significant prostate cancer (csPCa) from non-csPCa in suspicious lesions with PI-RADS category 3. Two articles reported that only 25–38% of the PI-RADS 3 lesions are csPCa. This insufficient diagnostic performance could lead to unnecessary biopsies. This low level of detectability could be due to low CNR, related to the specific feature that T1 and T2 are shorter in PCa than normal prostate. Recently, we have reported clinical usefulness of an arbitrary diffusion contrast-weighted image of the target TR and target TE in prostate, based on Multiple Repetition time Multiple Echo time (MRME) based DWI. Synthesization of DW images generated with TR of 1000 ms and TE of 0 ms improved contrast between PCa and normal prostate. Synthetic images are generated from quantitative relaxation parameters. Therefore, these relaxation parameters calculated from MRME-DWI could also be utilized to detect csPCa. The purpose of this study is to validate if multiparametric quantitative maps based on estimated T1 and T2 can help differentiate csPCa from non-csPCa in PI-RADS 3 lesions.

[Method] IRB approved this retrospective study and waived the need for informed consent. 62 patients with PI-RADS 3 lesions who underwent prostate mp-MRI and subsequent MRI-ultrasound targeted biopsy for lesions suggestive of PCa on mp-MRI were evaluated. All MR images were obtained with a 3T MRI (Ingenia Elition 3.0T, Philips). For synthesization of DW image, MRME-DWI acquisition includes b0 images acquired with two different TR and TE, and b1000 and b2000 acquired with single TR and TE. The T1 can then be estimated by using the signal from 2 b0 images, varying TR and keeping TE constant, while T2 can be estimated from 2 b0 images with constant TR but varying TE. Estimated T1, T2, and ADC calculated from images at b-value of 0 and 1000 s/mm² (ADC₀₋₁₀₀₀) values were compared between PI-RADS 3 target biopsy-proven csPCa and non-csPCa by using Mann-Whitney U test. The diagnostic performance of each parameter was evaluated by ROC curve.

[Result] Biopsy-proven csPCa and non-csPCa among PI-RADS 3 lesions were identified in 18 and 44 lesions, respectively. The median estimated T1, T2, and ADC₀₋₁₀₀₀ in csPCa were significantly lower (1910 ms, 55 ms, and 1.00 mm²/s) than non-csPCa (2097 ms, 67 ms, and 1.12 mm²/s) (P = 0.0049 for T1, P < 0.0001 for T2, and P = 0.0012 for ADC₀₋₁₀₀₀) shown in Figure 1. The AUC for T2 (0.83) was higher than the AUC for T1 (0.73) and ADC₀₋₁₀₀₀ (0.76) (Figure 1). ADC₀₋₁₀₀₀, estimated T1, and T2 map for two patients are shown in Figure 2. The quantitative relaxation values are calculated based on just two data points, but these estimates could be clinically relevant if further study improves the current results.

[Conclusion] Estimated T2 calculated from MRME-DWI acquisition might more accurately differentiate csPCa from non-csPCa in PI-RADS 3 lesions compared to ADC. However, to reduce the number of unnecessary biopsies, it is crucial to improve diagnostic performance more, thus necessitating further optimization.

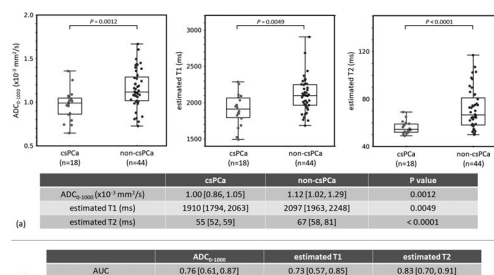


Figure 1 (a) Comparison of ADC₀₋₁₀₀₀, estimated T1, and estimated T2 between PI-RADS category 3 target biopsy-proven clinically significant prostate cancer (csPCa) and non-csPCa. Data are presented as medians (25th and 75th percentiles).

(b) Comparison of AUC for ADC₀₋₁₀₀₀, estimated T1, and estimated T2 for separation between PI-RADS category 3 csPCa and non-csPCa. Numbers in parentheses are 95% confidence intervals.

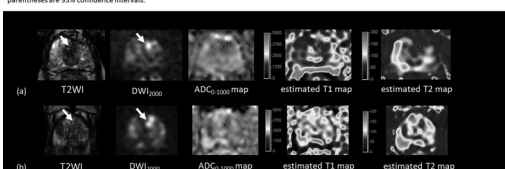


Figure 2 Comparison of clinical two cases from (left to right) T2WI, DWI at b-value of 2000, ADC₀₋₁₀₀₀, estimated T1 map, and estimated T2 map for PI-RADS category 3 target biopsy-proven clinically significant prostate cancer (csPCa) (a) and non-csPCa (b). (a) Biopsy-proven csPCa. Mean ADC, estimated T1, and estimated T2 are 0.83 mm²/s, 1507 ms, and 48 ms, respectively. (b) Biopsy-proven non-csPCa. Mean ADC, estimated T1, and estimated T2 are 0.97 mm²/s, 2094 ms, and 66 ms, respectively.

OS07-1 Comparison of metal artefact between 0.55T and 1.5T by using Titanium bolt

チタンボルトを用いた、0.55Tおよび1.5Tにおけるメタルアーチファクトの比較

杉澤 文紀, 金田 貴彦, 植田 隆史, 利根 裕史

Fuminori Somazawa, Takahiko Kaneda, Takashi Ueda, Hirofumi Rine

Application Dpt. (Vivo), Customer Service Division, Education Service Div., Siemens Healthcare K.K.

【要旨】 It is known paramagnetic objects have lower impact on 0.55T. we compared the metal-related artefact from titanium bolt (M4, M6) between 0.55T and 1.5T MR Unit. Higher BW decrease distortion rate. On highest BW, distortion rate of 0.55T is suppressed beneath 46.1% compared to 1.5T as averaged.

【背景】 低磁場装置では磁場強度の違いから高磁場装置と比べ様々な点において物理特性が異なることが知られている。特に強磁性体の影響は強く表れる反面、常磁性体の影響は少ないとされている。今回、脊椎固定術等を想定し、弱い常磁性体で知られるチタン製ボルトを用いて静磁場強度の違いによる金属アーチファクトの影響について比較を行ったので報告する。**【方法】** 装置はMAGNETOM Free.StarおよびMAGNETOM Altea(Siemens Healthineers AG)を使用した。こんにやくに埋め込んだチタン製ボルト(M4, M6)を対象とし、TSE sequenceにてBand width(BW) 100/300/475(または504), WARP +/-, View Angle Tilting(VAT) 50/100[%]と変化させ、その短軸断面を撮像した。その他の撮像パラメータはTurbo Factor 7, FOV 160x160mm, matrix 320x320, TR 2000ms, TE 12-18(BWおよびslew rateに依存)とした。背景となるこんにやくファントムの信号を5点測定し、その平均+/-4SDをボルトによるアーチファクトの境界と定めた。解析にはImageJ(NIH)を使用し、ボルトの頭部中央および軸中央のread/phase方向の歪み率を測定した。**【結果】** こんにやくの平均信号+/-4SDの境界は、目視による信号低下または上昇範囲とよく一致していた。0.55T, 1.5Tとも、BWは高いほど、歪み率は低く抑えられた。最も歪み率の低いBWにて、ボルトの頭部、軸中央の0.55T/1.5Tの歪み率比は、最小 28.1%、最大70.9%、平均46.1%、中央値 45.0%までに抑えられた。**【結論】** 0.55Tでは1.5Tに比べ、チタンによるアーチファクトが抑えられることが確認できた。

OS07-2 Removing Flow artifact from artery in T1 weighted image by Fourier transform of various strength of crusher pulse.

クラッシャーパルスの強度変調による、頭部T1強調画像における動脈のフローアーチファクトの除去

伊藤 公輔, 神波 一穂, 倉谷 厚志

Kosuke Ito, Kazuho Kamba, Atsushi Kuratani

FUJIFILM Healthcare Corporation

【要旨】 Flow artifact in T1 weighted image acquired with spin echo sequence was removed. T1WIs were imaged with changing strength of crusher pulse. Then Fourier transform was applied to decompose static component and moving components.

【Background】

T1 weighted image (T1WI) is acquired by using Spin Echo (SE) sequence with short TR and TE. To reduce flow artifact of vein, the strength of crusher pulse and acquisition order were optimized¹. However, flow artifact of blood flow of arteries still exists because the velocity and direction of blood is different between arteries and veins. In this study, velocity of blood flow of arteries was encoded by varying the strength of crusher pulse. And flow artifact caused by arteries along Head-Foot direction was removed in vivo.

【Methods】

Algorithm for removing the artifact

Figure 1 is pulse sequence of SE. Blue trapezoids on slice GC are crusher pulse of slice direction. Phase of spins moving with constant velocity v along slice direction is described as equation 1.

$$\begin{aligned}\phi(v) &= \gamma \int_0^{TE} G(t)x(t)dt \\ &= \gamma \int_0^{TE} G(t)(x_0+vt)dt \\ &= \gamma v \int_0^{TE} tG(t)dt \\ &= \gamma vk_v \quad (1)\end{aligned}$$

At $t=0$, RF pulse is applied. The integral in the 3rd line of equation 1 was denoted as k_v . To acquire spin echo signal, phase of static spin must be 0, and first term in 2nd line is 0. Then, MRI signal is sum of signals from spins of arbitrary velocity, it is described as equation 2.

$$\begin{aligned}S(x,y,v) &= \int_{-v}^{+v} |S(x,y,v)| e^{i\phi} dv \\ &= \int_{-v}^{+v} |S(x,y,v)| e^{i\gamma vk_v} dv \quad (2)\end{aligned}$$

Equation 2 shows that relation between velocity and k_v is Fourier transform. So, velocity is decomposed by Fourier transform along k_v direction of images acquired with different strength of crusher pulse.

Sampling

The algorithm described above requires images acquired with different strength of crusher pulse. However, to acquire with different strength of crusher pulse, scan time becomes number of crusher pulse times longer. To prevent extension of scan time, signal of each phase encode was acquired only once at one strength of crusher pulse, and number of total sampling points were same as conventional method. In this study, under sampling was applied retrospectively.

Experiment

Experiment was conducted on a 1.5 Tesla whole body MRI system (FUJIFILM Healthcare corporation). A healthy volunteer was evaluated. This study was approved by the ethics committee of FUJIFILM Healthcare Corporation. 8 channels head coil was used to receive signal. Scan parameters were as follows; TR / TE = 450 / 15 ms, FOV = 230 mm, freq# x phase# = 256 x 256, slice# = 22, and scan time was 1 min 58 sec. T1WI were scanned with 5 different strength of crusher pulse. The strength of crusher pulse was as follows; 0.037, 0.044, 0.046, 0.050, and 0.055 mT/m.

Evaluation

Line profile at flow artifact was compared with and without proposed removing algorithm. SNR at white matter was compared with and without proposed method.

【Results】

Figure 2 shows T1WIs acquired with conventional method (a) and proposed method (b). Thought flow artifact was confirmed on red circle in Fig. 2 (a), it was not confirmed in Fig. 2 (b). SNR at white matter was 71.9 in conventional image, and 72.7 in proposed image. Line profile is also showed in figure 2 (c). By applying proposed algorithm, flow artifact was removed from T1WI.

【Conclusions】

In this study, a method of removing flow artifact caused by blood flow of arteries was proposed.

【References】

1 Kamba et al. JSMRM 2022 OS13-24

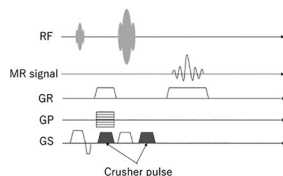


Fig. 1 Pulse sequence of Spin Echo. The blue trapezoids are crusher pulse. In this study, the strength of crusher pulse on GS was changed.

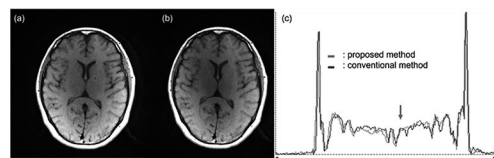


Fig. 2 T1WIs acquired with conventional method (a) and proposed method (b). Line profile at flow artifact. Purple: conventional method (a) and red: proposed method (b). Flow artifact was confirmed at red arrow on conventional method.

OS07-3 The influence of TE on the magic angle effect in 3D TSE sequence

3D TSE法におけるTEがmagic angle effectに与える影響

植村 美穂, 赤塚 吉紘, 中西 光広, 今村 壘

Miho Uemura, Yoshihiro Akatsuka, Mitsuhiro Nakanishi, Rui Imamura

Division of Radiology and Nuclear Medicine, Sapporo Medical University Hospital

【要旨】 We investigated the influence of TE on the magic angle effect in the 3D TSE sequence. Setting TE to 70 ms or longer can minimize the magic angle effect.

【背景/目的】 Magic angle effect (MAE) は、静磁場に対し約55°に走行する腱や靭帯等を短いTEで撮像した場合に高信号に描出されることを指す。Conventional spin echo法と、2D turbo spin echo (TSE) 法では、MAEを最小限にできるTEは異なると報告されている。また、MAEが発生する静磁場方向と腱のなす角度 (tendon angle to B0, TA) は、短いTEほど広い角度にMAEを認める。しかし、3D TSE法におけるMAEの報告はない。本研究の目的は、3D TSE法でTEの違いによるMAEについて調査することである。**【方法】** 対象は、腱を含む食用の牛肉で、3.0T MRI装置 (Phillips社製 Ingenia, dStream HeadSpine coil) を使用した。3D TSE (TR; 1400 ms, voxel size; 0.6 × 0.6 × 1.4 mm) の equivalent TE を 30, 40, 50, 60, 70, 80 ms に設定した。TA が 0°, 20°, 30°, 40°, 55°, 60°, 70°, 80°, 90° となるよう配置し、腱の短軸像を取得した。連続3スライスにおける腱の信号強度値 (SI) を測定した。TA が 0° と 55° におけるTEの違いによるSIおよび、各TEでのTAの違いによるSIの変化を検討した。**【結果】** TEの違いによるSIを比較した場合、TA が 0° の時、各TEのSIはほぼ一定の値を示した。TA が 55° では TE = 30 ms で最も高いSI (32504) を示した。TEの延長に伴いSIは低値を示し、TE = 70 ms でプラトーとなった。また、各TEでのTAの違いによるSIの変化を比較した場合、TE = 30 ms におけるTA が 0° (SI = 4984) に対してTA30°では顕著なSIの上昇 (SI = 7844) を認め、TA が 55° から 60° で最大となった (SI = 33586)。TE = 70 ms ではTA が 0° (SI = 1839) に対してTA が 40° からSIの上昇 (SI = 1856) を認め、TA が 55° から 60° で最大 (SI = 5958) となった。TE = 30ms ではTAの違いによる信号変化は最大28601であったのに対し、TE = 70 ms では最大4147であった。**【結論】** 3D TSE法では、腱が静磁場方向に対して40°の方向に走行する位置からMAEを認めるものの、TEを70ms以上にすることでMAEを最小限に抑えることが可能である。

OS07-4 Removing Flow artifact from aorta in dual echo image at liver by Fourier transform of various strength of crusher pulse.

クラッシュャーパルス強度変調による、肝デュアルエコー画像における大動脈のフローアーチファクト除去

伊藤 公輔, 倉谷 厚志

Kosuke Ito, Atsushi Kuratani

FUJIFILM Healthcare Corporation

【要旨】 Flow artifact in dual echo image acquired with gradient echo sequence was removed. Dual echo image was scanned with changing strength of crusher pulse. Then Fourier transform was applied to decompose static component and moving components.

【Background】

In liver imaging, flow artifact caused by aorta disturbs diagnosis [1]. To the artifact, pre-saturation pulse is utilized. However, pre-saturation pulse cause extension of TR and scan time, it is not applied in every TR, so the effect of the pre-saturation pulse is not sufficient. In this study, velocity of blood flow of aorta was encoded by varying the strength of crusher pulse. And flow artifact caused by aorta along Head-Foot direction was removed in vivo.

【Methods】

Algorithm for removing the artifact

Figure 1 is pulse sequence of Gradient Echo (GE). Blue trapezoids on slice GC are crusher pulse of slice direction. Phase of spins moving with constant velocity v along slice direction is described as equation 1.

$$\begin{aligned} \phi(v) &= \gamma \int_0^{\text{TE}} G(t)x(t)dt \\ &= \gamma \int_0^{\text{TE}} G(t)(x_0+vt)dt \\ &= \gamma v \int_0^{\text{TE}} G(t)dt \\ &= \gamma vk_1(1) \end{aligned}$$

At $t=0$, RF pulse is applied. The integral in the 3rd line of equation 1 was denoted as k_1 . To acquire spin echo signal, phase of static spin must be 0, and first term in 2nd line is 0. Then, MRI signal is sum of signals from spins of arbitrary velocity, it is described as equation 2.

$$\begin{aligned} S(x,y,v) &= \int_{-\infty}^{\infty} |S(x,y,v)| e^{i\phi(v)} dv \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} |S(x,y,v)| e^{i\gamma vk_1} dv \quad (2) \end{aligned}$$

Equation 2 shows that relation between velocity and k_1 is Fourier transform. So, velocity is decomposed by Fourier transform along k_1 direction of images acquired with different strength of crusher pulse.

Sampling

The algorithm requires images acquired with different strength of crusher pulse. However, to acquire with different strength of crusher pulse, scan time becomes number of crusher pulse times longer. To prevent extension of scan time, signal of each phase encode was acquired only once at one strength of crusher pulse, and number of total sampling points were same as conventional method. In this study, under sampling was applied retrospectively.

Experiment

Experiment was conducted on a 1.5 Tesla whole body MRI system (FUJIFILM Healthcare corporation). A healthy volunteer was evaluated. This study was approved by the ethics committee of FUJIFILM Healthcare Corporation. A torso coil and a spine coil were used to receive signal, total number of channel was 32. Scan parameters were as follows; FOV=350mm, TR/TE1/TE2=200/2.3/4.5ms, freq=phase=224x172, slice#=28, and scan time was 19sec. Image was scanned with 5 different strength of crusher pulse. The strength of crusher pulse was as follows; 0, 0.00165, 0.0033, 0.00495, and 0.0066 mT/m/sec.

Evaluation

Line profile at flow artifact was compared with and without proposed method. Ratio of signal intensity at artifact and liver was compared with and without proposed method.

【Results】

Figure 2 shows liver image acquired with conventional (a) and proposed method (b). Thought flow artifact was confirmed at red arrow in Fig. 2 (a), it was not confirmed in image with proposed method. Ratio of signal intensity was 1.25 in conventional image, and 0.94 in proposed image on in phase image, and 1.34 in conventional image, and 1.02 in proposed image on out phase image. Line profile is also showed in figure 2 (c).

【Conclusions】

In this study, a method of removing flow artifact caused by blood flow of aorta was proposed.

【References】

[1] Alfred Stadler, et. al, Eur Radiol (2007) 17: 1242-1245

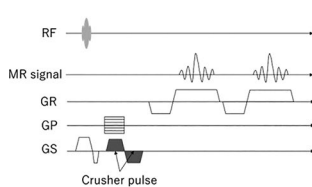


Fig. 1 Pulse sequence of Multi Echo Gradient Echo.

The blue trapezoids are crusher pulse. In this study, the strength of crusher pulse on GS was changed.

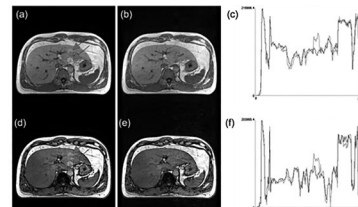


Fig. 2 Liver image of conventional method (a), and (d). Liver image of proposed method (b) and (e). Horizontal line profile on artifact is showed in (c) and (f).

OS07-5 Generalized Motion detect method using navigator echo

体動検出のための汎用的なナビゲータエコー

森分 周子, 星野 裕介, 伊藤 公輔, 瀧澤 将宏

Chikako Moriwake, Yusuke Hoshino, Kosuke Ito, Masahiro Takizawa

MR Development Department MS R&D Division Medical System Research & Development Center

【要旨】 Patient motion detection method using navigator echo was developed. Our method well worked on single echo and multi echo sequence without changing image contrast. The motion information during scan was able to be utilized to eliminate motion artifacts on image in reconstruction process.

[Introduction]

Patient motion during scan was the biggest problem in MRI examination. To minimize the motion artifacts, many researchers had developed robust sequences against motion, or some motion correction methods [1–3]. Recently, image reconstruction algorithms which can make image from less echo signal were investigated. If echo signals which were degraded by motion can be detected, non-artifact image could be acquired by excluding the degraded echo signals in the reconstruction process. For the detection of the patient motion, navigator echo is well known method, however it needs some change of the imaging sequence. For the clinical use of this function, it is important to shorten the duration of navigator echo sequence. In this study, we developed the navigator echo sequence and evaluated the performance on many body parts.

[Methods]

Experiment was conducted on a 1.5T whole body MRI system. The study was approved by the ethics committee of FUJIFILM Healthcare Corp. The navigator echo sequence was designed to be implemented to many kinds of sequence. The duration of the navigator echo sequence was within 5 msec. A navigator pulse for body motion detection was applied separately from the main measurement so that it can be applied to various kinds of sequences. To detect motion from the data sets of navigator echo, baseline signal intensity from overall echo signal and threshold value which divides degraded signal by motion were calculated. The volunteer study was conducted on the six body parts (Bran, Cspine, Shoulder, Knee, and Liver). In each body part, T1WI and T2WI sequence were selected for evaluation.

[Results and Discussions]

The navigator echo reflected patient motion and was able to detect patient motion during scan in all body parts and sequences. For the single echo sequence, the change in sequence parameter was minimized and imaging contrasts were not changed. Furthermore, for the liver imaging, the navigator echo was able to detect patient motion during breath-holding. The motion information during scan was able to be utilized to eliminate motion artifacts on image in reconstruction process.

[Conclusion]

Patient motion detection method using navigator echo was developed. The method well worked on single echo and multi echo sequence.

OS07-6 Basic study of 3D-FLAIR for imaging endolymphatic hydrops combined with T2 preparation IR (T2-prep)

T2 preparation IR (T2-prep) を併用した内リンパ水腫描出用3D-FLAIRに関する基礎的検討

西山 翔¹, 近藤 敦之¹, 米山 正己², 並木 隆², 渡辺 進一¹, 采澤 大志¹, 小澤 栄人¹

Sho Nishiyama¹, Atsushi Kondo¹, Masami Yoneyama², Takashi Namiki², Shinnichi Watanabe¹, Taishi Unezawa¹, Eito Kozawa¹

¹Saitama Medical University Hospital, ²Philips Japan,Ltd.

【要旨】 We evaluated the effect of changing the RF pulse mode and strength of the refocus pulse of 3D-FLAIR for endolymphatic hydrops visualization combined with T2 preparation IR (T2-prep). As a result, it was suggested that the adiabatic application method of refocus pulse is useful.

【目的】 内リンパ水腫描出に用いる3D-FLAIRにおいて、T2コントラスト強調技術を併用すると磁場不均一によるアーチファクトが生じることが先行研究にて示されている。そこで、本研究ではT2 preparation IR (T2-prep) におけるrefocus pulseの印加方法と強度を変化させた場合の影響を評価する。**【方法】** アーチファクト評価のため生理食塩水を6本、T2コントラストの強調を確認するため希釈したGd造影剤と目薬を2本ずつ、合計10本の試験管を並べた自作ファントムを用意した。撮像したシーケンスはNormal、T2-prep (echo time 50 ms refocusing pulses 4), (echo time 100 ms refocusing pulses 4), (echo time 150 ms refocusing pulses 4), (echo time 200 ms refocusing pulses 4), それぞれにおけるRF pulse mode (Composite, Adiabatic, B1-insensitive)の13種類である。シーケンスのinversion timeは、コントロール用生理食塩水の信号がnullになる値とした。試験管内物質それぞれの信号値を、各シーケンス間および各試験管間で比較した。アーチファクト有無の測定は生理食塩水の入った6本の試験管のうち、内耳に近い磁場不均一を示した試験管にて行った。測定点は試験管中央の10スライスとし、平均値と標準偏差を用いて評価した。**【結果】** Normalでは外れ値が無く、アーチファクトは認められなかった。Compositeでは全ての強度において外れ値が出現し、アーチファクトを認めた。Adiabaticでは外れ値が無く、アーチファクトは認められなかった。B1-insensitive ではCompositeと比較すると全ての強度において外れ値及びアーチファクトは少なかったが、軽度認めた。**【結論】** 内リンパ水腫描出に用いる3D-FLAIRにおいてT2-prepを併用する場合、RF pulse modはAdiabaticが有用であると考えられる。

OS08-1 Usefulness of deep learning reconstruction in diffusion-weighted imaging for female pelvic MRI

Deep learningを用いた拡散強調画像による女性骨盤臓器評価の有用性

小池 玄文¹, 森川 実¹, 今井 広², Thomas Benkert³, 東家 亮¹
Hirofumi Koike¹, Minoru Morikawa¹, Hiroshi Imai², Thomas Benkert³, Ryo Toya¹

¹Department of Radiology, Nagasaki University Hospital, ²MR research & collaboration, Siemens Healthcare K.K., Tokyo, Japan,

³MR Application Predevelopment, Siemens Healthcare GmbH, Erlangen, Germany

【要旨】 Pelvic DW images with deep learning (DL) image reconstruction were visually evaluated with standard DWI. The usefulness of this DL reconstruction was demonstrated by improving SNR, clear anatomical visualization, and less artifacts in the uterus, ovaries, and tumor lesions.

【目的/背景】 Deep learning (DL) は、近年、医療研究の多くの分野でアプリケーションが爆発的に増加しており、MRI画像においてもノイズ低減や画質向上を目的とした応用が報告されている。この研究の目的は、女性の骨盤臓器における DLを用いた拡散強調画像 (DL-DWI) の有用性を評価することである。**【方法】** MAGNETOM Vida (Siemens Healthcare GmbH)にてMRI検査を施行した婦人科疾患疑いの患者29人 (平均年齢42.9±16.3歳) について、標準的なDWI(S-DWI)とDL-DWIを比較評価した。腺筋症/筋腫4人、子宮頸癌6人、子宮体癌5人、RPOC2人、卵巣腫瘍12人。撮像条件は、single-shot EPI DWI, FOV 280x280mm, TR/TE 5000/73ms, 6mm slice, Matrix 160x128, grappa, acceleration factor(AF) 2, b-value 0,1000s/mm², average 4, bandwidth 1736Hz/pixel, 1m28sを基準として、prototype DL-DWIではAF 3, TE 51ms, average 3と変更し撮像時間は1m17sであった。このDL再構成は全てのsingle-shot EPIローデータに対して2種類のunrolled variational networkが反復適用されるものであり、その後に複素加算やトレース、ADC計算が行われる。子宮、卵巣および病変部において、放射線科専門医2名が(i)信号対雑音比 (SNR)、(ii)解剖構造や辺縁の明瞭さ、および(iii)アーチファクト (歪み、折り返しアーチファクト、ボケ)の有無について視覚的スコアを付けた。S-DWIをグレード3と定義し、DL-DWIを以下の各グレードで評価した (グレード5: excellent, 4: good, 3: equivalent, 2: fair, 1: poor)。**【結果】** 4例は病変を認めなかったため、29の子宮と卵巣および25の病変を評価した。S-DWIと比較して、DL-DWIはWilcoxon signed-rank testにて有意差をもって視覚的向上を認めた (p < 0.001)。DL-DWIの(i)SNRは子宮: グレード5-7例/グレード4-15例/グレード3-7例/グレード2-0例/グレード1-0例。卵巣: 7/13/9/0/0。病変: 9/10/5/1/0、(ii)辺縁の明瞭さは子宮: 8/11/10/0/0、卵巣: 7/12/10/0/0、病変: 13/7/4/1/0、および(iii)アーチファクトは12/12/4/1/0であった。**【結論】** DLを用いた拡散強調画像は、通常の拡散強調画像と比較して、子宮、卵巣、病変のSNR、辺縁の明瞭さ、およびアーチファクトを改善させた。

OS08-2 The efficacy of deep learning models in the diagnosis of endometrial cancer using MRI

MRI画像を用いた子宮内膜癌診断における深層学習モデルの有用性の検討

齋田 司¹, 漆原 愛子², 森 健作¹, 石黒 聡尚¹, 井上 慶², 増本 智彦³, 佐藤 豊実⁴, 中島 崇仁¹

Tsukasa Saida¹, Aiko Urushibara², Kensaku Mori¹, Toshitaka Ishiguro¹, Kei Inoue², Tomohiko Masumoto³,

Toyomi Satoh⁴, Takahito Nakajima¹

¹Department of Radiology, Faculty of Medicine, University of Tsukuba, ²Department of Radiology, University of Tsukuba Hospital,

³Department of Diagnostic Radiology, Toranomon Hospital, ⁴Department of Obstetrics and Gynecology, Faculty of Medicine, University of Tsukuba

【要旨】 This study compared the diagnostic performance of deep learning models using convolutional neural networks (CNN) with that of radiologists in diagnosing endometrial cancer, and CNN demonstrated high diagnostic performance.

【目的】 子宮内膜癌存在診断における畳み込みニューラルネットワーク (CNN) を用いた深層学習モデルの診断能を放射線科医と比較し、適切な学習条件を検証する。**【方法】** 2015年1月から2020年5月までにMRIを受けた子宮内膜癌および非癌病変を有する患者を対象とした。評価画像にはT2強調画像、ADC map、造影T1強調画像を用いた。研究1では、癌患者204名と非癌病変患者184名の3種類のシーケンスのそれぞれの単一画像セットと複数のシーケンスを複合した複合画像セットを用いて、子宮内膜癌の有無をラベルし、学習に使用した。その後、学習に使用していない癌患者51名と非癌病変患者46名の同じ種類の画像セットでテストを行なった。同じテスト画像を経験豊富な3人の放射線科医が評価し、子宮内膜癌の有無を診断した。CNNと放射線科医の子宮内膜癌の存在診断に対する感度、特異度、精度、受信者動作特性曲線下面積 (AUC) を算出し、比較を行なった。研究2では、単一画像セットを用いた学習に、異なるシーケンスや同一シーケンスの異なる撮影断面の画像を追加することで、CNNの診断能が向上するかどうかを検証した。**【結果】** 単一画像セットと複合画像セットを用いたCNNのAUCはそれぞれ0.88-0.95、0.87-0.93であり、放射線科医と比較して同等から良好な診断能を示した。また、他の種類の画像を加えて学習させたCNNのAUCは0.88-0.95であった。**【結論】** MRIを用いた子宮内膜癌の存在診断において、CNNは高い診断能を示した。有意差はないものの、一部の画像セットでは、他の種類の画像を追加することで、診断能の向上が確認された。

OS08-3 MRI-based Radiomics Analysis in distinguishing Ovarian Clear cell Carcinoma from G2/3 Endometrioid Carcinoma and High-grade serous Carcinoma

卵巣透明細胞癌 vs G2/3 類内膜癌や高異型漿液性癌のMRI: レディオミクス解析での鑑別

竹山 信之^{1,5}, 佐々木 康², 上田 康雄³, 田中絵理子^{1,4}, 永井 京子¹, 森岡 幹², 田代 祐基¹, 笹沢 俊吉¹, 牧田 真弥¹, 堀 祐郎¹, 橋本 東児¹, 和田あかね³, 小川 高史³, 榎 玄秀³, 牧田 真弥¹, 扇谷 芳光⁵, 樋口 舞香⁵, 萩原 遼太⁵, 佐伯 美帆⁵, 井上 永介⁶

Nobuyuki Takeyama^{1,5}, Yasushi Sasaki², Yasuo Ueda³, Eliko Tanaka^{1,4}, Nagai Nagai¹, Miki Morioka², Yuki Tashiro¹, Syunkichi Sasazawa¹, Maya Makita¹, Yoshiro Hori¹, Toshi Hashimoto¹, Akane Wada³, Takashi Ogawa³, Gensyu Tate³, Maya Makita¹, Yoshimitsu Ohgiya⁵, Maika Higuchi⁵, Ryota Hagihara⁵, Miho Saeki⁵, Eisuke Inoue⁶

¹Department of Radiology, Showa University Fujigaoka Hospital, ²Department of Obstetrics and Gynecology, Showa University Fujigaoka Hospital, ³Department of Pathology and Laboratory Medicine, Showa University Fujigaoka Hospital, ⁴Department of Radiology, Kawasaki Saiwai Hospital, ⁵Department of Radiology, Showa University School of Medicine, ⁶Department of Research Administration Center, Showa University School of Medicine

[Objective/Background] According to the management of epithelial ovarian cancer (OC) from the national comprehensive cancer network (NCCN) clinical practice guidelines 2020, most of the recommendations are based on data from patients with the most common subtypes which are grade 2 or 3 endometrioid carcinoma (G2/3 EC) and high-grade serous carcinoma (HGSC). The NCCN clinical practice guideline also shows the less common subtypes including clear cell carcinoma (CCC). Management options following up-front primary surgery for stages 1 and 2-4 are different between the two subtypes. To date, magnetic resonance imaging (MRI) has been established to differentiate epithelial OC subtypes using morphologic characteristics and the signal intensity of tumors; however, there have been limitations to interpret MRI features. The purpose of this study was to retrospectively evaluate the diagnostic performance of MRI-based features model and radiomics features model in discriminating CCC from G2/3 EC and HGSC. [Method] Thirty-seven patients with 38 CCCs and 43 patients with 57 G2/3 ECs and HGSCs who underwent preoperative MRI examinations before salpingo-oophorectomy without neoadjuvant chemotherapy from October 2014 to December 2022 were enrolled. MRI-based features were assessed and compared between the two groups. Radiomics features were extracted with three-dimensional images segmentation of the whole tumor volume on sagittal T2-weighted image (T2WI) and apparent diffusion coefficient (ADC) map. The least absolute shrinkage and selection operator regression with 10-fold cross-validation method was performed to select features in the MRI-based features model and radiomics features model. The maximal number of features was set at four. A logistic regression analysis was conducted to discriminate two diseases in each model. Receiver operating characteristic curve analyses using the areas under the curves (AUCs) were performed on both models to determine the diagnostic performance to predict CCC. [Result] The signal intensity of solid component on unenhanced T1-weighted image, the presence of hemorrhage within the loculi, the growth pattern of solid component (Polypoid vs. Broad-based), and tumor configuration (predominantly cystic, solid and cystic, or predominantly solid) were selected for the MRI-based features. For the radiomics features model, gray level size zone matrix (GLSZM) small zone emphasis and GLSZM low grey level zone emphasis on T2WI, and Intensity-based minimum grey level and gray tone difference matrix (NGTDM) strength on ADC map were selected. A comparison of AUCs shows that the diagnostic performance of the radiomics features model was better than that of the MRI-based features model (0.9675 vs. 0.8687; $p = 0.0080$). [Conclusion] The diagnostic performance of the radiomics features model may be significantly superior to that of the MRI-based features model for discriminating CCC from G2/3 EC and HGSC. Further studies are needed on the use of these methods for a preoperative differential diagnosis of these two diseases.

OS08-4 An Evaluation of Enhanced Fat Suppression Effect by Integrating PROSET-DWIBS

PROSET併用DWIBSにおける脂肪抑制効果の向上に関する評価

渡部 勝浩¹, 小原 真², 本田 真俊², 勝又 康友², 高原 太郎³, 高野 晋¹

Katsuhiro Watanabe¹, Makoto Obara², Masatoshi Honda², Yasutomo Katsumata², Taro Takahara³, Susumu Takano¹

¹Department of Radiology, Tokai University Hospital, ²Medical Systems, Philips Electronics Japan, ³Department of Biomedical Engineering, Tokai University School of Engineering, Kanagawa, Japan

[要旨] Employing PROSET-DWIBS in the pelvic region offers improved fat suppression compared to DWIBS and SPAIR. Despite a decline in the testicles SNR as virtual tumors, diagnostic integrity is maintained. In other words, PROSET-DWIBS improved back suppression effect, suggesting its clinically usefulness.

[background]

The conventional technique of Diffusion-weighted Whole Body Imaging with Background Body Signal Suppression (DWIBS) employs the inversion recovery method to capture malignant cancer at comprehensive body images. However, it is occasionally experienced that the fat signals are not entirely suppressed clinically. This study introduces the PROSET technique as an adjunct to DWIBS (PROSET-DWIBS), with the expectation of enhancing fat suppression compared to the conventional approach. The objective of this study is to evaluate the fat suppression effect of PROSET-DWIBS by comparing it with the conventional methods in terms of signal-to-noise ratio (SNR).

[method]

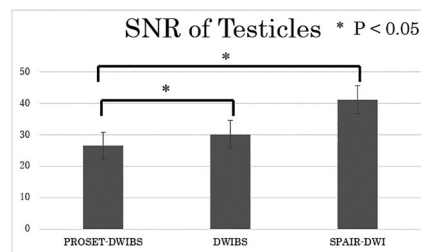
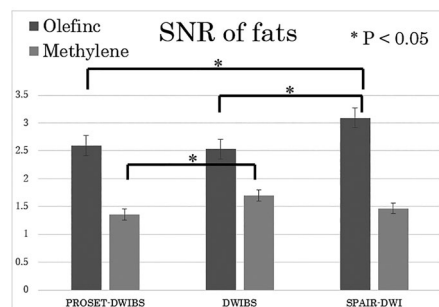
Six healthy volunteers (6male; mean age, 26.5 ± 1.7 years; age range: 24-29 years) underwent imaging in the pelvic region using DWIBS, PROSET-DWIBS and diffusion-weighted imaging with Spectral Attenuated Inversion Recovery (SPAIR-DWI), employing b-values of 0 and 1500 s/mm². Image acquisition was performed on a 1.5T MRI (Ingenia Ambition; Philips Healthcare, Best, the Netherlands), and ImageJ was utilized for image analysis. As multiple lipid resonances exist in fat tissue, fat signals were visually classified into two, based on diffusion images acquired without fat suppression. According to Minami et al, it has been reported that one is mainly methylene-derived fat signal that exhibit chemical-shift on the image (Methylene). The other is mainly olefinic-derived fat signal that does not shift on the image (Olefinic). Regions of interest (ROIs) were drawn in subcutaneous fat region for Methylene and Olefinic and in the testicles as virtual tumors in each sequence, and signal values were measured. The muscle was considered the background, and SNR values were compared using the subtraction method. SNR was calculated as follows: SNR = signal value / muscle standard deviation. Paired t-tests were conducted to assess the respective SNRs.

[result]

Regarding Olefinic, PROSET-DWIBS showed lower SNR compared to the SPAIR-DWI, similar to the DWIBS. There was significant difference among each sequence ($p < 0.05$). On the other hand, DWIBS showed the highest SNR for Methylene, followed by SPAIR-DWI, and then PROSET-DWIBS. There was significant difference between PROSET-DWIBS and DWIBS. ($p < 0.05$). In the case of the testicles, SPAIR-DWI demonstrated the highest SNR, followed by DWIBS, and then PROSET-DWIBS ($p < 0.05$).

[conclusion]

In terms of Olefinic, PROSET-DWIBS achieved a comparable level of fat suppression to the DWIBS, as opposed to the SPAIR-DWI. In the case of Methylene, PROSET-DWIBS demonstrated superior fat suppression compared to the other two methods. Significant differences were observed especially for PROSET-DWIBS and DWIBS. However, the virtual tumors representing the testicles exhibited decreased SNR in PROSET-DWIBS compared to the other two methods. In summary, PROSET-DWIBS showed a higher fat suppression effect compared to the two conventional fat suppression techniques, but it also resulted in a decrease in signal intensity of testicles.



OS08-5 Impact of Deep Learning Reconstruction on Radiomics Features in the Prediction of Prostate Cancer Biopsy Results

深層学習画像再構成が前立腺がん生検結果予測におけるRadiomics特徴量に与える影響

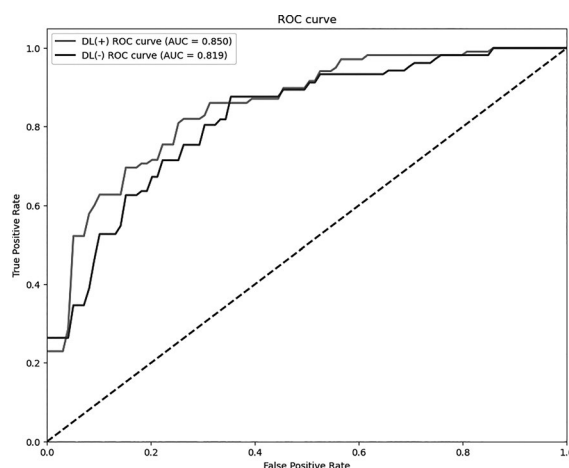
高尾 友也, 橋渡 貴司, 小山 佳寛

Tomoya Takao, Takashi Hashido, Yoshihiro Koyama

Division of Radiology, Department of Medical Technology, Osaka University Hospital

【要旨】 This study investigated the impact of deep learning reconstruction (DLR) on radiomics features. Logistic regression using only significant features was used to assess the predictability of Gleason scores. DLR(+) had higher sensitivity, specificity, AUC and accuracy in predicting Gleason scores.

【背景】 Radiomics特徴量は前立腺癌のステージング評価や再発予測に有用であるが、その特徴量は画質に左右される。近年、MR画像は信号対雑音比の向上、撮像時間の短縮やアーチファクトの低減を目的に深層学習を用いた画像再構成 (DLR) が臨床利用されている。本研究ではDLRあり (+) とDLRなし (-) の前立腺MR画像からRadiomics特徴量を抽出しGleason scoreの予測能を評価することで、DLR-MR画像がRadiomics特徴量へ及ぼす影響について検討した。**【方法】** 前立腺癌疑いでMRI検査を施行した患者50名を対象とした。50名のうち、Gleason scoreが7以上の患者は28名であった。全てのMR画像はGE社製3T-MRI (SIGNA Architect) で撮像され、Radiomicsの解析にはT2強調画像 (T2WI) と拡散強調画像 (DWI) および見かけの拡散係数 (ADC map) を使用した。Gleason score 7以上の患者は癌を疑う横断面を対象とし、それ以外の患者は前立腺が描出される全ての横断面を対象とし、いずれも矩形の関心領域 (ROI) をマスク画像として使用した。Radiomics特徴量は、1つのROIに対して5個の局所特徴量、18個のヒストグラム特徴量、73個のテクスチャ特徴量 (22個のGLCM, 16個のGLRLM, 16個のGLSZM, 5個のNGTDM, 14個のGLDM) を抽出し、ヒストグラム特徴量とテクスチャ特徴量についてはウェーブレット変換後の特徴量も含め、各MR画像で460個の特徴量が得られた。最終的な特徴量の数は、T2WI, DWIおよびADC mapの3画像で合計1380個であった。DLR (+) とDLR (-) の2群間において、Radiomics特徴量とGleason scoreとの相関について単変量Mann-Whitney検定を行った。検定後、統計学的有意差 ($p < 0.05$) があつた特徴量のみを選択してロジスティック回帰を行い、Radiomics特徴量からGleason scoreが予測できるか評価した。ロジスティック回帰 (正則化: LASSO) は5分割交差検証を採用し、平均の感度、特異度、曲線下面積 (AUC) を算出して2群間で比較した。**【結果】** Mann-Whitney検定でGleason scoreと有意な相関を認めたRadiomics特徴量は、DLR (+) では568個 (T2WI:196, DWI:170, ADC map:202), DLR (-) では677個 (T2WI:227, DWI:168, ADC map:282) であつた。これらの特徴量を用いたロジスティック回帰における感度、特異度およびAUCは、DLR (+) で0.800, 0.795および0.850, DLR (-) で0.730, 0.761および0.819であつた。いずれもDLR (+) の方が高く、DLR (-) よりもGleason scoreの予測精度が向上することが分かつた。**【結論】** DLRを用いた前立腺MR画像から抽出したRadiomics特徴量はGleason scoreとの相関に大きな影響を与えず、その特徴量を用いることでGleason scoreの予測精度が向上した。



OS09-1 Investigation of Conditions for Overlap Thin Slice 2D Imaging Enabling MPR of the Extremities and Spine

四肢、脊椎におけるMPRが可能なOverlap Thin Slice 2D Imagingの検討

小泉 達也, 相澤 若奈, 垣副 秀則, 田畑 孝則, 長澤 秀和, 佐藤 謙一

Tatsuya Koizumi, Wakana Aizawa, Hidenori Kakizoe, Takasumi Tabata, Hidekazu Nagasawa, Kenichi Sato

Department of Radiology, Juntendo Tokyo Koto Geriatric Medical Center

【要旨】 Adjusting the slice excitation order and acquiring at overlapping slice intervals down to -50% of the slice thickness can provide smooth images even after MPR. Overlapping slice spacing degrades SNR, which is mitigated with DLR.

【目的】 これまで3D収集の有用性は数多く報告されて来たが、2D収集と比べるとボケやコントラストの低下があつた。近年、Deep Learning Reconstruction(DLR)のdenoise技術により、2DでもThin Sliceの収集が可能となつた。今回DLRを使用して、Multi Planar Reconstruction(MPR)が可能なThin Slice 2D収集の条件検討を行った。

【方法】 ピンファントムと均一ファントムを用いて、スライス励起順とスライス間隔を変化させた際のSignal to Noise Ratio(SNR)と均一性を比較した。スライス励起順はSequential, Interleave, Coverage Interleaveの3種類、スライス間隔はGap20%を基準として、Gapなしの0%から-10%、-30%、-50%と最大でスライス厚の半分が重なる条件で比較した。最後に臨床画像にて比較した。

【結果】 SNRはスライス間隔をオーバーラップさせる程低下したが、DLRを入れることでDLRを入れていないGap20%よりも高くなつた。オーバーラップを-50%にすることでMPRした際にガタツキの少ないなめらかな画像なつた。スライス励起順はInterleaveのCoverage数2が最もSNRが高かつたが、中心部に線が見られたため、均一性が高かつたCoverage InterleaveもしくはInterleaveのCoverage数1が良いと思われた。Coverage数を増やすほど均一性を維持したまま、SNRが向上した。臨床画像から動きの少ない領域では、Coverage数を多くしたCoverage InterleaveがSNRも高く、なめらかで有効と思われた。

【結論】 DLRを使用した上で、スライス励起順とCoverage数を調整し、スライス間隔をスライス厚の-50%までオーバーラップして収集することにより、MPRしてもガタツキの少ない画像を提供できることが示唆された。

OS09-2 Investigation of Conditions for Overlap Thin Slice 2D Imaging Enabling MPR of the Pelvis 骨盤部におけるMPRが可能なOverlap Thin Slice 2D Imagingの検討

小泉 達也, 相澤 若奈, 垣副 秀則, 田畑 孝純, 長澤 秀和, 佐藤 謙一

Tatsuya Koizumi, Wakana Aizawa, Hidenori Kakizoe, Takasumi Tabata, Hidekazu Nagasawa, Kenichi Sato

Department of Radiology, Juntendo Tokyo Koto Geriatric Medical Center

【要旨】 By overlapping 2D slices and acquiring them, there is a decrease in contrast due to the cross talk artifact, but unlike 3D, MPR is possible while maintaining the conventional 2D shading.

【目的】 これまで3D収集の有用性は数多く報告されて来たが、2D収集と比べるとボケやコントラストの低下があった。近年、Deep Learning Reconstruction(DLR)のdenoise技術により、2Dでもthin sliceの収集が可能となった。先行研究により我々は2Dのスライスをオーバーラップさせて収集することにより、ガタつきのない画像になることを報告したが、今回動きのある骨盤領域において、DLRを用いたMulti Planar Reconstruction(MPR)が可能なThin Slice 2D収集の検討を行った。

【方法】 均一ファントムを用いて、一定間隔でファントムを動かし、スライスをオーバーラップさせて収集した際の蠕動などの動きによる影響を検証した。次に骨盤部の臨床例によりスライス励起順をInterleaveとCoverage Interleave、スライス間隔を-50%と-20%に変更し比較した。次に子宮内膜、筋層、Junctional zoneを模擬したGdとヨード希釈ファントムにてオーバーラップによりコントラスト比が変化しないか検討した。最後に3DT2WIと従来の20%Gapの2D収集、オーバーラップさせた2D収集でコントラスト比を比較した。

【結果】 スライス方向の動きは線状のアーチファクトとして現れた。動きのある領域ではCoverage Interleaveの場合、MPRした際の連続性が悪化した。これは隣り合うスライスが時間において異なるTRで励起されるためと考える。そのためスライス励起順はCoverage数1のInterleaveが良いと思われる。スライス間隔は-50%にすることによりMPRした際にガタつきのない滑らかな画像となった。コントラスト比はスライスをオーバーラップさせたことにより従来の20%Gapと比べ低下した。これはスライスをオーバーラップさせたことによるクロストークアーチファクトの影響と思われる。しかし、3Dと比較するとオーバーラップさせた2Dの方が高かった。

【結論】 Thin Sliceの2Dをオーバーラップさせて収集したことにより、クロストークによるコントラストの低下はあるが、DLRを使用することで3Dよりも従来の2Dの濃淡を維持したままMPRが可能な収集となることが示唆された。

OS09-3 Validation of temperature dependence of the phantom for T1 rho mapping T1 rho ファントムの温度依存性の検証

鈴木 政司^{1,2}, 小山 靖人³, 米山 正己⁴, 大澤威一郎¹, 井上 快児¹, 小澤 栄人¹, 新津 守¹

Masashi Suzuki^{1,2}, Yasuhito Koyama³, Masami Yoneyama⁴, Iichiro Osawa¹, Kaiji Inoue¹, Eito Kozawa¹, Mamoru Niitsu¹

¹Saitama Medical University Hospital, ²Faculty of Health Sciences Tsukuba International University, ³Faculty of Engineering, Toyama Prefectural University, ⁴Philips Japan

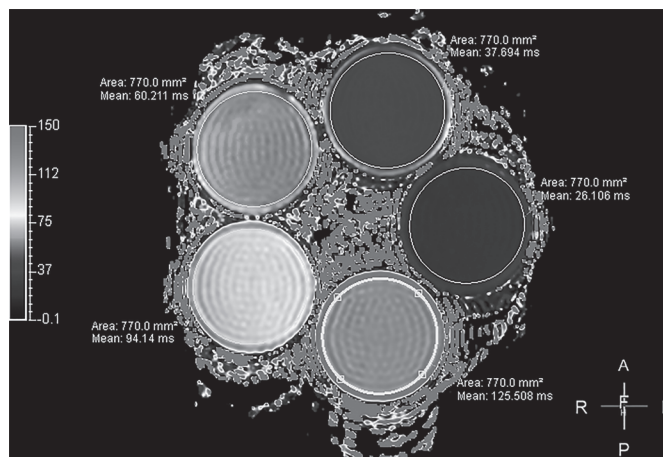
【要旨】 We examined temperature dependence of the developed phantom for T1 rho mapping. The T1 rho values became higher as the temperature increased. The elastic modulus of the acrylamide gel showed increasing trends. The temperature should be kept constant when the phantom is used.

【目的】 軟骨損傷の早期診断に有効との報告のある、T1 rho マッピングのためのファントムに関する報告は少ない。そのため我々は、アクリルアミドゲルを使用したファントムを開発した。本研究では、開発したファントムの温度依存性と、温度によるアクリルアミドゲルの物性の変化を調べることを目的とした。

【方法】 ファントムはアクリルアミド(Nacalai Tesque Inc., Japan)より作成された。架橋度は2.0, 3.0, 5.0, 8.0, 12.0の5種類とし、ポリエチレン製広口試薬瓶に封入した。MRI装置は3.0-T Ingenia Elition (Philips Healthcare, The Netherlands)を、コイルは16ch T/R knee coilを使用した。プロトコルはT1 rho-prepared segmented turbo spin echo; TE / TR, 23 / 1200 ms; slice thickness, 0.8 mm; matrix, 152 × 150; field of view, 150 × 150 mm²; Flip angle, 90 degrees; Voxel size, 1 × 1 × 0.8 mm³; spin-lock times, 0, 50, 100ms; spin-lock frequency, 500 Hz; acquisition time, 7:04であった。撮像時のファントム温度は25℃と42℃として2回に分けて撮像した。画像の解析にはImageJ (1.52a, NIH, USA)を使用した。撮像後はレオメータ(MCR302, Anton Paar, Austria)を使用し、加温しながらファントムの貯蔵弾性率、損失弾性率および複素粘度を測定した。

【結果】 ファントム温度が25℃および42℃におけるT1 rho値 ± 標準偏差 (ms)を示す。架橋度(2.0), 20.4 ± 0.9/25.9 ± 0.8; 架橋度(3.0), 28.2 ± 1.1/36.9 ± 0.9; 架橋度(5.0), 43.7 ± 1.3/60.0 ± 1.8; 架橋度(8.0), 68.8 ± 2.1/93.0 ± 4.0; 架橋度(12.0), 99.7 ± 3.5/125.0 ± 5.3。いずれの架橋度においても、ファントム温度が25℃から42℃に上昇すると、25%から37%の範囲でT1 rho値が増加した。ファントム材料であるアクリルアミドゲルの貯蔵弾性率、損失弾性率および複素粘度は、アクリルアミドゲルの温度の上昇とともにいずれも上昇傾向を示した。

【結論】 ファントムより得られるT1 rho値は、ファントムの温度が25℃に対して42℃では上昇することが明らかになった。そのため撮像時にはファントムの温度を一定とする必要がある。また、T1 rho値はアクリルアミドゲルの貯蔵弾性率、損失弾性率および複素粘度に関連する可能性がある。



OS09-4 Examination of suppression of B1 heterogeneity using spacer and B1 filter in pelvic MRI

骨盤部Magnetic Resonance Imaging(MRI)におけるスパーサーとB1 filterを用いたB1不均一抑制の検討

牧原 佑樹, 室屋 隆伸, 松尾 浩二

Yuki Makihara, Takanobu Muroya, Koji Matsuo

National Hospital Organization Kyoto Medical Center

【要旨】 SIEMENS MAGNETOM Vida 3T was used to investigate whether spacers and B1 filters are useful as a way to suppress B1 heterogeneity. Using the B1 filter showed a higher degree of uniformity. The closer to the center of the magnetic field, the higher the uniformity and the lower the SNR.

【目的】 骨盤部MRIにおいてSTIRは有用なシーケンスである。しかし、3T MRIでは体厚のある部位でB1不均一の影響が大きくなりSTIRでは脂肪抑制ムラが生じることがある。本研究の目的はB1不均一の抑制法として、スパーサーを使用しファントムを磁場中心に近づけることで画像にどう影響するのか調査し、また、B1 filterの有用性を検討することである。

【方法】 ガドリニウム造影剤を希釈した自作ファントムを使用し、SIEMENS MAGNETOM Vida 3Tを用いて、STIRとB1mapを撮像した。定量評価として1枚15mmのスパーサーを0枚から4枚まで1枚ずつ増やしてSTIRを撮像し、均一度と信号雑音比(SNR)を比較した。また、スパーサー0枚の時にB1 filter (+)を追加で撮像し、B1 filter (-)と(+)で均一度とSNRを比較した。定性評価としてB1 mapよりスパーサー枚数ごとのB1不均一を視覚評価した。

【結果】 スパーサーの検討では、枚数を増やし磁場中心に近づくほど均一度は高くなり、SNRは低下した。B1 filter(-)(+)の比較では、B1 filter(+)(-)の方が均一度は高い値を示し、SNRは変化が少なかった。B1mapでは、スパーサーを1枚以上使用することで、B1不均一の影響を低減できた。

【結語】 B1不均一の抑制法として、スパーサーとB1 filterは有用であった。

OS09-5 Brain finer structures of a human embryo depicted by MR microscopy with different contrasts

異なるコントラストのMR microscopyによるヒト胚子脳の微細構造の描出

國枝 和輝¹, 牧原 和幸¹, 山田 重人², 寺田 康彦¹

Kazuki Kunieda¹, Kazuyuki Makihara¹, Shigehito Yamada², Yasuhiko Terada¹

¹Graduate School of Science and Technology, University of Tsukuba, ²Congenital Anomaly Research Center, Kyoto University Graduate School of Medicine

【要旨】 MR microscopy of human embryos has used T1 imaging, but it failed to clearly depict the brain's structure. In this study, we measured NMR parameter and showed that the cerebral cortex of human embryo CS23 could be delineated into four layers with T2*-weighted sequences.

1. Introduction

ヒト胚子期は、妊娠8週齢までの標本でCS1からCS23までに分類される。ヒト脳の発達メカニズムを解明するためには、その原基が形成される期間の脳構造を明らかにすることが非常に重要である。これらの構造は数十μm程度と非常に微小であるために、signal-to-noise ratio(SNR)が高く、保存液と標本をよく区別できるTRの短いGRASS法を用いたMR microscopyによる研究が行われてきた[2], [3]。我々は、昨年度にCS23をvoxel size (15 μm)³高分解能撮像した結果について報告した[4]。しかし、組織間コントラストの不足により、組織内の構造を抽出することができなかった。本研究では、脳内の組織をより明確に識別するためのsequenceを探索し、T2*強調のGRASS法で、CS23標本の脳皮質内の4層構造を区別できることを示す。

2. Material and Method

2.1 Human embryo and MRI system

撮像に用いたヒト胚子CS23(頭殿長28mm)を図1(a)に示す。ヒト胚子は、京都コレクションから選んだプラン溶液に一日浸して化学固定された後、10%ホルマリン溶液内で長期保存されているものを使用した。1%のアガロースゲルを用いて固定した。また、図1(b)(c)に、hematoxylin and eosin (HE)によって染色された別のCS23標本の光学顕微鏡画像を示す。なお、9.4 T vertical wide bore (89-mm diameter)superconducting magnet(Oxford Instruments)を用いた。

2.2 Pulse sequence

より微細な構造を抽出するためには、高分解能と十分なコントラストの両方が重要である。本研究では、効率的に脳皮質内の層構造を区別できるsequenceを探索するために以下の3実験を行った。実験1ではspin echo (SE)法とGRASS法でNMRパラメータ測定を行い、高分解能撮像を行うためのsequence候補を列挙した。実験2では、実験1で候補に挙げたsequenceで実際に脳皮質を抽出することが可能であるかをvoxel size (60 μm)³で確認した。なお、高分解能撮像ではSE法は使用せず、GRASS法を用いた。それは、再収集ができない貴重なヒト胚子標本の損傷の原因となるspecific absorption ratio (SAR)を小さくできるためだ。さらにGRASS法は、SE法よりもTEを短くでき、flip angle(FA)によってもコントラストを変化させることが可能である。実験3では、実験2で選択したsequenceで高分解能撮像をvoxel size(30 μm)³で行った。また比較用に、短いTRのGRASS法で撮像した。

3. Results

実験1の結果であるkernel density plotを図2(a)に示す。脳皮質内のT1とT2には正の相関関係があり、TRとTEを不適切に選択するとそれぞれ別のコントラストが競合し、鮮明な画像を得ることができない。図2(b), (c), (d)で示すように、T1, T2, T2*の測定から、脳皮質内の構造は、少なくとも3層(layer 1, layer 2, layer 3)からなることが確認できた。二つの組織間のT2コントラストを強調するためには、二つのT2の値の平均値をTEとすることが望ましい[5]。そのため、実験2では、図2(e), (f), (g)のようにTEの値をsequence1ではlayer 1とlayer 2の平均値8 msとし、sequence2, 3では、大脳半球内のlayer 1に隣接する部分のT2*の平均値12 msを用いた。また、sequence 3では、TRを短く、FAを小さくした。脳皮質内の層構造がよよく区別することができ、より撮像時間を短くできるsequence3を高分解能撮像用に選択した。図2(h)のように、T2*強調画像の高分解能撮像では脳皮質内の4つの層が区別できた。TRを短くした図2(i)では、保存液と標本のコントラストは優れていたが、脳皮質内の層構造を区別することはできなかった。FAを小さくしたためT1コントラストは十分に抑制できており、T2*コントラストのみが現れ、25.6時間という短時間で脳皮質の層構造を4つに区別できた。

4. Conclusion

我々は、NMR parameterを測定し、その結果から目的の構造物において適切なsequenceを選択することで、T2*強調画像でヒト胚子標本CS23の撮像を行い、脳皮質の層構造が4つに分離することができた。

[1] M. Mollnes et al. *Curr Opin Neurobiol*, February 2010.
[2] Y. Okita et al. *Magn Reson Med Sci*, Feb 12, 2015.
[3] K. Kono, *Anat Rec*, June 2018.
[4] Kazuki Kunieda et al. *放射線診断学* 2019年10月号.
[5] M. Cal, et al. *Magn Reson Med*, August 2010.

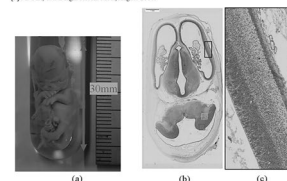


図1 Human embryo CS23(a)ホルマリン固定されたヒト胚子標本CS23(27.5mm)。 (b) hematoxylin and eosin(HE)によって染色された別のCS23標本。 (c) 異なるコントラストの脳皮質の拡大図。図中の矢印は層構造を示す。

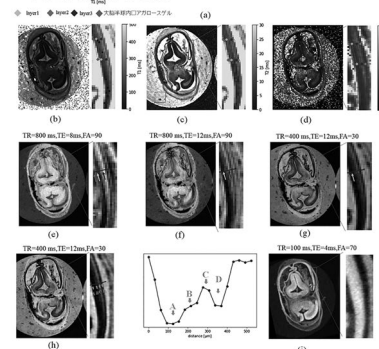
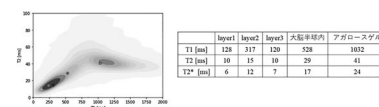


図2 Contrast-weighted CS23のNMR parameterの値と脳皮質の層構造(a) kernel density plot(k1) map(k1 T2 map)のT1, T2, T2*の測定は、FOV 2.40 x 1.44 x 1.44 mm, matrix size=400 x 200 x 200としてT1, T2, T2*を定量化するためにspin Echo法でTR:TE=200,400,800/12 ms, TR:TE=1600/12,24,36 msとした撮像を行い、T2*値を定量化するために、gradient recalled acquisition in the steady state(GRASS)法でTR:TE=600/12 ms/FA=90°として撮像を行った。図中の矢印は、図1(c)の層構造はそれぞれ、layer1,2,3を示す。また、図中の矢印は大脳半球内のlayer1に隣接する部分を示す。 (b),(c),(d)は実験1: 0.1 T sequence, 1.5 T sequence (60 μm)の撮像結果。 (e),(f)は実験2で行ったsequence (30 μm)の撮像結果。

OS09-6 The tracking performance of tags with spatial patterns in tagged MRI with rotational motion 回転運動するタギングMRI画像における空間パターンを持つタグの追跡性能

山本 詩子^{1,2}, 今井 宏彦², 大関 真之^{3,4}, 加納 学²

Utako Yamamoto^{1,2}, Hirohiko Imai², Masayuki Ohzeki^{3,4}, Manabu Kano²

¹Department of Data Science, Osaka Seikei University, ²Graduate School of Informatics, Kyoto University, ³Graduate School of Information Sciences, Tohoku University, ⁴Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology

【要旨】 This study explores the tracking performance of spatially distinguishable tag patterns in tagged MRI. We compared the tracking errors of tag patterns to conventional grid tags for rotated MR images. The tag patterns had smaller errors especially for rotational angles close to 0 and 90 degrees.

【目的/背景】 タギングMRIは、撮像対象にタグという磁気的な標識を付加し、心壁など生体内で動く組織の局所的な動きを追跡できるようにする撮像方法である。従来のタギングMRIでは一定の間隔で縞模様や格子状にタグを付加する方法が一般的であるが、空間的に高い解像度で動きの追跡を行うためには、近傍のピクセルとの局所識別が可能なタグを付加する必要がある。そこで、各画素が識別できる空間パターンを持つタグ(タグパターン)を付加する方法が提案されている。タグパターンは従来のタグに比べて、MRI装置のハードウェア的な制限により印可するMRIパルスシーケンスの設計が困難で、目的のタグパターンの通りにタグが付加されるようなタグパターンを探索するのが難しい。本研究では、目的のタグパターンの通りにタグが付加されるようなタグパターンを見つけ、組織の回転運動を模したMRI画像の、ピクセルごとの移動の追跡性能についての評価を行うことを目的とする。**【方法】** MRI装置により生成可能なタグパターンを探索し、そのタグパターンを付加したMRI画像内でのタグの動きの追跡性能について検討した。タグがピクセルごとに識別可能であるように、タグパターンの各ピクセルを中心とした3×3ピクセルのパッチをテンプレートパターンとして、全てのテンプレートパターンが異なる模様となるタグパターンのみを考えた。入力された目的のタグパターンからMRIパルスシーケンスを計算し、そのパルスシーケンスに沿って磁場を印加した場合に撮像結果として生成されるタグの付加されたMRI画像を、Bloch方程式に基づいたシミュレーションにより獲得した。得られたMRI画像からタグのピクセルを抽出し、周囲のピクセルを含むパッチでピクセルごとに最も相関の高いテンプレートパターンをそのピクセルのテンプレートパターン番号として識別した。ピクセルごとのテンプレートパターン番号が目的のタグパターンと一致する割合が高いタグパターンを選択した。MRI画像を人工的に時系列的に変形させ、ピクセル単位で動きの追跡誤差を評価した。画像の変形は、0度から90度まで回転しながら縦波の正弦波が放射状に広がる変形を想定し、20回に分割して少しずつ変形する画像を作成した。タグパターンそのものを同様に変形させた画像を学習データとして、変形のパターンをカーネル法で学習し、学習したカーネルを用いて、変形後のMRI画像のピクセルごとに各テンプレートパターンの確率画像を計算した。ピクセルの追跡にはこの各テンプレートパターンの確率画像を用いた。ピクセル単位の追跡には、各ピクセルを中心とする3×3の9ピクセルを1つのパッチとし、パターン認識により最も一致する移動先の中心ピクセルをそのピクセルの移動先のピクセルとして選んだ。探索により求めた生成可能なタグパターンと、従来の格子状のタグで、追跡誤差を比較した。比較対象の格子状のタグは、4ピクセルごとに繰り返す格子とした。4ピクセルごとの格子状は、隣り合うピクセルを中心とした追跡対象の3×3のピッチが、タグパターンと同様に異なるためである。**【結果】** 回転角が45度付近では、タグパターンと格子状タグで追跡誤差にあまり違いは見られなかったが、0度と90度に近い場合に、タグパターンが格子状タグに比べて高い追跡性能を示すことが分かった。**【結論】** タギングMRIにおけるタグパターンの回転の追跡性能について検討を行ったところ、タグパターンの方が格子状タグよりも追跡性能が高くなる回転角の領域があることが分かった。

OS09-7 Characterization of the subtraction image using different inversion times for low-concentration Gd: a phantom study 低濃度Gd領域における異なるTI条件間の差分画像のコントラスト特性

加藤 裕¹, 田岡 俊昭², 長縄 慎二²

Yutaka Kato¹, Toshiaki Taoka², Shinji Naganawa²

¹Department of Radiological Technology, Nagoya University Hospital, ²Department of Radiology, Nagoya University Graduate School of Medicine

【要旨】 To characterize the subtraction image of two different TI, several Gd-solutions were scanned by varying TI. The SI of the subtracted image showed a higher slope. Our results suggest that the subtraction provides higher sensitivity to Gd-concentration within the range between the two null points.

【目的/背景】 内リンパ水腫描出用hT2W-3D-FLAIRシーケンスでは、2種類の異なる inversion time (TI) 条件で撮像し、負の信号値も画像に反映するよう差分を行うことで、薄いGdの検出を可能としている (HYDROPS法)。差分処理を行うことで、T1値の変化に対する感度を高めることができるという理論的な報告がある (Ma YJ et al. Quant Imaging Med Surg 2020)。今回、静注Gdによる内リンパ水腫画像の条件を念頭にファントム実験を行った。2種類のTI条件での撮像は単独TI条件での撮像の2倍の時間を要するが、単独TI条件の加算回数を2倍にした場合と比べたコントラスト評価をした報告も我々の知る限りない。本研究の目的は、低濃度Gd領域において、異なるTI条件での差分処理によって得られる画像の特性を、希釈Gdファントムを用いて評価することとする。**【方法】** ファントムとしてGd造影剤 (Gadobutrol) を50,000倍から100,000倍まで生理食塩水で希釈した溶液と生理食塩水原液の計12種類の溶液を用意した。装置はSiemens社製3T装置、QDコイルを使用した。撮像シーケンスは、臨床で使用しているhT2W-3D-FLAIR (TR: 9000 ms, TE: 545 ms, Averages: 2) を基準とし、事前実験にて生理食塩水がnull pointとなったTI 1850 msから100 ms刻みで1450 msまでTIを変化させて画像を取得した。本検討で用意した希釈Gd溶液の中で、null pointが存在したTI 1650 msと1550 msの画像を用いて負の信号値も反映するよう差分処理を行った。得られた画像から各希釈溶液の平均信号値と標準偏差を計測した。2種類の単独TI画像と差分画像の信号値とGd希釈率との関係を評価した。また、単独TI画像と差分画像のコントラストノイズ比 (CNR) を算出して比較した。本検討でのCNRは、TI 1650 msでnull pointとなった85,000倍希釈溶液の信号値を基準として計算した。ノイズについては、負の信号値をもつ差分画像の評価も行うため、背景の信号値や標準偏差を使用することは適さないと考え、用意した全ての希釈溶液から計測した標準偏差の平均値をノイズと定義して使用した。計算式は以下である。CNR = (各希釈溶液の信号値) - (85,000倍希釈溶液の信号値) / 全希釈溶液の標準偏差の平均値 **【結果】** Figure 1には、TI 1650 ms画像、TI 1550 ms画像、差分画像の各希釈率における信号値を示す。2種類の単独TI画像でのnull point間の領域では、先行研究で推定されたように、Gd濃度-信号値曲線の傾きが単独TI画像よりも差分画像で急峻となった。Figure 2には、単独TI (1650 ms) 条件、加算回数を2倍にした条件 (理論値)、差分処理から得られた各CNRを示す。差分処理によって得られたCNRは、単独TI条件の加算回数を2倍にした場合の理論値と同等であった。**【結論】** 2種類の異なるTI条件による負の信号値も反映した差分画像の特性として、単独TI条件の画像を加算回数2倍にした場合と同等のCNRが得られ、2種類のTI条件でのnull point間の領域において、Gd濃度の変化に対して急峻な信号値変化を示した。このことから、差分処理を行うことで、わずかなT1値の違いに対して信号値の変化を強調できることが示唆された。

Figure 1. Signal intensity of single TI image and subtraction image

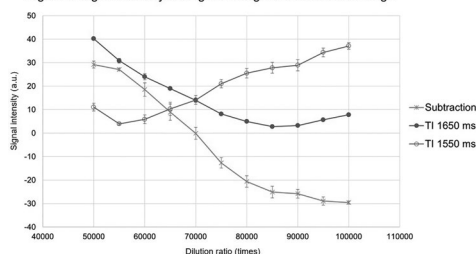
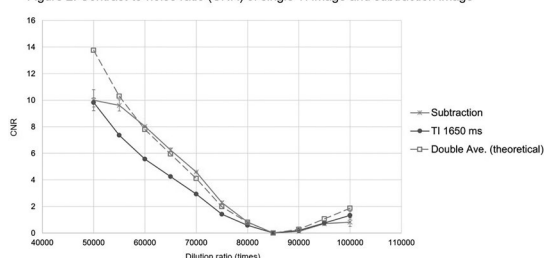


Figure 2. Contrast-to-noise ratio (CNR) of single TI image and subtraction image



OS10-1 The clinical usefulness of SPEN: results of observer study depending on the experience

SPENの臨床的有用性：経験度に基づく解析結果について

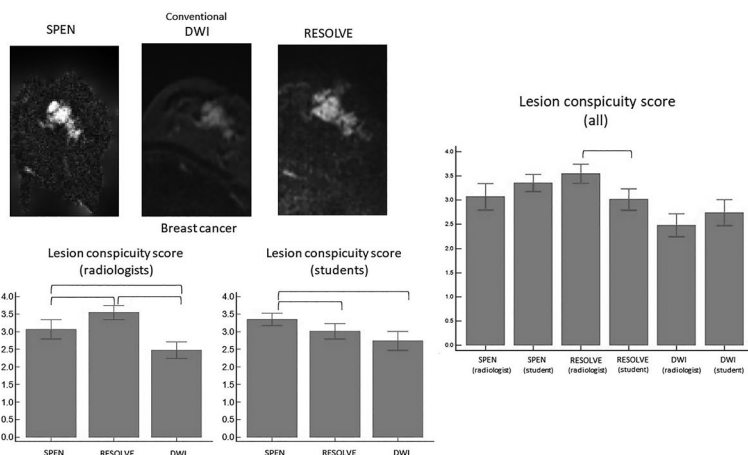
中山 怜那¹, 飯間 麻美^{2,3}, 片岡 正子², 本田 菜也^{2,4}, Martins Otikovs⁵, Noam Nissan⁶, Lucio Frydman⁵, 漆畑 勇太⁷, 岡澤 藍夏², 戸井 雅和⁸, 中本 裕士²

Rena Nakayama¹, Mami Iima^{2,3}, Masako Kataoka², Maya Honda^{2,4}, Martins Otikovs⁵, Noam Nissan⁶, Lucio Frydman⁵, Yuta Urushibata⁷, Aika Okazawa², Masakazu Toi⁸, Yuji Nakamoto²

¹Faculty of Medicine, Kyoto University, ²Department of Diagnostic Imaging and Nuclear Medicine, Kyoto University Graduate School of Medicine, Kyoto University, ³Institute for Advancement of Clinical and Translational Science (iACT), Kyoto University Hospital, Japan, ⁴Kansai Electric Power Hospital, Department of Diagnostic Radiology, Osaka, Japan, ⁵Department of Chemical and Biological Physics, Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel, ⁶Department of Radiology, Sheba-Medical-Center, Ramat-Gan, Israel, ⁷Siemens Healthcare K.K., Tokyo, Japan, ⁸Department of Breast Surgery, Kyoto University Hospital, Japan

【要旨】 We evaluated the usefulness of SPEN, conventional DWI and RESOLVE for non-professional readers in interpreting DW images. RESOLVE and SPEN lesion conspicuity scores were better than conventional DWI, but RESOLVE was the best among radiologists while SPEN was the best among medical students.

Diffusion-weighted imaging (DWI) has gained widespread application in enhancing the diagnostic accuracy of breast lesions. High-resolution DWI is affected by distortion along phase-encoding (PE) direction, fat/water crosstalks, and other field non-optimality. To address these challenges, a recently developed technique called spatiotemporal encoding (SPEN) DWI (handmade sequence) has been introduced. By adjusting the PE bandwidth (BW), image distortions can be effectively managed, resulting in a reduction of field distortions. In this study, we aimed to investigate the clinical utility of three DWI methods, namely SPEN, conventional single-shot EPI (SS-EPI), and RESOLVE. Furthermore, we evaluated the usefulness of these techniques for non-professional readers; medical students, in interpreting the obtained DWI images. This IRB approved study included 65 women who were suspected of breast tumors. 44 lesions were further analyzed (including 36 malignant and 8 benign). Three breast radiologists and 2 medical students evaluated lesion conspicuity using the semi-quantitative score, ranging from 4 (excellent) to 0 (not visible). A dedicated breast phantom which covers typical malignant and benign breast lesions were prepared and apparent diffusion coefficient (ADC) values are measured. ADC values for 36 malignant lesions were also measured. Three radiologists reported significantly higher average lesion conspicuity scores for SPEN compared to conventional DWI, while the scores for RESOLVE were significantly higher than those for both conventional DWI and SPEN. In contrast, two medical students assigned significantly higher scores for SPEN, followed by RESOLVE and conventional DWI, respectively. There was no significant difference between conventional DWI and RESOLVE. When comparing the results between radiologists and medical students, the scores for RESOLVE were significantly higher among radiologists than among medical students. The ADC values for different concentration areas in the phantom did not show significant differences among each protocol. However, the averaged ADC values for SPEN in malignant breast lesions were significantly lower compared to both conventional DWI and RESOLVE. RESOLVE lesion conspicuity was better than SPEN for breast radiologists, while SPEN ranked highest score for medical students. This might be attributed to the difference in evaluation of lesion morphology between radiologists and students. The students might focus on contrast rather than morphology. In addition, ADC values for breast phantom showed no big difference, but lesions ADC values differed protocols to protocols due to different choices of TE_s-values and voxel size were used in our study. In conclusion, different results in scoring were obtained between radiologists and students. ADC values in SPEN also varied compared to RESOLVE and conventional DWI in malignant breast lesions.



OS10-2 Clinical usefulness of GRASP sequence in Breast Ultra-Fast Dynamic Study

乳房 Ultra-Fast Dynamic study における Golden-angle Radial Sparse Parallel (GRASP) の有用性の検討

坂田 弥生¹, 鈴木 真¹, 梨子木一高¹, 田上 秀一², 田上 利佳², 川田 秀道¹

Yayoi Sakata¹, Makoto Suzuki¹, Kazutaka Nashiki¹, Shuichi Tanoue², Rika Tanoue², Hidemichi Kawata¹

¹Department of Radiology, Kurume University Hospital, ²Department of Radiology, Kurume University School of Medicine

【要旨】 The maximum slope (MS) and SNR were evaluated in each setting of on ultra-fast dynamic MRI using GRASP. MS was affected by the difference of the temporal resolution, whereas the SNR was not affected. GRASP might be useful for breast cancer imaging owing to its high spatial and temporal resolution.

【目的】 乳房 MRI の Ultra-Fast Dynamic study では、造影剤注入後の早期相を高い時間分解能で多時相的に撮像する。時間分解能を上げるために、compressed sensing (CS) や View sharing, Parallel imaging が用いられているが、radial scan と CS を併用した golden-angle radial sparse parallel (GRASP) に関する詳細な報告はない。GRASP では時間軸方向に CS を利用することで、少ないスポーク数で高倍速の再構成が可能であり、従来法よりも高空間分解能のまま高時間分解能を達成することが可能である。本研究では、撮像後に異なる時間分解能の画像を再構成し、乳房 Ultra-Fast Dynamic study における GRASP の有用性を検討した。**【方法】** 撮像装置は、SIEMENS 社製 MAGNETOM Vida 3T と breast 18ch コイルを使用した。対象は、2022年9月～2023年5月に乳房 MRI Dynamic study において GRASP を使用した患者で、腫瘍がある 52 症例とした。撮像条件は FOV350mm, マトリクスサイズ 352 × 352, スライス厚 1.0mm, TR 3.3ms, TE 1.50ms, Flip Angle 12degree, 脂肪抑制 SPAIR, 総スポーク数 1200 とし、GRASP において単純画像を 44 秒、造影剤注入開始後 321 秒後までを連続的に撮像した。撮像後に、造影剤注入後 0 秒から 120 秒までの時間分解能を 3.9 秒 (スポーク数 13, Acceleration Factor 42.5), 6.4 秒 (スポーク数 21, Acceleration Factor 26.3), 10.3 秒 (スポーク数 34, Acceleration Factor 16.3) に変化させ、それぞれ 30 相, 19 相, 12 相の画像を再構成した。kinetic curve を参考に最も染まっている腫瘍部に関心領域を設置し、maximum slope (MS) を算出した。また画質の評価として、左右の大胸筋に関心領域を設定し、各時間分解能における大胸筋の signal-to-noise ratio (SNR) を同一関心領域法により算出した。各時間分解能の画質 (ノイズ, コントラスト, 空海分解能) およびストリークアーチファクトに関しては、MRI を撮像する診療放射線技師 4 名により、4 段階の視覚評価を行い点数化した。**【結果・考察】** 乳房腫瘍内の MS の値は、時間分解能 3.9 秒, 6.4 秒, 10.3 秒でそれぞれ 10.8 ± 5.9, 9.4 ± 4.7, 7.7 ± 3.9 となり、時間分解能 3.9 秒と 10.3 秒の間に有意差があった (p=0.0057)。大胸筋の SNR は、それぞれ 6.5 ± 2.2, 6.8 ± 2.3, 7.1 ± 2.5 となり、各時間分解能間に有意差はなかった。視覚評価の画質の評価点数は、時間分解能 3.9 秒, 6.4 秒, 10.3 秒すべてで 3.3 ± 0.7, ストリークアーチファクトの評価点数もすべてで 3.1 ± 0.7 であり、画質およびストリークアーチファクトともに有意差はなかった。3.9 秒と 10.3 秒の間で MS の値に有意差が生じたことから、3.9 秒の高い時間分解能が乳房腫瘍内の造影剤の濃度勾配をよく反映していると考えられる。また、GRASP では CS を併用しているために、スポーク数を減少し時間分解能を向上させても、画質に大きく影響しなかったと考えられる。したがって、Ultra-Fast Dynamic において GRASP は画質に大きな変化を及ぼさず、高い時間分解能で撮像可能である。**【結論】** 乳房 Ultra-Fast Dynamic において、GRASP による撮像は高時間分解能に設定しても高画質を保っており、有用である可能性が示唆された。

OS10-3 Optimization for Ultrafast using Time-resolved Angiography with Interleaved Stochastic Trajectory and Compressed sensing in breast MRI

乳房MRI検査におけるTWIST及びCSを使用したUltrafastの撮像条件の検討

大橋 一範, 宿谷 俊郎, 舟木 歩, 山浦 聡, 飯島 哲士, 久保田一徳

Kazunori Ohashi, Toshirou Syukuya, Ayumu Funaki, Satoshi Yamaura, Satoshi Iijima, Kazunori Kubota

Dokkyo Medical University Saitama Medical Center

【要旨】 UF-DCE MRI is a new approach to capture kinetic information in the very early post-contrast period with high temporal resolution while keeping reasonable spatial resolution. We aimed to optimize scan parameters of TWIST-VIBE and CS e-THRIVE using phantom in UF-DCE MRI of the breast.

乳房MRI検査においてUltrafast dynamic contrast-enhanced (UF-DCE) MRIは、高い時間分解能と空間分解能が必要である。これを実現するために、撮像にはInterpolated Breath-hold Examination (TWIST-VIBE) や Compressed sensing T1- High Resolution Isotropic Volume Excitation (CS e-THRIVE) が用いられている。しかし、現状では施設間で用いられているMRIの機種や撮像条件は異なり、条件の統一がなされていない。そのため、我々は、UF-DCE MRIにおいて、自作ファントムを用いTWIST-VIBEとCS e-THRIVEのスキャンパラメータを最適化することを目的とした。方法MRI検査は3T装置で、乳房専用コイルを使用して実施した。TWIST-VIBEのパラメータは、TR;4.17 ms、TE; 2.94 msに固定した。Central Region A values (CRA)、Sampling Density B values(SDB)を変化させてAcquisition Time (AT) を64.4-91.0secに設定した。これらのパラメータを組み合わせさせて5通りにした。CS e-THRIVEのパラメータは、TR;3.5 ms、TE;2.3 ms、に固定した。CS factorは2-10に変化させて、AT;64.4-161.3 secに設定した。これらの条件下で、プラスチックボトル内にラードを入れ耐圧チューブを充填したファントムを作成し撮像した。各パラメータにおけるプロファイルカーブを作成及び、Maximum slope(MS)を算出して比較を行い、最適なパラメータを検討した。結果TWIST-VIBEのパラメータは、SDBが低いほど、プロファイルカーブが緩やかになる傾向があった。MSはATが低いほど高くなる傾向があった。CS e-THRIVEのパラメータは、CS factorが高いほどプロファイルカーブが緩やかになる傾向があった。MSはCS factorが高いほど高くなる傾向があった。結論とまとめTWIST-VIBEのパラメータは、CRA 5%、SDB 20%、AT 78.4 secまたはCRA 15%、SDB 10%、AT 77.0 sec。CS e-THRIVEのパラメータはCS 6、AT 77.0 secまたはCS 8、AT 64.4 secと考えられる。

OS10-4 Volumetry using high-resolution (HR) DWI for evaluating neoadjuvant systemic treatment: comparison among subtypes

高解像度拡散強調画像を用いた腫瘍体積による乳癌薬物療法の治療効果判定;サブタイプによる違い

岡澤 藍夏¹, 片岡 正子¹, 飯間 麻美^{1,2}, 太田 理恵³, 本田 菜也⁴, 山田 洋介⁵, 竹内 康英⁵, 高田 正泰⁶, 中本 裕士¹

Aika Okazawa¹, Masako Kataoka¹, Mami Iima^{1,2}, Rie Ota³, Maya Honda⁴, Yosuke Yamada⁵, Yasuhide Takeuchi⁵, Masahiro Takada⁶, Yuji Nakamoto¹

¹Diagnostic Imaging and Nuclear Medicine, Graduate School of Medicine Kyoto University, ²Institute for Advancement of Clinical and Translational Science, Kyoto University Hospital, ³Department of Radiology, Tenri Hospital, ⁴Department of Diagnostic Radiology, Kansai Electric Power Hospital, ⁵Department of Diagnostic Pathology, Kyoto University Hospital, ⁶Department of Breast Surgery, Kyoto University Hospital

【要旨】 Volumetry using high-resolution (HR) DWI for evaluating neoadjuvant systemic treatment was investigated and compared with volumetry on HR-CE. Per-subtype analysis was performed. The decrease in tumor volume was compared among different subtypes. Shrinkage ratios for HR-DWI/HR-CE were -76% and -73%.

【目的/背景】 乳癌の薬物療法の効果判定においては、乳房病変の評価に関してその客観性からMRIが用いられてきた、しかし従来の長径に基づく評価法は腫瘍量を正確には評価できていないこともある。腫瘍体積測定に基づく効果判定も試みられてきている。昨今、従来の拡散強調画像 (DWI) よりも高解像度でゆがみの少ないDWI撮像法が可能となり、造影画像と同様に正確な腫瘍体積測定も可能と考えられた。今回の検討では、乳癌患者の術前薬物療法の評価に、高解像度拡散強調画像 (HR-DWI) に基づく体積測定を用いた。特にサブタイプに依る差異に注目検討した。**【方法】** 対象は2016年1月から2019年4月までに術前薬物療法の治療前後でHR-DWIを含むMRI撮像がおこなわれた乳癌患者。治療前後での体積をHR-DWIならびに高解像度造影後画像 (HR-CE) の両方で測定した。A 3T MRI 装置 (MAGNETOM Prisma: Siemens Healthinner, Erlangen, Germany) 18-channel 乳房専用コイルを使用した。HR-DWIの撮像パラメータは以下: readout segmented EPI (b = 0 and 850 s/mm²). TR/TE = 8300/48 ms, voxel size 1.1x 1.1x 1.5mm. 患側のみを矢状断で撮像。Computed DWI (calculated b = 1200 s/mm²) も作成した。病変のsegmentationsをAquarius iNtuition viewer (TeraRecon, CA, USA)を用いてComputed DWIの画像で高信号を呈する部分を病変と考えて行った。こうして求めた腫瘍体積より薬物療法前後の体積変化比を縮小率として計算した。サブタイプ毎の縮小率も計算した。**【結果】** 対象となった32例の内訳はTriple negative:10, HER2陽性:8, Luminal HER2:5, Luminal:4であった。病理学的CR (pCR) は12例 (ypTis 9例, ypT0 3例)であった。読影医1による体積計測の平均縮小率は、HR-DWIで-76%、HR-CEで-73%であった。Triple negative (n=10) では縮小率はHR-DWI/HR-CE: -55%/-61%、HER2 type(Luminal 含む)-97%/-94%、Triple negative type -68%/-55%であった。別の読影医2にておこなった計測でも同様の傾向がみられた。**【結論】** HER2/Luminal HER2 subtypeでは良好な治療効果がみられ、HR-DWIとHR-CEの違いは少ない傾向にあった。

OS10-5 Comparison of bolus arrival time (BAT) and time to enhancement (TTE)

Ultrafast DCE MRIにおける bolus arrival time と time to enhancement の比較

阪口 怜奈¹, 片岡 正子², 本田 菜也³, 金尾昌太郎⁴, 飯間 麻美^{2,5}, 太田 理恵⁴, 高田 正泰⁶, 安藤久美子¹, 中本 裕士²
 Rena Sakaguchi¹, Masako Kataoka², Maya Honda³, Shotaro Kanao⁴, Mami Iima^{2,5}, Rie Ota⁴, Masahiro Takada⁶,
 Kumiko Ando¹, Yuji Nakamoto²

¹Department of Diagnostic Radiology, Kobe City Medical Center General Hospital, ²Department of Diagnostic Imaging and Nuclear Medicine, Graduate School of Medicine Kyoto University, ³Department of Diagnostic Radiology, Kansai Electric Power Hospital, ⁴Department of Radiology, Tenri Hospital, ⁵Institute for Advancement of Clinical and Translational Science (iACT), Kyoto University Hospital, ⁶Department of Breast Surgery, Kyoto University Hospital

【要旨】BAT and TTE on Ultrafast(UF)-DCE MRI were compared. The mean (SD) BAT(sec) for malignant/benign cases were 22.8(4.8)/25.9 (5.7). The mean (SD) TTE(sec) for malignant/benign cases were 7.6 (3.7)/11.2 (5.1). The AUC for BAT and TTE were 0.66 and 0.71, respectively.

【目的・背景】Ultrafast Dynamic contrast MRI (UF-DCE MRI)は、造影剤注入直後に、数秒単位の高い時間分解能の撮像を行う撮像法であり、造影剤のIn-flow phaseの詳細な解析により従来のダイナミック造影に匹敵する良悪診断能が報告されている。UF-DCE MRIでよく用いられるKinetic parameterには、造影剤注入時点から病変が造影されるまでの時間bolus arrival time (BAT)と、下行大動脈の造影時点から病変が造影されるまでの時間time to enhancement(TTE)があり、いずれも病変血流の速さを反映し、悪性病変では短縮するとされている。そこで、今回我々はこの両者の値の分布及び良悪診断能を比較検討した。【方法】当施設で2018年から2021年においてUF-DCE MRIが撮像され、悪性の疑いのある病変が超早期相で検出され、かつその病変の造影タイミングが測定可能であった患者399名(平均56歳)。撮像法は3T-MRI (Prisma, Siemens)で乳腺専用コイルを使用3D gradient-echo VIBE(非脂肪抑制)を用い、圧縮センシングを用いた撮像法にて造影剤(gadobutrol)を2ml/秒で注入、15秒前~60秒後に20相の撮像(2秒のPreparation timeの後一相あたり3.65秒)を行った。第1相目を基準にSubtraction画像を作成後、第2相~第20相目までの各相の水平断MIP画像を作成した。放射線科専門医1名がMIP画像を読み、複数病変のある場合は最も大きく悪性が疑われる病変を代表病変とし、その病変の造影される相及び下行大動脈の造影される相を記録した。これらよりBAT, TTEを算出し、良悪診断に関してROC解析を行った。【結果】全症例、悪性(333例浸潤癌とDCISを含む)、良性(66例)におけるBAT(秒)の平均値(標準偏差)は23.3(5.0), 22.8(4.8), 25.9(5.7), TTE(秒)の平均値(SD)は8.2(4.1), 7.6(3.7), 11.2(5.1)であった。良悪診断に関するROC解析ではBAT, TTEにおけるAUCはそれぞれ0.66(95%信頼区間0.59-0.73) 0.71(0.64-0.77)であった。【結論】BAT, TTE両者の良悪診断能はOverlapするものの、若干TTEでばらつきが少なく、AUCもやや大きい傾向がみられた。

OS10-6 An Attempt to Standardize Breast MRI Using Phantoms -A Study on Temperature Dependence of Measurement of ADC Values-

ファントムを用いた乳房MRI標準化の試み-ADC値測定時の温度依存性に関する検討-

飯間 麻美^{1,2}, 片岡 正子³, 佐竹 弘子³, 漆畑 勇太⁴, 市場 義人⁴, 久保田一徳⁵, 植松 孝悦⁶

Mami Iima^{1,2}, Masako Kataoka³, Hiroko Satake³, Yuta Urushibata⁴, Yoshito Ichiba⁴, Kazunori Kubota⁵,
 Takayoshi Uematsu⁶

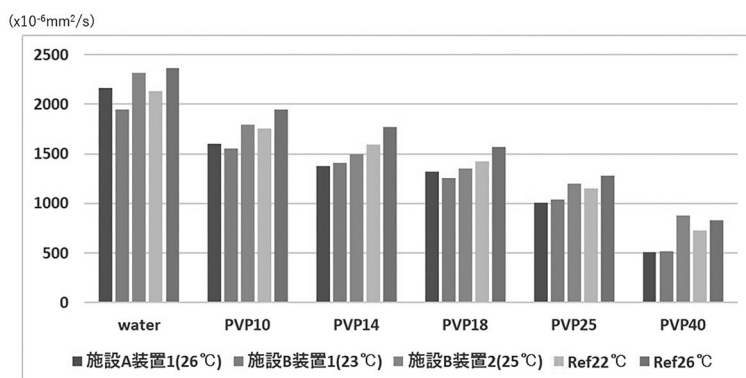
¹Department of Diagnostic Imaging and Nuclear Medicine, Kyoto University Graduate School of Medicine, Kyoto University,

²Institute for Advancement of Clinical and Translational Science, Kyoto University Hospital, ³Department of Radiology, Nagoya University Graduate School of Medicine, ⁴Siemens Healthcare K.K., ⁵Department of Radiology, Dokkyo Meical University Saitama Medical Center, ⁶Division of Breast Imaging/Breast Intervention Radiology and Division of Clinical Physiology, Shizuoka Cancer Center

【要旨】ADC is known to be temperature-dependent. The result suggests that the temperature needs to be recorded during the phantom experiment and the temperature correction also needs to be used to compare ADCs in a multicenter study.

【目的】医療画像の定量的評価に関する標準化を推進するためJ-QIBA (Quantitative Imaging Biomarkers Alliance)では、乳房専用ファントムを用いた乳房MRIにおける画質や定量手法を含めた標準化の検討を進めている。ADCは温度依存性であることが知られている。従来ADCの定量化については、温度変化が生じないという特性を利用した氷水ファントムが主流だったのに対して、近年は常温で撮影後、温度補正を行うことによる定量化が提案されており、乳腺ファントムにて新手法の有用性について2施設及び3装置で検討を行った。【方法】Caliber社によるファントムを用いて、A, Bの2施設、及び異なる3装置(施設A装置1、施設B装置1、装置2)で撮影を行った。3T MRI(18 Breast channel)にて、各施設におけるルーチンの撮影を行った。また撮影条件は、おおよそ下記の通りである。SS-EPI, Axial, FOV: 400 x 400 mm, Matrix: 128-192 x 128-192, Minimum TE, Flip Angle 90 degrees, b-values 0, 800 s/mm², Slice thickness: 3.0 mm以内, Parallel imaging factor ≥ 2 , No. of excitations ≥ 2 【結果】本実験結果でもADC値の温度依存性が全ての溶液で認められた。温度が近い、施設Aと施設B装置2に関してはADC値はほぼ同等な値を得られた。ただしwaterやPVP10~18でADC値に差があり、それらは対流の影響もしくは微量な温度差が考えられる。施設Bの1台目は他と比べ温度が低く、比較を行うためには温度補正は必須と考えられる。ファントムのカタログに掲載されている温度とADCの対応表と今回測定した結果を比較すると差がみられた。今回の温度は室温を参考にしたが、正確に温度を測定及び補正するために今後はファントムに装着されているLiquid Crystalの値を使用して温度補正すべきと考えられる。【結語】ファントム実験の際に温度を記録し、温度補正を行うことで多施設研究においてもADCを比較できることが示唆された。

水及び様々な濃度のPVP (ポリビニルピロリドン) 溶液におけるADC値



OS11-1 Extract brain regions relevant for estimating the consciousness level in animals under general anesthesia using resting-state functional MRI.

安静時脳機能解析を用いた全身麻酔時の動物の意識レベルの推定に有用な脳領域の選出

牟田佳那子¹, 畑 純一^{1,2,3,4}, 羽賀 柔^{1,3}, 吉丸 大輔^{2,3,4}, 萩谷 桂³, 兼子 峰明⁵, 岡野ジェイムス洋尚², 岡野 栄之^{3,4}
Kanako Muta¹, Junichi Hata^{1,2,3,4}, Yawara Haga^{1,3}, Daisuke Yoshimaru^{2,3,4}, Kei Hagiya³, Takaaki Kaneko⁵,
Hirotaka James Okano², Hideyuki Okano^{3,4}

¹Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ²Division of Regenerative Medicine, The Jikei University School of Medicine, ³Laboratory for Marmoset Neural Architecture, Center for Brain Science, RIKEN, ⁴Department of Physiology, Keio University School of Medicine, ⁵Systems Neuroscience Section, Primate Research Institute, Kyoto University

【要旨】 Animals under general anesthesia are considered difficult to measure for conscious levels. This study was performed to extract brain regions that correspond the anesthetic depth based on the hypothesis that rs-fMRI may be utilized to measure an animal's consciousness level.

【背景】 動物において全身麻酔状態における意識レベルの評価は困難とされている。ヒトでは全身麻酔時の意識レベルを脳波から算出する脳波モニターが普及しているが、言語によるコミュニケーションが取れない動物では脳波と意識レベルの相関性を調査することが困難であり、脳波による意識レベルの評価方法が確立されていない。動物の全身麻酔下での意識レベルの推定が可能になることは、最適な麻酔薬の用量の決定が可能になる他、麻酔薬の作用機序を明らかにする一助となると予想される。我々の研究チームは過去に安静時脳機能解析を用いることでマーモセットの脳機能が麻酔深度に応じて変化すること、古典的な麻酔深度の指標（疼痛刺激に対する忌避行動の有無など）を用いて全身麻酔を維持した場合でも、脳機能の抑制効果は麻酔薬の種類によって異なることを報告した。ここから安静時脳機能解析 (rs-fMRI) を用いて動物の意識レベルが推定可能であると着想し、麻酔深度を反映する脳領域を特定することを目的として本研究を実施した。**【方法】** コモンマーモセット3頭を対象とした。覚醒状態 (Awake) とプロポフォル (Pro) およびイソフルラン (Iso) で全身麻酔を維持し、rs-fMRIを実施した。全身麻酔はProとIsoを用いて、それぞれ3段階の麻酔深度 (接触刺激、気管挿管、侵害受容刺激を許容する麻酔深度) で維持した (Pro_aware, Pro_extb, Pro_noci, Iso_aware, Iso_extb, Iso_noci)。撮像には9.4 T-MRI装置およびマーモセット頭部専用8chコイル (高島製作所) を用い、TE/TR:16/2000msの条件で撮像した。得られた機能データを基にSPMを用いて前処理を行い、CONNを用いて0.01-0.1 Hzのband pass filteringと全脳皮質を左右52領域、合計104領域にラベルしたアトラスを用いたdenoising処理を行った。得られた各領域の時系列データの標準偏差値を求め、時系列データの振幅 (=脳機能) の指標とした。各個体の半球合計6半球分の領域毎の標準偏差値の平均値を算出し、Tukey-Kramer法で麻酔条件間の統計検定を行った。ここからAwakeと各麻酔条件間、同麻酔薬麻酔深度間で有意差があった領域を抽出した。**【結果】** 全ての麻酔条件において覚醒状態と比較して、嗅球、嗅核、嗅周皮質、嗅内皮質、眼前前頭皮質、背外側前頭皮質、前頭極、側頭極、梨状皮質、吻側上側頭回、そして海馬体といった前頭部および側頭部での有意な機能低下が認められた。Iso麻酔では麻酔深度に関係なくほとんどの領域で機能が低下するか、ほとんど変化しないかのどちらかであった。Pro麻酔では腹内側前頭皮質、一次視覚野、二次視覚野、扁桃体、視床、上丘においてPro_awareの麻酔深度ではAwakeと機能に有意な変化がなく、Pro_extb, Pro_nociでは有意に機能が低下していることが示された。さらに、Pro麻酔とIso麻酔を比較するとPro麻酔では機能が低下せず、Iso麻酔のみで機能が低下した領域が多く認められ、その多くは感覚野や運動野、帯状回皮質など、頭頂領域や視床の投射を受けている領域であった。**【結論】** 研究では、前頭部のいくつかの領域が意識消失状態を反映しており、rs-fMRIを用いて一定の意識レベルの低下を評価することが可能であることが示唆された。一方で、同じ麻酔深度であっても脳機能は麻酔薬間で同様ではなく、Pro麻酔でのみ麻酔深度に応じて機能が変化する領域を認めた。Pro麻酔では上記の領域におけるrs-fMRIの信号値の振幅を脳機能と定義し、複数の領域を組み合わせて安静時脳機能評価することで意識レベルや温存されている脳機能の推定が可能かもしれない。一方Iso麻酔では濃度依存的な変化は乏しく、多くの領域で一様に機能が低下していた。ここからIso麻酔ではrs-fMRIで意識消失の有無のみ判断可能であること、Iso麻酔は麻酔深度に依存せず意識消失以降の意識レベルを一様に大きく低下させる可能性が示唆された。

OS11-2 The effect of the previous night's sleep quality on daytime resting state fMRI data

前夜の睡眠の質と翌日のfMRIとの関連性

佐原 慈佳^{1,2}, 山田真希子¹, 平野 好幸^{1,3,4}, 松吉 大輔¹, 西村 春輝^{1,5}, 相澤 裕紀^{1,6}, 八幡 憲明¹, 清水 栄司^{2,3,4}, 小畠 隆行^{1,3,4}
Yasuka Sahara^{1,2}, Makiko Yamada¹, Yoshiyuki Hirano^{1,3,4}, Daisuke Matsuyoshi¹, Haruki Nishimura^{1,5}, Yasunori Aizawa^{1,6},
Noriaki Yahata¹, Eiji Shimizu^{2,3,4}, Takayuki Obata^{1,3,4}

¹Quantum Life and Medical Science Directorate, National Institutes for Quantum Science and Technology, ²Department of Cognitive Behavioral Physiology, Graduate School of Medicine, Chiba University, ³Research Center for Child Mental Development, Chiba University, ⁴United Graduate School of Child Development, ⁵The Ohara Memorial Institute for Science and Labour, ⁶Tohoku University Graduate School of Medicine

【要旨】 We investigated the relationship between resting state MRI (rsfMRI) during the daytime and sleep quality the night before. Our results showed that prior sleep quality affects inter-network functional connectivity (FC) of salience and inter-network FC of salience-default mode network.

【背景】 安静時fMRI(rsfMRI)データは、参加者由来のバイアスがもたらすばらつきが問題とされ、特に撮像時の覚醒度による全脳の機能的結合性の変化が指摘されている。しかし、撮像時の覚醒度に影響を及ぼす前夜の睡眠の質が、その翌日のrsfMRIデータに与える影響は検討されてこなかった。そこで、本研究は、前夜の睡眠の質と翌日のrsfMRIデータとの関連性を検討することを目的とした。**【方法】** 健康成人17人(平均年齢27.3±1.5歳、男性3人)に対し、連続した2日間に睡眠測定とrsfMRI検査を行った。睡眠測定とrsfMRI検査を1クールとし、1人につき2クール行った。睡眠測定は、Sleep Profiler2 (IMI社製)を用いて、被験者宅で実施し、専門機関によるレポートを解析に用いた。rsfMRI検査は閉眼条件にて12分間撮像した。一次処理として、ROI-to-ROI結合解析を行った。ROIは、不眠症の神経学的基盤とされているsalience network (SN)と、不眠症の認知制御の機能不全との関連が示唆されているdefault mode network (DMN)を用いた。これらの2つのROIから計55の相関係数を算出した。次に二次処理として、各ROI-to-ROIの結合値を従属変数、前夜の睡眠の質(総睡眠時間(TST)、中途覚醒時間(Wake After Sleep Onset, WASO)、レム睡眠割合、睡眠時紡錘波持続時間(SpD)、ノンレム睡眠(N1, N2, N3)割合と、検査日(Day)を独立変数とし、順序データに変換後、重回帰分析を行った。**【結果】** 多重共線性の影響を回避するため、N1, N2割合は独立変数から除外した。重回帰分析の結果、結合(1)SNとDMNのROI間(right supramarginal gyrus(SMG(R))とleft lateral parietal cortex (LP(L)))と、結合(2)SN内のROI間(SMG(R)とleft anterior insula(aiNS(L)))を従属変数としたモデルの決定係数が、それぞれ.567(p=.0005, pFDR=.028)と.539(p=.0011, pFDR=.030)であり、有意なモデルであった(図1(a))。結合(1)のモデルではWASO(p<.0001)が有意な負の係数を、結合(2)ではWASO(p=.046)とSpD(p<.0001)が有意な正の係数を示していた(図1(b))。WASOの増加が顕著な不眠症患者では、DMN内の結合増加に伴うSN-DMN間の結合減少が認められ、SN-DMN間の結合の減少と内省や反芻の多さの関連も示唆されている。また、不眠症患者において、SN内の結合が増加することも報告されている。本研究の対象者は健康成人だが、WASOが多かった翌日のSN-DMN間や、SN内の結合において、不眠症患者と傾向が類似した可能性がある。一方で、SpDが減少する不眠症患者では、SN内の結合が不眠症の過覚醒に寄与するとされているが、今回はSMG(R)-aiNS(L)間の結合はSpDが長いほど大きな値となった。一般的に、SNのnodeは、aiNSやanterior cingulate cortexから構成されるanterior SNであることが多く、posterior SNに分類されるSMGとanterior SNとの結合では、先行研究と一致しない結果が多かった可能性がある。本結果を踏まえて、rsfMRIデータ撮像前夜の睡眠の質を考慮した、覚醒度によるバイアスが小さく、より精度の高い画像解析方法を、今後検討していきたい。**【結論】** 前夜の睡眠の質は、rsfMRIで観測されるSN内、および、SN-DMN間の結合に影響を与える可能性が高い

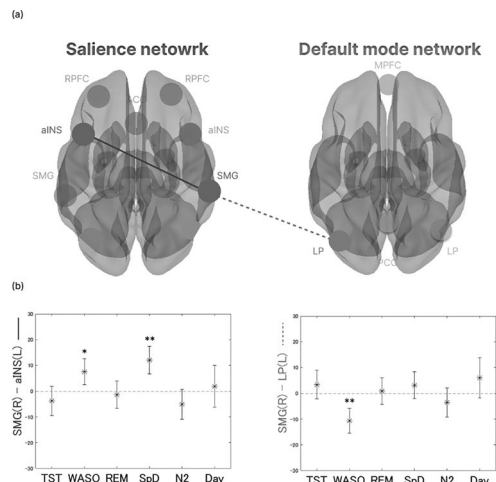


図1 (a) 重回帰分析の結果、前夜の睡眠の質と関連があったSMG(R) - aiNS(L)間結合 (p = .0005, pFDR = .028) と SMG(R) - LP(L)間結合 (p = .0011, pFDR = .030)。
ACC = anterior cingulate cortex, aiNS = anterior insula, LP = lateral parietal cortex, MPFC = medial prefrontal cortex, PCC = precuneus cortex, RPPFC = rostral prefrontal cortex, SMG = supramarginal gyrus
(b) 重回帰分析における各ROI-to-ROIの結合値に対する各睡眠パラメーターの標準偏帰帰係数。*p<0.05, **p<0.0001。
TST = 総睡眠時間(Total Sleep Time), WASO = 中途覚醒時間(Wake After Sleep Onset), REM = レム睡眠割合, SpD = 睡眠時紡錘波持続時間(Spindle Duration), N2 = ノンレム睡眠(N2)割合, Day = 検査日

OS11-3 Task fMRI experimental environment development for a 7-tesla MRI

7テスラMRIのためのタスクfMRI実験環境整備

上野 賢一¹, 鈴木 千里¹, ワゴナー アレン¹, 上口 裕之¹, 名内 存人², 若山 哲也²

Kenichi Ueno¹, Chisato Suzuki¹, R. Allen Waggoner¹, Hiroyuki Kamiguchi¹, Arihito Nauchi², Tetsuya Wakayama²

¹RIKEN, Center for Brain Science, ²GE HealthCare

[要旨] Initial task fMRI experiments were performed on a 7-tesla MRI. The necessary peripheral equipment and software were prepared. The observed brain activity was robust and very well localized in gray matter areas.

[Objective] We've installed a 7T MRI and peripheral devices to achieve fMRI studies on human participants. Task fMRI experiments were performed to test the whole experimental system and confirm the BOLD signal by using GE-EPI sequence.

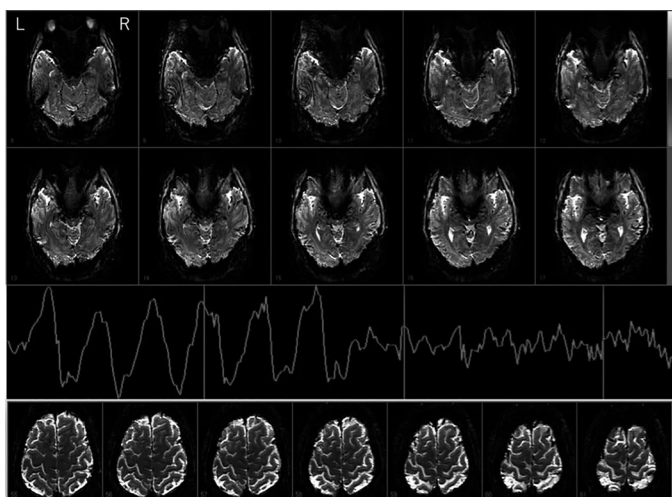
[Method] Two healthy participants with normal color vision provided written informed consent and participated in the experiment. Visual stimuli were delivered through a waveguide on the shield room and projected onto the screen attached on the participant table. The participants perceive the image through mirrors attached to the receiver head coil. Analog signal recording program was developed to acquire peripheral signals during MRI scans. Participant's heartbeat, respiration, button press, and many other signals can be recorded as a single file simultaneously with MRI triggers. Especially, the heartbeat and the respiration signals are used to remove the physiological fluctuation from the MRI signal time course (RETROICOR¹). The GE-EPI data was acquired with a 32-channel head coil as receiver and a cylindrical quadrature coil as transmitter on the 7-tesla whole body MRI system (Signa 7T, GE HealthCare). The parameters of the EPI sequence were echo time (TE) = 25 ms, number of slices = 72, slice thickness = 1.5 mm, field of view (FOV) = 215 x 215 mm², acquisition resolution = 1.54 x 1.54 mm², reconstruction resolution = 0.84 x 0.84 mm², ARC factor 2, hyperband factor 4, flip angle (FA) = 60 deg, volume TR = 1.2 s, total scan time = 408 s. In the first half, face and house images were shown as block design manner (face-face-house-face-house) and the participants performed one-back task with the button press. In the second half, the participant performed finger tapping task with both index fingers cued by the visual dot blinking (right-left-both-left-right). Motion correction, motion noise removal and spike/drift removal procedures were applied as postprocessing. All analysis, stimulus presentation and analog recording software is developed in-house (except for the rigid motion correction program, 3dvolreg[AFNI]).

[Results] As shown in the figure, quite robust fMRI signals (Pearson's $r > 0.7$) were observed in the visual and the motor cortices. The clear activations were seen only in gray matter area. As we expect, the susceptibility artifact was very severe at the anterior part of temporal cortex and the inferior part of frontal cortex.

[Conclusion] Initial task fMRI scans were successfully performed. The results raised expectations for future high-resolution fMRI. To overcome the signal dropout and the distortion problem, we are going to optimize the shimming procedure by using 12 shim channels (1st~3rd order), utilizing the parallel transmission technique and introducing the minimum distortion imaging with the field camera system (Skope).

[Reference] 1. Glover GH, Li TQ, Ress D. Magn Reson Med. 2000 Jul;44(1):162-7.

Fig.1 Results from a single participant. Top: activation in visual cortex (face & house vs blank). Middle: mean time course of the activated voxels in a visual cortex ROI. Bottom: activation in motor related area (left finger: green/right finger: yellow).



OS11-4 Reliability and Sensitivity to Altered Hemodynamics Measured with Resting-state fMRI Metrics: Comparison with I23I-IMP SPECT

安静時fMRIによる血行動態評価の再現性と縦断的变化への感度：I23I-IMP SPECTとの比較

兩宮 史織¹, 高尾 英正¹, 渡邊 祐亮¹, 宮脇 哲², 小泉 聡², 齊藤 延人², 阿部 修¹

Shiori Amemiya¹, Hidemasa Takao¹, Yusuke Watanabe¹, Satoru Miyawaki², Satoshi Koizumi², Nobuhito Saito², Osamu Abe¹

¹Department of Radiology, Graduate School of Medicine the University of Tokyo, ²Department of Neurosurgery, Graduate School of Medicine the University of Tokyo

[要旨] The BOLD fMRI signal time delay is more sensitive to the hemodynamic changes than SPECT CBF, although the reliability is lower. The implication for fMRI connectivity studies is that temporal correlation can be significantly decreased due to altered hemodynamics, even in cases with normal CBF.

[Background]

Blood oxygenation level-dependent (BOLD) contrast is sensitive to local hemodynamic changes and thus is applicable to imaging perfusion or vascular reactivity. However, knowledge about its measurement characteristics compared to reference standard perfusion imaging is limited.

[Method]

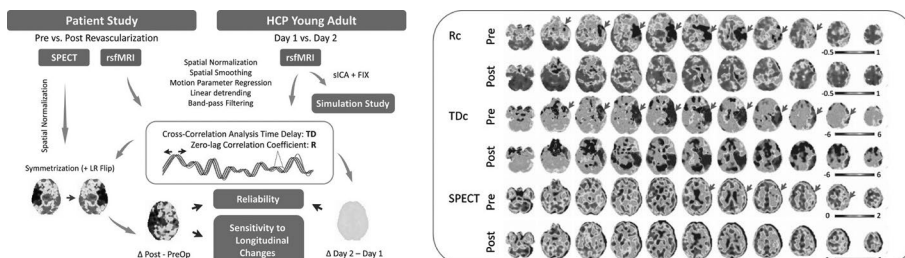
This study longitudinally evaluated perfusion using resting-state functional MRI (rsfMRI) in 12 patients with large cerebral artery stenosis undergoing revascularization. Data were acquired before and within 9 days of surgery. Summary of data analysis is shown in Figure 1. The reliability and sensitivity to longitudinal changes of rsfMRI temporal correlation (Rc) and time delay (TDC) relative to the cerebellar signal were examined voxel-wise in comparison with single-photon emission CT (SPECT) cerebral blood flow (CBF) using the within-subject standard deviation (Sw) and intraclass correlation coefficients (ICCs). For statistical comparisons, the standard deviation (SD) of longitudinal changes within the cerebellum, the number of voxels with significant changes in the left middle cerebral artery territory ipsilateral to surgery, and their average changes relative to the cerebellar SD were evaluated. Since there was no study examining the reliability of these metrics, in addition to the main patient study and a theoretical simulation study, the test-retest reliability of the fMRI metrics was also assessed using the human connectome project (HCP) healthy young adult dataset of 50 subjects acquired over consecutive days.

[Results]

The test-retest time interval was 31 ± 18 days. Test-retest reliability was significantly higher for SPECT (cerebellar SD: -2.59 ± 0.20) than for fMRI metrics (cerebellar SD: Rc, -2.34 ± 0.24 , $p = 0.04$; TDC, -2.19 ± 0.21 , $p = 0.003$). Sensitivity to postoperative changes, which was evaluated as the number of voxels, was significantly higher for fMRI TDC (8.78 ± 0.72) than for Rc (7.42 ± 1.48 , $p = 0.03$) or SPECT CBF (6.88 ± 0.67 , $p < 0.001$). The ratio between the average Rc, TDC, and SPECT CBF changes within the left MCA target region and cerebellar SD was also significantly higher for fMRI TDC (1.21 ± 0.79) than Rc (0.48 ± 0.94 , $p = 0.006$) or SPECT CBF (0.23 ± 0.57 , $p = 0.001$) (Figure 2, single-subject pre- vs. postoperative data). The measurement variability of time delay was also larger than that of temporal correlation in HCP data within the cerebellum ($t = -8.7$, $p < 0.001$) or in the whole-brain ($t = -27.4$, $p < 0.001$) gray matter. The simulation showed that TDs of 2.2/3.4 s alone decrease the correlation coefficient from 0.96 ± 0.03 to 0.85 ± 0.03 and 0.72 ± 0.06 , which is equivalent to a magnitude reduction of 63/79%, or to doubling and tripling the noise.

[Conclusion]

The data suggest that BOLD fMRI signal time delay is more sensitive to hemodynamic changes than SPECT CBF, although the reliability is lower. The implication for the interpretation of fMRI connectivity studies is that temporal correlation can be significantly decreased due to altered hemodynamics, even in cases with normal CBF.



Published in Amemiya et al. Neuroimage. 2022 Nov;263:119654. doi: 10.1016/j.neuroimage.2022.119654.

OS11-5 Proposal of the self-resonance spin-lock sequence (SRSL)

自己共振型スピロックシーケンスの提案

上田 博之¹, 伊藤 陽介¹, 谷口 陽²Hiroyuki Ueda¹, Yosuke Ito¹, Yo Taniguchi²¹Department of Electrical Engineering, Graduate School of Engineering, Kyoto University, ²Medical Systems Research & Development Center, FUJIFILM Corporation

【要旨】 The spin-lock sequences are promising functional MRI, because it visualizes neural magnetic fields. This study proposed self-resonance spin-lock sequence (SRSL) and demonstrated the feasibility of it in terms of contrast change and orbit control of magnetization dynamics.

【背景】 及び目的機能的MRIにおいて、従来BOLD (Blood Oxygenation Level Dependent)法が用いられてきたが、低・超低磁場MRIで活用できない点や、血行動態の応答遅延が引き起こす時間分解能の制約が課題であった。これらの問題を克服するために、我々は、Witzelらによって提案されたスピロックシーケンスに着目し、低磁場における機能的MRIの適用可能性を模索してきた。本研究では、位相変調を用いた自己共振型スピロックシーケンス(Self-resonance spin-lock sequence: SRSL)の提案を目的とし、計測対象磁場の強度によるコントラスト変化を、Bloch方程式を用いて計算した。

【原理】 図1 (i) に示すように、SRSLではスピロックパルスの位相を、関数 $f(t)$ で変化させる。これは、Bloch方程式において回転行列を用いて座標変換した際に、位相の時間変化を回転軸方向の磁場の变化として解釈できることを用いた手法である。これにより、スピロックパルスのx-y平面上における位相変調は、静磁場方向の磁場 $-df/dt$ として解釈される。SRSLでは計測対象磁場がなくとも、この疑似磁場を用いて自己共振状態を生成できる。したがって、計測対象磁場に疑似磁場を加えることで従来とは異なるコントラスト変化を付与することが可能となる。**【手法】** 本研究では、疑似磁場の大きさをある値に固定し、計測対象磁場の大きさを変化させた場合におけるMR信号の変化と、疑似磁場によってスピロックシーケンス中に磁化を制御可能であるかを検証した。まず、疑似磁場が存在する場合における0-10 nTの計測対象である振動磁場に対する磁化の大きさの変化を計算した。計算条件は、スピロック周波数10 Hz、印加時間 100 ms、計測対象磁場の周波数は10 Hzの正弦波で初期位相はなく、疑似磁場と同期しているものとした。計算方法について、4次のRunge-Kutta法を用いて単一磁化を対象に計算しており、そのT1, T2値はそれぞれ114.4 ms, 133.4 msとした。最後に、解析解を用いて自己共振により磁化を制御して、可視化される磁化成分を変更可能であるかを検証した。**【結果】** 図1 (ii) に、変調による疑似磁場の存在下、スピロックパルス直後の磁化の大きさを成分ごとに絶対値で描出した。横軸は計測対象磁場の大きさ、縦軸は熱平衡磁化で規格化した磁化の大きさを表している。図2 (i) に解析解で設計した疑似磁場を用いて、スピロックパルス中に磁化を -90° フリックバックさせた場合における磁化の軌道を描出した。赤鎖線が従来手法の磁化軌道で最終的な磁化は(-0.017, 0.076, 0.47)であり、青実線が提案するシーケンスによる磁化軌道で(0.088, 0.14, 0.45)に到着した。これらの差分からスピロック時間と疑似磁場の大きさを再設計し描出した結果を図2 (ii) に示す。**【結論】** まず計測対象磁場に対する応答について、疑似磁場が加算される形で特性がシフトした。これを用いることで、磁場が十分小さい場合に陥る双曲線モードを回避することができる。これは図1(ii)のMzの折り返しとして表れており、疑似磁場を重畳することで解消される。図2ではSRSLでは -90° パルスが存在しないにも関わらず、疑似磁場によって磁化はフリックバックした。終着点に差があるが、これは解析解の近似の影響であるため、疑似磁場の大きさとスピロック時間を適切に設定することで、合致させることは可能である。以上の結果から、SRSLは、計測対象磁場に対するMRコントラスト変化を制御することができ、加えてシーケンスの簡略化が可能であることが分かった。

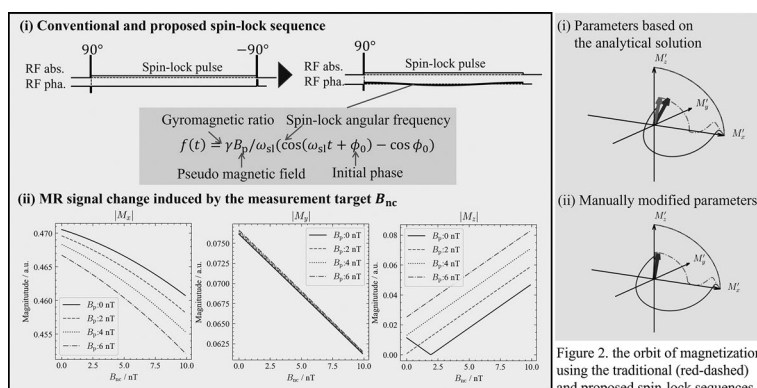


Figure 1. the proposed sequence and MR signal change induced by the measurement target.

Figure 2. the orbit of magnetization using the traditional (red-dashed) and proposed spin-lock sequences (blue-solid).

OS12-1 Free-Breathing Dynamic Pancreatic Protocol MRI Using Stack-of-Stars Radial Sampling and Compressed SENSE

自由呼吸下ダイナミック睨プロトコルMRIに関する検討

浅野 将史¹, 野田 佳史¹, 河合 信行¹, 加賀 徹郎¹, 梶田 公博², 兵藤 文紀^{1,3}, 加藤 博基¹, 松尾 政之¹Masashi Asano¹, Yoshifumi Noda¹, Nobuyuki Kawai¹, Tetsuro Kaga¹, Kimihiro Kajita², Fuminori Hyodo^{1,3}, Hiroki Kato¹, Masayuki Matsuo¹¹Department of Radiology, Gifu University, ²Department of Radiology Services, Gifu University Hospital, ³Institute for Advanced Study, Gifu University

【要旨】 We evaluated the feasibility of free-breathing sequence (4D FreeBreathing) in pancreatic MRI. Our results showed that 4D FreeBreathing could provide diagnosable image quality and appropriate pancreatic phase scanning could be achieved in all examinations.

【Objective/Background】 Degraded image quality is often observed in dynamic pancreatic MRI due to its susceptibility to body motion. Additionally, it often suffers from inappropriate scan timing for pancreatic phase. To address those issues, free-breathing sequence (4D FreeBreathing) has been introduced and the clinical usefulness has been reported. Recently, a prototype 4D FreeBreathing that can be used in combination with Compressed SENSE has been developed. Therefore, we attempted to evaluate the feasibility of 4D FreeBreathing in pancreatic protocol MRI and compare it with a breath-holding sequence.

【Method】 This prospective study was approved by our Institutional Review Board, and written informed consent was obtained from all participants. Ten participants (3 men and 7 women; median age, 70 years) with suspected pancreatic diseases underwent free-breathing dynamic pancreatic MRI between April 2022 and March 2023 were included (4DFB group). We also included 24 patients who underwent breath-holding dynamic pancreatic MRI during the same period (eTHRIVE group).

Using a 3T MRI scanner (Ingenia 3.0T CX; Philips Healthcare), we performed dynamic pancreatic MRI. Scanning parameters were as follows: TR/TE, 4.0/1.86 msec; flip angle, 12 degrees; acquisition voxel size, $1.56 \times 1.56 \times 4.00$ mm³; field of view, 40×40 cm²; the number of slices, 100; CS factor, 2.0 (in-plane)/2.0 (through-plane). The scan duration of 3 minutes was required to capture the pancreatic and portal venous phases. A footprint of 30 seconds and temporal resolution of 10 seconds were used in this study.

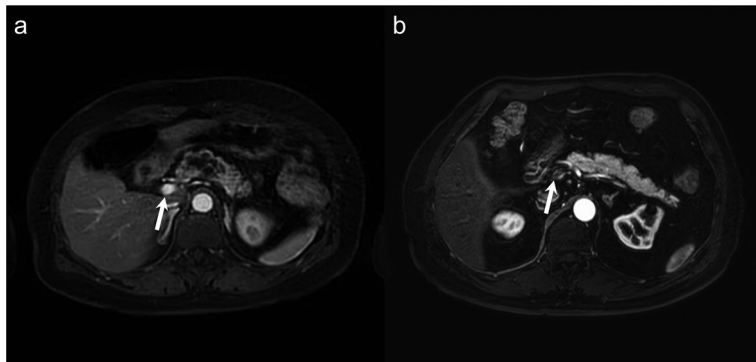
A radiologist, who was unaware of the scan sequence, randomly reviewed the images at precontrast, pancreatic, and portal venous phases and assigned confidence scores for motion, streak, pancreatic sharpness, overall image quality using a 5-point scale. Diagnosable image quality was defined as greater than or equal to 3 points in the overall image quality. Furthermore, a radiologist assessed whether the scan timing of the pancreatic phase was appropriate or not.

The Mann-Whitney U test was conducted to compare the qualitative parameters between eTHRIVE and 4DFB groups. A P value of less than 0.05 was considered to be significant.

【Result】 No difference was found in patients' age ($P = .22$), sex ($P = .26$), height ($P = .08$), and body weight ($P = .64$) between the two groups.

Median confidence score for motion at pancreatic phase was higher in 4DFB group than in eTHRIVE group ($P = .001$); however, that for streak was lower in 4DFB group than in eTHRIVE group ($P = .004$). No difference was found in all other parameters between the two groups ($P = .07 \rightarrow .99$). All 10 examinations in 4DFB group showed appropriate scan timing for pancreatic phase; however, only 14 examinations (58%) in eTHRIVE group showed appropriate scan timing ($P = .02$).

【Conclusion】 4D FreeBreathing could provide diagnosable image quality and appropriate pancreatic phase scanning could be achieved in all examinations.



OS12-2 Free-Breathing Gadoteric Acid-Enhanced Hepatobiliary Phase Imaging Using Stack-of-Stars Radial Sampling and Compressed SENSE

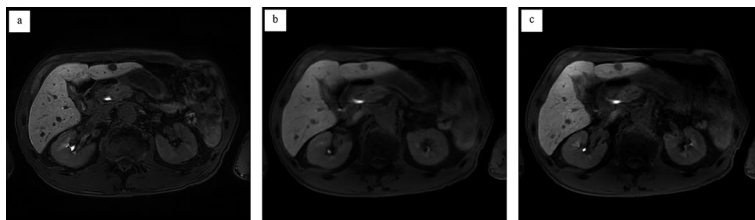
自由呼吸下EOB造影MRI肝細胞相におけるStack-of-star Radial Sampling法と圧縮センシング併用撮像の有用性

加賀 徹郎¹, 野田 佳史¹, 河合 信行¹, 梶田 公博², 本田 真俊³, 上田 優³, 兵藤 文紀⁴, 加藤 博基¹, 松尾 政之¹
Tetsuro Kaga¹, Yoshifumi Noda¹, Nobuyuki Kawai¹, Kimihiro Kajita², Masatoshi Honda³, Yu Ueda³, Fuminori Hyodo⁴, Hiroki Kato¹, Masayuki Matsuo¹

¹Department of Radiology, Gifu University, ²Department of Radiology Services, Gifu University Hospital, ³Philips Japan, ⁴Institute for Advanced Study, Gifu University

【要旨】 We evaluated the feasibility of free-breathing sequence using radial stack-of-stars acquisition (3D VANE) with Compressed SENSE (CS) in hepatobiliary phase imaging using Gd-EOB-DTPA. 3D VANE with CS at section thickness of 2 mm showed comparable image quality with conventional breath-holding scans.

[Objective/background] The gadoteric acid (EOB) enhanced hepatobiliary phase (HBP) imaging is an effective imaging tool for detecting hepatic lesions. However, degraded image quality is often observed due to poor breath holding, and thin slice data acquisition is difficult because of breath-holding acquisition sequence. The purpose of study was to evaluate the feasibility of newly adapted free-breathing sequence using radial stack-of-stars acquisition with spectral fat suppression (3D VANE) with Compressed SENSE (CS) in EOB enhanced HBP imaging. **[Method]** Fourteen participants (10 men and 4 women, median age, 68 years; interquartile age range, 54–71 years) with suspected liver diseases underwent EOB enhanced MRI between June 2022 and September 2022 were included. All examinations were performed using a 3T MRI scanner (Ingenia 3.0T CX; Philips Healthcare) equipped with a 32-channel digital coil. The HBP imaging was scanned by conventional breath-holding sequence (BH), 3D VANE with CS at section thickness of 4 mm (FB4mm), and that of 2 mm (FB2mm). As navigator technique, the position of the diaphragm is automatically tracked, and the acquired data was corrected according to the monitored diaphragm positions in free-breathing sequence (track technique). The HBP scanning was started after 15 minutes of contrast agent injection, and the order of the three sequences was randomly determined. For qualitative analysis, a radiologist, who was unaware of the scan sequence, randomly reviewed the images and assigned confidence scores for sharpness of the liver edge, visibility of intrahepatic vessels, motion artifacts, and overall image noise using a 5-point scale. For quantitative analysis, a radiologist measured mean signal intensity (SI) using region-of-interests (ROIs) placing on the liver parenchyma (SI_{liver}) and paraspinal muscle (SI_{muscle}). Standard deviation of SI_{liver} (SD_{liver}) was also measured. The signal-to-noise ratio (SNR) and contrast-to-noise ratio (CNR) were calculated as SI_{liver}/SD_{liver} and (SI_{liver} - SI_{muscle})/SD_{liver}, respectively. The Freedman test for comparison among the three groups and Mann-Whitney U test with Bonferroni adjustment for post analysis were conducted. **[Result]** All qualitative and quantitative parameters were different among the three groups (P < .0001–.0021). All qualitative parameters were higher in BH than in FB4mm (P < .0001–.016), but no difference was found between BH and FB2mm (P = .049–.38) and FB4mm and FB2mm (P = .027–.41). Median SI_{liver} (P < .0001), SD_{liver} (P < .0001), and SI_{muscle} (P < .0001) were higher in FB4mm and FB2mm than in BH, but no difference was found between FB4mm and FB2mm (P = .035–.52). Median SNR was higher in FB4mm than in BH (P = .0003) and FB2mm (P = .0051), but no difference was found between BH and FB2mm (P = .14). The median CNR had no difference between each group (P = .017–.68). **[Conclusion]** Free-breathing scanning using 3D VANE with CS and track technique was feasible in EOB enhanced hepatobiliary phase imaging. 3D VANE with CS at section thickness of 2 mm demonstrated almost comparable image quality compared with conventional breath-holding scans.



The case of 73 years old man hepatobiliary phase images using (a) BH, (b) FB_{4mm}, and (c) FB_{2mm}. FB_{2mm} shows almost comparable image quality compared with BH. FB_{4mm} shows blurred liver edge and intrahepatic vessels.

OS12-3 Investigation of correlation between entropy value of background liver and liver fibrosis using Gd-EOB-DTPA

Gd-EOB-DTPAを用いた背景肝のエントロピー値と肝線維化の相関関係の検討

二宮 一宙¹, 熊谷 積², 藤井 啓輔¹, 川浦 稚代¹, 今井 國治¹, 松島 秀¹

Kazuhiro Ninomiya¹, Kozue Kumagai², Keisuke Fujii¹, Chiyo Kawaura¹, Kuniharu Imai¹, Shigeru Matsushima¹

¹Department of Integrated Health Sciences, Nagoya University Graduate School of Medicine, ²Department of Radiological Technology, Anjo Kosei Hospital

【要旨】 It is important in the treatment of liver tumors with molecularly targeted drugs to detect and predict hepatic fibrosis at an early stage. In this study, we have investigated whether entropies of hepatobiliary phase images in Gd-EOB-DTPA-enhanced MRI reflect hepatic fibrosis, or not.

【背景・目的】 肝腫瘍における分子標的薬を用いた化学療法では、肝機能が低下すると分子標的薬の適応から外れる場合がある。そのため、現在の病気のコントロールだけでなく、肝機能を維持しつつ次の治療に移行することの重要性が高まっている。それゆえ、肝機能低下を早期検出・予測することは、臨床上非常に有益である。以前、筆者らはGd-EOB-DTPAを用いた造影MR検査における造影前後の画像から造影率(%)を計算し、肝線維化を検出する方法を考案した。この方法は、簡便に肝線維化が検出できる反面、画像処理に労力を費やすことや造影前後で位置ずれによる精度の低下が起きることと言った欠点を有している。この問題を解決する効果的な方法は、造影後の画像のみを用いて肝線維化を検出することであり、これを可能にする方法の一つとして画像のテクスチャ解析が考えられる。画像のテクスチャ解析とは画像の輝度値の空間分布や局所的関係性などの統計量を計算することでテクスチャ特徴を抽出する方法であり、その特徴量の1つであるエントロピーは、画像の乱雑さ、不均一性を示し、図1の式で定義されている。以上の観点から、本研究では、エントロピーが肝線維化を反映し、有益な物理指標になるかについて検討したので報告する。 **【方法】** 本研究ではEOBを用いた肝臓ダイナミックMRI検査を受け、以後侵襲的な検査や治療を受けることなく、2週間以内に肝機能を示す血液・生化学検査を受けた患者43名を対象とした。その際に使用したMR装置は、Signa HDxt 3.0 T clinical scannerであり、解析にはこの検査で得られた肝細胞相(投与後20分後)の画像のみを使用した。この肝細胞相の全肝スライスに対し、5か所のROI(直径15pixelsの円)を設定した上で、各スライスにおけるエントロピー値を計測した。本解析では、得られたエントロピー値の平均値を線維化の物理指標とし、MRI検査直近及びMRI検査後2週間以内の肝機能を示す血液・生化学検査値との相関を評価した。これに加え、FIB4分類に基づいて患者を3群(低値群(≤1.3), 中間値群(1.3-2.67), 高値群(≥2.67))に分類し、平均エントロピー値の群間比較も実施した。 **【結果】** 本研究で使用した血液生化学データは、Platelet値、AST値、ALT値であり、肝線維化を推定するFIB4値は、年齢・AST値・platelet値・ALT値を用いて算出した。まず、平均エントロピー値と血液生化学データとの関係についてであるが、平均エントロピー値は、検査の時期に関係なく、FIB4値と正の相関を示した。しかし、ALT値に関しては2回目の検査のみ正の相関を示した。このことから、エントロピー値は肝の線維化を反映していると考えられる。これはFIB4値を算出するのに必要なAST値・platelet値がエントロピー値とそれぞれ正の相関を持つことによると考えられる。また、1回目では相関がなかったALT値が2回目では相関が示され相関の精度が上がったことから、エントロピー値で肝線維化を予測できる可能性があると言える。次に、各患者群に対する平均エントロピー値の群間比較についてであるが、低値群(≤1.3)に比べ、高値群(≥2.67)が有意に高い結果となった。また、中間値群(1.3-2.67)と高値群との間には1回目の血液検査データに基づいた群分けでは有意差を示さなかったが、2回目の血液検査データに基づいた分類では、高値群が中間値群に対して有意に高いエントロピー値を示す結果となった。さらに、低値群と中間値群との比較では、中間値群のエントロピー値の方が高くなったが、統計学的有意差は認められなかった。このことから、エントロピー値は進行した肝線維化に対し、高い感度を有することが示唆された。 **【結論】** 以上の結果から、EOBを用いた造影画像の背景肝におけるエントロピー値は肝線維化を反映しており、その線維化の進行度を評価する指標になり得ると示唆された。

$$f = - \sum_{i,j} p(i,j) \log(p(i,j))$$

OS12-4 Effect of Deep Learning and Investigation of Optimal Conditions in Gd-EOB-DTPA Hepatocyte Imaging Using LAVA

LAVA法を用いたGd-EOB-DTPA肝細胞造影相撮像におけるDeep Learningの影響と至適条件の検討

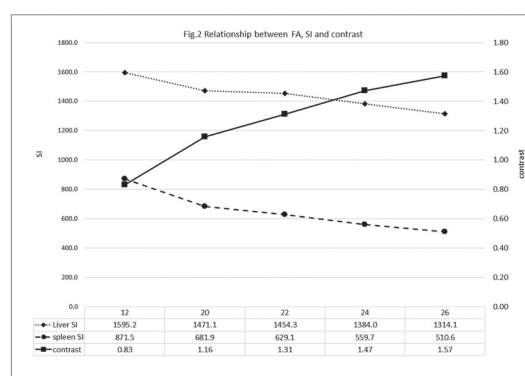
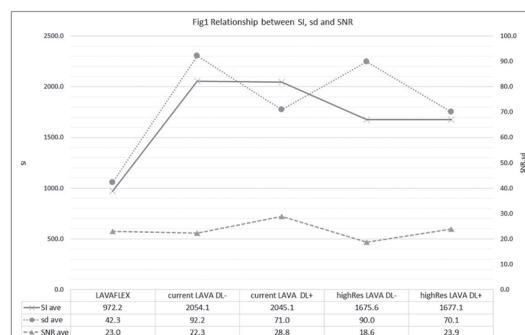
徳永 雄大¹, 平野 稔幸¹, 高柳 有希¹, 増井 孝之², 三好 光晴³, 若山 哲也³, 杉村 正義¹

Yudai Tokunaga¹, Toshiyuki Hirano¹, Yuki Takayanagi¹, Takayuki Masui², Mitsuharu Miyoshi³, Tetsuya Wakayama³, Masayoshi Sugimura¹

¹Seirei Hamamatsu General Hospital Radiation Part, ²Seirei Hamamatsu General Hospital Department of Radiology, ³Global MR Clinical Solutions and Research Collaborations, GE HealthCare, Japan

【要旨】 We investigated the effects of Deep Learning(DL) and the optimal conditions for Gd-EOB-DTPA hepatocyte contrast-enhanced imaging using the LAVA. Although the SNR decreased with high resolution and HyperSense combination, it was improved by applying DL

【背景】 Gd-EOB-DTPA造影剤は正常肝細胞に取り込まれる肝特異性造影剤であり、肝細胞造影相において肝細胞機能の低下した病変検出に有用であるが、微小な病変を検出するには高い分解能・コントラストの画像が望ましい。AIR Recon Deep Learning(DL)は撮像時間を延長することなくSNRを担保し高画質の画像を提供できる可能性がある。**【目的】** DLをLAVAに適用し、その影響と肝細胞造影相撮像における至適条件について検討した。**【方法】** GEHC社製SIGNA Pioneer PX29.1, AIR Anterior Array Coil。現在当院で使用しているLAVAFLEXを基に、ベースとなるLAVA (Current LAVA)と高分解能LAVA(High Res LAVA)を作成した。LAVAFLEX [Matrix320*192, ARC Factor2.0*2.0, FA12, ST:3.0mm, ScanTime:13sse], Current LAVA [Matrix320*192, ARC Factor2.0*2.0, FA12, ST:3.0mm, ScanTime:12sec, DL-/+]、High Res LAVA [Matrix320*256, ARC Factor2.0*2.0, FA12, ST:1.0mm, HyperSense(HS):2.0, ScanTime:13sec, DL-/+]。(1) 健常ボランティアにて得られた画像から肝臓の信号強度 (SI) と標準偏差 (sd) を測定しSNRを求め比較を行なった。またLAVAにおいてはDL -/+での比較も行った。(2) 次にHigh Res LAVA +DLのFAを12,20,22,24,26と変化させ、同意が得られた患者さんの肝細胞造影相撮像を行ない、肝臓と脾臓のSIとコントラストの比較を行なった。コントラストの比較には(肝臓SI-脾臓SI) /脾臓SIにより求めた値を用いた。**【結果】** (1) LAVAFLEX、current LAVA DL-、current LAVA DL+、High Res LAVA DL-、High Res LAVA DL+のSI, sd, SNRをFig 1に示す。DL -/+ではSIに変化は認められなかったが、sdは低減された。High Res LAVAではcurrent LAVAと比較しSIの低下が認められたがDLを適用することでLAVAFLEXと同等以上のSNRとなった。(2) High Res LAVA DL+のFAを12,20,22,24,26と変化させ得られた画像の肝臓と脾臓のSIとコントラストをFig 2に示す。FAの増加に伴い肝臓と脾臓のSIと画質低下が認められたがコントラストは大きくなった。至適なFAは24-26程度と考えられる。**【結論】** 肝細胞造影相の撮像においてLAVA法にDLを適用することで撮像時間・SNRを担保したまま高画質でコントラストのある画像が得られる可能性が示唆された。



OS12-5 Investigation of optimal scanning parameters for fat-suppressed T1-weighted imaging using Motion-sensitized driven-equilibrium preparation.

MSDEパルスを用いた脂肪抑制T1強調画像における最適な撮像条件の検討

西原 崇¹, 尾藤 良孝¹, 瀧澤 将宏¹, 吉澤 延之¹, 中村 優子², 檜垣 徹², 本田有紀子², 栗井 和夫²

Takashi Nishihara¹, Yoshitaka Bito¹, Masahiro Takizawa¹, Nobuyuki Yoshizawa¹, Yuko Nakamura², Toru Higaki², Yukiko Honda², Kazuo Awai²

¹FUJIFILM Healthcare Corporation, ²Diagnostic Radiology, Hiroshima University

【要旨】 For intracellular-contrast-enhancing fat-saturated T1-weighted gradient-echo nature of the sequence the minimum duration time, 21 ms, and the order of M-F should be used to minimize the effect of T2 factor while maintaining the effect of fat suppression.

【Introduction】

The sensitivity of gadoxetic acid-enhanced hepatobiliary-phase (HBP) magnetic resonance imaging is high for the detection of liver lesions. However, as gadoxetic acid acts as both an extracellular- and hepatocyte-specific contrast agent, signals from the extracellular space may lower the contrast between the lesion and the surrounding hepatic parenchyma on HBP images especially in cases where the scan timing is too early or in cases of poor liver function.

To improve its hepatocyte-specific gadoxetic acid enhancement, intracellular-contrast-enhancing fat-saturated T1-weighted gradient-echo nature of the sequence (ICE-TIGRE) that combines motion sensitized driven equilibrium (MSDE) and fat-saturated 3D T1W GrE was proposed [1] and ICE-TIGRE showed comparable diffusion contrast to DW-EPI. However, the effect of T2 factor and fat suppression by adding MSDE has not been fully investigated. In this study, scanning parameters for ICE-TIGRE that minimize the effect of T2 factor while maintaining the effect of fat suppression was investigated.

【Methods】

A healthy volunteer was scanned on a 3T MRI (FUJIFILM Healthcare Corporation). This study was approved by the ethics committee of FUJIFILM Healthcare Corporation. The order of MSDE and fat suppression (FS) pulse [FS-MSDE (F-M) or MSDE-FS (M-F)], and the duration time of MSDE (21 to 50 ms) were changed to examine the effect of T2 factor and fat suppression. All b-values of MSDE were 0.1 s/mm². Other scanning parameters were as follows: section thickness and interval 4.0 mm, TR/TE 4.0 / 1.8 ms, FA 15 degree, FOV 36 cm, partial FOV ratio 80%, matrix 320 x 224. Region of interests (ROIs) were placed on the gel and the mat for phantom, and liver and subcutaneous fat for the volunteer. Mean signal intensity (SI) in each ROI was calculated.

【Results and discussions】

Contrast between the liver and the subcutaneous fat varied with the duration time and the order of the preparation pulses. The contrast change resulting from the variation in duration time was lower for the order of M-F compared to F-M (Figure 1). Signals of the liver decreased as the duration time longer for both order of M-F and F-M. Mean SI with the order of M-F was higher compared to F-M at all duration time (Figure 2). The effect of T2 factor was smallest when the minimum duration time and the order of M-F was used. The fat signal was suppressed with the order of M-F (Figure 1 (b-d)), but not with the order of F-M (Figure 1 (e-f)).

【Conclusion】

To minimize the effect of T2 factor while maintaining the effect of fat suppression the minimum duration time, 21 ms, and the order of M-F should be used for ICE-TIGRE.

【References】

[1] Yoshizawa N, et al. 50th JSMRM (2022), PPO4-5.

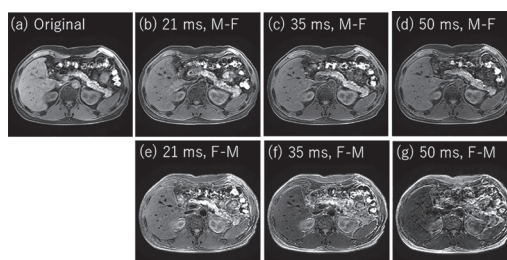


Fig. 1 Volunteer images

Original T1-weighted volunteer image without MSDE (a). Volunteer images with MSDE duration 21-50 ms and M-F order (b)-(d). Volunteer images with MSDE duration 21-50 ms and F-M order (e)-(g). All b-values of MSDE were 0.1 s/mm².

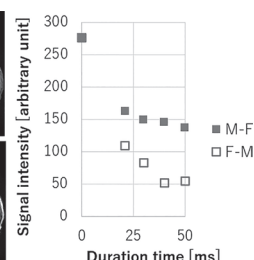


Fig. 2 Measured signal intensity of liver in Fig. 1 (a)-(g) vs. MSDE duration.

OS12-6 Efficacy of deep learning-based reconstruction of breath-hold fat-suppressed 3D T1-weighted imaging on a hepatobiliary phase of EOB-MRI

EOB-MRI肝細胞相におけるディープラーニング画像再構成技術を用いた呼吸停止下脂肪抑制3DT1強調像の有用性

高山 幸久¹, 佐藤 圭亮¹, 田中 慎二¹, 村山 僚¹, 後藤奈帆子¹, 神宮綾多郎², 幾嶋洋一郎³, 野崎 敦³, 吉満 研吾¹
Yukihisa Takayama¹, Keisuke Sato¹, Shinji Tanaka¹, Ryo Murayama¹, Nahoko Goto¹, Ryotaro Jingu², Yoichiro Ikushima³,
Atsushi Nozaki³, Kengo Yoshimitsu¹

¹Department of Radiology, Faculty of Medicine, Fukuoka University, ²Radiology Center, Fukuoka University Hospital, ³GE HealthCare

【要旨】 The combination of DLR and breath-hold fat-suppressed 3D T1-weighted imaging in the hepatobiliary phase of EOB-MRI improved overall image quality, reduced image noise and motion artifact without reducing lesion-to-nonlesion contrast ratio.

【目的】 EOB-MRI肝細胞相におけるディープラーニング画像再構成技術 (DLR) を用いた呼吸停止下3D脂肪抑制T1強調像の有用性を評価する。【方法】 肝腫瘍を有し、EOB-MRIを施行した42例 (男/女=28/14、平均年齢62.1歳)、肝細胞相にて低信号を呈する90病変を対象とした。肝細胞相において、以下に示す3種の3D脂肪抑制T1強調像を撮影した。1. 呼吸停止下で撮影し、DLRを用いた3D脂肪抑制T1強調像 (以下、BH-DLR+)、2. 呼吸停止下で撮影し、DLRを用いていない3D脂肪抑制T1強調像 (以下、BH-DLR-)、3. Navigation echoを用いて自由呼吸下で撮影し、DLRも用いた3D脂肪抑制T1強調像 (以下、Navi)。この3種の画像について定性的評価 (全体画質、ノイズ、動きのアーチファクトについて、1:悪い~4:良い、の4ポイントスコアで評価)、定量的評価 (病変非病変間のミケルソンコントラスト、肝実質信号強度の変動係数) を行い、統計学的に比較した。【結果】 全体画質とノイズの平均スコアは、BH-DLR+ (3.64と3.90) が、BH-DLR- (2.69と2.88) やNavi (2.86と3.40) よりも有意に高いスコアを、Navi がBH-DLR-よりも有意に高いスコアを示した (p<0.05)。動きのアーチファクトの平均スコアは、BH-DLR+ (3.88) とBH-DLR- (3.88) が、Navi (3.00) よりも有意に高いスコアを示した (p<0.05)。ただし、BH-DLR+とBH-DLR-の間には有意差を認めなかった。病変非病変間のミケルソンコントラストは、BH-DLR+ (平均±標準偏差: 0.31±0.11) とNavi (0.33±0.12) が、BH-DLR- (0.30±0.11) よりも有意に高い値を示した (p<0.05)。しかし、BH-DLR+とNaviの間には有意差は認めなかった。肝実質信号強度の変動係数は、BH-DLR+ (平均±標準偏差: 0.056±0.018) が、BH-DLR- (0.30±0.11) とNavi (0.33±0.12) よりも有意に低い値を、NaviがBH-DLR-よりも有意に低い値を示した (p<0.05)。【結論】 3種の画像の比較では、BH-DLR+を用いることで、病変非病変間のコントラストを有意に低下させることなく、全体画質が良く、ノイズや動きのアーチファクトが少ない画像を撮影することが可能である。

OS13-1 Quantification of cerebral glucose using ¹H localized spectroscopy at 7 T.

1. Sensitive detection of H1- α -glucose peak

7Tプロトン局所スペクトル法を用いたヒト脳内グルコース濃度の定量の試み

1. H1- α -glucose 信号の高感度検出

栗林 秀人¹, 漆畑 勇太¹, Sinyeob Ahn², Ravi Teja Seethamraju², 岡田 知久³

Hidetou Kuribayashi¹, Yuta Urushibata¹, Sinyeob Ahn², Ravi Teja Seethamraju², Tomohisa Okada³

¹Siemens Healthcare K.K., ²Siemens Medical Solutions, ³Human Brain Research Center, Kyoto University Graduate School of Medicine

【要旨】 ¹H single voxel spectra were acquired from the posterior cingulate cortex (27-mL volume) at 7 T to detect the H1- α -glucose peak at 5.23 ppm. The SNR of the peak was higher using semi-LASER pulse sequence than using short-TE STEAM pulse sequence. The SNR was enhanced with frequency drift correction.

【背景】 脳内グルコースは、¹H 局所スペクトル法により検出可能であるが、低濃度と複雑な信号の分裂により、計測感度が低い。その多くのピークは化学シフト 3-4 ppm の範囲に分布するが、タウリンと巨大分子由来の信号と重なり、分離定量が難しい。水ピークよりも低磁場の 5.23 ppm に検出される α -グルコースの 1 位のプロトン (H1- α -glucose) 由来の信号は低感度ではあるが、他の脳内代謝物由来の信号との重なりはない。そこで、7T MR システムを用いた H1- α -glucose 信号の検出を目的とし、パルスシーケンスおよびスペクトル前処理法による H1- α -glucose 信号の信号対雑音比 (SNR) を比較した。【方法】 京都大学医の倫理委員会に承認されたプロトコールに基づきインフォームドコンセントを行った後、若年健常者 28 名のボランティアスキャンを行った。研究用 7T MR システム (MAGNETOM 7T: Siemens Healthcare 社製) とヘッドコイル (1ch 送信/32ch 受信: Nova Medical 社製) を使用した。パルスシーケンスは short-TE STEAM と semi-LASER (共に研究用シーケンス) を比較した。スペクトルは、後部帯状回の一辺が 3 cm の立方体体積より取得した。スペクトル前処理法として、積算前のスペクトル間の周波数補正・非補正データを FID-A ソフトウェアで作成し、スペクトル解析は LCModel ソフトウェアを使用し、スペクトル解析幅を 0.2-6.0 ppm とした。H1- α -glucose 信号の SNR は、LCModel による H1- α -glucose フィットの結果の信号の高さを、化学シフト 0.2-0.6 ppm の範囲のベースライン補正後信号の標準偏差 (SD) で除した。【結果】 H1- α -glucose 信号の SNR は、semi-LASER シーケンスにより、short-TE STEAM シーケンスと比較して、有意に高い値を示した (mean \pm SD = 7.9 \pm 2.5 vs. 5.6 \pm 2.5 (n = 20, P < 0.001), scan time: 11-13 minutes vs. 12-15.5 minutes)。その、semi-LASER シーケンスによる H1- α -glucose 信号の SNR は、積算前のスペクトルの周波数補正により、非補正データと比較して、有意に上昇した (mean \pm SD = 10.2 \pm 3.8 vs. 9.2 \pm 3.1 (n = 24, P = 0.031))。【結論】 スピンエコー系シーケンスである semi-LASER の使用と、積算前のスペクトルの周波数補正は、H1- α -glucose ピークの高感度検出に寄与する。

OS13-2 Quantification of cerebral glucose using ^1H localized spectroscopy at 7 T.

2. Spectral analysis via H1- α -glucose peak

7T プロトン局所スペクトル法を用いたヒト脳内グルコース濃度の定量の試み

2. H1- α -glucose 信号の解析

栗林 秀人¹, 漆畑 勇太¹, Sinyeob Ahn², Ravi Teja Seethamraju², 岡田 知久³

Hidetō Kuribayashi¹, Yuta Urushibata¹, Sinyeob Ahn², Ravi Teja Seethamraju², Tomohisa Okada³

¹Siemens Healthcare K.K., ²Siemens Medical Solutions, ³Human Brain Research Center, Kyoto University Graduate School of Medicine

【要旨】 The spectral baseline around the H1- α -glucose peak at 5.23 ppm slopes to the right, which is affected by the tail of the residual water peak. Excluding the residual water peak using analysis software flattens the baseline and improves the accuracy of fitting the low-SNR H1- α -glucose peak.

【背景】 α -グルコースの 1 位のプロトン (H1- α -glucose) 由来のピーク (化学シフト 5.23 ppm) を ^1H 局所スペクトル法を用いて検出する脳内グルコースの計測は、他の信号との重なりがないために、他の代謝物濃度と混交しない定量が期待される。しかし、信号対雑音比の低いピークのフィッティングは、ベースラインの引き方に大きく影響する。また、ピークの高エネルギーの 7 T においても、H1- α -glucose ピークのベースラインは、消え残り水信号 (化学シフト 4.7 ppm) の影響を受ける (1)。そこで、消え残り水信号が H1- α -glucose ピーク付近のベースラインおよびフィッティング精度に与える影響を調査した。**【方法】** 京都大学医の倫理委員会に承認されたプロトコールに基づきインフォームドコンセントを行った後、若年健常者 28 名のボランティアスキャンを行った。研究用 7T MR システム (MAGNETOM 7T: Siemens Healthcare 社製) とヘッドコイル (1ch 送信/32ch 受信: Nova Medical 社製) を使用した。パルスシーケンスは short-TE STEAM と semi-LASER (共に研究用シーケンス) を使用した。スペクトルは、後部帯状回の一辺が 3 cm の立方体体積より取得した。スペクトル解析は LCModel ソフトウェアを使用し、スペクトル解析幅を 0.2-6.0 ppm とした。H1- α -glucose ピークのみで構成されるグルコース basis set を作成し、そのピークのフィッティングに使用した。消え残り水信号の強度 (peak-to-peak) は、クレアチンメチルピーク強度で規格化した。消え残り水信号は、LCModel 上で 4-5 ppm を解析対象外とする方法と、FID-A ソフトウェア (2) 上の Hankel singular value decomposition アルゴリズムを基礎とした方法により除去した。H1- α -glucose ピーク付近のベースラインは、ピークを中心とした 0.4 ppm 範囲の残差 (観測スペクトルとフィットとの差) を用いて評価した。フィッティング精度は Cramér-Rao lower bounds (CRLB) を用いて評価した。**【結果】** 消え残り水信号の強度は、semi-LASER シーケンスにおいて、short-TE STEAM シーケンスと比較して、有意に高い値を示した (median = 1.34 vs 0.55, $n = 20$, $P = 0.002$)。H1- α -glucose ピーク付近のベースラインは、両シーケンスにおいて傾きが見られたが、消え残り水信号の除去により平坦化した。消え残り水信号の除去法によるそれらの結果に、違いは見られなかった。H1- α -glucose ピークフィットの CRLB は、消え残り水信号の存在した状態では、全てのスペクトルにおいて 50% 以上を示したが、消え残り水信号の除去により低下した (semi-LASER スペクトルにおいて mean \pm SD = 31.9 \pm 8.2% ($n = 20$))。**【結論】** 消え残り水信号を除去した LCModel 解析により、H1- α -glucose ピーク付近のベースラインが平坦化する。また、H1- α -glucose ピークフィットの精度も上昇する。**【参考】** 1. Fichtner ND et al. Magn Reson Med 2017;78:11-19. 2. Simpson R et al. Magn Reson Med 2017;77:23-33.

OS13-3 Quantification of cerebral glucose using ^1H localized spectroscopy at 7 T.

3. Quantification by conventional ^1H spectral analysis

7T プロトン局所スペクトル法を用いたヒト脳内グルコース濃度の定量の試み

3. 一般的な解析による定量

栗林 秀人¹, 漆畑 勇太¹, Sinyeob Ahn², Ravi Teja Seethamraju², 岡田 知久³

Hidetō Kuribayashi¹, Yuta Urushibata¹, Sinyeob Ahn², Ravi Teja Seethamraju², Tomohisa Okada³

¹Siemens Healthcare K.K., ²Siemens Medical Solutions, ³Human Brain Research Center, Kyoto University Graduate School of Medicine

【要旨】 Cerebral glucose concentrations estimated by conventional spectral analysis for ^1H short-TE STEAM spectra in humans at 7 T are overestimated and contaminated with taurine concentrations due to spectral overlap. Adding a macromolecule basis set to the spectral analysis does not solve the problem.

【背景】 脳内グルコースは、 ^1H 局所スペクトル法により検出可能であるが、その多くの信号は化学シフト 3-4 ppm の範囲に分布し、タウリンと巨大分子由来の信号と重なるため、分離定量が難しい。巨大分子信号は、TE の短いシーケンスにおいて顕著に検出され、LCModel 解析では脂質信号と共に独自のアルゴリズムによりフィッティングされる。近年、実測した巨大分子信号を basis set に加えた LCModel 解析が MRS の専門家の間で行われるようになり、演者らもその basis set の作成法に関して本学会において発表している (1,2)。そこで、 ^1H スペクトルの一般的な LCModel 解析に巨大分子信号の basis set を組み込み、グルコース定量への影響とタウリン信号との重なりを調査した。**【方法】** 京都大学医の倫理委員会に承認されたプロトコールに基づきインフォームドコンセントを行った後、若年健常者 20 名のボランティアスキャンを行った。研究用 7T MR システム (MAGNETOM 7T: Siemens Healthcare 社製) とヘッドコイル (1ch 送信/32ch 受信: Nova Medical 社製) を使用した。パルスシーケンスは short-TE STEAM (TE = 5 ms, 研究用シーケンス) を使用した。化学シフト 0.2-4.0 ppm の範囲のスペクトル解析を LCModel ソフトウェアで行い、LCModel 標準の STEAM basis set (標準 basis set) と、自作の巨大分子信号 basis set (1) を組み込んだ basis set (標準 + MM basis set) による結果を比較した。フィッティング精度は Cramér-Rao lower bounds (CRLB) を用いて評価し、CRLB = 999% を示したグルコースフィットは失敗したと判断した。グルコース信号とタウリン信号の重なりは、LCModel correlation coefficient を用いて評価した (3)。**【結果】** 標準 basis set を使用してグルコースフィットに失敗した例は、20 例中 1 例のみであったが、標準 + MM basis set による解析では 14 例に増加した。標準 basis set を使用してグルコースフィットの CRLB が 50% 以下であった例は、20 例中 19 例あったが、標準 + MM basis set による解析では 2 例に減少した。その 2 例は、他の解析法においても推定グルコース濃度が最も高く、その推定グルコース濃度は、標準 + MM basis set による解析において低下した。また、その 2 例のグルコース信号とタウリン信号の重なりは、標準 + MM basis set による解析において、さらに強くなった。**【結論】** short-TE STEAM スペクトルの一般的な LCModel 解析によるグルコースの推定濃度は、過大評価される。また、巨大分子 basis set を導入しても、グルコースとタウリン推定濃度との混交の解決にはならない。**【参考】** 1. 岡田ら JSMRM 2021 01-029. 2. 栗林ら JSMRM 2021 01-030. 3. Provencher S. In: LCModel & LCMgui User's manual: 2021, p. 150.

OS13-4 APT_T1: APT parameter by solving Bloch equation of multiple pool model

APT_T1: マルチプルプールモデルの Bloch 方程式を解いて得られる APT パラメータ

三好 光晴¹, 小口 和浩², 若山 哲也¹

Mitsuharu Miyoshi¹, Kazuhiro Oguchi², Tetsuya Wakayama¹

¹Global MR Clinical Solutions and Research Collaborations, GE HealthCare, Japan, ²Jisenkai Brain Imaging Research Center

【要旨】 By solving the Bloch equation of multiple pool model of CEST in the steady state, new parameter APT_T1 is calculated. The meaning of APT_T1 is a ratio of "APT transfer rate" to "longitudinal relaxation rate".

[Background] For Chemical Exchange Saturation Transfer (CEST), MTR asymmetry (MTR_asym) at $\pm 3.5\text{ppm}$ is often used to visualize Amide Proton Transfer (APT) image. However, there are NOE effect or residual fat signal at -3.5ppm and MTR_asym is influenced by them. MTR_asym value changes based on CEST RF B1 amplitude and it is a qualitative value of APT. One of the quantitative analyses of APT is Apparent EXchange-dependent Relaxation (AREX) (ref 1). But it is sensitive to image noise.

By solving the Bloch equation of multiple pool model of CEST in the steady state, the concentration of each pool can be calculated. However, unknown parameters are included in the Bloch equation, and they influence the calculated values. New parameter was presented in the past JSMRM 2018 (ref 2), and it was insensitive to unknown parameters. In this study, the new parameter is described as $\text{APT_T1} = f \times k \times \text{T1}$, where f is concentration of APT pool, k is the transfer rate from APT pool to Free water pool and $1/\text{T1}$ is longitudinal relaxation rate of free water pool.

[Method] In this study, analytical solution of AREX and APT_T1 were compared to show that both AREX and APT_T1 are quantitative parameters of CEST and to understand the meaning of APT_T1.

[Result] AREX is shown in equation 17 of ref 1 as follows; $\text{AREX} = k_a \times \text{DC}$, where k_a is the transfer rate from Free water pool to APT pool, and DC is Duty Cycle of CEST RF. Continuous wave RF can be used in GE CEST research equence, and DC is 1. k_a is $f \times k$ in theory. As a result, it is concluded that $\text{AREX} = f \times k$, and $\text{APT_T1} = \text{AREX} \times \text{T1}$.

[Discussion] APT_T1 is the ratio of APT transfer rate ($f \times k$) to longitudinal relaxation rate ($1/\text{T1}$). Because APT_T1 is ratio, it has no unit. Unit of AREX is [Hz].

AREX uses inverse of Z spectrum in equation 10 in ref 1. AREX diverges to infinite value near 0Hz offset. AREX requires additional T1 measurement. As a result, AREX is sensitive to noise. On the other hand, in APT_T1 calculation, Z spectrum was fitted and T1 measurement is not required. APT_T1 is less sensitive to noise, and this is important because signal change of CEST effect in only around 5% or less of the water signal.

However, APT_T1 needs to consider the parameters of Free water pool and Binding water MT pool. In AREX, these parameters are included in Z_ref in equation 10 of ref 1, and calculation is simpler than APT_T1.

[Conclusion] The relation between APT_T1 and AREX is $\text{APT_T1} = \text{AREX} \times \text{T1}$. APT_T1 is the ratio of "transfer rate from Free water pool to APT pool, $f \times k$ " to "longitudinal relaxation rate in Free water pool, $1/\text{T1}$ " and it is a quantitative parameter of APT.

(ref 1) Moritz Zaiss, et al., Inverse Z-spectrum analysis for spillover-, MT-, and T1-corrected steady-state pulsed CEST-MRI - application to pH-weighted MRI of acute stroke, NMR Biomed. 2014 March; 27(3): 240-252. doi:10.1002/nbm.3054

(ref 2) Mitsuharu Miyoshi, et al., A study for quantification of CEST Z spectrum with multi pool model Bloch equation, abstract of JSMRM 2018, #03-044

OS13-5 Improvement of the accuracy of lipid analysis of 7T ¹H-MRS in skeletal muscle by J-split-weighted peak fitting

J分裂を加味したピークフィティングによる骨格筋の7T-MRSの脂質解析精度の向上

梅田 雅宏¹, 日置 麻也², 福永 雅喜³

Masahiro Umeda¹, Maya Hioki², Masaki Fukunaga³

¹Meiji University of Integrative Medicine, ²Teikyo Heisei University, ³National Institute for Physiological Sciences

【要旨】 The accuracy of 7T ¹H-MRS analysis in intramyocellular fat of muscle was improved by fitting for the methyl group proton with a peak around 0.9ppm as a triplet signal with a 7.5Hz J-split, and by fitting the peak around 0.9ppm as a triplet signal with a 7.5Hz J-split.

【背景と目的】 骨格筋のMRSを用いて脂肪酸の解析が行われており、筋細胞内外の脂肪をケミカルシフトにより分離出来ることが知られている。脂肪分子のスペクトルには、J結合によりピーク分裂が存在し、メチル基は7.5Hzの分裂をもつ3本の信号(トリプレット)となる。しかし、従来装置では、T₂緩和によるピークの広幅化や、低感度起因する大きなROI設定のため10Hz以下の分解能を達成し、J結合によるピーク分裂を考慮した解析は困難であった。一方、7T装置の応用は、高感度によるROIの狭小化、ケミカルシフト分解能の向上をもたらす、ピーク分離能が著しく向上する。生体内の脂肪を構成する脂肪酸は、16個の炭素を持つ飽和脂肪酸であるパルミチン酸、18個の炭素と二重結合を1つ持つオレイン酸、2つ持つリノール酸、3つ持つリノレン酸などの不飽和脂肪酸がある。またリノレン酸は、二重結合の位置によりαリノレン酸(ω3)とγリノレン酸(ω6)に分類される。筋細胞内に存在するこれらの脂肪酸のメチル基のケミカルシフトは、αリノレン酸では0.98ppmを示すが、それ以外の脂肪酸は0.89ppm付近にある。本研究では、これらのメチル基に対してトリプレットピークをフィットすることにより、ピーク分離能の向上とピーク面積の精度向上につながるかを検討した。【方法】装置はMAGNETOM 7T(シーメンス社;生理学研究所所有)および送受信タイプのサーフェスコイルを使用し、健康者の前脛骨筋に約2cm²以下の容積のROIを設定し、PRESS(ミネソタ大学提供)でTE=21ms/TR=5sで32回から128回の積算回数、4000Hzの観測周波数帯、データ点を4096点もしくは8192点で計測した。シーメンス社のデータ処理ソフトを使用して、脂肪酸の解析を行った。対象者は20代の女性5人。測定した¹H-MRSに対して、0.9ppm付近に半値幅15Hz、J=7.5Hzのトリプレット信号をフィットした後、1.0ppm付近に見られる残差ピークに対して、1.01ppmを中心に、0.9ppmと同じ半値幅15Hz、J=7.5Hzのトリプレットをフィットした。【結果と考察】図1に得られた¹H-MRSの一例を示す。クレアチンのピークの半値幅は5Hzであった。5名の被験者すべてで0.90-0.92ppm付近のピークにトリプレットピークをフィットできた。5人中1名では1.01ppm付近に残差ピークを認め、1.01ppmに新たなトリプレットピークをフィットした。残りの3名では、1.04-1.07ppm付近にピークが認められたが、単一もしくは2本のシングルピークとしてフィットした。二重結合に隣接するメチレン基についても検討したが、多くの脂肪酸のピークは複雑なマルチプレットのパターンを示すため、J分裂パターンを用いたフィッティングについては検討せず、2.0-2.1ppm付近の信号、および2.8ppm付近の信号については2本の広幅のシングルピークをフィットした。2.02-2.05ppm付近と2.06-2.09ppm付近にフィットしたピーク的面積の割合は、2.02ppm付近の面積比が38%±1%であった。また、二重結合に挟まれたメチレン基では、全例で2.8ppm付近に広幅のピークが認められたが、低磁場側にも未同定の広幅のピークが確認された。7T ¹H-MRSでは、J分裂を加味したピークパターンをフィットすることで、骨格筋の細胞内脂肪の脂肪酸成分分析の精度向上の可能性が示唆された。今後、さらなるフィッティングへのピーク分裂パターンの追加やフィットソフトウェアの改善が必要と考えられた。

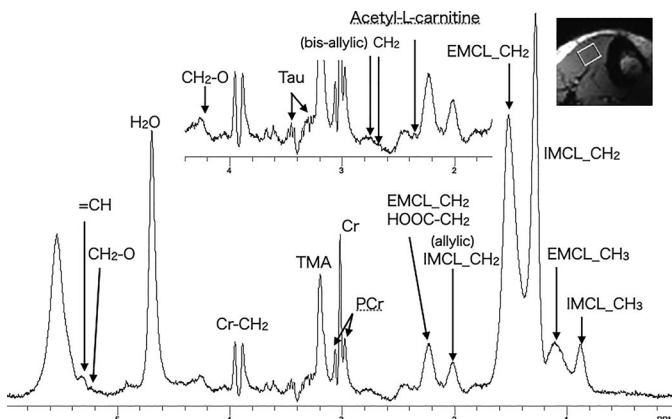


Fig.1 7T ¹H-MRS of tibialis anterior muscle

7T2032020101YE_26

OS13-6 Multi-parametric Mapping of T2* with δ TE UTE and Macromolecule Exchange ZAP/CEST in Cartilage, Tendon, and Muscle Tissues

軟骨、腱、筋肉における δ TE UTE および ZAP/CEST による T2* のマルチパラメトリックマッピング

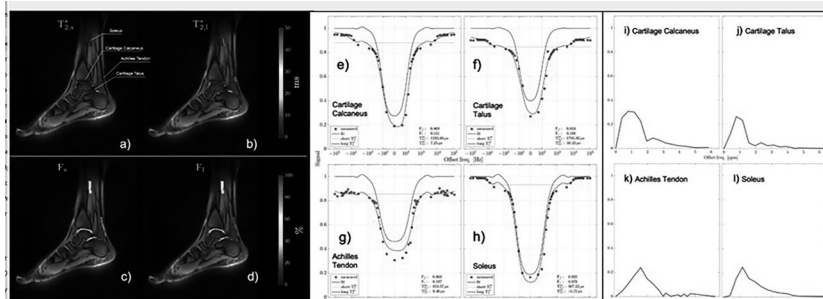
マリス バディム, ベイ ウオン, プセビック ダイアナ, 宮崎美津恵

Vadim Malis, Won Bae Bae, Diana Vucevic, Mitsue Miyazaki

University of California San Diego, Department of Radiology

[要旨] δ TE UTE enables tight intervals echoes to be collected. This study maps foot cartilage, muscle, and tendon T2* using δ TE UTE, Z-spectrum Analysis Protons (ZAP), and Chemical exchange saturation transfer (CEST). ZAP quantifies exchange protons, while CEST targets specific -OH, -NH₂, and -NH protons.

[Introduction] This study aims to establish multi-parametric maps of CEST, ZAP, and bi-exponential T2* mapping using the multi-echo δ TE UTE sequence in cartilage, tendon, and muscle tissues of healthy subjects. **[Methods]** Three healthy volunteers (35 \pm 10 years) were scanned on a clinical 3T imager. The imaging protocol included three imaging series: i) a multi-echo 3D UTE with six TE_s = 0.096/2.3/4.5/6.7/8.9/11.1 ms (evenly spaced by 2.2 ms), TR = 14.7 ms, NEX = 1, FA = 4 deg, FOV = 35 \times 35 cm in the sagittal orientation; additional echoes were acquired with ii) δ TE UTE allowing for tightly spaced TE_s = 0.34/0.74/1.14/1.54 ms (δ TE = 0.4 ms) [1]. iii) 2D single-shot FSE (TE = 10 ms, NEX = 1, FA = 90 deg) with magnetization transfer (MT) preparation pulses at 56 off-resonance frequencies ranging from -120 to 100 kHz, acquired in a centric frequency pattern, FOV = 35 \times 35 cm, matrix size 384 \times 356, a 5-mm thick slice, and B_{1rms} of about 1-2 μ T. The total scan time was 16 minutes. Four regions of interest corresponding to cartilage calcaneus, cartilage talus, Achilles tendon, and soleus muscle were identified and manually drawn on the image from series iii). T2* per voxel mapping was performed by fitting a time-dependent signal curve into the bi-exponential model described by equation (1). $S(t) = S_s(0) \exp(-t/T_{2s}^*) + S_l(0) \exp(-t/T_{2l}^*) + S'(1)$ where T_{2s} and T_{2l} are short and long relaxation times, S' is the term to account for noise, fractions of long and short components were calculated as follows: $F_s = S_s / (S_s + S_l) \times 100\%$ (2.1) $F_l = S_l / (S_s + S_l) \times 100\%$ (2.2) The two-compartment model Z-spectrum fitting yielded several metrics such as apparent relaxation times (T_{2f}^{ex} and T_{2r}^{ex}) in free and restricted proton pools, respectively, and their fractions (F_f and F_r). The images corresponding to the narrower offset range [-900 Hz, 900 Hz] were used to obtain CEST-spectrum and calculate MTR_{Asym}. For each region a B₀ correction was performed prior to the analysis. **[Results]** Short T2* values for the cartilage calcaneus and cartilage talus were found similar (2.89 and 2.92 ms respectively), with similar fractions (F_s) 54.1%, 51.4%. The long T2* were also similar: 82.0 ms and 80.7 ms with the corresponding fractions 45.9% and 48.6%. For the soleus muscle long T2* of 60.8 ms had higher fraction of 67% compared to short T2* found to be 2.1 ms with the fraction of 33.4%. In tendon as anticipated the short T2* of 0.96 ms was dominant with the fraction of 80.9%. Bi-exponential model fit colormaps for one of the volunteers are demonstrated in the figure (a-d). The short (T_{2s}) and long (T_{2l}) relaxation time maps are shown in a and b, respectively while short (F_s) and long (F_l) components in c and d. Results from the Z-spectrum acquisition are shown in e-l. Z-spectrum fits for one of the participants are given in e-h and the MTR_{Asym} plots are presented in i-l. For each of the anatomy the peak corresponding to the hydroxy group (-OH) was observed while Achilles tendon and soleus also had an amine (-NH₂) group present. **[Conclusion]** This study effectively employed the δ TE UTE imaging sequence for accurate T2* estimation, CEST, and ZAP in human feet.



OS14-1 Enhancing image quality and spatial resolution in liver Diffusion Weighted Imaging using deep learning-based reconstruction

ディープラーニング再構成を用いた肝臓DWIの画質改善と超解像化

権 池勲¹, 湯田 恒平², 米山 正己¹, 勝又 康友³, 濱野 裕¹, 佐藤 次郎², マルク ヴァンカウテレン³

Jihun Kwon¹, Kohei Yuda², Masami Yoneyama¹, Yasutomo Katsumata³, Hiroshi Hamano¹, Jiro Sato², Van Cauteren Marc³

¹Philips Japan, ²Tokyo Metropolitan Police Hospital, ³Philips Healthcare

[要旨] We investigated the use of prototype AI-based reconstruction technique to improve the image quality and spatial resolution in liver diffusion-weighted imaging. Volunteer data demonstrated improvement of image quality and spatial resolution using the proposed technique compared with Compressed-SENSE.

[Objective/background]

Abdominal diffusion-weighted imaging (DWI) is reported to be useful for liver lesion detection and characterization. However, spatial resolution of single-shot echo-planar imaging (ssh-EPI) DWI is inherently limited by acquisition time. Despite the growing interest in using Artificial Intelligence (AI) for medical images, there have been very few applications to improve the spatial resolution of liver DWI.

In this study, two types of AI were used to first remove the noise and undersampling artifacts, and subsequently to improve the sharpness of the image. It is hypothesized that the image quality of liver DWI and ADC map can be improved by using the proposed AI-based reconstruction technique. The purpose of this study was to acquire high-resolution and high-SNR liver DWI images using the proposed AI-based reconstruction, and to compare the image quality with conventional Compressed-SENSE (C-SENSE) reconstruction.

[Methods]

In this IRB approved study, 8 volunteers were examined on a 3.0T whole-body clinical system (Ingenia Elition X, Philips Healthcare) using a 32-channel phased-array coil. Multi-slice 2D ssh-EPI-DWI sequence was acquired.

Images have been reconstructed using prototype software (SmartSpeed Precise Image, SSPI). This AI-based reconstruction technique consists of a series of convolutional neural networks (CNNs) to reconstruct images acquired with C-SENSE based variable density undersampling patterns. The CNN is applied during the coil combination, removing the noise and related undersampling artifacts from the images. Subsequently, an AI-model was applied to remove ringing artifacts, to increase the matrix size and therewith the sharpness of the images. Data consistency checks are implemented to match the resulting k-space with the measured k-space data.

Acquisition and reconstruction resolutions were 3.5 \times 3.5 and 1.6 \times 1.6 mm², respectively. Slice thickness=7 mm, 25 slices, b-value=0 and 800 s/mm², TR/TE=1306/49 ms, acceleration factor=2.5, number of signals averaged=5, respiratory triggered, and the scan time was 1min48sec.

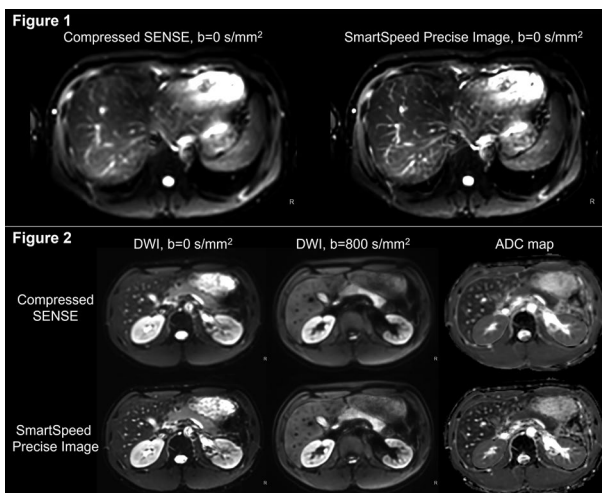
Visual image quality scores were evaluated on b=800 s/mm² image by a radiologist on a 5-point scale score (5=excellent, 1=poor) for overall image quality, sharpness, and artifact presence.

[Results and Discussions]

Compared with C-SENSE, SSPI showed higher median visual scores for overall image quality (3 vs 4), sharpness (3 vs 3.5), and artifact (3 vs 4). Figure 1 and 2 show comparisons of C-SENSE and SSPI. Improved sharpness by SSPI on both b=0 and 800 s/mm² images resulted in enhanced visualization of liver vessels on ADC map. Additionally, the edges of pancreas were also enhanced by SSPI. These results suggest that the improved image quality and spatial resolution by SSPI may enable evaluating smaller structures that were previously unobservable.

[Conclusion]

High-resolution and high-SNR ssh-EPI DWI images for the liver were reconstructed using prototype AI-based reconstruction software. Volunteer data demonstrated significantly improved sharpness of DWI images and ADC maps compared with conventional C-SENSE, resulted in the improved visualization of small vascular patterns and structures.



OS14-2 Fundamental study of perfusion analysis in EOB-MRI

EOB-MRIにおける灌流解析の基礎的検討

鈴木 秀郷¹, 辻 良憲¹, 時森 貴央¹, 久保田麻美¹, 吉田 孝¹, 斎藤 聡²

Hidesato Suzuki¹, Yoshinori Tsuji¹, Takao Tokimori¹, Asami Kubota¹, Takashi Yosida¹, Satoshi Saito²

¹Department of Radiological Technology, Toranomon Hospital, ²Department of Liver, Toranomon Hospital

【要旨】 Perfusion analysis was performed on 19 cases diagnosed with hepatocellular carcinoma. There was no significant difference in Ktrans and Ve for any pattern of TICs in tumors, and analysis up to 80 seconds after administration of contrast media did not depend on the shape of the TIC.

【目的/背景】 昨年、GRASP-Vibeを用いたEOB-MRIの肝腫瘍のPerfusion解析を行い、Ktrans、Veを組み合わせる事によって肝細胞癌、血管腫、限局性結節性過形成の鑑別可能との結論をえた。一方、Gd-EOB-DTPA(EOB)は他の細胞外液性造影剤とは異なり、肝細胞特異性造影剤である。従来のPerfusion解析は異なる解析が必要である。EOBによるPerfusion解析の既報はあるが、EOBの特性を考慮した報告は無い。そこで、前回の検討で用いた80秒が妥当か再検討を行った。**【方法】** 使用装置はMAGNETOM Vida (Siemens)、使用コイルはTorso 18ch、対象は肝臓のEOB-MRIを施行し、読影によってHCCが指摘された19症例(男女比16:4年齢68.2±歳撮像条件 (GRASP)はFOV380mm, TR3.8ms, TE1.58ms, Slice3.0mm, Matrix256, Temporal Resolution4.3sec, SCANtime4:21であり、肝臓全体を含めて自由呼吸下で撮像し、得られた画像において腫瘍をROIで設定し、Time Intensity Curve(TIC)を取得し、Perfusionの指標のKtrans、Veを測定した。対象は2022.11-2023.5の間にGRASP-Vibeを用いてEOB-MRIを行った300症例。その中で肝細胞癌の診断がされた未治療の19症例に関してレトロスペクティブに解析した。Perfusion解析には3DSlicer Ver4.10.0、統計解析にはR4.0.3を用いた。**【結果】** 19症例のうち、TICの形状から3つのパターンに分けた。Type1濃染しwash out: 11症例、Type2濃染しプラトーが緩やかに下がる: 4症例、Type3 80秒以降まで濃染が持続: 4症例。腫瘍の濃染のピークの中央値50s、SDは、16.7sであった。また、Type毎のKtrans、Veの中央値はKtrans(1,2,3)、(0.0439,0.0616,0.0851)、Ve(1,2,3)、(0.0566 0.1556 0.2360)であり、いずれも統計的有意差は無かった。**【結論】** 造影パターンは組織型を反映していると思われるものの、いずれのTICのパターンでもKtransやVeと有意差は認めなかった。これは造影投与後80秒までの解析であれば、肝細胞癌のどのTICであっても解析が可能であり妥当だと考えられる。

OS14-3 Longitudinal Quantitative Assessment of Magnetic Resonance Imaging in a Non-Alcoholic Steatohepatitis Rat Model

非アルコール性脂肪肝炎モデルラットのMRI画像の経時的定量評価

奥村健一朗¹, 山内 響², 大野 直樹³, 小坂 一斗¹, 小林 聡¹

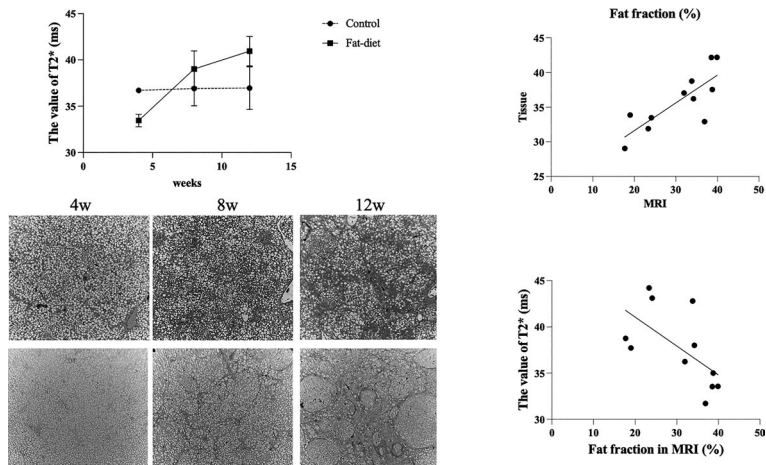
Kenichiro Okumura¹, Hibiki Yamauchi², Naoki Ohno³, Kazuto Kozaka¹, Satoshi Kobayashi¹

¹The Department of Radiology, Kanazawa University Graduate School of Medical Sciences, ²The Department of Diagnostic Radiology, Kanazawa University Hospital, ³The Faculty of Health Sciences, Institute of Medical, Pharmaceutical and Health Sciences, Kanazawa University

【要旨】 This research studies NASH progression in rats using MRI and histology. Initial high fat fraction and T1 values in NASH rats decreased over time, while T2* values rose. Histology showed reducing fat deposition but ongoing NASH progression, evidenced by continued high T2* and fibrosis.

【Objective/Background】 Recent years have observed a significant increase in the number of patients suffering from non-alcoholic steatohepatitis (NASH), a condition that often progresses to liver cirrhosis and hepatocellular carcinoma. This study intends to conduct Magnetic Resonance Imaging (MRI) of the liver, comparing the alterations in quantitative values during the progression of NASH to those of a healthy liver. **【Methodology】** The establishment of NASH model rats was achieved through the administration of a choline-deficient, methionine-reduced diet. MRI imaging of the liver was then performed, allowing for a quantitative comparison between the control and NASH-induced groups. Key quantitative metrics from MRI, namely the T1 and T2 values, fat fraction (FF), and T2* values were calculated and compared. A region of interest (ROI) was established on a T2 map image to obtain the T2* values through a formula using Parameter Fitting (mritoolbox.com). Post-imaging, liver tissue was excised for histopathological examination, including quantification of fat content, fiber staining, and iron staining, with Image J software utilized as necessary. The Student's t-test was conducted on the difference in mean values between the high-fat diet and control groups at each respective time point, as well as the difference in mean values at weeks 4-8 and 8-12 within each group. Histological fat content and T2* were evaluated through linear regression and Spearman's correlation coefficient. A significance level of p<0.05 was deemed significant.

【Results】 The fat fraction exhibited a higher value in the high-fat diet group, which decreased progressively over time. The T1 value in the high-fat diet group demonstrated a significant increase over time, reaching a peak at week 12. Histopathological analysis revealed a high level of lipid droplet deposition within hepatocytes at week 4, though this decreased progressively from week 8 to week 12, concurrent with the emergence of fibrosis. A significant correlation was discovered between the fat fraction value and histological fat content. The T2* values, although lower than those in the healthy liver at 4 weeks, exhibited a significant increase from weeks 4 to 12. Additionally, a significant correlation was found between the T2* and Fat-Fraction values during this period. **【Conclusion】** In the NASH model rats investigated in this study, fatty liver conditions had been fully established 4 weeks after the commencement of high-fat diet administration, accompanied by a significant rise in fat content. Subsequently, histological analysis revealed a decrease in fat deposition over time, T1 and T2 values displaying unique alterations. The T2* value, while slightly lower than that of a normal liver at 4 weeks, showed a high T2* value even as fat deposition declined with the progression of NASH. And histologically, heterogeneous fat deposits and the presence of fibrosis were observed.



OS14-4 Improving the Accuracy of Detecting and Classifying Focal Liver Lesions using Deep Learning on Gd-EOB-DTPA enhanced MRI: Dataset Selection Impact

深層学習を用いたEOB-MR画像に基づく限局性肝病変の検出と分類：データセット選択による精度の向上

竹永 智美¹, 花岡 昇平¹, 野村 行弘^{2,3}, 吉川 健啓³, 阿部 修^{1,4}

Tomomi Takenaga¹, Shouhei Hanaoka¹, Yukihiro Nomura^{2,3}, Takeharu Yoshikawa³, Osamu Abe^{1,4}

¹Department of Radiology, The University of Tokyo Hospital, ²Center for Frontier Medical Engineering, Chiba University,

³Department of Computational Diagnostic Radiology and Preventive Medicine, The University of Tokyo Hospital, ⁴Division of Radiology and Biomedical Engineering, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo

【要旨】 We investigated the impact of dataset selection on the accuracy of deep learning-based detection and classification of focal liver lesions in Gd-EOB-DTPA-enhanced MRI. The inclusion of additional cases with hemangiomas in the dataset improved the model's performance for other types of lesions.

【目的/背景】 Gd-EOB-DTPA (gadolinium-ethoxybenzyl-diethylenetriamine pentaacetic acid) による造影MRI検査（以下、EOB-MRI検査）は肝病変において高い診断精度を有する。加えて、EOB-MRI検査はHCC (hepatocellular carcinoma) や肝転移において主流の検査である。しかしながら、多時相の造影検査による画像診断を行う放射線科医の労力は多大である。したがって、EOB-MRI検査における自動検出・鑑別ソフトウェアの需要がある。我々はこれまで、深層学習を用いてEOB-MRI検査における限局性肝病変の自動検出と分類を同時に行う方法を提案したが、データセットに含まれる病変の不均衡のため検出・分類精度が高くなかった。本研究では、学習に使用するデータセットの違いが、最終的に得られるモデルの限局性肝病変に対する検出・分類精度に与える影響について検討した。

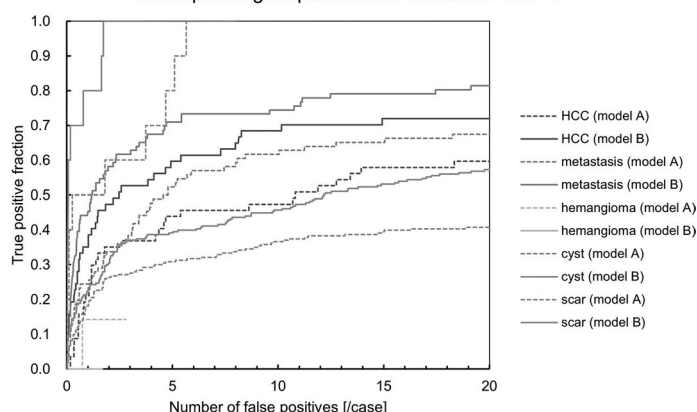
【方法】 HCCもしくは肝転移を一つ以上含む5時相（造影前・動脈相・門脈相・静脈相・肝細胞相）のEOB-MRI画像184症例（HCC 275個、肝転移 297個、血管腫 13個、嚢胞 883個、手術痕 78個）を収集し、深層学習モデルの学習・検証・テストに100症例・42症例・42症例を使用した。しかしながら、含まれる血管腫の総数が非常に少ないため、血管腫を一つ以上含む60症例（肝転移 2個、血管腫 180個、嚢胞 218個、手術痕 8個）を追加で収集した。学習・検証に40症例・20症例追加し、学習を行ったモデルと比較を行った。HCCもしくは肝転移を含む142症例で学習したモデルをmodel A、142症例+血管腫を含む60症例で学習したモデルをmodel Bとする。

まず前処理として、体動補正のため5時相間で位置合わせを行った。次に、深層学習モデルにより肝臓領域を抽出した。限局性肝病変の検出・分類を行う深層学習モデルとして3D-FC-ResNetを使用した。モデルの入力は $1 \times 1 \times 1 \text{ mm}^3$ のtri-cubic interpolationによりリサンプリングした5次元EOB-MRI画像と肝臓ラベルから肝臓内のvoxelが中心となるように切り出した6 channel $\times 31 \times 31 \times 31 \text{ voxel}^3$ のVOIとし、出力は限局性肝病変ラベルに基づく6種類（HCC、肝転移、血管腫、嚢胞、手術痕、それ以外）の確度とした。テスト症例では15 voxel間隔で肝臓ラベルを含むようにVOIを選択した。出力VOIの重複した領域で平均を取ることで出力画像を取得した。voxel毎に最も大きい確度を持つchannelよりHCC、肝転移、血管腫、嚢胞、手術痕それぞれの候補領域を決定した。正解ラベルと同一の分類で重複する候補領域のうちDice係数が最も高い候補領域とTPとし、それ以外の同一の分類で重複する候補領域は除外した。model Aとmodel Bの検出・分類性能の比較はFROC曲線により行った。

【結果】 model Aとmodel Bの限局性肝病変の検出・分類結果のFROC曲線を図に示す。血管腫以外の検出分類性能は血管腫症例を追加したmodel Bの方が高かった。

【結論】 学習に使用するデータセットの内容は限局性肝病変の検出・分類性能に影響を与える。本研究では、血管腫を含む症例をデータセットに追加することで血管腫以外の検出・分類性能が向上した。不均衡なデータセットによる学習は多量なサンプルのあった血管腫以外の検出・分類性能にも影響を与えている可能性がある。

FROC curve for focal liver lesion detected by each corresponding output channel of model A and B.



OS14-5 Study of the relationship between various liver diseases and sarcopenia using MRI

MRIを用いた各種肝疾患とサルコペニアとの関連性に関する研究

安富 美香, 齋藤 和博, 荒木 洋一, 田島 祐, 勇内山大介, 渋川 周平, 石田 尚利

Mika Yasutomi, Kazuhiro Saito, Yoichi Araki, Yu Tajima, Daisuke Yunaiyama, Shuuhei Shibukawa, Masanori Ishida

Department of Radiology, Tokyo Medical University

【目的】 サルコペニア患者の肝疾患特異性を非サルコペニア患者と比較した。**【方法】** MRエラストグラフィ（MRE）を施行した216例を後方視的に解析した。3TMRI装置（シーメンス社製、Skyra）を使用し、MRE、6-point DIXON法によるproton density fat fraction (PDFF)を撮像した。サルコペニアの評価に関しては、L2レベルの筋肉の断面積を身長²で除してskeletal mass indexとした (L2SMI)。男性で $50 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ 、女性で $38.5 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ 未満をサルコペニアと定義した。肥満の関与を評価するためbody mass indexを算出し評価に用いた。BMI $> 23.0 \text{ kg}/\text{m}^2$ を肥満あるいは体重超過とした。肝疾患は肝臓専門内科医により検査データ、組織学的所見などにより、以下の8群に分類した、1) 正常、2) non-alcoholic steatohepatitis (NASH)、3) nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD)、4) autoimmune hepatitis (AIH)、5) hepatitis B、C、6) Primary Biliary Cirrhosis (PBC)、7) alcoholic、8) その他（単純性脂肪肝、肝細胞癌など）。サルコペニア、BMIの各肝疾患との関連性を χ^2 乗独立性の検定を用い評価した。サルコペニアの有無による肝硬度、PDFFとの差はWelch's t検定にて評価した。**【結果】** 正常3例、NASH79例、NAFLD21例、AIH11例、ウイルス55例、PBC13例、アルコール17例、その他、6例であった。サルコペニアと診断された患者は151例、非サルコペニアは54例であった。体重過多、肥満と診断された患者は141例、体重過多がないものは64例であった。サルコペニアと関連性のある肝疾患群はNASH、NAFLDで有意にほかの疾患群より低く、ウイルスで有意にほかの群より高い傾向が認められた。BMIと関連性のある肝疾患群はNASH、NAFLDで体重過多、肥満が有意にほかの疾患より頻度が高く見られ、ウイルス、AIHで有意に低い傾向が認められた。サルコペニアと体重過多、肥満を両方とも有する患者に関しては、サルコペニア、体重過多、肥満のどちらかを有するものと比較して、頻度の高い疾患群は認められなかった。サルコペニアとPDFF、肝硬度との相関は、それぞれ $r = -0.271$ 、 0.222 と弱い相関が認められた。また、サルコペニアのある患者のPDFFは7.7%、サルコペニアのない患者のものは12.7%であり、有意差が認められた ($p < 0.01$)。肝硬度はサルコペニアのある患者では $3.63 \pm 1.44 \text{ kPa}$ 、サルコペニアのない患者では $2.97 \pm 1.19 \text{ kPa}$ であり有意差が認められた ($p < 0.01$)。**【結論】** サルコペニアは肝疾患の種類と関連性があり、PDFF、肝硬度にも関係が認められた。

OS14-6 Effect of Deep Learning on 3D MRCP Breath Hold Imaging

3D MRCP Breath Hold 撮像における Deep Learning の影響

平野 稔幸¹, 徳永 雄大¹, 高柳 有希¹, 増井 孝之², 三好 光晴³, 若山 哲也³, 杉村 正義¹

Toshiyuki Hirano¹, Yudai Tokunaga¹, Yuki Takayanagi¹, Takayuki Masui², Mitsuharu Miyoshi³, Tetsuya Wakayama³, Masayoshi Sugimura¹

¹Seirei Hamamatsu General Hospital radiation part, ²Seirei Hamamatsu General Hospital Department of Radiology, ³Global MR Clinical Solutions and Research Collaborations, GE HealthCare, Japan

【要旨】 DL has the potential to provide high-quality images without extending imaging time. The effect of DL on MRCP Breath Hold imaging was compared between images before and after DL processing. It was suggested that DL could provide high-SNR and high-quality images without extending the imaging time.

【目的】 MRCP は膵臓・胆嚢病変の診断に有用な撮像法であるが、膵管・胆管または微小な嚢胞性病変を抽出するため高分解能・高画質の画像が求められる。また、Breath Hold で撮像する際には可能な限り短時間で撮像することで、長時間呼吸を止められない患者でも撮像が可能になると考えられる。AIR Recon Deep Learning(DL)を適用することで撮像時間は延長しないまま、より高画質の画像を提供できる可能性がある。そこでDL処理前の画像とDL処理後の画像を比較し、MRCP Breath Hold撮像におけるDLの影響を検討した。**【方法】**装置はGEHC社製SIGNA Pioneer PX29.1, AIR Anterior Array Coilを使用した。現在当院で使用している3D MRCP Breath Holdの撮像条件(FOV35, matrix288*192, ST3.0mm, ETL150, ASSET Factor:3, Scan Time:20sec)にて健常ボランティア3名を撮像し、得られたDL処理前の画像とDL処理後の画像で視覚評価を行った。評価方法として、DL処理前の画像を基準(3点)とし、DL処理後の画像をMRI歴1年~9年、年齢27歳~44歳の男女5名に画像を見てもらい、SNRと胆嚢管・膵管の描出能について5段階評価(1:非常に悪い 2:悪い 3:同等 4:良い 5:非常に良い)を行った。**【結果】**各ボランティア画像での技師5名の評価(図1)と評価者毎で3名のボランティア画像の平均スコアをグラフにまとめた(図2)。図1、2よりDL処理前と比較し、DL処理後の画像ではどの評価者、どのボランティア画像においてもSNRと胆嚢管・膵管の描出能ともにほぼ同等かそれ以上の評価を得た事が分かる。**【結論】**3D MRCP Breath Holdの撮像においてDLを適用することで撮像時間を延長することなく高SNR、高画質の画像を提供できる可能性が示唆された。

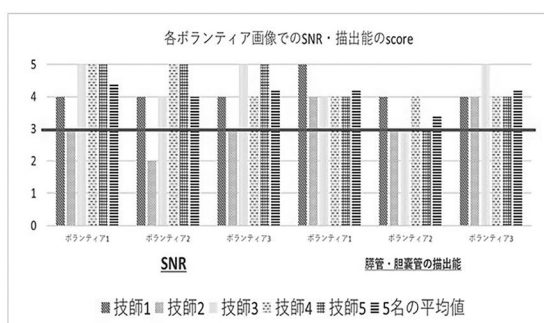


図 1

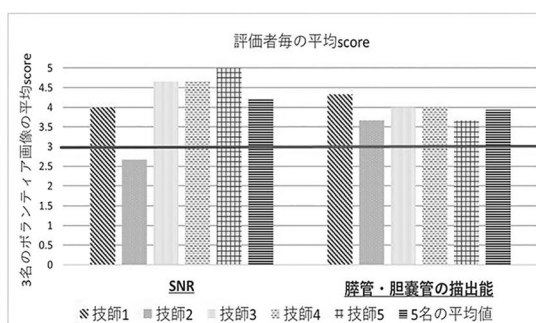


図 2

OS14-7 Image Quality Investigation of 3D MRCP Combined with T2prep IR by Phantom Study

T2prep IRを併用した3D MRCPのファントムによる画質検討

小菅 正嗣, 新井 健史, 田部 香織, 中根 拓海, 江口健太郎, 野原 賢

Masatsugu Kosuge, Takeshi Arai, Kaori Tabe, Takumi Nakane, Kentarou Eguchi, Ken Nohara

Department of Radiology, Tokyo Metropolitan Ohtsuka Hospital

【要旨】 We thought that T2prep IR, which can be used in combination with 3D FLAIR images, would be useful in 3D MRCP scan. We investigated the change in image quality by using T2prep IR in combination. As a result, the longer the prep time, the higher the CR and the lower the SNR and fat suppression effect.

【目的】 3D TSE法を用いたMRCPにおいて、T2prep (driven equilibrium pre pulse) 併用によるT2コントラスト向上効果を活用した画質改善について報告されている。しかし、3D TSE法にT2prepを併用できる装置は限られている。当院使用装置では、3D FLAIR画像において、コントラスト改善およびCSFの抑制不良改善効果が期待できるT2prep IRが使用可能である。そこで、このT2prep IRを3D MRCPシーケンスに併用することで画質改善が可能ではないかと考え、画像への影響を比較・検討した。

【方法】 装置はシーメンス社製Skyra 3.0T (XA30)、Head Neck coil 20chを使用した。ファントムは加藤メディエンス社製マルチCAGNファントムに胆管膵管を模した生理食塩水(生食)と脂肪を模したピーナッツオイル(油)を封入した容器を設置し、周囲を微小ガラスビーズで覆った。臨床利用しているTE=603msの3D MRCPの撮像条件(Normal)とT2prep IRのprep timeを51ms、125ms、200msに変化させた条件、IRのみ印加した条件、TEを402msに短くしたNormal条件とprep time125ms、200msの計8条件でファントムを各々5回撮像した。脂肪抑制法は、Normal条件ではSPAIRだが、T2prep IRでは使用できないため、Fat satに設定した。生食と肝臓を模した組織A(T2:67ms)および生食と油のContrast Ratio(CR)を算出した。また、生食とファントム内組織B(T2:335ms)のSignal to Noise Ratio(SNR)を、差分マップ法を用いて算出した。ブラーリングの比較として、組織Bの位相方向に対してラインプロファイルカーブを算出した。撮像条件:TR=3000ms, FOV=320mm, matrix size=272×320, slice厚=1.2mm, slice枚数=72, Average=1.4, TI=37ms, Echo Space=3.72ms, Turbo Factor=165, GRAPPA=3, Scan Time=2:47

【結果】 SNRは、T2prep IRを併用し、prep timeが長くなるほど低下した。組織Bでは、TEの短い402msの条件において、T2prep IRを併用してもSNRがNormal条件と同程度となった。生食と組織AのCRは、TE402msのprep time200msでNormal条件と同程度となった。生食と油のCRは、IRのみの条件で顕著に低下し、次いでprep timeが長いほど低くなる傾向であった。脂肪抑制法の違いやpre pulseの影響による脂肪抑制効果の減少が考えられる。ラインプロファイルカーブの結果より、TE402msの条件で明らかに資料辺縁の信号値の安定性が観察でき、ブラーリングの改善がみられた。これは、TE402msではPhase Partial Fourierによる位相エンコード数の減少などが要因と考えられる。

【結論】 3D MRCPにT2prep IRを併用することで、prep timeを長くするほど生食と肝臓を模した組織とのコントラストが高くなり、胆管膵管と周囲腹部臓器とのコントラスト向上が示唆されるが、SNRの低下および脂肪抑制効果の減少に注意が必要である。また、TEを短縮してもHeavy T2コントラストの維持が可能と考えられ、ブラーリングの抑制やETL減少によるEcho Durationの短縮といった、画質向上に期待が持てる。

OS15-1 Examination of Non Saturation Pulse 3D TOF MRA with Compressed SENSE in Acute Ischemic Stroke

急性虚血性脳卒中に対する圧縮センシング併用No SAT 3D TOF MRAの検討

宮武 祐士¹, 中田 直¹, 安西 一人¹, 鎌田 靖章¹, 本城 尚美²

Yuji Miyatake¹, Sunao Nakata¹, Kazuto Anzai¹, Yasuaki Kamada¹, Naomi Honjo²

¹Radiation Department, Osaka Neurosurgical Hospital, ²Department of Radiology, Osaka Neurosurgical Hospital

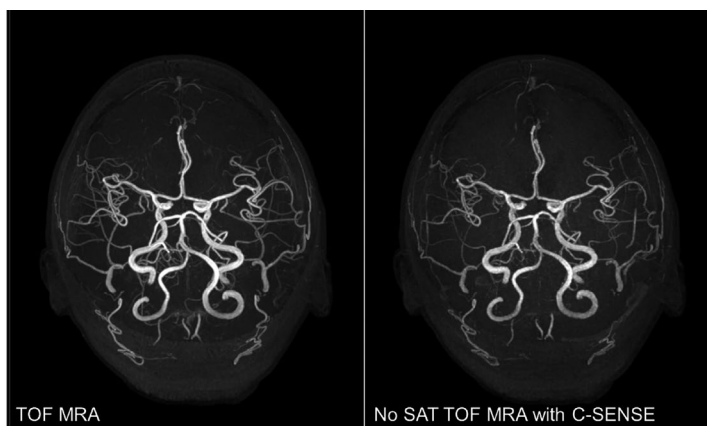
【要旨】 Acute ischemic stroke often is evaluated using a dedicated head MRA protocol. However, the use of TOF MRA is preferred for follow-up examinations. The use of Non Saturation Pulse 3D TOF MRA with Compressed SENSE allows a reduction in imaging time while maintaining resolution.

【背景・目的】 Acute Ischemic Stroke(AIS)の診断において、撮像時間を短縮した専用プロトコルの頭部MRAを使用する機会が多い。頭部MRAの手法は多く存在するが、フォローアップ等を考慮すると、一般的に使用されるTime of Flight法(TOF MRA)について撮像時間短縮を図るのが望ましい。今回我々は、TOF MRAに使用されているSaturation Pulse(SAT)を外し、Compressed SENSE(C-SENSE)を併用することで、解像度を維持したまま撮像時間短縮を図れないか検討を行った。

【方法】 使用機器はPHILIPS社製Ingenia Elition、32ch Head coil。SATを外すことで設定可能な最短TRを使用し、健常ボランティアにてTOF MRAを撮像した。Flip angle(FA)を3度から21度まで変更し、各血管と脳実質のコントラストを求めた。またTone pulse、C-SENSE factorについて視覚評価を行った。

【結果】 設定可能な最短TRは25から8に短縮された。血管コントラストの最適なFAは13度であった。視覚評価より、Tone pulseはmax、C-SENSE factorは3.5が最適であった。通常のTOF MRAの撮像時間が約5分であるのに対し、No SAT TOF MRA with C-SENSEの撮像時間は約1分に短縮された。

【結語】 No SAT TOF MRA with C-SENSEは、スライス厚や解像度を変更することなく撮像時間の短縮が可能であった。



OS15-2 T1-weighted Carotid plaque imaging using Compressed Sensing Spiral Spin-Echo sequence

Compressed Sensingを用いたSpiral Spin-EchoによるT1強調頸動脈プラークイメージング

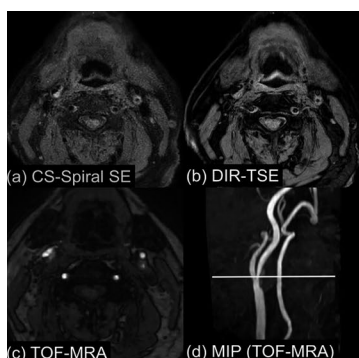
高橋 典馬¹, 圓崎 将大¹, 小味 昌憲¹, 門田 善仁², 東 美菜子²

Tenma Takahashi¹, Masahiro Enzaki¹, Masanori Komi¹, Yoshihito Kadota², Minako Azuma²

¹Department of Radiation, Faculty of Medicine, University of Miyazaki Hospital, ²Department of Radiology, Faculty of Medicine, University of Miyazaki Hospital

【要旨】 T1-weighted Carotid plaque images using Compressed SENSE (CS) spiral spin-echo (SE) sequences compared with pulse triggered conventional cartesian scan in clinical images. CS-Spiral SE can more easily acquire high plaque contrast and image quality without pulse trigger.

頸動脈プラークイメージングでは心電図(脈波)同期法を用いたcartesian収集のDouble inversion recovery-Turbo spin-echo (DIR-TSE)法による撮像法が一般的であるが、TRが心拍数に依存するためTRの延長により、撮像時間の延長やプラークコントラストが低下する。DIR-TSE法に比べてSpin-Echo (SE)法を用いたT1強調頸動脈プラークイメージングでは繊維、壊死/脂質、および出血などのプラーク成分をより正確に識別できると報告されている。らせん状にk-spaceを充填するSpiral scanはReadout時間を延長させることでSNRを向上しつつ、SE法を用いた場合でも撮像時間の短縮が可能となる。Spiral scanではFlow Crushingを用いることで心電図(脈波)同期無しで血流の信号を抑制するので、患者の心拍に関わらず一定のTRで画像を取得できるためコントラストの改善が期待できる。さらに、Spiral scanにCompressed SENSE (CS)を組み合わせたCS-Spiral SE法を用いることで撮像時間を短縮しつつ、さらなる画質の向上が可能となった。本研究は、従来法である心電図(脈波)同期を用いたcartesian収集のDIR-TSE法とCS-Spiral SE法を比較し臨床的有用性を検討する。【方法】対象は頸動脈プラークが認められた15症例(男性14名、女性1名、76.9±8.0歳)。物理評価はCS-Spiral SE法とDIR-TSE法で得られた頸動脈プラークイメージング上で頸動脈プラーク、胸鎖乳突筋、血管内腔に関心領域(ROI)を設定し、Plaque to Muscle Ratio (PMR)と組織間コントラストを算出し、比較した。PMRは頸動脈プラークの信号強度(SI)を胸鎖乳突筋の信号強度で除して算出した。PMR=SIプラーク/SI胸鎖乳突筋。組織間コントラストは胸鎖乳突筋の信号強度と血管内腔の信号強度から以下の式を用いて算出した。組織間コントラスト=(SI胸鎖乳突筋-SI血管内腔)/(SI胸鎖乳突筋+SI血管内腔)*1/2。視覚評価は2名の放射線科医の平均スコアを用いて行った。評価項目は血管壁の抽出、Black Blood効果、磁化率アーチファクトの3項目とし、5段階で評価した。物理評価のPMRおよび組織間コントラスト、視覚評価は正規性を確認し対応するt検定により統計解析を行った。【結果】PMRはDIR-TSE法で1.43±0.32、CS-Spiral SE法で1.90±0.58であり、CS-Spiral SE法が有意に高い値(p<0.001)となった。また、組織間コントラストはDIR-TSE法で1.17±0.24、CS-Spiral SE法で1.39±0.13であり、CS-Spiral SE法が有意に高い値(p<0.05)となった。視覚評価では3項目すべてでCS-Spiral SE法が有意に高い評価となり、有意差は血管壁の抽出(p<0.01)、Black Blood効果(p<0.001)、磁化率アーチファクト(p<0.05)であった。【結論】CS-Spiral SE法は高いプラークコントラストおよび組織間コントラストが得られ、頸動脈プラーク成分をより正確に評価する可能性がある。さらに、心電図(脈波)同期不要なため、より簡便な検査フローを実現でき有用である。



物理評価	CS-Spiral SE	DIR-TSE	mean difference (95% CI)	p value
	Mean (SD)	Mean (SD)		
Plaque to Muscle Ratio (PMR)	1.90(0.58)	1.43(0.32)	0.47(-0.69, -0.24)	p<0.001***
組織間コントラスト	1.39(0.13)	1.17(0.24)	0.25(-0.36, -0.06)	p<0.05*

視覚評価	CS-Spiral SE	DIR-TSE	mean difference (95% CI)	p value
	Mean (SD)	Mean (SD)		
血管壁の抽出	4.10(0.42)	3.63(0.59)	0.44(-0.79, -0.14)	p<0.01**
Black Blood効果	4.20(0.36)	3.30(0.70)	0.64(-1.32, -0.48)	p<0.001***
磁化率アーチファクト	3.67(0.47)	3.37(0.50)	0.35(-0.52, -0.07)	p<0.05*

OS15-3 Follow-up non-contrast-enhanced MRA using balanced turbo field-echo sequence for visceral artery aneurysm after endovascular therapy

血管内治療後内臓動脈瘤に対するbTFEシーケンス併用非造影MRAの検討

河合 信行¹, 野田 佳史¹, 加賀 徹郎¹, 梶田 公博², 永田 翔馬¹, 川田 紘資¹, 松尾 政之¹

Nobuyuki Kawai¹, Yoshifumi Noda¹, Tetsuro Kaga¹, Kimihiro Kajita², Shoma Nagata¹, Hiroshi Kawada¹, Masayuki Matsuo¹

¹Department of Radiology, Gifu University, ²Department of Radiology Services, Gifu University Hospital

【要旨】 Non-contrast-enhanced MR angiography using balanced turbo field-echo images can be an alternative for those who have contraindications to MR contrast agents in follow-up posttreatment visceral artery aneurysm.

【Objective】 To evaluate the feasibility of non-contrast-enhanced MRA including balanced turbo field-echo (bTFE) sequence for surveillance of posttreatment visceral artery aneurysms (pVAA).

【Method】 Between 2017 and 2022, a total of 43 patients (27 men; mean age, 65 years) underwent follow-up contrast-enhanced dynamic MRA for pVAA after endovascular therapy. The mean time interval between endovascular therapy and follow-up MRA was 104 days (range, 31–433 days). Our standard MRA protocol included the following sequences: axial breath-hold three-dimensional fat-suppressed T1-weighted (unenhanced FS-T1W) fast field-echo; axial and coronal respiratory-triggered two-dimensional single-shot bTFE. After obtaining precontrast images, the contrast agent was administered at a rate of 2 mL/s followed by a 30 mL saline flush at the same rate. Subsequently, dual-phase arterial and portal venous phase were obtained at 5 s and 45 s after arrival of the contrast agent at abdominal aorta detected by fluoroscopic bolus tracking system; and delayed phase was obtained at 180 s after administration of the contrast agent. And then, we created subtraction images of dynamic study. The location, size, and embolization material of pVAA were recorded. Additionally, signal intensity (SI) of each pVAA against proximal artery on dynamic contrast-enhanced (DCE), bTFE, and unenhanced FS-T1W images were recorded in a 3-point scale (1 = completely low, 2 = low with partially iso-, 3 = low with partially high-signal intensity). We defined as reperfusion of pVAA using combination scores of SI in DCE images only, bTFE images only, combined DCE and unenhanced FS-T1W images, or combined bTFE and unenhanced FS-T1W images, respectively. As a gold standard, subtraction images and all available follow-up studies were used to provide collect diagnosis of reperfusion. Diagnostic performances of the four image sets were compared.

【Result】 We evaluated 43 pVAAs (Table 1). Specificity and PPV for the diagnosis of reperfusion of pVAA in combined DCE and unenhanced FS-T1W images (1.00 and 1.00, respectively) and combined bTFE and unenhanced FS-T1W images (0.94 and 0.78) were very high compared with DCE images only (0.60 and 0.36) and bTFE images only (0.57 and 0.35) (Table 2). No statistically significant difference was found in AUCs between combined DCE and unenhanced FS-T1W images and combined bTFE and unenhanced FS-T1W images (0.94 vs. 0.91, respectively; $P = 0.15$).

【Conclusion】 MRA without contrast agent using combined bTFE and FS-T1W images achieved comparable diagnostic ability for diagnosing reperfusion of pVAA compared to combined DCE and unenhanced FS-T1W images.

Table 1. Location, size, and embolization material of posttreatment visceral artery aneurysm.

Variables	
Location (n)	
Splenic artery	21
Renal artery (right: left)	13 (8:5)
PSPDA	2
Arc of Buhler	2
PIPDA	1
ASPDA	1
Gastroduodenal artery	1
Common hepatic artery	1
Left gastric artery	1
Mean maximum diameter (mm)	21 (5–39)
Embolization material (n)	
Metallic coil only	38
Metallic coil with mixed NBCA and lipiodol	5

Note.—Data are number with ratio or range in parentheses. PSPDA = posterior superior pancreaticoduodenal artery. PIPDA = posterior inferior pancreaticoduodenal artery. ASPDA = anterior superior pancreaticoduodenal artery. NBCA = n-butyl-2-cyanoacrylate.

Table 2. Sensitivity, specificity, PPV, NPV, and AUCs for the diagnosis of reperfusion of posttreatment visceral artery aneurysm among the four image sets.

Parameter	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	AUCs
DCE images only	1.00 (8/8)	0.60 (21/35)	0.36 (8/22)	1.00 (21/21)	0.88
bTFE images only	1.00 (8/8)	0.57 (20/35)	0.35 (8/23)	1.00 (20/20)	0.79
Combined DCE and unenhanced FS-T1W images	0.88 (7/8)	1.00 (35/35)	1.00 (7/7)	0.97 (35/36)	0.94
Combined bTFE and unenhanced FS-T1W images	0.88 (7/8)	0.94 (33/35)	0.78 (7/9)	0.97 (33/34)	0.91

Note.—Numbers in parentheses are numbers. DCE = dynamic contrast-enhanced. bTFE = balanced turbo field-echo. FS-T1W = fat-suppressed T1-weighted. PPV = positive predictive value. NPV = negative predictive value. AUCs = areas under the receiver operating characteristic curve.

OS15-4 Usefulness of Accelerated 2-point-Dixon MR Angiography for Carotid Stents

頸動脈ステントに対する非造影高速2point-Dixon MR Angiographyの有用性

台丸谷卓真¹, 大湯 和彦¹, 竹井 直行², 船戸 陽平¹, 野崎 敦², 若山 哲也², 成田 将崇¹, 掛田 伸吾³

Takuma Daimaruya¹, Kazuhiko Oyu¹, Naoyuki Takei², Youhei Funato¹, Atsushi Nozaki², Tetsuya Wakayama², Masataka Narita¹, Shingo Kakeda³

¹Department of Radiological Technology, Hirosaki University School of Medicine and Hospital, ²GE HealthCare, ³Department of Radiology, Hirosaki University School of Medicine

【要旨】 This study is to evaluate the usefulness of accelerated two-point dixon MR angiography (FLEXA) for carotid artery stents. The RIS of FLEXA was lower than the TOF. However, FLEXA was suggested to improve the visibility of the stent lumen due to its high SNR.

【背景】 MRIによる頸動脈評価について、一般的には非造影3D time-of-flight MR angiography (3D TOF) が使用されているが、ステント留置血管では信号消失が多数報告されている。今回、新たに2point-Dixon (FLEX) 法をベースに圧縮センシングを併用した非造影高速3D MRA (FLEXA) の基礎検討として、頸動脈ステントを用いたファントム実験にて、3D TOFと比較したFLEXAの有用性の検討を行った。【方法】MR装置はGE社製SIGNA Premier 3T、受信コイルはQD Headコイルを使用した。2種類の頸動脈ステント (Carotid Wallstent [直径10mm, Boston Scientific], PROTEGE [直径10mm, COVIDIEN]) をアガー溶液でプラスチック容器に固定した自作ファントムを使用した。アガー溶液は血液を想定し、ガドリニウム造影剤を使用してT1値を調整した。撮像シーケンスはFLEXAおよび3D TOFとした。FLEXAの撮像パラメータはTR/TE1/TE2 : 5.8/1.1/2.2 ms, Bw : 1190.5 Hz/px, FA : 6°/8°/10°/12°/15°とした。3D TOFの撮像パラメータはTR/TE : 25/1.7 ms, Bw : 446.4 Hz/Px, FA : 25°/45°とした。FLEXAおよび3D TOFにおいて、FOV : 280mm, マトリクス数 : 280 × 280, スライス厚 : 1mm, 加算回数 : 1回, スラブ厚 : 46mmを共通設定とした。ステントが静磁場方向と平行になるようにファントムを配置し、撮像断面は水平断とした。ステント内信号強度SI、またステント内の信号減衰について相対的ステント内信号RIS = (Slin-stent - SIBG) / (Slout-stent - SIBG) を算出し、評価を行った。ここで、Slin-stent, Slout-stent, SIBGはそれぞれステント内、ステント外、背景領域での信号強度を示す。また、空中雑音法によりSNRを測定し、比較を行った。【結果】RISについて、Carotid WallstentではFLEXA・3D TOFともにFAに寄らず値がほとんど変わらなかった。一方、PROTEGEではFLEXA・3D TOFともにFAを高くすると値が高くなった。Carotid Wallstentではすべての条件でFLEXAの方が、PROTEGEでは3D TOF FA45°が最も1に近い値となった。SNRについて、Carotid Wallstentでは3D TOFと比較しFLEXAのすべての条件で高い値となった。PROTEGEではFLEXA FA12°で最も高い値となった。【結語】FLEXAではステント内腔描出のために最適化された3D TOFと比較して、SNRが高く内腔を高信号に描出できるため、ステント留置血管の描出を改善する可能性があることがわかった。本検討では2種類のステントを使用した。RF遮蔽効果が強い場合はFAを高くするとRISの値が1に近づくことがわかった。

OS15-5 Fundamental study of accelerated 2point-Dixon MR angiography assuming carotid MR angiography

頸部領域を想定した高速化2point Dixon MR Angiographyの基礎的検討

船戸 陽平¹, 大湯 和彦¹, 竹井 直行², 台丸谷卓真¹, 野崎 敦², 若山 哲也², 成田 将崇¹, 掛田 伸吾³

Youhei Funato¹, Kazuhiko Oyu¹, Naoyuki Takei², Takuma Daimaruya¹, Atsushi Nozaki², Tetsuya Wakayama², Masataka Narita¹, Shingo Kakeda³

¹Department of Radiological Technology, Hirosaki University School of Medicine and Hospital, ²GE HealthCare, ³Department of Radiology, Hirosaki University School of Medicine

【要旨】 This study performed a fundamental study of the SNR and blood flow saturation effects of accelerated two-point Dixon MR angiography (FLEXA) compared to time-of-flight. FLEXA has higher SNR, lower blood flow saturation effect. Therefore, FLEXA was considered suitable for carotid MR angiography.

【背景】 MRIによる頸動脈評価について、一般的には非造影3D time-of-flight MR angiography (3D TOF) が使用されている。今回、新たに2point-Dixon (FLEX) 法をベースに圧縮センシングを併用した非造影高速3DMRA (FLEXA) の基礎的検討として、3D TOFと比較したFLEXAのSNRと血流の飽和効果について検討した。FLEXAは従来のFLEXでは使用できなかったRF Rampを併用することができ、短いTRでマルチスラブ撮像を行うため可能なため短時間で撮像が可能となる。また、Dixon法によるスワップエラーのアーチファクトをwater, in-phase, out-of-phaseの合成画像により回避することができる。**【方法】** MR装置はGE社製SIGNA Premier 3T, 受信コイルは21ch Head/Neckコイルを使用した。ファントムはフヨー株式会社製直管ファントムをプラスチック容器に固定したものをを使用した。直管ファントムの周囲はポリビニルアルコールで満たし、その容器をさらに別の容器に配置し外側の容器にはサラダ油を注いだ。脈動ポンプはフヨー株式会社製ALPHA FLOW EC-2を使用し、流す溶液は血液を想定しガドリニウム造影剤を使用してT1値を調整し、総頸動脈を想定した流速となるように定常流で流した。撮像シーケンスはTOF, FLEXAとした。3D TOFの撮像パラメータはTR/TE: 17/3.4ms, Bw: 446.4 Hz/Px, FA: 18°とした。FLEXAのパラメータはTR/TE: minimum(5.8~6.1ms)/minimum(1.1~1.3ms), Bw: 1190.5Hz/Pxとした。またそれぞれFOV: 280mm, マトリックス数: 280×280, スライス厚: 1mm, 加算回数: 1回を共通パラメータとした。撮像断面は直管ファントムに直行する水平断面とし、それぞれのシーケンスについてslab厚を32/48/64/80と変化させた。またslab厚64において、直管ファントムに対してslabの角度が30°/60°/90°となるように撮像を行った。評価項目は直管ファントムのSNR、流入部と流出部の飽和比、撮像断面の角度依存性とした。SNRは撮像中心にて直管ファントム部分に関心領域をとり、同一関心領域法により計算した。飽和比はSlprox: 流入部付近の直管ファントムの信号値, Slidistal: 流出部付近の直管ファントムの信号値として飽和比= Slidistal/Slproxを算出した。角度依存性は、撮像した画像から直管ファントムに垂直な断面を再構成しSIO: 直管ファントムに垂直な撮像での信号値, SIX: 角度をつけた撮像での信号強度として信号低下率= (SIO - SIX)/SIOを算出した。**【結果】** SNRはどのslabでもFLEXAが3D TOFより高くなった。飽和比について、どのslab厚でもFLEXAが1に近くなり、また3D TOFはslabを厚くすると飽和比が低下する傾向となったが、FLEXAはほぼ一定の値を示した。角度依存性について、どの角度でもFLEXAの信号低下率が低くなった。**【結論】** SNRについて、FLEXAはwater, in-phase, out-of-phaseを組み合わせた画像であり、3D TOFと比較して信号値が上昇したためSNRが向上したと考えられる。飽和比についてFLEXAは3D TOFと比較してTEが短く位相分散が減少し、FAが低いため飽和比が1に近くなったと考えられる。同様の理由から角度依存性が小さくなったと考えられる。FLEXAでは撮像時間を短縮可能かつ、3D TOFに比べて血管を高信号に描出できる。また方向依存性が小さく、横行する血管が多い頸動脈の観察に適していると考えられる。

OS15-6 High Resolution MPRAGE on 7T System with Local Transmit Coil: Simultaneous Acquisition of Brain T1WI and intracranial MRA

局所送信コイルを用いた7Tでの高分解能MPRAGE: 脳T1強調像と頭蓋内MRAの同時取得

若山 哲也¹, 名内 存人¹, 鈴木 千里², 上野 賢一², R. Allen Waggoner², 上口 裕之²

Tetsuya Wakayama¹, Arihito Nauchi¹, Chisato Suzuki², Kenichi Ueno², R. Allen Waggoner², Hiroyuki Kamiguchi²

¹GE HealthCare, ²RIKEN Center for Brain Science

【要旨】 With the use of a local transmit coil, MPRAGE could generate high intracranial artery signal on 7T system, which can be used for acquisition of intracranial MRA in addition to brain T1WI.

【Introduction】 MPRAGE has been widely used in clinical practice to obtain 3D T1WI of the brain. To enhance T1 contrast, MPRAGE applies non-selective IR pulse to the entire of head, hence the arterial signal in the head cannot become high on whole-body clinical scanners. The purpose of this study was to investigate if MPRAGE with the use of local transmit coil can generate high inflow blood signal and be used as intracranial MRA image on 7T.

【Methods】 MPRAGE pulse sequence was used to acquire 3D high-resolution T1WI of human brain on 7T system (Signa 7T, GE HealthCare) with 32ch receive and 2ch transmit head coils (Nova Medical) under IRB approval of the institution. The acquisition parameters for sagittal MPRAGE were as follows: TR/TE/TI = 3843/4.3/1300 ms. FA=8 deg, FOV = 22cm, in-plane matrix = 360x360, slab thickness = THK 0.7mm x 220 slices, acquisition voxel size = 0.6x0.6x0.7 mm³, rBW = 347.2 Hz/pixel, acceleration factor= 3 (ARC) x 1.2 (HS), scan time= 4:44. Intracranial MRA MIP image was additionally generated from MPRAGE T1W images.

【Results and Discussion】 We could obtain high resolution T1WI and also intracranial MRA image (Fig.1). Some reasons could be considered why the intracranial arteries showed high signal in MPRAGE on 7T. First, the limited B1+ coverage of the transmit coil would allow the inflow of fresh arterial spins to the brain, even non-selective IR pulse was used in MPRAGE. Second, the inversion time required to make water/CSF signal null was relatively longer on 7T compared to 3T or 1.5T, which was equivalent to the longer inflow time. Third, the high sensitivity of proton spins on 7T would also help increase the inflow effect by fresh blood spins. Although good intracranial MRA was obtained, it was often difficult to obtain good carotid MRA, because of the air interference around ear holes the relatively long TE needed for high-resolution and the limited sensitivity coverage of the local transmit and receive coils.

【Conclusion】 With the use of a local transmit coil, MPRAGE could generate high intracranial artery signal on 7T system, which can be used for acquisition of intracranial MRA in addition to brain T1WI.

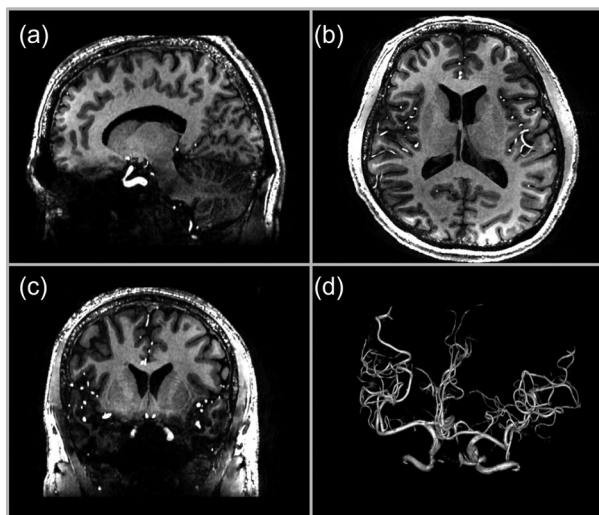


Fig.1 MPRAGE image, (a) Sagittal, (b) Axial reformat, (c) Coronal reformat, (d) MRA MIP image

OS16-1 Time-Dependent Diffusion Using Oscillating-Gradient Spin-echo Sequence in Metastatic Brain Tumors: Comparison with Histologic Type

転移性脳腫瘍に対する Oscillating-gradient spin-echo 法を用いた拡散時間依存性の組織学的検討

前川 朋子¹, 堀 正明^{1,2}, 村田 勝俊³, 神谷 昂平^{1,2}, クリスティーナ アンディカ^{1,4}, 萩原 彰文¹, 鎌形 康司¹, 和田 昭彦¹, 青木 茂樹¹

Tomoko Maekawa¹, Masaaki Hori^{1,2}, Katsutoshi Murata³, Kouhei Kamiya^{1,2}, Andica Christina^{1,4}, Akifumi Hagiwara¹, Koji Kamagata¹, Akihiko Wada¹, Shigeki Aoki¹

¹Department of Radiology, Juntendo University School of Medicine, ²Department of Diagnostic Radiology, Toho University Omori Medical Center, ³Siemens Healthcare K.K., ⁴Faculty of Health Data Science, Juntendo University

[要旨] We investigated the changes in the diffusivity according to diffusion times in metastatic brain tumors. The dependence of diffusivity on diffusion times between 6.5 and 35.2 ms was stronger in squamous cell carcinoma than in adenocarcinoma, suggesting differences in internal structure.

[Objective] Oscillating gradient spin-echo (OGSE) sequences can shorten diffusion times by replacing the long-lasting diffusion-sensitizing gradients used in pulsed gradient spin-echo (PGSE) methods with rapidly oscillating gradients. It is expected that diffusion-weighted imaging (DWI) with the OGSE sequence can estimate the substrate's viscosity and spatially restricted diffusion on the basis of the internal structures of pathologic lesions from changes in the ADC values with differing diffusion times. We hypothesized that changes in diffusion tensor imaging (DTI) eigenvalues and mean diffusivity (MD) acquired with a shorter diffusion time using OGSE combined with PGSE might enable us to estimate the internal structure of metastatic brain tumors more precisely. The purpose of our study was to investigate the utility of changes in diffusivity between short and long diffusion times in predicting the histologic type of metastatic brain tumors.

[Method] Patients with 7 adenocarcinomas (primary site; 5 lung cancer, 1 prostate cancer, 1 rectum cancer) and 4 squamous cell carcinomas (primary site; 2 lung cancer, 1 esophageal cancer, 1 submandibular cancer) were scanned using a 3T MR scanner (MAGNETOM Prisma, Siemens Healthcare GmbH, Erlangen, Germany). DTI was performed using b-values of 0 and 1000 s/mm². OGSE using a trapezoid-cosine waveform was performed with effective diffusion times of 6.5 and 35.2 ms. Other parameters were as follows: TR, 4800 ms; TE, 101 ms; FOV, 200 × 200 mm²; matrix size, 82 × 82; slice thickness, 5 mm; and acquisition time, approximately 2 mins. ROIs were placed manually in tumor regions exhibiting a relatively homogeneous high signal on DWI, avoiding cystic degeneration and hemorrhagic components on DTI eigenvalues (λ_1 , λ_2 , and λ_3) maps and MD maps. ROI analysis was done for a single slice only. The relative percentage change between shorter and longer effective diffusion times was then calculated. The relative percentage changes with the two diffusion times were compared between adenocarcinomas and squamous cell carcinomas using the Wilcoxon rank-sum test. All statistical analyses were performed using JMP Pro ver.17.0.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). A P-value <0.05 was considered statistically significant.

[Result] The relative percentage changes of λ_1 , λ_2 , and MD were significantly higher in squamous cell carcinomas than in adenocarcinomas. The relative percentage change of λ_3 was not significantly different between adenocarcinomas and squamous cell carcinomas.

[Conclusion] The dependence of λ_1 , λ_2 , and MD values on effective diffusion times between 6.5 and 35.2 ms was stronger in squamous cell carcinomas than in adenocarcinomas, suggesting differences in internal tissue structure. Our results showed that the use of DTI with shorter effective diffusion times provides additional information about the microstructure of metastatic brain tumors. OGSE may contribute to predicting the histologic type of metastatic brain tumors.

OS16-2 Multiparametric evaluation of time-dependent diffusion images using the ternary plot method: tissue characteristics of glioblastoma and lymphoma.

三角プロット法による時間依存性拡散画像のマルチパラメトリック評価：膠芽腫とリンパ腫の組織特性

田岡 俊昭^{1,2}, 伊藤倫太郎^{1,2}, 中道 玲瑛², 中根 俊樹², 市川 和茂³, 森 昂也⁴, 尾崎 正則⁴, 市之瀬伸保⁴, 田中 良樹⁵, 長縄 慎二²

Toshiaki Taoka^{1,2}, Rintaro Ito^{1,2}, Rei Nakamichi², Toshiki Nakane², Kazushige Ichikawa³, Takaya Mori⁴, Masanori Ozaki⁴, Nobuyasu Ichinose⁴, Yoshiki Tanaka⁵, Shinji Naganawa²

¹Department of Innovative Biomedical Visualization (iBMV), Graduate School of Medicine, Nagoya University, ²Department of Radiology, Nagoya University, ³Department of Radiological Technology, Nagoya University, ⁴Canon Medical Systems Corporation, ⁵SORD Corporation

[要旨] To evaluate time-dependent diffusion images, we examined the ternary plot with axes of OGSE-ADC, PGSE/OGSE, and b0 for glioblastoma and lymphoma. The groups of plots reflected the tissue characteristics among the tumor and the internal reference including the thalamus, ventricle, and vitreous.

[Objective/Background]

The oscillating gradient spin echo (OGSE) and pulsed gradient spin echo (PGSE) methods are used to evaluate tissue structures by comparing images with different diffusion times. However, interpreting these multiparametric images pixel by pixel can be challenging. In this study, we attempted to integrate the pixel values of these images using ternary plotting with internal reference tissues such as the thalamus, ventricle, and vitreous.

[Method]

This study included 10 cases of glioblastoma and 10 cases of malignant lymphoma. In addition to conventional images, OGSE and PGSE images were acquired using a 3 T clinical scanner (Vantage Centurian, Canon Medical Systems, Tochigi, Japan). The images were obtained using echo planar imaging with the following parameters: TR = 6200 ms, TE = 120 ms, b value = 0 and 1000 s/mm². For PGSE, the diffusion time (Tdiff) was 60 ms. For OGSE, the Tdiff was 6.94 ms, with an oscillation frequency of 44 Hz.

The following parameters were obtained from the OGSE and PGSE images: (1) OGSE apparent diffusion coefficient (OGSE-ADC), (2) PGSE to OGSE signal ratio (PGSE/OGSE), and (3) signal value of the b0 image (b0). These parameters were measured in the contrast-enhanced tumor area for each case. Similar measurements were also performed for the thalamus, vitreous body of the eye, and body of the lateral ventricle as internal references. The values were normalized and plotted using the ternary plot method.

On the ternary plot, the line connecting the thalamus plot and the ventricle plot was divided into five sections: A, B, C, D, and E, starting from the side closer to the ventricle plot. The side closer to the vitreous plot than the line was designated as (-), and the side away was designated as (+) (Figure 1). The centers of the tumor plots in each case were counted based on which compartment they fell into, and the characteristic distribution by tumor type was examined.

[Result]

The distribution of plot positions for glioblastoma and lymphoma is shown in Figure 2. In the (+) region, glioblastoma showed a distribution closer to the plot position of the lateral ventricles, while lymphoma showed a distribution closer to the plot position of the thalamus. The Mann-Whitney test showed a significant difference (p<0.05). On the other hand, in the (-) region, the plot position of lymphoma was closer to the thalamus, but the plot of glioblastoma was relatively closer to the thalamus, with no significant difference.

[Conclusion]

We evaluated the usefulness of a method for integrating pixel values from OGSE images, PGSE images, and b=0 images using ternary plots. The ternary plots showed different and characteristic distributions for tissues including the thalamus, vitreous, and ventricle, suggesting their suitability as internal references. The plots of glioblastomas and malignant lymphoma exhibited different distributions compared to the internal reference plots, particularly in the area away from the vitreous plot. The ternary plot method using three different parameters, including OGSE-ADC, PGSE/OGSE ratio and b0, appeared to highlight the characteristics and structural similarities of the tissues.

Figure 1

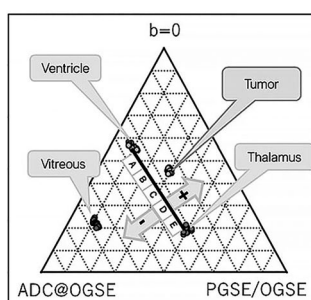
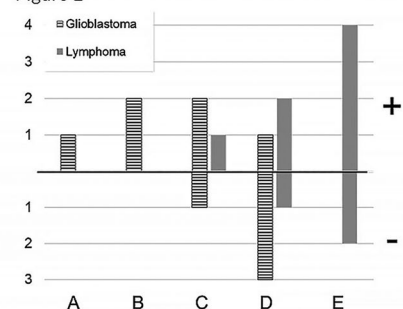


Figure 2



OS16-3 Applicability Evaluation of High-Resolution Deep Learning Reconstruction (HR-DLR) for Fractional Anisotropy Analysis

異方性解析に対する高解像ディープラーニング再構成(HR-DLR)の適用可能性に関する初期評価

植松 駿, 朽名 英明, 高井 雄紀, 草原 博志, 篠田 健輔

Shun Uematsu, Hideaki Kutsuna, Yuki Takai, Hiroshi Kusahara, Kensuke Shinoda

CT-MR Division, Canon Medical Systems Corporation

【要旨】 High-Resolution Deep Learning Reconstruction (HR-DLR) algorithm by two neural networks for denoising and upsampling was evaluated for Fractional Anisotropy (FA) analysis. It was suggested that HR-DLR is applicable to FA analysis through initial evaluation with ROI measurements.

【背景】 拡散テンソル画像法(DTI)は、脳白質における拡散異方性の測定に広く用いられている。DTIの指標の一つに、対象組織の水分子の拡散度合いと異方性がわかるFractional Anisotropy(FA)がある。また、近年、高解像な画像の出力を目的とした、デノイズとアップサンプリングのための2つのNeural Networkを用いるディープラーニング再構成(HR-DLR)の提案がなされている[1]。

【目的】 本稿では、FA解析に対するHR-DLRの適用可能性について初期評価を実施する。

【方法】 同意を得た健常ボランティア1名に対し、キヤノンメディカルシステムズ社製の3T MRI装置(Vantage Centurian)を使用して頭部を撮像した。撮像パラメータは、FOV:24cm×24cm、スライス厚:3mm、NEX:1、b値:1000s/mm²とした。また、軸数を6軸(TR/TE:12900/76ms, Matrix:160x160), 12軸(TR/TE:10600/83ms, Matrix:160x160), 30軸(TR/TE:9500/87ms, Matrix:144x144)とした。それぞれの撮像データに対して、k-spaceフィルタをかけてZero-filling interpolation(ZIP)で2倍に拡大する従来手法と、HR-DLRで2倍に拡大する画像再構成(HR-DLRx2)、3倍に拡大する画像再構成(HR-DLRx3)を適用した。同装置に搭載されたDTI解析アプリを用いてFA mapを求め、白質に2か所、視床に1か所にROIを置き、FA値の平均と標準偏差を測定した。

【結果】 全体を通してFA値の標準偏差は0.0312~0.0761の範囲内であった。また、異なる撮像条件(軸数)間の平均値の差は最大で0.0397であった。同軸数、同領域における従来手法とHR-DLRの平均値の差は、高々0.0269であった。

【考察】 標準偏差で見られるROI内の計測値のばらつきには、計測誤差に加え、脳内組織の不均一によるFA値のばらつきが含まれていると考えられる。一方で、従来手法とHR-DLRの平均値の差は、上記のROI内の計測値のばらつきや撮像条件(軸数)間のFA値の差に見られる計測誤差よりも小さいことから、HR-DLRx2やHR-DLRx3のFA値は従来手法と同程度であるとみなすことができ、従来手法同様にFA解析に適用可能であると考えられる。

より詳しく見てみると、従来手法と比べれば、HR-DLR適用時のFA値が低下する傾向が見られた。DTIはノイズの影響を受けやすいこと[2]や、FA値はノイズ低減処理によって低下すること[3]が報告されている。先行研究と同様にHR-DLRのノイズ低減処理によってFA値が低下したと考えられる。

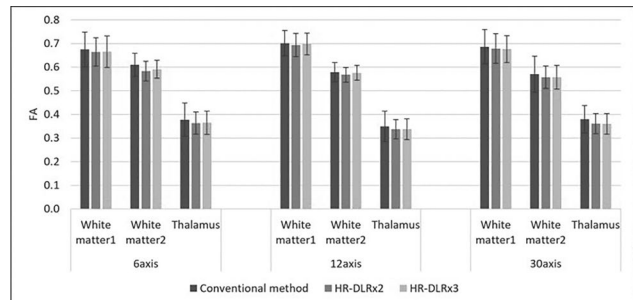
【結論】 ROI計測による初期評価を通して、FA解析に対するHR-DLRは適用可能であることが示唆された。

【文献】

[1] Kutsuna H, et al. Proc. ISMRM, p.2292, 2023

[2] Bastin, M.E., Armitage, P.A., Marshall, I., Magn. Reson. Imag., 16, 773, 1998

[3] Kusahara H, et al. JMMR, Vol40, p.175, 2020



Number of axis	ROI Position	FA value (mean ± standard deviation)		
		Conventional method	HR-DLRx2	HR-DLRx3
6 axis	White matter1	0.6749 ± 0.0736	0.6642 ± 0.0605	0.6654 ± 0.0671
	White matter2	0.6099 ± 0.0488	0.5829 ± 0.0414	0.5911 ± 0.0376
	Thalamus	0.3778 ± 0.0706	0.3637 ± 0.0471	0.3645 ± 0.0490
12 axis	White matter1	0.7012 ± 0.0540	0.6937 ± 0.0492	0.6982 ± 0.0460
	White matter2	0.5788 ± 0.0410	0.5676 ± 0.0312	0.5757 ± 0.0313
	Thalamus	0.3489 ± 0.0643	0.3369 ± 0.0405	0.3376 ± 0.0441
30 axis	White matter1	0.6863 ± 0.0725	0.6789 ± 0.0630	0.6763 ± 0.0569
	White matter2	0.5702 ± 0.0761	0.5575 ± 0.0474	0.5574 ± 0.0506
	Thalamus	0.3797 ± 0.0583	0.3609 ± 0.0426	0.3600 ± 0.0435

OS16-4 Comparison of SS-EPI DWI and TGSE-BLADE DWI in patients with epidermoid.

類上皮腫におけるSS-EPI DWI とTGSE-BLADE DWIの比較

大谷 紗代, 伏見 育崇, 中島 諭, 坂田 昭彦, 奥知 左智, 田川 弘, 汪 洋, 櫻間 梓, 池田 賢司, 伊藤 秀一, 瀧谷 幸, 梅花 優貴, 馬 永萍, 中本 裕士

Sayo Otani, Yasutaka Fushimi, Satoshi Nakajima, Akihiko Sakata, Sachi Okuchi, Hiroshi Tagawa, Yang Wang, Azusa Sakurama, Satoshi Ikeda, Shuichi Ito, Miyuki Takiya, Masaki Umehana, Yongping Ma, Yuji Nakamoto

Department of Diagnostic Imaging and Nuclear Medicine Kyoto University Graduate School of Medicine

【要旨】 We compared SS-EPI DWI and TGSE-BLADE DWI qualitatively and quantitatively in patients with epidermoid. TGSE-BLADE DWI showed better qualitative scores compared with SS-EPI DWI. ADC was higher in TGSE-BLADE DWI compared with SS-EPI DWI.

[Objective/Background] Diffusion-weighted imaging (DWI) is important in the evaluation of epidermoid. However, conventional DWI or single-shot echo-planar imaging (SS-EPI DWI) is prone to have susceptibility artifacts in an inhomogeneous magnetic field. Susceptibility artifacts often affect skull base lesions, and epidermoid is one of the lesions. Recently, 2D turbo gradient- and spin-echo diffusion-weighted imaging with non-Cartesian BLADE trajectory (TGSE-BLADE DWI) has been developed to mitigate such susceptibility artifact. The purpose of this study was to qualitatively and quantitatively compare SS-EPI DWI and TGSE-BLADE DWI.

[Method] A total of ten patients with epidermoid (4 males, 6 females; age range, 19-73 years;) were enrolled in this study. All patients underwent SS-EPI DWI and TGSE-BLADE DWI of the brain at 3 T scanners. Qualitative scores (geometric distortion, susceptibility artifacts, lesion conspicuity, diagnostic confidence and overall imaging quality) and quantitative imaging parameters (apparent diffusion coefficient, ADC) were assessed for SS-EPI DWI and TGSE-BLADE DWI. ADC of pons and contrast-to-noise ratio (CNR) of pons was also compared between SS-EPI DWI and TGSE-BLADE DWI.

[Results] Geometric distortion, susceptibility artifacts, lesion conspicuity, diagnostic confidence and overall imaging quality of epidermoid were better in TGSE-BLADE DWI compared with SS-EPI DWI. ADC of epidermoid in SS-EPI DWI and TGSE-BLADE DWI was 1204.0 ± 250.0, 1346.6 ± 214.5, respectively. ADC of pons in SS-EPI DWI and TGSE-BLADE DWI was 719.0 ± 55.7, 915.4 ± 65.2, respectively. CNR in SS-EPI DWI and TGSE-BLADE DWI was 15.2 ± 3.8, 13.5 ± 4.5.

[Conclusion] TGSE-BLADE DWI showed better qualitative scores compared with SS-EPI DWI. ADC was higher in TGSE-BLADE DWI compared with SS-EPI DWI.

OS16-5 A fundamental study of processing parameters for noise reduction techniques in diffusion MRI using random matrix theory

拡散MRIにおけるランダム行列理論を用いたノイズ低減技術の最適処理パラメータの基礎検討

坂田健太郎^{1,2}, 米田 哲也³, 鈴木 雄一¹, 上山 毅¹, 岩崎 貴大¹, 岩永 秀幸¹, 阿部 修⁴

Kentaro Sakata^{1,2}, Tetsuya Yoneda³, Yuichi Suzuki¹, Tsuyoshi Ueyama¹, Takahiro Iwasaki¹, Hideyuki Iwanaga¹, Osamu Abe⁴

¹Division of Clinical Radiology service, The University of Tokyo Hospital, ²Graduate School of Health Sciences, Kumamoto University, ³Department of Medical Imaging Sciences, Faculty of Life Sciences, Kumamoto University, ⁴Department of Radiology, The University of Tokyo Hospital

【要旨】 In this study, asymmetric patch sizes were used in the MP-PCA method for noise reduction in dMRI. There were found to provide higher noise reduction in diffusion images than the default patch size. It was concluded that the use of asymmetric patch size is an effective approach for noise reduction.

【objective/background】 拡散MRI (diffusion MRI : dMRI) は、水分子の拡散に基づいて、組織の微細構造の特性を非侵襲的に可視化する技術である。しかしながら、dMRIはデータ収集の原理上他の撮像シーケンスと比較して本質的にノイズが多く、dMRIを用いた各種定量解析 (ADC, FA, mean kurtosis など) を行う際には解析の前段階としてノイズ低減処理が必要とされている (Veraart et al., NeuroImage 142 (2016) 394-406)。今回我々が着目したランダム行列理論を用いたノイズ低減処理技術である Marcenko-Pastur Principal Components Analysis (MP-PCA) 法はdMRIにおける有用なノイズ低減処理であると報告されているが (Veraart et al., Magn. Reson. Med. 66(2011), 678-686。), 詳細なパラメータ設定におけるノイズ低減効果に関して言及されていない。本研究ではMP-PCA法でこれまで取り扱われていなかった非対称patch sizeを用いることで計算コストとノイズ低減効果の最適なバランスを解明するために、デフォルトのpatch sizeである $5 \times 5 \times 5$ と比較し、patch sizeごとのノイズ低減効果の評価を行うこととした。

【method 方法】 本研究で使用した臨床データは、東京大学医学附属病院倫理審査委員会で承認された「放射線診療における診療録等のデータベースを利用した後ろ向き研究 (包括申請)」、承認番号: 11605 の範囲内でデータを取り扱った。(データ収集期間: 2022年1月から2023年5月 男/女: 6/9 平均年齢: 46.7 ± 22.0歳 症例数: 15名) 撮像装置は、siemens社3.0T MRI装置MAGNETOM Skyraを用いた。主な撮像パラメータは、TR/TE = 9100/93[msec], FoV: 240 × 240[mm], Matrix: 96 × 96 Acceleration factor : 2, slices: 60, diffusion directions : 30 [axis], b value : 0, 1000, 2000 [s/mm²] 得られたデータに対して疑似的にガウシアンノイズを加えたデータを作成し、MRtrix3(Tournier et al.)のコマンドの一つである dwidenoiseを用いて複数のpatch sizeを用いたノイズ低減画像を作成した。使用したpatch sizeは非対称性のpatch sizeである $3 \times 3 \times z$ ($z = 3, 5, 7, 9, 11$), 対称性のpatch sizeとして $5 \times 5 \times 5, 7 \times 7 \times 7, 9 \times 9 \times 9, 11 \times 11 \times 11$ のデータを作成した。以下 $5 \times 5 \times 5$ のpatch sizeを基準画像として設定し、解析を進めた。ノイズ低減前元画像とノイズ低減画像の差分を行い、残差画像における画像全体のヒストグラムをとりそれを確率密度関数 (probability density function : pdf) で表現し、基準画像との差を χ^2 乗検定を用いて評価した。また基準画像とその他のノイズ除去画像の構造的類似性およびノイズによる劣化度を定量化するために、Structural Similarity Index (SSIM) およびPeak Signal to noise Ratio (PSNR) を算出し比較した。

【result 結果】 各patch sizeごとの残差画像のpdfの結果は、b0画像においては非対称性、対称性のpatch size両者ともpatch sizeが大きくなるにつれて高いノイズ低減を示す結果となった。またb1000, b2000画像において、一部の非対称性patch sizeは $5 \times 5 \times 5$ より高いノイズ低減効果を示した (P値<0.05)。SSIM valueは基準画像に対して全ての非対称性patch sizeにおいて0.98以上の値を示し、構造的類似性は非常に高い結果であった。PSNRは全てのpatch sizeにおいて35dB以上の値を示し、選択したスライスにおいては基準画像とのノイズ量の差は非常に小さいことが示された。計算時間に関しては $5 \times 5 \times 5$ と比較し、全ての非対称性patch sizeにおいて短くなり、最大で75%の時間短縮となった。

【conclusion】 今回使用したdMRIデータのMP-PCAを用いたノイズ低減処理は、b0画像とb1000, b2000画像においてノイズ低減傾向において異なる挙動を示した。またb1000, b2000画像において、一部の非対称性patch sizeは基準とした $5 \times 5 \times 5$ より高いノイズ低減効果を示すものの存在が判明し、本研究で使用したdMRIデータにおいては有用なパラメータ設定であると考えられる。

OS16-6 Improvement SNR by simultaneous reconstruction of multiple NSA data in Multi-shot DWI

マルチショットDWIの複数加算データ同時再構成によるSNR向上

神波 一穂¹, 佐藤 善隆¹, 横沢 俊²

Kazuho Kamba¹, Yoshitaka Sato¹, Suguru Yokosawa²

¹Medical System Research & Development Center, FUJIFILM Healthcare Corporation, ²Medical Systems Research & Development Center, FUJIFILM Corporation

【要旨】 It is possible to obtain multi-shot DWI images with consistently high SNR by simultaneously reconstructing multiple NSA data. Since the increase in G-factor associated with the phase variation between shots is suppressed, the SNR is increased.

【Objective/Background】

DWI is useful to detect the early stroke and assess the properties of tumor. Generally, EPI sequence is used in DWI, and SENSE [1] method is also used in DW-EPI sequence to reduce number of acquired signals and phase shifts. Moreover, by multi-shot method that signals are acquired in multiple excitations, distortion and blurring are reduced. However, phase changes during MPG pulse application due to respiration and pulsation, so it is necessary to acquire the phase distribution for each shot by 2D navigator echo and solve equations of the same form as SENSE reconstruction. G-factor is determined by the acceleration factor, sensitivity distribution and the phase variations between shots. When the phase variations between shots are large, the signal distributions in k-space become non-uniform, resulting in an increase in G-factor and a decrease in the signal to noise ratio (SNR) of the image. In multiple imaging, image reconstruction is performed for each number of signal averages (NSA) data, and these are averaged to obtain the final image. Therefore, when phase variation is greatly affected by pulsatile and respiratory motion, the SNR of each imaging may decrease significantly depending on the timing, and there is a risk that sufficient SNR may not be obtained in the final image. Therefore, we propose a method to obtain stable high SNR by simultaneously reconstructing multiple NSA data.

【Method】

The image reconstruction for multi-shot DWI is expressed in Equation 1.

$$s = CAPm \quad (1)$$

s is the vector of acquired signals, C is the matrix of coil sensitivity distributions, A is the matrix of phase shifts between shots, P is the matrix of phase shifts due to body motion, and m is the vector of pixel values to be obtained. If we place $B = CAP$, m is calculated by Equation 2.

$$m = (B^H \Sigma^{-1} B)^{-1} B^H \Sigma^{-1} s \quad (2)$$

Σ is the noise correlation matrix between channels of coil. In this study, m is calculated by Equation 3 that B , Σ and s of all NSA are each connected.

$$m = (B_{all}^H \Sigma_{all}^{-1} B_{all})^{-1} B_{all}^H \Sigma_{all}^{-1} s_{all} \quad (3)$$

B_{all} is the matrix connecting B of all NSA in the column direction, Σ_{all} is the square matrix that connecting Σ of all NSA in the diagonal direction and other elements of matrix are zero, and s_{all} is the vector connecting s of all NSA in the column direction. Since the increase in G-factor associated with the phase variation between shots is suppressed, the SNR is increased. A 1.5T MRI System (FUJIFILM Healthcare Corporation) was used. A healthy volunteer was scanned. This study was approved by the ethics committee of FUJIFILM Healthcare Corporation. The evaluation was based on comparison of SNR and G-factor values of the images.

【Result】

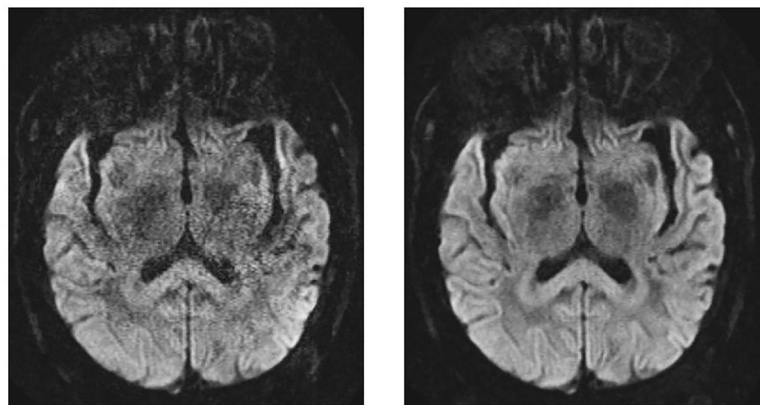
The images of the slice position with the highest G-factor using the conventional method are shown in Figure 1. The image of proposed method (b) was less noisy the image of conventional method (a). Moreover, the SNR increased about 5.7% and the mean G-factor in the image was reduced by up to 37.2%.

【Conclusion】

By simultaneously reconstructing multi-shot DWI data from multiple NSA, it is possible to obtain images with consistently high SNR.

【Reference】

[1] Pruessmann KP, et al, Mag Res in Med (1999) 42:952-962.



(a) Conventional

(b) Proposed

Figure 1. The images of the slice position with the highest G-factor using conventional method.

OS17-1 Influence of flip angle on signal acquisition capability and flow void effect in carotid artery stent in black blood imaging using 3D TSE technique

3D TSE black blood imagingのフリップ角が頸動脈ステント内の信号描出能とflow void効果に与える影響

中西 一成¹, 小島 正歳², 浅野 剛³

Issei Nakanishi¹, Masatoshi Kojima², Takeshi Asano³

¹Department of Radiology, Seikeikai Chiba Medical Center, ²Graduate school of medicine, Chiba university, ³Department of Neuroendovascular Medicine, Seikeikai Chiba Medical Center

【要旨】 We investigated excitation flip angle (FA) and refocusing flip angle (RFA) to improve in-stent visualization, and found changes in the flow void effect. Increasing FA and RFA improves the imaging performance, and the stent suppresses the reduction of flow void effect associated with increasing RFA.

【目的】 頸動脈ステント留置後のblack blood imaging(BBI)において、ステント内の低信号は、術前と同様flow void効果によるもの他に、ステントによるRF遮断効果によるアーチファクトの影響が考えられる。そのためステント内再狭窄が生じた場合に、ステント内プラーク等のステント内の静止信号をどの程度描出できるか不明である。本研究の目的は、3D TSE法であるT1 weighted Volume Isotropic TSE Acquisition (T1 VISTA)によるBBIにて、頸動脈ステント内の静止信号の描出能を明らかにし、それを向上させる撮像条件を検討すること、また撮像条件の変化に伴うステント内のflow void効果の変化を検討することである。

【方法】 PHILIPS社製1.5T-MRI装置、頸動脈ステントはCordis社製「PRECISE™」を用いた。T1 VISTAの励起フリップ角(FA)を90-150°, 再収束フリップ角(RFA)を30-180°まで変更させた全ての組み合わせで撮像を行い、以下の2項目を計測した。まず内腔にステントを展開したチューブとステントの無いチューブ内にそれぞれプラーク模擬物質を配置した静止ファントムにより、ステント内プラーク模擬物質の信号減衰比を算出した。次に平均流速70cm/secで動脈を模擬したT1値の流体を流したチューブと同液体を封入した静止チューブファントムにより、flow void効果をステントの有無それぞれで計測した。

【結果】 ステント内の信号減衰比はFAが大きいほど、またRFAが大きいほど低下した。flow void効果は、ステントが無い場合はRFAが大きいほど低下した。ステント内のflow void効果はRFA120°まではほぼ保たれ、150°以上で低下したが、その程度はステントが無い場合と比較し、小さなものであった。

【結論】 T1 VISTAによるBBIにて、90°のFAと低いRFAの組み合わせでは、頸動脈ステント内の静止信号の描出能は低く、FAとRFAを大きく設定することで改善できる。またRFAを大きくすることによるステント内のflow void効果の低下は、ステントが無い場合と比較して大きく抑制できる。

OS17-2 Optimal imaging parameters of non-contrast MR angiography for simultaneous delineation of carotid and subclavian arteries with 3T MRI.

3T MRIにおける頸動脈・鎖骨下動脈同時描出の撮像条件の検討

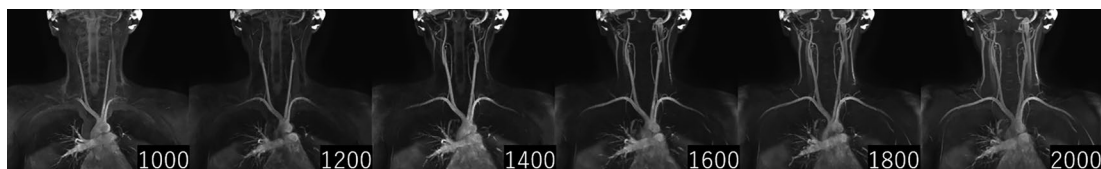
沼元 瞳¹, 藤本 晃司², 三宅可奈江², 伏見 育崇³, 奥知 左智³, 今井理実華⁴, 市之瀬伸保⁴, 中本 裕士³

Hitomi Numamoto¹, Koji Fujimoto², Kanae Miyake K², Yasutaka Fushimi³, Sachi Okuchi³, Rimika Imai⁴, Nobuyasu Ichinose⁴, Yuji Nakamoto³

¹Division of Clinical Radiology Service, Kyoto University Hospital, ²Department of Advanced Imaging in Medical Magnetic Resonance, Graduate School of Medicine, Kyoto University, ³Department of Diagnostic Imaging and Nuclear Medicine, Graduate School of Medicine, Kyoto University, ⁴Canon Medical Systems Corporation

【要旨】 Optimal imaging parameters for simultaneous delineation of non-contrast MR angiography for carotid and subclavian arteries were investigated using 3T MRI. By using the asynchronous ASTAR technique, STIR for fat suppression, and 1600msec for BBTI were the optimal imaging conditions.

【目的/背景】 頸動脈非造影MRAは、造影剤を使用せずに脳梗塞の原因となる頸動脈の狭窄や閉塞を可視化することが可能である。頸動脈非造影MRAの撮像にはTOF (Time of flight) 法やArterial Spin Labeling (ASL) 法が用いられる。TOF法は撮像断面に対して垂直な血管では良好に血管を描出することができるが、撮像面内に平行に走行する血管に関しては描出が不良になるため、頸部血管を対象とした場合、鎖骨下動脈の描出が難しい。ASL法には、Time-spatial labeling inversion pulse (Time-SLIP) 法やModified STAR using asymmetric inversion slabs (ASTAR) 法などがある。いずれも、IRパルスを任意の位置に設定してラベリングを行い、一定の待ち時間後(BBTI)に目的とする血管を高信号に描出する方法である。Time-SLIP法(リードアウトにSSFPやFASEが使用されることが多い)は、心電同期や呼吸同期が必要であるため撮像時間の延長や同期間隔の安定性が必要である。一方、ASTAR法の場合(リードアウトFFE)、非同期での撮像が可能であり、今回、頸動脈・鎖骨下動脈の同時描出を目指して撮像条件の検討を行ったので報告する。**【方法】** 倫理委員会の承認を得てインフォームドコンセントを行い、了承が得られた健康ボランティア1名を対象とした。3T MRI装置(Canon Medical Systems Corporation, Vantage Centurian)とHead Neck / Spine / 16ch Body coilを用いて、頸動脈と鎖骨下動脈の描出をASTAR法で検討し、TOF法と比較した。詳細な検討項目は以下に示す。1 脂肪抑制: CHES vs STIR (TI=240) 2 BBTI: 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 msec 3 同期の有無: 心電同期 vs 呼吸同期 vs 同期なし (shot interval 4000msec固定) 撮像断面はTOF法ではaxial, ASTAR法ではcoronalとし、ASTAR法のtagは大動脈弓部より頭側に設定した。放射線診断科医師1名が、頸動脈および鎖骨下動脈の描出能、背景信号(脂肪、静脈)について、主観的な評価を行った。**【結果】** TOF法では鎖骨下動脈は描出されなかった。1 CHESと比較して、STIRのほうが均一な脂肪抑制効果が得られた。2 BBTIが短いと、頸動脈・鎖骨下動脈ともに末梢まで描出されなかった。一方BBTIが長いと、血管は末梢まで描出されるが、背景信号の上昇、静脈の描出がみられた。BBTIは1600msecとした場合の画質が医師による視覚評価で最も良好と判断された。3 心電同期・呼吸同期ともに、非同期撮像よりも鎖骨下動脈の末梢まで描出されたが、撮像時間は延長した。呼吸が不安定な場合に呼吸同期を行うと、腕頭動脈や左鎖骨下動脈の起始部が画質不良となった。非同期でshot intervalを固定にした場合、撮像時間の延長はなく、画質に大きな問題はみられなかった。**【結論】** 頸動脈と鎖骨下動脈を非同期のASTAR法で可視化することが可能であった。非同期撮像においての最適な撮像条件は、脂肪抑制はSTIR、shot interval固定(4000msec)、BBTI 1600msecであった。



OS17-3 High-resolution time-of-flight MR angiography using deep-learning-based reconstruction: Still preliminary report

ディープラーニング画像再構成を用いた高分解能 time-of-flight MR angiography の初期検討

新宅 知博¹, 石本 優香¹, 佐々木美穂¹, 野崎 敦², 幾嶋洋一郎², 若山 哲也², 掛田 伸吾¹

Tomohiro Shintaku¹, Yuka Ishimoto¹, Miho Sasaki¹, Atsushi Nozaki², Yoichiro Ikushima², Tetsuya Wakayama², Shingo Kakeda¹

¹Department of Radiology and Radiation oncology, Hirosaki University School of Medicine, ²GE HealthCare

【要旨】 High-resolution TOF-MRA with deep learning-based reconstruction allows visualization for small intracranial arteries and may be useful in differentiating cerebral aneurysms from infundibular dilatation.

【目的、背景】 深層学習によるノイズ除去再構成技術(DLR)では、撮像時間や分解能とのトレードオフ関係なく、画質を向上できる。この技術をParallel Imagingや圧縮センシングに併用することで、高分解能TOF-MRA(DL-MRA)をルチンの撮像プロトコルに適用することが期待できる。今回、脳小動脈の描出能について、従来のMRA(cMRA)と高分解能DL-MRAについて比較した。【方法】 頭部MRIを施行した50例について、cMRAと高分解能DL-MRAを撮像した。使用装置はGE社製 SIGNA Premier3.0T (GE HealthCare社製)である。48チャンネル頭部用コイルを使用し、Parallel Imagingを併用した3D-TOF法にてMRAを撮像した。撮像条件は、cMRAでTR 24ms、TE 2.3ms、FOV 20cm、スライス厚0.8 mm、マトリクス数416x224、撮像時間3:30、DL-MRAはTR 25ms、TE 3.4ms、FOV 16cm、スライス厚0.4mm、マトリクス数400x400、撮像時間5:21である。2名の神経放射線科医が、小動脈として両側の海綿静脈洞部レベルの髄膜下垂体動脈幹 (MHT) と上下錐体動脈 (SPA) 合計4つの血管について、3段階 (score 0: 血管は描出されない、score 1: 血管分岐部の突出は分かるが、その先の分枝の描出がされない、score 2: 血管分岐部の突出も分かり、その先の分枝も描出される) 合計score 0-8で評価した。評価には、MRA(cMRA)と高分解能DL-MRAに加えて、DLを用いない高分解能MRA(-DL)を含めた。また、内頸動脈から突出像を認め脳動脈瘤が疑われた20例について、高分解能DL-MRAの有用性について評価した。【結果】 MHTとSPAの描出スコアの合計平均は、cMRA (平均スコア0.285) と高分解能MRA(-DL) (平均スコア0.465) に比べて、高分解能DL-MRA (平均スコア0.51) で高かった。また、いずれか一つの血管について見るとcMRAで血管分岐部の突出 (score 1) と診断された25例中15例に、高分解能DL-MRAでは末梢の分枝が同定できた (score 2) (FIG1)。内頸動脈から突出像を認め脳動脈瘤が疑われた20例中4例で、高分解能MRA(+DL)を用いることで分枝が同定でき漏斗状拡張と診断できた (FIG 2)。【結論】 DLRを用いることで、比較的短時間で高分解能MRAの撮像が可能である。高分解能DL-MRAは、従来のMRAに比べて小動脈の描出に優れ、漏斗状拡張の診断能を向上させる可能性がある。

FIG 1

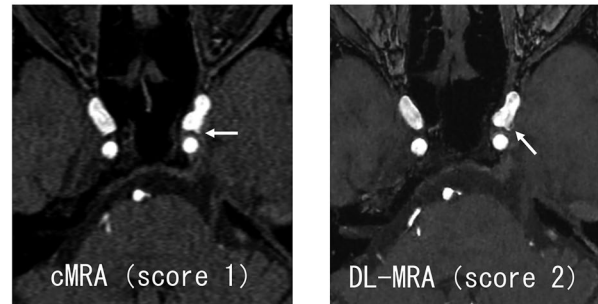
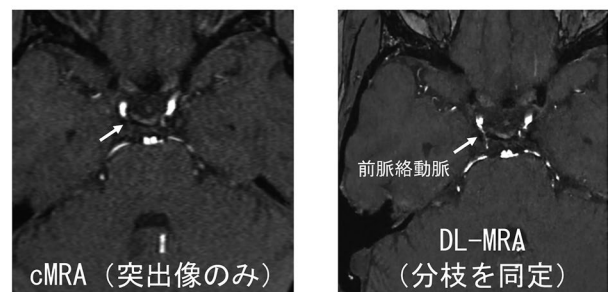


FIG 2



OS17-4 Image quality assessment of intracranial three-dimensional time-of-flight MR angiography with deep-learning reconstruction

Deep learning 画像再構成法を用いた頭部3D TOF MRAの画質評価

幾嶋洋一郎¹, 竹井 直行¹, 野崎 敦¹, 大湯 和彦², 掛田 伸吾³, 若山 哲也¹

Yoichiro Ikushima¹, Naoyuki Takei¹, Atsushi Nozaki¹, Kazuhiko Oyu², Shingo Kakeda³, Tetsuya Wakayama¹

¹GE HealthCare, ²Department of Radiological Technology, Hirosaki University School of Medicine and Hospital, ³Department of Radiology, Hirosaki University School of Medicine

【要旨】 Intracranial 3D TOF MRA was reconstructed with and without deep-learning reconstruction (DLR). Signal-to-noise ratio (SNR) and contrast-to-noise ratio (CNR) were measured on MRA with and without DLR. It was found DLR significantly improved SNR and CNR compared to the conventional reconstruction.

【Background and Purpose】

Deep-learning reconstruction (DLR) is expected to improve image quality. In this study, we applied DLR to intracranial 3D time-of-flight MR angiography (TOF MRA), and compared the image quality of the 3D TOF MRA with DLR to that of 3D TOF MRA without DLR.

【Methods】

Intracranial 3D TOF MRA was scanned for 7 patients on 3.0 T system (SIGNA Premier 3.0T, GE HealthCare, Waukesha, WI, U.S.A.) with 48 channel coils. Two protocols, conventional and high-resolution protocols, were used in this study with the parameters listed in Table 1. After the data acquisition, each 3D TOF raw data was retrospectively reconstructed with four settings; the conventional reconstruction (NonDL), and DLR with low (DLlow), medium (DLmed), and high (DLhigh) levels of noise reduction. Regions-of-interest (ROIs) were manually set on midbrain and anterior, middle, and posterior cerebral arteries on the axial source images or coronal multi-planar reconstruction images. From the ROI measurements, we calculated signal-to-noise ratio (SNR) of brain parenchyma (SNRbrain) and contrast-to-noise ratio (CNR) between the arteries and brain parenchyma.

【Results】

The NonDL showed the lowest SNRbrain and CNR for both of routine and high-resolution protocols. SNRbrain and CNR increased as the noise reduction level of DLR increased. In the routine protocol, SNRbrain of DLlow, DLmed, and DLhigh were 1.2 times, 1.5 times, and 2.1 times higher than that of NonDL, respectively. The CNR of DLlow, DLmed, and DLhigh were 1.5 times, 1.8 times, and 2.6 times higher than that of NonDL, respectively. In the high-resolution protocol, SNRbrain of DLlow, DLmed, and DLhigh were 1.1 times, 1.4 times, and 2.2 times higher than that of NonDL, respectively. The CNR of DLlow, DLmed, and DLhigh were 1.2 times, 1.6 times, and 2.6 times higher than that of NonDL, respectively.

【Discussion and Conclusion】

We demonstrated that DLR improves SNRbrain and CNR compared to NonDL in the typical and high-resolution brain 3D TOF MRA. DLR may have the potential to increase overall image quality of 3D TOF MRA because CNR and SNRbrain represent visibilities of vessels and brain parenchyma, respectively.

Table 1. Scan parameters

Protocol	Conventional	High-resolution
Repetition time	24 ms	25 ms
Echo time	2.4 ms	3.4 ms
Flip angle	15 deg.	18 deg.
bandwidth	100 kHz	50 kHz
Acq. Matrix	416 x 224	400 x 400
Field-of-view	20 cm	16 cm
Slice thickness	0.8 mm	0.6 mm
# of slices	220	220
# of slabs	1	1
PI factor	2	2
CS factor	1.2	1.6
Scan time	3:28	5:19

PI: parallel imaging
CS: compressed sensing

OS17-5 Turbo FLEXA MR Angiography with Deep Learning undersampled reconstruction Deep Learning 画像再構成を用いた高速FLEXA MR Angiographyの開発

竹井 直行¹, 大湯 和彦², 野崎 敦¹, Rafi Brada³, Sangtae Ahn⁴, Graeme McKinnon⁵, Xucheng Zhu⁶, 掛田 伸吾⁷, 若山 哲也¹

Naoyuki Takei¹, Kazuhiko Oyu², Atsushi Nozaki¹, Rafi Brada³, Sangtae Ahn⁴, Graeme McKinnon⁵, Xucheng Zhu⁶, Shingo Kakeda⁷, Tetsuya Wakayama¹

¹GE HealthCare, ²Department of Radiology Technology, Hirosaki University School of Medicine and Hospital, ³GE Research, Herzliya, Israel, ⁴GE Research, Niskayuna, NY, United States, ⁵GE HealthCare, Waukesha, WI, United States, ⁶GE HealthCare, Menlo Park, CA, United States, ⁷Department of Radiology, Hirosaki University School of Medicine

【要旨】 We developed a highly accelerated MRA with iterative deep learning reconstruction to improve the scan. With retrospectively undersampled data, the technique demonstrated high-quality less than one minute whole neck MRA.

[Introduction]

Vessel occlusion arising from supra-aortic arteries is a common source of cerebral stroke and infarction. We have been developing an accelerated non-contrast 3D TOF MOSTA MRA of two-point Dixon based acquisition called FLEXA to provide the wide scan coverage and less motion sensitivity in a 2-minute scan time. However, to select for patients eligible for endovascular treatment in acute stroke, scan protocol should be practical and as fast as possible. In this work, we explore the feasibility and performance of a deep learning-based reconstruction for further scan acceleration.

[Methods]

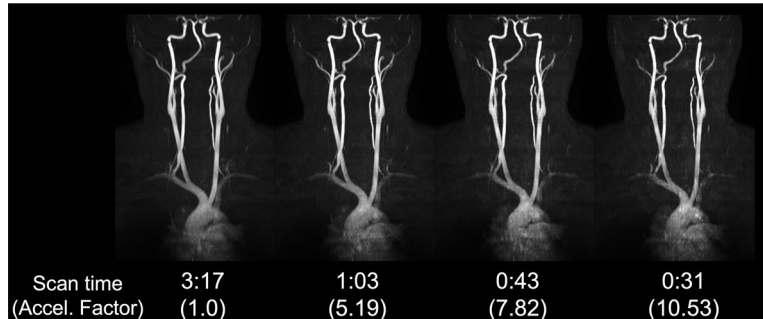
For deep learning-based image reconstruction (DLR), we used DCI-Net (Densely Connected Iterative Network) with 28 iterations, 9 convolutional layers per iteration, 96 2D convolution kernels (applied to phase-slice encoding planes) per layer, and up to 20 skip connections per iteration. For the loss function, we used a contrast-weighted structural similarity (SSIM).

To evaluate the performance of the DLR in FLEXA, k-space data were retrospectively undersampled from fully-sampled data. Averaged SSIM and mean squared error (MSE) were calculated for all slices to compare undersampled images to full-sampled images as the reference standard. The acceleration factors from 1.99, 2.45, 5.19, 7.82, 10.53 and 13.12 were used with variable density poisson disk patterns.

A 3.0 T System (Signa Premier, GE HealthCare, Waukesha, WI, U.S.A.) with Head and Neck 21 channel coils (GE HealthCare) was used. For the FLEXA reconstruction, the Dixon reconstruction uses FLEX to separate water (W) and fat (F) images from in-phase (IP) and out-of-phase (OP) images. FLEXA scan of the neck MRA was performed with the following protocol: Axial scan, flip angle: 10°, TR/TE1/TE2: 6.2/1.4/2.6 ms, receiver bandwidth: 166.7 kHz, FOV: 28 cm, slice thickness: 2mm, number of slabs: 9, spatial resolution: 1.0x1.0x1.9 mm³, scan time 3:17 for full sampling.

[Results]

Figure 1 shows representative reformatted MIP images compared with the full sampling FLEXA images. The accelerated DLR images had comparable vessel depictions of carotid arteries in MIP images. For the evaluation of MSE and averaged SSIM index with different acceleration factors, the MSE and SSIM index gradually deteriorated as the acceleration factors were increased, but maintaining a high value of 0.964 at DL 10x acceleration for the mean SSIM index.



[Discussions and conclusion]

The DLR FLEXA achieved high-quality "less than one minute" whole neck MRA, offering a promising approach to confirm the presence of a large vessel occlusion before performing endovascular therapy for acute stroke in emergency imaging. The DCI-Net helps reach the full potential of FLEXA to improve the acquisition efficiency even when FLEXA uses very thin slab acquisition technique that limits the spatially varying coil sensitivity along slice encoding direction. Increasing acceleration factors caused image degradation on aortic arch where the sensitivity of receiver coil arrays was low. Putting dedicated flexible coils on chest would overcome the challenge.

OS17-6 Silenz MRA noise reduction by using Deep Learning Reconstruction Deep Learning 画像再構成を用いたSilenz MRAのノイズ低減

三好 光晴¹, Sagar Mandav², Tetsuya Wakayama¹

Mitsuharu Miyoshi¹, Sagar Mandav², Tetsuya Wakayama¹

¹Global MR Clinical Solutions and Research Collaborations, GE HealthCare, Japan, ²Global MR Clinical Solutions and Research Collaborations, GE HealthCare

【要旨】 Silenz MRA is Radial Reconstruction based whole brain MRA method. Signal to noise ratio of Silenz MRA is generally low because of low flip angle and image subtraction. Noise signal was reduced by using DL recon, and vessel lumen connectivity was improved.

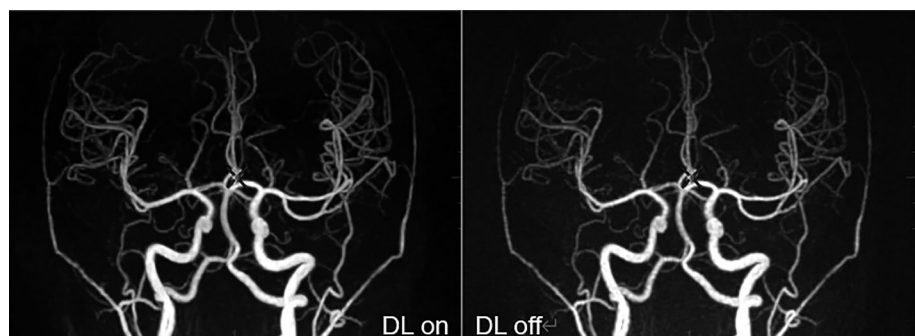
[Background] Silenz MRA is Radial Reconstruction based whole brain MRA method. Continuous Arterial Spin Labeling RF pulse is applied before radial data acquisition. Blood signal is suppressed by Labeling and MRA images are created by subtracting the Labeled images from the control images. Deep Learning reconstruction (DL recon, ref. 1) is recently used for noise reduction. Signal to noise ratio of Silenz MRA is generally low because of low flip angle and image subtraction. DL recon can be used for radial data acquisition to improve SNR of Silenz MRA.

[Method] One volunteer was scanned with written informed consent and IRB approval. Scanner was 3T (GE, signa pioneer). Protocol is as follows; Field of view 20x20x18cm, resolution 1.0x1.0x1.0mm, Flip angle 5 degree, 21 channel Head Neck coil, Receiver Band Width 31.2kHz, Scan time 8:08. Raw data is acquired, and research version off-line DL recon was used for post processing. Because Silenz MRA is a subtracted image, the brain matter had no signal. 80mm² ROI was set on the brain matter at Parietal lobe, Pons, and cerebellum on the MRA image, and Standard Deviation (SD) was measured for noise comparison.

[Result] SD of Parietal lobe, Pons and cerebellum was 48.3, 76.8 and 63.5 for non-DL cases, and 16.5, 25.5 and 24.4 for DL cases, respectively. SD was reduced to 35% in average by using DL. DL MRA image (left) and non-DL MRA image (right) are shown in figure. Window level and width are the same in both images.

[Discussion] Noise signal was reduced by using DL recon, and vessel lumen connectivity was improved. Image quality of whole brain Silenz MRA was improved by DL recon.

(ref. 1) R. Marc Level, Performance characterization of a novel deep learning-based MR image reconstruction pipeline, arXiv Electrical Engineering and Systems Science, 2020, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2008.06559>



OS18-1 Validation of Fast Whole Brain Multi-Delay Pseudo Continuous Arterial Spin Labeling using Hybrid Scheme Comparing 6 and 12 Timepoints

高速ハイブリッドダイナミック pCASL 検査の妥当性 ダイナミック数6と12の比較

小原 真¹, 梶尾 理², 三賀山諒司^{3,4}, 和田 達弘³, 石田 翔太⁵, 濱野 裕¹, 上田 優¹, 権 池勲¹, 米山 正己¹, バンカウテレン マルク⁶

Makoto Obara¹, Osamu Togao², Ryoji Mikayama^{3,4}, Tatsuhiro Wada³, Shota Ishida⁵, Hiroshi Hamano¹, Yu Ueda¹, Jihun Kwon¹, Masami Yoneyama¹, Marc Van Cauteren⁶

¹Philips Japan, Ltd, ²Department of Molecular Imaging and Diagnosis, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University,

³Division of Radiological Technology, Department of Medical Technology, Kyushu University Hospital, ⁴Department of Health Sciences, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, ⁵Department of Radiological Technology, Faculty of medical sciences, Kyoto College of Medical Science, ⁶Philips Healthcare

[要旨] We validated fast hybrid multi-delay pCASL for 3D brain perfusion. The time SNR (tSNR), CBF and ATT were measured from 6 (Hyb6) and 12 (Hyb12) delays. The acquisition time for Hyb6 was less than half of that for Hyb12. A higher tSNR and comparable CBF and ATT were obtained in Hyb6.

[Purpose]

Hybrid (Hyb) scheme have been proposed for multi-delay pseudo-continuous arterial spin labeling (pCASL). They provide time efficient, effective SNR gaining and the availability of a flexible delay-time setting. However, the number of delay-times clinically needed has not yet been verified. The purpose of this study is to validate quantitative parameters calculated from Hyb schemes with different numbers of delay-times and discuss the possibility of scan shortening.

[Methods]

Hyb scheme was implemented on a Philips 3.0T (Ingenia Elition). Then seven healthy subjects were examined. The informed consent required by the Institutional Review Board was obtained.

Hyb scheme with 12 multi-delays (Hyb12) was performed, then data for 6 delays data out of 12 was extracted (Hyb6). The scan time for Hyb12 was 2 min 49 s, which corresponds to 1 min 21 s when acquiring Hyb6. In the multi-delay series of the scheme, the three highest ASL signals along the time axis were selected and averaged voxel by voxel in grey matter (GM). The SD of the GM was then calculated in the first-delay phase which was acquired for signal baseline measurement. The SNR was calculated by dividing the averaged ASL signal by the SD. CBF and ATT maps were created using a Buxton general kinetic model by applying a nonlinear fitting. The time SNR (tSNR) and cerebral blood flow (CBF) was measured at GM from Hyb12 and Hyb6.

The ATT values in the anterior cerebral artery (ACA), middle cerebral artery (MCA) and posterior cerebral artery (PCA) territories for left and right hemisphere with subdivision into proximal, middle and distal regions were evaluated.

[Results and Discussion]

Representative multi-delay ASL images, and CBF and ATT maps for Hyb12 and Hyb6 are shown in Figure 1. The tSNR for Hyb6 was significantly higher than that of Hyb12 (3.35 ± 0.66 vs 3.98 ± 0.88 , $p < 0.001$). No significant difference in the CBF was observed between Hyb12 and Hyb6 (42.15 ± 8.49 ml/min/100 g vs 43.02 ± 9.53 ml/min/100 g, $p = 0.19$). Correlations and Bland-Altman plot analysis for ATT are shown between Hyb12 and Hyb6 in Figure 2. Statistically significant high correlation was observed ($r = 0.97$). The Bland-Altman plot analysis shows a fixed bias of -13.0 ms without proportional bias ($p = 0.06$), and 95% limits of agreement (LOA) was -112.0 ms and 86.0 ms. Considering that the temporal resolution of Hyb12 is 500 ms, the fixed bias can be negligible, and the LOA within ± 150 ms suggests the validity of the Hyb6 scheme.

In ATT comparisons between the flow territories, the ATT was significantly prolonged in the three regions in the order of proximal, middle and distal for all flow territories for Hyb12. Similar results were obtained for Hyb6, but no significant difference was observed in the left MCA territory between proximal and middle.

[Conclusion]

Hyb6 has higher tSNR and shorter scan time than Hyb12, with comparable CBF and ATT. This indicates the advantageousness of Hyb6 in clinical use. However, the evaluations of ATT at flow territories indicates a possible decrease in sensitivity to ATT in Hyb6. In addition, as this study used healthy volunteers, clinical evaluation will be required in the future.

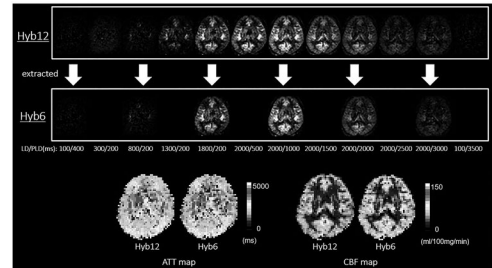


Figure 1

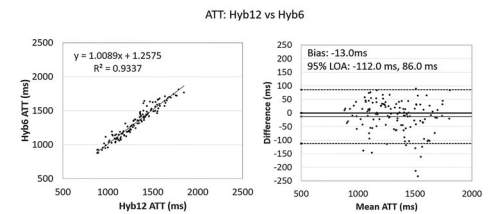


Figure 2

OS18-2 Hybrid multi-delay PCASL of time-encoded and variable-TR schemes for the assessment of cerebral perfusion in Moyamoya disease

Time-encoded法とvariable-TR法のハイブリッド multi-delay PCASLによるもやもや病の血流評価

梶尾 理¹, 小原 真², 山下 孝二³, 菊地 一史¹, 和田 達弘⁴, 徳永 千晶⁴, 三賀山諒司⁴, 石田 翔太⁵, Marc Van Cauteren², 石神 康生³

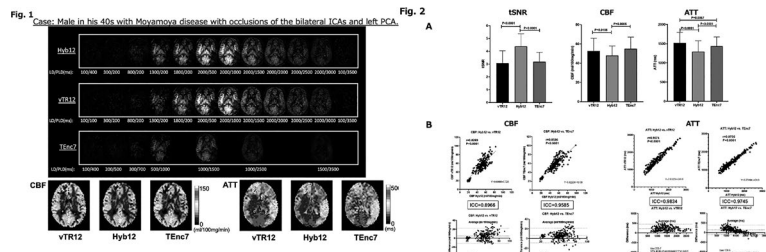
Osamu Togao¹, Makoto Obara², Koji Yamashita³, Kazufumi Kikuchi¹, Tatsuhiro Wada⁴, Chiaki Tokunaga⁴, Ryoji Mikayama⁴, Shota Ishida⁵, Marc Van Cauteren², Kousei Ishigami³

¹Department of Molecular Imaging and Diagnosis, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, ²Philips Japan,

³Department of Clinical Radiology, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, ⁴Division of Radiology, Department of Medical Technology, Kyushu University Hospital, ⁵Department of Radiological Technology, Faculty of Medical Sciences, Kyoto College of Medical Science

[要旨] A multi-delay PCASL acquisition with a hybrid scheme, combining time-encoded and variable-TR schemes, has been proposed. We have demonstrated the quantitative ability of this scheme in Moyamoya disease.

[Objective/Background] We have developed the hybrid scheme, which is a combination of time-encoded and variable-TR schemes. This scheme is expected to exploit both the advantages of high SNR obtained with time-encoded PCASL as well as timing flexibility of variable-TR PCASL. The present study aims to investigate the quantitative ability of the hybrid scheme by comparing to the two established multi-delay PCASL techniques in assessing cerebral perfusion in Moyamoya disease. **[Methods]** Subjects: Thirteen consecutive inpatients with Moyamoya disease (28.0 ± 25.4 -year-old, six males and seven females) were included. Hybrid PCASL Scheme: The hybrid scheme consists of four time-encoded schemes with three LD blocks with different time settings. For displaying purpose, the ASL maps are rearranged (Fig. 1). MRI: A 3T scanner (Ingenia Elition, Philips) was used. The MRI-protocol included: variable-TR scheme with 12 delays (vTR12), time-encoded scheme with seven delays (TEnc7), and hybrid scheme with 4x3 delays (Hyb12). The actual LDs, PLDs, and other imaging parameters are shown in Figure 1. SNR, ATT and CBF Quantification: The temporal SNR was measured. CBF and ATT were calculated using a Buxton general kinetic model. All maps were normalized to the MNI space template. The temporal SNR, CBF, and ATT in the gray matter region were compared among the three schemes. Volumes-of-interest obtained from a vascular territory atlas template. **[Results]** Figure 1 shows a representative case of Moyamoya disease in which CBF is maintained throughout the bilateral cerebral hemispheres, while ATT is prolonged in the right ACA and left posterior MCA territories, as observed with all three schemes. Figure 2 demonstrates the comparisons (A) and correlations (B) of the parameters measured in all volumes-of-interest among the three schemes. The tSNR of Hyb12 was significantly higher than that of vTR12 ($P < 0.0001$) and TEnc7 ($P < 0.0001$). The CBF of Hyb12 was significantly lower than that of vTR12 ($P = 0.0186$) and TEnc7 ($P = 0.0005$). The ATT of Hyb12 was significantly shorter than that of vTR12 ($P < 0.0001$) and TEnc7 ($P < 0.0001$). The CBF measured with Hyb12 shows significant correlations and excellent agreements with those measured with vTR12 ($r = 0.8586$, $ICC = 0.9585$) and TEnc7 ($r = 0.8269$, $ICC = 0.8966$) and TEnc7 ($r = 0.9756$, $ICC = 0.9745$). The Bland-Altman plot analysis for CBF shows a small bias without proportional errors for both comparisons. The ATT measured with Hyb12 shows significant correlations and excellent agreements with those measured with vTR12 ($r = 0.9674$, $ICC = 0.9834$) and TEnc7 ($r = 0.9756$, $ICC = 0.9745$). The Bland-Altman plot analysis for ATT shows a bias without proportional error for the comparison between Hyb12 and vTR12, while a bias and proportional error are observed between Hyb12 and TEnc7. **[Conclusion]** The hybrid scheme combines the advantages of the high SNR obtained with the time-encoded scheme and the timing flexibility of the variable TR scheme, which is required in assessing cerebral perfusion in the presence of prolonged ATT, as present in Moyamoya disease.



OS18-3 Effect of the number of delay phases in Hybrid ASL on the assessment of cerebral perfusion in Moyamoya disease

Hybrid ASLのdelay phase数がもやもや病の脳灌流評価に与える影響

三賀山諒司^{1,2}, 小原 真³, 梶尾 理⁴, 和田 達弘^{1,2}, 徳永 千晶¹, 加藤 豊幸¹, 藪内 英剛⁵

Ryoji Mikayama^{1,2}, Makoto Obara³, Osamu Togao⁴, Tatsuhiro Wada^{1,2}, Chiaki Tokunaga¹, Toyoyuki Kato¹, Hidetake Yabuuchi⁵

¹Division of Radiological Technology, Department of Medical Technology, Kyushu University Hospital, ²Department of Health Sciences, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, ³Philips Japan, ⁴Department of Molecular Imaging and Diagnosis, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, ⁵Department of Health Sciences, Faculty of Medical Sciences, Kyushu University

【要旨】 The quantitative cerebral perfusion on Moyamoya disease were assessed for 6 and 12 delay phase Hybrid ASL. The differences were small between 6 and 12 delay phases in the Hybrid ASL. The cerebral perfusion can be evaluated in imaging time of less than 2 minutes with 6 delay Hybrid ASL.

【背景】 もやもや病は、ウィリス動脈輪が狭窄、閉塞し、もやもや血管の形成を伴う脳血管閉塞症である。もやもや病の手術適応において、脳灌流の評価が推奨されている。もやもや病による血流遅延を呈する組織の脳灌流を定量化するために、arterial transit time (ATT) を取得可能なmulti-delay arterial spin labeling (ASL) が用いられる。近年、time-encoded (TEnc) スキームと可変TRスキームのHybrid ASLが開発され、TEncスキームによるsignal to noise ratio (SNR)の高い画像の取得と可変TRスキームによる柔軟性の高いdelay phaseの設定が可能となった。Hybrid ASLにおいて、delay phase数を少なく設定することで短時間でのASL画像の取得が可能となるが、delay phase数が画質と脳灌流の定量化に影響を与える可能性がある。本研究は、Hybrid ASLのdelay phase数をもやもや病の脳灌流評価に与える影響について調査することを目的とした。【方法】 3T MRI, 32-channel head coilによりHybrid ASLが撮像されたもやもや病患者13名(28.0±25.4歳, 男性6名, 女性7名)を対象とした。Hybrid ASLはTEncスキーム(3 delay phase) × 4 blockで構成され、最終phaseはノイズ測定用に取得されたsuper delay phaseである(図1)。3 delay phase × 2 blockの6 delay phaseのHybrid ASL (Hyb6), 3 delay phase × 4 blockの12 delay phaseのHybrid ASL (Hyb12)を再構成した。Hybrid ASLの撮像パラメータを図2に示す。Hyb6とHyb12の撮像時間はそれぞれ1分20秒, 2分49秒である。delay phase軸における最も信号値が高い3 phaseの平均信号値をボクセル毎に算出し、その平均信号値とsuper delay phaseの信号値の標準偏差の商をSNRとして算出した。SNRと撮像時間の平方根の商をtime SNR (tSNR)とした。Cerebral blood flow (CBF)とATTをBuxton general kinetic modelを使用した非線形フィッティングにより算出した。Vascular territory atlas templateを用いて細分化された左右の前, 中, 後大脳動脈支配領域におけるtSNR, CBF, ATTをhyb6とhyb12の間で比較した。【結果】 Hyb6のtSNR(5.00±1.16)はHyb12のtSNR(4.59±1.07)より有意に高かった(P<0.0001)。Hyb6のCBF(51.5±11.3 ml/100mg/min)は、Hyb12のCBF(50.2±11.2 ml/100mg/min)と有意な相関があり、優れた一致性を示した(r=0.9823, P<0.0001, ICC=0.9759)。CBFのBland-Altman分析ではHyb6とHyb12の間に系統誤差はなく、平均Biasは1.3 ml/100mg/min, Limit of agreement (LoA; upper, lower)は-3.5, 6.2 ml/100mg/minを示した。Hyb6のATT(1306±262 ms)は、Hyb12のATT(1285±282 ms)と有意な相関があり、優れた一致性を示した(r=0.9855, P<0.0001, ICC=0.9831)。ATTのBland-Altman分析ではHyb6とHyb12の間に系統誤差はなく、平均Biasは21 ms, LoA (upper, lower)は-123, 165 msを示した。【結論】 もやもや病患者においてHyb6はHyb12より高いtSNRを示した。また脳灌流評価においてHybrid ASLの6 delay phaseと12 delay phaseの間でCBFおよびATTの誤差は小さく、強い相関と優れた一致性を考慮すると許容できると考えられる。12 delay phaseから6 delay phaseに変更することで、2分以下の撮像時間で脳灌流評価が可能になる。

図1. Hybrid ASLのスキーム

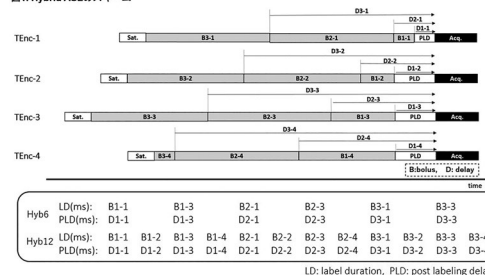


図2. 撮像パラメータ

Hyb6 LD(ms):	100	800	1800	2000	2000	2000						
Hyb6 PLD(ms):	100	200	200	1000	2000	3000						
Hyb12 LD(ms):	100	300	800	1300	1600	2000	2000	2000	2000	2000	2000	100
Hyb12 PLD(ms):	100	200	200	200	200	400	1000	1500	2000	2500	3000	3500
- Acq. Sequence:	3D-GRASE											
- TR (ms):	4650-6050											
- TE (ms):	15											
- Flip Angle(degree):	90											
- TSE, EPI Factor (dir. S):	16, 15											
- Voxel Size (mm):	4.0*4.0*8.0											
- Slab Thickness (mm):	120											
- Vascular Crusher type:	IMSE											
- VENC (cm/sec):	5 (each of the three axis)											
- Scan time (min, sec):	1 min 20 sec (Hyb6), 2 min 49 sec (Hyb12)											

OS18-4 The utility of the spatial coefficient of variation of ASL in patients with chronic arteriosclerotic cerebrovascular disease

慢性期頭蓋内動脈硬化性病変におけるASL変動係数の有用性

平 直記¹, 原 祥子^{1,2}, 田中 洋次¹, 林 志保里^{1,2}, 稲次 基希^{1,2}, 石井 賢二², 成相 直^{1,2}, 前原 健寿¹

Naoki Taira¹, Shoko Hara^{1,2}, Yoji Tanaka¹, Shihori Hayashi^{1,2}, Motoki Inaji^{1,2}, Kenji Ishii², Tadashi Nariai^{1,2}, Taketoshi Maehara¹

¹Department of Neurosurgery, Tokyo Medical and Dental University, ²Research Team for Neuroimaging, Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology

【要旨】 We evaluated 12 adult patients with arteriosclerotic cerebrovascular disease who underwent ASL and 15O-gasPET. In the increased OEF group, ASL-CoV were significantly increased and were also correlated to OEF, in contrast to ASL-CBF was not. With a cutoff value of 0.39, the sensitivity was 0.75.

【目的/背景】 主幹動脈狭窄、閉塞例の脳梗塞リスク判定ではCBFに加えて酸素摂取率(OEF)が重要であるが、15O-Gas PET (PET) 撮影が必要である。ASL-MRIは非侵襲的、簡便に脳血流量(CBF)を測定できるが、血管通過時間の影響を受け、病的状態とくに狭窄病変の存在下では定量化に問題があるとされている。ASLの変動係数(CoV)は、血管通過時間の影響を評価できるとされる。慢性期動脈硬化性病変を有する症例でPETとの比較を行うことで、ASL CoVの有用性を検討した。【方法】 慢性期の片側動脈硬化性内頸動脈狭窄・閉塞症例で、ASLとPET撮影を施行した12例を対象とした。MRIはGE社の3テスラ機を使用し、Post Labeling Delay: 1525 msecと2525msecのpCASLでCBF画像を得た。PETは島津社、GE社のいずれかで撮影し、CBF、脳血流量(CBV)、OEF画像を得た。平均通過時間(MTT)はCBV/CBFとして算出した。個別のFLAIR画像を、FreeSurferを用いて1mm厚MP-RAGE画像に超解像化し、基準画像として、FSLによる各画像の位置合わせに用いた。関心領域(ROI)は血管支配に応じて中大脳動脈皮質枝領域を5部位(frontal, parietal, temporal, occipital, insular)に分割したテンプレートROIを使用し、基準画像から算出した逆変換行列を用いて症例毎に片側5部位のROIを作成した。領域値は、ASL-CBF、PET-MTT、PET-OEFは病側健側比(ratio)を、ASL CoVは絶対値を使用した。PET-OEF画像の視覚的評価により、OEF上昇群、OEF非上昇群に分類した。統計解析はRを用いた。群間差の検定はWilcoxonの順位検定で行った。各画像間の相関係数を算出し、有効性評価としてReceiver Operating Characteristic曲線からArea Under the Curve (AUC)を算出し、Youden indexを用いてカットオフ値を算出した。【結果】 12例(平均年齢: 61歳、女性: 2例)で、OEF上昇群は4例だった。OEF上昇群、非上昇群において、ASL-CBF(1525) ratioはOEF上昇群が有意に低値だったが(0.64 (0.21) vs. 0.80 (0.21))、ASL-O-CBF (2525) ratioは差がなかった(0.82 (0.20) vs. 0.89 (0.13))。ASL-CoV (1525)およびASL-CoV (2525) OEF上昇群が有意に高値だった(0.61 (0.17) vs. 0.51 (0.12); 0.44 (0.12) vs. 0.38 (0.23))。OEF上昇群において、1525、2525いずれのASL-CBFもMTT ratioとの相関を示し(r = -0.62, -0.64)、ASL-CoVはOEFと相関した(r = 0.42, 0.58)。ASL-CoV (2525)のOEF上昇検知に対するAUCは0.713 (95%信頼区間: 0.565 - 0.860)で、カットオフ値0.398のとき、感度0.75、特異度0.65だった。【結論】 ASL CoVは動脈硬化性の慢性期内頸動脈閉塞、狭窄症例において、PET-OEF上昇と相関し、OEF上昇を検出できる可能性がある。ASL-CoVは無侵襲的に日常診療で計測が可能であり、利便性の高い有用な指標である。

OS18-5 Multiphase 3D ASL; Impact of Decreased Number of Post Labeling Delay Numbers on the Quantitative Value

Multiphase 3D ASLのPLD数低減が定量結果に与える影響について

京谷 勉輔¹, 浅香 裕一², 河田 康雄², 瀧澤 将宏², 熊井 秀樹¹

Katsusuke Kyotani¹, Hirokazu Asaka², Yasuo Kawata², Masahiro Takizawa², Hideki Kumai¹

¹Radiation Diagnostic Systems Division, FUJIFILM Healthcare Corporation, ²Medical System Research & Development Center, FUJIFILM Healthcare Corporation

【要旨】 We aimed to evaluate whether the post labeling delay (PLD) number can be reduced based on Cerebral Blood Flow (CBF) and Arterial Transit Time (ATT) analyzed by seven PLD in multiphase Arterial Spin Labeling (ASL) analysis. As a result, it may reduce the PLD number could be to five PLD.

【背景および目的】 非造影で灌流情報を得られる Arterial Spin Labeling (ASL) は、磁化反転パルス後に複数時相 (Multi-Post Labeling Delay (PLD)) の MR 画像を撮像し、kinetic model を仮定することで、Cerebral Blood Flow (CBF) や Arterial Transit Time (ATT) の定量解析 (Multiphase ASL 解析) を行える。Multiphase ASL 解析においては、より多くの PLD 画像を用いることで、CBF、ATT の推定精度が向上すると考えられる。複数の PLD 画像の撮像には、長い撮像時間を要するため、CBF、ATT の推定精度を大きく損なわない範囲での PLD 数の低減が課題となる。先行研究において河田等はやもや病状者の症例における PLD 数の低減を検討した。(先行研究: JSMRM2020 “Study of the optimization of PLD used for 3D multi-PLD ASL imaging 3D-Multi PLD における PLD 数の最適化の検討” Yasuo Kawata et. al) 本研究では、Multiphase ASL 解析において 7PLD で解析した CBF、ATT を基準にどの程度まで PLD を減らすことができるのかということを検討した。CBF、ATT の推定精度に対する PLD 数の低減の影響をシミュレーション解析し、また、7PLD で撮像したデータに対し、PLD 数を減じたデータセットを用いて求めた CBF、ATT 画像を検証した。【方法】MRI 装置は、1.5T MRI (富士フイルムヘルスケア社製)、撮像コイルは、FlexFit Neuro Coil (16ch) を使用した。対象は、富士フイルムヘルスケア生命倫理審査委員会にて承認済の同意の得られた健常ボランティア 8 名の頭部を Multiphase ASL (3D GRASE, 3.7 x 3.7 x 6 mm reso, 2:14 (1PLD), 7 PLD (500, 750, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 ms)) で撮像し、得られた画像をワークステーション (富士フイルム社製) で解析した。解析時に 7PLD のうち、様々なポイントで PLD 数を減らしたデータセットを作成し、7PLD 撮像を用いて推定した CBF、ATT 画像と PLD 数を減らしたデータセットを用いて推定した CBF、ATT 画像の差分から PLD 数低減の影響について検証した。また、2コンパートメントモデルを仮定したシミュレーション解析により、PLD 数の低減が CBF、ATT の推定誤差に及ぼす影響を検証した。【結果】7PLD 撮像を用いて推定した CBF、ATT 画像を基準にした時、6PLD の場合、1500、2000ms を削除した際に CBF に影響を与え、500、750、2000 を削除した際に ATT に影響を与えることがわかった。また、5PLD の場合、750、2500、3000 を削除しても CBF、ATT 画像の推定結果への影響は少ないことがわかった。7PLD と 5PLD の推定誤差のシミュレーションでは、ATT が極端に短い場合と長い場合、CBF が大きい場合ほど影響を受けやすいということがわかったが、人体での CBF、ATT を考えた際に影響は少ないと考える。【結論】 Multiphase ASL において 7PLD で解析した CBF、ATT を基準にどの程度まで PLD を減らすことができるのか検証した結果、5PLD まで低減できる可能性が示唆された。

OS18-6 Reproducibility of arterial CBV imaging using DANTE-ASL

DANTE-ASLによるarterial CBV イメージングの再現性

松田 祐貴¹, 石田 翔太^{2,3}, 金本 雅行¹, 立石 敏樹¹, 木村 浩彦^{4,5}, 辻川 哲也³

Yuki Matta¹, Shota Ishida^{2,3}, Masayuki Kanamoto¹, Toshiki Tateishi¹, Hirohiko Kimura^{4,5}, Tetsuya Tsujikawa³

¹Radiological Center, University of Fukui Hospital, ²Department of Radiological Technology, Faculty of Medical Sciences, Kyoto College of Medical Science, ³Department of Radiology, Faculty of Medical Sciences, University of Fukui, ⁴Faculty of Medical Sciences, University of Fukui, ⁵Radiology Section, National Health Insurance Echizen-cho Ota Hospital

【要旨】 A combination scan of Hadamard-encoded and long-label long-delay arterial spin labeling (ASL) scans improved the reproducibility of arterial cerebral blood volume imaging using delays alternating with nutation for tailored excitation (DANTE) pulse-prepared ASL.

【目的】 Delays alternating with nutation for tailored excitation (DANTE) pulse-prepared arterial spin labeling (ASL) による arterial cerebral blood volume (aCBV) イメージングの精度を向上させるために、Hadamard-encoded ASL (H-ASL) と long-label long-delay (LLLD) scan を組み合わせた撮像法を考案し、再現性を評価した。【方法】22名の健常ボランティア (男性13名, 女性9名, 37.4 ± 13.7歳) を対象に、H-ASL with/without DANTE と LLLD をそれぞれ2回撮像した。1回目の撮像後に検査室外で10分間休憩し、2回目の撮像を実施した。2コンパートメントモデル (2CM) を使用し、2つのボラスデザイン (1. H-ASL with/without DANTE と LLLD, 2. H-ASL with/without DANTE のみ) において aCBV, cerebral blood flow (CBF), arterial transit time (ATT), tissue transit time (TTT) をそれぞれ算出した。さらに、H-ASL without DANTE と 1コンパートメントモデル (1CM) から CBF と ATT を算出した (ボラスデザイン3)。前大脳動脈 (ACA: anterior cerebral artery), 中大脳動脈 (MCA: middle cerebral artery), 後大脳動脈 (PCA: posterior cerebral artery) の支配域をそれぞれ proximal, middle, distal に分割した9領域を関心領域として設定し、各パラメータを測定した。さらに、被験者内変動係数 (wsCV: within-subject coefficient of variation) を算出し、各パラメータの再現性をボラスデザイン間で比較した。【結果】ボラスデザイン3の結果より、各計測領域において ATT は proximal ACA が最も短く、distal PCA で最も長くなった。Proximal ACA において、ボラスデザイン1と2の wsCV は、CBF において 4.7 % と 5.5 %, aCBV において 9.7 % と 7.2 % であった。一方で、distal PCA において、ボラスデザイン1と2の wsCV は、CBF において 8.0 % と 10.2 %, aCBV において 10.3 % と 12.7 % であった。さらに、ボラスデザイン3の CBF の wsCV は、proximal ACA と distal PCA において、それぞれ 5.5 % と 6.8 % であった。したがって、提案法 (ボラスデザイン1) は従来法 (ボラスデザイン2) よりも、CBF および到達時間が長い領域における aCBV の再現性に優れていた。【結論】 H-ASL と LLLD の組み合わせにより、到達時間が長い領域における aCBV の再現性を改善できる。

OS19-1 Evaluation of white matter in patients with Parkinson's disease using magnetic susceptibility separation

磁化率分離を用いたパーキンソン病患者の白質評価

中島 雅大¹, 菅 博人², 松本 和久¹, 川口 毅恒¹, 樋渡 昭雄¹

Masahiro Nakashima¹, Hirohito Kan², Kazuhisa Matsumoto¹, Takatsune Kawaguchi¹, Akio Hiwatashi¹

¹Department of Radiology, Nagoya City University Graduate School of Medical Sciences, ²Department of Integrated Health Sciences, Nagoya University Graduate School of Medicine

【要旨】 In patients with Parkinson's disease and healthy volunteers, we observed several white matters with positive or negative susceptibility associated with cognitive assessment. Our magnetic susceptibility separation technique could evaluate the susceptibility of white matter accurately.

【目的/背景】 定量的磁化率画像: Quantitative Susceptibility Mapping (QSM) が様々な神経変性疾患の研究に用いられている。従来のQSMの解析は正と負の磁化率を合わせて評価しており、特に大脳白質では評価が困難なことがある。今回は、磁化率分離の技術を用いて、正の磁化率、負の磁化率それぞれで白質の評価を行うこととする。**【方法】** 認知症を伴うパーキンソン病患者 (PD-MCI)、認知機能正常のパーキンソン病患者 (PD-CN)、ボランティア患者 (Vol) を用いて、評価を行った。QSM画像をMatlabで作成したプログラムを用いて、正負の磁化率画像に分離した。同時に撮影した3D-T1強調画像を使用し、SPM(statistical parametric mapping)を用いて標準化し、VBM(Voxel-based Morphometry)にて解析を行った。解剖学的部位の同定には、JHUのアトラスを用いた。また、QSM(+), QSM(-)とMoCA(Montreal Cognitive Assessment)のスコアとのvoxel-basedでの相関解析を行った。さらに磁化率値の変化が目立った部位の磁化率値とMoCAのスコアとでピアソンの相関解析を行った。**【結果】** PD-MCIは24人、PD-CNは22人、Volは19人であった。MoCAのスコアはそれぞれ、21.6±1.9、27.8±2.4、28.7±1.0であった。QSM(+)では、Vol>PD-MCIとなる部位がJHUアトラス48箇所中22箇所、PD-CN>PD-MCIとなる部位が9箇所認められた。QSM(-)では、PD-MCI>Volとなる部位が27箇所、PD-MCI>PD-CNとなる部位が9箇所認められた。VolとPD-MCIを比較した、上記QSM(+)22箇所とQSM(-)27箇所は19箇所で部位が一致、PD-CNとPD-MCIを比較した、上記QSM(+), QSM(-)9箇所は一致した。QSM(+)とMoCAとで正の相関を示した部位は25箇所、QSM(-)とMoCAで負の相関を示した部位は27箇所であった。いずれの解析でも陽性であった。脳梁膝部の正の磁化率値とMoCAには正の相関(R=0.458, P<0.001)が見られ、負の磁化率値とMoCAには負の相関(R=-0.316, P=0.01)が見られた。**【結論】** 磁化率分離を用いることで、白質の磁化率変化を詳細に評価することができる。

OS19-2 Usefulness of T1 rho mapping as a new biomarker for cerebral ischemic changes in CADASIL

CADASILにおける脳虚血性変化に対する新たなバイオマーカーとしてのT1 rho mappingの有用性の検討

永井 康宏¹, 森田 佳明¹, 太田 靖利¹, 塩谷 優¹, 山本 達寛¹, 榎 凌吾¹, 田中 優衣¹, 澤野 美樹¹, 村川 圭三¹, 福田 哲也¹, 上田 優²

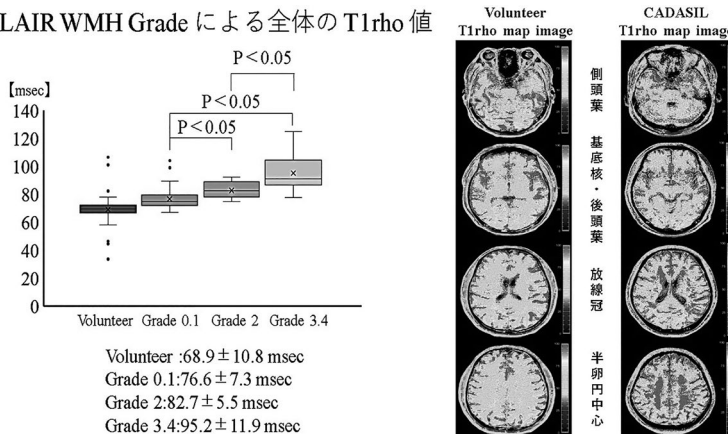
Yasuhiro Nagai¹, Yoshiaki Morita¹, Yasutoshi Ohta¹, Masaru Siotani¹, Tatsuhiko Yamamoto¹, Ryogo Enoki¹, Yui Tanaka¹, Miki Sawano¹, Keizo Murakawa¹, Tetsuya Fukuda¹, Yu Ueda²

¹Department of Radiology, National Cerebral and Cardiovascular Center, ²PHILIPS

【要旨】 T1 rho mapping permit the detection of ischemic change in CADASIL, including abnormality that is difficult to evaluate by conventional FLAIR imaging. This novel endogenous mapping could be a useful and practical biomarker for evaluation of the early involvement and disease severity.

【Objective/Background】 Cerebral autosomal dominant arteriopathy with subcortical infarcts and leukoencephalopathy (CADASIL) はNOTCH3遺伝子の変異による散発性の脳小血管疾患であり、FLAIR画像では低灌流に伴う白質病変(WMH)が高頻度に観察される。高分子相互作用に敏感で、従来のT1・T2緩和とは異なる情報を反映したT1 rho mappingは、近年脳虚血性変化の新たなバイオマーカーとして期待されているが、CADASILに対するT1 rho mappingの有用性はまだ十分に知られていない。そこで今回、CADASIL患者において、虚血性変化の指標としてFLAIRと比較し、T1 rho mappingによる定量評価の有用性について検討することを目的とした。**【Materials and Methods】** CADASIL患者19名(53.4±6.5歳、男性:女性=13:6、軽度から中等症)と健常者9名(32.3±10歳、男性:女性=2:1)に対して3T装置(PHILIPS Ingenia Elition X)による頭部MRI検査を実施した。T1 rho mappingは全脳で撮像を行った(撮像条件:FOV=230×230mm, Matrix=320×318, TR/TE=6.3/3.3msec, FA=10 deg, BW=685.3Hz, slice thickness=5mm, pixel size=0.72×0.72mm, Compressed SENSE 3, ライス数 22, 撮像時間 4min13sec)。T1 rho mapはspin-lock preparation times (1・20・40msec)を変えた3つの元画像を用いて作成した。側頭葉・後頭葉の皮質下領域、大脳基底核、放線冠、半卵円中心の5が所でT1 rho値を測定した。CADASIL患者と健常者の各部位での差異を比較した。また、FLAIR-WMH grade (Fazekas DSWMH grade 0~4)とT1 rho値の関連性についても検討した。**【Results】** 後頭葉を除くすべての部位で、CADASIL患者のT1 rho値は健常者よりも有意に高値を示した(p<0.05)。特に、CADASIL患者では、側頭葉、放線冠、半卵円中心の平均T1 rho値が他の部位に比べ有意に高値を示した。側頭葉、放線冠、半卵円中心においては、FLAIR-WMH gradeが高いほど、T1 rho値が高値を示す傾向であった。更に、後頭葉を除く全ての部位で、軽度から重度のFLAIR-WMH grade (grade 2~4) だけでなく、FLAIR-WMH gradeが全くないまたはわずかな(grade 0,1)の領域においても健常者と比較してT1 rho値が高値を示した(いずれもp<0.05)。**【Conclusion】** CADASILのT1 rho値は、後頭葉を除くすべての領域で健常者に比べて有意に高く、FLAIR-WMHの重症度と関連していた。更に、WMH程度に関わらずT1 rho値は、健常者脳と比較して有意に高値を示した。これにより、T1 rho mappingによる定量評価はCADASILの虚血性変化に対する新たなバイオマーカーとなる可能性が示唆された。

FLAIR WMH Gradeによる全体のT1rho値



OS19-3 Fiber Orientation Dependency of R1 value in corpus callosum with respect to the B0 field.

脳梁部分におけるR1値の白質繊維方向と静磁場方向の依存性

川口 翔平¹, 菅 博人², 山田 雅人¹, 笠井 治昌¹

Shohei Kawaguchi¹, Hirohito Kan², Masato Yamada¹, Harumasa Kasai¹

¹Department of Radiology, Nagoya City University Hospital, ²Department of Integrated Health Sciences, Nagoya University Graduate School of Medicine

【要旨】 To investigate R1 anisotropy difference in the corpus callosum (CC), we acquired R1 maps in three head-tilted positions from healthy volunteers. The R1 values in the body of CC, compared to the genu and splenium, showed different anisotropy due to the presence of larger axons and lower axon density.

[Objective] R1 value depends on the main fiber orientation in white matter with respect to the B0 field (θ FB). A previous study reported R1 anisotropy in scans with single-head orientation. This study aimed to investigate the dependency of the R1 value in the corpus callosum (CC) on three different head-tilted positions in detail. **[Method]** We enrolled five healthy volunteers (24.2 ± 1.6 y.o.) on a 3T MRI (Magnetom Skyra; Siemens Healthcare) with a 20-channel head-neck coil. We scanned their brains with MP2RAGE and DTI with 30-diffusion gradient axis in three different head-tilted positions to the B0 field to measure the R1, FA, and θ FB maps. The structural T1WI acquired from MP2RAGE was used to generate a MNI152 template image on SPM12. Then, R1, FA, and θ FB maps were underwent co-registration and spatial normalization. The R1, FA, and θ FB in the genu, body, and splenium CCs were measured using the JHU-WM atlas. Moreover, the R1 value in each pixel with FA greater than 0.75 were binned for θ FB with 3° intervals in each CC. **[Result]** R1 values in each CC increased varied from a maximum of 1.198 ± 0.179 to 1.381 ± 0.0325 Hz across θ FB ranging from 31.5° to 88.5° . The mean R1 and θ FB values in the genu and splenium of the CC region varied due to head tilt, showing that θ FB approaching perpendicular leads to an increase in R1 value. However, in the body of CC region, mean R1 value varied from a maximum of 1.302 ± 0.771 to 1.395 ± 0.0509 independently on white matter fiber orientation (Table1). The body of CC region contains midbody and isthmus regions where large axons are more prevalent and axon density is lower than in other regions. These microstructural features might have confounded the dependency of R1 on main fiber orientation. **[Conclusion]** The R1 value in each CC region has the different trends of R1 anisotropy. The head tilt to the B0 field affects R1 value in corpus callosum regions.

Table 1 average R1 values and white matter fiber orientations with respect to the B0 field

Genu of corpus callosum			
	headposition1	headposition2	headposition3
R1 (Hz)	1.36614±0.0996	1.31174±0.0676	1.37628±0.0532
angle(degree)	77.639±2.221	73.212±3.029	79.144±3.863
Body of corpus callosum			
	headposition1	headposition2	headposition3
R1 (Hz)	1.302±0.0771	1.345±0.0606	1.395±0.0509
angle(degree)	78.127±2.192	76.572±1.669	77.803±4.0302
Splenium of corpus callosum			
	headposition1	headposition2	headposition3
R1 (Hz)	1.349±0.0872	1.299±0.10964	1.377±0.0549
angle(degree)	67.215±5.284	61.965±3.583	68.165±2.928

OS19-4 Calculation of ADC(apparent diffusion coefficient) value based on T1 & T2 values measured by Synthetic MRI

Synthetic MRIを用いた試料物質のT1・T2値測定によるADC値の算出

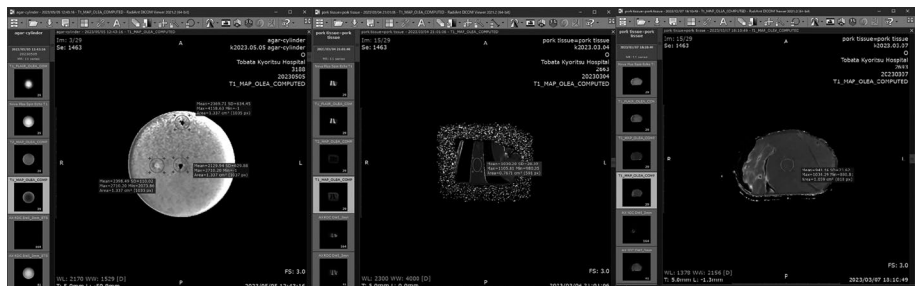
二宮 将章, 山本 晃義

Masaaki Ninomiya, Akiyoshi Yamamoto

Social Medical Corporation Kyoaikai Tobata Kyoritsu Hospital, Diagnostic Imaging Center

【要旨】 We measured T1 & T2 values by synthetic MRI for calculation of temporal ADC value by a hypothetical formula, and compared with real ADC value during its variation according to specimen temperature. We found that hypothetical ADC value corresponds to real value with high precision and accuracy.

【目的/背景】 我々はシンセティックMRIを使用し、出力されたT1・T2 mapから室温程度の温度域におけるADC値を構成してADC値の温度依存性を調べるために、試料(寒天&豚肉)の温度を変化させながらT1・T2値を測定した。試験的に設定した式を用いて測定値から仮のADC値を構成し、これをADC実測値と比較した。**【方法】**【原理】BPP理論に基づくT1・T2値の表式より、 ω_0 :水分子のラーモア周波数、 τ_c :水分子の回転相関時間とすれば、 $\omega_0 \tau_c = \omega_0 \tau_c(T1, T2)$ として表現できる。一方ADC値は水分子の並進拡散運動に関わる値であるため、分子の回転運動と並進運動に関するStokes-Einstein則およびStokes-Einstein-Debye則より、 $\omega_0 \tau_c(T1, T2) \propto 1/ADC$ が成り立つことが予想される。以上より、試料物質のT1・T2・ADC値の温度依存性を実験的に測定したものを上記の関係式により算出したADC値と比較すれば、T1・T2値に対するADC値の依存関係を明らかにできる。**【使用機器】** 使用機器:キヤノンメディカルシステムズ社製3T装置[Vantage Centurian]、16chヘッドコイル、円筒形寒天ファントム(自作)、市販の豚モモ肉・豚バラ肉(加温により変性させて用いた)、棒状水銀温度計(0.2℃毎目盛り)、「RadiAnt」DICOM Viewer、ワークステーション[vitreax]、olea medical社製解析ソフトウェア[olea nova plus] **【撮像条件】** FSE2D-multi echo:(TR, TE, ETS)=(5012, 20・60・100・140, 10) [ms], ETL=5, 受信BW=325.5[Hz/pxl]、(分解能、スライス厚、スライスギャップ)=(0.59×0.51, 4, 1) [mm]、フリップ/フロップ角=(90°, 140°)、PE因子2FFE3D MP2RAGE:(TR, TE)=(7.4, 3.3) [ms]、受信BW=244.1[Hz/pxl]、(分解能、スライス厚)=(0.89×0.71, 5) [mm]、フリップ1/フリップ2角=(8°, 9°)、PE因子2DWI:(TR, TE, ETS)=(3000, 70, 0.90) [ms]、b値=0&1000, ETL=26, 受信BW=1302[Hz/pxl]、(分解能、スライス厚)=(0.91×1.19, 3) [mm]、フリップ/フロップ角=(90°, 180°)、PE因子2、積算回数2 **【測定】** (1)予め加温した試料物質(寒天:約50℃、豚肉:約40℃ ※豚肉は変性させて)をsynthetic MRI用のシーケンスを用いて撮像し、得られた画像からT1・T2 mapを得た。(2)得られたT1・T2 map上に図に示すとおり関心領域を設定してT1・T2値を測定し、これよりADC値を算出した。(3)同時に測定しておいた拡散強調画像より計算されたADC値と、算出したADC値を比較した。**【結果】** 拡散強調画像より計算されたADC値とシンセティックMRIにより算出された $\omega_0 \tau_c$ の値は、いずれの試料についても高い直線相関関係を示した。(寒天:決定係数0.9994、豚バラ肉(変性):0.9677、豚モモ肉:0.9872) **【結論】** シンセティックMRIにより得られたT1・T2値から算出した $\omega_0 \tau_c$ はADC実測値と高い精度をもって相関する。また計算によって得られた $\omega_0 \tau_c$ は測定時の温度と高い相関を持つため、予め試料のT1・T2値の温度依存性がわかっているならばT1・T2値の測定により温度を決定することが可能となる。



OS19-5 Three-dimensional simultaneous T1 and T2* relaxation times and quantitative susceptibility mapping at 3T: A multi-center validation study

QPMによる組織緩和時間と定量的磁化率マッピングの再現性評価：多施設共同試験

藤田 翔平^{1,2}, 萩原 彰文¹, 木村浩一朗³, 谷口 陽⁴, 伊藤 公輔⁵, 永尾 尚子⁵, 瀧澤 将宏⁵, 内田 航¹, 鎌形 康司¹, 立石宇貴秀³, 青木 茂樹¹

Shohei Fujita^{1,2}, Akiyumi Hagiwara¹, Koichiro Kimura³, Yo Taniguchi⁴, Kosuke Ito⁵, Hisako Nagao⁵, Masahiro Takizawa⁵, Wataru Uchida¹, Koji Kamagata¹, Ukihide Tateishi³, Shigeki Aoki¹

¹Department of Radiology, Juntendo University, ²Department of Radiology, The University of Tokyo, ³Department of Radiology, Tokyo Medical Dental University, Tokyo, Japan, ⁴Medical Systems Research & Development Center, FUJIFILM Corporation, ⁵Medical System Research & Development Center, FUJIFILM Healthcare Corporation

【要旨】 Intra-site repeatability and inter-site reproducibility of T1 and T2* relaxation times and quantitative susceptibility maps obtained with Quantitative parameter mapping (QPM) were evaluated with test/re-test data involving three MRI scanners of the same type from a single vendor.

【Objective】 While multiparametric quantitative MRI techniques ideally aim to pool data from different scanners and sites, only a few techniques have been validated across sites. Quantitative parameter mapping (QPM) is a simultaneous multiparametric mapping technique that enables quantification of B1 and tissue-related quantitative parameters using a 3D partially RF-spoiled gradient echo. Here, we evaluate the intra-site repeatability and inter-site reproducibility of T1 and T2* relaxation times and quantitative susceptibility mapping (QSM) obtained with QPM at 3 T.

【Methods】 This prospective multi-center study was approved by the institutional review board at each institution. Twelve healthy volunteers [11 males, age 39.9 ± 10.8 years (mean ± SD), 39.5 (30.5-48) (median, IQR)], were scanned three times at three different sites. Each participant underwent all scans within a span of 4 weeks. The scans were conducted using three 3-T MRI scanners of the same type, all obtained from a single vendor. Whole-brain coverage of QPM was performed using a 32-channel head coil, with a voxel size of 0.94 × 0.94 × 0.94 mm³ and acquisition time of 12 min and 6 sec. Repeatability was assessed by calculating the brain structure-wise intra-site within-subject coefficient of variation (wCV) and voxel-wise intra-site wCV for each site separately, based on repeated measurements. Inter-site reproducibility was evaluated by calculating wCVs across sites. QSM was assessed using within-subject standard deviation (wSD) due to its capability to handle non-positive values. Additionally, the agreement between measurements from different sites was assessed using inter-site Bland-Altman plots and linear regression analysis. The intraclass correlation coefficient (ICC) was used to measure agreement within and across sites.

【Results】 Representative QPM maps for all sites from a participant are shown in Figure 1. The intra-site repeatability wCV was 11.9 ± 6.86% for T1 and 3.15 ± 0.03% for T2*, with wSD of QSM at 3.35 ± 0.10 ppm. Site A exhibited lower repeatability (higher wCV) in T1 values compared to the other sites. Intra-site ICC(1,k) values for T1, T2*, and QSM were 0.878-0.904, 0.972-0.976, and 0.966-0.972, respectively, indicating high consistency within the same scanner. The inter-site reproducibility results are presented in Figure 2. Linear regression analysis revealed strong agreement between measurements from different sites, with R-squared values ranging from 0.79 to 0.83 for T1, 0.94 to 0.95 for T2*, and 0.95 to 0.96 for QSM. The inter-site wCV was 13.4 ± 5.47% for T1 and 3.69 ± 2.25% for T2*, with an inter-site repeatability wSD of QSM at 4.08 ± 3.22 ppm. The inter-site ICC(2,1) was 0.707, 0.913, and 0.902 for T1, T2*, and QSM, respectively.

【Conclusions】 QPM provides T1, T2*, and QSM with intra-site repeatability of less than 12% and inter-site reproducibility of less than 14%. These findings may contribute to the execution of reliable and standardized multi-site studies using QPM.

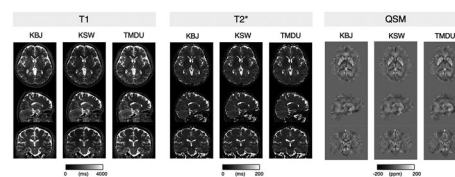


Figure 1. Representative T1, T2*, and quantitative susceptibility maps from an example participant for all sites.

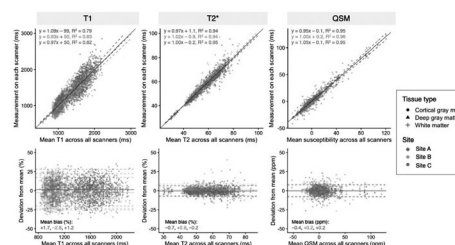


Figure 2. Inter-site reproducibility. (Top row) Scatter plots showing linearity of the measurements. Each dot represents a brain region. The solid line is the identity line. The dotted lines represent linear regression fits. (Bottom row) Bland-Altman plot of T1, T2*, and susceptibility values showing inter-site biases.

OS19-6 Inter-scanner agreement of quantitative values obtained by STrategically Acquired Gradient Echo (STAGE) imaging

STrategically Acquired Gradient Echo (STAGE) 法で得られる定量値の装置間における検討

伏見 育崇, 中島 諭, 坂田 昭彦, 奥知 左智, 大谷 紗代, 田川 弘, 汪洋, 櫻間 梓, 池田 賢司, 伊藤 秀一, 瀧谷 幸, 梅花 優貴, 馬 永萍, 中本 裕士

Yasutaka Fushimi, Satoshi Nakajima, Akihiko Sakata, Sachi Okuchi, Sayo Otani, Hiroshi Tagawa, Yang Wang, Azusa Sakurama, Satoshi Ikeda, Shuichi Ito, Miyuki Takiya, Masaki Umehana, Yongping Ma, Yuji Nakamoto

Department of Diagnostic Imaging and Nuclear Medicine, Kyoto University Graduate School of Medicine

【要旨】 We used STrategically Acquired Gradient Echo (STAGE) imaging to examine the agreement between two MR scanners for the quantitative values. Intraclass coefficients (ICC) was examined for agreement between the two scanners. The results of the STAGE method showed good ICCs among scanners.

【目的】 複数の Synthetic MR が発表されている。今回我々は FDA 承認が得られている STrategically Acquired Gradient Echo (STAGE) imaging を用いて、STAGE 解析で得られる定量値のうち、T1 値、定量的磁化率マッピングで求められる磁化率、総プロトン密度 (TPD)、R2* 値、T2* 値について、2 台の装置間における一致度を検討した。**【方法】** 14 名の健常被験者について、2 台の 3T MR 装置 (MAGNETOM Prisma, Vida) を使い、健常被験者において装置間の一致度を求めた。(1) AAL3 VOI の大脳の全 VOI での検討、(2) AAL3 VOI のうち深部基底核のものを用いて検討した。**【結果】** T1 値、磁化率、TPD、R2* 値、T2* 値の ICC は、(1) 全大脳解析では、0.91, 0.97, 0.87, 0.80, 0.70 (2) 深部基底核解析では、0.98, 0.90, 0.96, 0.91, 0.96 であった。T1 値、磁化率、TPD、R2* 値、T2* 値の装置間の非対称性は、(1) 2.74 %, 8.38 %, 0.99 %, 6.25 %, 6.36 %, (2) 2.97 %, 9.70 %, 1.39 %, 6.04 %, 6.26 % であった。**【結論】** STAGE 法の結果では装置間で良好な ICC が得られた。

OS20-1 Voxel-based morphometry using localizer image of Alzheimer's disease: A comparison with Magnetization prepared rapid acquisition with gradient echo

位置決め画像を用いた voxel-based morphometry 解析によるアルツハイマー病診断の検討

戌亥 章平¹, 金田 大太², 櫻井 圭太³, 阿部 修¹, 橋詰 良夫²

Shohei Inui¹, Daita Kaneda², Keita Sakurai³, Osamu Abe¹, Yoshio Hashizume²

¹Department of Radiology, The University of Tokyo, ²Choju Medical Institute, Fukushima Hospital, ³Department of Radiology, National Center for Geriatrics and Gerontology

【要旨】 VBM using quickly acquired localizer image may provide a limited but useful information for diagnosing dementia when MPRAGE was suboptimal quality because of motion artifacts.

[Background] MPRAGE (Magnetization prepared rapid acquisition with gradient echo) sequence is a gold-standard technique for voxel-based morphometry (VBM) because of high spatial resolution and excellent tissue contrast especially between gray and white matters. Despite its benefits, MPRAGE exhibits distinct challenge for VBM in some patients with neurological disease because of long scan time and motion artifacts. Quickly acquired localizer images may address this problem. This study aimed to evaluate the feasibility of VBM using 3D Fast Low Angle Shot image captured for localizer (L3DFLASH).

[Method] Consecutive 13 patients with pathologically confirmed Alzheimer's disease (AD) (82 ± 9 years) and 21 healthy controls (79 ± 4 years) were included in this study. Whole-brain L3DFLASH and MPRAGE were captured and preprocessed using CAT12. Agreement with MPRAGE was evaluated for L3DFLASH using regional standardized volume for segmented brain areas. In addition to brain volume difference on VBM and Bland-Altman analysis, atrophic pattern of AD on VBM was evaluated using L3DFLASH and MPRAGE.

[Result] Acquisition time was 18 seconds for L3DFLASH and 288 seconds for MPRAGE. There was slight systematic error in all regional standardized volumes from L3DFLASH and MPRAGE. For the whole cohort, gray matter volume measured from MPRAGE was greater than that from L3DFLASH in most of the region on VBM. When AD and HC were compared, AD-related atrophic pattern was demonstrated in both L3DFLASH and MPRAGE on VBM, although the volume difference was noted in significant clusters between them.

[Conclusion] Although systematic errors were noted in regional brain volume measured from L3DFLASH and MPRAGE, AD-related atrophic pattern was preserved in L3DFLASH on VBM. VBM using quickly acquired localizer image may provide a limited but useful information for diagnosing dementia.

OS20-2 Subregional Analysis of Triple Network Model in Mild Cognitive Impairment: A Novel Framework for Unraveling Disturbed Brain Networks

軽度認知障害におけるトリプルネットワークの亜区域解析：脳内ネットワークを評価する新しいフレームワーク

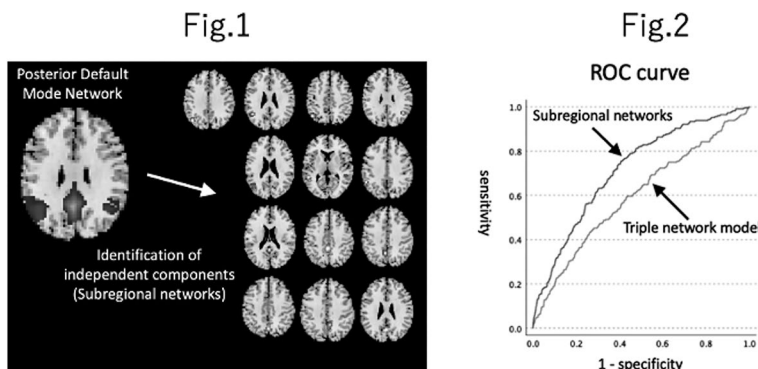
渡邊 啓太¹, 赤澤健太郎¹, 酒井 晃司¹, Lennartsson Finn², 笠井 星良³, 梅村 芳史³, 辰尾宗一郎³, 三上 達也⁴, 玉田 嘉紀⁴, 富山 誠彦⁵, 山田 恵¹, 掛田 伸吾³

Keita Watanabe¹, Kentaro Akazawa¹, Koji Sakai¹, Lennartsson Finn², Sera Kasai³, Yoshihito Umemura³, Soichiro Tatsuo³, Tatsuya Mikami⁴, Yoshinori Tamada⁴, Masahiko Tomiyama⁵, Kei Yamada¹, Shingo Kakeda³

¹Department of Radiology, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kyoto, Japan, ²Diagnostic Radiology, Department of Clinical Sciences Lund, Lund University, Skane University Hospital, Lund, Sweden, ³Department of Radiology, Hirosaki University Graduate School of Medicine, Hirosaki, Japan, ⁴Innovation Center for Health Promotion, Hirosaki University, Hirosaki, Japan, ⁵Department of Neurology, Hirosaki University Graduate School of Medicine, Hirosaki, Japan

【要旨】 This study subdivided brain's triple network model using MRI data from 2226 participants to better identify mild cognitive impairment (MCI). Significant MCI predictors were found in specific subregions, improving MCI detection and understanding.

[Objective/Background] In recent years, advancements in brain measurements using magnetic resonance imaging (MRI) have led to the exploration of subregional analysis in various structures such as the hippocampus, amygdala, and thalamus. This approach allows for a more nuanced understanding of brain structures by measuring the volume of specific subregions rather than relying solely on total volume assessments. However, while subfield divisions have been established for anatomically defined regions such as the hippocampal subfields, the subdivision of triple network model consisting of the default mode network (DMN), central executive network (CEN), and salience network (SN) remains an ongoing challenge. The primary objective of this study is to subdivide the DMN, CEN, and SN using a data driven method based on the interconnecting brain volumes at the voxel level without prior knowledge of anatomical regions. By adopting this approach, we aim to provide a novel framework for identifying and characterizing mild cognitive impairment (MCI). [Method] This study utilized data from the Iki-Iki Health Promotion Project, a population-based aged cohort study conducted in Japan. The study population consisted of 2226 participants (mean age 70.7, range 64 to 80) who underwent brain MRI. Among the participants, 218 individuals were diagnosed with MCI. Structural imagings (i.e. 3D T1 weighted images) were acquired using a 3T MRI scanner, and independent component analysis was performed to generate independent components for the triple network models; the anterior DMN, posterior DMN, insula SN, anterior SN, anterior CEN, and posterior CEN. The triple network models were identified based on Atlas55+. Logistic regression analysis was conducted to identify significant predictors of MCI. [Result] Thirteen independent components were identified for the posterior DMN (fig.1), 10 for the anterior DMN, 9 for the anterior SN, 10 for the insula SN, 7 for the anterior CEN, and 9 for the posterior CEN, based on the minimum description length. Through a forward step with binomial logistic regression, statistically significant predictors were identified. Among the networks analyzed, three independent components from the anterior DMN, two from the insula SN, and three from the anterior CEN demonstrated significant predictive power ($p < 0.05$). The triple network models as a whole were not found to be significant predictors. The receiver operating characteristic (ROC) analysis was conducted using the triple network models and the subregional networks as predictor variables. The area under the curve (AUC) values for the ROC analysis using the triple network models and the subregional networks were 0.597 and 0.718, respectively (fig. 2). The AUC was significantly higher for the subregional networks ($p < 0.05$). [Conclusion] This study successfully subdivided the DMN, CEN, and SN at the voxel level, providing a novel framework for identifying and characterizing MCI. The identification of specific subregional networks within the triple network model can improve the detection and understanding of MCI.



OS20-3 0.9mm isotropic MPRAGE using Highly-accelerated Deep Learning Reconstruction for Brain Structural Analysis

Highly-accelerated Deep Learning Reconstructionによる1分間でのMPRAGE高速撮像を用いた脳形態解析

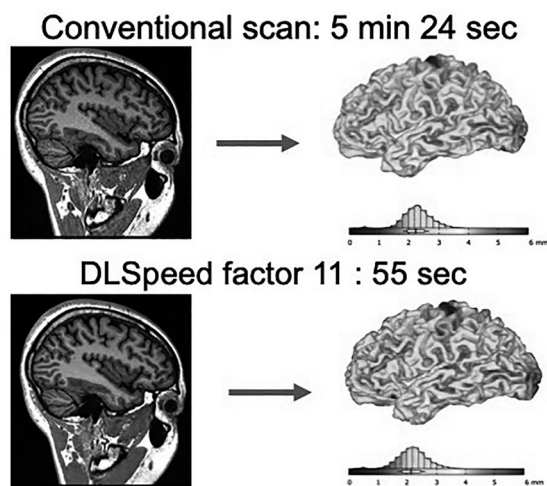
渡邊 啓太¹, 笠井 星良², Yoshihito Umemura², 辰尾宗一郎², 大湯 和彦², 野崎 敦³, 竹井 直行³, 若山 哲也³, 掛田 伸吾³

Keita Watanabe¹, Sera Kasai², Yoshihito Umemura², Soichiro Tatsuo², Kazuhiko Oyu², Atsushi Nozaki³, Naoyuki Takei³, Tetsuya Wakayama³, Shingo Kakeda³

¹Department of Radiology, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kyoto, Japan, ²Department of Radiology, Hirosaki University Graduate School of Medicine, Hirosaki, Japan, ³GE HealthCare

【要旨】 This study proves the effectiveness of DLSpeed in MPRAGE for brain structural analysis. Remarkably, it accelerated the image acquisition process to just around 1 minute without significantly impacting image quality. DLSpeed could revolutionize clinical neuroimaging by reducing scanning time.

[Background and Objective] High-resolution three-dimensional T1-weighted imaging (3D T1WI) plays a critical role in diagnosing various neurological disorders. However, its relatively long acquisition time leads to motion artifacts, compromising voxel-based morphometry (VBM) analyses. Traditional methods such as parallel imaging and compressed sensing have only partially mitigated these issues. Recently, deep learning techniques have been proposed to enhance MRI speed and quality. This study aims to investigate the potential of Highly-accelerated Deep Learning Reconstruction (DLSpeed) in reducing 3D T1WI acquisition time while maintaining image quality, specifically within a given population and time frame in a particular country. **[Method]** All MRI scans were obtained using a 3.0-Tesla scanner (SIGNA Premier; GE HealthCare, Milwaukee, WI, USA). For high-resolution 3D T1WI, we used a Magnetization-Prepared Rapid Acquisition Gradient Echo (MPRAGE) with DLSpeed. Scan parameters: TR/TI=2490ms/1000ms, FA=8, FOV=240mm, SliceThickness=0.9 mm, Matrix=256x256, Voxel size =0.9x0.9x0.9mm, Imaging time=5 :49 sec. The DLSpeed acceleration factor was varied from 1 to 16. Image quality was evaluated using the Computational Anatomy Toolbox 12 (CAT12), implemented in the Statistical Parametric Mapping (SPM12) software. **[Result]** DLSpeed significantly shortened acquisition times: 5:01 at factor 2, 2:07 at factor 5, 1:44 at factor 6, 1:05 at factor 10, 1:00 at factor 11, 0:55 at factor 12, 0:47 at factor 14, and 0:40 at factor 16, compared to 5:49 without acceleration. The mean noise ratio showed minor decreases as the acceleration factor increased. Images acquired up to a DLSpeed acceleration factor of 12 were rated as high quality (Rank A). **[Conclusion]** DL Speed could tremendously reduce MPRAGE acquisition time, achieving 0.9mm isotropic whole brain imaging in less than 1 minute without substantially compromising image quality. This DL-based acceleration technique will be a promising solution for clinical neuroimaging.



OS20-4 Influences of Diabetes Mellitus Risk Indicators and Cognitive Function Scores and Both of Them on Brain Volume

糖尿病リスク指標と認知機能スコア及びその双方が脳体積に及ぼす影響

川口 尚希¹, 吉丸 大輔^{2,3}, 渋谷 周平^{2,4}, 有菌 英理², 荒木 洋一¹, 林 直弥^{1,5}, 清水聡一郎⁶, 齋藤 和博²

Naoki Kawaguchi¹, Daisuke Yoshimaru^{2,3}, Shuhei Shibukawa^{2,4}, Eri Arizono², Yoichi Araki¹, Naoya Hayashi^{1,5}, Soichiro Shimizu⁶, Kazuhiro Saito²

¹Department of Radiology, Tokyo Medical University Hospital, ²Department of Radiology, Tokyo Medical University, ³Division of Regenerative Medicine, Jikei University School of Medicine, ⁴Department of Radiological Technology, Faculty of Health Science, Juntendo University, ⁵Department of Radiological Sciences, Graduate School of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ⁶Department of Geriatric Medicine, Tokyo Medical University

【要旨】 We investigated the influence of HbA1c and MoCA-J on brain volume. Brain volume is affected not only by cognitive function but also by diabetes risk alone or by the interaction of cognitive function and diabetes risk.

【背景】 認知症進行に伴い脳室拡大や脳萎縮が起きる事が知られている。一方、2型糖尿病を罹患している患者においても脳体積の低下が起こると報告がある。すでに2型糖尿病が認知機能障害やアルツハイマー型認知症のリスクに影響することは指摘されているが、その原因は未だ不明である。現在、糖尿病のリスク診断の指標としてHbA1cが使用されており、我々はHbA1cと認知機能との間にも密接な関係があると考えている。HbA1cと認知機能の関係性を明らかにすることによって、糖尿病と認知機能障害との新たな関係性がわかる可能性がある。認知機能の評価法にはMMSEなど様々な手法があるが、中でもMontreal Cognitive Assessment (MoCA)は糖尿病患者における認知機能障害と深い関連があることが報告されている。そこで本研究では、脳体積とHbA1c、MoCA-Jを解析、評価することで、糖尿病リスクと認知症スケールが脳体積へどのような影響があるかを明らかにすることを目的とした。 **【方法】** 対象は、当院の高齢診療科を受診しアルツハイマー型認知症と診断された患者60名(平均年齢:80.9±6.1歳、男性19名、女性41名)とした。なお、HbA1cは貧血状態でも値が上昇する可能性があるため、血色素量を調べ貧血状態にある患者は除外した。使用機器はSIEMENS社製MAGNETOM Vida 3Tで、3DT1強調画像は以下の撮像条件で取得した (TR = 1800ms, TE = 92ms, TI = 800ms, FOV = 240 × 240mm², matrix size = 256 × 256, voxel size = 0.94 × 0.94mm, Slice Thickness = 1mm, Slices = 176, Flip Angle = 10°, BW = 250Hz/Px, Turbo Factor = 192)。得られた3DT1強調データに対しFreeSurferを用い、surface-based morphometry (SBM)により皮質体積を算出した。SBMの解析結果に対し、年齢、性別そして総頭蓋内容積を調整した上で、HbA1cとMoCA-Jの主効果および交互作用と皮質体積との関連性を検討した。なお、有意水準はp<0.05とした。 **【結果】** 皮質体積において、最も有意に関連している領域数が多かったのはMoCA-Jであった。両側の海馬 (Rt: p=0.011, Lt: p=0.029) や扁桃体 (Rt: p=0.026, Lt: p=0.012)、左側の側坐核 (p=0.015) などで関連性が認められ、概ね先行研究で報告されている領域と一致していた (Fig 1)。また、右側の海馬 (p=0.023)、上前頭回 (p=0.049)、中前頭回 (p=0.033)、嗅内野 (p=0.036)、左側の海馬傍回 (p=0.029) はHbA1cと皮質体積に有意な関連性があった。さらに、HbA1cとMoCA-Jの双方が交互作用することで、右側の三角部 (p=0.011)、中前頭回 (p=0.048) は皮質体積と有意に関連していた。 **【結論】** 認知症だけではなく、糖尿病単体もしくは認知症及び糖尿病の交互作用の影響によって脳体積が変化する可能性があることが明らかとなった。

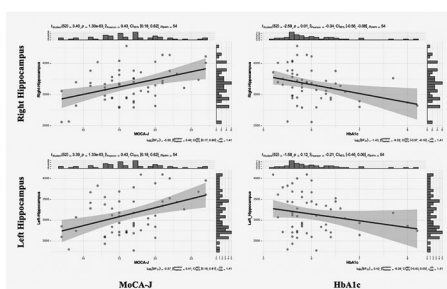


Fig 1. Correlation between hippocampus and MoCA-J, HbA1c

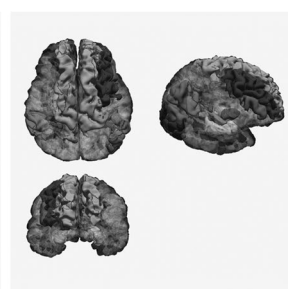


Fig 2. Regions of relevance to the results of this study

OS20-5 Prediction of meningioma consistency using synthetic MRI

Synthetic MRIによる髄膜腫の硬さの術前予測

菊地 一史¹, 梶尾 理¹, 山下 孝二², 空閑 太亮³, 吉本 幸司³, 石神 康生²

Kazufumi Kikuchi¹, Osamu Togao¹, Koji Yamashita², Daisuke Kuga³, Koji Yoshimoto³, Kousei Ishigami²

¹Department of Molecular Imaging & Diagnosis, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, ²Department of Clinical Radiology, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, ³Department of Neurosurgery, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University

【要旨】 To determine whether the relaxation time measured by SyMRI can predict meningioma consistency. Soft meningiomas showed longer T1/T2 relaxation times and higher proton density. The mean T1 showed the best diagnostic performance. Relaxation time can predict meningioma consistency.

【目的】

髄膜腫の硬さを術前に予測することは手術計画において重要である。本研究の目的は、合成MRI (SyMRI) で計測した緩和時間が、髄膜腫の硬さを予測できるか検証することである。

【方法】

20人の髄膜腫患者 (男性3名、女性17名、年齢中央値63歳) を対象とした。SyMRIは3T MRIを用いて2D-MDMEシーケンスにより撮像した。SyMRIソフトウェア (Version 11.3) を用いて各種定量マップの取得を行い、腫瘍の全スライスに関心領域を置いた。評価項目は、T1・T2緩和時間、プロトン密度値で、従来法との比較のために、視床で除したT1WI信号比 (T1R)、T2R、拡散強調像のb値 0と1000 s/mm² から作成したADC値も定量した。ヒストグラム解析としてそれぞれの10、25、50、75、90パーセンタイル、平均値、歪度、尖度を計算した。髄膜腫の硬さの評価はZadaraの評価方法に準じて5段階評価し、スコア2以下を柔らかい髄膜腫と定義した。統計解析は、Mann-Whitney U testとreceiver operating characteristic (ROC) にて行った。

【結果】

柔らかい髄膜腫は硬いものと比較して、有意に長いT1・T2緩和時間、高いプロトン密度値を示した (T1: 2030 ms vs. 1519 ms in mean, P = 0.0002; T2: 112 ms vs. 90 ms in 50th percentile, P = 0.0085; プロトン密度: 94% vs. 91% in 25th percentile, P = 0.0282)。信号比やADC値では、有意差はみられなかった。ROC解析では、T1の平均緩和時間が最も高い診断能を示した (area under the curve 0.97)。

【結論】

合成MRIで計測した緩和時間は、髄膜腫の硬さを予測できる。

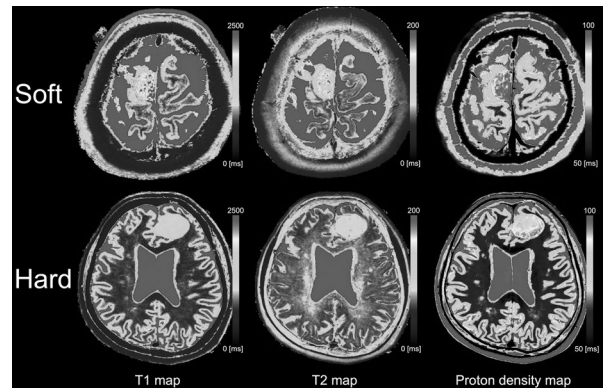


図 上段: 柔らかい髄膜腫、下段: 硬い髄膜腫

柔らかい髄膜腫では、硬い髄膜腫と比較して、T1・T2緩和時間の延長、プロトン密度値の増加がみられる

OS20-6 3D Quantitative Parameter Mapping; Evaluation of Quantitative values for 1.5T MRI based on 3T MRI

3T MRIを基準としたときの1.5T MRIの3D定量化マッピングの解析精度について

京谷 勉輔¹, 谷口 陽², 浅香 裕一³, 伊藤 公輔³, 瀧澤 将宏³, 熊井 秀樹¹

Katsusuke Kyotani¹, Yo Taniguchi², Hirokazu Asaka³, Kosuke Ito³, Masahiro Takizawa³, Hideki Kumai¹

¹Radiation Diagnostic Systems Division, FUJIFILM Healthcare Corporation, ²Medical System Research & Development Center, FUJIFILM Corporation, ³Medical System Research & Development Center, FUJIFILM Healthcare Corporation

【要旨】 QPM values were evaluated using 3D Multi-echo RF Spoiled Steady State Acquisition with Rewound Gradient Echo (RSSG). We aimed to compare the evaluation accuracy of 1.5T MRI based on 3T MRI. Quantitative values of QPM obtained by 1.5T MRI were highly accurate analysis results similar to 3T MRI.

【背景および目的】 Quantitative Parameter Mapping (QPM) は、MRIを用いて緩和時間やプロトン密度などの定量的マッピングを得る技術である。本邦において様々な手法が提案されているが、我々は、複数エコーを取得できる3D RF Spoiled Steady State Acquisition with Rewound Gradient Echo (RSSG)を採用しており、谷口らの過去の報告では、ファントム検証では、T1, T2*の理論値と測定値に強い相関があったと示している。また、健常ボランティアの脳のT1, T2*でも基準値の範囲内であったと報告しており、3T-MRIを用いたときのQPMの精度について述べている。今回、1.5T-MRIでも3D RSSGの撮像が可能となり、3T-MRIと比較した際のQPMの解析精度について検証することを目的とした。**【方法】** MRI装置は、3T, 1.5T MRI (富士フィルムヘルスケア社)、撮像コイルは、Headコイル32 (32ch), FlexFit Neuro Coil (16ch)を使用した。対象は、ファントム撮像としてゲル状の自作ファントムを使用し、富士フィルムヘルスケア生命倫理審査委員会にて承認を得ている健常ボランティア6名の頭部をQPMで撮像した。得られた画像をVINCENT Core (富士フィルム社製) で解析した。定量値の精度を評価するために、2D Spin Echo (Inversion Recovery法) 法および2D RSSGを用いて、T1及びT2*値を測定し、3T, 1.5Tで得られたファントム画像の各試料のQPM値と比較した。また、ボランティア画像では、側脳室レベルの白質、灰白質に関心領域を設け、基準値データとの比較をおこなった。**【結果】** ファントム検証では、3T, 1.5TのQPMで得られた定量値は、2D SEのT1、2D RSSGのT2*とQPMの間で相関関係が認められた。また、ボランティア撮像では、QPMで得られた3T-MRIのT1値は、白質で889 ± 43 ms、灰白質で1610 ± 156 ms、T2*は白質で41.8 ± 1.1 ms、灰白質で59.2 ± 3.4 msであり、1.5T-MRIのT1値は、白質で755 ± 40 ms、灰白質で1221 ± 81 ms、T2*は白質で54.8 ± 2.8 ms、灰白質で79.2 ± 4.3 msであった。3T, 1.5T共に脳のT1値、T2*値は基準値の範囲内であった。**【結語】** 1.5T-MRIで得られたQPMでの定量値は、3Tと同様に高い精度の解析結果が得られた。

OS21-1 Initial study on denoising and super-resolution using deep learning-based reconstruction

Deep Learningを用いたノイズ除去および超解像技術の初期検討

佐藤 吉海¹, 双木 邦博¹, 藤田 功¹, 土橋 俊男¹, 榎本 克希¹, 石田 貴志¹, 大熊 潔², 渡邊 浩美²

Yoshiomi Sato¹, Kunihiro Namiki¹, Isao Fujita¹, Toshio Tsuchihashi¹, Katsuki Enomoto¹, Takashi Ishida¹, Kiyoshi Ookuma², Hiromi Watanabe²

¹Department of Radiology, Saitama City Hospital, ²Department of Diagnostic Radiology, Saitama City Hospital

【要旨】 We verified the effects of denoising and super-resolution on T2-weighted images by deep learning-based reconstruction method "PIQE". As a result, we obtained the effects of denoising and super-resolution, suggesting their usefulness in clinical images.

[Background and Purpose] We have already used MRI scanners equipped with deep learning-based reconstruction (DLR), which enabled high-quality and short scan time in various MR image types. However, in order to increase the spatial resolution with the aim of achieving higher image quality, it is necessary in principle to increase the size of matrix, which tends to increase the scan time. Therefore, in clinical practice, there is a limit to the compatibility between high spatial resolution and short scan time. We will attempt to achieve both high spatial resolution and short scan time using a new DLR method, Precise IQ Engine (PIQE). In addition to image denoising, PIQE is obtain high-resolution (HR) image from low-resolution (LR) images with DLR. By reducing the size of matrix, it can be expected that the imaging scan time can be shortened and an image with HR from LR can be obtained by reconstruction processing. There were few studies reported to verify the effect of image quality improvement using PIQE. The purpose of our study is to verify the effect that PIQE improves the image quality of T2-weighted images. **[Methods]** The images used in this investigation are T2W images obtained by 3T scanner (Vantage Galan 3T, Canon Medical Systems) with Atlas SPEEDER Body coil and Atlas SPEEDER Spine coil. The subjects were MRI Phantom (90-401, Nikko Fines) and 12 healthy volunteers [23-49 years old (average age 30.0 ± 6.9 years old)], and images were obtained by the T2 multi-shot fast spin echo (FSE). All images obtained were scanned with the same scan parameters for T2W. Microsoft Excel and Image J were used for the analysis in this study. This study was conducted with the approval of the ethics committee of the facility to which the author belongs. **1)** Phantom study In the phantom study, with PIQE and without PIQE images were obtained by changing the phase encoding direction and frequency encoding direction matrices to 256, 288, 384, 448, and 512 (1.00mm, 0.88mm, 0.66mm, 0.57mm, 0.50mm/pixel). Then, the SNR and CNR of the obtained images were measured, and the denoising effects were compared. Next, in the evaluation of spatial resolution, we created pin profile curves of the pins depicted in the images acquired by with PIQE and without PIQE and performed visual evaluations to compare the effects of the super-resolution of pin profile curves. **2)** Healthy volunteer study In the healthy volunteer study, T2W lumbar spine images with and without PIQE were visually evaluation by two radiologists at our hospital. **[Results]** **1)** Phantom study The SNR and CNR values were higher for images with PIQE than for images without PIQE by all images with changed the size of matrix. **2)** Healthy volunteer study In the healthy volunteer study, based on the results of the phantom study, the size of matrix was set to optimal value and the scanned images were visually evaluated. As a result, the group with PIQE showed a significantly higher evaluation tendency than the group without PIQE. **[Conclusion]** It was suggested that the application of PIQE obtained the effects of denoising and super-resolution and improve the image quality.

OS21-2 Investigation on cervical nerve root imaging using 3D sequence of 3.0T MRI

3.0T MRIにおける三次元収集撮像法を用いた頸椎神経根描出についての検討

市川 暁, 木下 友都, 飯島 竜

Akira Ichikawa, Yuto Kinoshita, Ryu Iijima

Department of Radiology, Ageo Central General Hospital

【要旨】 We compared the depiction ability of cervical nerve roots with MENSA with conventional 3D GRE sequences. MENSA had a poor SNR but excelled in contrast ratio and visual evaluation. We conclude that MENSA is a useful sequence for cervical nerve root imaging.

【背景・目的】 頸椎症性神経根症は頸椎椎間板ヘルニアや骨棘形成、外傷などの影響で椎間孔狭窄が生じ、神経根を圧迫することで対応する領域の筋力低下や感覚障害などを引き起こす。鑑別すべき疾患に頸椎症性脊髄症があるが、電気生理学的検査所見に共通点が多いことから両者の鑑別は容易ではない。そのため神経学的所見から責任高位を推定し画像診断を行うという手順が踏まれている。単純X線撮影やCTのみの検査では神経根の圧迫因子を同定することが困難でありMRI検査が広く用いられている。従来からMRIで撮像されている2Dの矢状断及び水平断では脊髄病変の観察は可能であるが、設定スライス厚及びスライス間隔が厚く神経根の描出が不十分となることがある。そこで薄いスライス厚で連続的に観察可能な三次元画像を用いる事でより詳細に神経根と椎間孔の観察が可能になるのではないかと考えた。当院では装置更新に伴い3D Multi Echo in steady-state Acquisition(以下MENSA)の使用が可能となった。MENSAはfast imaging with steady state precession(FISP)とtime reversed FISP(PSIF)の2つのエコーを取得し、後処理で合成するシーケンスである。MENSAはFISP信号がもつ解剖学的情報とPSIF信号がもつCSF等の水成分を同時に描出可能であり軟骨の描出に優れている。また近年ではMENSAの類似シーケンスであるDESSを用いた末梢神経描出に関する検討が報告されている。そこで本検討ではMENSAの頸椎神経根描出について検討し、他の3D GREシーケンスと比較した。【方法】使用装置はGE社製3.0T MRI装置Signa Architect。使用コイルは19ch Head Neck Spine Coilを用いた。健常ボランティア5名の頸椎神経根を対象とし、MENSA、MERGE、FS-COSMICの3つのシーケンスをMatrix:224×224、Field of view:20cm、スライス厚:1mmで横断像にて撮像した。取得した画像に対し、Image Jを用いて神経根・僧帽筋・頸椎関節突起に関心領域(region of interest:ROI)を設定し各信号強度を測定した。測定した信号強度から、神経根/頸椎関節突起と神経根/僧帽筋のコントラスト比(Contrast Ratio:CR)を算出した。また、僧帽筋にROIを設定し、同一関心領域法により信号雑音比(Signal Noise Ratio:SNR)を算出した。定性評価として椎間孔入口部を対象とし頸椎神経根と頸椎関節突起の描出能と鮮鋭性について当院のMRIに従事する診療放射線技師3名にて視覚評価を行い正規化順位法で解析した。【結果】神経根/頸椎関節突起のCRはMENSAとMARGEで同等となり、神経根/僧帽筋のCRはMENSAが高値となった。また、SNRはMENSAが低値となった。視覚評価では神経根の描出能ではMENSAが、頸椎関節突起の鮮鋭性ではMARGEがそれぞれ高値となった。【結語】MENSAはSNRが他のシーケンスに比べてやや劣るものの、頸椎神経根の描出は最も良好となった。

OS21-3 Investigation of optimal imaging parameters for bone imaging in FRACTURE-Angiography.

FRACTURE-Angiographyにおける骨描出の至適撮像条件の検討

花田 洸一¹, 伊藤 僚¹, 黒澤 隆那¹, 佐藤 広崇¹, 松本 浩史¹, 横田 元², 牧 聡³, 榎田 喜正¹, 宇野 隆²
Koichi Hanada¹, Ryo Ito¹, Ryuna Kurosawa¹, Hiroataka Sato¹, Koji Matsumoto¹, Hajime Yokota², Satoshi Maki³,
Yoshitada Masuda¹, Takashi Uno²

¹Department of Radiology, Chiba University Hospital, ²Diagnostic Radiology and Radiation Oncology, Graduate School of Medicine, Chiba University, ³Department of Orthopaedic Surgery, Graduate School of Medicine, Chiba University

【要旨】 FRACTURE-Angiography enables simultaneous imaging of bone and arteries. Optimal imaging parameters for bone imaging were investigated using a Philips Ingenia 3.0 Tesla targeting the bone and vertebral artery. Higher FA improved bone signal, while TONE and chunks had less effect.

【Objective/background 目的 / 背景】

CT-like imagingであるFast field echo resembling a CT using restricted echo-spacing (FRACTURE)は、3Dマルチエコーの高速グラジエントエコー法を使用して各エコーを収集し、合算画像を白黒反転させることで画像が得られる。骨形態を評価でき、多断面再構成やVolume rendering表示にて観察が可能であり、術前支援画像としても利用される。特に、骨形態と血管走行の把握は術前支援画像としてニーズが高い。そのため、骨形態をFRACTURE、血流評価をTime of flight法で得られるMR angiography (以下TOF-MRA)にて撮像し、合成表示することで被ばくが無い非侵襲的な評価が行える。

FRACTUREのベースシーケンスは3D高速グラジエントエコー法であり、TOF-MRAと撮影条件が類似している。そのため、撮像条件の最適化を行うことでFRACTUREのみでも動脈を描出することができ、骨と同時撮像が可能となる(以下FRACTURE-Angiography)。この撮像法はスキャン時間を短縮し、かつスキャン間の位置ズレを最小限に抑えられる。動脈の描出能向上のためには、適切なフリップ角(FA)やchunks数、TONE(Tilted optimized nonsaturating excitation)を入れて撮像を行うが、同時に骨の描出能評価も行う必要がある。本研究では椎骨動脈と骨を対象とし、FRACTURE-Angiographyの骨描出に関する至適撮像条件の検討を目的とする。

【Method 方法】

Philips Ingenia 3.0 Tesla装置でHead neck spine coilとTorso coilを併用した。均一ファントムおよび健常ボランティアの第1頸椎から近位15 cmまでを対象として撮像した。撮像条件はTR=14 ms, TE=2.3 ms×4エコー(エコー間隔2.3 ms), FOV: 21 cm×21 cm, スライス厚: 1 mmに固定した。

検討項目はFAの変化、TONEの有無、chunks数の変化とした。FAは4-16°まで2°ずつ変化させ、TONEは4-8°、8-12°、4-16°、8-20°と変化させた。FRACTURE-Angiographyのchunks数は1から4まで変化させた。得られた画像に対して関心領域を骨、椎骨動脈、脳脊髄液、脂肪、筋肉に配置した。骨描出能は信号強度、信号対雑音比(SNR)、コントラスト比(CR)、視覚による評価を行った。スライス方向の骨描出の評価のため、骨の起始部・中間部・末梢部に分けて関心領域を設定し、測定を行った。またCRは骨に対する椎骨動脈、脳脊髄液、脂肪、筋肉の値を算出した。視覚評価は診療放射線技師3名による5段階評価を行った。

【Result 結果】

FAが大きくなるほど骨の平均信号強度は低下し、SNRは向上した。FRACTUREは原画像を白黒反転させるため、低い信号値を示した骨ほど反転後の画像で高信号を示す。骨と他の組織のCRはFAが変化しても影響は見られず、スライス方向においても明らかな変化は見られなかった。またTONEの有無におけるSNR、CRへの影響はなかった。

視覚評価ではFAの変化による影響は確認されたものの、TONEの有無に関する変化は見られなかった。また、Chunks数を増加させるとSNRは低下するが骨描出には視覚評価で違いは見られなかった。

【Conclusion 結論】

FRACTURE-Angiographyにおける骨の撮像では、TONEと複数Chunksの使用は画質に大きな影響を及ぼさないため、どちらも使用可能であった。また、FAは大きいほど良好な結果が得られた。

OS21-4 FRACTURE-Angiography: optimal imaging conditions for visualization of artery

FRACTURE-Angiographyにおける動脈描出の至適撮像条件の検討

伊藤 僚¹, 黒澤 隆那¹, 花田 洸一¹, 佐藤 広崇¹, 松本 浩史¹, 横田 元², 牧 聡³, 榎田 喜正¹, 宇野 隆²
Ryo Ito¹, Ryuna Kurosawa¹, Koichi Hanada¹, Hiroataka Sato¹, Koji Matsumoto¹, Hajime Yokota², Satoshi Maki³,
Yoshitada Masuda¹, Takashi Uno²

¹Department of Radiology, Chiba University Hospital, ²Diagnostic Radiology and Radiation Oncology, Graduate School of Medicine, Chiba University, ³Department of Orthopaedic Surgery, Graduate School of Medicine, Chiba University

【要旨】 We investigated the optimal imaging conditions for artery visualization of FRACTURE-Angiography. Optimal imaging conditions for artery visualization of FRACTURE-Angiography were FA=8degrees, TONE=8-12degrees, and chunks=2.

【背景・目的】 CT like imagingであるFast field echo resembling a CT using restricted echo-spacing(FRACTURE)は、3Dマルチエコーの高速グラジエントエコー法を使用して各エコーを収集し、合算画像を白黒反転させることで画像が得られる。骨形態を評価でき、多断面再構成やVolume rendering表示にて観察が可能であり術前支援画像としても利用される。特に、骨形態と血管走行の把握は、術前支援画像としてニーズが高い。そのため、骨形態をFRACTURE、血流評価をTime of flight法で得られるMR angiography (以下TOF-MRA)にて撮像し、合成表示することで非侵襲的に評価することが出来る。FRACTUREのベースシーケンスは3D高速グラジエントエコー法であり、TOF-MRAと撮影条件が類似している。そのため、撮像条件の最適化を行うことでFRACTUREのみでも動脈を描出することができ、骨と同時撮像が可能となる。この撮像法はスキャン時間を短縮し、かつスキャン間の位置ズレを最小限に抑えられる。本研究では、頸椎と椎骨動脈をターゲットとし、FRACTURE-Angiographyの動脈描出に関する至適撮像条件の検討を目的とする。**【方法】** Philips Ingenia3.0Tesla装置を使用し、受信コイルにはHead neck spine CoilとTorso coilを使用した。健常ボランティアを対象として、第1頸椎から近位15cmまで撮像した。FRACTURE-Angiographyの撮像条件はTR=14ms, TE=2.3ms×4エコー(エコー間隔2.3ms), FOV21×21cm, スライス厚1.0mmと固定し、撮像した。検討項目はフリップ角(FA)の変化、TONE(Tilted optimized nonsaturating excitation)の有無、chunks数とした。FAは4-16°まで2°ずつ変化させ、TONEは4-8°、8-12°、4-16°、8-20°と変化させた。FRACTURE-Angiographyのchunks数は1から4まで変化させた。得られた画像に対して関心領域を骨組織、椎骨動脈、脳脊髄液、脂肪、筋肉に配置した。動脈描出能の評価には信号強度、コントラスト比(CR)、視覚による評価を行った。動脈の長軸方向の描出能の評価のため、起始部、中間部、末梢部に分け椎骨動脈に関心領域を設定し、信号強度を測定した。またCRは椎骨動脈に対する脂肪、筋肉、骨の値を算出した。視覚評価は診療放射線技師3名による5段階評価を行った。**【結果】** FA8°で椎骨動脈に対する脂肪、筋肉、骨のCRが最大となり、以降変化はみられなかった。TONEの比較では8-12°でCRが最も高い値を示し、起始部、中間部、末梢部のCRの低下がTONE無しと比較して少なかった。視覚評価ではChunks数1から2に増加させると、動脈の視認性は向上したものの、Chunks数を2以上に増加させても変化はみられなかった。**【結論】** FRACTURE-Angiographyにおける動脈描出の至適撮像条件は、FAは8°、TONEは8-12°、chunks=2であった。

OS21-5 FRACTURE-Angiography: simultaneous acquisition of bone and arteries.

FRACTURE-Angiographyによる骨と動脈画像の同時取得

黒澤 隆那¹, 花田 洸一¹, 伊藤 僚¹, 佐藤 広崇¹, 松本 浩史¹, 横田 元², 牧 聡³, 榎田 喜正¹, 宇野 隆²
 Ryuna Kurosawa¹, Koichi Hanada¹, Ryo Ito¹, Hiroataka Sato¹, Koji Matsumoto¹, Hajime Yokota², Satoshi Maki³,
 Yoshitada Masuda¹, Takashi Uno²

¹Department of Radiology, Chiba University Hospital, ²Diagnostic Radiology and Radiation Oncology, Graduate School of Medicine, Chiba University, ³Department of Orthopaedic Surgery, Graduate School of Medicine, Chiba University

【要旨】 FRACTURE-Angiography can acquire bone and artery morphology images. It achieves comparable results to traditional methods with improved vascular visibility using the out-of-phase acquisition.

【目的/背景】

CT like imagingであるFast field echo resembling a CT using restricted echo-spacing(FRACTURE)は、3Dマルチエコーの高速グラジエントエコー法を使用して各エコーを収集し、合算画像を白黒反転させることで画像が得られる。骨形態を評価でき、多断面再構成やvolume rendering(VR)表示にて観察が可能であり術前支援画像としても利用される。骨形態と血管走行の把握は、術前支援画像としてニーズが高い。骨形態をFRACTURE、血流評価をTime of flight法で得られるMR angiography(TOF-MRA)にて撮像し、合成表示することで非侵襲的に評価することが出来る。一方、FRACTUREのベースシーケンスは3D高速グラジエントエコー法であり、TOF-MRAと撮影条件が類似している。そのため、撮像条件の最適化を行うことでFRACTUREのみでも動脈を抽出することができる。このFRACTURE動脈同時取得用シーケンス(FRACTURE-Angiography)は、撮像時間を短縮しスキャン間の位置ズレを最小限にすることが期待できる。本研究は、頸椎と椎骨動脈をターゲットとし、FRACTURE-Angiographyを従来条件であるFRACTURE、TOF-MRAを別々に撮像した場合と比較することを目的とする。

【方法】

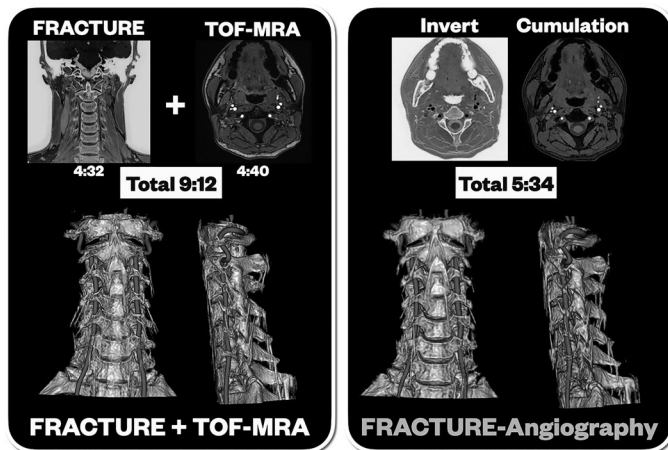
3.0Tesla装置(Philips Ingenia)を用いHead neck spineコイルとTorsoコイルを併用し使用した。対象は、均一ファントムおよび健常ボランティアであり、第1頸椎から近位15cmまで撮像した。撮像条件は、予め骨組織のコントラストや椎骨動脈抽出能を相対的に考慮して決定した撮像条件にて撮像した。エコー時間はin-phase(IP)のタイミングの2.3msecから2.3msecずつ4エコー収集した撮像条件(FRACTURE-Angiography IP)と、2.3msec(IP)からout-of-phase(OP)の1.15msecずつ5エコー収集した撮像条件(FRACTURE-Angiography OP)を使用した。FRACTURE-Angiography IPはそれぞれのエコーの合算画像を使用し、FRACTURE-Angiography OPにおいては、IPの合算画像を骨組織、OPの合算画像を動脈の評価として使用した。関心領域を骨組織、椎骨動脈、脳脊髄液、脂肪、筋肉に配置し、評価方法は以下の3つの項目に分けて行った。(1)骨組織抽出能の評価として、信号対雑音比(SNR)と骨組織に対する脳脊髄液、脂肪、筋肉のコントラスト比(CR)を算出した。(2)動脈抽出能の評価として、椎骨動脈に対する脂肪、筋肉、骨のCRを算出した。また、動脈の長軸方向の抽出能の評価のため、起始部、中間部、末梢部に分け椎骨動脈と背景組織に関心領域を設定しCRを算出した。(3)総合的な評価として、それぞれの条件で撮像した画像をVR処理し、骨形態と椎骨動脈走行について視覚的評価を行った。

【結果】

骨組織抽出能の評価において、FRACTUREと比べ、FRACTURE-Angiography IPとFRACTURE-Angiography OPのSNRおよびCRは、それぞれ差がなかった。動脈抽出能の評価において、骨組織と筋肉に対するCRはTOF-MRAが高値を示した。脂肪に対するCRは、TOF-MRAとFRACTURE-Angiography OPでは差がない結果となった。動脈の長軸方向の抽出能の評価および視覚的評価においてもそれぞれ差はなく、従来条件と同等の抽出能を有することが示唆された。

【結論】

FRACTURE-Angiographyは、一度の撮像で骨形態及び椎骨動脈走行を同時に観察することができた。OPを含んで収集することで脂肪組織の信号が抑制されるため、骨形態の抽出能を変えことなく、動脈の抽出能が向上する。



OS22-1 Precise IQ Engine vs. DLR with and without New Fine Reconstruction: Capability for Scan Time Reduction and Image Quality Improvement on MR

Precise IQ Engineと各種人工知能再構成法の撮像時間短縮および画質改善能の直接比較

大野 良治^{1,2}, 油井 正生³, 山本 香織³, 佐野雄一郎³, 篠原麻衣子³, 池戸 雅人³, 岩瀬 秋吉⁴, 永田 紘之², 池田 裕隆¹,
 植田 高弘¹, 小澤 良之¹, 外山 宏¹

Yoshiharu Ohno^{1,2}, Masao Yui³, Kaori Yamamoto³, Yuichiro Sano³, Maiko Shinohara³, Masato Ikeda³, Akiyoshi Iwase⁴,
 Hiroyuki Nagata², Hiroataka Ikeda¹, Takahiro Ueda¹, Yoshiyuki Ozawa¹, Hiroshi Toyama¹

¹Department of Radiology, Fujita Health University School of Medicine, ²Joint Research Laboratory of Advanced Medical Imaging, Fujita Health University School of Medicine, ³Canon Medical Systems Corporation, ⁴Department of Radiology, Fujita Health University Hospital

【要旨】 Deep learning-based spatial resolution improving algorithm (Precise IQ Engine) was compared with deep learning reconstruction (DLR) with and without fine reconstruction and determined as having superior potential for reducing temporal resolution and improving spatial resolution than others.

【Objective/ Background】 Deep learning reconstruction (DLR) with and without fine reconstruction algorithm (i.e. fine recon) has been clinically set for denoising MR images with and without increasing spatial resolution in the last a few years. In this time, deep learning-based spatial resolution improving algorithm with denoising was developed for MRI (Precise IQ Engine: PIQE). The purpose of this study was to directly compare utilities of PIQE for scan time reduction and image quality improvement of MRI as compared with DLR with and without fine recon in patients with various diseases. **【Methods】** 68 consecutive patients suspected with 28 brain tumors, 14 musculoskeletal diseases, 14 uterine or ovarian tumors and 12 prostatic cancers were prospectively scanned with conventional MR protocols and new MR protocols, which were obtained same sequences with reducing matrix sizes ranged from 50% to 70%. Then, each conventional MR data was reconstructed with DLR with and without fine recon, and all new protocol data were reconstructed with PIQE as well as DLR with and without fine recon (total five data sets). To compare scan time reduction and quantitative spatial resolution improvement among all protocols, mean examination time including reconstruction time and edge slope width (ESW) between two different structures were compared among five protocols by Tukey's HSD test. To evaluate qualitative spatial resolution improvement, overall image quality and diagnostic confidence level were assessed by 5-point scales and compared among all protocols by Wilcoxon's signed rank test. **【Results】** Mean examination times of new MR protocols were significantly shorter than that of conventional protocols ($p < 0.05$), although mean examination time had no significant differences among all new protocols. Mean ESW of new protocol with PIQE ($1.1 \pm 0.3\text{mm}$) was significantly smaller than that of all protocols except conventional protocol with DLR and fine recon ($1.4 \pm 0.5\text{mm}$ other ESWs $< 1.8 \pm 0.5\text{mm}$, $p < 0.05$). Overall image quality and diagnostic confidence level of new protocol with PIQE were significantly higher than those of others except conventional protocol with DLR and fine recon (overall image quality: $p < 0.0001$, diagnostic confidence level: $p < 0.0001$). Artifact of new protocol with PIQE was significantly smaller than those of others without conventional protocol with DLR and fine recon ($p < 0.0001$). **【Conclusion】** PIQE has superior potential to DLR with and without fine reconstruction for reducing temporal resolution and improving spatial resolution, although fine reconstruction can only improve image quality of DLR at conventional protocol.

OS22-2 The Next Frontier in Lumbar Spine MR Bone Imaging: Harnessing the Power of Super-Resolution Deep Learning Reconstruction

超解像深層学習再構成による腰椎MRIの新しい可能性

外村 政道¹, 中浦 猛¹, 上谷 浩之¹, 白石 花織¹, 小林 直樹¹, 松尾 健生², 森田 康祐², 永山 泰教¹, 木藤 雅文¹, 山下 裕市³, 平井 俊範¹

Masamichi Hokamura¹, Takeshi Nakaura¹, Hiroyuki Uetani¹, Kaori Shiraiishi¹, Naoki Kobayashi¹, Kensei Matsuo², Kosuke Morita², Yasunori Nagayama¹, Masafumi Kidoh¹, Yuichi Yamashita³, Toshinori Hirai¹

¹Department of Diagnostic Radiology, Graduate School of Medical Sciences, Kumamoto University, ²Department of Central Radiology, Kumamoto University Hospital, ³Canon Medical Systems Corporation

【要旨】 Super-resolution deep learning reconstruction (SR-DLR), which leverages k-space properties, exhibited substantial superiority over conventional techniques in lumbar MR bone imaging in both quantitative and qualitative evaluations, ultimately holding the potential to enhance diagnostic accuracy.

【目的】 3D multi-echo in-phase sequence を用いた腰椎 MR bone imaging において、k空間特性を活用した超解像深層学習再構成 (super-resolution deep learning reconstruction : SR-DLR) の画質への効果を評価することを目的とする。**【方法】** この単施設後ろ向き研究では、2023年1月から4月に MR bone imaging を含む腰椎 MRI を施行した29名の患者を対象とした。MR bone imaging のSR-DLRにより再構成したもの (Matrix size : 960 × 960) と、していないもの (Matrix size : 320 × 320) を取得し評価を行った。まず、それぞれの画像において椎体と脊柱管の signal-to-noise ratio (SNR) および椎体と脊柱管間のコントラストと contrast-to-noise ratio (CNR) を評価した。さらに、椎体の後縁を横切る線におけるprofile curveを作成し画像のシャープネスを定量的に評価した。また、2人の放射線科医が独立して画像のノイズ、コントラスト、アーチファクト、シャープネス、全体的な画質を4段階のスコアで定性的に評価した。観察者間の一致は重み付けカッパ係数で評価した。2種類の画像の定量的評価と定性的評価をWilcoxon符号順位検定で比較した。**【結果】** SR-DLRを用いた画像では椎体および脊柱管のSNRが顕著に向上した ($p < 0.001$)。コントラストとCNRはSR-DLRを使用した場合、SR-DLRを使用しない場合と比較して有意に向上した (それぞれ $p = 0.023$, $p = 0.022$)。椎体および脊柱管の後縁のprofile curveの傾きは、SR-DLRで顕著に大きかった ($p < 0.001$)。定性的なスコア (ノイズ: $p < 0.001$ 、コントラスト: $p < 0.001$ 、アーチファクト: $p = 0.042$ 、シャープネス: $p < 0.001$ 、全体的な画質: $p < 0.001$) は、SR-DLRを用いた画像は、用いていない画像と比べ優れていた。カッパ解析では中程度から良好な一致が示された。**【結論】** k空間特性に基づくSR-DLRは、3D multi-echo in-phase sequence を利用した腰椎 MR bone imaging の画質を向上させる可能性を持っている。



OS22-3 A New Era in Time-of-Flight MR Angiography: Assessing the Impact of High-Resolution Deep Learning Reconstruction on Intracranial MRA Image Quality

高解像度深層学習再構成による頭蓋内MRAへの効果

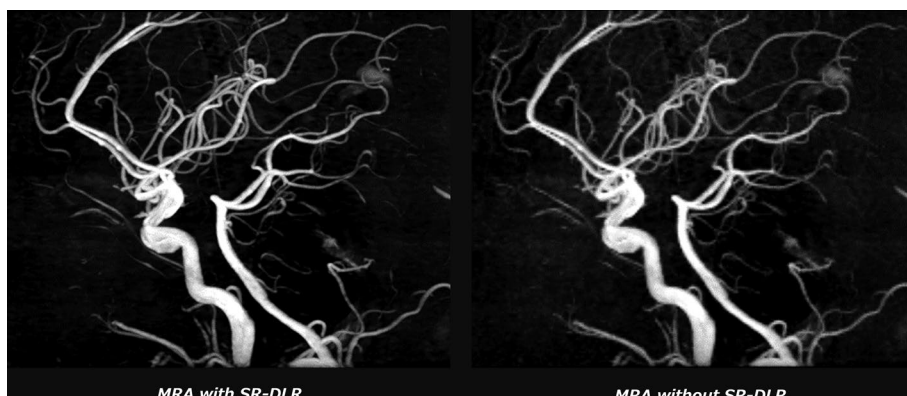
外村 政道¹, 上谷 浩之¹, 中浦 猛¹, 松尾 健生², 森田 康祐², 永山 泰教¹, 木藤 雅文¹, 山下 裕市⁵, 植田 光晴³, 武笠 晃丈⁴, 平井 俊範¹

Masamichi Hokamura¹, Hiroyuki Uetani¹, Takeshi Nakaura¹, Kensei Matsuo², Kosuke Morita², Yasunori Nagayama¹, Masafumi Kidoh¹, Yuichi Yamashita⁵, Mitsuharu Ueda³, Akitake Mukasa⁴, Toshinori Hirai¹

¹Department of Diagnostic Radiology, Graduate School of Medical Sciences, Kumamoto University, ²Department of Central Radiology, Kumamoto University Hospital, ³Department of Neurology, Graduate School of Medical Sciences, Kumamoto University, ⁴Department of Neurosurgery, Graduate School of Medical Sciences, Kumamoto University, ⁵Canon Medical Systems Corporation

【要旨】 The utilization of super-resolution deep learning reconstruction (SR-DLR), which leverages k-space properties, in magnetic resonance angiography (MRA) resulted in superior outcomes compared to conventional MRA techniques in both quantitative and qualitative evaluations.

【目的】 本研究は、k空間特性を利用した超解像深層学習再構成 (super-resolution deep learning reconstruction : SR-DLR) が3T MRIにおける頭蓋内 magnetic resonance angiography (MRA) の画質に与える影響を評価する。**【方法】** 単施設後ろ向き研究である本研究は、2022年10月と11月にk空間特性に基づくSR-DLRを搭載した3T MRIを用いて頭蓋内MRAを実施した35名の患者を対象とした。SR-DLRを使用したMRA (Matrix = 1008 × 1008) と使用していないMRA (Matrix = 336 × 336) 画像を取得し、この2種類の画像において脳底動脈と前大脳動脈のSNR、コントラスト、CNRを定量評価した。また、後大脳動脈のシャープネスをprofile curveの傾きを用いて定量評価した。さらに、2人の放射線科医が画像のノイズ、アーチファクト、コントラスト、シャープネス、全体的な画質について4段階の定性的評価を行った。以上の定量的、定性的評価をSR-DLRを使用した画像と使用していない画像で、Wilcoxon符号順位検定を用いて比較した。**【結果】** SNR、コントラスト、CNRは、SR-DLRを用いた画像でSR-DLRを用いない画像より有意に高かった ($p < 0.001$)。傾きはSR-DLRを用いた画像でSR-DLRを用いない画像より有意に大きかった ($p < 0.001$)。SR-DLRを用いたMRAの定性的スコアは、SR-DLRを用いないMRAよりも有意に高かった ($p < 0.001$)。



OS22-4 An Evaluation of High-Resolution Deep Learning Reconstruction (HR-DLR) on a Phase Sensitive MRI Application

位相に敏感なMRIアプリケーションにおける、高解像度ディープラーニング再構成 (HR-DLR) の評価

朽名 英明, 植松 駿, 古牧 伸介, 篠田 健輔

Hideaki Kutsuna, Shun Uematsu, Shinsuke Komaki, Kensuke Shinoda

CT-MR Division, Canon Medical Systems Corporation

【要旨】 A recently proposed reconstruction method aimed to a higher resolution output (HR-DLR) was tested with Dixon technique which is sensitive to the image phase. It was revealed that HR-DLR is compatible with Dixon because HR-DLR does not distort the phase of its output images as well as the contrast.

【背景】 近年、高解像な画像の出力を目的としたディープラーニング再構成 (以下HR-DLR) の提案がなされている^[1]。このHR-DLRの有用性に関して、複数の報告^[2,3]があるが、いずれも絶対値化された最終出力画像の評価に基づいており、出力画像の位相に関する評価の報告はない。

【目的】 HR-DLRによる出力画像の位相特性を明らかにし、位相に敏感なアプリケーションに対する可用性を確認することを目的とする。本研究では、MRIにおいて位相に敏感なアプリケーションの一例として、2-point Dixon法^[4]による水脂肪分離を選択し、HR-DLRとの組み合わせの評価を行うこととした。

【方法】 IRB承認の下、同意を得た健康ボランティア1名の膝部のIn-phase、Out-of-phase画像をCanon Medical Systems Corporation製3T MRI装置 (Vantage Galan 3T) で収集した。

第一の評価として、In-phase、Out-of-phaseそれぞれの画像について、従来法 (ZIP^[5] + k空間フィルタ) とHR-DLR (upsampling factor=2) による再構成を行い、視覚評価を行った。さらに、HR-DLRと従来法とで得られた画像の類似度の評価として、ピーク信号対雑音比 (PSNR) を絶対値、複素数値それぞれに対して求めた (PSNR_{abs}, PSNR_{mag})。

第二の評価として、上記それぞれの再構成画像に対してDixon法を適用し、計算による脂肪抑制画像を得て比較を行った。脂肪抑制画像に対しても、HR-DLRと従来法との間で、PSNRを求めた。さらに、HR-DLR (upsampling factor=3) を用いた場合の脂肪抑制画像も生成し、評価した。

【結果】 第一の評価において、HR-DLRはIn-phase、Out-of-phaseとも、従来法よりも鮮鋭な画像を出力した。従来法との間のPSNRにおいては、高い値を示した。(In-phase : PSNR_{abs}=47.7dB, PSNR_{mag}=46.3dB, Out-of-phase : PSNR_{abs}=43.8dB, PSNR_{mag}=42.1dB) 第二の評価においても、HR-DLRは従来法よりも鮮鋭な画像を出力した。PSNRにおいては、高い値が保たれていた。(PSNR_{abs}=46.6dB, PSNR_{mag}=43.8dB)

【考察】 HR-DLRにより得られた画像は、従来法との高い類似度を示しながら、視覚評価においては従来法よりも鮮鋭であった。HR-DLRは画像の大域的なコントラストを変えずに、細部の描出を向上させていると考えられる。特に、画像絶対値のみならず位相を含めた複素数値においても、高い類似度が維持されていることが本研究で明らかになった。この結果から、位相の影響を受けやすいアプリケーションに対しても、HR-DLRが信頼性の高い再構成手法として適用可能であることが期待される。

実際、Dixon法による脂肪抑制において、HR-DLRは鮮鋭な画像を得ることができた。さらに、水脂肪分離不良などのアーチファクトを生んでいないことが、視覚評価とPSNR評価の両面から確かめられた。

【結論】 HR-DLRはMRI画像のコントラストのみならず位相も維持しつつ、高精細な画像を得ることが可能であった。水脂肪分離など、位相に敏感なアプリケーションに対しても活用が期待される。

【文献】

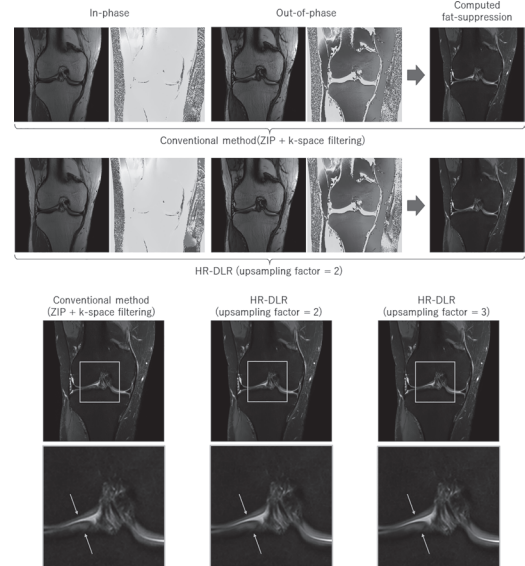
[1] Kutsuna H, et al. Proc. ISMRM 2023 p.2292

[2] Prevost V, et al. Proc. ISMRM 2023 p.4923

[3] Ota H, et al. Proc. ISMRM 2023 p.0696

[4] Dixon WT. Radiology 1984 Oct;153(1):189-194

[5] Bernstein MA, et al. J Magn Reson Imaging. 2001 Sep;14(3):270-280



OS22-5 Impact of ETL and Hyper SENSE on spatial resolution in 3D FSE with DL

DL併用の3D FSEにおけるETLとHyper SENSEの空間分解能への影響

川崎 真啓, 塚田 圭祐, 大久保裕矢, 赤井 亮太, 中川 達也, 河野 泰久

Masahiro Kawasaki, Keisuke Tsukada, Yuya Okubo, Ryota Akai, Tatsuya Nakagawa, Yasuhisa Kouno

KARIYATOYOTA General Hospital

【要旨】 We compared the spatial resolution of 3D FSE with and without Deep Learning (DL) by varying the Hyper SENSE factor and Echo Train Length (ETL). The results suggest that DL improves the spatial resolution of 3D FSE regardless of HS and ETL.

【目的/背景】 当院のMRI装置の機器更新に伴い、3D fast spin echo (3D FSE) においてもDeep Learning再構成 (DL) が可能となった。DLによりノイズ低減、画像の尖鋭度向上、トランケーションアーチファクト低減などの効果が期待できるが、DLが3D FSEの画像特性に及ぼす影響について検証したという報告はほとんど無い。よって今回は、DLが3D FSEの空間分解能にどのような影響を及ぼすかを明らかにすることを目的とした。

【方法】 使用装置はGE社製のSigna Explorer 1.5T Ver.30。ファントムには、厚さ約1.0[mm]の隙間を水で満たしたアクリル製の単板ファントムを使用した。固定撮像条件は、TR/TE : 2200/100[ms]、FOV : 200[mm]、Matrix : 300 × 300、スライス厚 : 1.0[mm]、スライス枚数 : 200、バンド幅 : ± 83.33[kHz]、ARC factor : Phase2.0/Slice1.0、Slice Partial Fourier (SPF) factor : 100[%]。また、空間分解能に影響するパラメータとして、Echo Train Length (ETL) を 40, 60, 80, 100, 120, 140、Hyper SENSE (HS) factor を 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0 と変化させた。そして、それぞれの条件で2種類のDL強度high, offで撮像した。まず検証1として、スライス方向の空間分解能の検証を行った。単板ファントムの長手方向に対してスラブを約12度傾斜させ、長手方向を周波数 (RO) 方向に設定して撮像した。次に検証2として、スライス平面の空間分解能の検証を行った。検証1で設定したスラブに直交したスラブを設定し、長手方向をRO方向に設定して撮像した。検証1,2で得られた画像のRO方向に沿って線状の関心領域を設定し、各撮像条件でのプロファイルカーブを得た。その後、スラブの傾斜角度をもとにスケール補正を行い、得られたプロファイルカーブからメインローブのピーク信号値と半値幅を計測した。また、ピーク信号値のピクセル (A) からメインローブの端のピクセル (B) までの距離 (ΔX) [mm] および (A) と (B) の信号値の差 (ΔY) より、メインローブの傾斜角度 (ΔY/ΔX) [mm⁻¹] を算出した。**【結果】** 検証1では、各ETLにおいて、DL強度offと比較して、DL強度highではプロファイルカーブのピーク信号値は平均39.2%上昇し、半値幅は平均27.2%短縮し、傾斜角度は平均104.4%上昇した。また、DL強度high, offとともに、ETLが上昇するにつれて、ピーク信号値は低下し、半値幅は拡大し、傾斜角度は低下する傾向を示した。次に、各HS factorにおいて、DL強度offと比較して、DL強度highではピーク信号値は平均41.1%上昇し、半値幅は平均25.9%短縮し、傾斜角度は平均96.3%上昇した。検証2では、各ETLにおいて、DL強度offと比較して、DL強度highではプロファイルカーブのピーク信号値は平均34.5%上昇し、半値幅は平均24.4%短縮し、傾斜角度は平均58.0%上昇した。また、DL強度high, offとともに、ETLが上昇するにつれて、ピーク信号値と傾斜角度が低下した。次に、各HS factorにおいて、DL強度offと比較して、DL強度highではピーク信号値は平均32.9%上昇し、半値幅は平均24.9%短縮し、傾斜角度は平均55.7%上昇した。**【結論】** DLを用いることで、今回検討した撮像条件に依存せず、3D FSEの空間分解能が向上することが示唆された。

OS22-6 Impact of ARC and Slice Partial Fourier on Spatial Resolution in 3D FSE with DL

DL 併用の3D FSEにおけるARCとSlice Partial Fourierの空間分解能への影響

川崎 真啓, 塚田 圭祐, 大久保裕矢, 赤井 亮太, 中川 達也, 河野 泰久

Masahiro Kawasaki, Keisuke Tsukada, Yuya Okubo, Ryota Akai, Tatsuya Nakagawa, Yasuhisa Kouno

KARIYATOYOTA General Hospital

【要旨】 We compared the spatial resolution of 3D FSE with and without deep learning (DL) by varying the ARC factor Slice and Slice Partial Fourier factor (SPF). The results suggest that DL improves the spatial resolution of 3D FSE, and the larger the SPF, the greater the effect of DL on the slice direction.

【目的/背景】 当院のMRI装置の機器更新に伴い、3D fast spin echo (3D FSE) においてもDeep Learning再構成 (DL) が可能となった。DLによりノイズ低減、画像の尖鋭度向上、トランケーションアーチファクト低減などの効果が期待できるが、DLが3D FSEの画像特性に及ぼす影響について検証したという報告はほとんど無い。よって今回は、DLが3D FSEの空間分解能にどのような影響を及ぼすかを明らかにすることを目的とした。**【方法】** 使用装置はGE社製のSigna Explorer 1.5T Ver.30。ファントムには、厚さ約1.0[mm]の隙間を水で満たしたアクリル製の単板ファントムを使用した。固定撮像条件は、TR/TE : 2200/100[ms]、FOV : 200[mm]、Matrix : 300×300、スライス厚 : 1.0[mm]、スライス枚数 : 200、バンド幅 : ±83.33[kHz]、Echo Train Length (ETL) : 100、ARC factor Phase : 2.0、Hyper SENSE factor : 1.3。また、スライス方向のデータ収集に影響するパラメータとして、ARC factor Slice (ARCs) を1.0,1.2,1.4,1.6,1.8,2.0、Slice Partial Fourier (SPF) factor を70,80,90,100[%]と変化させた。そして、それぞれの条件において2種類のDL強度high, offで撮像した。まず検証1として、スライス方向の空間分解能の検証を行った。単板ファントムの長手方向に対してスラブを約12度傾斜させ、長手方向を周波数 (RO) 方向に設定して撮像した。次に検証2として、スライス平面の空間分解能の検証を行った。検証1で設定したスラブに直交したスラブを設定し、長手方向をRO方向に設定して撮像した。検証1,2で得られた画像のRO方向に沿って線状の関心領域を設定し、各撮像条件でのプロファイルカーブを得た。スラブの傾斜角度をもとにスケール補正を行い、得られたプロファイルカーブからメインローブのピーク信号値と半値幅を計測した。また、ピーク信号値のピクセル (A) からメインローブの端のピクセル (B) までの距離 (ΔX) [mm]および (A) と (B) の信号値の差 (ΔY) より、メインローブの傾斜角度 ($\Delta Y / \Delta X$) [mm⁻¹]を算出した。**【結果】** 検証1では、各ARCsにおいて、DL強度offと比較して、DL強度highではプロファイルカーブのピーク信号値は平均31.8%上昇し、半値幅は平均25.6%短縮し、傾斜角度は平均18.4%上昇した。次に、各SPF factorにおいて、DL強度offと比較して、DL強度highではピーク信号値は平均26.4%上昇し、半値幅は18.3%短縮し、傾斜角度は平均30.1%上昇した。また、ピーク信号値、半値幅、傾斜角度の全てにおいて、SPF factorが大きいほどDLの無の差が大きい傾向を示した。検証2では、各ARCsにおいて、DL強度offと比較して、DL強度highではプロファイルカーブのピーク信号値は平均36.4%上昇し、半値幅は平均26.3%短縮し、傾斜角度は平均59.8%上昇した。次に、各SPF factorにおいて、DL強度offと比較して、DL強度highではピーク信号値は平均36.9%上昇し、半値幅は平均26.3%短縮し、傾斜角度は平均64.6%上昇した。**【結論】** DLを用いることで、今回検討した撮像条件において、3D FSEの空間分解能が向上することが示唆された。特に、SPF factorが大きいほどスライス方向に対するDLの効果が大きいことがわかった。

OS23-1 Model-based deep learning reconstruction for accelerating T2 mapping

モデルベースDL画像再構成の拡張によるT2マッピング高速化の検討

藤田 直人¹, 横沢 俊², 白猪 亨², 寺田 康彦¹

Naoto Fujita¹, Suguru Yokosawa², Toru Shirai², Yasuhiko Terada¹

¹Graduate School of Science and Technology, University of Tsukuba, ²FUJIFILM Corporation, Medical Systems Research & Development Center

【要旨】 Quantitative MRI (QMRI) requires long imaging time, there is a need for faster QMRI imaging. We proposed a quantitative DC-CNN (qDC-CNN), which is an extension of the model-based deep learning model to QMRI, and verified its performance. The results showed that qDC-CNN outperformed existing methods.

【Background】

定量的MRIでは、複数のシーケンスパラメータでの撮像データが必要で、撮像時間も長くなるため、定量的MRI撮像の高速化が求められている。一方で、深層学習(DL)を用いたMRI撮像の高速化の研究が近年盛んである。中でも、既存の画像最構成モデルをDLで拡張したモデルベース型のネットワークモデルが高い性能をもつが、これらの殆どは定量的MRIの再構成に最適化されていない。そこで本研究では、モデルベース型DLモデルであるDC-CNN[1]を、定量的MRIに拡張したqDC-CNNを提案し、その性能を検証することを目的とした。

【Network】

Fig.1にqDC-CNNのネットワーク構造を示す。qDC-CNNは、画像再構成を実行するunrolled network f_{rec} と、再構成された各TEに対応する画像 x_{rec} を定量値画像 p_{rec} に変換するmapping network f_{map} の2つのモジュールからなる。我々は、DC-CNNを拡張し f_{rec} を構築した。 f_{rec} のCNNは6層、フィルタ数を64とした。 f_{map} は、5層のCNNで構成された。この各層のCNNのカーネルサイズを 1×1 とすることで、ピクセル単位で定量値を推定するようにした。 f_{map} のチャンネル数は、入力層側から32,128,128,32とした。

ネットワークの学習に利用する損失関数には、各エコーの正解画像 x_{gt} と x_{rec} との差を評価する項(L_1)、正解の定量マップ p_{gt} と p_{rec} との差を評価する項(L_2)、再構成された定量マップから推定されるundersampled (US) k-spaceと測定データ y の整合性を評価する項(L_{dc})の3項を使用した。これらの損失項の重みづけを順に $\lambda_1=1$, $\lambda_2=1.0 \times 10^{-5}$, $\lambda_{dc}=1.0 \times 10^{-5}$ とした。

【Dataset】

本研究では、撮像用シーケンスとしてマルチスピンエコーを想定した。脳シミュレーション用のデータベースBrainweb[2]中のプロトン密度 S_0 画像と T_2 画像から、指数関数型の理論式に従って各エコーでの画素強度を計算し、それをフーリエ変換してfully-sampled (FS) k-spaceを作成した。ネットワーク入力であるUS k-spaceは、FS k-spaceから適宜サンプリングにより作成した。信号の収集パターンはエコーごとに異なるものを使用した。

【Models】

我々は以下に示す、(A)-(E)の再構成手法を比較した。ここで、LSFは最小二乗法によるフィッティングを表す。

- (A) qDC-CNN($f_{rec}+f_{map}$)
- (B) MANTIS[3]
- (C) Multiecho-DC-CNN (f_{rec})+LSF
- (D) k-t SLR [4]+LSF
- (E) Zero-filled reconstruction+LSF

(B)のMANTISは、先行研究[3]で提案された定量MRIの再構成DLモデルであり、損失項として、 L_1 と L_2 が使われている。(C)のモデル f_{rec} は損失関数として L_1 のみを用いて学習した。(D)のk-t SLRは、DLを使わない既存法である。(E)では、各再構成法で得られた x_{rec} からLSFを使って p_{rec} を計算した。

【Experiment】

以下の2つの実験を行った。

実験1 加速率(AF)=5,10,20の条件下での(A)-(E)の比較

実験2 AF=5に固定し、エコー数を4,8,16と変えた場合の(A)と(B)の比較

TEの選択は、4エコーで10-150 ms (40msおき)、8エコーで10-150 ms (20msおき)、16エコーで、10-160 ms (10msおき)とした。学習用、検証用、テスト用に16例960枚、2例120枚、2例120枚の画像を使用した。各ネットワークの学習率は、 1.0×10^{-4} で、optimizerにAdamを使用した。また、学習の収束判定にearly stoppingを用い、検証データの損失が10 epoch以上改善しなかった場合を終了条件とした。

【Result】

Fig.2-(a)に実験1のT2再構成画像の結果を示す。(A)の提案手法は他手法に比べて高画質な画像を出力した。特に(C)と比べると、高信号領域での誤差の抑制された(黄矢印)。これはmapping networkが定量値推定に有効であることを示している。

Fig. 2-(b)に実験2の結果を示す。(B)は、(A)の提案手法に比べて、エコー数が少なくなった際の誤差の増大が顕著に表れており(赤矢印)、qDC-CNNは、エコー数が少ない場合にも性能を維持できていた。

【Conclusion】

本研究により、定量的MRIに対して提案手法であるqDC-CNNの有効性が示された。

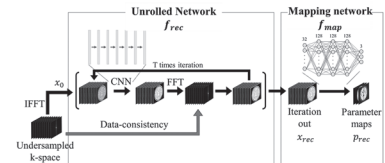


Fig.1 本研究で提案するqDC-CNN構造。

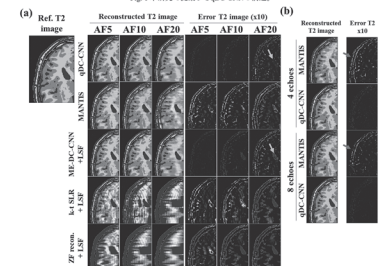


Fig.2 各実験のT2再構成画像とエラー画像。(a)は実験1におけるT2再構成結果。(b)は、実験2におけるT2再構成結果。

References

- [1] Schlemper et al. A deep cascade of convolutional neural networks for dynamic MR image reconstruction. *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol. 37, no. 2, pp. 491-503, 2017.
- [2] Cozzino et al. BrainWeb: Online Interface to a 3D MRI Simulated Brain Database. *NeuroImage*, vol. 5, no. 4, part 2A, 8423, May 1997.
- [3] Liu et al. MANTIS: Model-Augmented Neural Network with Incoherent k-space Sampling for efficient MR parameter mapping. *Magn. Reson. Med.*, vol. 82, no. 1, pp. 174-188, 2019.
- [4] Lingali et al. Accelerated Dynamic MRI Equipping Sparsity and Low-Rank Structure: k-t SLR. *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol. 30, no. 5, pp. 1042-1054, 2011.

OS23-2 Self-supervised convolutional U-net for DKI-based IVIM analysis

Self-supervised convolutional U-net を用いた DKI-based IVIM 解析

梅沢 栄三, 内藤 尊人, 森田 愛理

Eizou Umezawa, Mikoto Naito, Airi Morita

School of Medical Sciences, Fujita Health University

【要旨】 U-net trained by a self-supervised learning method which requires no supervised data is applied to DKI-based IVIM analysis of the brain. At this stage, this method is inferior to Bayesian estimation. However, improvement can be expected by optimizing or/and modifying the U-net structure.

【背景と目的】

人工ニューラルネットワークを使ったモデルパラメータ推定の MRI 解析への応用が期待されている。教師あり学習を利用する場合、教師データを合成 MR 信号から作りそれでネットワークを訓練する。この方法では、作成する教師データにおけるモデルパラメータ分布に推定結果が影響を受ける問題が指摘されている。教師データを必要としない self-supervised learning (SSL) 法はこの問題が存在しない。本研究では、以前提案した、IVIM 模型の灌流比率 f と擬拡散係数 D_p の積 fD_p を DKI を使って求める方法に対してこの SSL 法を適用し、そのパフォーマンスを検証する。

【方法】

人工ニューラルネットワークの構造として、近隣ボクセルの情報を取り入れた推定を解像度の低下を押しさえつつ実行できる convolutional U-net を用いた。ネットワークを事前訓練せず、解析対象だけを使って SSL によりネットワークを訓練する方法を採用した。解析対象は健康ボランティア脳と、その脳データの一部を真値が既知の数値ファントムで置き換えたものとした。本方法とベイズ推定法を用いた解析との比較を行った。

【結果】

本方法で作成した fD_p マップはベイズ推定法で作成するものと近かった。しかし、マップ中の一部に、正しい推定が行われていないと考えられる領域が発生した。数値ファントムを用いた検証においては、数値ファントムを配置した場所に結果が依存した。ベイズ推定法と比べ、精度は改善する（結果のばらつきは小さくなる）ことが多かったが、正確度は低下する（真値からのずれは大きくなる）場合が多かった。また、今回は解析対象ごとにネットワークのトレーニングを行っているために、マップの作製に15分程度の時間を要した。

【結論】

現段階において、SSL 法で訓練した convolutional U-net による DKI based-IVIM 解析は、ベイズ推定を利用した解析よりも総合的に劣っている。とはいえ、教師あり学習を利用した人工ニューラルネットワークによる推定においては訓練データによってはパフォーマンスが大きく低下することがあるのに対し、SSL 法では安定してベイズ推定法に近い結果が得られたことは注目に値する。今回用いた U-net の構造は、セグメンテーション用に調整されたものとはほぼ同じであり、本用途のために最良のものではなかった可能性がある。U-net 構造を調整したり、近隣ボクセルの情報のみならずより大域的な情報を取り入れられるようにネットワーク構造を変形することで、パフォーマンスが改善する可能性がある。今回比較対象としたベイズ推定を用いた方法が既に徹底的に調整されているのに対し、SSL 法で訓練した convolutional U-net による推定法は今後の発展が期待できる。

OS23-3 The evaluation of High-Resolution Deep Learning Reconstruction (HR-DLR) for ADC measurement

ADC測定における高解像ディープラーニング再構成 (HR-DLR) の評価

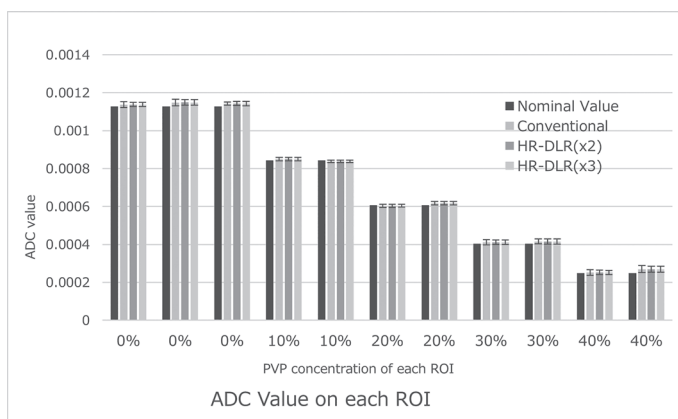
梶堀 葉南, 高井 雄紀, 朽名 英明, 篠田 健輔

Hana Tochibori, Yuki Takai, Hideaki Kutsuna, Kensuke Shinoda

CT-MR Division, Canon Medical Systems Corporation

【要旨】 High-Resolution Deep Learning Reconstruction (HR-DLR) algorithm by two neural networks for denoising and up-sampling was evaluated for ADC value measurement. It was shown that HR-DLR is applicable to ADC value evaluation, since HR-DLR does not affect ADC value, making standard deviation smaller.

【背景】 近年、高解像な画像の出力を目的とした高解像ディープラーニング再構成 (以下HR-DLR) の提案がなされている^[1]。このHR-DLRは、ディープラーニングを用いてノイズ低減とリングング除去を行う再構成技術である。**【目的】** ADC値評価におけるHR-DLRの有用性を確認することを目的とする。本研究では、ADCファントムを用いてHR-DLRが定量値であるADC値に与える影響を評価する。**【方法】** ADCファントムの0%から40%の異なるPVP濃度を持つ11個のバイアルに対し、キヤノンメディカルシステムズ社製の3T MRI装置を用いて、主にParallel Imaging (SPEEDER, Exsper, Multiband SPEEDER) の手法、空間分解能、NAQ、歪補正技術の有無などが異なる7つの異なる条件下での拡散強調像(DWI)を撮像し、ADCマップを取得した。使用シーケンスはSEEP1である。得られた画像をそれぞれHR-DLR (up-sampling factor=2および3) と従来法 (EP1フィルタ+Fine Recon) を用いて再構成を行った。ROIは11個の各バイアル上に設定し、各再構成画像に対し、各ROIのADC値の平均と標準偏差を比較した。**【結果】** 図はSPEEDER併用、分解能1.2*1.2mm、NAQ=2、歪補正技術無しの場合でb=0、1000のDWIを撮像から求めたADC値である。公称値に対する2倍のHR-DLRの誤差率は最大8.6%であり、3倍のHR-DLRの誤差率は最大8.7%であった。また、従来法に対して、2倍のHR-DLRの誤差率は最大0.08%であり、3倍のHR-DLRの誤差率は最大0.14%であった。さらに標準偏差は従来法と比べて2倍のHR-DLRで最大29%、平均6%減少し、3倍のHR-DLRで最大29%、平均5%減少した。**【考察】** ADC測定においてHR-DLRの従来法に対する誤差率は最大0.14%であり、標準偏差との比較においても十分に小さいため、ADC値は再構成手法に依存しないと言える。公称値との誤差はいずれのPVP濃度のバイアルにおいてもup-sampling factorによらず10%以下であり、ADC測定の精度としても妥当と考える。また、HR-DLRはADC値のばらつきを従来法より小さくしたためSNRの向上に寄与すると考えられる。今後の3倍のHR-DLRの応用としてマトリクス数を減らしての撮像時間短縮などが考えられるが、その有効性の評価にはマトリクスサイズのみが異なる同等条件の比較が課題である。**【結論】** ディープラーニングを用いてノイズ低減とリングング除去を行う再構成技術であるHR-DLRはADC値に影響を与えず、ADC値の評価に有効であると言える。また、HR-DLRはSNRの向上に寄与することも示唆された。**【文献】** [1] Kutsuna H, et al. Proc. ISMRM 2023 p.2292



OS23-4 Fundamental study of image quality evaluation using high-resolution deep learning reconstruction technology

超解像Deep Learning再構成技術を使用した画質評価のための基礎検討

原田 翔平¹, 高津 安男², 岩瀬 秋吉¹, 山本 香織³, 佐野雄一郎³, 篠原麻衣子³, 大野 良治^{4,5}

Shohei Harada¹, Yasuo Takatsu², Akiyoshi Iwase¹, Kaori Yamamoto³, Yuichiro Sano³, Maiko Shinohara³, Yoshiharu Ohno^{4,5}

¹Department of Radiology, Fujita Health University Hospital, ²Molecular Imaging, School of Medical Sciences, Fujita Health University, ³Canon Medical Systems Corporation, ⁴Department of Radiology, Fujita Health University School of Medicine, ⁵Joint Research Laboratory of Advanced Medical Imaging, Fujita Health University School of Medicine

【要旨】 The high-resolution deep learning technology that reconstructs high resolution images from low was developed by Canon. The DLR produced images with no significant difference in FWHM. We found the possibility of shortening the scan time while maintaining the resolution with this technology.

【背景・目的】 近年、キヤノンメディカルシステムは、面内における低空間分解能の画像から高空間分解能の画像を再構成するDeep Learning再構成技術(DLR)を開発した。この技術は、従来からのSNR向上DLR技術も活用し、鮮鋭度およびSNRを向上させた画像を生成することが可能である。時間分解能の低いMRIにおいて、位相方向の撮像マトリックス数の削減は、撮像時間に大きく影響し得る。しかし、新たなDLR技術であるため、ファントムを用いた基礎的な画質評価が行われておらず、評価の妥当性も確立されていない。そこで本研究では、この超解像DLR技術を用いて、低分解能画像から高分解能画像を生成し、その妥当性と有用性を検討することを目的とした。【方法】 MRI装置は静磁場強度3テスラのVantage Centurian(キヤノンメディカルシステムズ社製)を使用し、ミネラルオイルを封入したファントム内にアクリルを4度傾斜させ設置したMRI性能評価ファントム(京都科学)を撮像した。FOV:256×256mm²;収集マトリックス数:384×384pixelで撮像したT2強調画像を基準とし、対象は収集マトリックス数:128×128と192×192pixelの画像から超解像DLRによって作成したマトリックス数:384×384相当の画像とした。DLRに関するパラメータは実際の臨床で使用するものを用いた(ノイズ強度:1.0, Edge Enhance:none)。取得した画像のオイルとアクリルの境界よりエッジ画像を抽出し、Line Spread Function(LSF)を算出した。LSFの算出には15列のプロファイルを加算平均した。評価はLSFの半値幅(FWHM)を取得し、Steel-Dwass検定を用いた。【結果】 収集マトリックス数:128×128と192×192pixelの画像から超解像DLRによって作成したマトリックス数:384×384相当の画像は、基準画像に対して有意な差を認めなかった(p>0.05)。【結語】 超解像DLR技術を用いることで、求める空間分解能を維持したまま、撮像時間短縮の可能性が見いだされた。

OS23-5 Repeatability and reproducibility in a deep learning-based brain volumetry software

ディープラーニングベースの脳区域抽出ソフトウェアの精度と再現性

後藤 政実¹, 鎌形 康司², 高林 海斗², 後藤 翼³, 湯澤 拓矢³, 北村 嘉郎³, 波田野 琢⁴, 服部 信孝⁴, 青木 茂樹², 坂本 肇¹, 坂野 康昌¹, 京極 伸介¹, 代田 浩之¹

Masami Goto¹, Koji Kamagata², Kaito Takabayashi², Tsubasa Goto³, Takuya Yuzawa³, Yoshiro Kitamura³, Taku Hatano⁴, Nobutaka Hattori¹, Shigeki Aoki², Hajime Sakamoto¹, Yasuaki Sakano¹, Shinsuke Kyogoku¹, Hiroyuki Daida¹

¹Department of Radiological Technology, Faculty of Health Science, Juntendo University, ²Department of Radiology, Juntendo University School of Medicine, ³Medical System Research & Development Center, FUJIFILM Corporation, ⁴Department of Neurology, Juntendo University School of Medicine

【要旨】 The brain subregion analysis (BSA) is region segmentation software with deep learning algorithm for brain MRI under development by FUJIFILM. The best performance in both repeatability and reproducibility were found in BSA compared to two major methods (i.e., the SPM and the FreeSurfer software).

【目的/背景】 脳領域に対する容積変化の評価は、疾患や老化に関する多くの研究に用いられている。マニュアルトレース法では時間のコストが主な問題となり、コンピュータ解析[Statistical Parametric Mapping (SPM)やFreeSurfer (FS)など]が用いられるようになったが、近年、深層学習を用いた方法が提案され、その優れた能力が報告されている。Brain subregion analysis (BSA)は、富士フィルムで開発中の深層学習を用いた脳領域の容積評価を行うソフトウェアであり、その容積評価における精度と再現性をSPMやFSと比較することを目的とする。【方法】 11人の健康人ボランティアに対して、3台の装置(GE Discovery MR750w 3.0T, PHILIPS Achieva 3.0T, SIEMENS MAGNETOM Prisma 3.0T)を用いて、各装置で2回連続の頭部撮像を行った。この研究に対する倫理委員会の承認は得られており、全ボランティアから同意書取得を行っている。BSAでは107領域の容積を測定することが可能だが、SPMとFSに対する比較を行うために、左右×8領域に比較領域を絞った。各領域の名称は(in SPM/ in FS/ in BSA), (Gray matter/ Cortex/ Superior frontal gyrus), (White matter/ Cerebral white matter/ White matter), (Cerebrospinal fluid/ Lateral ventricle/ Lateral ventricle), (Hippocampus/ Hippocampus/ Hippocampus), (Orbital gyrus/ Medial orbitofrontal/ Medial orbitofrontal cortex), (Cerebellum posterior lobe/ Cerebellum cortex/ Cerebellum cortex), (Putamen/ Putamen/ Putamen), and (Thalamus/ Thalamus/ Thalamus)である。SPMでは、SPM12ソフトウェアを使用し、空間的正規化にはDARTTELを、アトラスにはWFU PickAtlasを用いた。FSでは、バージョン7.1.0を使用し、recon-allパイプラインを使用した。精度の評価には、PRDREP(%) = $[100 \times 2|X-Y| / (X+Y)]$ 、再現性の評価には、CV(%) = $(100 \times \sigma / \mu)$ の関係式を用いた。Xは撮像1回目の画像から得られた容積値、Yは2回目の画像から得られた容積値、 σ は3つの装置で得られた容積値の標準偏差、 μ は3つの装置で得られた容積値の平均値。有意差検定には、Bonferroni/Dunn多重補正を用いたpaired Student t-testを使用し、有意水準はP-value<0.05とした。【結果】 BSAはSPMと比較して、左半球での4領域と右半球での4領域で優れた精度を示し、左半球での2領域と右半球での3領域で優れた再現性を示した。さらに、BSAはFSと比較して、左半球での1領域と右半球での1領域で優れた精度を示し、左半球での6領域と右半球での6領域で優れた再現性を示した。BSAが、SPMまたはFSに対して劣る結果は観察されなかった。【結論】 BSAはSPMやFSと比較し、優れた精度と再現性を有している。

OS23-6 Weakly supervised deep learning segmentation of the stomach and duodenum for the creation of 3D MRCP MIP images

3D MRCP MIP 画像の作成を想定した弱教師あり深層学習による胃および十二指腸の抽出

杉本 裕汰¹, 藤田 直人¹, 玉田 大輝², 舟山 慧³, 市川新太郎³, 五島 聡³, 寺田 康彦¹
 Yuta Sugimoto¹, Naoto Fujita¹, Daiki Tamada², Satoshi Funayama³, Shintaro Ichikawa³, Satoshi Goshima³,
 Yasuhiko Terada¹

¹Graduate School of Science and Technology, University of Tsukuba, ²Department of Radiology, University of Wisconsin-Madison,
³Department of Radiology, Hamamatsu University School of Medicine

【要旨】 Automated removal of untargeted organs in magnetic resonance cholangiopancreatography (MRCP) is required for maximum-intensity projection reconstruction. We proposed a weakly supervised deep learning model for MRCP that uses seed information as auxiliary information for segmentation.

1. 背景目的

Magnetic resonance cholangiopancreatography (MRCP) では、胆管や膵管などの臓器のみを抽出するため、MIP再構成処理を行う[1]。その前処理として、対象臓器以外の高信号臓器の除去が必要となる。この除去作業は時間がかかる上、習熟が必要のため、作業の自動化が望まれている。そこで我々は、前処理での対象臓器の領域抽出法として、深層学習(DL)を使ったセグメンテーションに注目した。しかし、MRCP向けのデータセットは多く、抽出対象となる臓器の中には、胃や十二指腸など、画像コントラストの違いだけでは周辺組織と区別しづらい臓器も多く、転移学習の適用も難しい。そこで、本研究では、セグメンテーション時の補助情報となる seed 情報を併用する弱教師あり学習を利用する。弱教師あり DL モデルによる MRCP の周辺臓器抽出の自動化を提案し、その性能を検証することを目的とする。

2. 方法

本研究ではセグメンテーション問題でよく用いられる DL モデルの U-Net[2] を用いて、MRCP で削除対象臓器の代表である胃と十二指腸のセグメンテーションを行った。

2.1 データセット

胆管と膵管を含む上腹部公開データセットである CPTAC-PDA[3] の全症例から T2 強調画像(横断像)を選択し、モデルの学習及びテストに用いた。他条件(撮像機種や静磁場、パラメータ等)は症例ごと異なっていた。正解の領域を示す ground truth(GT)マスクは、訓練を受けた作業者が作成した後、放射線診断専門医1名による確認、修正を行った。入力画像のマトリクスサイズは 256x256x32 にリサイズした。

2.2 ネットワーク及び学習方法

本研究のアーキテクチャには U-Net を利用した (Fig. 1)。ネットワークの入力に、補助情報となる seed 画像と T2 強調画像とする弱教師付きモデルを U-Net+seed とした。また、通常の教師付きモデル U-Net も比較用に用いた。学習条件はエポックを 1000、バッチサイズを 1、学習率を 1.0x10⁻⁴ とした。データセット全 14 例を、12 例(学習)、1 例(検証)、1 例(テスト)に分割した。テスト用の症例と学習用の症例を変えて行うクロスバリデーションをし、計 5 症例を評価した。U-Net+seed モデルに与える seed の数と位置に関して、学習時はイテレーション毎に 1~8 個ランダムに選択し位置はランダムとした。検証時とテスト時は seed の数は 4 個とし、位置は検証時にはランダム、テスト時には固定して行った。損失関数には Dice Loss を使用した。

2.3 評価方法

出力マスクの精度定量評価には、Precision、Recall、Dice 係数を使用した。定性評価では、抽出対象臓器(胃、十二指腸)、周囲臓器(膵臓、胆管、肝臓)の抽出の適切さをそれぞれ 5 段階、4 段階で放射線診断専門医 1 名が評価した。各評価の前処理として、0.5 を閾値として出力の抽出領域を 2 値化した。また、U-Net と U-Net+seed の各評価値の差を、ウィルコクソン符号順位検定を使って比較した(有意水準 0.05)。

3. 結果および考察

定量及び臨床医による定性評価の結果を Fig. 2 に示す。定量指標に関しては、有意差は認められなかったものの、すべての指標で平均値は U-Net+seed の方が高かった。定性指標に関しては、有意差は認められなかったものの、すべての指標で平均値は、胆管を除いて、U-Net+seed の方が高評価だった。

画像出力を見ると、U-Net の出力マスクは正解マスクと大きく異なっていた。これは、学習に用いた画像が、同じ T2 強調画像でも異なるシーケンスで取得されており、コントラストが一致していなかったためであると考えられる。一方で、U-Net+seed は U-Net と比較するとかなり GT に近いマスクを出力できていた。これは seed を入力に加えたことにより、seed の周辺をマスク領域ととらえられたと考えられる。

4. まとめと今後の展望

学習時にラベルの一部情報を与える seed 画像を入力に加えることで、U-Net セグメンテーション結果が飛躍的に向上した。今後は seed の分布や損失関数の改良を行う予定である。

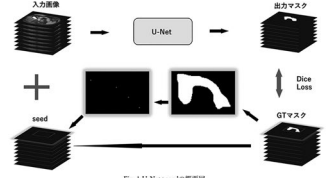


Fig. 1 U-Net+seed の概要図

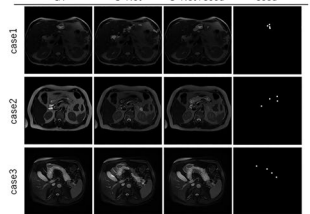
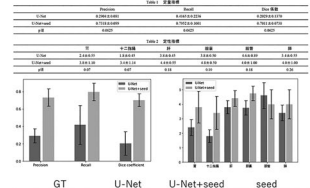


Fig. 2 定量評価と定性評価の結果。学習結果の領域抽出 (左から右: U-Net, U-Net+seed) の GT と比較して、U-Net+seed の結果は GT に近いマスクを出力できている。右側は U-Net+seed の結果と GT の差分画像を示している。

[1] N. Griffin, G. Charles-Edwards, and L. A. Grant, "Magnetic resonance cholangiopancreatography: the ABC of MRCP," *Insights Imaging*, vol. 3, no. 1, pp. 11-21, Feb. 2012, doi: 10.1007/s12324-011-0129-9.
 [2] O. Ronneberger, P. Fischer, and T. Brox, "U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation," in *International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention*, Springer, 2015, pp. 234-241.
 [3] National Cancer Institute. Clinical Proteomic Tumor Analysis Consortium (CPTAC). "The Clinical Proteomic Tumor Analysis Consortium Pancreatic Ductal Adenocarcinoma Collection (CPTAC-PDA)." *The Cancer Imaging Archive*, 2018, doi: 10.7927/h3t7c1a.2018.32.20018.

OS24-1 Automated detection of the pulmonary nodule in ultrashort echo time MR images using deep learning

深層学習を用いた Ultra-short TE MR 画像における肺結節検出

高橋 将斗^{1,2}, 野村 行弘^{3,4}, 竹永 智美², 越野 沙織², 花岡 昇平², 中尾 貴祐⁴, 阿部 慎司¹, 吉川 健啓⁴
 Masato Takahashi^{1,2}, Yukihiko Nomura^{3,4}, Tomomi Takenaga², Saori Koshino², Shouhei Hanaoka⁴, Takahiro Nakao⁴,
 Shinji Abe¹, Takeharu Yoshikawa⁴

¹Department of Radiological Sciences, Ibaraki Prefectural University of Health Sciences, ²Department of Radiology, The University of Tokyo Hospital, ³Center for Frontier Medical Engineering, Chiba University, ⁴Department of Computational Diagnostic Radiology and Preventive Medicine, The University of Tokyo Hospital

【要旨】 We developed an automated detection of pulmonary nodules in UTE MR images using deep learning. It employs 3D FC-ResNet for lung area segmentation and 3D U-Net for pulmonary nodule detection. The results show that our method has the potential to detect pulmonary nodules in UTE MR images.

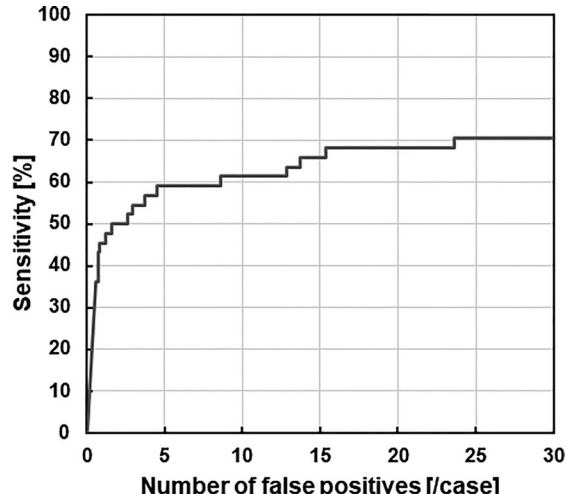
【目的/背景】 Ultra-short TE MR (UTE MR) シーケンスにより 1 回の息止めのみで胸部全体の MR 画像が撮像可能であり、肺結節検出の新たなツールとして期待されている。肺結節に対するコンピュータ支援検出 (CAD) は X線写真や CT 画像を対象としたものは多く研究開発され、その有用性も示されている。UTE MR 画像においても肺結節検出の CAD が開発されれば、同様の支援効果が得られることが期待できる。本研究では、深層学習を用いた UTE MR 画像における肺結節自動検出手法を提案する。

【方法】 3T MR 装置 (Siemens 社製 MAGNETOM Skyra) にて coronal 断面の UTE MR 画像を取得した。撮像条件は次の通りである: TE 0.05 ms, TR 2.66 ms, FA 2.5°, FOV 600 mm, スライス厚/間隔 1.7 / 1.7 mm, マトリクスサイズ 352 × 352、スキャン時間 22 秒。肺野領域抽出用データとしては正常症例 40 例を使用し、右肺野・左肺野・気管支領域のラベル画像は閾値処理による領域抽出結果を診療放射線技師が手作業で修正することで作成した。深層学習モデルの学習・検証・テストにはそれぞれ 25 症例・5 症例・10 症例を用いた。肺結節検出用データとして、312 個の肺結節を含む 281 症例の UTE MR 画像を使用した。各症例は直径 5 mm 以上の肺結節を含む少なくとも 1 個含まれており、1 名の放射線科診断専門医が肺結節の形状をベクトル入力した。深層学習モデルの学習・検証・テストにはそれぞれ 201 症例・40 症例・40 症例を用いた。本手法は肺野領域抽出と肺結節検出に分かれ、それぞれで深層学習モデルを用いた。肺野領域抽出では深層学習モデルとして 3D FC-ResNet を使用し、入力はサイズを 1/2 とした胸部 UTE MR 画像、出力は右肺野・左肺野・気管支・その他の部位のラベル画像とした。モデルの出力より画素毎に最大の確信度を持つラベルを候補ラベルとして決定した。後処理として、連結要素解析およびモルフォロジー処理を行い、最終的な右肺野・左肺野・気管支ラベル画像を得た。モデルのパラメータはランダムサーチを行い、検証用データで性能が最良のモデルを使用した。抽出性能は作成した領域ラベルとの Dice 係数を用いて評価した。

肺結節検出では抽出した左右の肺野領域より作成した bounding box より 24 × 24 × 24 ボクセルの関心領域 (VOI) を切り出し、3D U-Net モデルを適用した。VOI の切り出し間隔は各方向 12 ボクセルとした。U-Net モデルの出力は重複したボクセルの平均を取ることで統合した後、閾値処理および連結要素解析を行い、病変候補領域を抽出した。U-Net の学習は肺結節の重心を中心とした VOI を入力し、シフトおよび 90 度単位の回転によるデータ拡張を併用した。モデルのパラメータはベイズ最適化によるパラメータサーチを行い、検証用データで性能が最良のモデルを使用した。性能は FROC 曲線にて評価した。

【結果】 肺野領域抽出はテスト症例において右肺野・左肺野・気管支の Dice 係数はそれぞれ 0.960 ± 0.011, 0.956 ± 0.020, 0.764 ± 0.059 であった。図に肺結節検出における FROC 曲線を示す。症例あたりの偽陽性数が 4.5 と 13.7 の場合の検出感度はそれぞれ 59.1% と 65.9% であった。

【結論】 本研究では、深層学習を用いた UTE MR 画像の肺結節の自動検出手法を提案した。結果より、UTE MR 画像における肺結節検出 CAD の実現可能性が示された。



OS Day 2

OS24-2 Diffusion models for high-resolution volumetric images to realize anonymization of medical images with preserving utilities and protecting privacy

医用画像の有用性とプライバシー保護を同時に満たす匿名化を実現する、高解像度体積画像を扱う拡散モデル

柴田 寿一¹, 花岡 昇平¹, 中尾 貴祐², 吉川 健啓², 阿部 修¹

Hisaichi Shibata¹, Shouhei Hanaoka¹, Takahiro Nakao², Takeharu Yoshikawa², Osamu Abe¹

¹Department of Radiology, The University of Tokyo Hospital, ²Department of Computational Diagnostic Radiology and Preventive Medicine, The University of Tokyo Hospital

【目的/背景】 深層生成モデルの発展に伴い、偽物だが現実的な画像を事実上無数に生成できるようになってきた。加え、深層生成モデルを局所差分プライバシーの理論と組み合わせて応用すれば、顔画像等に含まれる個人識別に資する情報を、当該画像を類似はするが実在しない顔画像に変換するなどして匿名化できることがわかってきた。高解像度体積画像である医用画像（頭部MR画像や胸部CT画像等）を差分プライバシーによって匿名化できれば、公開される個人情報の程度を理論的に制御できる。したがって、ほぼすべてのプライバシーを保護しつつ、有用性もある程度は維持したまま、円滑な医用画像の共有が可能になるだろう。しかし、空間解像度が256x256x256またはそれを超える体積画像を直接に学習し、生成できるモデルはまだない。一方、頭部MR画像を含む、医用画像については、医師による診断に耐えるために空間解像度が256x256x256かそれ以上であることが望ましい。以上の背景を受けた本研究の目的は、第一に、空間解像度256x256x256の深層生成モデルを世界で初めて確立することである。なお、この深層生成モデルはあらゆる種類の体積画像を学習できると考えられるが、本研究では人間の頭部を写したMR画像をモデル化する。加えて研究の第二の目的は、局所差分プライバシーの理論と本研究で新規に確立する高解像度体積画像を扱う深層生成モデルとを組み合わせて、これまでにない高い解像度の医用画像をプライバシーの理論的保証とある有用性を満たした状態で匿名化することである。**【方法】** 代表的な深層生成モデルである拡散モデルは、ノイズで汚染された画像からノイズを除去する過程を扱いの容易な部分問題に幾らでも分割して学習でき、生成モデルの間では唯一、現実的なメモリ要求量を実現できる可能性があり、本研究では拡散モデルを採用する。本研究で採用する従来と異なる手法は、以下の通りである。第一に、通常の低解像度2次元拡散モデルを高解像度3次元拡散モデルに拡張する。第二に、ネットワークの表現力をさらに向上させるため、「時間埋め込み」をネットワークから排除し、通常は1つであるネットワークを、時間に依存し異なるパラメータを持つ複数のネットワークに拡張する。第三に、高解像度体積画像に対して世界で初めて局所差分プライバシーを画素単位で適用する。第四に、匿名化した体積画像から、本研究で構築された3次元拡散モデルを用いてノイズを除去することによって画質改善を図る。第五に、本研究で得られる匿名化された高解像度医用画像を医師らが主観的に評価し、匿名化の程度と画像に写る人体の一貫性を評価する。**【結果】** 空間解像度256x256x256の3次元深層生成モデルを世界で初めて確立することに成功した。さらに、局所差分プライバシーの理論と本研究で新規に確立する高解像度体積画像を扱う深層生成モデルとを組み合わせて、これまでにない高い解像度の医用画像をプライバシーの理論的保証と有用性を満たした状態で匿名化することにも成功した。**【結論】** 高解像度体積画像を扱う拡散モデルと差分プライバシーを組み合わせて高解像度体積画像である医用画像を匿名化することで、有用性を維持しつつ、プライバシーを保護することが可能になった。本研究の成果は円滑な医用画像の共有に貢献できると考えられる。

OS24-3 Distortion correction of diffusion weighted images by deep learning applying transformer

Transformerを応用した深層学習による拡散強調画像の歪み補正の開発

上山 毅¹, 高橋絵里花¹, 藤田 直人¹, 鈴木 雄一², 岩永 秀幸², 阿部 修³, 寺田 康彦¹

Tsuyoshi Ueyama¹, Erika Takahashi¹, Naoto Fujita¹, Yuichi Suzuki², Hideyuki Iwanaga², Osamu Abe³, Yasuhiko Terada¹

¹Institute of Applied Physics, University of Tsukuba, ²Department of Radiology, The University of Tokyo Hospital, ³Department of Radiology, The University of Tokyo

【要旨】 Deep learning methods, including U-Net and Transformer-based approaches, were explored for distortion correction in diffusion weighted images. Results indicated that both Swin U-Net and Trans U-Net outperformed U-Net, with Trans U-Net showing the best performance.

【背景・目的】

深層学習を用いた拡散強調画像の歪み補正法について様々考案されており、U-Net等の畳み込みニューラルネットワーク（CNN）をベースとした手法が報告されている^[1]。また、近年注目されているTransformerは自然言語処理の分野で登場したモデルであるが、画像処理タスクにおいてもself attentionの操作により離れたボクセル間の関連性を上手く特徴量としてとらえることができるため、セグメンテーション等に有効であることが知られている。そこで高橋らはTransformerをU-Netに用いた深層学習が拡散強調画像の歪み補正について応用できることを報告した^[2]。本研究では、高橋らの検討を進展させ、学習モデルの構造に注目しself attentionの導入の仕方の違いによる歪み補正効果への影響を検証した。

【方法】

本研究では3種類の歪み補正の学習モデルを比較検討した。1つはこれまでに多く報告されているCNNに基づく“U-Net”と畳み込みを行わないTransformer型の“Swin U-Net”、そしてCNNとTransformerのハイブリッド型である“Trans U-Net”である。またSwin U-Netは計算コストの都合上、二次元画像の学習モデルとした。学習に用いた画像はHuman connectome project(HCP)のデータベースから利用した。学習に100症例、検証に20症例、テストに10症例を準備した。学習の際、HCPパイプラインで推奨されるFSL等のソフトウェアを用いた歪み補正画像をGround truth画像とした。学習後、3つモデルによって合成された画像（b0画像とb1000画像）とそこから再構成されるADC画像、Fractional Anisotropy画像やTensor情報（テンソル画像、固有値ベクトル画像）について、Ground truth画像をリファレンスとするPSNR、SSIM、DICE係数、MI、NMSEを計算し、3種のモデルの歪み補正効果について比較検証を行った。

【結果・考察】

図1に拡散強調画像（b1000）のGround truth画像、歪み補正前画像(uncorrected)また3種の学習モデルによって合成された画像を示す。どのモデルも歪みが補正されていた。またモデル間の歪み補正効果の比較に関して、多くの項目においてU-NetよりもSwin U-NetとTrans U-Netのスコアが高い傾向にあった。またTransformer型においてはTrans U-NetがSwin U-Netよりもスコアが高い傾向にあった（図2）。

一般的にCNNベースのU-Netに用いられるネットワークは各層での畳み込みにより特徴量を抽出するが、層が深くなるにつれて実効的な受容野が狭いためにグローバルな情報を得られにくい。一方、本研究で提案したTransformerがCNNと異なるのは、各層でself attentionと全結合を行うことで実効的な受容野を広くすることができ、画像全体の広範囲の情報を上手く学習できたため歪み補正に効果があったと考えられた。また今回用いたSwin U-Net二次元画像用のネットワークであるため、ハイスペックなGPUを搭載し三次元データを学習するモデルに拡張することで、さらに精度の高い歪み補正効果を得られる可能性もある。

【結論】

拡散強調画像の歪み補正効果において、CNNとTransformerのハイブリッド型であるTrans U-Netが最も優れていた。また畳み込みを行わないTransformer型のSwin U-Netも、従来のU-Netを凌駕していた。

参考文献

- [1] Tsuyoshi Ueyama “Application of a learning model for distortion correction using 3D U-net to diffusion kurtosis imaging” JSMRM 2022, DP02-9
- [2] Erika Takahashi “Distortion Correction Methods for Diffusion-Weighted Images Using Deep Learning” JSMRM 2022, OS10-3

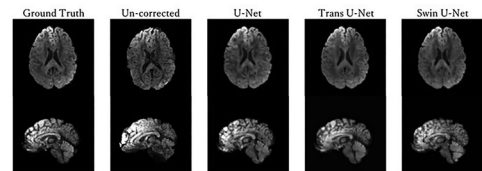


Fig.1 Diffusion weighted image (b1000) after correction of distortion by three different models

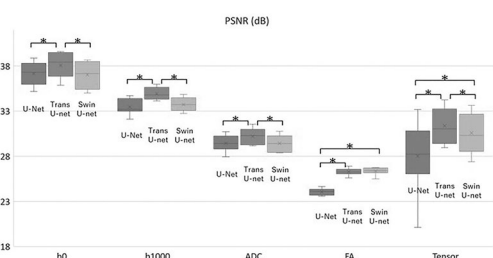


Fig.2 Comparison of three models by PSNR with ground truth image for reference and paired-t-test with Bonferroni's correction for multiple testing. The asterisk (*) marks indicate p<0.05.

OS24-4 An attempt to implement an in-hospital on-premise large-scale language model in support of radiological reporting

放射線レポート支援における院内オンプレミス型大規模言語モデル導入の試み

吉岡 直紀¹, 上野 寛之¹, 福田 一成¹, 福島 孝紘¹, 平野湧一郎¹, 湯山 康介¹, 御代麟太郎¹, 赤羽 正章¹, 桐生 茂¹, 青木 茂樹²

Naoki Yoshioka¹, Hiroyuki Ueno¹, Kazunari Fukuda¹, Takahiro Fukushima¹, Yuichiro Hirano¹, Kosuke Yuyama¹, Rintaro Miyo¹, Masaaki Akahane¹, Shigeru Kiryu¹, Shigeki Aoki²

¹Department of Radiology, Narita Hospital, International University of Health and Welfare, ²Department of Radiology, Juntendo University

【要旨】 Recently, large-scale language models like ChatGPT and have gained popularity, but they are web-based, not suitable for secure information processing. This study introduces a stand-alone language model, Vicuna-13b, and examines its possibility.

【目的/背景】 昨今、ChatGPT(Generative Pretrained Transformer)やGPT-4に代表される大規模言語モデルの、知的作業の多方面への応用が話題となっているが、これらのサービスは基本的にWebベースでの提供であり、情報セキュリティの観点からも、施設内にとどめておきたい情報の処理には不向きである。今回、我々はスタンドアローンのマシン上で運用可能な大規模言語モデルを導入し、施設内で完結するシステム構築の可能性について検討した。**【方法】** Ubuntu 18ワークステーション(CPU:i7-7800, RAM:64GB, GPU:NVIDIA Quadro GV100 x2)に、オープンソースの大規模言語モデルの一つであるVicuna-13bをインストールした。Python v3.8にてプロンプト型のユーザーインターフェイスを作成し、質問とそれに対する回答について検討した。**【結果】** プロンプト型の英語での質問、日本語での質問、いずれにも回答可能であった。1つの質問に対しての回答に要する時間は、最大単語数を200に限定した場合、10秒~32秒と、一般にWebベースで提供されているサービスよりも時間を要したが、英語の質問において、不自然とされる回答はなされなかった。**【結論】** スタンドアローン型の大規模言語モデルの立ち上げに成功し、施設内で完結するシステム構築の可能性が示唆された。

OS24-5 Automatic segmentation of methionine uptake lesions via MRI for malignant glioma

アミノ酸代謝画像をGround truthにおいたMRIによる悪性神経膠腫の病変自動抽出アルゴリズムの構築

木下 学¹, 沖田 典子², 有田 英之³, 山本 祥太¹, 下瀬川恵久⁴, 貴島 晴彦²

Manabu Kinoshita¹, Yoshiko Okita², Hideyuki Arita³, Shota Yamamoto¹, Eku Shimosegawa⁴, Haruhiko Kishima²

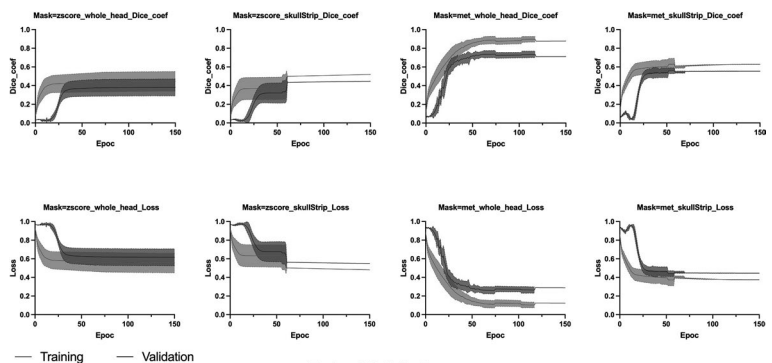
¹Department of Neurosurgery, Asahikawa Medical University, ²Department of Neurosurgery, Osaka University Graduate School of Medicine, ³Department of Neurosurgery, Osaka International Cancer Institute, ⁴Department of Molecular Imaging in Medicine, Osaka University Graduate School of Medicine

【背景】 深層学習を利用して、MRIに描出される神経膠腫を自動的に抽出する技術開発が近年急速に発展しているが、研究者が設定したMRI上の造影病変・非造影病変・浮腫領域をGround truthとして病変抽出モデルを構築し診断精度を測定している。神経膠腫では病変の真の浸潤度をMRIで測ることはできないため、MRIをGround truthとした場合に得られた病変抽出モデルは不十分なものである可能性が高い。この問題を明らかにするために、本研究は神経膠腫の病変浸潤度をMRIよりも正確に反映していると考えられるメチオニンPETをGround truthにおいて病変抽出モデルを構築し、MRIをGround truthとする場合との診断精度比較を行なった。

【方法】 MRIとメチオニンPETが施行された悪性神経膠腫33例を対象とした。造影T1強調画像では造影病変(GT_MRI)を、メチオニンPETではトレーサーの高集積部(GT_PET)をGround truthとした。病変抽出のための深層学習装置はU-netを採用した。入力画像はT1強調画像、T2強調画像、T1強調造影差分画像とし、左右反転画像の採用によってデータ量を2倍に拡張し、乱数表を用いて60%・20%・20%の割合で学習・検証・テストデータに分割した。

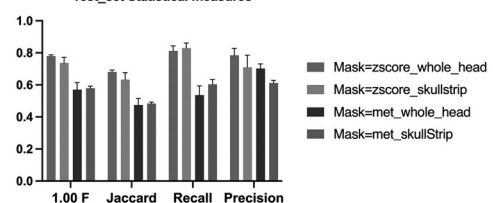
【結果】 解析対象画像数はGT_MRIで248枚、GT_PETで310枚であった。解析したデータ量はデータ拡張により、GT_MRIで496枚、GT_PETで620枚であった。GT_MRIの方がGT_PETよりも早期に学習が安定した。テストデータによる学習モデルの評価ではGT_MRIとGT_PETのJaccard類似度係数・再現度・適合度の平均±標準偏差はそれぞれ 0.68 ± 0.01 ・ 0.81 ± 0.03 ・ 0.79 ± 0.04 と 0.48 ± 0.04 ・ 0.54 ± 0.06 ・ 0.70 ± 0.03 であり、GT_MRIに対してGT_PETが有意に劣っていた。

【結論】 本研究結果は、MRIによる神経膠腫の自動抽出モデルの病変抽出精度が、神経膠腫の脳浸潤を実態よりも高く報告していることを示唆する。今後学習データ大幅に増加させて、メチオニンPETをGround truthとする神経膠腫の自動病変抽出モデルを構築することが必要である。



— Training — Validation

Test_set Statistical measures



OS24-6 Image comparison between 1.5T system and 3.0T system using deep learning reconstruction method

深層学習再構成法を用いた1.5T装置と、3.0T装置の画像比較

吉田 博一, 池田 昌子, 照井 正信

Hirokazu Yoshida, Masako Ikeda, Masanobu Terui

Division of Radiology, Akita University Hospital

【要旨】 Images were validated using deep learning reconstruction methods. Although there are some limitations depending on the system used, images from the 1.5T system using Deep Resolve Boost & Sharp proved to have high sharpness and a signal-to-noise ratio equivalent to that of the 3T system.

【背景】 当院のSIEMENS社製MAGNETOM Solaに深層学習再構成法であるDeep Resolve Boost (以下DRB)・Deep Resolve Sharp (以下DRS)が搭載された。これにより高い信号雑音比 (以下SNR) と高鮮鋭度の画像取得が見込まれるものの、その画質向上については未知数な部分が多く、特に3T画像と対比された報告は少ない。**【目的】** DRB・DRS併用の1.5T画像と3T画像を比較し、画質向上効果について検討を行うことを目的とした。**【方法】** MAGNETOM Sola 1.5T : 20ch Head/Neck Coil (以下Sola) とCANON社製Vantage Centurian 3T : 32ch Head Coil (以下Centurian)を用いて以下の検証を行った。(1)09-101Pro-MRIファントムをT2強調画像で撮像し、ホールマトリックス部の半値幅を測定した。FOVは22cmで固定し、Matrix sizeを320~640まで変化させた。それぞれのMatrix sizeの半値幅とDRS併用のMatrix size320の画像、更にMatrix size320にZero fill interpolation (以下ZIP)を併用した画像の半値幅を比較した。(2)同意の得られた健常ボランティア8名に対して頭部T2強調画像の撮像を行い、SNRの比較を行った。FOVは22cmとし、SolaではMatrix sizeは320に固定し通常の再構成画像・DRB併用画像・DRS併用画像の3種類の画像を取得した。CenturianではMatrix size320の画像とMatrix size448の画像、更にMatrix size448にAdvanced intelligent Clear-IQ Engine (以下AiCE)再構成を行い、3種類の画像を取得した。Matrix size448では撮像時間をそろえるためにParallel imaging factorを1.4としている。撮像断面は基底核レベルに設定し、それぞれの画像に対して差分マップ法により前頭葉・視床・後頭葉のSNRを測定し、反復測定分散分析による有意差検定を行った。(1)・(2)双方において、その他の詳細なパラメータについてはSola・Centurianともに同一の設定としている。**【結果】** (1)DRSを併用したSolaの画像において、半値幅は他の条件下の半値幅と比較して小さい値となったが、Matrix size640の画像と比較するとホールマトリックスを正しく表現しているとはいえず、鮮鋭度は向上しているが分解能はZIP併用のMatrix size320と同等であると推測された。ZIP併用のMatrix size320と同等の半値幅となる画像はMatrix size448であった。(2)Solaで撮像された通常再構成のMatrix size320の画像は、Centurianで撮像されたMatrix size320の画像と比較するとSNRが有意に低い値となった。しかしDRB併用のMatrix size320の画像ではCenturianの画像と有意差は認められず、SolaにDRBを併用することで3T並みのSNRを得ることが可能であると証明された。また、DRSを併用したSolaのMatrix size320の画像はCenturianのMatrix size448に対して有意に高いSNRが得られ、AiCE併用画像に対しても前頭葉・視床においては平均値・中央値ともにやや低いものの、有意な差は認められなかった。**【結論】** Sola 1.5T装置においてDRSを併用することにより高い鮮鋭度が得られ、DRBを併用することで3T装置に匹敵するSNRが得られることが証明された。

OS25-1 Glymphatic System Impairment in MOG Immunoglobulin G Antibody-Associated Disorders and Its Association with Clinical Disability

抗MOG抗体関連疾患におけるGlymphatic system障害と臨床指標との関連について

萩原 彰文¹, 富沢 雄二², 星野 泰延², 横山 和正³, 鎌形 康司¹, 関根 永久¹, 高林 海斗¹, 仲谷 元¹, 前川 朋子¹, 明石 敏昭¹, 和田 昭彦¹, 田岡 俊昭⁴, 長縄 慎二⁴, 服部 信孝², 青木 茂樹¹

Akifumi Hagiwara¹, Yuji Tomizawa², Yasunobu Hoshino², Kazumasa Yokoyama³, Koji Kamagata¹, Towa Sekine¹, Kaito Takabayashi¹, Moto Nakaya¹, Tomoko Maekawa¹, Toshiaki Akashi¹, Akihiko Wada¹, Toshiaki Taoka⁴, Shinji Naganawa⁴, Nobutaka Hattori², Shigeki Aoki¹

¹Department of Radiology, Juntendo University School of Medicine, ²Department of Neurology, Juntendo University School of Medicine, ³Tousei Neurology Center, ⁴Department of Radiology, Nagoya University Graduate School of Medicine

【要旨】 The study investigated interstitial fluid dynamics in MOGAD patients using the ALPS index. Patients had lower ALPS index than healthy controls, correlating with worse EDSS scores, suggesting impaired glymphatic system.

【目的/背景】 多発性硬化症や抗アクアポリン-4抗体陽性視神経脊髄炎スペクトラム障害の病態生理には、障害を受けたglymphatic systemの関与が示唆されている。本研究では、抗 Myelin oligodendrocyte glycoprotein 抗体関連疾患 (MOGAD) という別の脱髄性疾患の患者を対象として、非侵襲的な画像診断技術である血管周囲腔に沿った拡散性の指標(diffusivity along the perivascular space, ALPS index)を用いて間質性液体動態を調査することを目的とする。

【方法】 寛解期のMOGAD患者16人と、年齢および性別をマッチさせた健常対照群22人を対象に前向き研究を行った。3-Tスキャナーを使用してMR画像を取得し、拡散MRIデータ (b値1000 s/mm²)を用いてALPS indexを計算した。ALPS indexと皮質や深部灰白質の体積を両群間で比較し、これらのパラメータとExpanded Disability Status Scale (EDSS)や罹病期間(disease duration)との関連性を調べた。

【結果】 MOGAD患者の平均ALPS indexは、健常対照群と比べて有意に低かった (Cohen's d = 0.93, false discovery rate-corrected P = 0.02) (図1)。低いALPS indexは、患者のEDSSの悪化と有意に相関していた (Spearman's ρ = -0.51, 95%信頼区間 -0.85 - -0.02, P = 0.03) (図2)。ただし、皮質体積と深部灰白質体積は両群間で有意な差はなく、EDSSとも相関しなかった。罹病期間はどのMRI指標との間にも有意な相関は見られなかった。

【結論】 本研究は、MOGAD患者がALPS indexによって測定されるglymphatic systemの障害を有している可能性があり、かつそれが患者の障害度と関連している可能性がある。これらの結果は、MOGADの新たな治療法の開発や疾患の理解に寄与する可能性がある。

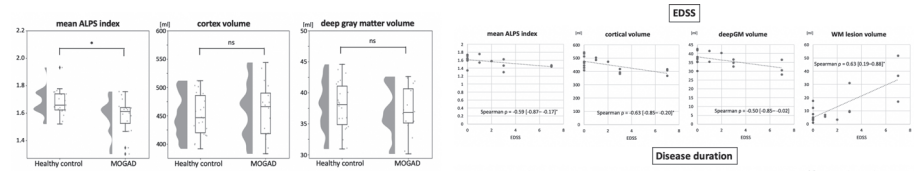


図1: MOGAD群と健常対照群との間で比較されたMRI指標のバイオリンプロットとボックスプロット。アスタリスクは false discovery rate補正済みのP値が0.05未満であることを示し、「ns」は非有意を示す。

図2: 臨床指標とMRIの指標との間の相関。アスタリスクは、P値が0.05未満であることを示す。

OS25-2 Association between the presence of the parasagittal cyst-like structure and mini-mental state examination score

傍矢状静脈囊胞様構造物の存在とミニメンタルステート検査点数との関連

大橋 俊夫¹, 山本 遼¹, 長縄 慎二², 鶴飼 克行³

Toshio Ohashi¹, Ryo Yamamoto¹, Shinji Naganawa², Katsuyuki Ukai³

¹Department of Radiology, Kamiida Daiichi General Hospital, ²Department of Radiology, Nagoya University Graduate School of Medicine, ³Department of Psychogeriatrics, Kamiida Daiichi General Hospital

【要旨】 The relationship between the presence of parasagittal cyst-like structure (CLS) and score of mini-mental state examination (MMSE) was investigated. The group with the CLS showed significant lower MMSE scores than the group without the CLS.

【Background】

A cyst-like structure (CLS) in the subarachnoid space near the superior sagittal sinus has been reported in magnetic resonance imaging (MRI) studies. It has been hypothesized that the CLS might result from stenosis or impairment of waste clearance pathway in the brain. However, there are no reports examining the relationship between the presence of CLS and cognitive function. In the present study, we investigated the association between presence of CLS and mini-mental state examination (MMSE) scores.

【Method】

We retrospectively analyzed the patients who underwent head plain-MRI, including whole-brain MR cisternography, for dementia screening. We excluded the patients with significant motion, hemorrhagic lesions (including microbleeds), and narrow subarachnoid space in high convexity. In patients' age and MMSE scores, differences between the groups with and without CLS were examined. Correlations between patients' age and MMSE scores were examined separately for the groups with and without CLS. Multivariate logistic regression analysis was performed; the outcome was defined whether MMSE scores were higher or lower than its median, and equal to its median was contained in lower MMSE score; the explanatory variables were presence or absence of cysts, patients' age, and patients' gender. We defined 5% as a threshold for statistical significance in the present study.

【Result】

Out of 207 cases, 95 were excluded and 112 cases were included for the analysis. The patients' age ranged from 66 to 94 years, with a median age of 83 years. There were 28 males and 84 females. MMSE scores ranged from 6 to 30, with a median of 24. CLS were detected in 57 out of 112 patients. Representative image of the CLS is shown in Fig. 1. There was no significant difference in patients' age between the groups with and without CLS ($p = 0.06$). The group with CLS showed significantly lower MMSE scores compared to the group without CLS ($p < 0.001$) (Fig. 2). In the group with CLS, there was no significant correlation between patients' age and MMSE score (Spearman's rank correlation coefficient ($R_s = -0.178$, $p = 0.185$), whereas a significant negative correlation was observed in the group without CLS ($R_s = -0.347$, $p = 0.001$). The presence of CLS was determined as independent predictor for the lower MMSE score (odds ratio = 13.9, 95% confidence interval = 5.34 - 36.1, $p < 0.001$).

【Conclusion】

The presence or absence of the CLS showed significant association with MMSE.

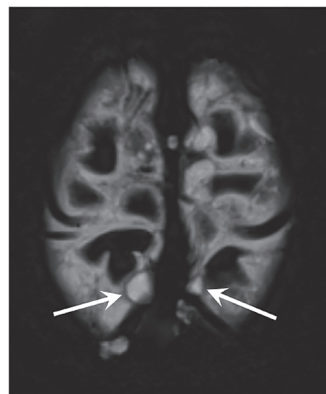


Fig. 1. Representative image of cyst-like structure (CLS). A magnetic resonance cisternography shows the CLSs (arrows).

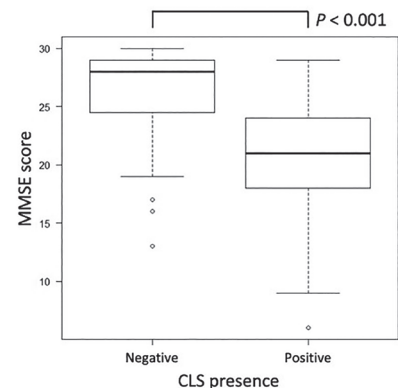


Fig. 2. Comparison of the mini-mental state examination (MMSE) score between the groups with and without cyst-like structure (CLS).

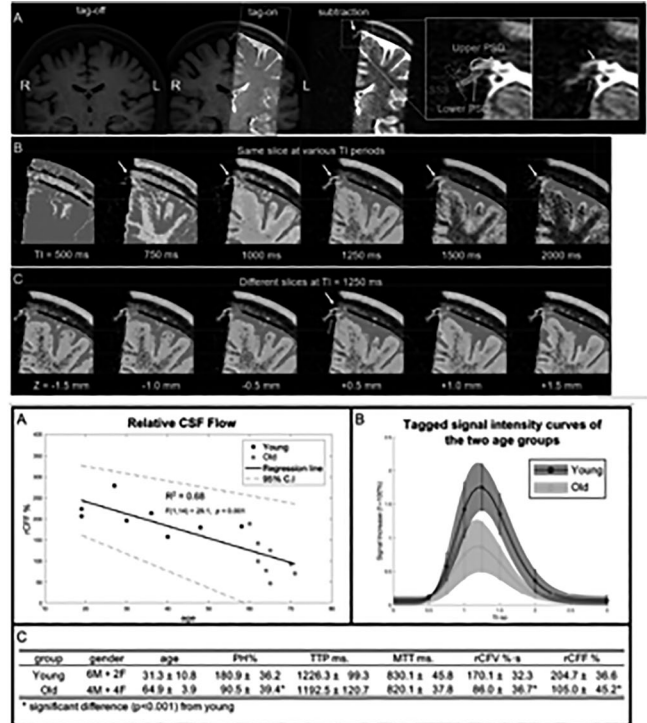
OS25-3 Age-related decline in intrinsic CSF outflow metrics in healthy subjects 内在性CSF流出測定値の加齢による低下

宮崎美津恵¹, Vadim Malis¹, Won Bae¹, 山本 麻子², Marin McDonald¹
Mitsue Miyazaki¹, Vadim Malis¹, Won Bae¹, Asako Yamamoto², Marin McDonald¹

¹University of California, San Diego Department of Radiology, ²Department of Radiology, Teikyo University

【要旨】 Intrinsic CSF outflow can be observed in the parasagittal dura (PSD) in human brains. The spin-labeling MRI shows endogenously tagged CSF outflow from the upper and lower PSD to SSS. The quantitative CSF outflow metrics indicate an age-related decline of the intrinsic CSF outflow in healthy brains.

[Objective/background] Imaging of noninvasive non-contrast CSF studies is limited, relying on venous injection or invasive intrathecal administration of contrast agents. The purpose of this study is to develop non-contrast MRI techniques to depict the intrinsic CSF egress pathways, to measure their quantitative metrics in healthy subjects with various ages. **[Methods]** The study was approved by the Institutional Review Board. All MR imaging data were obtained with a clinical 3-T MR imager (Vantage Galan 3T, Canon Medical Systems Corp., Japan) in healthy subjects without neurodegenerative diseases (10 males and 6 females; mean age, 47.6 ± 18.9 years; range, 19–71 years) who had given written informed consent. For localization of superior sagittal sinus (SSS), upper parasagittal dura (PSD), and lower PSD, T2-FLAIR and T2-weighted 3D centric ky-kz single-shot fast spin echo (3D cSSFSE) sequences were optimized for the contrast. For 4D time-resolved MRI, both tag-on (non-selective and selective IR pulses) and tag-off (only non-selective IR pulse) were acquired alternatively, subtracted, and measured signal-increase ratio (SIR) for quantitative intrinsic CSF outflow metrics. **[Results]** We have observed two intrinsic CSF outflow pathways: dura mater via upper PSD in all subjects, and often but not always another possible pathway from lower PSD, as shown in Fig. 1. The subtracted color maps of contiguous slices show marked CSF moved out from dura mater to upper PSD at TI of 1250 ms around the superior sagittal sinus. In the slice direction from -1.5 mm to +1.5 mm at TI of 1250 ms, observation of signals from the upper PSD was possible in every slice, as well as lower PSD signals. In Fig. 2, quantitative CSF outflow metrics show a decline of the intrinsic CSF outflow at the entire SSS in human brains of older individuals. Furthermore, we observed a sharp decline of the outflow after over 60 years, with a significant correlation between young (19 to 59 years) and old (60 to 71 years) ($r = 0.82, P < 0.001$). **[Conclusion]** Our study demonstrates unambiguous visualization of intrinsic CSF outflow from upper and lower PSD, and quantitative measures indicate a decline of CSF outflow metrics with age. The decline of CSF outflow may be a significant factor in the age-related prevalence of neurodegenerative diseases.



OS25-4 ¹⁷O-MRI for water dynamic measurements in pregnant-fetal mice ¹⁷O-MRIによる妊娠-胎児マウスの水動態計測

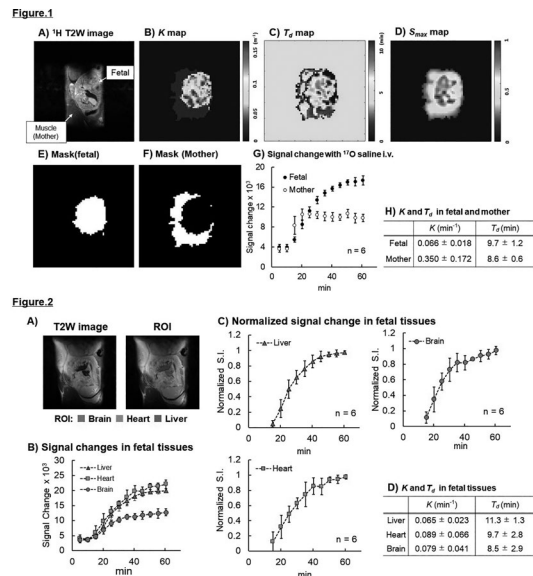
新田 展大¹, 張 弘¹, 富安もよこ¹, 立花 泰彦¹, 工藤 興亮², 小畠 隆行¹

Nobuhiro Nitta¹, Hong Zhang¹, Moyoko Tomiyasu¹, Yasuhiko Tachibana¹, Kohsuke Kudo², Takayuki Obata¹

¹National Institutes of Quantum and Radiological Science and Technology, ²Department of Diagnostic Imaging, Hokkaido University Graduate School of Medicine

【要旨】 The advantage of ¹⁷O-MRI is its high biosafety. Although abnormalities in water circulation are thought to affect fetal growth, reliable imaging techniques have not been established. We aimed to directly and noninvasively visualize water circulation in pregnant fetal mice with ¹⁷O-MRI.

【背景/目的】 酸素の安定同位体¹⁷O (天然存在比0.04%) が濃縮された水を用いる¹⁷O-MRIは安全性の高さに利点があり、生体内の水を非侵襲的・直接的に観測する方法として応用が試みられてきた^{1,2}。一方、胎児は母体中で活発な水の交換を伴いながら成長し、この水動態の異常は諸疾患(羊水過多症、ダウン症等)の原因となる。しかし、これまで水動態を観測する画像診断技術はなく、基礎研究が不可欠である。今回、妊娠-胎児マウスを対象とし¹⁷O-MRIによる母体、胎児、胎児組織の水動態計測を試み、水動態の解明に関する意義を検討した。**【方法】** 妊娠マウス(妊娠16-18日, n=6)の尾静脈を確保してセッティングし¹⁷O dynamic scanを行った。装置は前臨床7テスラMRI(Bruker BioSpin, Germany)、Coilは¹⁷O/H surface coil(高島製作所, Japan)を用いた。パラメータを以下に示す: UTE sequence³, TE/TR = 0.64/30 ms, FA = 90°, NEX = 50, Slice厚 = 3.6 mm, MTX = 64 × 64, FOV = 40 × 40 mm², scan time = 5 min / 1 frame, 繰り返し回数 = 12。ベースライン2点を取得後40% ¹⁷O生理食塩水(NUKEM isotopes, Germany) (200 μl / 20 g b.w.)を投与した。以下の式より各pixelの流入定数K (min⁻¹)、信号の遅れT_d (min)、¹⁷O水の最大信号S_{max}のマップを作成した。 $y = S_{max} \cdot (1 - \exp(-K \cdot (t - T_d)))$ K mapを用いて母体と胎児のmask画像を作成して信号変化を取得し、母体と胎児を分けて解析を試みた。胎児は不規則な方向を向いているためマニュアルで脳・肝臓・心臓の各ROIを設定し信号を計測した。結果はpaired t-testにより統計検定を行った。**【結果】** ¹⁷H-T2W画像(Fig. 1A)を基準にFOVを設定して¹⁷O dynamic scanを行いK map (B)、T_d map (C)、S_{max} map (D)を取得した。得られたマップでは母体-胎児の信号を明瞭に分離できた一方、胎児内部では信号強度が不均一となった。K mapより作成した胎児と母体のmask画像(Fig. 1E, F)では、母体の信号は早期に上昇した後プラトー(K=0.350 ± 0.172 min⁻¹)に至った。一方、胎児では相対的に緩やかな上昇の後(K=0.066 ± 0.172 min⁻¹)母体より高値に至り、優位な差を示した(p<0.01)。またT_dは母体(8.6 ± 0.6 min)に対して胎児で遅延(9.7 ± 0.6 min)を示し、統計検定結果はp<0.05であった(Fig. 1G, H)。Fig. 2は¹⁷O水の流入を胎児組織に分け評価した結果である。Fig. 2Aは形態画像とROIの一例でありFig. 2Bは各組織の信号変化である。ここでは胎児の信号が他組織より低値を示した。Fig. 2Cは各組織の信号をノーマライズし流入速度を評価したグラフである。T_dは、肝臓(11.3 ± 1.34 min)と脳(8.45 ± 2.87 min)においてトレンドレベルの差を認め(Fig. 2D, p<0.10) **【考察/結論】** ¹⁷O-MRIより母体-胎児で異なる信号変化を捉えることができ(Fig. 1)、¹⁷O水は血液-胎盤関門に阻まれることなく胎児の水動態研究に応用できる可能性が示唆された。また胎児組織間の信号変化については、胎児循環における臍静脈からの流入順から肝臓が最も速く¹⁷O水の流入を示すと予測したが逆に遅延する傾向を示した(Fig. 2)。これは静脈管(アランチウス管)經由の再循環により肝臓へ流入した¹⁷O水の影響かもしれない。胎児の信号が母体より高値であった点と胎児脳が他胎児組織より低信号であった点はsurface coilの不均一なコイル感度下では評価が難しく、今後はB1の均質化や感度補正技術の導入など改善を進める。また今回、胎盤や羊水の分離は難しく依然、時間・空間分解能に課題が残った。今後は高画質化に向けた実験に取り組んでゆきたい。結論として本研究は妊娠-胎児の水動態の基礎的計測に成功し¹⁷O-MRIは妊娠-胎児の水動態解明に有益な情報を与えることが示唆された。**【参考文献】** 1. Kudo, K. et al., JMIR, 2018, 47(5), 2. Tomiyasu, M., et al. JMIR, 2018, 47(5), 3. Geiger, J., et al. Clin Radiol, 2021, 76(9)



OS25-5 Investigation of Visualization of Water Proton Movement in Mouse Brain using Q-space Imaging

Q-space Imagingによるマウス脳内の水分子動態可視化についての検討

ハツ代 諭^{1,2}, 村山 啓太³, 厚見 秀樹⁴, 堀江 朋彦⁵, 黒田 輝^{2,3}

Satoshi Yatsushiro^{1,2}, Keita Murayama³, Hideki Atsumi⁴, Tomohiko Horie⁵, Kagayaki Kuroda^{2,3}

¹BioView, Inc., ²Department of Human and Information Science, School of Information Science and Technology, Tokai University,

³Course of Electrical and Electronic Engineering, Graduate School of Engineering, Tokai University, ⁴Department of Neurosurgery, School of Medicine, Tokai University, ⁵Department of Radiological Technology, Tokai University Hospital

【要旨】 Phantom experiments to investigate the accuracy of QSI-based velocimetry as well as mouse experiments to visualize the water proton movements in the brain parenchyma were performed. The mouse results showed change of the water proton movements in the alive and after cardiac arrest.

【目的】 Glymphatic system 仮説に関係する研究が多く行われている。¹⁻³ 血管周囲腔 (Perivascular space) に関する報告は多いが、脳実質内の間質液の動態に関する報告はほとんどない。拡散強調画像法化法の一つである Q-space imaging (QSI) による Propagator 解析は水分子の微小変位 [μm] が実測可能である。⁴⁻⁵ そこで本研究では、まずファントム実験にて本手法の精度を検証した。その後、マウス脳に本手法を適用し、脳実質内の水分子微速流の可視化の可能性について検討した。

【方法】 小動物用鉛直型 9.4T MRI で微速流ファントムに 2D-DW-STE-EPI 撮像を行った。撮像パラメータを次に示す: TR, 2000 ms; TE, 14.4 ms; δ , 1 ms; Δ , 1000 ms; Motion probing gradient (MPG) 強度, -292.74 ~ 292.74 mT/m (73.185 mT/m 間隔で 9 回); MPG 印加軸, 2 軸 ($\pm Z$); スライス厚, 6 mm; 空間分解能, 100 μm ; 加算回数, 2. 直径 6 mm のチューブに生理食塩水を満たし、容積式圧力ポンプで駆出した。流量を電子天秤で実測し、流量から平均流速 (平均流速 = 流量 / 断面積) を算出した。

麻酔下のマウスおよび心停止後のマウスの脳視床周囲に対し、9.4T MRI で 3D-DW-STE-EPI 撮像を行った。撮像パラメータを次に示す: TR, 8000 ms; TE, 17.82 ms; MPG 印加軸, 6 軸 ($\pm X, \pm Y, \pm Z$); 空間分解能, 140 \times 140 \times 500 μm^3 。他撮像パラメータはファントム実験と同一である。各ボクセルについて QSI で得られた複素信号から X, Y, Z 軸の速度 (速度 = 変位 / 拡散時間 Δ) を算出した。

【結果】 流量 0.04 ml/min (平均流速 23.6 $\mu\text{m/s}$) のファントム流路内における流速の理想値と QSI による実測値を比較したグラフを図 1 に示す。理想値と実測値は高い相関係数を示した。生存中および心停止後のマウス脳内における平均速度の比較結果を図 2 に示す。心停止後に脳内の水分子の平均速度が低下する傾向を示した。

【考察】 ファントム実験において QSI による推定値は数 $\mu\text{m/s}$ の速度でも高い精度が示された。本研究における QSI による速度分解能は 10 $\mu\text{m/s}$ であったが、速度分解能以上の速度帯でも高い精度を有する可能性が示唆された。マウス実験結果では生存中に比べて心停止後のマウス脳内の水分子速度の低下が示された。これは QSI で捉えた水分子動態が生命活動に起因するものであることを示唆した。この動態が脳実質内の間質液の流れを捉えているかについては本手法のヒトへの適用を含め追加検討が必要である。

【参考文献】

1. Hladky SB, Barrand MA. Fluids Barriers CNS 2022;19(1):9.
2. Matsumae M et al. Neurol Med Chir (Tokyo) 2019;59(4):133-146.
3. Oshio K. Magn Reson Med Sci 2023;22(1):137-141.
4. Maruyama K et al. PIERs 2018;978-982.
5. Komlosch ME et al. Magn Reson Imaging 2019;56:181-186.

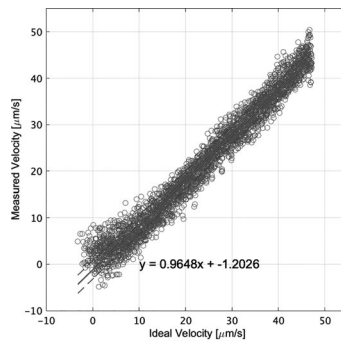


図1

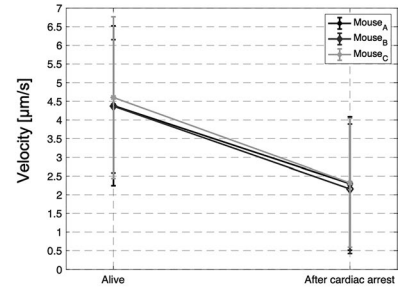


図2

OS26-1 Patient perception of MRI risks

MRI 検査のリスクに対する患者の認知度

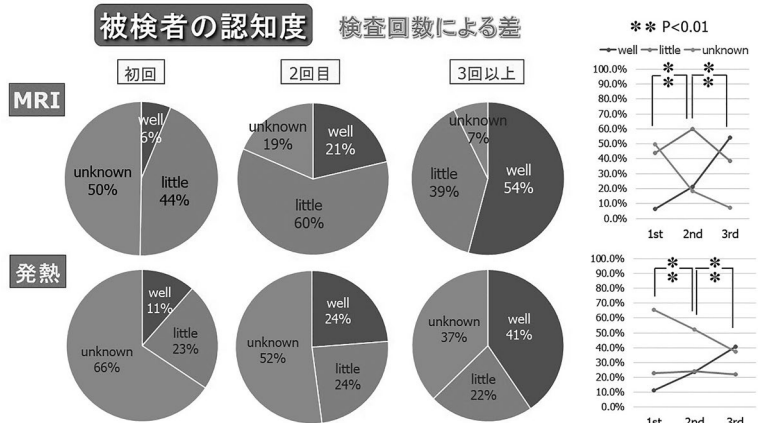
土井 司¹, 垂脇 博之², 小山 佳寛²

Tsukasa Doi¹, Hiroyuki Tarewaki², Yoshihiro Koyama²

¹Kouseikai Takai Hospital, ²Osaka University Hospital

【要旨】 In order to perform a safe MRI examination, it is important that the patient understands the contents and risks of the MRI examination before starting the MRI. We found that patients were anxious because we had not informed them about the MRI scan and burn.

【目的】 安全な MRI 検査を実施するために、検査前の説明と体内金属および体外装着物などのチェックは必須である。検査前に患者が MRI 検査の内容やリスクについて理解しているか否かは、安全に MRI 検査を実施するうえで重要な要素である。そこで、医療者側が行う MRI 検査に関する検査説明がどの程度患者に伝わっているかを調査した。この結果を基に、患者の MRI 検査のリスクに対する認知度を明らかにし、安全な MRI 検査を実施するために必要な検査説明の在り方と、患者の不安を軽減する方法について検討した。**【方法】** 2022 年 11 月~2023 年 2 月までに高槻会高井病院と大阪大学医学部附属病院で MRI 検査を受ける患者を無作為に選択し、協力の得られた患者にアンケート調査を行った。調査項目は属性として、1) 検査を受ける本人か否か、2) 年齢、3) 依頼科、質問として、1) MRI 検査を受けるのは何回目ですか? 2) MRI 検査は、どのような検査がご存じですか? 3) MRI 検査は、金属を付けていると危険であることを知っていますか? 4) MRI 検査は、やけどの危険性があることを知っていますか? 5) MRI 検査は、大きな音がすることを知っていますか? の 5 項目である。阪大病院では加えて、6) MRI 検査の検査説明は誰から受けましたか? 7) MRI 検査を受ける回数に於いて不安はありますか? の質問をした。MRI 検査のリスクに関する認知度が、1) MRI 検査を受ける回数による差、2) 高井病院と阪大病院との差、3) リスク要因による差、さらに患者に不安を与える要素に関する因子についてマン・ホイットニの有意差検定を用いて評価した。**【結果】** アンケート調査の有効回答数は、高井病院が 596 人、阪大病院が 500 人だった。両施設の年齢構成や依頼科、検査回数に関して大きな差はなかった。初回と 2 回目、3 回目以上のそれぞれのデータには、いずれも危険率 1% 以下の有意差があり「よく知っている」と回答した患者は「MRI に関して」が最も低く 5%、次いで発熱が 11%、騒音が 21%、吸引が 36% だった。3 回目以上になると、MRI が 54%、発熱が 41%、騒音が 88%、吸引が 76% に上昇した。施設による差も吸引のすべての回と発熱の 2 回目と 3 回目以上に、騒音の 2 回目と 3 回目以上に有意差があった。要因による認知度も MRI < 発熱 < 吸引 < 騒音の順で有意差があった。患者が感じる不安は、年齢や依頼科、誰が説明したかには依存せず、検査回数によって有意に緩和し、それぞれの要因に対して不安がある人とならない人との間で認知度に有意な差があった。要因による認知度は MRI < 発熱 < 吸引 < 騒音の順で有意差があった。**【結論】** 患者には、MRI 検査に関すること、発熱に関することが、よく伝わっていないことから、診療科での検査説明や書面での情報提供が不足しており、患者は臨床現場に着いてからの検査説明や確認チェックと経験によって情報を得ていることがわかった。今後、患者に安心して検査を受けていただくために、いかに放射線科に来られるまでに MRI 検査の内容や発熱などの情報を被検者に提供するかが課題である。



OS26-2 MR-safety of mixed-brand combinations of cardiac pacemakers: Comparison of RF-induced heating with approved single-brand at 1.5 T and 3.0 T

1.5と3Tにおける他社の本体・リード組み合わせからなる植込み型心臓ペースメーカの発熱に関するMR安全性

山崎 俊介¹, 福永 一星¹, 渋川 周平¹, ハツ代 諭^{2,8}, 俵 和也², 中井 俊子³, 安部 治彦⁴, 川崎 英生⁵, 佐藤 秀二⁵, 木暮 陽介⁵, 青木 茂樹⁶, 宮島 敦子⁷, 黒田 輝⁸

Shunsuke Yamazaki¹, Issei Fukunaga¹, Shuhei Shibukawa¹, Satoshi Yatsushiro^{2,8}, Kazuya Tawara², Toshiko Nakai³, Haruhiko Abe⁴, Hideo Kawasaki⁵, Shuji Sato⁵, Yousuke Kogure⁵, Shigeki Aoki⁶, Atsuko Miyajima⁷, Kagayaki Kuroda⁸

¹Department of Radiological Technology, Juntendo University, Tokyo, Japan, ²BioView, Inc., Tokyo, Japan, ³Department of Medicine, Division of Cardiology, Nihon University School of Medicine, Tokyo, Japan, ⁴Department of Medicine, University of Occupational and Environmental Health, Fukuoka, Japan, ⁵Department of Radiological Technology, Juntendo University Hospital, Tokyo, Japan, ⁶Department of Radiology, Juntendo University Hospital, Tokyo, Japan, ⁷Division of Medical Devices, National Institute of Health Sciences, Kanagawa, Japan, ⁸School of Information Science and Technology, Tokai University, Kanagawa, Japan

【要旨】RF-induced heating around mixed-brand generator-lead combinations of cardiac pacemakers were compared with approved single-brand combinations. The results demonstrated that there was no significant difference in temperature increase between the mixed and approved combinations.

【背景および目的】条件付MRI対応埋込み型医療機器は臨床で広く用いられており、MRI検査の実施例も増えている。(1)MRI対応の心臓ペースメーカに関しては、本体およびリードが同一社製品の場合のみ承認とされており、他社製品を組み合わせた場合は撮像することができないのが現状である。以前の報告では、他社製品を組み合わせた患者におけるMRI検査は、同一社製品の患者と比べてリスクの増加やデバイスへの深刻な影響をもたらさなかったことが報告されている。(2, 3)。本研究では、他社製品を組み合わせた場合のRF磁場による発熱の影響に関して、1.5Tと3TのMRI装置を用いて同一社製品の組み合わせの結果と比較・検討した。【方法】使用したMRI装置はSiemens社製MAGNETOM Skyra (3T)とPhilips社Ingenia (1.5T)であり、2D-FSE法を用いて約17分間の撮像を実施した。3.0TのMRI装置における撮像パラメータはTR/TE=7110/5.3ミリ秒、フリップ角=180°、FOV=400×400、マトリックス=256×256、スライス厚=10 mm、スライス枚数=36、SAR=1.3 W/kg、B1+RMS=2.5 μTである。1.5TのMRI装置における撮像パラメータはTR/TE=16910/3.7ミリ秒、フリップ角=180°、FOV=400×400、マトリックス=252×250、スライス厚=10 mm、スライス枚数=28、SAR=2.6 W/kg、B1+RMS=4.31 μTである。ペースメーカ本体およびリードはAbbott (ST JUDE MEDICAL)社、Boston Scientific社、Medtronic社の製品を用いた。ペースメーカ本体およびリードの配置は、実臨床を参考に設定した。温度測定用のプローブは心室の位置 (Ch1)、心房の位置 (Ch2)、ペースメーカ本体の近傍 (Ch3)、ペースメーカ本体反対側のファントム内の端付近 (Ch4)に設置した。ペースメーカ本体およびリードなしの場合をコントロールとして各測定値と差分をとり、正味の温度上昇として評価した。統計解析にはSPSS (Ver. 27)を用いて、Mann-WhitneyのU検定をした。【結果】同一社製品の組み合わせと他社製品の組み合わせにおいて、3Tと1.5Tのどちらにおいても有意差な差は認められなかった。しかし、1.5TのMRI装置においてリードの種類によっては顕著な温度上昇が心室の位置 (Ch1)と心房の位置 (Ch2)で認められた。【考察】以前の研究では、リードのRFインピーダンスによる影響が本体と比べて大きく、心臓ペースメーカ全体のインピーダンスを支配していることが示されている。したがって、リードがペースメーカのインピー

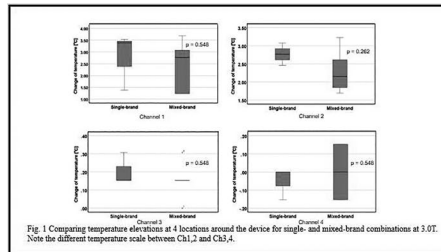


Fig. 1 Comparing temperature elevations at 4 locations around the device for single- and mixed-brand combinations at 3.0T. Note the different temperature scale between Ch1,2 and Ch3,4.

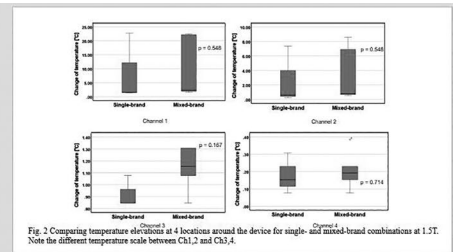


Fig. 2 Comparing temperature elevations at 4 locations around the device for single- and mixed-brand combinations at 1.5T. Note the different temperature scale between Ch1,2 and Ch3,4.

OS26-3 Propose a medical questionnaire and consent form to ensure proper understanding and consensus among patients when explaining MRI examinations.

MRI検査説明時に患者に十分な理解を得て合意形成を図る問診票・同意書の提案

矢部 邦宏¹, 内田 幸司², 土橋 俊男³, 平野 浩志⁴, 高橋 順士⁵, 高橋 光幸⁶, 石川 聡⁷, 後藤 和久⁸, 土井 司⁸

Kunihiro Yabe¹, Koji Uchida², Toshio Tsuchihashi³, Hiroshi Hirano⁴, Junji Takahashi⁵, Mitsuyuki Takahashi⁶, Satoshi Ishikawa⁷, Kazuhisa Goto⁹, Tsukasa Doi⁸

¹Department of Radiology, Yamagata Prefectural Shinjo Hospital, ²National Institute of Information and Communications Technology, ³Department of Radiology, Saitama City Hospital, ⁴Hoseikai Marunouchi Hospital, ⁵Toranomon Hospital, ⁶Yokohama Sakae Kyosai Hospital, ⁷GROW Corporation, ⁸Takai Hospital, ⁹non-partisan

【要旨】We discussed and developed a new MRI exam explanation/questionnaire and consent form to demonstrate how to explain MRI to patients and build consensus in today's hyper-aging society.

[objective/background] MRIは、静磁場、RF、傾斜磁場を用いた特殊な環境であることから、被検者のMR適合性の判断として問診が必須であると臨床MRI安全運用の指針などで示されている。一方、従来のMRIの問診は、体内金属植込み症例を検査対象から除外する事が主たる目的のチェックシートが多く、体内金属植込み症例が増加傾向である現状では、MR適合性の判断として不十分であると考えられる。また、MRI独特の騒音がもたらす聴覚障害の可能性、金属の吸着の可能性、体温の上昇、体内金属などの発熱も含め特殊な検査環境であることから、検査内容や危険性を被検者が十分理解できる検査説明が行われるべきである。しかし、被検者が十分理解できていない状態で、被検者と医療機関がトラブルとなった事例も散見される。また、医療機関が十分な問診や情報収集を行わないで、検査直前で不適合であることが判明する事例も見られる。著しく高齢化が進みつつある現状にふさわしいMRI検査時の患者説明、合意形成方法は、確立されていない。また、体内金属植込み症例が増加しつつある中で、特殊な環境を患者に説明し合意形成を図ることは、医療者の負担にもなっている。そこで、今後のMRIを取り巻く状況に適合しかつ医療現場の負担を軽減するMRI問診票・同意書を検討したので報告する。【Methods】一般社団法人 安全なMRI検査を考える会と株式会社GROWが共同で、MRI検査説明・問診などの現状/問題点をアンケート収集し、行うべき問診・患者説明・合意形成方法に関し協議し作成した。また、より患者が理解しやすいように、株式会社GROWが作成・販売しているMRI検査バーチャル体験の患者説明用動画を使用した。患者説明用動画をスマートフォンなどで視聴できるようQRコード化し、MRI検査説明・問診票・同意書にレイアウトして作成をおこなった。作成したMRI検査説明・問診票・同意書は2施設で導入した。【result】1)各施設によって業務フローが異なることから、導入後に再調整が必要になった施設があった。2)作成したMRI検査説明・問診票・同意書にて患者説明・合意形成を図ったいずれの施設も、問題は生じなかった。3)QRコードで説明動画を視聴した患者は、MRI検査を理解しやすかったとの評価を得た。4)説明を担当した医療者からは、体内金属の発熱など、説明すべき事項が明確になったとの評価を得たことから、患者説明のタスクシフトを図ることも可能であった。動画による検査説明は非常に有用であった。【conclusion】体内金属植込み症例が増加しつつある超高齢化社会を見据え、新たなMRI検査説明・問診票・同意書の作成などの導入によって、音響障害や、体内金属の発熱の可能性などの説明が明確になり、合意形成までの過程が明確になった。動画による検査説明は非常に有用であり、今後、各施設への普及を図ることで、説明が不十分なことによる患者との紛争が防止できることが期待される。

OS26-4 Comparison of fever around epicardial and endocardial leads in pediatric patients with implanted cardiac pacemakers and its variation with body size

心臓ペースメーカー植え込み小児患者の心外膜・心内膜リード周辺の発熱の比較および体格による変化

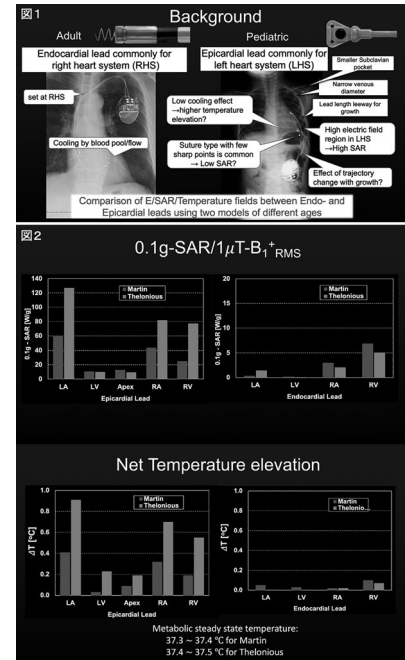
小口 玲奈¹, 藤本 恭子², 白神 一博³, 黒田 輝⁴

Reina Oguchi¹, Kyoko Fujimoto², Kazuhiro Shiraga³, Kagayaki Kuroda⁴

¹Course of Electrical and Electronic Engineering, Graduate School of Engineering, Tokai University, Kanagawa, Japan, ²GE HealthCare, Chicago, IL, United States, ³Department of Pediatrics, The University of Tokyo Hospital, Tokyo, Japan, ⁴Tokai University, Kanagawa, Japan

【要旨】 Simulation of temperature distribution in two numerical models of pediatric patients with pacemakers were conducted. Results showed that the epicardial lead tends to have higher heating than endocardial lead. Patient growth accompanied expansion of the lead resulted in higher heat generation.

【序論】 心臓デバイス植え込み患者の内70%が生涯の内にMRI検査を受ける必要がある。心内膜リードが主に成人に使用されるのに対して、小児には一般的に心外膜リードが使用されることが多い。主な理由は、小児の静脈の直径が狭いためリード線が血流を阻害する恐れがあること、成長を考慮してリード線にたわみを持たせ腹腔内に留置する必要があることである。心外膜リードを使用する場合MRの安全性の観点からいくつかの障害が想定される。心外膜リードは主に左心系に留置されるため、一般的に心内膜リードに留置される右心系よりもRF磁場照射により高い電場が発生する可能性がある。心外膜の電極近傍には血液が流れていないため、心内膜に比べ冷却効果が低くなる可能性がある。そこで本研究では心臓ペースメーカーを装着した小児患者のRF発熱を評価するために、数値人体モデルを用いて心外膜および心内膜リード周辺の発熱の比較ならびに成長に伴うリード軌道の変化による発熱の変化を評価した。【方法】電磁界に関してSim4Lifeを用いてFDTD解析を行った。成長を考慮した対象として29ヶ月男児 (Martin) と6歳男児 (Thelonious) の数値人体モデルを使用し、年齢の近い患児のCT画像に基づいて、図1に示す心外膜及び心内膜リードのペースメーカーのモデルを植え込んだ。ペースメーカー本体のサイズは高さ44.7mm、幅42.9mm、厚さ7.5mm (コネクタ部厚さ7.9mm) で作成した。リードは完全導体の芯線 (直径1mm) に絶縁皮膜 (厚さ0.6mm) を作成した。心外膜リードは左心房に1本、左心室1本と左心室心尖部に1本、心内膜リードは右心房に1本と右心室に1本配置した。心外膜リードはスーチャ型電極と心内膜リードはスクルー型電極とした。1.5TのMRIを想定しRF周波数を64MHzとした。B1+RMSを1μTとしてスケールリングした0.1-g平均SARと、SARに基づいて整体熱伝導方程式を用いて求めた温度をシミュレーションした。RF発熱の影響を与える前に、人体モデルの体温を熱平衡に到達させるため30分間熱源を加えない状態でシミュレーションし、その後15分間の熱源を適用させた。【結果ならびに考察】図2上段に示すように植え込み部位によらず全的に心外膜リードは心内膜リードより高いSARを示した。心外膜リードは心内膜リードよりも左体側に近い領域を通過し、電場の接線成分が明らかに大きかったためと考えられる。心外膜リードにおいて、心房と比較し心室および心尖部のSARはるかに小さかったのはリード線が二股構造になっていたため、SARの分布が薄まったためと考えられる。さらに心外膜リードの場合、MartinとTheloniousの左心房・右心室のグラフを比較すると一貫してTheloniousの方がSARが高い結果であった。これは、体幹部の成長に伴い、リード軌道が伸びて、リードに対する電界の接線成分が大きくなったためと考えられる。次に、温度上昇の結果を図2下段に示す。代謝の定常状態温度はMartinでは37.3°C~37.4°C、Theloniousでは37.4°C~37.5°Cとなった。SARの傾向を反映して全体的にTheloniousの心外膜リードの発熱が大きくなった。リードの軌道が心内膜リードよりも体外側寄りになる傾向があるため、心外膜リードは心内膜リードよりも組織温度が上昇する可能性が高い上に、体格が大きくなることでリードに沿う電場の接線成分が増加したためと考えられる。また本シミュレーションでは反映されていないが、血流による冷却効果の乏しさから、臨床における温度上昇にはより大きな差が引き起こされる可能性がある。【結論】患者が成長によって体格が大きくなるとリードの軌道が拡大し、電界の接線成分が増加するため、患者の成長により温度上昇が起こる可能性がある。RF磁場による発熱だけに注目していたが、グラディエントコイルによる影響によってさらに変化するため、グラディエントコイルによる変化を検討する必要があると考える。



OS Day 3

OS26-5 MRI safety in RF-induced heating of residual leads

遺残リードのRF誘発加熱におけるMRI安全性

今田奈津夫^{1,2}, 堀江 朋彦¹, ハツ代 諭³, 俵 和也³, 中井 俊子⁴, 丹羽 徹⁵, 安部 治彦⁶, 宮島 敦子⁷, 黒田 輝⁸

Natsuo Konta^{1,2}, Tomohiko Horie¹, Satoshi Yatsushiro³, Kazuya Tawara³, Toshiko Nakai⁴, Tetsu Niwa⁵, Haruhiko Abe⁶, Atsuko Miyajima⁷, Kagayaki Kuroda⁸

¹Department of Radiology, Tokai University Hospital, ²Division of Health Sciences, Graduate School of Medical Sciences, Kanazawa University, ³BioView, Inc., ⁴Department of Medicine, Division of Cardiology, Nihon University School of Medicine, ⁵Department of Diagnostic Radiology, Tokai University School of Medicine, ⁶Department of Medicine, University of Occupational and Environmental Health, ⁷Division of Medical Devices, National Institute of Health Sciences, ⁸School of Information Science and Technology, Tokai University

【要旨】 In this study, the effect of RF-induced heating of residual leads investigated at high field strength and clinical use positions. As a result, it was found that the temperature rise was large at the tip of the lead when the cap was attached and small at clinical use position.

2012年、本邦でも条件付きMRI対応心臓ペースメーカーが使用可能となり、現在では条件付きMRI対応心臓植込み型電気的デバイス (cardiac implantable electronic devices: CIEDs) 装着患者のMRI検査もめずらしくない。この条件付きMRI対応CIEDsでは傾斜磁場、RF磁場により発生する電流がリード内へ侵入するのを防ぐ構造となっており、温熱効果に対する安全性が保証されている。しかしながら、実臨床ではジェネレータ交換やリード不全によって遺残リードとなっている場合が存在し、リード線のみではMRI対応の可否に関わらず原則禁忌となっている。そこで、本研究では遺残リードにおけるRF誘発加熱の影響を調査したので報告する。ASTMファントムに浸漬したキャップ付ペースメーカーリード線 (58cm, 52cm) を体側側 (電解強度の強い位置) および臨床的使用位置である体中央付近 (電界強度の弱い位置) に配置し、遺残リードを模擬した。ASTM2182およびISO10974に従い、右心室リード先端 (Ch1)、右心房リード先端 (Ch2)、リード電極側 (Ch3)、およびファントムの対側 (Ch4) に対応する位置で光学式温度計を使用し、温度上昇を測定した。リード線はBoston Scientific, Medtronic, Abbott社の製品を使用した。さらに、ジェネレータの有無、キャップの有無における温度上昇もまた測定した。MRI撮像には1.5 T MRI (Philips, Ingenia) を使用し、2D Turbo Spin Echo (TSE) 法による撮像を行った。撮像条件はTR/TE=16910/3.7msec, Flip angle=180°, FOV=400×400, matrix=252×250, スライス厚=10mm, スライス数=28, SAR=2.6 W/kg, B1+RMS=4.31 μT, 撮像時間=16分46秒である。体側側に配置したキャップ付リード線におけるCh1, Ch2, Ch3, Ch4の温度上昇は41.6, 27.8, 0.9, 3.1°C (Abbott), 23.5, 26.6, 0.9, 3.2°C (Boston Scientific), 31.9, 24.7, 1.1, 3.3°C (Medtronic) であった。キャップをした電極側は電界強度の弱い体の中心に近く、キャップの厚みがあったことから温度上昇は低かったと考えられる。一方、体中央付近に配置した場合のCh1, Ch2, Ch3, Ch4の温度上昇は12.6, 4.4, 0.6, 3.4°C (Abbott), 8.9, 6.2, 0.4, 3.6°C (Boston Scientific), 13.6, 4.8, 0.6, 3.9°C (Medtronic) であった。また、キャップ無しの場合における温度上昇 (°C) は2.4 (Ch1), 1.4 (Ch2), 3.7 (Ch3), 3.8 (Ch4) となり、最も低かった。断線や体液浸潤のない遺残リードでは導体が両端で露出されたキャップ無しの方が発熱は低いと言える。遺残リードのRF誘発加熱は臨床的位置である体中央付近における温度上昇は低く、キャップ付ではリード先端部における温度上昇が高いため注意が必要である。

OS26-6 Synthesis and evaluation of magnetic properties of 3d transition element ferrite particles by coprecipitation method

共沈法による3d遷移元素系フェライト微粒子の合成と磁気特性評価

八木 一夫¹, 中西 信介², 杉本 聖一³, 稲葉 忠司²

Kazuo Yagi¹, Shinsuke Nakanishi², Seiichi Sugimoto³, Tadashi Inaba²

¹Department of Clinical Engineering, Faculty of Human Care at Makuhari, Tohto University, ²Graduate school of Engineering, Mie University, ³Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology

【要旨】 In this study, we aim to expand the application range of magnetic fluids. We have fabricated magnetic ferrite microparticles composed of various metal elements. It was confirmed that Cu, Zn, and Ni were compounded as prepared in all samples. We have succeeded in producing magnetic fine particles.

【目的/背景】 我々は磁性流体の生体材料としての応用範囲の拡大を目的とした研究を実施している。具体的には磁性流体のコアとなる磁性体微粒子の「単位質量当たりの磁力の向上」と「毛血管および体内滞留性の延長」という内容である。本研究では磁性流体の応用範囲の拡大を目的とし、磁性流体の「単位質量当たりの磁力の向上」と「金属元素による新たな集積臓器の探査、適応元素候補の選択」のためにFeO・Fe₂O₃微粒子にCu, Zn, Niの新たな金属元素を複合させたフェライト磁性微粒子を作製した。鉄のみで構成された磁性流体はほぼ肝臓に運ばれるが、含まれる金属によって異なる部位や臓器への取り込みが示唆されている。よって、Cuのような従来と異なる元素を用いることにより、新たな臓器集積等の効果を発現する可能性を持つ磁性微粒子を作製することを目的とした。またCuは体内では微量金属作用を持つ元素として知られ消炎効果を発揮する可能性が指摘されている。【方法】実験条件は、M2+: Fe2+: Fe3+=1:7:16, Zn2+: (M2++Fe2+): Fe3+=1:7:16となるような金属塩比率で微粒子を作製し、磁気特性を調査した。【結果】実験結果より、全試料においてCu, Zn, Ni元素が仕込み通りに複合していることが確認できた。Zn元素複合微粒子の最大飽和磁化値は101.2[emu/g]を示した。fig.1-aに試料振動型磁力計(VSM)の写真を示す。fig.1-bにFe・Zn-Cu元素複合微粒子の合金割合の変化による飽和磁化値を示す。Cu元素複合磁性微粒子の飽和磁化値は67.96[emu/g]となりZn元素と比較すると33%磁力が低いが、従来のFeフェライト微粒子と比較すればほぼ同等の磁化値を示した。また、Fe・Zn-M系磁性微粒子においてはCuおよびNi元素の金属塩比率が高い試料ほど磁化値が低くなる傾向が見られた。さらにCu合金と比較してNi合金の方が磁化値の低下率が少ない結果となった。これはNi元素自体が磁性を持つ金属元素であるためだと考えられる。本研究により、従来のフェライト微粒子とほぼ同じ磁化値を保持したまま新たな元素効果が期待できる磁性微粒子を作製することに成功した。これにより磁性流体の応用部位や臓器集積適応範囲の拡大に繋がるのが期待できる。

Fe・Zn-Cu磁性微粒子の飽和磁化値計測



Fig. 1-a. Vibrating sample magnetometer : VSM

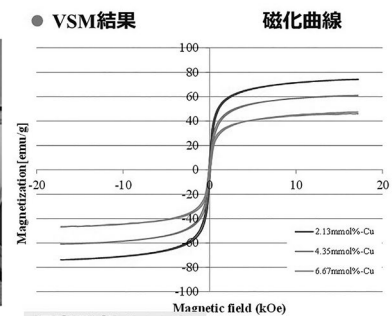


Fig. 1-b. 磁性微粒子の飽和磁化値の計測

OS27-1 Evaluation of the Optimal Imaging Method for Fast Pulmonary REACT MR Angiography Using Compressed SENSE

Compressed SENSEを用いた高速撮像REACT肺MR Angiographyの至適撮像法の検討

稲富 輝¹, 藪内 英剛², 齊藤 裕也³, 和田 達弘³, 小林 幸次³, 西澤 直人¹, 神谷 武志⁴, 石神 康生⁴

Hikaru Inadomi¹, Hidetake Yabuuchi², Yuya Saito³, Tatsuhiko Wada³, Koji Kobayashi³, Naoto Nishizawa¹, Takeshi Kamitani⁴, Kosei Ishigami⁴

¹Department of Health Sciences, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, ²Faculty of Medical Sciences, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, ³Division of Radiological Technology, Department of Medical Technology, Kyushu University Hospital, ⁴Department of Clinical Radiology, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University

【要旨】 We compared the ability of REACT pulmonary MRA using CS-SENSE (respiratory + peripheral pulse-triggering at right ventricular systolic phase; acceleration factor, 1.8) to delineate the pulmonary segments between patients and healthy volunteers. This technique is useful also in clinical practice.

【目的】 肺血管の描出には一般的に造影CT Angiography (CTA) が用いられるが、放射線被曝やヨード造影剤の使用を避けることができないため、代替としてMR Angiography (MRA) が用いられる。中でも造影MRAが一般的であるが、造影剤アレルギーや腎機能不全、妊娠中の患者などに対しては使用を制限されるため、非造影MRAの重要性が注目されている。近年、フローに依存せず緩和時間の違いを利用する3D非造影MRA技術であるRelaxation-Enhanced Angiography without Contrast and Triggering (REACT)が登場した。REACTはT2 preparation pulseと非選択的IR pulseをかけ、Dixon法により均一な脂肪抑制を行なうことで、高いSNRを得ることができる技術である。これまで、鎖骨下動脈や大腿動脈の描出に有用と報告されているが、肺への応用は限られている。肺は呼吸や心拍動によるモーションアーチファクトが顕著な部位であり、肺血管へ応用するためには呼吸同期法や心電図同期法により補正を行う必要がある。しかし、これらの同期法により撮像時間が延長してしまうため、高速撮像法を使用して短縮する必要がある。圧縮センシングとパラレルイメージングであるSENSEを組み合わせた高速撮像法であるCompressed SENSEを用いて、短時間で胸部大血管を描出した報告はあるが、Compressed SENSEを用いたREACTにより肺動脈末梢を評価した報告はない。我々は予備実験において、至適撮像条件を検討するために、健康ボランティア20名(男性10, 女性10, 20-24歳)を対象に、呼吸同期下REACTと呼吸同期+脈波同期右室収縮相REACTをそれぞれ加速係数1.8, 2.4, 3.6で撮像し、その視認性を比較検討した。この結果より、呼吸同期+脈波同期右室収縮相REACT(加速係数1.8)を至適撮像条件とした。本研究では、上記の撮像条件の臨床における有用性を評価することを目的とした。

【方法】 九州大学病院で各種心疾患のためMRI検査を施行した患者18名(男性8名, 女性10名, 19-77歳)を対象とした(患者群)。3.0T MR装置と16 channel Anterior coil (Philips, Ingenia)を用い、予備実験で最適とした呼吸同期+脈波同期右室収縮相REACT(加速係数1.8)で撮像を行った。脈波同期は、一般的には心臓の動きが小さい左室の拡張末期に設定するが、本研究では肺動脈径が拡大する右室収縮相に設定し撮像した。放射線科医1名が肺動脈の区域枝ごとに、亜区域枝の視認性を含む4段階(0-3)で評価した。全18区域の評価スコアの平均値に対しMann-Whitney U検定を行い、健康ボランティア群の結果と比較した。有意水準は5%未満とした。

【結果】 評価スコアは患者群で2.2-2.7(中央値2.4)、健康ボランティア群で1.7-2.8(中央値2.4)であり、2群間に有意な差は見られなかった。

【結論】 加速係数1.8における呼吸同期法と脈波同期法を併用した右室収縮相撮像によるCompressed SENSEを用いた高速撮像REACT肺MRAは、臨床例に対してでも有用であると考えられる。

OS27-2 Usefulness of Respiratory Controlled Adaptive k-space Reordering for navigator-gated 4D Flow

呼吸同期4D FlowにおけるReCARの有用性

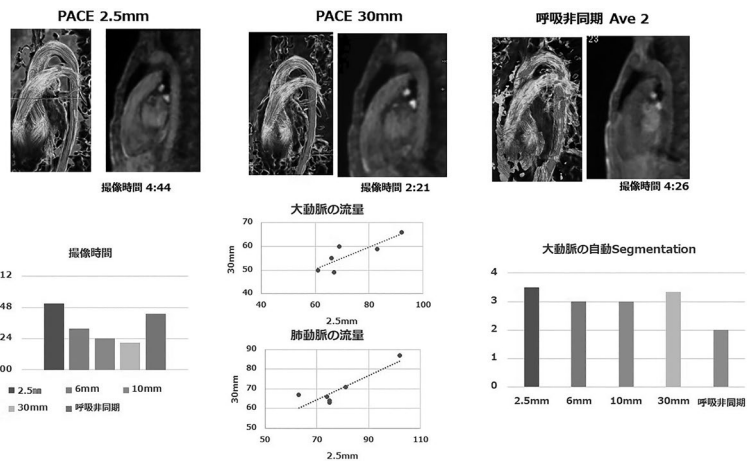
塩谷 優¹, 森田 佳明¹, 田中 優衣¹, 澤野 美樹¹, 榎 凌吾¹, 山本 達寛¹, 橋高 優希¹, 永井 康宏¹, 太田 靖利¹, 福田 哲也¹, 市場 義人², 植田 隆史²

Masaru Shiotani¹, Yoshiaki Morita¹, Yui Tanaka¹, Miki Sawano¹, Ryogo Enoki¹, Tatsuhiro Yamamoto¹, Yuki Kittaka¹, Yasuhiro Nagai¹, Yasutoshi Ohta¹, Tetsuya Fukuda¹, Yoshito Ichiba², Takashi Ueda²

¹Department of Radiology, National Cerebral and Cardiovascular Center, ²Siemens Healthineers Japan

【要旨】 We assessed the usefulness of ReCAR for navigator-gated 4D flow in aorta and pulmonary artery. 4D flow using ReCAR with wider PACE window is practical approach for the reduction of scan time and equivalent flow assessment and segmentation of aorta to conventional PACE window.

【目的/背景】 Respiratory Controlled Adaptive k-space Reordering (ReCAR)は、呼吸同期において呼吸時のデータをk space中心領域に、呼吸時はk spaceの辺縁領域を収集するように位相エンコードorderingを工夫した技術であり、呼吸同期効率の改善・撮像時間短縮が期待できる。今回、呼吸同期4D FlowにおけるReCARの有用性について検討した。【方法】 対象は健康ボランティア6名(男性3名、年齢26~35歳、心拍数53~90bpm:平均67bpm)。撮像装置はSiemens 3T MRI(Vida)。大動脈と主肺動脈を含めた4D Flowを矢状断にて撮像した。ReCARを用いた4D Flowは、PACE (navigator echo)のAccept Window幅を、2.5mm (従来の心電呼吸同期法) /6mm/10mm/30mmとしてそれぞれ撮像を行った。また、呼吸非同期で加算回数2とした4D Flowも同様の条件で行った。撮像条件は以下のとおり; スライス厚 4mm, Pixel size 2.1x2.1mm, TE 2.59msec, FA 5, GRAPPA 3, 時間分解能 60msec, VENC 150cm/sec。撮像された4D Flowに対して、専用Workstation(cmr42)を用いて、大動脈と肺動脈の流量および最大流速を計測した。また、Magnitude画像の画質評価として、大動脈と肺動脈レベルにおける血管の連続性や辺縁のシャープさ、Motion artifactの程度に関して、視覚的に4段階評価を行った(1~4点)。さらに、大動脈の自動segmentationに関して、基部から弓部の自動抽出の精度を4段階で評価した(1~4点)。【結果】 撮像時間はPACEの幅を広げるほど短縮し、2.5mm (従来の呼吸同期法) に対して、10mm(平均74%の収集効率)では約52%の撮像時間短縮、30mm(平均99%の収集効率)では約60%の撮像時間短縮となった。大動脈と肺動脈の流量・最大流速は、2.5mm幅の4D Flowに対して、6mm/10mm/30mmのいずれにおいても良好な相関が認められ($r=0.75\sim0.94$)。Bland-Altman解析でも全てのパラメータに関して、バイアスは低く良好な一致が見られた。また、Magnitude画像の視覚評価においては、2.5mm幅に対して、6mm/10mm/30mm/呼吸非同期はいずれもスコアが低くなり、特に大動脈においてはいずれのPACE幅でも有意差が認められた($p<0.05$)。一方、6mm/10mm/30mmの間においては有意差は認められなかった。大動脈の自動segmentationに関しては、2.5mm幅に対して、6mm/10mm/30mmのいずれにおいても抽出の精度に有意差はみられず、呼吸非同期のみ有意に低いスコアであった。【結論】 ReCARを用いた呼吸同期4D Flowにおいて、PACE幅を6~30mmに広げた場合においても、従来の呼吸同期(2.5mm幅)と同等の流速・流量計測が可能であり、撮像時間は著明に短縮された。また、Magnitudeの画質に関しては、6~30mm幅においては、従来法よりも視覚的画質評価は低下するものの、大動脈の自動Segmentationにおいては従来法と遜色がない結果であった。



OS27-3 Investigation of image reconstruction in myocardial perfusion imaging using GRASP-VIBE

GRASP-VIBEを用いた心筋灌流撮像における画像再構成の検討

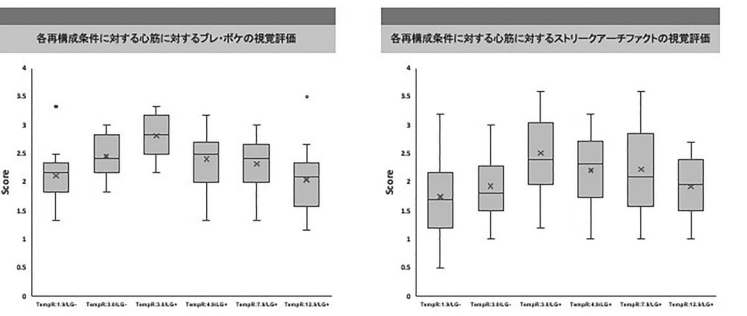
塩谷 優¹, 太田 靖利¹, 市場 義人², 森田 佳明¹, 田中 優衣¹, 榎 凌吾¹, 澤野 美樹¹, 山本 達寛¹, 永井 康宏¹, 村川 圭三¹, 福田 哲也¹

Masaru Shiotani¹, Yasutoshi Ohta¹, Yoshito Ichiba², Yoshiaki Morita¹, Yui Tanaka¹, Ryogo Enoki¹, Miki Sawano¹, Tatsuhiro Yamamoto¹, Yasuhiro Nagai¹, Keizo Murakawa¹, Tetsuya Fukuda¹

¹Department of Radiology, National Cerebral and Cardiovascular Center, ²Siemens Healthineers Japan

【要旨】 In this study, we assessed the usefulness of GRASP-VIBE for myocardial perfusion imaging, which can be performed under free breath without ECG synchronization. By adjusting the image reconstruction conditions, it was possible to obtain myocardial perfusion images with few artifacts.

【背景・目的】 Golden-angle radial sparse parallel imaging-volumetric interpolated breath-hold examination (GRASP-VIBE)はGolden-angleを用いてラジアルサンプリングでデータ収集を行い、そこにCompressed sensing (CS)を併用したDynamic contrast-enhanced(DCE) MRI技術であり、さらにLiver trackingを用い呼吸時のデータのみを使用して画像を作成する呼吸補正であるLiver Gateを使用することで動きに強く自由呼吸下での撮像が可能である。また、任意の時間分解能画像で再構成出来る。この方法は主に腹部領域のダイナミック撮像や薬物動態解析に用いられているが、心臓領域に用いた報告はない。そこで、本研究はGRASP-VIBE法を用いて自由呼吸下において心筋灌流撮像を行い、複数の時間分解能画像を作成し画質の比較を行うことを目的とする。【方法】 研究への同意を得た後、心臓造影MRIを行う患者18名(男性:11名、女性:7名、年齢:21~81歳)に対して、3T MRI (MAGNETOM Vida, SIEMENS)を使用し心臓全体を含むように心臓短軸断面にてGRASP-VIBEを用いて造影剤投与後100秒間の灌流撮像を行った。撮像後、時間分解能(TempR:Temporal resolution)とLiver Gate(LG+/-)について、TempR:1.9sec/LG-、TempR:3.0sec/LG-、TempR:3.0sec/LG+、TempR:4.9sec/LG+、TempR:7.9sec/LG+、TempR:12.9sec/LG+の6セットの画像を再構成した。画質評価として、乳頭筋レベルの断面において右室内腔・左室内腔のfirstpass造影時相を用いて心筋に対するブレやボケについて、またノイズを強調した画像を作成し心筋に対するストリークアーチファクトについて視覚的に4段階評価(1点:低-4点:高)を行った。【結果】 視覚評価において、心筋に対するブレやボケについて平均ScoreはTempR:1.9sec/LG-=1.74、TempR:3.0sec/LG-=1.93、TempR:3.0sec/LG+=2.51、TempR:4.9sec/LG+=2.20、TempR:7.9sec/LG+=2.23、TempR:12.9sec/LG+=1.92でありLiver Gateを使用することで高い点数になっていた。また、TempR:3.0sec/LG+とTempR:1.9sec/LG+、TempR:3.0sec/LG-、TempR:7.9sec/LG+、TempR:12.9sec/LG+それぞれのセット間で有意差が認められ($p<0.05$)、他のセット間で有意差は認められなかった($p>0.05$)。次に、心筋に対するストリークアーチファクトについて平均ScoreはTempR:1.9sec/LG-=2.21、TempR:3.0sec/LG-=2.45、TempR:3.0sec/LG+=2.87、TempR:4.9sec/LG+=2.40、TempR:7.9sec/LG+=2.40、TempR:12.9sec/LG+=2.07であった。また、TempR:3.0sec/LG+がTempR:1.9sec/LG+より有意にアーチファクトが少なく($p<0.05$)、他のセット間ではアーチファクトに有意差は認められなかった($p>0.05$)。画質、アーチファクトを合わせるとTempR:3.0sec/LG+が最も高くなっていた。【結論】 GRASP-VIBEを用いた心筋灌流撮像は心電同期を用いず自由呼吸下での撮像が可能であった。画像再構成条件においてはLiver Gateを用いることで画質が良好になっており、時間分解能が長くなる程画質が悪化する傾向であった。今回の検討においては画質、アーチファクトを合わせるとTempR:3.0sec/LG+が最も高くなっていた。



OS27-4 4D flow MR imaging estimation of Pulmonary Hypertension: preliminary study

肺高血圧症における4D-flow MRIの有用性についての初期検討

坂本 俊宏¹, 林田 佳子¹, 秦 翔³, 瀬戸山航史², 片岡 雅晴², 青木 隆敏¹

Toshihiro Sakamoto¹, Yoshiko Hayashida¹, Shou Shin³, Koshi Setoyama², Masaharu Kataoka², Takatoshi Aoki¹

¹Department of Radiology, University of Occupational and Environmental Health, ²The Second Department of Internal Medicine, University of Occupational and Environmental Health, ³Department of Radiology, Hospital of the University of Occupational and Environmental Health

【要旨】 The purpose of our study is to evaluate the pulmonary artery hemodynamics in patients with pulmonary hypertension using 4D-flow MRI. 4D-flow MRI has the potential to assess the pulmonary hypertension noninvasively.

【目的/背景】 肺高血圧症における4D-flow MRIの有用性についていくつかの先行研究が存在する[1]。今回、我々は肺高血圧症が疑われカテーテル検査を施行された患者の肺動脈圧と4D-flow MRIにて得られた計測値との関連性を評価した。**【方法】** 临床上、肺高血圧が疑われ、右心カテーテル検査にて肺動脈圧を測定した36例が対象である。内訳は、膠原病合併肺高血圧症 25名、CTEPH 9名、特発性肺動脈性高血圧症 1名、門脈肺高血圧 1名(男性7例、女性29例、平均年齢64.6歳)で、全例で4D-flow MRIを撮像した。撮像機器は3T MRI(SIGNA Premier, GE社製)を用い、画像解析にはSynapse VINCENT (Fujifilm co.)を使用した。肺動脈本幹、肺動脈右枝、左枝にROI、及びVOIを設定し、肺動脈本幹における平均流速(cm/s)、容量絶対値(mL)、面積(mm²)及び、肺動脈本幹と、左右肺動脈の剪断応力(wall shear stress : WSS)、WSSベクトルのゆらぎを評価する指標(oscillatory shear index : OSI)を算出した。肺動脈本幹面積、容量絶対値、肺動脈本幹OSI、左右肺動脈平均WSSを説明変数として重回帰解析を行い、心臓カテーテル検査で得られたmPAP(mHg)との関連性を評価した。**【結果】** 重回帰解析において、肺動脈本幹面積(p=0.003)及び肺動脈本幹OSI (P=0.03)がmPAP値に有意に影響を与える因子と考えられた(Adjusted R²=0.56)。**【結論】** 4D-flow MRIは肺高血圧症患者におけるmPAP値を非侵襲的に予測する指標となる可能性がある。**【文献】** [1] Takenori I et al., European radiology (2021) 31; 4253-4263

OS27-5 Evaluation of the feasibility of point-of-care CMR within the examination slot

CMRの各シーケンス撮像時間より算出した、検査枠内でのpoint-of-care CMR実行可能性の評価

太田 靖利, 永井 康宏, 塩谷 優, 山本 達寛, 榎 凌悟, 田中 優衣, 澤野 美樹, 森田 佳明, 西井 達矢, 堀之内宏樹, 小徳 暁生, 福山 緑, 立石 恵実, 福田 哲也

Yasutoshi Ohta, Yasuhiro Nagai, Masaru Shiotani, Tatsuhiko Yamamoto, Ryogo Enoki, Yui Tanaka, Miki Sawano, Yoshiaki Morita, Tatsuya Nishii, Hiroki Horinouchi, Akiyuki Kotoku, Midori Fukuyama, Emi Tateishi, Tetsuya Fukuda
Department of Radiology, National Cerebral and Cardiovascular Center

【要旨】 This study evaluated the feasibility of point-of-care CMR using time-optimized protocols. The results suggest that point-of-care CMR can be implemented within routine schedules, addressing the unmet need for timely evaluations in patients.

[Objective/ Background] 心臓MRI(CMR)は心臓形態、組織評価のリファレンスとなるモダリティであるが、撮像に要する時間が長く、日常検査において検査枠の取得が難しく、自ずと検査待ち日数が長くなる。心不全パンデミックの時代において、必要とする患者さんにCMR検査が行き届かないアンメットニーズの状態が予想される。必要最小限の評価を迅速に行い次に進むpoint-of-careの概念をCMRに導入し、他領域のMRIと同じ検査枠内で施行可能となれば、待ち日数、施行可能症例数増加が見込め、アンメットニーズに応えることが可能である。そこで、当院での緊急心臓MRI施行例において、時間短縮プロトコルの検査枠内での施行可能性、更に各撮像法から撮像時間を算出し、組み合わせ毎のpoint-of-care CMRの実行可能性について評価した。**[Method]** 2019年7月~2023年5月までの間に、心筋遅延造影(LGE)を最低限要求する画像とし、検査室の時間的余裕に応じてcine、T1マップ、T2マップを追加撮像する条件の下で当日緊急MRIが施行された103症例(男:女=54:49, 中央値56歳)を対象とした。撮像には4台(装置A-D; GE社製Premier, SIEMENS社製PrismaもしくはVida, Philips社製Elition, 順不同)の3.0T MRIを用いた。プロトコル1) (cine, T1map, LGE, 及び造影T1map), 2) (cine, T1map及びLGE), 3) (cineとLGE), 4) (LGEのみ)の何れかで撮像した。入院、外来検査の種別、初診日の検査、依頼理由を電子カルテより調査した。撮像されたプロトコルおよび総撮像時間を調査した。シミュレーションとして、全症例のDICOMデータより、scoutから左室短軸決定までの時間、scoutからcineまで、scoutからT1マッピングまでの撮像時間、scoutからcine+遅延造影撮像に要する時間を算出した。**[Result]** 外来患者は57名で47名(82%)が初診日に施行された。19名が遠方から受診されたことが当日依頼理由であった。入院患者46名のうち11例がICD等植え込みに先行した心筋評価が緊急撮像理由であった。プロトコル1)-4)の撮像件数は各々77件, 7件, 14件, 5件で撮像時間は50分、46分、35分、26分であった。全ての対象者において診断可能な画質のLGEが取得可能で不整脈等による施行困難な症例は無かった。施行件数は装置A, B, C, D各々10, 60, 30, 3件であった。総撮像時間は中央値47分[四分位: 38-57分]で、心臓軸決めをHASTEで行うもしくは検査開始直後に造影剤注入を行う等の工夫を行った7例全ては30分以内に検査が完遂した。シミュレーションの結果について、scoutから左室短軸決定までの時間は9[6-11]分要し、装置A, B, C, D各々10,6,12,15分を要した。Scout+cineの撮像は17[12-22]分要し、装置毎ではA, B, C, D各々22,13,23,27分を要した。Cine+T1マップを想定した場合の撮像時間は23[18-31]分要し、装置毎ではA, B, C, D各々30, 9, 30, 35分要した。Cine+LGEのみの取得に36[30-44]分要し、装置毎にはA, B, C, D各々41, 32, 45, 38分要した。20分以内で3例、30分以内で27例が検査可能と計算された。装置B, C共に最長で38分と算出された。**[Conclusion]** 撮像プロトコルを選択することで通常検査枠内においてpoint-of-care CMRの施行が可能と考えられた。

OS27-6 Usefulness of Deep Resolve in Myocardial Black-blood Fat Suppression T2-weighted imaging (T2WI)

心筋Black-blood脂肪抑制T2強調画像におけるDeep Resolveの有用性に関する検討

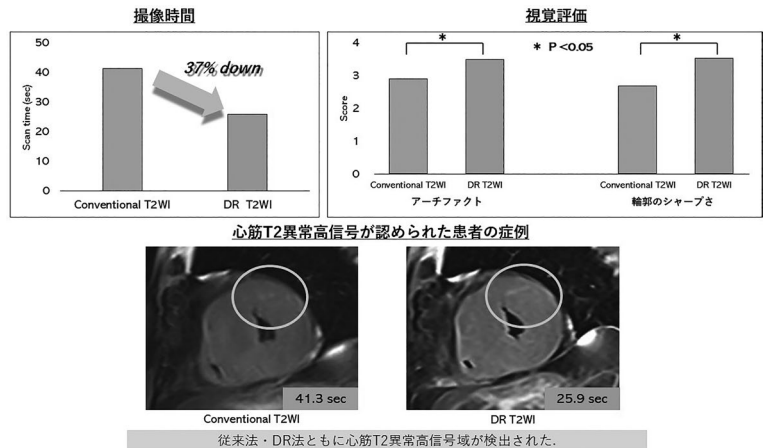
田中 優衣, 森田 佳明, 塩谷 優, 榎 凌吾, 永井 康宏, 太田 靖利, 村川 圭三, 福田 哲也

Yui Tanaka, Yoshiaki Morita, Masaru Shiotani, Ryogo Enoki, Yasuhiro Nagai, Yasutoshi Ohta, Keizo Murakawa, Tetsuya Fukuda

Department of Radiology, National Cerebral and Cardiovascular Center

【要旨】 Multi-slice FS- BB-T2WI with DR reconstruction can reduce the acquisition time compared with conventional methods. Furthermore, this method can improve image quality while maintaining the T2 contrast and the equivalent of lesion detectability.

【背景・目的】 筋の浮腫や炎症の評価に、Black-blood脂肪抑制T2強調画像 (BB-FS-T2WI) が使用されるが、従来のBB-FS-T2WIは撮影時間が長く、息止め不良や心拍変動による画質の低下が問題となる。Deep Resolve再構成 (DR) は、iterative reconstructionを用いたDR gain (denoise) とDeep neural networkを用いたDR sharpからなる再構成技術であり、DR gainは画像のraw dataと同時にノイズマップを取得することで、パラレルイメージング特有のアーチファクトや局所的なノイズを抑制する。また、DR sharpは、Super resolution技術を取り入れ、画質を高SNRかつ高空間分解能に改善することができる。DRを用いることで、撮像時間の短縮や画質改善が期待され、これは心臓領域においても有用性が期待される。そこで、今回我々は、DRを用いたマルチスライスFS- BB-T2WIの有用性に関して、ボランティアと非虚血性心筋症の患者に対して、従来法と比較検討を行った。**【方法】** 正常ボランティア10名 (男性:8名・女性:2名, 年齢:23-56歳, 平均心拍数:67.9bpm) と心筋症患者20名 (心サルコイドーシス/肥大型心筋症/心筋炎など) に対してSiemens社のMagnetom Vida (3T MRI) を使用し、心中部レベルの短軸像において、1回息止め3スライス収集に設定したDR併用のBB-FS-T2WI (収集Matrix 94x176, Turbo Factor 15) と従来のBB-FS-T2WI (収集Matrix 135x256, Turbo Factor 13) をそれぞれ撮像した。(その他の撮影条件は以下の通り:TR 2RR 463msec, TE 55msec, BW 849 Hz/Px, FA 180deg, GRAPPA 2, 時間分解能 74msec) 視覚評価は、overall・均一性・モーションアーチファクト・輪郭のシャープさ・BB効果の5つの項目について、4段階で行った。(1-4点) また、心筋のT2コントラストとして心筋・内腔のコントラスト比をそれぞれ算出した。これらのパラメータに関して、両者で比較・相関を検証した。さらに、患者群においては、左室心筋のT2WI高信号の病変検出に関して比較検討した。**【結果】** DR法の平均撮像時間は25.9±2.9秒で、従来法(41.3±4.7秒)と比較して、約37%の撮像時間短縮であった。視覚評価において、overall・均一性・モーションアーチファクト・輪郭のシャープさのいずれも、従来法に対してDR法が有意に高い点数であった。(ボランティア・患者共にp<0.05) 一方、BB効果に関しては、有意差は認められなかった。心筋・胸筋コントラスト比は、ボランティア・患者共に、DR法と従来法の間で、良好な相関が認められた。(ボランティア:r=0.87, 患者:r=0.92) また、心筋・内腔コントラスト比に関しては、両者に有意差は認めず、同等のBB効果と考えられた。さらに、患者群において、心筋T2異常高信号域が9部位で認められたが、いずれも両方法とも同等に検出可能であった。**【結論】** DR再構成を用いたマルチスライスFS- BB-T2WIは、従来法と比較して、撮像時間の短縮と有意な画質改善が可能であり、T2コントラストや病変検出能に関しては従来法と同等の結果であった。



OS28-1 Reconstructing spatio-temporal distributions of substances from multi-spectral MRSI data using compressed sensing

圧縮センシングを用いたマルチスペクトルMRSIデータからの物質の時空間分布の再構成

山本 詩子^{1,2}, 今井 宏彦², 佐野 圭², 大関 真之^{3,4}, 松田 哲也², 田中 利幸²

Utako Yamamoto^{1,2}, Hirohiko Imai², Kei Sano², Masayuki Ohzeki^{3,4}, Tetsuya Matsuda², Toshiyuki Tanaka²

¹Department of Data Science, Osaka Seikei University, ²Graduate School of Informatics, Kyoto University, ³Graduate School of Information Sciences, Tohoku University, ⁴Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology

【要旨】 We propose a method to reconstruct the spatio-temporal distributions of substances from multi-spectral MRSI data. By leveraging compressed sensing, we achieve reconstruction of high temporal resolution. The effectiveness of our method has been evaluated using phantom data.

[Objective/Background] The magnetic resonance spectroscopic imaging (MRSI) enables us to observe the spatial distribution of substances in vivo measuring the spectra of substances. Especially the multi-spectral MRSI can effectively separate spectral peaks of multiple substances and is useful to measure the spatial distributions of multiple substances. However, the measurement requires a significantly long time to fill the k-space for all spatial and spectral sampling points. Then it is difficult to measure substance distributions which vary in short time that full sampling is not possible. The objective of this study is to observe temporal change of spatial distributions of multiple substances with high temporal resolution from multi-spectral MRSI data of phantoms. **[Method]** We propose a method to directly reconstruct the spatio-temporal distributions themselves of substances without reconstructing the spectra from multi-spectral MRSI data. The MRSI data has been randomly undersampled. The reconstruction is performed on the basis of compressed sensing (CS) and the partially separable function model with base spectra of substances. We have employed spatio-temporal sparsity and temporal smoothness of the substance distributions as prior knowledge to perform CS. We have formulated a regularized minimization problem for reconstruction and solved it by the alternating direction method of multipliers (ADMM). The spatial distributions of substances of each time point are reconstructed as a time frame. **[Result]** The effectiveness of our method has been evaluated using phantom data sets of glass tubes filled with purified water, glucose solution, and lactate solution in increasing amounts over time. The reconstructed results are consistent with our expectations in terms of the location of substances, speed of increasing, and the timing to reach the maximum amount. The required time of measurement assigned for a single time frame was four seconds, which correspond to the measuring time for a single set of signals for one line on k-space in spectral dimension at a spatial point. Note that our method requires not only the measured data for the four seconds to reconstruct the spatial distributions of substances of a single time frame but also the measured data before and after the time frame, because our method requires the prior knowledge concerning the temporal change of the spatial distributions of substances. **[Conclusion]** In this study, we proposed a method to reconstruct the spatio-temporal distributions of substances from multi-spectral MRSI data. Our method significantly reduces the amount of MRSI data required per single time frame. Therefore our method enables us to reconstruct the spatio-temporal distribution of substances whose amounts change in extremely short time scale compared to that of full sampling of MRSI. Since this method is independent of the number of the spectral and spatial dimensions or the acquisition sequence of MRSI, it is expected to contribute to revealing the underlying substance dynamics in MRSI data already acquired or to be acquired in the future.

OS28-2 Evaluation of the protein concentration in cerebrospinal fluid using Amide Proton Transfer-weighted imaging

Amide Proton Transfer(APT)画像を用いた脳脊髄液のタンパク質濃度評価

川崎 智博¹, キンキン タ², 米山 正己⁴, 石坂 欣也¹, 工藤 興亮³

Tomohiro Kawasaki¹, Tha KhinKhin², Masami Yoneyama⁴, Kinya Ishizaka¹, Kohsuke Kudo³

¹Department of Radiology, Division of Medical Imaging and Technology, Hokkaido University Hospital, ²Global Center for Biomedical Science and Engineering, Hokkaido University Faculty of Medicine, ³Hokkaido University Graduate School of Medicine Department of Diagnostic Imaging, ⁴Philips Japan, Ltd.

【要旨】 We investigated whether evaluating CSF proteins using APTw imaging is possible. APTw imaging detected the change in velocity within the simulated CSF phantoms. The repeatability of APT signals was good in the sulcus of the brain. APTw imaging may be useful to evaluate CSF proteins.

【背景・目的】 近年, chemical exchange saturation transfer(CEST)を用いた画像評価が行われるようになってきた。タンパク・ペプチドの濃度変化を画像化したAmide Proton Transfer(APT)画像は, 神経膠腫の悪性度評価に有用であることが報告されている。髄膜炎の診断指標の一つとして, 脳脊髄液検査によるタンパク質の増加があげられる。APT画像を用いた脳脊髄液評価の報告はなく, 我々はこれまでAPT画像が, 脳脊髄液のタンパク質濃度を反映するか基礎検討行ってきた。APT画像は, 脳脊髄液のタンパク質濃度を反映し, 人体では頭部の撮像が最適であったが, 脳脊髄液の流れの影響を受けるかは未知である。そこで本研究の目的は, 脳脊髄液の流れがAPT信号に与える影響と脳内の最適部位を検証することである。**【方法】** 対象は, 同意の得られた健常ボランティア6名とした。装置は, Philips社製3TMRIを使用した。撮像条件は, 2D-Turbo Spin Echo法, TR=6365ms, TE=6.8ms, FOV=230×230mm, 1スライス, resolution=1.8×1.8×6mm, 飽和パルス強度=2μT, 飽和パルス時間=2s, 周波数オフセット=-1560, -16~16ppm(32点), 撮像時間=3分30秒とした。脳脊髄液を模擬した水溶液ファントムを自作し, 流速の変化に対するAPT信号の変化の有無について検討した。健常ボランティアでは, APT画像を脳(円蓋部と側脳室体部レベルの横断像)でそれぞれ3回撮像した。また, Phase Contrast法を用いて, 脳脊髄液の流速を測定した。脳脊髄液をセグメントし, 側脳室体部と脳溝のAPT信号の再現性評価を級内相関係数(ICC)を用いて行った。**【結果・考察】** 脳脊髄液を模擬した水溶液ファントムでは, 流速が速くなるとAPT信号は変化した。健常ボランティア撮像では, 脳脊髄液の流速は, 側脳室体部より脳溝部で遅かった。また, ICCは側脳室体部より脳溝部で高かった。側脳室の脳脊髄液は脳溝よりも流速が速く, 呼吸や拍動による影響もあり, ICCが低くなったと考えられる。脳溝では, 流速等によるAPT信号に与える影響は少ないと考えられる。**【結論】** APT画像を用いた脳脊髄液のタンパク質濃度評価には, 脳脊髄液の流れの影響が少ない脳溝が最適であることが示唆された。

OS28-3 A fast CEST MRI using DANTE pulse: Quantitative measurements and 3D imaging

DANTEパルスを用いた高速CEST MRI: 定量計測と3D撮影への拡張

木口 海晟, 今井 宏彦

Kaisei Kiguchi, Hirohiko Imai

Graduate School of Informatics, Kyoto University

【要旨】 We proposed a fast CEST MRI methodology, DANTE-UFZI, and are continuing investigations for understanding its characteristics and exploring its practical applications. In this study, we demonstrated the feasibility of quantitative DANTE-UFZI and extension of 2D DANTE-UFZI to 3D imaging.

【目的/背景】 CEST MRIにおける飽和パルスとして, 傾斜磁場存在下でDANTEパルスを用いると, 磁場勾配の方向に沿ってZスペクトルに相当する画像強度の変化が周期的に生じる。これにより参照画像の取得を含めた2回のスキャンでZスペクトルの空間分布を得ることができ, CEST MRIの高速化が可能となる。我々はこのDANTE-UFZI(ultrafast z-spectroscopic imaging)を提案し, その特性の理解と実用化に向けた検討を進めている。本研究では, DANTE-UFZIによる計測対象の定量評価, CEST信号を最大化する飽和パルスパラメータの探索, 3Dイメージングへの拡張を目的とした。**【方法】** Bloch-McConnell方程式を用いたシミュレーションにより, DANTEパルスパラメータおよび交換速度を変化させた際のZスペクトルやCEST信号を計算し, CEST信号の大きさの変化を調べた。交換速度および濃度の定量評価に向けて, シミュレーションで取得したZスペクトルに対し, 従来の飽和パルスとして用いられる連続波について成立する理論式がDANTEパルスを用いた際にも応用可能かを検討し, 交換速度の推定を行った。これらの検討を踏まえ, グルタミン酸水溶液ファントムを対象に, 前臨床用7T MRI装置を用いた実験的な検証を行った。また, 3D撮影への拡張を目指し, 画像処理手法, 空間分解能の改善, 信号雑音比の改善などについてファントム撮影実験による検討を行った。**【結果】** DANTEパルスパラメータおよび交換速度の変化がCEST信号強度へ与える影響を把握できた。交換速度および濃度を定量する目的で, 連続波の飽和パルス照射に対して成立する理論式はDANTEパルスに対しても応用可能であることを確認した。これを用いて交換速度を推定したところ, シミュレーション実験においては真値に近い値を推定できたが, グルタミン酸水溶液ファントムを用いた実測データについては大きな誤差を含む結果であった。また, ファントム撮影実験から, DANTE-UFZIの3D撮影への拡張が可能であることを確認できた。**【結論】** DANTE-UFZIにおいて, CEST信号を最大にするパラメータをシミュレーション実験により確認した。また, DANTE-UFZIによる定量評価および3D撮影への拡張の実現可能性を示すことができた。

OS28-4 Lung Cancer Imaging with Hyperpolarized ^{129}Xe MRI Using Surface-Modified Iron Oxide Nanoparticles as Molecular Contrast Agents

表面修飾酸化鉄ナノ粒子を分子造影剤として使用した超偏極 ^{129}Xe MRI による肺がんイメージング

下出 剛史, 三木 琴音, 内海 誠也, 木村 敦臣

Tsuyoshi Shimode, Kotone Miki, Seiya Utsumi, Atsuomi Kimura

Department of Medical Physics and Engineering, Area of Medical Imaging Technology and Science, Division of Health Sciences, Graduate School of Medicine, Osaka University

【要旨】 Hyperpolarized ^{129}Xe MRI was used to demonstrate the feasibility of targeted imaging of lung cancer using two cancer-specific surface-modified iron oxide nanoparticles (IONPs) as negative contrast agents; polyethylene glycol-coated IONPs, and dextran-coated IONPs conjugating folate on their surface.

【目的】 超偏極キセノン (Hyperpolarized Xenon:HP ^{129}Xe) MRI は近年臨床応用が始まった新しい画像診断技術であり、現在も目覚ましい発展を遂げている。一方で、早期肺癌に関しては癌組織に溶解したHP ^{129}Xe の緩和時間や化学シフト等のMRI特性に乏しいことから、本技術を用いた診断は進展していない。そこで我々は、磁性ナノ粒子である酸化鉄ナノ粒子を肺癌組織に送達させイメージングを行う造影HP ^{129}Xe MRIを着想した。本研究では、葉酸受容体を多量に発現する肺癌の高感度検出を可能とするべく葉酸修飾酸化鉄ナノ粒子 (FA@Dex-IO NPs) を合成し、HP ^{129}Xe MRIにおける造影効果・体内動態について、酸化鉄ナノ粒子 (PEG-IO NPs) と比較・検討することとした。【方法】 雄性 ddY マウス (4週齢) を (1) FA@Dex-IO NPs 群 (N=4) : 肺癌誘発のためウレタン (500mg/kgBW) を腹腔内投与した3.5か月後にFA@Dex-IO NPs造影、(2) PEG-IO NPs 群 (N=4) : 肺癌誘発のためウレタン (500mg/kgBW) を腹腔内投与した3.5か月後にPEG-IO NPs造影、の計2群に分類した。FA@Dex-IO NPsはデキストラン被覆した後、葉酸修飾した直径78nmのものを、PEG-IO NPsはPEG化された直径15nmのものをを使用した。これらを2群に対して尾静脈投与し、投与前・3時間後・6時間後・24時間後において、HP ^{129}Xe を自発呼吸下でマウスに吸入させ MRI撮像を行った。【結果・考察】 FA@Dex-IO NPs 群では投与3時間後、6時間後に癌を含む部位の信号が有意に低下し ($p<0.01$)、24時間後についても有意な低下がみられた ($p<0.05$)。PEG-IO NPs 群では投与3~6時間後に癌を含む部位の信号が有意に低下したが ($p<0.05$)、投与24時間後には信号が回復した。以上より、HP ^{129}Xe MRIにおいて酸化鉄ナノ粒子は肺癌に集積し造影効果があること、さらにこれを葉酸修飾することによってより高い造影効果をもつことが確認できた。

OS28-5 Development of parahydrogen-polarized ^{13}C MRI technique and applications to metabolic imaging of pyruvate.

バラ水素誘起偏極 ^{13}C MRI の基盤技術開発とピルビン酸代謝イメージングへの展開

松元 慎吾, 澤見 航大, 平田 拓

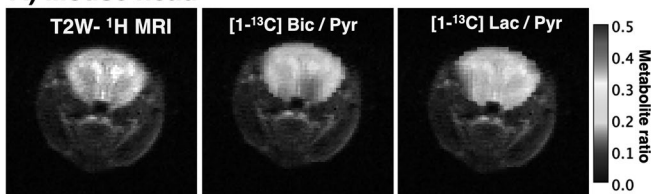
Shingo Matsumoto, Koudai Sawami, Hiroshi Hirata

Information Science and Technology, Hokkaido University

【要旨】 Pair-wise addition of parahydrogen to unsaturated precursors and following ^1H - ^{13}C spin order transfer can be used to generate hyperpolarized ^{13}C metabolic tracers. This study provides details of PHIP ^{13}C polarizer development and application to hyperpolarized ^{13}C MRI of pyruvate metabolism in mice.

[OBJECTIVE] Pair-wise addition of parahydrogen, a singlet form of molecular hydrogen, to unsaturated precursors evokes hyperpolarization of the parahydrogen-derived two ^1H nuclear spins, known as ParaHydrogen-Induced Polarization (PHIP). Following spin order transfer (SOT) from the ^1H to surrounding ^{13}C nuclear spins by magnetic field cycling (MFC) results in substantial signal enhancement of ^{13}C MRI. In this study, we provides details of the development of a unique PHIP ^{13}C hyperpolarizer system using a flow guide for MFC process, preparation of hyperpolarized [$1\text{-}^{13}\text{C}$] pyruvate solution, optimized image acquisition and processing of hyperpolarized ^{13}C MRI in mice. **[METHOD]** The optimal MFC scheme for ^1H - ^{13}C spin order transfer was quantum-chemically simulated from J-coupling values of ^{13}C -labeled metabolic tracers and conducted using a flow guide system, which is three dimensionally designed based on the simulated MFC scheme and pre-measured magnetic field distribution in a zero-field chamber. For in vivo study, 80–90mM and 10 $\mu\text{L/g}$ body weight of hyperpolarized [$1\text{-}^{13}\text{C}$] pyruvate was intravenously injected into mouse and ^{13}C chemical shift imaging (CSI) with centric k-space data acquisition of head and main body was performed using a lab-made preclinical $^1\text{H}/^{13}\text{C}$ MRI system at 1.5T. **[RESULT]** More than 40,000 times enhancement of ^{13}C MRI signal, compared to the thermal equilibrium level at 1.5T, of ^{13}C -labeled pyruvate was achieved. For denoising of three-dimensional CSI image data, the rank reduced image matrices were reconstructed by the tensor decomposition with setting small size of core-tensor, typically 8 in each spatial dimension and to 12 in the spectral dimension. CSI of parahydrogen-polarized ^{13}C -labeled pyruvate visualized its metabolism to lactate, bicarbonate, and alanine in mouse. Total time from the start of ^{13}C polarization by the PHIP polarizer to the end of hyperpolarized ^{13}C metabolic MRI acquisition is just 2 minutes. **[CONCLUSION]** The flow guide is especially suitable for SOT of the large volumed sample required for applications of hyperpolarized ^{13}C MRI of large animals such as human and could be a cost-effective alternative of conventional dissolution dynamic nuclear polarization (d-DNP)-based hyperpolarizer.

A) Mouse head



B) Mouse abdomen

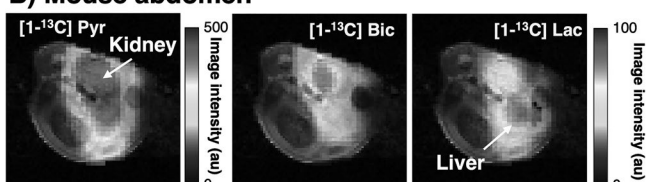


Fig.1 Hyperpolarized ^{13}C MRI of pyruvate metabolism in mice by PHIP.

OS28-6 Creation of encapsulated polymer-complexed PEG (liposome) carrier 内包型高分子複合化PEG (リポソーム) 担体の創製

八木 一夫¹, 中西 信介², 杉本 聖一³, 久保 雅敬², 稲葉 忠司²

Kazuo Yagi¹, Shinsuke Nakanishi², Seiichi Sugimoto³, Masataka Kubo², Tadashi Inaba²

¹Department of Clinical Engineering, Faculty of Human Care at Makuhari, Tohto University, ²Graduate school of Engineering, Mie University, ³Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology

【要旨】 Methoxy PEGs with Mw = 2000,5000,10000 were created as research subjects. A graft copolymer with alginate as the base material was synthesized. The formation of amides and the presence of PEG chains were confirmed in each synthesized sample. Therefore, we succeeded in conjugating PEGylation.

内包型高分子複合化PEGリポソーム担体の創製。【背景】 Drug Delivery System (DDS)は薬物を目的の臓器、部位へと効率よく送達するための一つの手段として注目されてきた。DDSについて重要視される要素の一つとして、体内における材料(薬剤)の滞留性が挙げられる。体内、特に血中に入った異物は生体の異物認識機構(特に肝臓、脾臓におけるRES)によって速やかに捕捉されて血中から排出される。よって、リポソーム等の薬物キャリアを限定的な目的以外に活用することが困難とされてきた。しかし、これまでの研究において、PolyEthylene Glycol: PEGによって、リポソームを修飾することで生体内におけるリポソームの血中滞留性が向上することが確認されている(PEG誘導体における水相の形成とタンパク質からのオプソニン化の回避)。このことから、他の薬物キャリアについてもPEG修飾による血中滞留性の向上が期待できる。fig.1 にリポソームの模式構造図を示す。【目的】本研究では、PEG誘導体の修飾による薬物キャリアの生体内における血中滞留性向上を目的とする。また、PEG修飾を施した高分子化合物を基本素材としたDDS基剤の開発検討を行う。【方法】種々の高分子化合物に対して、末端にアミド基を持つPEG誘導体による修飾を施した。PEG修飾によるRES回避の機能性については、PEG鎖の鎖長に依存していることが考えられるため、本研究では平均分子量の異なる3種類のm-PEGを使用して材料の作製を行った。1). PEG誘導体の作製方法。PEGの3段階重合によるトシレイトPEG誘導体の合成を行う。fig.2-1にPEGの3段階重合過程を示す。PEGを介した母材の架橋を回避する。2). PEGと高分子材料を複合化合成する。具体的には高分子多糖(アルギン酸)とPEGをアミド結合によって縮重合する。PEG複合後の加水分解による脱離を抑制する。3). 完成試料の評価は、NMRおよびFT-IRによる計測結果より評価した。メトキシPEGのアミノ化が確認できた。fig.2-2にアミノ化メトキシPEGの¹H-NMR測定による官能基を同定した。FT-IRの波長ピーク、

1. リポソームの模式構造図 2-1. PEGアミン製成法と反応過程 2-2. メトキシPEGアミンの¹H-NMR解析結果

Fig.1. リポソームの模式構造図を示す Fig.2-1. PEGアミン製成法と反応過程を示す Fig.2-2. メトキシPEGアミンの¹H-NMR計測図(7T)を示す

OS29-1 Evaluation of cardiac function and pulmonary hemodynamic measurements during body position change by 4D Flow and 3D-cine using a blanket-type AIR coil

ブランケット型 AIR コイルを用いた 4D Flow と 3D-cine による 体位変換時の心機能評価と肺血行動態測定

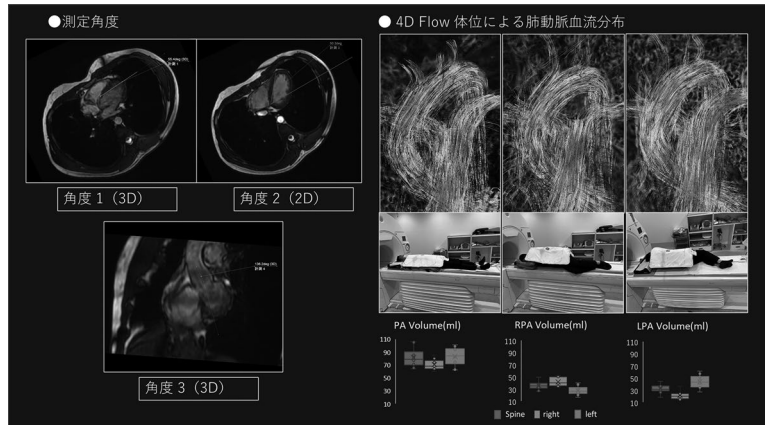
榎 凌吾^{1,2}, 山本 達寛¹, 太田 靖利¹, 田中 優衣¹, 澤野 美樹¹, 塩谷 優¹, 永井 康弘¹, 森田 佳明¹, 村川 圭三¹, 福田 哲也¹, 岩田 均²

Ryogo Enoki^{1,2}, Tatsuhiko Yamamoto¹, Yasutoshi Ohta¹, Yui Tanaka¹, Miki Sawano¹, Masaru Shiotani¹, Yasuhiro Nagai¹, Yoshiaki Morita¹, Keizou Murakawa¹, Tetsuya Fukuda¹, Hitoshi Iwata²

¹National Cerebral and Cardiovascular Center, ²GE Healthcare Japan corporation

【要旨】 This study used 4D Flow and 3D-cine imaging with a blanket coil to evaluate cardiac function and hemodynamic changes during positional changes. The left-right ratio of pulmonary blood flow showed variations due to gravity, and certain angles related to the cardiac axis also exhibited changes.

【背景・目的】 現在、体位変換による心機能や血行動態の変化についての知識や臨床使用可能な非侵襲的な検査法が確立されていない。また、体位変換による縦隔内での心臓位置についても十分な情報がない。4D Flow や 3D-cine に HyperKat(k-t系高速撮像技術)を併用した短時間収集が非侵襲かつ短時間で心機能や血行動態を評価することが可能となり、側臥位でも体への圧迫の少ないブランケット型 AIR(adaptive imaging receive)コイルの開発で体位変換における応用も期待される。本研究では、体位変換による心機能評価や縦隔内での心臓位置の変化、肺血流測定の実行可能性、正常値の収集を目的としている。これにより、体位変換による心機能や血行動態の理解が深まり、臨床で使用可能な非侵襲的な検査法の開発に役立つことが期待される。【方法】撮像に同意を得た健康ボランティア 10 名を対象に、GE 社製 3T MRI 装置と AIR コイルを使用して心臓の CMR(Cardiovascular Magnetic Resonance)撮像を行った。3D-cine は HyperKat 法を用いて、水平断面での 4 回の息止めで 3D 撮像した。4D Flow は HyperKat 法を用い、心電図同期、自由呼吸下で両側肺門までの縦隔を撮像した。これらの撮像は仰臥位、右側臥位、左側臥位の順に体位を変えて撮像した。4D Flow を用いて、ascending Aorta, main pulmonary artery(MPA), right pulmonary artery(RPA), left pulmonary artery(LPA), SVC, IVC の流量を計測した。次に、各体位での 3D-cine から左室短軸像を作成し、両心室の容積パラメータ(EDV, ESV, EF)を算出した。さらに、10 名の被験者のうち測定可能な者について、ワークステーションを使用して各体位における以下の角度を計測し、体位による変化を評価した。1 大動脈基部と左室中隔の接合部を支点とし、体幹の左側に水平な線を基準として心尖部と結んだ 3D 角度、2 軸位断において左室中隔と体幹の左右方向のなす水平な 2D 角度、3 大動脈基部を支点とし、大動脈基部の中心軸と心尖部を結ぶ 3D 角度。また、Aorta, MPA, RPA, LPA, SVC, IVC の流量(ml/stroke)をそれぞれ算出した。【結果】体位変換によって右室、左室機能(LVEDV(138ml,144ml,144ml), 仰臥位、右側臥位、左側臥位の順、以下同様)、LVESV(53ml,57ml,55ml)、LVEF(61%,60%,62%)、RVEDV(171ml, 172ml, 187ml)、RVESV(90ml, 93ml, 104ml)、RVEF(48%, 46%, 44%)に有意な変化を認めなかった。心臓軸に関しては、1 の角度では(50°, 62°, 44°), 2(46°, 44°, 47°), 3(161°, 153°, 159°)であった。2, 3 では有意差を認めなかったが、1 では仰臥位と比較して、右側臥位(p=0.039)、左側臥位、p=0.0043)の間に有意な変化を認めた。Flow volume は Aorta(74ml, 76ml, 75ml)、MPA(81ml,71ml,83ml)で体位による変化を認めなかった。RPA(36 ml,42 ml,27 ml)は仰臥位と比較して右側臥位で有意に増加し(p=0.0173)、左側臥位で減少した(p=0.087)。また、LPA(32 ml,21 ml,44 ml)は、右側臥位で有意に減少し(p=0.02)、左側臥位で有意に増加した(p=0.005)。SVC(21 ml, 24 ml, 19 ml), IVC(42ml, 33ml, 39ml)の血流は体位間で有意な差異を認めなかった。肺血流左右比は仰臥位 0.53、右側臥位 0.67、左側臥位 0.39 で体位間による有意な差異を認めた。また、各体位における cine と 4D-flow の撮像時間は体位変換を含めて約 30 分であった。【結論】ブランケット型 AIR コイルを用いた 4D-flow と 3D-cine 撮像は臨床応用可能な撮像時間であった。健康者の心機能は体位による差異を認めず、肺血流の左右比は重力側で増えた。体位変換により胸郭内で心臓軸に変化を認めたものの、大動脈と左室短軸のなす角度は変化しなかった。



OS29-2 Feasibility of single shot cardiac CINE Imaging with SmartSpeed AI

SmartSpeed AI併用 single shot cardiac CINE Imagingの実現可能性

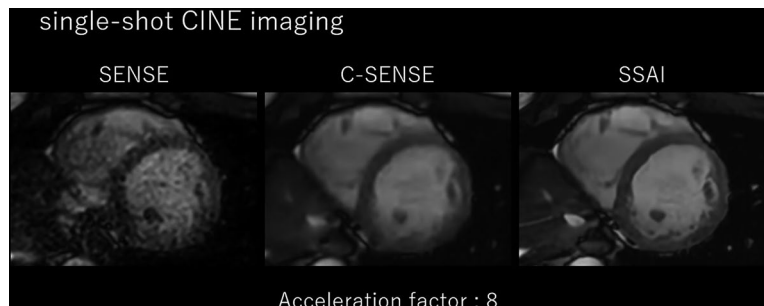
辻 慶歩¹, 濱野 裕¹, 勝又 康友², 吉田 学誉¹, 望月 智広¹, 米山 正己¹, 権 池勲¹, 湯田 恒平³, 並木 隆¹

Keiho Tsuji¹, Hiroshi Hamano¹, Yasutomo Katsumata², Takashige Yoshida¹, Tomohiro Mochizuki¹, Masami Yoneyama¹, Jihun Kwon¹, Kohei Yuda³, Takashi Namiki¹

¹Philips Japan, Ltd, ²Philips Healthcare, ³Tokyo Metropolitan Police Hospital

【要旨】 Single-shot (ssh) cardiac CINE imaging allows acquiring a single slice in one heartbeat, thus can be useful for patients with arrhythmia. We applied an AI-based reconstruction technique, SmartSpeed AI, to ssh CINE imaging and showed its superior image quality compared to conventional techniques.

【背景・目的】 balanced SSFP CINE イメージングは心機能や形態の評価に最も広く用いられている心臓MRシーケンスである。従来法では multi shot法を用いて複数心拍で撮像データを収集するため、不整脈患者においては高画質を担保することは困難であった。近年、圧縮センシング技術などの高速撮像技術を用いた single shot (ssh) 法での CINE イメージングが報告されている。ssh CINE イメージングでは1心拍につき1スライス撮像できるため、不整脈の影響を受けにくいとされている。Philipsが開発した SmartSpeed AI (SSAI) は Compressed SENSE (C-SENSE) のプラットフォームに AI アルゴリズムを融合しており、physics-driven type に分類される。この方式では段階的に折り返しを展開する逐次的アルゴリズムに AI を挟み込むことで、C-SENSE よりも効率よくノイズを除去することができ、撮像の高速化や高画質化に寄与する。本検討では各高速撮像技術 (SENSE, C-SENSE, SSAI) を併用した ssh CINE イメージングを取得し、それらと比較評価することを目的とした。**【方法】** Philips社製 3.0T-MRI装置と dS Anterior Coil および dS Posterior Coil を使用した。健康ボランティアに対して、各高速撮像技術を用いて撮像した ssh CINE イメージングと、従来法で撮像した Conventional CINE (Conv CINE) イメージングを取得した。SENSE, C-SENSE および SSAI の acceleration factor は時間分解能が 60 ms 以下になるよう 8 倍速に設定した。各手法を使用して撮像された短軸像に対して、画像の定性および定量評価を行った。定性評価としてアーチファクトと鮮鋭度について放射線技師による視覚評価を行い、各項目を5段階 (poor = 1 ~ excellent = 5) で評価した。定量評価として、CNR と心機能解析による駆出率 (Ejection Fraction: EF) [%] の評価を行った。CNR は左室内腔の血液と心筋中隔に ROI をとり、各高速撮像技術を用いて撮像した ssh CINE イメージング間で比較した。また心機能解析は Philips 社製の画像解析ワークステーション IntelliSpace Portal Ver.12 を用いて ssh CINE イメージングから EF を算出し、同一被検者において Conv CINE イメージングから算出した EF と比較を行った。**【結果・考察】** 画質の定性評価に関してはアーチファクトと鮮鋭度の両項目において SSAI の数値が最も高く、C-SENSE や SENSE を用いて撮像された ssh CINE イメージングよりも優れた結果を示した (SENSE, C-SENSE, SSAI の順でアーチファクト : 1.2 ± 0.2 vs 2.6 ± 0.5 vs 3.9 ± 0.6, 鮮鋭度 : 1.3 ± 0.3 vs 2.5 ± 0.2 vs 4.1 ± 0.5)。定量評価に関しても CNR の値は SSAI で最も高く、他の手法に比べて優れたコントラストの画像が得られた (SENSE : 2.1 ± 0.2, C-SENSE : 2.4 ± 0.1, SSAI : 2.6 ± 0.1)。また心機能解析に関して、SSAI 併用 ssh CINE イメージングから算出した EF の値は Conv CINE イメージングから算出した数値と同等の値を示した (SENSE : 47.8 ± 3.7%, C-SENSE : 51.5 ± 1.7%, SSAI : 52.8 ± 1.5%, Conv : 52.8 ± 2.2%)。SSAI はスパース変換に効果的な様々な画像の特徴量を学習していることで、より効率の良いノイズ除去が可能となり、画質評価において他の手法よりも優れた結果を示したと考えられる。**【結論】** SSAI を用いた ssh CINE イメージングは1心拍につき1スライスの撮像で、SENSE や C-SENSE と比較して優れた画質を提供できる可能性が示唆された。今後、不整脈患者での画質向上が期待される。



OS29-3 Multi-slice Acquisition of Simultaneous Myocardial T2-weighted imaging and Multi-echo T2 Mapping using Deep Resolve Reconstruction (MS-T2WI/Map)

Deep Resolve を用いたマルチスライス心筋 T2 強調画像と T2 map の同時撮像法の有用性

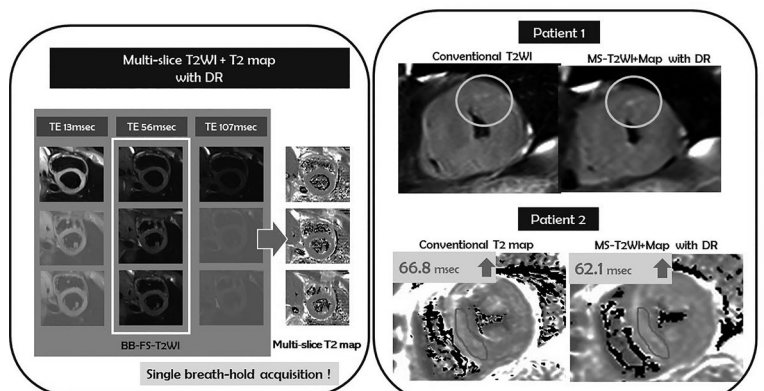
森田 佳明¹, 田中 優衣¹, 塩谷 優¹, 澤野 美樹¹, 榎 凌吾¹, 山本 達寛¹, 橋高 優希¹, 永井 康宏¹, 太田 靖利¹, 福田 哲也¹, 市場 義人², 植田 隆史²

Yoshiaki Morita¹, Yui Tanaka¹, Masaru Shiotani¹, Miki Sawano¹, Ryogo Enoki¹, Tatsuhiro Yamamoto¹, Yuki Kittaka¹, Yasuhiro Nagai¹, Yasutoshi Ohta¹, Tetsuya Fukuda¹, Yoshito Ichiba², Takashi Ueda²

¹Department of Radiology, National Cerebral and Cardiovascular Center, ²Siemens K.K.

【要旨】 MS-T2WI/Map permits the simultaneous multi-slice myocardial T2WI and T2 map with equivalent image quality and quantification to conventional methods. Our proposed method is useful and practical approach for the reduction of scan time and the integrated assessment of both T2WI and T2 map.

【目的/背景】 心筋の浮腫や炎症の評価に、Black-blood 脂肪抑制 T2 強調画像 (BB-FS-T2WI) および T2 map が用いられる。従来の BB-FS-T2WI や Multi-echo T2 map は撮像時間が長く、息止め不良や心拍変動による画質の低下が問題となる。また、Map に関しては、通常 1 回の息止めで 1 断面の撮像である。Deep Resolve 再構成 (DR) は、Iterative reconstruction を用いた DR gain と Deep neural network を用いた DR sharp からなる再構成技術であり、DR gain は画像の raw data と同時にノイズマップを取得することで、パラレルイメージング特有のアーチファクトや局所的なノイズを抑制する。また、DR sharp は、Super resolution 技術を取り入れ、画質を高 SNR かつ高空間分解能に改善することができる。DR を用いることで撮像時間の短縮と画質改善が可能となるが、我々は心筋 T2 based imaging に DR を応用し、1 回息止めで複数断面撮像可能な T2WI と T2 map の同時撮像法を考案した。今回、本法 (MS-T2WI/Map) の有用性に関して、従来の撮像法と比較・検討を行った。**【方法】** 対象は、健康ボランティア 10 名 (男性 8 名、平均年齢 34.5 歳、平均心拍数 61 bpm) と非虚血性心筋症の患者 14 名 (DCM3 名・HCM4 名・その他 7 名)。撮像装置は Siemens 3T MRI (Vida)。心中部レベルの左室短軸像において、MS-T2WI/Map と従来の T2WI と T2 map をそれぞれ撮像した。MS-T2WI/Map は、脂肪抑制と Black-blood 法を併用した triple-contrast spin-echo (TE=13, 56 and 107 msec) を 1 回息止め 3 断面で撮像できる条件設定を行い (収集 Matrix 128x78, 再構成 Matrix 256x208 Turbo Factor 12, BW 501 Hz/Px, GRAPPA 3, 時間分解能 54 msec)、DR による再構成にて各断面で 3 echo の元画像が作成された。T2 map は 3 echo 元画像から作成された。また、TE=56 msec の元画像を BB-FS-T2WI として用いた。A) ボランティアにおいては、BB-FS-T2WI の画質評価として、Overall・信号の均一性・アーチファクト・鮮鋭度・Black blood 効果に関して、視覚的に 4 段階評価を行った。T2 map に関しては、中隔の T2 に関して MS-T2WI/Map と従来法との相関を求め、さらに再現性の評価として繰り返し 3 回撮像の CV も計測した。B) 患者群においては、BB-FS-T2WI の心筋と胸筋のコントラスト比 (CR)、T2 map の中隔の T2 をそれぞれ計測し、MS-T2WI/Map と従来法での比較検討を行った。さらに、異常病変の検出能として、BB-FS-T2WI (視覚的高信号) と T2 map (正常の 2SD 以上) に関して両方法で比較した。**【結果】** MS-T2WI/Map の平均撮像時間は 26 秒で、従来の 1 回息止め 1 断面の T2WI と T2 map の撮像方法に対して約 75% 短縮していた。A) ボランティアにおいては、MS-T2WI/Map の T2WI は従来の T2WI に対して、鮮鋭度は低いスコアであったが、信号の均一性に関しては有意に高いスコアであり、アーチファクトに関してはスコアが高くなる (アーチファクトが少ない) 傾向であった。Overall や Black blood 効果では両者に有意差はみられなかった。MS-T2WI/Map から得られた T2 は従来法よりも過小評価する傾向であったが、両者には有意な相関がみられた (r=0.94)。さらに、MS-T2WI/Map の CV は従来の T2 map と同等の結果であった。B) 患者群においては、MS-T2WI/Map と従来法の T2WI のコントラスト比は良好な相関が認められた (r=0.86)。MS-T2WI/Map から得られた T2 に関しては従来法と良好な相関がみられた (r=0.65)。また、T2WI および T2 map において、心筋 T2 異常病変が 5 部位で認められたが、いずれも両方法とも同等に検出可能であった。**【結論】** DR 法を用いた MS-T2WI/Map は 1 回息止めマルチスライスかつ T2WI と Map の同時撮像が可能であり、従来法と比較して概ね同等の画質と定量評価が示された。



OS29-4 Effects of Cardiac MRI Training and the Influence of Different Cross-Section Setting Methods on Test Time Reduction: Point of care Cardiac MRI

心臓MRIトレーニング効果と断面設定法の違いが及ぼす影響下での時間短縮効果の検証：Point of care 心臓MRI

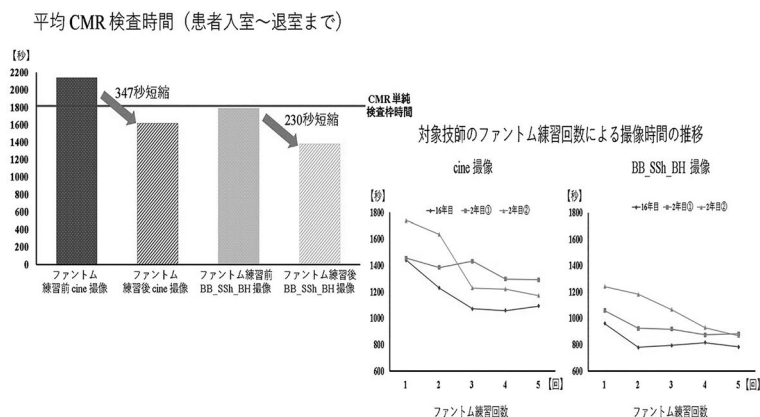
永井 康宏, 太田 靖利, 橘高 優希, 澤野 美樹, 田中 俊光, 坂井 里菜, 北原 佑真, 梅村 翔太, 塩谷 優, 山本 達寛, 榎 凌吾, 田中 優衣, 村川 圭三, 森田 佳明, 福田 哲也

Yasuhiro Nagai, Yasutoshi Ohta, Yuuki Kittaka, Miki Sawano, Tishimitu Tanaka, Rina Sakai, Yuuma Kitahara, Syouta Umemura, Masaru Shiotani, Tatsuhiro Yamamoto, Ryogo Enoki, Yui Tanaka, Keizo Murakawa, Yoshiaki Morita, Tetsuya Fukuda

Department of Radiology, National Cerebral and Cardiovascular Center

【要旨】 The problems of imaging time and technique can be solved by modifying the phantom practice and imaging sequence, which will enable facilities that do not have much experience with CMR to respond positively. We hope that this verification will be a factor that leads to the spread of CMR.

[Objective/Background] 日本における心臓MRI (以下CMR) の実施件数は3~4万件/年で、冠動脈CTの30万件/年に比べて少ない。心臓スライスの高さに応じたプレーンオリエンテーションの正しい調整 (短軸像・二腔像・三腔像・四腔像など) が高度に専門化された技術であり、撮影に携わる技師には十分なトレーニングが必要である。更に心電図同期撮像プロトコルであるため、他部位のMRI検査と比較しても長時間検査になる。これらのことから十分に普及している検査とは言えない。2023年に心筋炎ガイドラインが改定されCMRが診断基準に組み込まれた。急性心筋炎は迅速な診断が求められるが、CMRの検査時間が長く、緊急検査に組み込みにくい画像による組織評価を用いた診断は十分施行されていない。当院の心筋炎用CMR検査の内容は心機能解析も行うため横断像、左室短軸像・二腔像・三腔像・四腔像をcine撮像を行い、心基部・心中部・心尖部のT1 map(MOLLI)・T2 map(Multi echo TSE)の撮像となっており、検査枠設定は30分である。この撮像内容では年間70~80件CMRを行っている経験豊かな技師で患者入室~退室まで30分以下で施行出来ているが、経験が少ない技師では検査時間が足りない問題点が発生する。そこで今回CMR撮像の各パートにおける所要時間を計測し時間短縮にむけての問題点を洗い出すとともに、cine撮像を行っている部分の撮像シーケンスを、撮像時間や画像再構成が短いとされる single shot dual inversion black blood breath hold scan (以下BB_SSh_BH)に変更することで時間短縮効果があるのか、更に心臓ファントムを用いて練習することで検査時間短縮に繋がるのかを検証した。 **[Materials and Methods]** 診療放射線技師歴16年以上で年間CMR検査10件未満、技師歴2年目でCMR検査歴2件、技師歴2年目CMR検査歴なしの3名を対象に3T装置 (PHILIPS Ingenia Elition X) でCMR検査を次の内容で行った。各技師が始めにボランティアにてCMR検査をcine撮像とBB_SSh_BH撮像を用いて撮像を行って練習前の検査時間を取得し、心臓ファントムでの練習5回施行の後、ボランティアで撮像を行って前後でのMRI検査入室~退室までの検査時間の変化を見た。 **[Results]** 心臓ファントムで繰り返し練習することで軸設定や断面決定の時間短縮がえられ、特に1回目→3回目で大幅な短縮があった。心臓ファントム練習前 cine撮像での平均CMR検査時間2138秒で、BB_SSh_BH撮像で平均1613秒となり525秒の短縮効果があった。次に心臓ファントム練習後 cine撮像での平均CMR検査時間1791秒で、BB_SSh_BH撮像で平均1383秒となり408秒の短縮効果があった。ファントム練習前後においてcine撮像で平均347秒、BB_SSh_BH撮像で平均230秒の短縮効果があった。 **[Conclusion]** 撮像シーケンスをcine撮像からBB_SSh_BH撮像に変更することで検査時間短縮効果が見られ、更に心臓ファントムを用いて練習することでより検査時間短縮効果が見られた。



OS29-5 Differences of Readout on T2 mapping using T2 Preparation Pulse

T2 preparation pulse型T2 mappingにおける収集法の影響

森田 康祐¹, 米山 正己², 尾田 清太郎³, 福田 正悟¹, 木籬 雅文³, 中浦 猛³, 羽手村昌宏¹, 平井 俊範³

Kosuke Morita¹, Masami Yoneyama², Seitaro Oda³, Shogo Fukuda¹, Masafumi Kidoh³, Takeshi Nakaura³, Masahiro Hatemura¹, Toshinori Hirai³

¹Department of Radiology, Kumamoto University Hospital, ²Philips Japan, ³Kumamoto University, Faculty of Life Sciences, Diagnostic Radiology

【要旨】 In 3T-MRI, two different T2 mapping readouts with T2 preparation (T2prep) pulse were set up and compared with GRASE T2 mapping in balanced and FFE. In the left ventricular myocardium and right ventricular cavity, T2 values and image quality were more stable than others on balanced T2prep T2 mapping.

【目的/背景】

近年、心筋T2mappingは心筋炎の診断や治療評価などに広く使用されている。T2 mappingの手法は大きくT2 preparation pulse (T2prep) 型とGRASE型の2つに分けられ、いずれも測定されるT2値の精度は過去の報告でも大きな差は認められない。今回我々は3T MRI装置でT2prep型T2mappingのT2prepパルスタイプと収集方法を組み合わせられるシーケンスを実装し、GRASE型T2mappingと比較した。

【方法】

使用装置はPHILIPS社製Ingenia 3.0T CXを用いた。対象は心筋を模擬した自作ファントム (T1/T2:750/40ms, 880/64ms) と健常ボランティア7名。T2mappingはT2prepパルスにBroadバンドのadiabaticパルスを使用し、収集方法をBalancedとFFEとした。GRASE型T2mappingにBlack-bloodパルスを併用したmulti-shotタイプを比較として撮像した。ファントムではbalancedとFFEとGRASE型で撮像し、測定値の平均値を算出し比較した。また、T2prep型T2mappingは3エコー収集と5エコー収集を行なった。ボランティアではT2prep型のbalancedとFFE、GRASE型で撮像し、中隔壁と右心室内腔のT2値を測定し平均値を比較した。またそれぞれの画質を比較した。ボランティアではT1mapping(MOLLI)も撮像した。

【結果】

ファントムではFFE収集とGRASEに近いT2値となったが、T2mappingの画質はGRASEおよびFFEはbalancedに比べアーチファクトが多く認められた。また5エコー収集の方が3エコー収集よりノイズが少ないT2mappingが得られた。ボランティア画像の結果を図1に示す。ボランティアの中隔壁のT2値はFFE: 39.8 ± 8.1ms, balanced: 42.8 ± 2.0msとGRASE型: 43.8 ± 2.0msであった。右心室内腔のT2値はFFE: 96.6 ± 22.3ms, balanced: 56.0 ± 5.9ms, T1値は1229 ± 14.2msだった。

【結論】

FFEのT2prep型T2mappingではアーチファクトが多く、ボランティアでの値が安定しなかった。今回の検討ではBalancedのT2prep型T2mappingで安定したT2値が算出された。T2値延長をきたす病態の場合はさらなる検討が必要と示唆される。

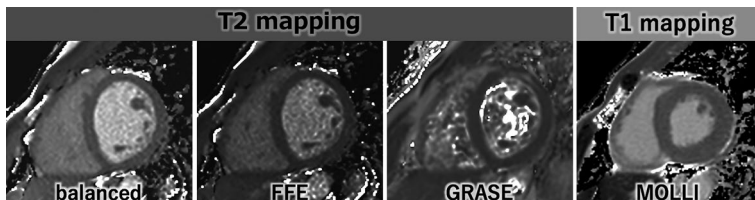


Figure 1 Representative images for a healthy volunteer. T2 values were 44.7 ms (balanced), 42.5 ms (FFE) and 44.1 ms (GRASE). T1 value was 1212 ms.

OS29-6 Usefulness of ECG and Respiratory gated CUBE for vessel wall imaging of aorta and pulmonary artery

大血管 Wall imaging に対する ECG + 呼吸同期併用 CUBE の有用性

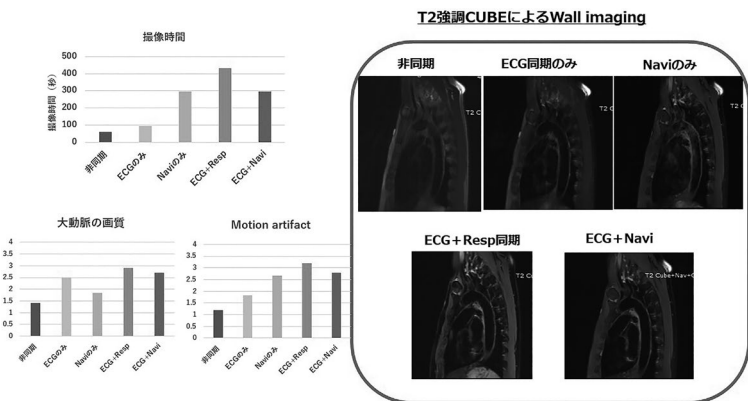
森田 佳明¹, 田中 義庸¹, 榎 凌吾¹, 田中 優衣¹, 澤野 美樹¹, 山本 達寛¹, 橋高 優希¹, 塩谷 優¹, 永井 康宏¹, 太田 靖利¹, 福田 哲也¹, 野崎 敦²

Yoshiaki Morita¹, Yoshitsune Tanaka¹, Ryogo Enoki¹, Yui Tanaka¹, Miki Sawano¹, Tatsuhiro Yamamoto¹, Yuki Kittaka¹, Masaru Shiotani¹, Yasuhiro Nagai¹, Yasutoshi Ohta¹, Tetsuya Fukuda¹, Atsushi Nozaki²

¹Department of Radiology, National Cerebral and Cardiovascular Center, ²GE Healthcare

【要旨】 We assessed the usefulness of ECG and respiratory gated CUBE for large vessel wall imaging. Especially, CUBE using ECG trigger and navigator echo is practical approach for the reduction of scan time compared with bellows triggering and clinical applicable image quality of aorta and pulmonary artery.

【目的/背景】 CUBE法はBlack-blood vessel wall imaging (VWI)として、血管壁やプラークの性状評価に用いられるが、上行弓部大動脈や肺動脈においては心拍動や呼吸によるmotion artifactが問題になる。今回我々は、ECG+呼吸同期CUBE法の大動脈や肺動脈のVWIに対する有用性に関して検討を行った。【方法】対象は健康ボランティア10名(平均心拍数60.4bpm、平均呼吸回数14回)。撮像装置はGE 3T MRI (Premier)。大動脈と主肺動脈を含めたT2強調CUBEを矢状断にて撮像した。撮像条件は以下のとおり: Freq FOV=40cm, Phase FOV=1.0, Slice厚=1.5mm, No slab wrap=1.25, Slabs=1, Slices per slab=64, TE 60msec, ETL=50, Matrix=288x224, NEX=1, BW=62.5, ARC=2.0, HyperSense=1.2。ECG同期は、対象の心拍に合わせて、Trigger delayを設定した。呼吸同期はペローズ法(Resp)とNavigator echo法(Navi)を用いた。Respの設定はTrigger Point 30%, Trigger windowは45%。Naviの設定は、Acceptance window 2.0mmとした。撮像は、非同期・ECG同期のみ・Naviのみ・ECG+Resp・ECG+Naviの5種類をそれぞれ同条件で撮像した。上行大動脈と肺動脈の画質に関して、A)壁の連続性、シャープさ、信号の均一性などを考慮した総合的な画質、B) Motion artifact、C)Black blood効果に関して、視覚的に4段階評価を行った(1-4点)。撮像時間、視覚的画質評価に関して、5種類の撮像を比較検討した。【結果】撮像時間はそれぞれ、非同期 59.6sec・ECG同期のみ95.3sec・Naviのみ297.3sec・ECG+Resp 433.7sec・ECG+Navi 296.2secとなった。ECG+NaviはECG+Respよりも有意に時間短縮しており(p=0.0059)、ばらつきも少なかった(ECG+Navi: 180~392sec, ECG+Resp: 180~619 sec)。画質評価においては、A)総合的な画質とB)Motion artifactに関して、ECG+呼吸同期併用のほうが、非同期・ECG同期のみ・Naviのみよりも、大動脈・肺動脈ともに高いスコアを示した。ECG+NaviはECG+Respよりもややスコアが低い傾向であったが、いずれも有意差は認められなかった。C)Black blood効果に関しては、ECG+呼吸同期併用が他よりも高いスコアを示し、ECG+NaviとECG+Respの間には有意差は認められなかった。【結論】ECGおよび呼吸同期を併用したCUBE法は上行大動脈および肺動脈のVWIとしてモーションアーチファクトが少なく、概ね良好な画質が得られた。呼吸同期法に関しては、ECG+NaviはECG+Respに比して、撮像時間が有意に短縮し、画質評価においては有意差は認められなかった。



OS30-1 Postoperative evaluation of brain perfusion in patients with chronic subdural hematoma using by arterial spin labeling

ASLによる慢性硬膜下血腫術後脳循環評価

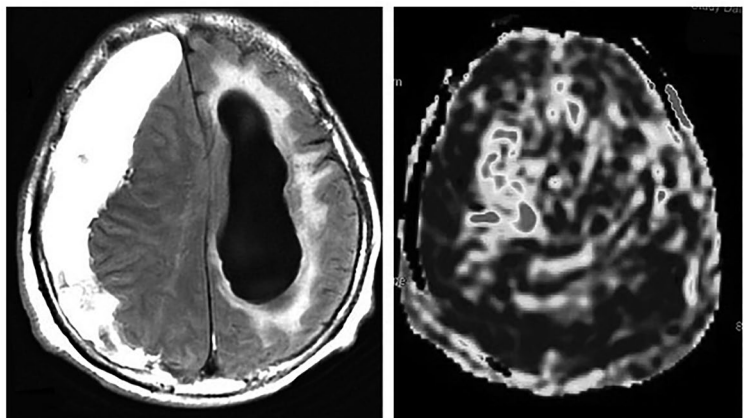
井上 敬¹, 大友 智¹, 遠藤 英徳²

Takashi Inoue¹, Satoru Ohtomo¹, Hidenori Endo²

¹Department of Neurosurgery, South Miyagi Medical Center, ²Tohoku University Graduate School of Medicine

【要旨】 We aimed to clarify the relationship between postoperative (PO) brain perfusion using ASL and surgical technique and outcome in CSH. PO hyperperfusion was found in 44%. The outcome was poor when it occurred. The relationship between hyperperfusion and surgical technique was not clear.

【目的】 慢性硬膜下血腫 (CSH) に対する手術法として、洗浄術、ドレーン留置術などがある。CSH術後に急激な圧変化により過灌流現象が起きると報告されているが、術後過灌流と手術法・転帰との関係は未だ明らかではない。今回、MRIによるCSH術後脳循環と手術法・転帰との関係を明らかにすることを目的とした。脳循環評価としてはArterial spin labeling法 (ASL)を用いた。【対象・方法】2022年5月から2023年5月の間に手術を施行し、術直後にASLを撮像できた片側CSH 27例を前向きに登録した。ASLはGE製3T MRIで撮像した。time delayは1.5秒に設定した。脳循環評価は視覚的に左右差を検討し、手術側の血流が上昇している過灌流、血流が低下している低灌流、左右差なしの3つに分類した。手術は術者の判断でドレーナージのみ(D群)、洗浄術のみ(I群)、洗浄+ドレーナージ(ID群)を施行した。術後脳循環評価と手術法、術後せん妄、3か月後転帰を比較検討した。転帰は発症前のADLまで回復しなかった症例を転帰不良と定義した。【結果】CSH術後の脳循環評価は、過灌流が44%(12例)、左右差なしが37%(10例)、低灌流が19%(5例)であった。手術法はD群78%(24例)、I群15%(4例)、ID群7%(2例)であった。術後低灌流を呈した5例はすべてD群であった。過灌流と手術法には有意な関係はみられなかった。過灌流を呈した症例では有意に術後せん妄が増加した。また過灌流を呈した症例の3か月後転帰不良割合は45%で、過灌流を呈さなかった症例の13%に比べ有意に転帰不良の割合が高かった。【考察】CSH術後に過灌流を呈する割合は44%で決して稀ではなかった。またこれまでも術後せん妄と転帰不良とが相関することが報告されているが、今回の検討でも術後に過灌流を呈した症例では、せん妄をきたす割合が高く、転帰不良の割合も高かった。急激な圧変化と術後過灌流の関係を示唆する報告はあるが、今回の検討では、手術法と過灌流とは明らかな関係はみられなかった。術後低灌流を呈した症例がD群のみであった理由は、血腫の圧迫が残存していたためと推察された【結論】ASLによる脳循環評価ではCSH術後過灌流は44%にみられた。過灌流を呈すると転帰は不良であった。過灌流と手術法との関係は明らかではなかった。



ドレーナージのみ留置した症例の術直後FLAIRおよびASLを示す。ASLでは術側の血流が対側に比し増加している。

OS30-2 Morphological analysis of neurovascular compression in the patients with trigeminal neuralgia using MRI

MRIを用いた三叉神経痛における神経形態解析法の確立

田中 洋次¹, 石和田幸弘^{1,2}, 小野木真哉³, 中島 義和³, 佐藤 陽人¹, 荒井 雪花¹, 武井 孝磨¹, 原 祥子¹, 前原 健寿¹
Yoji Tanaka¹, Tadahiro Ishiwada^{1,2}, Shinya Onogi³, Yoshikazu Nakajima³, Akihito Sato¹, Yukika Arai¹, Takamaro Takei¹,
Shoko Hara¹, Taketoshi Maehara¹

¹Department of Neurosurgery, Tokyo Medical and Dental University, ²Department of Neurosurgery, Shioda Memorial Hospital,

³Department of Biomedical Informatics, Institute of Biomaterials and Bioengineering, Tokyo Medical and Dental University

三叉神経痛における神経形態解析法の確立 Morphological analysis of neurovascular compression in the patients with trigeminal neuralgia 田中洋次、石和田幸弘、小野木真哉、中島義和、佐藤陽人、荒井雪花、武井孝磨、原祥子、前原健寿東京医科歯科大学脳神経外科東京医科歯科大学学生体材料工学研究所情報医学分野【背景と目的】三叉神経痛は主に周囲血管による三叉神経の圧迫が原因と考えられる一方で、血管非圧迫例も報告されている。血管非圧迫例では周囲くも膜との癒着により三叉神経にゆがみ、ねじれなどの形態変化が生じている可能性が示唆されているが、この形態変化を画像的に定量解析した報告は見られない、本研究では神経形態変化を定量的に画像的に解析する手法を確立し、三叉神経痛の診断に寄与することを目的とした。

【方法】2016年1月から2022年12月に手術を行った症例のうち、1本の動脈圧迫かつ術後軽快良好例を対象として後方視的に解析を行った。画像処理ワークステーションを用いて術前後の高解像度MRIより三叉神経のsegmentationを行い、3Dモデルを作成した。ボクセル化した3Dモデルに対して細線化処理を行い、中心線を求めた。さらに、中心線に垂直な方向でresliceを行い、断面画像を作成した。解析結果として、中心線に直交する断面における1.面積(単位:pixel)、2.扁平率(楕円の長軸・短軸比)、3.長軸角度(単位:radian)、中心線の4.長さ(単位:ドット数)、5.曲率、6.振率を算出した。得られたデータを元に病変側と非病変側において術前後の比較を行った。

【結果】期間内に手術を行った127例中、解析対象となったものは70例であった。病変側において、術後と比較して術前の三叉神経は、有意に断面積が小さく(術前:69.3、術後:128.5、 $p < 0.01$)、中心線のドット数が多く(術前:30.5、術後:22、 $p < 0.01$)、曲率が大きかった(術前:0.20、術後:0.18、 $p < 0.01$)。断面の扁平率(術前:1.97、術後:1.81、 $p = 0.12$)、長軸角度(術前:1.12、術後:1.14、 $p = 0.51$)、中心線の振率(術前:0、術後:0、 $p = 0.31$)はいずれも有意差を認めなかった。また、非病変側においては全項目で術前後に有意差を認めなかった。

【考察】術前の三叉神経は、動脈圧迫により延伸されて中心線が長くなりつつ同一平面上で屈曲し、圧迫部位(直痕)で断面積は小さくなっていると考えられた。術後のドット数減少と曲率(ゆがみ)の低下、断面積の変化は、動脈圧迫の解除により三叉神経の直線化と圧痕の解消が起こった事を表していると推測された。また、動脈圧迫例では三叉神経のねじれ(振率)は見られず、術前後で差は生じなかった。

【結語】本手法により三叉神経の形態変化を解析することは可能である。今後更なる解析を加えることで、三叉神経痛の病態生理解明、診断の一助、治療効果の予測に繋がる事が期待される。

OS30-3 ADC histogram profiles predict molecular features of grade 4 in histologically lower-grade adult diffuse gliomas following WHO classification 2021

ADCヒストグラム解析による分子遺伝学的グレード4グリオーマの予測能の検討

黒川 遼^{1,2}, 萩原 彰文^{1,3}, 黒川真理子^{1,2}, 馬場 亮², Benjamin Ellingson³

Ryo Kurokawa^{1,2}, Akifumi Hagiwara^{1,3}, Mariko Kurokawa^{1,2}, Akira Baba², Benjamin Ellingson³

¹Department of Radiology, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo, ²Division of Neuroradiology, Department of

Radiology, University of Michigan, ³UCLA Brain Tumor Imaging Laboratory, Department of Radiological Sciences, David Geffen School of Medicine, University of California Los Angeles

【要旨】ADC histogram profiles were compared between the presence and absence of molecular grade 4 features in histologically-lower grade adult diffuse gliomas. Entropy of ADC and age were independent predictive parameters for predicting grade 4 molecular features with an area under the curve of 0.92.

【目的/背景】

2021年に発表された中枢神経腫瘍のWHO分類第5版では、成人型のdiffuse gliomaはAstrocytoma, IDH-mutant; Oligodendroglioma, IDH-mutant, and 1p/19q-codeleted; およびGlioblastoma, IDH-wildtypeの3タイプが記載されている。Glioblastoma, IDH-wildtypeの診断においては、新たに以下の3つの分子遺伝学的診断基準が追加されることになった: 染色体7番のトリソミーおよび10番のモノソミー、TERTプロモーター変異、EGFR増幅。これらの少なくとも1つの基準を満たすIDH-wildtypeの成人型diffuse gliomaであれば、組織学的に壊死や微小血管増生がなくともCNS WHO grade 4であるGlioblastoma, IDH-wildtypeと診断される。すなわち、組織学的にlow gradeな成人型のdiffuse gliomaの中には、分子遺伝学的にgrade 4の腫瘍(Mol-4 group)とgrade 2または3の腫瘍(Mol-2/3 group)とがどちらも存在しうるが、両者を鑑別するための画像所見はほとんど確立されていない。本研究ではADCヒストグラム解析による両者の鑑別能を検討した。

【方法】

患者

2019年6月から2022年10月までの間に、ミシガン大学病院のデータベース検索にて、以下のInclusion criteriaを満たす患者が184名hitした:

[Inclusion criteria]

- ・18歳以上
- ・WHO CNS5に準拠した組織学的・分子遺伝学的診断がついている成人型diffuse glioma
- ・FLAIR, 造影前後のT1強調像, 拡散強調像を含むMRIを病理診断の3か月前以内に施行

以下のExclusion criteriaによって121名が除外された:

[Exclusion criteria]

- ・組織学的なCNS WHO grade 4の証拠がある (n = 82)
- ・再発・残存腫瘍 (n = 38)
- ・MRIの撮像前に治療開始 (n = 1)

最終的に63名(中央値45歳 [18-84歳]; 男性31名)を研究対象とした。

MRI解析

1.5T (n = 13)または3T (n = 50)にてMRIが撮像された。解析前に造影前T1強調像, FLAIR像, およびADC mapは造影後T1強調像に合わせてFreesurferにてregistrationした。それぞれの症例において、既報(PMID: 24475840, 34911188)と同様の半自動法で、(造影される領域) or (FLAIR高信号域)-(囊胞様の領域)のVOIを抽出し、以下のADCヒストグラム指標を計算した: 最大値, 90パーセンタイル, 中央値, 平均値, 10パーセンタイル, 最小値, 尖度(kurtosis), 歪度(skewness), およびエントロピー(entropy)。

統計解析

Mol-4 groupとMol-2/3 groupとの間で、年齢・MRIから生検/手術までの日数・ADCヒストグラム指標をMann-Whitney検定にて比較、性別・IDH変異の有無・gyriform infiltrationの有無をFishserの正確確率検定で比較した。Mol-4 groupを予想するための指標を抽出するために、false discovery rate法での $P < 0.01$ となるADCヒストグラム指標および年齢をAIC法によるステップワイスロジスティック回帰分析を用いた。

【結果】

Demographic

63名中、Mol-4 groupは18名(中央値64.5歳 [37-84歳]; 男性8名)、Mol-2/3 groupは45名(中央値40歳 [18-73歳]; 男性23名)。患者年齢はMol-4 groupで有意に高く($p < 0.001$)、IDH変異の頻度はMol-2/3 groupで有意に高かった (1/18 vs 42/45, $P < 0.0001$)。Gyriform infiltrationの頻度に有意差はなかった (2/18 vs 1/45, $P = 0.26$)。

ADCヒストグラム解析

90パーセンタイル, 中央値, 平均値, 10パーセンタイル, エントロピーはMol-4 groupで有意に高く、尖度と歪度はMol-2/3 groupで有意に高かった。

多変量解析

年齢とエントロピーがステップワイスロジスティック回帰分析の結果選出され、両方とも独立したMol-4 groupの予測因子であり、このモデルでのMol-4 groupの予測性能はAUC_{0.92}であった。

【結論】ADCヒストグラム解析は組織学的にlow gradeな成人型diffuse gliomaにおいて、分子遺伝学的なCNS WHO grade 4群を予測するために有用なイメージングバイオマーカーと考えられる。

OS30-4 Differentiation of glioblastoma and brain metastasis using advanced diffusion MRI parameters

先進拡散強調画像による膠芽腫と転移性脳腫瘍の鑑別

上村 清央¹, 中野 翼², 長谷川知仁², 中條 正典², 岩永 崇³, 今井 広⁴, 吉浦 敬^{1,2}

Kiyohisa Kamimura¹, Tsubasa Nakano², Tomohito Hasegawa², Masanori Nakajo², Takashi Iwanaga³, Hiroshi Imai⁴, Takashi Yoshiura^{1,2}

¹Department of Advanced Radiological Imaging, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences,

²Department of Radiology, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences, ³Department of Radiological Technology, Kagoshima University Hospital, ⁴Siemens Healthcare K.K.

【要旨】 We evaluated the usefulness of advanced DWI in distinguishing between glioblastomas and brain metastases. Brain metastases showed significantly higher cADC, rcADC and μ FA than glioblastomas. The cADC appear to be more efficient DWI indices than conventional ADC to differentiate the two tumor types.

【目的】 膠芽腫と転移性脳腫瘍の鑑別に、先進拡散強調画像解析の有用性を調査すること。**【対象および方法】** 病理学的に膠芽腫 (70 ± 13歳) と診断された連続77例と転移性脳腫瘍 (68 ± 9歳) と診断された連続30例を対象とした。全例臨床用3T装置で撮影した。b値は0, 1500 (s/mm²)、有効拡散時間はPGSE法で44.5ms、OGSE法で7.1ms。それぞれのADCマップと、それらの差分であるcADCマップ、変化率であるrcADCマップを作成した。DDE MRIから μ FAマップを作成した。造影後T1強調画像における増強域に設定したROIを用いて、平均ADC値 (ADC_{44.5ms}、ADC_{7.1ms})、差分と変化率の平均値 (cADC、rcADC)、平均 μ FA値を算出した。膠芽腫と転移性脳腫瘍との間で、unpaired-t testあるいはMann-Whitney U testで比較した。膠芽腫と転移性脳腫瘍の鑑別能をROC解析で比較した。**【結果】** 転移性脳腫瘍と膠芽腫のADC_{44.5ms}とADC_{7.1ms}に有意差はなかった (1.07 ± 0.31 vs. 1.09 ± 0.24, p = 0.6421; 1.29 ± 0.31 vs. 1.23 ± 0.23, p = 0.3212)。転移性脳腫瘍のcADCとrcADCは、膠芽腫よりも有意に高値であった ($\times 10^{-3}$ /mm²) (0.24 ± 0.12 vs. 0.14 ± 0.03, p < 0.0001; 23.7 ± 9.6 vs. 14.3 ± 5.7, p < 0.0001)。転移性脳腫瘍の μ FAは、膠芽腫よりも有意に高値であった (0.466 ± 0.144 vs. 0.372 ± 0.132, p = 0.0017)。ROC解析ではcADCとrcADC、 μ FAが有意であり、ADC_{44.5ms}とADC_{7.1ms}は有意ではなかった (AUC = 0.889, 0.832, 0.697, 0.531, 0.541; p < 0.0001, < 0.0001, 0.0006, 0.6468, 0.5281)。cADCとrcADC、 μ FAのAUCはADC_{44.5ms}よりも有意に高値であった (< 0.0001, < 0.0001, 0.002)。**【結論】** 時間依存性拡散強調画像から得られるcADCとrcADC、DDE MRIから得られる μ FAは、膠芽腫と転移性脳腫瘍の鑑別に有用と考えられた。

OS31-1 Usefulness of phantom using human heart model for practice of cardiac MRI

心臓生体模型を使用した心臓MRI練習用ファントムの有用性

森田 佳明¹, 永井 康宏¹, 坂井 里菜¹, 田中 俊光¹, 澤野 美樹¹, 梅村 翔太¹, 塩谷 優¹, 太田 靖利¹, 福田 哲也¹, 白石 公²

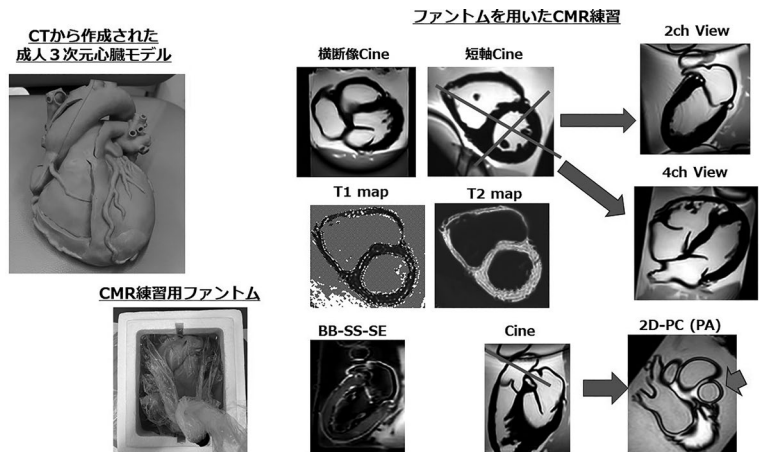
Yoshiaki Morita¹, Yasuhiro Nagai¹, Rina Sakai¹, Toshimitsu Tanaka¹, Miki Sawano¹, Shota Umemura¹, Masaru Shiotani¹, Yasutoshi Ohta¹, Tetsuya Fukuda¹, Isao Shiraishi²

¹Department of Radiology, National Cerebral and Cardiovascular Center, ²Department of Pediatric Cardiology, National Cerebral and Cardiovascular Center

【要旨】 Human heart model phantom showed the sufficient MR signal and good contrast, which can help to understand the complex structure of cardiovascular system. This approach is helpful for CMR practice, such as determination of cardiac axis and planning of sequence.

【目的】 心臓MRI (CMR) の撮像において、複雑な心内構造や血管走行を把握し、それをもとにした心臓や大血管の軸決定や各シーケンスの断面設定をすることは基本である。また、CMRは多数のシーケンスを組み合わせたプロトコルになっており、限られた時間で検査を行うためにはスムーズな手順での検査がOperatorには求められる。初心者や経験が浅い操作者は事前に練習をすることが望ましいが、座学では限界があり、またボランティアでの練習にも限界がある。今回我々は、CMRの練習用として、成人心臓モデルからなるファントムを作成し、実際にその有用性について検討を行った。**【方法】** 今回用いた心臓模型は、実際の成人患者の造影CTから作成された心筋・弁・大血管などを忠実に再現した3次元心臓モデルで、材質としては軟質ウレタンである。底に洗たくのりを置いた容器に心臓模型を入れて、精製水で満たしたCMR練習用ファントムを作成した。4名の放射線技師 (経験年数3年未満2名、10年未満1名、10年以上1名) がこのファントムを用いて以下のCMR練習用の撮像を行った。装置は、3T-MRI (PHILIPS Ingenia Elition X)。撮像シーケンスはCine MRI, Black-blood-Single shot SE (BB-SS-SE), MOLLI法によるT1 map, Multi-echo TSE法によるT2 map, 2D-Phase contrast cine (2D-PC)。Cine MRIを用いて、左室短軸・長軸をそれぞれ決定し、それをもとに短軸像のT1 map/T2mapの撮像を行った。

さらに、Cine MRIから大動脈と肺動脈の短軸断面を決定し、2D-PCの撮像を行った。各シーケンスの心臓ファントムの画質に関して、視覚的に評価を行った。また、各撮像技師に心臓ファントムを用いたCMR練習がどの程度有用かどうかのアンケートを行った。**【結果】** 心臓生体モデルの画質は、Cine MRIや2D-PCでは、心血管構造と内腔 (水) のコントラストや信号の均一性は良好であり、アーチファクトのほとんどない画質が得られた。T1 map, T2 mapに関しては、心筋信号がやや不均一であり、BB-Single shot SEでは、一部の断面において信号低下・コントラストの反転がみられたが、いずれも解剖学的情報の把握や軸決定などの評価には十分な画質であった。体験した技師のアンケートでは、このファントムを用いることで、左室軸や大血管断面の決定、Map断面の設定の練習として、大いに役に立った~役に立った、という評価であり、今後のCMR練習方法として取り入れてもよい、という感想であった。**【結論】** 今回の固定法による成人心臓モデルはCMRの主要シーケンスにおいて十分な信号・コントラストがえられ、CMR練習用のファントムとしての有用性が示された。



**OS31-3 Computed DWI vs. Actual DWI vs. FDG-PET/CT:
Capabilities for Pulmonary Nodule Detection and Characterization**

肺結節検出及び正常評価におけるcDWI, aDWIおよびPET/CTの直接比較

大野 良治^{1,2}, 油井 正生³, 吉川 武⁴, 葛西 由守³, 永田 紘之², 植田 高弘¹, 池田 裕隆¹, 小澤 良之¹, 外山 宏¹
Yoshiharu Ohno^{1,2}, Masao Yui³, Takeshi Yoshikawa⁴, Yoshimori Kassai³, Hiroyuki Nagata², Takahiro Ueda¹,
Hirotaka Ikeda¹, Yoshiyuki Ozawa¹, Hiroshi Toyama¹

¹Department of Radiology, Fujita Health University School of Medicine, ²Joint Research Laboratory of Advanced Medical Imaging, Fujita Health University School of Medicine, ³Canon Medical Systems Corporation, ⁴Department of Diagnostic Radiology and IVR, Hyogo Cancer Center

【要旨】 Computed diffusion-weighted imaging (cDWI) was tested and compared with actual DWI and PET/CT and determined as having better potential for nodule detection than a DWI. Moreover, cDWI at 600s/mm² with ADC improves nodule characterization performance as compared with each DWI and PET/CT.

[Objective/ Background] Computed diffusion-weighted imaging (cDWI) is a mathematical computation technique that generates DWIs for any b-value from actual diffusion-weighted imaging (aDWI) data with different b-values. The purpose of this study was to compare capabilities for pulmonary nodule detection and characterization among cDWI with different b values, aDWI and FDG-PET/CT. [Methods] 159 consecutive patients with 380 pulmonary nodules detected on CT prospectively underwent aDWI, PET/CT, pathological, microbiological or follow-up examinations. cDWIs were generated at b value as 400 (cDWI400), 600 (cDWI600) and 800 (cDWI800) s/mm² from aDWI data by commercially available software. Based on pathological or follow-up examination results, all nodules detected on CT were divided into malignant and benign nodules. Probability of each nodule detection on aDWI or cDWIs was assessed by 5-point scale. Then, contrast ratio (CR) between nodule and thoracic muscles on each cDWI, ADC and SUVmax were evaluated by ROI measurements. JAFROC analysis was performed to compare nodule detection capability among all DWIs. Each index was compared between two groups by Student's t-test. Moreover, logistic regression analysis was performed to determine the predictors for differentiating malignant from benign nodules. Then, ROC analyses were performed among all indexes and combined predictors. Finally, sensitivity (SE), specificity (SP) and accuracy (AC) were compared among all methods by McNemar's test. [Result] Figure of merit (FOM) of aDWI (FOM=0.93) was significantly smaller than other cDWIs (0.95<FOM<0.98, p<0.05). There was significant difference of CR between malignant and benign nodules on each DWI (p<0.05). CR on cDWI600 and ADC were determined as significant predictors (p<0.05). Area under the curve (AUC), SP or AC of combined predictors (AUC=0.98, SP=96.6%, AC=92.2%) were significantly higher than those of others (0.90<AUC<0.95, p<0.05; 65.4%<SP<72.5%, p<0.05; 83.2%<AC<85.4%, p<0.05). [Conclusion] cDWI has better potential for nodule detection than a DWI. Moreover, cDWI600 with ADC improves nodule characterization performance as compared with each DWI and PET/CT.

OS31-4 Conjugate Gradient Reconstruction vs. Grid Reconstruction: Utility for Pulmonary MRI with Ultra-Short TE at In Vitro and In Vivo Studies

Pulmonary UTE-MRIにおけるConjugate Gradient ReconstructionとGrid Reconstructionの直接比較

大野 良治^{1,2}, 山本 香³, 池戸 雅人³, 油井 正雄³, 篠原麻衣子³, 佐野雄一郎³, 岩瀬 秋吉⁴, 植田 高弘¹, 池田 裕隆¹, 小澤 良之¹, 外山 宏¹

Yoshiharu Ohno^{1,2}, Kaori Yamamoto³, Masato Ikedo³, Masao Yui³, Maiko Shinohara³, Yuichiro Sano³, Akiyoshi Iwase⁴, Takahiro Ueda¹, Hiroataka Ikeda¹, Yoshiyuki Ozawa¹, Hiroshi Toyama¹

¹Department of Radiology, Fujita Health University School of Medicine, ²Joint Research Laboratory of Advanced Medical Imaging, Fujita Health University School of Medicine, ³Canon Medical Systems Corporation, ⁴Department of Radiology, Fujita Health University Hospital

【要旨】 Conjugate gradient (CG) reconstruction was compared with conventional grid reconstruction and determined as useful for reducing acquisition time without any influence on image quality and nodule detection on Pulmonary MRI with ultra-short TE (UTE-MRI) at in vitro and in vivo studies.

[Objective/ Background] Pulmonary MRI with ultra-short TE (UTE-MRI) has been reported its' clinical potential as substitution for thin-section CT for lung nodule detection or characterization in the last several years. However, one of its' drawbacks are longer acquisition time because of high numbers of 3D radial sampling and grid reconstruction method. Recently, we developed and try to clinically set conjugate gradient (CG) reconstruction for UTE-MRI to overcome this drawback without reducing image quality and clinical potential. The purpose of this study was to directly compare utility for acquisition time reduction with keeping image quality and nodule detection capability among UTE-MRI obtained with different sampling spoke numbers and reconstructed with CG and grid reconstructions at in vitro and in vivo studies. [Methods] At in vitro study, commercially available MR phantom for evaluation of image distortion was scanned by UTE-MRI sequence with original (n=1), 1/2, 1/4 and 1/6 sampling spoke numbers, and each UTE-MRI data was reconstructed with CG and grid reconstructions. Moreover, at in vivo study, 40 patients suspected with lung nodule underwent thin-section CT and UTE-MRI by same sequence with original, 1/2, 1/4 and 1/6 sampling spoke numbers. Then, all UTE-MRI data were also reconstructed with CG and grid reconstructions. Standard protocol in this study was UTE-MRI obtained with original sampling spoke number and reconstructed with grid reconstruction. To determine the influence of sampling spoke number reduction and reconstruction method difference at in vitro study, full width at half maximum (FWHM) of each phantom was measured at five times. At in vivo study, lung signal-to-noise ratio (SNR), overall image quality, artifact and probability for nodule presence were assessed by ROI measurement or 5-point scales. FWHM and SNR were compared between each UTE-MRI and standard protocols by Student's t-test. All qualitative indexes were compared by Wilcoxon's signed rank test between each UTE-MRI and standard protocols. [Results] On comparison of quantitative indexes at in vitro and in vivo study, FWHM and SNR of standard protocol had significant differences with those of all UTE-MRI protocols except UTE-MRIs obtained with original and 1/2 sampling numbers and reconstructed with CG reconstruction (p<0.05). When compared each qualitative index with standard protocol, UTE-MRIs obtained with original and 1/2 sampling numbers and reconstructed with CG reconstruction had no significant differences (p>0.05). [Conclusion] CG reconstruction is useful for reducing acquisition time without any influence on image quality and nodule detection on UTE-MRI.

OS31-5 Radiological pathological correlation of the cadaver lung using MRI

間質性肺炎の剖検肺のMRI 病理組織像との比較

岩澤 多恵¹, 林 愛¹, 澤住 知枝², 吉田 学誉³, 青木 淳¹, 平山麻利子¹, 馬場 智尚⁴, 奥寺 康司⁵, 小倉 高志⁴

Tae Iwasawa¹, Ai Hayashi¹, Tomoe Sawazumi², Takashige Yoshida³, Jun Aoki¹, Mariko Hirayama¹, Tomohisa Baba⁴, Koji Okudela⁵, Takashi Ogura⁴

¹Dept. of Radiology, Kanagawa Cardiovascular & Respiratory Center, ²Dept. of Pathology, Kanagawa Cardiovascular & Respiratory Center, ³Philips Japan, ⁴Dept. of Respiratory Medicine, Kanagawa Cardiovascular & Respiratory Center, ⁵Dept. of Pathology, Yokohama City Univ. School of Medicine

【目的】 慢性の線維性間質性肺炎では、疾患進行を画像で評価することが重要となっている。被ばくのないMRIは繰り返しの検査に有用と考えられるが、実際には間質性肺炎のMRIの報告はまだ少ない。今回、我々は、間質性肺炎のMRIの基礎的研究として、剖検肺のMRIを撮影し、線維化病変のT1値、T2値の測定を試みたので報告する。**【対象】** 慢性の線維性間質性肺炎があって、剖検が実施された5例を対象とした（男性4名、女性1名、死亡時の年齢は70歳代から80歳代）。4例は呼吸不全で死亡、1例は心筋梗塞による死亡であった。剖検肺の切片をホルマリンにつけた状態で並べて、頭部用のコイルを用いてT1強調画像、T2強調画像、およびT1値、T2値測定のためのMIXED Sequenceを撮影した。いずれの画像もスライス厚は2mm、面内の空間分解能はT1強調画像、T2強調画像は0.4mmx0.4mm、MIXED Sequenceは1x1mmとした。画像と比較しながら病理組織標本を切り出し、画像、病理的特徴的な領域にROIを設定しT1値、T2値を測定した。結果病理で時間の経過した線維化の領域はT2強調画像で低信号を示した。心筋梗塞の症例では、肺胞出血が目立つ領域がT1強調画像、T2強調画像で低信号の領域として認識できた。T1値、T2値の測定では、比較的正常と思われる肺組織は平均でT1値1937msec、T2値343msec、急性期のびまん性肺胞障害（DAD）T1値345msec、T2値437msec、胸膜下の比較的時間の経過した線維化400-500msec、T2値60-90msec、肺胞出血が目立った部位ではT1値246msec、T2値40msecであった。ただし、値は症例間でばらつきあり。また同一症例でも、部位によって、気腔内の粘液貯留の程度などでも異なっていた。**【考察・結論】** MRIのT1値、T2値が、肺の様々な病理像を反映することが示された。今回はホルマリン固定の標本の撮影であり、これらの値は生体とは異なると考えられた。

OS31-6 The role of diffusion-weighted imaging and electric properties tomography in distinguishing benign and malignant thoracic lesions

胸部腫瘍の良悪性鑑別における拡散強調画像及び導電率イメージングの有用性の検討

王 錦程¹, Ulrich Katscher², 菊地 英毅³, 北川 真歩¹, 菊池 穂香⁴, 吉野 裕紀⁴, タ キンキン^{1,5}

Jincheng Wang¹, Ulrich Katscher², Eiki Kikuchi³, Maho Kitagawa¹, Yasuka Kikuchi⁴, Yuki Yoshino⁴, Khin Khin Tha^{1,5}

¹Laboratory for Biomarker Imaging Science, Hokkaido University Graduate School of Biomedical Science and Engineering, ²Philips Research, Germany, ³Department of Internal Medicine, Hokkaido University Hospital, ⁴Department of Diagnostic Imaging, Hokkaido University Hospital, ⁵Global Center for Biomedical Science and Engineering, Hokkaido University Faculty of Medicine

【要旨】 Histogram features of apparent diffusion coefficient and electrical conductivity values, measured by diffusion-weighted imaging and electric properties tomography, of 18 thoracic tumors were compared between benign and malignant tumors. Several texture features differed significantly.

【Background and purpose】 Accurate differentiation between benign and malignant thoracic lesions is crucial for treatment planning and prognostic assessment. This study evaluated the role of diffusion-weighted imaging (DWI) and electric properties tomography (EPT) in distinguishing benign and malignant lung and mediastinal tumors. **【Methods】** Eighteen patients with focal lung and mediastinal lesions underwent DWI (TR/TE = 160/4.6 ms) and EPT (2D-SSFP.TR/TE = 16/4 ms) between June 2018 and January 2020. Voxel-wise apparent diffusion coefficient (ADC) values were derived from DWI and electrical conductivity (σ) from EPT. Histogram features of ADC and σ were extracted, and compared between benign and malignant tumors. Student t-tests and random forest were performed to evaluate the classification ability. **【Results】** The $ADC_{\text{Wavelet-LLL-10Percentile}}$, $\sigma_{\text{Wavelet-LHL-Kurtosis}}$ and $\sigma_{\text{Wavelet-LLL-Kurtosis}}$ values of malignant tumors were significantly lower than those of benign tumors. In contrast, the $ADC_{\text{Original-Entropy}}$, $ADC_{\text{Original-Range}}$, $ADC_{\text{Wavelet-HLL-Maximum}}$, $ADC_{\text{Wavelet-HHL-Mean}}$ and $ADC_{\text{Wavelet-LLL-Skewness}}$ values of malignant tumors were significantly higher than those of benign tumors ($p < 0.05$). Random forest identified $ADC_{\text{Original-Range}}$ ($p = 0.04$) and $\sigma_{\text{Wavelet-LLL-Kurtosis}}$ ($p = 0.01$) as the top 2 predictors. **【Conclusions】** DWI and EPT offer the potential to distinguish benign and malignant thoracic lesions by providing intratumoral diffusion and electrical properties information beyond anatomical imaging. Integrating these techniques into routine clinical practice may improve diagnostic accuracy, guide treatment decisions, and enhance patient outcomes.

OS32-1 Assessment of the optimal imaging parameters for whole brain MR bone-like imaging using FRACTURE

FRACTUREを用いた頭部のMR bone-like imagingの至適撮像条件の検討

齋藤 駿¹, 福島 啓太¹, 五明 美穂², 土屋 一洋^{2,3}, 吉岡 達也¹, 小原 真⁴, 濱野 裕⁴, 中西 章仁¹, 横山 健一²

Shun Saito¹, Keita Fukushima¹, Miho Gomyo², Kazuhiro Tsuchiya^{2,3}, Tatsuya Yoshioka¹, Makoto Obara⁴, Hiroshi Hamano⁴, Akihito Nakanishi¹, Kenichi Yokoyama²

¹Section of Radiology, Kyorin University Hospital, ²Department of Radiology, Faculty of Medicine, Kyorin University, ³Department of Radiology, JR Tokyo General Hospital, ⁴Philips Japan, Ltd.

【要旨】 Using FRACTURE, we investigated the optimal imaging parameters for whole brain MR bone-like imaging, which not only visualizes the skull, but also evaluates calcified lesions in the brain and ventricle, and calcification of the arterial wall.

【Objective/background】 FRACTURE (Fast field echo resembling a CT using restricted echo-spacing) is a novel technology that can visualize bone structure and calcifications by grayscale inverting after adding the signals acquired from multiple short TEs. Although MR bone-like imaging for the head is required to visualize the skull bone, calcified lesions in the brain parenchyma and ventricles, and calcification of the artery wall, there are problems such as flow artifacts due to pulsation of cerebrospinal fluid and cerebral artery and signals of the brain parenchyma and cerebrospinal fluid. This study examined the optimal imaging parameters for whole-brain MR bone-like imaging.

【Methods】 Ten healthy volunteers underwent an MR examination using a 3T-MR scanner (Ingenia Elition 3.0T X; Philips Healthcare) with a ds 32-channel Head coil. FRACTURE is a sequence based on three-dimensional fast-field echo, and imaging parameters employed in this study were as follows: TR, 55 ms; TE, 2.3 ~11.5 ms; echo-space interval, 2.3 ms; the number of echoes, 2~5 echoes; flip angle (FA), 6, 9, 12, 15, 18, 20 degrees; field of view, 220 × 220 mm; matrix, 220 × 220; bandwidth, 916.4 Hz; slice thickness, 1 mm; the number of Chunk, 7. First, we changed the number of echoes added, then the value of FA. Each obtained images were grayscale inverted, and the regions of interest were set to bones (the clivus and mandibular head), arteries (the internal carotid artery and basilar artery), cerebrospinal fluid (the basilar and prepontine cisterns), gray matter (the thalamus and putamen), and normal white matter as background noise. The contrast-to-noise ratios (CNR) between bone and artery, between bone and cerebrospinal fluid, and between bone and gray matter were calculated. And the signal-to-noise ratio (SNR) of the artery, cerebrospinal fluid, and gray matter were calculated. Furthermore, for FA, the uniformity of the arterial lumen and the ability to visualization of the posterior edge of the dorsum sellae surrounded by cerebrospinal fluid were visually assessed by one radiologist and one MR-certified technologist.

【Results】 As the number of echoes to be added increased, both the CNR and the SNR were greater. As the FA increased, both CNR between bone and artery and between bone and gray matter and the SNR of each tissue increased, but the CNR between bone and cerebrospinal fluid decreased. For visual assessment, the uniformity of the signal in the arterial lumen improved as the FA increased but the contrast between the bone and cerebrospinal fluid decreased, resulting in deterioration of the ability to visualization of the posterior edge of the dorsum sellae.

【Conclusion】 The optimal imaging parameters for whole-brain MR bone-like imaging using FRACTURE on 3T-MRI are TR, 55 ms; TE, 2.3-11.5 ms; number of echoes, 5 echoes; and FA, 15 degrees.

OS32-2 Axillary lymphadenopathy after COVID-19 vaccination: follow-up of enlarged lymph nodes on MRI

新型コロナウイルスワクチン接種後の腋窩リンパ節腫大: MRIによる腫大リンパ節の経過観察

金丸 訓子^{1,2}, 吉川 健啓¹, 三木聡一郎¹, 中尾 貴祐¹, 中村 優太¹, 藤本幸多郎¹, 阿部 修²

Noriko Kanemaru^{1,2}, Takeharu Yoshikawa¹, Soichiro Miki¹, Takahiro Nakao¹, Yuta Nakamura¹, Kotaro Fujimoto¹, Osamu Abe²

¹Department of Coputational Diagnostic Radiology and Preventive Medicine, ²Department of Radiology, University of Tokyo

【要旨】 We previously reported MRI characteristics of COVID-19 vaccination-related axillary lymphadenopathy. We followed up enlarged lymph nodes. Enlarged axillary lymph nodes decreased in size and in intensity on T2-weighted images of follow-up MRI. The apparent diffusion coefficient remained unchanged.

【目的/背景】 我々は以前に新型コロナウイルスワクチン接種前後の胸部MRIを比較した研究で、433例中90例で接種後に腋窩リンパ節腫大が認められたことを報告した。接種前後のMRIで信号の評価が可能であった11例での検討では、接種後MRIのT2強調像で腋窩リンパ節の信号は高くなっていたが、ADC (apparent diffusion coefficient) は正常範囲内であった。本研究では、経過観察のMRIにより腫大した腋窩リンパ節の大きさや信号の変化を追跡する。

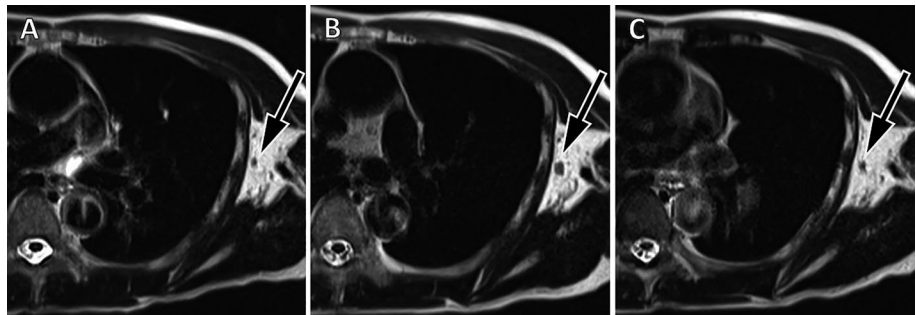
【方法】 本研究は倫理委員会の承認を得て行われた。3T MRI装置 (Biograph mMR; Siemens Healthineers) を用いて検診で撮影された全身のT2強調像および拡散強調像のうち胸部の部分を使用した。本研究では、接種後MRIにおいて接種前よりも大きく、かつ短径5mm以上のリンパ節を腫大リンパ節と定義した。接種後MRIで最大の腫大リンパ節を同定し、経過観察MRIでそれに対応するリンパ節を同定した。これらの長径、短径を記録した。可能であればT2強調像にて円形の関心領域を置き、信号を記録した。対照として同側の小胸筋に円形の関心領域を置き、 $\text{relative signal intensity} = \text{リンパ節の信号} / \text{小胸筋の信号}$ の式によりrelative signal intensityを計算した。拡散強調像 ($b = 800, 0 \text{ sec/mm}^2$) にてリンパ節に円形の関心領域を置き、ADCを計算した。

【結果】 90例中おおむね1年後に経過観察MRIが行われた76例 (男性45例, 女性31例, 62 ± 10 歳) を評価した。経過観察MRIの時点で、2例は2回, 53例は3回, 19例は4回, 2例は5回新型コロナウイルスワクチンを接種していた。最大の腫大リンパ節の短径は、接種後MRIで6 mm [6-8 mm] (中央値, [第1四分位数-第3四分位数], 以下同様) であったが、経過観察MRIで4 mm [3-5 mm] に縮小していた。長径は、接種後MRIで9 mm [8-11 mm] であったが、経過観察MRIで6 mm [5-7 mm] に縮小していた。個々の症例で比較すると、70例は短径、長径とも縮小していた。1例では短径のみ、1例では長径のみ縮小していた。4例では不変であった。

11例中8例で信号の評価が可能であった。relative signal intensityは、接種後MRIで4.3 [2.9-6.1] であったが経過観察MRIで3.4 [2.7-4.4] に低下していた。ADCは、接種後MRIで1.4 [1.2-1.6], 経過観察MRIで1.5 [1.2-1.6] と変化が見られなかった。

図に症例を提示する。67歳 (接種後MRI撮影時) 男性。接種前MRI (A), 接種後MRI (B), 経過観察MRI (C) のT2強調像。接種後MRIにて、左腋窩に接種前MRIより大きいリンパ節が描出されている (→)。経過観察MRIでは、接種前MRIと同程度の大きさまで縮小している。

【結論】 新型コロナウイルスワクチン接種後に認められる腫大リンパ節は大部分が縮小する。T2強調像における信号は低下する。ADCは変化が見られない。



OS32-3 Evaluation of glioblastoma and lymphoma by contrast-enhanced high-resolution 3D T1WI using deep-learning-based reconstruction: a preliminary report

深層学習を用いたノイズ除去再構成法による高分解能造影3DT1WI: 膠芽腫と悪性リンパ腫の鑑別

佐々木美穂¹, 石本 優香¹, 辰尾宗一郎¹, 大湯 和彦², 若山 哲也³, 野崎 敦³, 浅野研一郎⁴, 掛田 伸吾¹

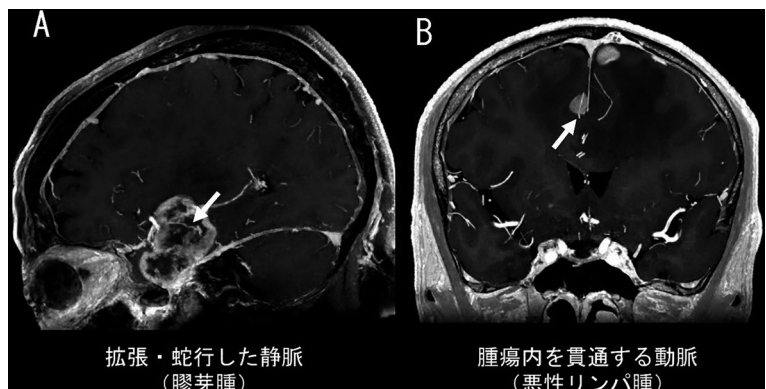
Miho Sasaki¹, Yuka Ishimoto¹, Soichiro Tatsuo¹, Kazuhiko Oyu², Tetsuya Wakayama³, Atsushi Nozaki³, Kenichiro Asano⁴, Shingo Kakeda¹

¹Department of Radiology, Hirosaki University Graduate School of Medicine, ²Department radiology Technology, Hirosaki University Hospital, ³GE HealthCare, ⁴Department of Neurosurgery, Hirosaki University Graduate School of Medicine

【要旨】 For acquisition of high-resolution MRI, deep-learning-based reconstruction could be a useful method to shorten the acquisition time while maintaining image quality. The high-resolution Gd-3D T1WI with DLR identified difference of precise vessel structures between glioblastoma and malignant lymphoma.

【目的/背景】 深層学習によるノイズ除去再構成技術(DLR)では、撮像時間や分解能とのトレードオフに関係なく画質を向上できる。この技術をParallel Imagingや圧縮センシングと併用することで、3次元高分解能画像をルチンの撮像プロトコルに適用できる。今回、我々は全脳の造影MRI検査について、DLRを用いて高分解能3D FSPGR画像 (高分解能3D DL-T1WI) を撮像し、高分解能3D DL-T1WIのMIP像が膠芽腫と悪性リンパ腫の鑑別に有用であるかについて検討した。**【方法】** 膠芽腫患者4症例、悪性リンパ腫患者4例について、高分解能造影3D DL-T1WI (TR=5.4 msec, TE=2.1 msec, FA=12, FOV=20cm, マトリクスサイズ=384×384, 撮影時間5:44) と、通常の造影3D T1WI (TR=5.8msec, TE=2.1 msec, FA=12, FOV=24cm, ボクセルサイズ=0.52x0.52x0.5mm, マトリクスサイズ=352×352, ボクセルサイズ=0.68x0.68x1.0mm, 撮影時間5:21) を撮像した。使用装置はGE社製 SIGNA Premier 3.0Tである。取得したデータよりMIP像を作成した。2名の神経放射線科医が、腫瘍内部について、1. 拡張・蛇行した静脈の有無、2. 腫瘍内部に流入・分布する動脈の有無と性状について評価した。**【結果】** 高分解能3D DL-T1WIにおいて、拡張・蛇行する静脈は、膠芽腫4例中4例 (100%) で観察されたが (FIG 1 A)、悪性リンパ腫4例では観察されなかった。膠芽腫4例中2例 (50%) に流入動脈が観察され、うち1例で拡張・蛇行する静脈に連続するシャント形成を認めた。悪性リンパ腫4例中1例に腫瘍内部を貫通する動脈が観察された (FIG 1 B)。

これらの所見は、通常の造影3D T1WI, DLRを用いない高分解能3D T1WIでは評価が難しかった。**【結論】** DLRを用いることで比較的短時間で高分解能3D T1WIの取得ができ、MIP像により腫瘍に關与する脈管の詳細な観察が可能であった。今回、高分解能腫瘍内部の拡張・蛇行した静脈の有無は、膠芽腫と悪性リンパ腫の鑑別に有用な可能性が示唆された。今後症例を増やし更に検討する予定である。



OS32-4 Feasibility Study of Super Resolution Deep Learning Based Reconstruction using K-Space Properties in 3D FLAIR Images for postoperative brain tumor

脳腫瘍術後評価目的の3D FLAIRにおける高分解能DLRの有用性

上谷 浩之¹, 中浦 猛¹, 岩下 孝弥¹, 黒田順一郎², 森田 康祐³, 松尾 健生³, 山下 裕市⁴, 外村 政道¹, 武笠 晃丈², 平井 俊範¹

Hiroyuki Uetani¹, Takeshi Nakaura¹, Koya Iwashita¹, Junichiro Kuroda², Kosuke Morita³, Kensei Matsuo³, Yuichi Yamashita⁴, Masamichi Hokamura¹, Akitake Mukasa², Toshinori Hirai¹

¹Department of Diagnostic Radiology, Faculty of Life Sciences, Kumamoto University, ²Department of Neurosurgery, Faculty of Life Sciences, Kumamoto University, ³Central Radiology Section, Kumamoto University Hospital, ⁴Canon Medical Systems Corporation, MRI Sales Department, Sales Engineer Group

【要旨】 We compared accelerated 3D FLAIR images with and without Super-resolution deep learning-based reconstruction (SR-DLR) for the evaluation of postoperative status in 10 patients with brain tumor. SR-DLR can enhance the image quality of accelerated 3D FLAIR in patients with postoperative brain tumor.

[Objective/Background] Super-resolution deep learning-based reconstruction (SR-DLR) technique has recently been developed to improve spatial resolution without sacrificing the signal-to-noise ratio (SNR) and the contrast. The aim of this study is to assess the effect of super-resolution deep learning-based reconstruction (SR-DLR), which uses k-space properties, on image quality for three-dimensional Fluid attenuation inversion recovery images (3D FLAIR) in patients with postoperative brain tumor.

[METHODS] This retrospective study involved 10 patients who underwent accelerated 3D FLAIR images using a 3T MRI system for the evaluation of postoperative status of brain tumors. We reconstructed 3D FLAIR with SR-DLR (Matrix = 684 x 684) and without SR-DLR (Matrix = 228 x 228). We measured the signal-to-noise ratio (SNR), contrast-to-noise ratio (CNR) in the subcortical white matter (WM) and the lesions. Two radiologists evaluated the SNR, artifacts, the gray-white junction, lesion boundary sharpness, and overall image quality of the two image types using a 4 or 5-point scale. We compared quantitative and qualitative scores between images with and without SR-DLR using the Wilcoxon signed-rank test.

[RESULTS] For quantitative analysis, the SNR and CNR were significantly higher in images with SR-DLR than those without SR-DLR ($P < 0.01$). For qualitative analysis, images with SR-DLR showed significantly higher the SNR, the gray-white junction, lesion boundary sharpness, and overall image quality than images without SR-DLR ($P < 0.01$).

[CONCLUSION] SR-DLR can enhance the image quality of accelerated 3D FLAIR in patients with postoperative brain tumor.

OS32-5 Lesion detection of multiple sclerosis by high-resolution 3D double inversion recovery imaging using DL-Speed: a preliminary report

DL-Speedを用いた高分解能double inversion recovery画像の有用性：多発性硬化症病変検出における初期経験

石本 優香¹, 大湯 和彦¹, 永谷 春香¹, 辰尾宗一郎¹, 野崎 敦², 幾嶋洋一郎², 若山 哲也², 掛田 伸吾¹

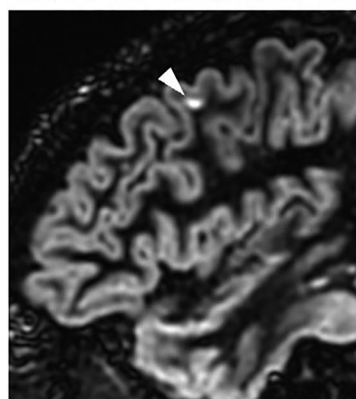
Yuka Ishimoto¹, Kazuhiko Oyu¹, Haruka Nagaya¹, Soichiro Tatsuo¹, Atsushi Nozaki², Yoichiro Ikushima², Tetsuya Wakayama², Shingo Kakeda¹

¹Department of Radiology, Hirosaki University Graduate School of Medicine, ²GE HealthCare

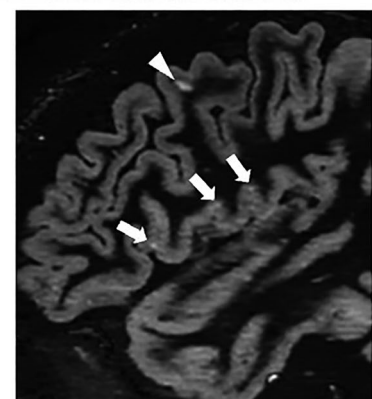
【要旨】 DL-Speed enabled high resolution 3D Double Inversion Recovery for cortical and juxtacortical lesions in multiple sclerosis. High resolution DIR could detect additional thirty-seven lesions in a patient, which were not detected in conventional DIR.

【目的/背景】 DL-Speedは、アンダーサンプリングされたK空間に対してDeep Learningを適用し、取得していないデータ(K空間の低周波と高周波部分)を復元し、画像再構成する技術である。今回我々は、多発性硬化症の皮質・皮質近傍病変について、DL-Speedを用いた高分解能3次元Double Inversion Recovery (DLS-DIR)の検出能を検討した。**【方法】** 使用装置はGE社製 SIGNA Premier 3.0Tである。MS患者6例(F/M:19/7、平均年齢36.5歳)について通常のMRIプロトコル(1mmスライス厚2D T2WI、3D FLAIR)に加えてDLS-DIRを撮像し、6例中1例では従来のDIR画像も撮像した。撮像プロトコルは、DLS-DIR (TR=7000 ms、TE=90 ms、TI=2828/546 ms、ボクセルサイズ=0.7×0.7×0.7mm³、撮影時間4:24)、DIR (TR=7000 ms、TE=90 ms、TI=2882/546 ms、ボクセルサイズ=1.3×1.3×1.4mm³、撮影時間3:55)である。2名の神経放射線科医が、皮質近傍病変を3つの領域(皮質内病変、皮質/白質混合病変、皮質近傍白質病変)に分けて、それらの描出をDLS-DIRと通常のMR画像(T2WI、FLAIR、DIR)を評価した。**【結果】** 皮質近傍病変の検出について、通常のMRI画像にDLS-DIRを加えることで新たに63病変(皮質内28病変、皮質/白質混合12病変、皮質近傍白質23病変)を検出した。またDLS-DIRと通常のDIRとの直接比較では、通常のDIRで検出できない37病変(皮質内21病変、皮質/白質混合7病変、皮質近傍白質9病変)をDLS-DIRを用いることで検出できた(FIG)。**【結論】** DL-Speedを用いることで比較的短時間で高分解能の3D DIR画像を取得できた。DLS-DIRを用いることで、MS患者における皮質・皮質近傍病変の検出能が向上する可能性が示唆された。

DLS-DIRでのみ検出される皮質病変



DIR



DLS-DIR

OS32-6 Investigating Neural Network Characteristics of Dental Psychosomatic Disorders for Distinct Disease Identification

脳内ネットワーク解析による歯科心身症の特徴抽出と病型識別の試み

和田 昭彦¹, 下地 啓五¹, 渡邊 素子², 豊福 明², 青木 茂樹¹

Akihiko Wada¹, Keigo Shimoji¹, Motoko Watanabe², Akira Toyofuku², Shigeki Aoki¹

¹Department of Radiology, Juntendo University School of Medicine, ²Department of Psychosomatic Dentistry, Graduate School of Medical and Dental sciences, Tokyo Medical and Dental University

【要旨】 This study explored neural differences in glossodynia and other dental psychosomatic disorders using MRI-derived centrality measures. Glossodynia patients showed distinct network patterns; these differences did not enable group distinction through the current Graph Neural Network.

【目的】 歯科心身症は、慢性的な歯痛や口腔内の疼痛、疼痛とは異なる不快な異常感覚を訴えるものの、各種検査で明らかな器質的原因が認められない病態である。症候・経過により、舌痛症、非定型歯痛/顔面痛、咬合異常感、口腔異常感症などに臨床診断されているが、口腔内の異常感覚は Overlap することも少なくなく、病型の明瞭な線引きは困難なこともある。慢性疼痛においては脳内ネットワークが変容する、可塑性があることが知られており、ネットワーク変容と病型に関連があれば病型区別に役立つ可能性がある。本研究では、歯科心身症のうち舌痛症とそれ以外の疾患を対象として、脳内ネットワークに違いがあるか、また特徴量で病型鑑別が可能であるかを検討した。**【方法】** 歯科心身症、臨床的に舌痛症と診断された75例とそれ以外の歯科心身症（非舌痛症；非定型歯痛、口腔内異常症、咬合異常、三叉神経痛など）56例を対象に3TMRI（Siemens社製 Magnetom Skyra）で取得された30軸の拡散テンソルMR画像から取得された構造的ネットワークに関して、全脳と疼痛関連脳内領域（pain matrix + 傍中脳水道灰白質）のネットワークのグラフ理論解析特徴量（中心性）を比較し、グラフニューラルネットワークで2つのグループが識別可能かを検討した。脳アトラスとしては、Automated Anatomical Labeling of Activations(AAL) atlasを使用した。**【結果】** 全脳ネットワークの比較、舌痛症群では帯状回(右)、扁桃体(左)、中心後回(右)の慢性疼痛関連領域で次数中心性が低値、中心前回(両側)、扁桃(左)、中心後回(左)、頭頂葉(左)で隣接中心性が同じく低値であった。慢性疼痛関連17領域のサブネットワーク解析では、中心後回(両側)、帯状回(右)、島回(左)、扁桃(右)に固有ベクトル中心性の差がみられた。これらの特徴量差からグラフニューラルネットワークでの2群識別を試みたが2群の明瞭な識別には至らなかった。**【考察】** 歯科心身症の中で舌痛症と非舌痛症の間には脳ネットワークの違いが存在すると考えられるが、その特徴量から両群を識別することはできなかった。比較対象の非舌痛症群の定義をより制限する、機械学習モデルの構造や手法の改善を進めるなどで脳ネットワーク解析で慢性疼痛疾患の病型を識別できるかもしれない。

OS33-1 The Impact of Noise Reduction Processing on Diffusion Tensor Tractography

ノイズ低減処理が拡散テンソルトラクトグラフィーに与える影響

伊藤 祐介, 加藤 雅人, 日比野友也

Yusuke Ito, Masato Kato, Tomoya Hibino

Department of Technical Radiology, DAIYUKAI HEALTH SYSTEM

【要旨】 The study aimed to investigate the impact of two noise reduction techniques on diffusion tensor tractography. Various metrics including tract number, average length, and fractional anisotropy were compared. Noise reduction techniques in DTI imaging can improve the accuracy of tractography.

【背景】 DTIによる錐体路の描出は、運動機能の評価や神経変性疾患の研究において重要である。錐体路は運動制御に関与する主要な神経路であり、その構造や連結性の変化は運動障害や神経変性疾患の理解に不可欠である。MRIによる拡散テンソルイメージング(Diffusion tensor imaging; DTI)は、脳内の水分子の拡散パターンを可視化し、神経繊維束の方向性と連結性を推定することができる。錐体路の正確な描出は、病態解明や治療計画の立案において重要な情報を提供し、患者の状態評価や治療計画、リハビリテーション計画の立案などに有用である。MRI装置の進歩により、多くの装置で様々なノイズ低減技術が搭載されており、これらを活用することで従来と同じ撮像時間でノイズの少ない画像を取得することができるようになった。富士フィルムヘルスケアのMRI装置には2種類のノイズ低減技術が搭載されており、1つはパラレルイメージングにおいてウェーブレット変換再構成を利用して信号量を増幅させるIterative Process (IP)、そしてもう1つはノイズ低減フィルターの一種であるREALISEである。そしてこの2つの技術は併用可能であり、更なるノイズ低減効果も期待できる。このようなノイズ低減技術は、DTI画像や、DTI画像から作成する錐体路のtractographyにも影響を及ぼす可能性が高い。先行研究では、DRLを用いた研究などが報告されているが、ウェーブレット変換再構成を用いたノイズ低減技術による検証は報告されていない。**【目的】** 本研究では、2種類のノイズ低減技術の組み合わせによるノイズ低減が、錐体路の拡散テンソルトラクトグラフィーに及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。**【方法】** DTI撮像には富士フィルムヘルスケア社製1.5 T-MRI装置のECHERON SmartとHeadNeck coil (16ch)を使用した。対象は同意の得られた健常ボランティア10例で、DTIを15軸で撮像した。基準画像として十分なsignal to noise ratio (SNR)を担保するために4NSAで撮像し、検証画像としてIP、REALISE、IP+REALISEを2NSAで撮像した。取得した画像からtractographyの解析にはDSI Studio (<http://dsi-studio.labsolver.org/>)を用いた。左右の中脳大脳脚と内包後脚にROIを置き、錐体路のtractographyを描画した。描いたtractographyに対してtract数、平均長、fractional anisotropy (FA)値を基準画像と比較した。**【結果】** Tract数と平均長は、IPのみ、REALISEのみでも増加するが、両方併用することで最も増加した。IPによる繰り返し演算で信号量を増幅させると、同時にノイズも増加してしまう。一方でREALISEは信号とノイズを弁別し、ノイズのみを除去する技術である。今回の結果ではIPとREALISEを併用した場合が最もtract数、平均長ともに増加したが、これは、2つの技術を組み合わせて使用することで、IPで増幅したノイズをREALISEで効果的に除去できていることによるものであると考えられる。FA値に関しては、REALISEのみを使用した際に増加する傾向が見られたが、その他は大きな変動は見られなかった。**【結論】** ノイズ低減技術であるIPとREALISEを併用したDTI画像を取得することにより、tractographyの精度が向上する可能性が示唆された。

OS33-2 Burning Mouth Syndrome's White/Gray Matter Abnormality Evaluated with Diffusion Tensor Imaging & Neurite Orientation Dispersion and Density Imaging

口腔灼熱症候群に対するDTIおよびNODDI解析

加藤 伸平^{1,2}, 黒川 遼², 鈴木 文夫^{2,3}, 雨宮 史織², 篠崎 貴弘⁴, 高根沢大樹⁴, 小橋龍太郎⁵, 山口 晴臣¹, 古田 寿宏¹, 赤井 宏行¹, 阿部 修²

Shimpei Kato^{1,2}, Ryo Kurokawa², Fumio Suzuki^{2,3}, Shiori Amemiya², Takahiro Shinozaki⁴, Daiki Takanezawa⁴, Ryutaro Kohashi⁵, Haruomi Yamaguchi¹, Toshihiro Furuta¹, Hiroyuki Akai¹, Osamu Abe²

¹Department of Radiology, The Institute of Medical Science, The University of Tokyo, ²Department of Radiology, The University of Tokyo, ³Department of Diagnostic Radiology, Tokyo Metropolitan Geriatric Hospital and Institute of Gerontology, ⁴Department of Oral Diagnostic Sciences, Nihon University School of Dentistry, ⁵Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Nihon University School of Dentistry

【要旨】 Fourteen burning mouth syndrome (BMS) patients and 11 healthy control subjects were included. TBSS analysis showed that patients had significantly higher FA and ICVF and lower MD and RD. GBSS analysis showed that patients had significantly higher ISO and lower MD and RD in the amygdala.

【目的】 口腔灼熱症候群 (Burning Mouth Syndrome; BMS) は、器質的な異常がないにも関わらず、舌やその他の口腔部位に灼熱感や痛みを感じる疾患である。病態解明のために、これまで様々な神経画像研究、精神医学的研究が行われているが、脳微細構造の詳細な情報が取得可能な Neurite Orientation Dispersion and Density Imaging (NODDI) モデルを用いた解析は行われていない。我々は、NODDIとDiffusion Tensor Imaging (DTI) モデルの両方を用いてボクセル単位の解析を行い、健常者との比較を報告している¹。一部既報に加え解析を追加し、BMSの病態をより深く理解することを目指した。【方法】 BMS患者14名と年齢と性別を一致させた健常対照者11名を3T-MRI装置でスキャンし、拡散MRIデータから拡散テンソル指標 (fractional anisotropy [FA], mean diffusivity [MD], axial diffusivity [AD], radial diffusivity [RD]) およびNODDI指標 (intra cellular volume fraction [ICVF], isotropic volume fraction [ISO], orientation dispersion index [ODI]) を取得した。これらのデータを、Tract-Based Spatial Statistics (TBSS) および Gray matter-Based Spatial Statistics (GBSS) を用いて解析した。また、臨床的重症度とDTIおよびNODDI指標の関係を検討するためのTBSS解析、GBSS解析も行った。【結果】 TBSS解析の結果、BMS患者は健常対照者と比較して、FAとICVFが有意に高く、MDとRDが低かった (family-wise error [FWE] corrected $P < 0.05$)。ICVF、MD、RDの変化は、広範囲の白質領域で観察された。GBSS解析の結果、BMS患者は健常対照者よりもISOが有意に高く、MDとRDが低かった (FWE corrected $P < 0.05$)。MDとRDで有意差がみられた領域は主に扁桃体に限局していた。臨床的重症度とDTIおよびNODDI指標の相関はみられなかった。【結論】 BMS群におけるICVFの増加は、慢性疼痛における細胞内/外の変化を表している可能性があり、GBSS解析でみられた扁桃体の微細構造変化はBMSの感情・情動プロフィールを示すものと考えられた。1. Kato S et al (2023) White and Gray Matter Abnormality in Burning Mouth Syndrome Evaluated with Diffusion Tensor Imaging and Neurite Orientation Dispersion and Density Imaging. Magn Reson Med Sci. DOI: 10.2463/mrms.mp.2022-0099

OS33-3 Observation of brain water molecule dynamics in awake mice using diffusion time dependent DWI

拡散時間依存DWIを用いたマウスにおける覚醒時脳内水分子動態の観察

大城日菜子^{1,2}, 畑 純一^{1,2,3}, 中島 大輔³, 萩谷 桂², 牟田佳那子¹, 岡野 栄之^{2,3}

Hinako Oshiro^{1,2}, Junichi Hata^{1,2,3}, Daisuke Nakashima³, Kei Hagiya², Kanako Muta¹, Hideyuki Okano^{2,3}

¹Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ²RIKEN, Center for Brain Science, ³Keio University, School of Medicine

【要旨】 We designed diffusion time dependent DWI sequences by imaging restricted structure phantoms. The awake mice brain imaged with the same sequence showed differences in diffusion coefficients caused by the AQP-4 inhibitors. Diffusion time dependent DWI could capture brain water molecule dynamics.

【背景/目的】 制限された空間における拡散係数は拡散時間の経過に伴って減少する。拡散時間依存DWIは拡散時間を変化させて撮像することで、水分子が制限される程度によって異なる拡散特性が得られる。拡散時間依存DWIを利用した先行研究では、生体脳における軸索径や繊維束密度の定量法や、脳虚血モデルマウスにおける細胞膜透過性の推定手法として研究されている。一般に拡散時間が長くなると設定できる最小のb0は大きくなり、生体などの複数の指数関数で構成される拡散特性では、拡散時間依存性だけでなくb-value依存性が反映されてしまう。そこで本研究では、最長の拡散時間で設定したb-value (b0, b, b0<b)をすべての拡散時間に適用した拡散時間依存DWIのシーケンス検討を行なった。これにより、生体脳の複雑な水分子拡散について変動因子を限定して把握できる。完全制限構造をもつcapillaryファントムも合わせて計測することで、拡散理論との整合性をもつ最適なシーケンス条件を検討した。同様のシーケンスで覚醒下マウスの脳を撮像し、拡散時間依存DWIを用いた生体脳における水分子動態の可視化を目的とする。【方法】 実験用9.4 T-MRI装置 (Bruker) および内径28 mmのソレノイドコイル (高島製作所) にて水不透過性毛細管構造をもつcapillaryファントム (6,12,25,50,100 μm , free water) を、3次元エコープランナー法を用いたpulsed gradient stimulated echo (3D PG-STE-EPI) により室温で撮像した (Diffusion time=16-500 ms (5points), b-value=1000 s/mm^2 (b0=250), resolution=0.4 \times 0.4 \times 0.4 mm, TR/TE=6000/14.8 ms)。データはDiffusion toolkitにて拡散テンソル解析後、ファントム内の固有値 ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$) を計測した。次に健常な8-16週齢のC57BL/6Jマウス (n=10) に対して、頭部にヘッドポストを装着した。マウスの容体回復後、1週間の撮像環境馴化トレーニングを行った。実験群ではAQP-4阻害剤TGN-020 (200 mg/kg) を生理食塩水に溶解させたものを腹腔内に投与し、対照群では同量の生理食塩水を投与した。覚醒下マウス撮像は内径86 mmの送信コイルとクライオプローブ4ch受信コイル (Bruker) を用いて、ファントム撮像と同条件で薬剤投与20分後からDWIデータを収集した。データは拡散テンソル解析後、ANTsを用いてDorr-Steadman-Ullmann-Richards-Qiu-Egan (DSURQE) アトラスへの画像レジストレーションを行い、脳領域ごとの固有値を計測した。【結果】 capillaryファントムでは、全孔径の λ_1 およびfree waterのすべての固有値で拡散時間依存性がみられなかった。ファントム構造により円筒対称拡散であるため λ_2, λ_3 はほぼ同じ計測値を示し、孔径が小さいほど拡散時間の経過に伴って減少した。マウス脳では、脳領域ごとに異なる拡散特性を示した。AQP-4阻害剤を投与した実験群では嗅内野、梨状皮質、小脳の灰白質において、 λ_1 が拡散時間50-300 ms、 λ_3 が拡散時間16-100 msにおいて対照群よりも上回る傾向がみられた。【結論】 制限構造をもつcapillaryファントムで拡散理論に則った拡散時間依存DWIシーケンスを設計した。同様のシーケンスで撮像した覚醒下マウス脳ではAQP-4の発現が確認されている脳領域で、AQP-4阻害剤投与による拡散係数の差が生じた。拡散時間依存DWIによって脳内の細胞膜を介した水分子動態を捉えられる可能性が示唆された。

OS33-4 SNR Gain in Diffusion Imaging at Ultra-High Field with Short Echo-Times

超高磁場におけるエコー時間短縮による拡散イメージングSN比向上

ワゴナー アレン¹, 若山 哲也², 名内 存人², 鈴木 千里¹, 上野 賢一¹, 上口 裕之¹

Allen R. Waggoner¹, Tetsuya Wakayama², Arihito Nauchi², Chisato Suzuki¹, Kenichi Ueno¹, Hiroyuki Kamiguchi¹

¹RIKEN Center for Brain Science, ²GE HealthCare

[要旨] In recent years, the availability of stronger gradient coils has enabled increased SNR for a given b-value, by enabling shorter TE values to be employed. The data presented here illustrates that the SNR gains at 7T are significantly larger than at 3T.

[Background] The increased polarization with increasing magnetic field strength, generally results in increased SNR for most types of image contrast. Historically DTI has been an exception, as is illustrated in Fig. 1, the shorter T₂ of white matter at 7T compared to 3T, negates the 7T signal gain for TE values of 85~90ms. Until recently, TE values in this range were necessary to achieve b-values desired in DTI studies. Recently developed gradient systems offer much high gradient strengths, which enables achieving the desired b-values at much shorter TE values. Fig. 1 illustrates that as TE is reduced, 7T should have a significant advantage over 3T for signal strength in DTI studies. Here we present data to demonstrate that the improvement in signal strength with decreased TE at 7T, is as predicted in Fig. 1.

[Methods] Diffusion weighted Spin-Echo EPI data was acquired on a 7 Tesla MRI system (Signa 7T, GE HealthCare). One volunteer (39Y, male) was scanned to obtain example data. Acquisition parameters were as: TR= 10000ms; TE= 57.3 or 90.0ms; THK = 2.0mm; FOV = 220x220mm; matrix = 128x128; b = 0, 2000. A 32ch head coil (Nova Medical) was used. The Signa 7T system is equipped with UltraG Gradients (GE HealthCare), which has a maximum gradient strength of 113 mT/m. The images were distortion corrected using the PROGRES algorithm (GE HealthCare).

[Results] Fig. 2 shows an example slice from the data sets for each TE. Both images are for b=2000. In the white matter the observed signal increase by shortening TE from 90.0 to 57.3ms, was 90.1%. This is close, but less than the prediction from Fig. 1, which indicated that the actual T₂ of white matter in this slice is slightly lower than the average value taken from the literature. Even so this is still roughly twice the single gain expected from the same reduction in TE at 3T.

[Conclusion] At TE values historically used for DTI studies, 7T offers no SNR advantage over 3T. With the much stronger gradient become available in current MRI scanners, the equivalent b-values can be obtained with much shorter TEs. At these shorter TEs, 7T provides a significant boost in signal strength, over 3T.

[References]

1. Lu et al. *JMRI* 22:13-22 (2005).
2. Yacoub et al. *MRI* 49:655-22 (2003).

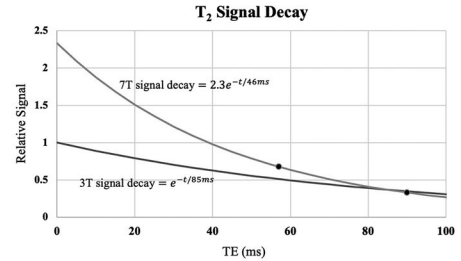


Figure 1. Theoretical T₂ decay curves for white matter based on literature T₂ values for 3T and 7T, normalized to 3T at TE=0. The black dots, correspond to TE=57.3 & 90ms, the TEs used for the example data shown in Figure 2. The decay curves show that at TE=90 3T and 7T DTI data will have equal signal strength. At TE=57.3, the 7T signal should increase by 100%, while at 3T a 47% signal increase is expected based on these curves.

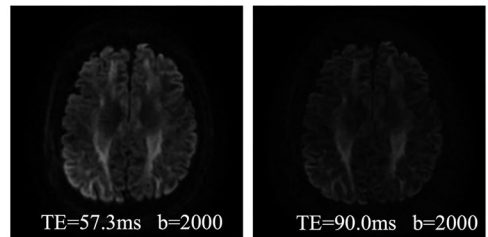


Figure 2. Example DTI data at 7T. The two images show an example slice acquired at each TE. The observed signal increase in white matter, by shorten the TE to 57.3ms at 7T was 90.1%.

OS33-5 Abdominal Q-space Trajectory Imaging (QTI): Basic Study in Normal Volunteers

腹部 Q-space Trajectory Imaging (QTI) : 健常ボランティアにおける基礎検討

佐野 勝廣¹, 村田 勝俊², 神谷 昂平^{1,3}, 堀 正明^{1,3}, 福永 一星⁴, 前川 朋子¹, 鎌形 康司¹, 青木 茂樹¹

Katsuhiro Sano¹, Katsutoshi Murata², Kouhei Kamiya^{1,3}, Masaaki Hori^{1,3}, Issei Fukunaga⁴, Tomoko Maekawa¹,

Koji Kamagata¹, Shigeki Aoki¹

¹Department of Radiology, Juntendo University Graduate School of Medicine, ²Siemens Healthcare K.K., ³Department of Radiology, Toho University Omori Medical Center, ⁴Faculty of Health Science, Juntendo University

[要旨] When evaluating the Q-space Trajectory Imaging (QTI) of abdominal organs on ROI-based analysis, the liver requires ROI placement with a focal range. Overall, there is no significant difference between magnitude and complex images, and values of μ FA are higher when IVIM terms are included.

[背景・目的] 腹部領域においてボクセル単位の異方性を評価する fractional anisotropy (FA) について検討した報告は複数存在するが、ボクセル内の微細構造の異方性 (microscopic anisotropy: μ FA) を評価した報告はほとんどない。近年脳神経領域では Q-space trajectory encoding を行う手法 (Q-space trajectory imaging: QTI) が提唱されており、 μ FA の他に、isotropic mean kurtosis (MKi), anisotropic mean kurtosis (MKa) も評価可能である。一方、腹部臓器は脳と異なり、SNR が低いことや血流の多い臓器が多いこと、呼吸等による画質の不安定性などの要素を考慮しなければならない。そこで絶対値画像による解析の他に複素数による解析も検討し、さらに血流の影響に関して intravoxel incoherent motion (IVIM) 項目を追加することによる効果についても評価を行った。

[方法] 対象は健常ボランティア 10 名。使用装置は Siemens Healthcare 社製 MAGNETOM Prisma 3T で、Szczebankiewicz ら (Szczebankiewicz F, et al. *PLoS ONE*, 2019) の Free Waveform (FWF) シーケンス (prototype) を導入し、Body Array コイルを使用して撮像した。撮像条件は、TE=73ms, FOV=320mm, マトリックス=100, スライス厚=5mm, 呼吸同期を併用し、スライス枚数は安定した呼吸相に信号収集ができるよう 9 枚とした。b 値は 0(5), 50(6), 350(6), 500(10), 1000(15) である (カッコ内は軸数)。1 名につき同日に 2 回、1 ヶ月後に 1 回と計 3 回撮像した。肝臓全体 (Liver_whole)、門脈や肝静脈などの大きな血管を避けた部分的な肝右葉実質 (Liver_focal)、脾臓、膵臓、腎臓、脊柱起立筋に ROI を設定して、IVIM 項目のない絶対値画像 (A 群)、IVIM 項目のある絶対値画像 (B 群)、IVIM 項目のない複素数 (C 群)、IVIM 項目のある複素数 (D 群) の 4 パターンについて μ FA, MKi, MKa, total mean kurtosis (MKt) を算出した。さらに μ FA については変動係数を算出した。

[結果] 各臓器の μ FA, MKi, MKa, MKt の平均値は以下の通り (以下、A 群 : B 群 : C 群 : D 群の順番で表記)。Liver_whole: μ FA=0.44:0.37:0.048:0.033, MKi=5.1:4.1:3.0:2.2, MKa=0.51:0.37:0.024:0.016, MKt=5.5:4.6:3.0:2.2。Liver_focal: μ FA=0.54:0.71:0.52:0.70, MKi=6.9:3.3:6.3:2.1, MKa=0.98:1.16:0.88:1.05, MKt=7.8:4.7:7.2:3.4。脾臓: μ FA=0.63:0.78:0.61:0.71, MKi=4.1:0.63:3.7:0.62, MKa=1.02:1.22:0.91:1.04, MKt=5.03:2.26:4.47:2.16。膵臓: μ FA=0.26:0.35:0.26:0.34, MKi=3.9:0.44:3.9:0.43, MKa=0.22:0.22:0.22:0.21, MKt=4.2:0.69:4.20:0.69。腎臓: μ FA=0.47:0.56:0.47:0.54, MKi=1.12:0.32:1.09:0.31, MKa=0.28:0.34:0.28:0.32, MKt=1.41:0.67:1.39:0.64。脊柱起立筋: μ FA=0.50:0.55:0.51:0.55, MKi=1.00:0.44:0.98:0.33, MKa=0.34:0.35:0.34:0.35, MKt=1.36:0.78:1.29:0.73。

Liver_whole 以外は絶対値画像と複素数の間に有意差はなく、全体として IVIM 項目を含めると μ FA は高い値を示した。Liver_whole は全体に MKa と μ FA が 0 になってしまうことが多く、拡散強調像 ROI 内位相変動の除去ができていないことが原因として考えられた。また、膵も MKa と μ FA が 0 になってしまうことが多く、こちらは SNR が小さいことや ROI が小さいことが原因として考えられた。

μ FA の変動係数は Liver_whole と膵臓は評価不能、Liver_focal は 0.11~0.16、脾臓は 0.16~0.21、腎臓は 0.09~0.13、脊柱起立筋は 0.09~0.11 であった。**[結論]** ROI ベースで QTI を評価する際、肝臓はある程度範囲を絞って ROI を置く必要がある。また、膵に評価には限界がある。全体として絶対値画像と複素数の間に有意差はなく、IVIM の項目を含めると μ FA は高くなる。 μ FA の変動係数は 0.09~0.21 である。

OS33-6 Improvement of automatic window adjustment algorithm for whole body DWIBS

全身DWIBS撮像におけるウィンドウ自動調整機能の開発と検証

権 池勲¹, 湯田 恒平², 桑原 悠², 酒井 直人², 米山 正己¹, 本田 真俊¹, 勝又 康友³, 濱野 裕¹, 小原 真¹,
アヌープ ディーヴィー⁴, アシシ クマール⁴, ジョビー ジョーン⁴, ウマ ヌンプリ⁴, ヨハネス ピーターズ³, 佐藤 次郎²,
マルク ヴァンカウテレン³

Jihun Kwon¹, Kohei Yuda², Yuu Kuwabara², Naoto Sakai², Masami Yoneyama¹, Masatoshi Honda¹,
Yasutomo Katsumata³, Hiroshi Hamano¹, Makoto Obara¹, D V Anoop⁴, Kumar P K Ashish⁴, John Joby C⁴, Numburi Uma⁴,
Peeters Johannes M.³, Jiro Sato², Van Cauteren Marc³

¹Philips Japan, ²Tokyo Metropolitan Police Hospital, ³Philips Healthcare, ⁴Philips Innovation Campus

【要旨】 A technique to automate window adjustment procedure in DWIBS was developed and evaluated. The proposed algorithm improved the window uniformity across the stations while maintaining the contrast. This can be a useful tool to automate the window adjustment procedure in the DWIBS exam.

[Objective/Background]

DWIBS is useful for visualizing malignant tumors and metastases. Currently on Philips system, the acquired multiple imaging stations are stitched but the display Window Width and Window Level (WW/WL) between stations often remain inconsistent. Therefore, the operator needs to manually adjust the WW/WL of each station, which hinders the workflow of DWIBS examination.

To automate this window adjustment procedure, we developed a technique called Histogram MAtching in LAYered Area (HIMALAYA) method. The purpose of this study was to compare the performance of HIMALAYA method with the conventional stitching.

[Methods]

This study retrospectively analyzed 19 DWIBS images acquired on either 1.5 or 3.0 T whole-body clinical systems (Philips Healthcare). The HIMALAYA method was implemented on console, and both qualitative and quantitative evaluations were performed.

HIMALAYA method: Typically, there is a few centimeters of overlap between the edges of two consecutive imaging stations. HIMALAYA assumes that these overlapping regions share similar anatomical information. A histogram of pixel value was extracted from the overlapping regions, and then a histogram matching technique was applied to calculate the transform from one histogram to another. Finally, the transform was applied to the entire pixels in the station.

Qualitative assessment: The window adjustment performance of the conventional stitching and HIMALAYA methods were subjectively assessed by three technologists using a 4-point scale score (4=excellent, 1=not diagnosable) on coronal image and Maximum Intensity Projection (MIP). Scores were shown with median (range).

Quantitative assessment: The contrast-to-noise ratio (CNR) was calculated to evaluate the influence of the HIMALAYA method on contrast. Round region of interest was placed on the spleen and subcutaneous fat of both conventional stitching and HIMALAYA-applied coronal images.

[Results]

Fig 1 shows the DWIBS source (a) and MIP (b) images stitched using either the conventional stitching or the HIMALAYA method. The HIMALAYA method achieved a consistent signal level across all stations compared to the conventional stitching. This observation was supported by the improved median visual scores from 1 (1-4) to 3 (2-4) for coronal image, and from 2 (1-4) to 3 (3-4) for MIP. Fig 2 (a) shows the distribution of visual scores evaluated on MIP. The conventional stitching mostly produced scores of 1 or 2 while the majority became 3 or 4 in HIMALAYA. Fig 2 (b) shows Bland-Altman plot comparing the CNR obtained from the two methods. Moderate agreement was observed with little bias (0.14). These results suggest that the HIMALAYA method can be a useful tool to automatically adjust the WW/WL of stations.

[Conclusion]

HIMALAYA, a new algorithm for adjusting the WW/WL between imaging stations in DWIBS, was developed and evaluated. Qualitative and quantitative assessment demonstrated that the HIMALAYA significantly improves the uniformity of signal level across the entire stations while maintaining the contrast. Our results suggest that the HIMALAYA can be a useful tool to automate the WW/WL adjustment procedure in the DWIBS examination.

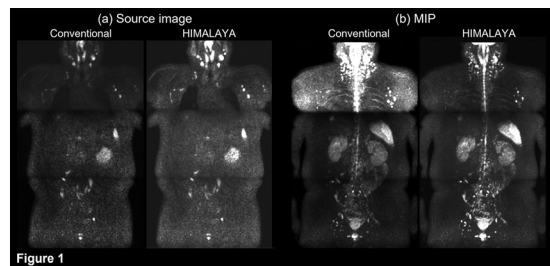


Figure 1

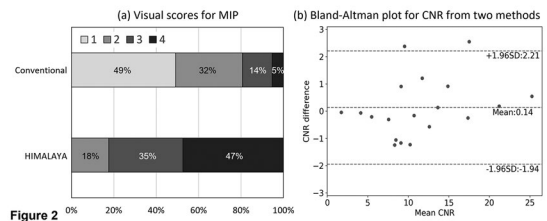


Figure 2

Poster Session

一般演題(ポスター)

PS01-1 Motion correction using image analysis software in ASL images

体動アーチファクトを有するASL画像に対するソフトウェアを用いた補正法の評価

高橋 一広, 佐々木文昭, 中村 和浩, 茨木 正信, 加藤 守, 木下 俊文

Kazuhiro Takahashi, Fumiaki Sasaki, Kazuhiro Nakamura, Masanobu Ibaraki, Mamoru Katou, Toshibumi Kinoshita

Research Institute for Brain and Blood Vessels Akita

【要旨】 In this study, we investigated the effect of software correction in ASL images that included motion artifacts caused by spatial misalignment between control and label images. The software correction improved spatial misalignment between control and label images, and image quality in ASL images.

【目的】 Arterial spin labeling(ASL)法は非侵襲的に脳血流画像を得られる撮像法として広く臨床利用されている。control画像とlabel画像の差分からASL信号を算出するため、体動によって画像間の位置がずれた場合に体動アーチファクトが生じて画質が劣化する。MRIの解析ソフトウェアであるStatistical Parametric Mapping(SPM)とFunctional Magnetic Resonance Imaging of the Brain Software Library(FSL)では、画像間の位置を補正することが可能である。そこで、SPMとFSLの位置合わせを適用し体動補正を行うことでASLの画質改善が可能かどうか、模擬データを用いて評価した。**【方法】** 装置はSiemens社製Skyra 3Tを用いASL法は3D-pASL(FAIR, Q2TIPS), TR=4500ms, TE=17.42ms, TI=2200ms, FOV=25.6x25.6x12cm, Matrix Size = 64x64x24,2回加算画像とした。研究に同意を得た健康ボランティアを対象とし、FOVを傾けた画像と傾けない画像を組み合わせることで面内の体動を模擬したデータセットを作成した。画像の位置合わせにはSPM, FSLを使用し、ImageJを用いて差分画像の作成や画像の評価をおこなった。データセットに対してSPMとFSLの位置合わせを適用し、補正後の画像から差分画像を作成した。作成した差分画像の大脳基底核断面を対象として、体動補正前後の信号値とヒストグラムを比較した。また、体動なしの差分画像を基準画像、体動補正ありなしの差分画像を対象画像としてNormalized mean square error(NMSE)を算出し比較した。**【結果】** 差分画像の比較では、体動補正がない場合、体動アーチファクトによる高信号が目立ち、ソフトウェアによる体動補正を行った場合はアーチファクトが低減されていた。ヒストグラム解析では、体動補正を行うことで高信号部分が抑制されていた。NMSEの比較では体動補正がない場合で2.69, SPM補正後は1.13, FSL補正後は0.55であった。**【結論】** SPM, FSLによる体動補正後の差分画像では信号値のばらつきが減少した。体動補正によるASL画像の画質改善が示唆された。

PS01-2 Development of artificial neural network for multiparametric DANTE-ASL

DANTE-ASLによるマルチパラメータ推定用ニューラルネットワークの開発

石田 翔太¹, 藤原 康博², 竹井 直行³, 松田 祐貴⁴, 金本 雅行⁴, 木村 浩彦^{5,6}, 辻川 哲也⁷

Shota Ishida¹, Yasuhiro Fujiwara², Naoyuki Takei³, Yuki Matta⁴, Masayuki Kanamoto⁴, Hirohiko Kimura^{5,6}, Tetsuya Tsujikawa⁷

¹Department of Radiological Technology, Faculty of Medical Sciences, Kyoto College of Medical Science, ²Department of Medical Image Sciences, Faculty of Life Sciences, Kumamoto University, ³GE Healthcare, ⁴Radiological Center, University of Fukui Hospital,

⁵Faculty of Medical Sciences, University of Fukui, ⁶Radiology Section, National Health Insurance Echizen-cho Ota Hospital,

⁷Department of Radiology, Faculty of Medical Sciences, University of Fukui

【要旨】 A simulation-based supervised neural network makes the estimation of a multiparametric arterial spin labeling simple, accurate, and precise. The estimation performance of cerebral blood flow and arterial cerebral blood volume was particularly improved by the proposed method.

【Objective】 Multi-delay arterial spin labeling (ASL) uses multiple post-labeling delays to quantify cerebral blood flow (CBF) and arterial transit time (ATT). In addition, the combination of multi-delay acquisition and delays alternating with nutation for tailored excitation (DANTE) pulse can measure arterial cerebral blood volume (CBVa). Although multi-parameterization can enhance the value of ASL, complicated processing techniques are required for multiparameter estimation. Therefore, this study aimed to develop a simulation-based supervised neural network that simply estimates multiple parameters from DANTE-prepared multi-delay ASL signals. **【Method】** [ASL acquisition] Eight ASL volumes were acquired by two series of multi-delay ASL scans with and without DANTE. [Simulation data] Simulation data were computed using the two-compartment model. The ground truths were set as follows: 0-90 (mL/100 g/min), 200-2000 (ms), -4000 (ms), and 0.2-2.4 (mL/100 g) for CBF, ATT, tissue transit time (TTT), and CBVa, respectively. Rician noise was added with 51 levels of standard deviation (0-0.5%MO at 0.05% intervals). [Neural network] We implemented three network designs. The simultaneous network simultaneously predicts CBF, ATT, TTT, and CBVa using a single network. The parallel network predicts the four parameters simultaneously using subnetworks dedicated to each parameter. The combination network combines four individually optimized networks. Moreover, two loss functions (mean squared error and mean absolute error) were evaluated. The number of hidden layers and neurons in each layer was preliminarily defined using a grid search. To select the best-performing network, accuracy and precision were assessed on the test dataset using the normalized mean absolute error (NMAE), normalized root mean squared error (NRMSE), and normalized coefficient of variation over repeated training. **【Comparison】** The selected neural network (NN) and a conventional method (Conv) were compared using the test dataset and volunteer images (n = 10). Artificial Rician noise was added to the in vivo images at five levels of standard deviation (0.05, 0.10, 0.15, 0.20, and 0.25% MO). For the test dataset, NMAE and NRMSE were compared between NN and Conv. For in vivo data, the relative change in each parameter value was evaluated for the whole gray matter. **【Results】** The combination network with the mean squared error loss function exhibited the highest performance. All parameters derived from the NN indicated lower NMAE and NRMSE values than those derived from the Conv. In particular, CBF and CBVa presented substantially higher accuracies with the NN than with the Conv. Moreover, higher noise immunity was observed with the NN than with the Conv, particularly with the CBF and CBVa maps. The relative changes in CBF, ATT, TTT, and CBVa were consistent with the visual impression of the parameter maps. **【Conclusion】** A simulation-based supervised neural network simplifies the estimation process of multiparametric ASL. Moreover, the estimation performances of CBF and CBVa were significantly improved by the proposed method.

PS01-3 Feasibility study of Variable TR with View Sharing to achieve both vessel visibility and high temporal resolution of Ultrashort TE 4D-MRA.

Variable TR / View Sharingを用いたUTE 4D-MRAの血管視認性と高時間分解の両立に関する Feasibility study

福地 治之^{1,2}, 赤津 敏哉^{2,3}, 草原 博志², 高野 直³, 池之内 穰², 鈴木 通真², 鎌形 康司², 阿部 修¹, 青木 茂²
Haruyuki Fukuchi^{1,2}, Toshiya Akatsu^{2,3}, Hiroshi Kusahara², Nao Takano³, Utaka Ikenouchi², Michimasa Suzuki²,
Kouji Kamagata², Osamu Abe¹, Shigeru Aoki²

¹Department of Radiology, University of Tokyo Hospital, Tokyo, Japan, ²Department of Radiology, Juntendo University Graduate School of Medicine, Tokyo, Japan, ³Department of Radiology, Juntendo University Hospital, Tokyo, Japan

【要旨】 The reduction of acquisition rate can improve signal intensity of UTE 4D-MRA[1-6]. To achieve both visibility and time resolution, we combined Variable TR and view sharing. This new method enables to get arbitrary timing of the MRA image.

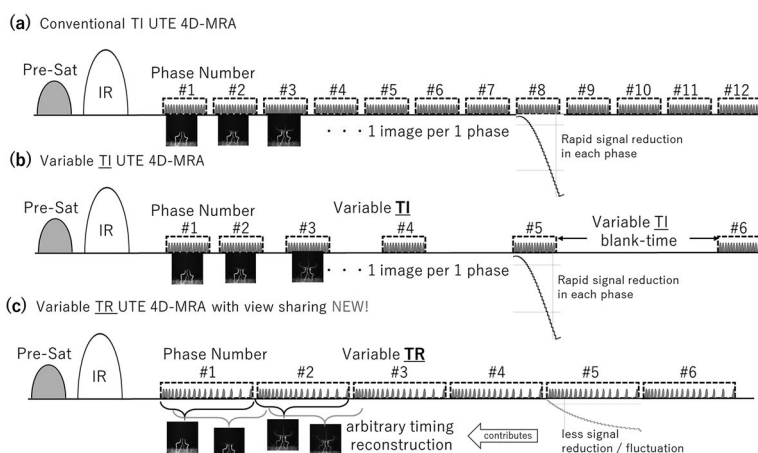
【背景】 我々はこれまでに ASL UTE 4D-MRA に Variable TI 法を適用することによって後期相の信号強度を保ち、末梢血管の描出性を改善できることを報告した [1-6]。しかし、この手法は TI 間隔を延長することにより、信号を取得していない blank-time を生じることで、時間分解能が低下するという問題を内包している。そこで我々は Variable TR 法 (個々の UTE 間隔を徐々に延長し磁化の飽和を抑制する技術) に View Sharing を組み合わせる手法を考案した。この手法により Acquisition Phase 中の連続した UTE の印加による信号低下を低減しつつ、任意の TR を開始点とした画像再構成が可能となる。

【手法】 使用機器として 3 T MRI scanner (Vantage Galan 3T / ZGO, Canon Medical Systems Corporation, Japan) を用いた。Variable TR 法の TR 間隔 (個々の UTE 間隔) を等差数列状に延長することにより、acquisition phase 中の信号の急激な低下を低減した。得られた MR 信号を MATLAB (R2019b, MathWorks, Natick, USA) を用いて View Sharing 法による画像再構成を行い、任意の TR を開始点としたサブ TI の時間分解能での MRA 画像を取得することを可能とした。

【結果】 単純に従来法に View Sharing を組み合わせた手法では Acquisition Phase 中の急激な信号低下の影響により画質が低下した。本手法では Variable TR 法を用いることで急激な信号低下を抑制したデータを得ることができ、これに View Sharing を適用することで任意の TR を開始点とした画像再構成においても画質の低下を防ぐことができた。本手法により高時間分解能と血管視認性の改善の両立に成功した。

【結論】 この新たな手法により UTE 4D-MRA の時間分解能をサブ TI 化 (TI 値よりも短くすることを達成) しつつ、血管描出性を改善させることが可能であることを確認した。

[1]Fukuchi H., et al. ISMRM 2020:1764 [2]Fukuchi H., et al. ISMRM 2021:1645 [3] Akatsu T., et al. SMRT 2021:S44 [4] Fukuchi H., et al. JSMRM 2021:P097J [5] Fukuchi H., et al. JSMRM 2022:PP161 [6] Fukuchi H., et al. JSMRM 2022:DP032



PS01-4 7 Tesla 3D TOF MR Angiography using a Deep Learning Reconstruction

Deep Learning 画像再構成を用いた 7 テスラ 3D TOF MR Angiography の検討

竹井 直行¹, Baolian Yang², Brian Burns³, Vince Magnotta⁴, 若山 哲也¹
Naoyuki Takei¹, Baolian Yang², Brian Burns³, Vince Magnotta⁴, Tetsuya Wakayama¹

¹GE HealthCare, ²GE HealthCare, Waukesha, WI, United States, ³GE HealthCare, Olympia, WA, United States, ⁴University of Iowa, Iowa City, IA, 52242, United States

【要旨】 3D TOF MRA with deep learning-based image reconstruction was developed for 7T MRI to improve intracranial small vessel visualization. With in-vivo scan, improved vessel sharpness and reduced background signal were demonstrated for better vessel delineation.

【Introduction】

Cerebral small vessel disease (SVD) has recently attracted attention in the fields of stroke and dementia. Non-contrast and non-invasive 3D TOF MRA has become a potentially useful tool for small vessel imaging in ultra-high field (UHF) 7T MRI. However, higher detection sensitivity to clearly and reliably visualize small vessels is needed for clinical translation. Deep learning reconstruction (DL Recon) provides an opportunity for increased SNR, reduced artifacts, and enhanced resolution. In this work, we explore the feasibility of leveraging DL Recon and perform a volunteer study on 7T MRI to provide improved small vessel delineation.

【Methods】

The 3D DL Recon used in our study (AIR Recon DL, GE Healthcare) is a deep convolutional residual encoder network trained to reconstruct images from MR data with reduced noise, reduced Gibbs ringing, and enhanced resolution. The convolutional network is embedded in the image reconstruction, operating on raw complex image volumes.

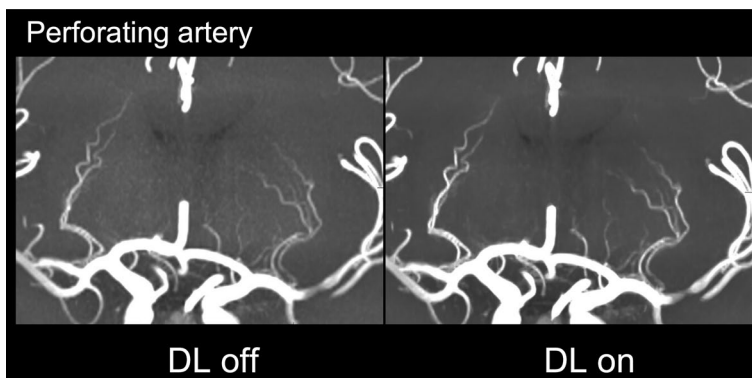
To evaluate image quality of vessel depictions on 7T MRI, a healthy volunteer was recruited. Reconstructed images with DL Recon on (strength level :0.5, 0.75, 0.9) and off were compared. GE 7T SIGNA MRI scanner was used at the University of Iowa following IRB approval. A volunteer was scanned with a 32-channel receive coil and a high-performance gradient (G=100mT/m and G=200T/m/s). 3D TOF were performed in the following protocols: TR/TE: 23/2.6 ms, receiver bandwidth: 62.5kHz, FOV: 20x16.2 cm, slice thickness: 0.6mm, number of slabs: 3, MT pulse on, Fat saturation pulse on, ARC parallel imaging factor: 2, spatial resolution: 0.4x0.4x0.6mm³, scan time: 11:56.

【Results】

Figure 1 shows representative MIP images of the Perforating artery on 7T. The DL Recon on image provided sharper and lower background signal than the DL Recon off image.

【Discussions and conclusion】

The DL Reconstructed MRA images improved the delineation of small vasculature with increased sharpness and reduced background signal on 7T MRI, showing a promising technique for increasing the success rate of small vessel visualization. The benefit of increased image sharpness can be translated to accelerated scan times by reducing the acquisition matrix sizes because the primary benefit of the DL Recon would be the denoising effect providing low noise floor on images for small vessel depiction as seen in this study. Additionally, as the introduction of the DL Recon overcomes relatively long scan times, there is scope for further optimization of established MRA protocols at 7T and for SAR reduction by adjustment of TR, FA, acquisition matrix and preparation pulses.



PS01-5 Impact of Precise IQ Engine for aortic 4D Flow MRI

Precise IQ Engineを用いた大動脈4D Flow MRIの検討

綾部 佑介¹, 池田 欣正¹, 佐野雄一郎³, 水野 伸哉³, 真鍋 徳子²

Yusuke Ayabe¹, Yoshimasa Ikeda¹, Yuichiro Sano³, Shinya Mizuno³, Noriko Oyama-Manabe²

¹Central Division of Radiology, Saitama Medical Center Jichi Medical University, ²Department of Radiology, Saitama Medical Center, Jichi Medical University, ³Canon Medical Systems Corporation

【要旨】 The image quality and quantitative evaluation were performed on 4D Flow MRI using the Precise IQ Engine (PIQE). The use of PIQE for aortic 4D Flow MRI improved the Wall Shear Stress value compared to the conventional method, and the quantification accuracy was also excellent.

【背景】 4D flow MRIは近年急速に臨床応用が進み、その有用性も多く報告されている。一方で長い撮像時間が4D Flow MRIにおける欠点である。撮像時間短縮のアプローチとしてParallel Imaging, Compressed Sensing, Radial Samplingなどが挙げられる。しかしいずれの方法もSNRや空間分解能とのトレードオフとなる。Precise IQ Engine(PIQE)は、高解像化及びデノイズ処理を両立できるDeep Learning再構成である。PIQEは脳神経領域や関節領域に用いられているが、4D Flow MRIにおける報告はない。【目的】 PIQEを用いた大動脈の4D Flow MRIを従来法と比較し、画質及び定量性に関して検討を行う。【方法】 健康ボランティア7名を対象とし、1.5T MRI装置(Vantage Orian, Canon medical systems corporation)にて上行大動脈4D Flow MRI撮像を行った。可変したパラメーターは位相方向のマトリクス(128,96,64)とした。得られた画像をPIQE及び従来法でそれぞれ再構成した。画質評価として放射線科医が視覚的にwall shear stress(WSS)を評価した。定量評価として上行大動脈におけるstroke volume (SV), peak velocity (PV)を算出し2D phase contrast MRI(2D-PC)との比較を行った。なおSV及びPVの測定位置は大動脈弁の2CM直上とした。【結果】 位相マトリクス128と比べ、96では28パーセント、64では42パーセント撮像時間が短縮された。画質評価では、従来法にて位相マトリクスが低下するにつれWSSは低い値を示す傾向にあった。PIQEでは、マトリクス低下時のWSSの過小評価が改善する部位が見られた。定量評価では、SVはPIQEにおいて従来法よりもばらつきが低下し、高い相関を示した。PVは従来法及びPIQEともに高い相関を示したが、マトリクス64ではばらつきが見られた。【結論】 PIQEは大動脈における4D flow MRIにおいて、従来法と比べマトリクス低下時のWSSの過小評価を改善させ、SVおよびPVにおける定量精度も優れていた。

PS02-1 Usefulness of PD-STIR for spinal lesions

脊椎病変を対象とした非選択的脂肪抑制併用プロトン密度強調画像の有用性

木下 友都¹, 市川 暁¹, 飯島 竜¹, 大河内知久²

Yuto Kinoshita¹, Akira Ichikawa¹, Ryu Iijima¹, Tomohisa Ookouchi²

¹Department of Radiological Technology Ageo Central General Hospital, ²Department of Radiology Ageo Central General Hospital

【要旨】 We compared T2WI and T2STIR for the usefulness of PDSTIR for myelitis. Compared to T2WI and T2STIR, PDSTIR showed higher values in contrast ratio and visual assessment, and statistically significant differences were observed. We conclude that PDSTIR can more sensitively detect spinal cord lesions.

多発性硬化症 (MS) や類縁疾患である視神経脊髄炎の画像診断はMRIにより空間的多発性・時間的多発性や病変の広がり把握する事が重要とされている。また病態修飾療法の早期導入により多発性硬化症への進行抑制が期待できると報告されておりClinically isolated syndromeの時期から開始できるように早期診断が求められている。脊髄炎の活動性はT2強調画像で脊髄内の高信号病変として描出され、活動性が高いほど高信号となる。しかし初期病変や亜急性期病変では淡いT2延長病変として描出され、病変の描出や広がり不明瞭となり、正確な病変診断や広がり診断を行えない場合がある。MSの検出に関する検討ではFLAIRやT1-STIRなどを用いた様々な方法が用いられており、その有用性について報告されているが撮影時間が延長するなどの問題点がある。また脊髄内の淡い高信号病変の検出にPDWIが優れているとされているがガイドラインではT2WIでの評価が行われており確立した撮影法とまでは至っていない。STIRはT2値の長い組織が強調される事からT2WIと比較しT2延長病変の検出に優れており、PDWIにSTIRを併用する事により、淡いT2延長病変の検出能の向上が期待できるのではないかと考えた。そこで当院では2022年より脊髄病変の検出能を向上させるためにPD-STIRを撮像している。【目的】 本研究はT2WI・T2-STIRと比較し、PD-STIRは脊髄病変の描出が優れているか評価した。【方法】 使用機器：GE社製3T MRI装置Signa Architect, 2022年3月より脊髄MRI検査を施行し、多発性硬化症や脊髄炎の検出目的でT2WI、T2-STIR、PD-STIRを撮像した23症例を対象とした。取得した画像から以下の比較検討を行った。1. 脊髄内のT2延長病変と正常脊髄にROIを設定し信号強度を測定しコントラスト比(CR)を算出。2. T2WIのCRを基準としT2-STIRとPD-STIRのCR上昇値(rCR)を算出した、またT2-STIRのCRに対するPD-STIRのrCRを算出した。3. 各画像のT2延長病変に対する確信度について5段階評価による視覚評価。4. 各画像のT2延長病変の検出個数を評価。3と4の定性評価に関しては放射線診断科医師1名と診療放射線技師3名にて評価をおこなった。【結果】 PD-STIRはT2-STIR、T2WIと比較しCRが高値となった(0.22±0.07vs0.15±0.09vs0.09±0.1)、またrCRもPD-STIRがT2-STIRよりも高値(8.98±22 vs 4.85±13.01)となり統計学的有意差を認めた。視覚評価でもPD-STIRが最も高値となり、T2WIと比較しT2延長病変の検出個数が増加した。【結語】 PD-STIRはT2WI・T2-STIRと比較し物理評価及び定性評価で良好な結果となった。またPD-STIRは信号強度の低い淡いT2延長病変の検出に特に優れており診断に有用であると考えられる。

PS02-2 Development of a phantom for optimizing 3D-Fast Spin Echo imaging in the spine region

脊椎領域における3D-Fast Spin Echo撮像最適化のためのファントム開発

山城 晶弘, 大塚 薫, 金子 智喜

Akihiro Yamashiro, Kaoru Ootuka, Tomoki Kaneko

Department of Radiology, Nagano Red Cross Hospital

【要旨】 We developed a spine phantom to optimize 3D-FSE sequence. This phantom has a form similar to the human body and an equivalent relaxation time. Additionally, it has the ability to reproduce lesions and flow. This phantom is useful for optimizing 3D-FSE conditions in the spine region.

【背景/目的】

脊椎領域におけるMagnetic Resonance Imaging (MRI)撮像において T_2 -weighted 3D-Fast Spin Echo (T_2 W 3D-FSE)撮像の有用性が多く報告されている。一方で、脊椎疾患は多岐にわたるため、 T_2 W画像には薄いスライス厚、低コントラスト分解能の向上、Cerebrospinal Fluid (CSF)フローアーチファクトの防止、ブラーリングの低減が重要となる。このため T_2 W 3D-TSE撮像を最適化するためにはスライス厚、エコー時間、回復時間、エコートレイン数、可変再収束フリップ角、フロー補償、高速化技術をはじめとする非常に多くのパラメータを検証する必要がある。これらの検証は人体でも可能であるが、撮像時間が長時間となり被験者の負担が大きい。そこで、脊椎、脊髄、脊髄内病変、CSFの形態と緩和時間を人体に模倣し、更に脊椎疾患やCSFフローを再現可能な脊椎模擬ファントムを開発して特性を評価する。

【方法】

使用機器は3.0T-MRI (Ingenia, Philips Healthcare, Amsterdam, Netherlands), 3Dプリンタ (ANYCUBIC, Shenzhen, 中国), ファントム材料として精製水, ガドリニウム造影剤, カルボキシビニルポリマー, 炭酸ナトリウムを使用し以下の検討を行った。

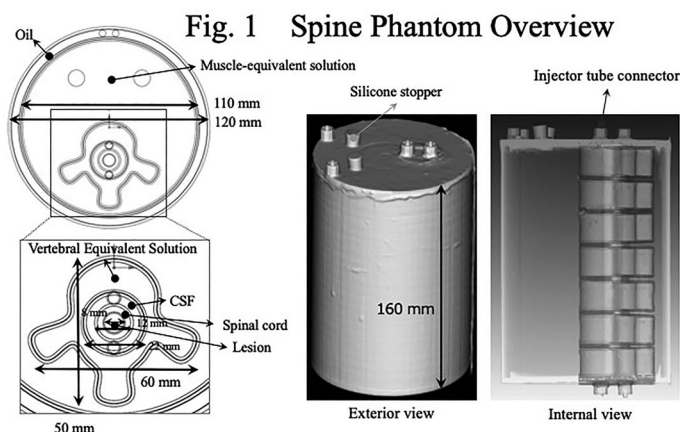
- 3Dプリンタを使用し直径12 cmで高さ16 cmのファントム容器および7つの椎体, CSFスペース, 脊髄腔, 脊髄内低コントラスト病変, 圧迫病変の形成を行った (Fig. 1).
- 脊椎, 脊髄, 脊髄内低コントラスト病変, 筋肉に対し試料を調剤し, ファントム内容物を作製し T_1 および T_2 緩和時間の測定を行った。
- インジェクタのドリップ機能を使用しCSFフローアーチファクトの再現を検証した。

【結果】

3Dプリンタで形成した容器は脊椎に関連する形態や圧迫病変を詳細に模倣することが可能であった。また、ファントム内容物は文献値の脊椎, 脊髄, 脊髄内低コントラスト病変, 筋肉の T_1 および T_2 値と酷似した。インジェクタからのドリップによりCSFフローアーチファクトを再現可能であった。

【結語】

開発した脊椎模擬ファントムは生体と形態および緩和時間が酷似している。圧迫病変, 髄内病変, CSFフローの再現が可能であり、脊椎領域3D-TSE撮像の最適化に有用である。



PS02-3 Usefulness of disc water content evaluation in intradiscal enzyme injection therapy for lumbar disc herniation

腰椎椎間板ヘルニアに対する椎間板内酵素注入療法における椎間板の水分含有量評価の有用性について

秋葉 泰紀¹, 橘高 大介^{1,2,5}, 高瀬 正¹, 大澤 三和^{1,2,5}, 高橋 俊行^{2,3,5}, 佐藤 久弥^{1,2,5}, 加藤 京一^{2,4,5}

Taiki Akiba¹, Daisuke Kittaka^{1,2,5}, Tadashi Takase¹, Miwa Osawa^{1,2,5}, Toshiyuki Takahashi^{2,3,5}, Hisaya Sato^{1,2,5}, Kyoichi Kato^{2,4,5}

¹Department of Radiology, Showa University Fujigaoka Hospital, ²Department of Radiology, Graduate School of Health Sciences, Showa University School of Nursing and Rehabilitation Sciences, ³Department of Radiology, Showa University Northern Yokohama Hospital, ⁴Showa University Radiological Technology, ⁵Showa University Research Institute for Sport and Exercise Sciences

【背景】 腰椎椎間板ヘルニアは、椎間板の一部が脊柱管内や脊柱管外側に突出することにより、神経根を圧迫する疾患である。その治療法の一つとして、椎間板内酵素注入療法がある。この治療は、X線透視下でヘルニア（コンドリナーゼ）という薬剤を椎間板に注入し、脱出したヘルニアの髄核を融解させる。椎間板内酵素注入療法の機序は、ヘルニアを投与するとコンドロイチン硫酸の分解が起こり、プロテオグリカンの保水機能が低下することによって、椎間板内圧が低下し神経根の圧迫を軽減する。本研究は、プロテオグリカンの保水機能が低下することによって、椎間板内のMR信号が変化すると仮説を立てた。また、椎間板内酵素注入療法の治療効果判定は、画像診断と症状緩和の間診であり、治療前後について定量的に評価した報告はない。**【目的】** 腰椎椎間板ヘルニアに対する椎間板内酵素注入療法において椎間板内の水分含有量の変化と治療効果の関連性について検討を行う。**【方法】** 対象症例は、椎間板内酵素注入療法後にMRI検査を実施した患者39症例と腰椎椎間板ヘルニアを有し、未治療でMRI検査を実施した患者28症例の合計67症例を対象とした。椎間板内酵素注入療法後は、L4/L5間19例、L5/S1間20例の39椎間とした。未治療の腰椎椎間板ヘルニア症例は、L4/L5間18例、L5/S1間17例とした。椎間板内のT2値の測定は、L4/5間、L5/S1間の椎間板の前方線維輪、前方線維輪移行部、髄核、後方線維輪移行部、後方線維輪におけるT2値の測定を行なった。各椎間板において、椎間板内酵素注入療法後群と未治療の腰椎椎間板ヘルニア群のT2値の比較を行った。また、椎間板内酵素注入療法を受けた症例における治療前と治療後約3ヶ月後の日本整形外科学会腰痛疾患治療成績判定基準 (JOAスコア) を調査した。**【結果】** L4/5間の椎間板内酵素注入療法後群の症例19例と未治療の腰椎椎間板ヘルニア群18例のL4/5間の椎間板のT2値を比較すると、椎間板内酵素注入療法後群の症例は、前方線維輪、前方線維輪移行部、髄核でT2値が有意に低下していた。L5/S1間の椎間板内酵素注入療法後群の症例20例と未治療の腰椎椎間板ヘルニア群17例のL5/S1間の椎間板のT2値を比較すると、前方線維輪、前方線維輪移行部、髄核T2値が有意に低下していた。椎間板内酵素注入療法後、T2値の低下が見られた症例はJOAスコアが改善し、T2値の低下が見られなかった症例はJOAスコアの改善がみられない傾向であった。よって、椎間板内酵素注入療法前後に椎間板内のT2値を測定することで症状の改善 (治療効果) を予測できると考えられる。**【結論】** 腰椎椎間板ヘルニアに対する椎間板内酵素注入療法において、T2 mappingを用いてT2値を測定することで椎間板内の水分含有量が求められ、椎間板ヘルニアの治療効果を予測できる可能性が示唆された。

PS02-4 Lumbar imaging of juvenile separations using T1-VIBE Examination of optimal imaging conditions

T1-VIBE 法を用いた若年者分離症腰椎撮影の至適撮像条件検討

内田 翔, 柳井田 望, 針生 武瑠, 木村 天馬

Kakeru Uchida, Nozomu Yanaida, Takeru Hariu, Tenma Kimura

Medicalscanning

【要旨】 In order to find the optimal imaging conditions, we changed TE, TR, FA, and examined them. TE shows a high value of 2.46ms, but the results were poor when performing useful additive processing with bone image. In TR, the higher the result, the better the result, but the imaging time increased.

【背景】 近年、MRI画像がCT Like imageとしてCTの代用として利用できるのではないかと期待されている。一般的にはFRACTURE(PHILIPS)での撮影を使用するが、皮質骨のコントラストがT1-VIBE(Volumetric Interpolated Breath-hold Examination)法(SIEMENS)は優れているため、当院ではT1-VIBE法を用いて腰椎分離症に対する撮像を行っている。そこで本研究はT1-VIBE法の至適撮像条件検討を行った。**【方法】** 使用機器はSiemens社製MAGNETOM Lumina(3T)でコイルはBM Spine 24, BM Body 12を使用した。1, TEを2.46, 4.92, 7.38, 9.84msの4エコーでマルチ収集を行い、SNR, CNRの評価を行った。CNRは皮質骨と海綿骨で評価を行った。2, 健常ボランティアを6名(男:3, 女:3)撮影しTR:5.9, 7.10, 15, 20 FA:1, 3, 5, 7, 10, 12, 15, 18, 20msと可変させSNR, CNRの評価を行った。In PhaseTE(2.46ms)で収集を行った。**【結果】** 1 SNRは2.46msが一番高値を示した。また複数エコーでの加算処理を行っても2.46msと比べ低い結果となった。CNRでは2.46msと2.46+4.92msでほぼ同等の値が得られた。他のエコーでは低くなる結果が見られた。2 SNR, CNR共にTRが上がるにつれて上昇する結果になった。また各TRで最適なFAが変わる結果となった。**【結語】** TE:2.46ではSNR, CNR共に高値を示した。骨imageとして有用な加算処理を行うとSNR, CNRが低下してしまう結果となった。Middle TE(7.38, 9.84)の加算によって、水、出血成分の描出は可能となるが、皮質骨のSNR, CNRが低下してしまったと考えられる。またTRが長くなると共に、SNR, CNR共に向上した。しかし、小児が撮影対象になる場合もあるため、撮像時間は考慮すべきであり、撮像時間と勘案してTRを決定する必要がある。そのTRから皮質骨と海綿骨のCNRが最適なFAを選ぶ必要がある。

PS02-5 Usefulness of MRI images of lumbar separation in young patients using 3D-vibe sequences

3D-vibe シーケンスを用いた若年者腰椎分離症MRI画像の有用性を検討

木村 天馬, 柳井田 望, 針生 武瑠, 内田 翔

Tenma Kimura, Nozomu Yanaida, Takeru Hariu, Kakeru Uchida

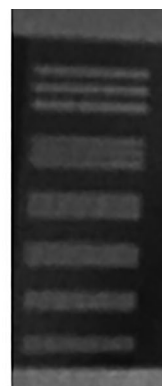
Medicalscanning

【要旨】 Imaging of lumbar separation is performed using the T1-vibe method. In order to compare with other imaging methods, phantom imaging and imaging of healthy volunteers were performed using the FRACTURE and UTE methods.

【背景】 これまで腰椎分離症の診療において、単純X線撮影とCTによる画像診断は必須であり、今もなお治療方針を決定する重要な要素である。しかし分離症の好発年齢である10歳代の患者に骨癒合の経過観察などを目的にCTを複数回撮像することは、放射線被曝の問題がある。そこで、MRIでCT類似の骨画像を取得するCT like imageが普及しつつある。現在の骨画像は、FRACTURE法(PHILIPS)及びUTE法(SIEMENS)が主流となっており、当院では腰椎分離症に関してはT1-vibe法(SIEMENS)を使って撮像している。Multi TEでの皮質骨のコントラスト低下やUTE法での分解能精度、撮像時間。また複数装置撮影における汎用性を考慮したものであり、本研究はT1-vibe法をFRACTURE法及びUTE法と画質比較検討を行った。**【方法】** 使用機器は、SIEMENS社製MAGNETOM Lumina(3T)、コイルはBMSpine24及びBMbody12、PHILIPS社製Ingenia(3T)、コイルはAnterior及びPosteriorを使用した。画像解析にはImageJを使用した。また、ファントムとして日本工業規格(JIS Z 4924-1995)に準拠したMRIファントム95-1108z(スリット幅:0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 1.0, 1.5)を使用。CT like imageを撮像するシーケンスとして提唱されているT1-vibe法、FRACTURE法、UTE法の各シーケンスを対象とした。各シーケンス共にFOV270mm, スライス厚0.9mm, resolution320/90%, flipangle10degと設定した。また、TEはvibe法:2.46ms, FRACTURE法:2.3, 4.6, 6.9 9.2ms, UTE:0.07msと設定した。1. 分解能評価のために各シーケンスでファントムを撮像し、ImageJを用いてそれぞれのprofile curveを求め比較した。2. 健常ボランティアの腰椎(男女3名ずつ6名)を対象に、T1-vibe法、FRACTURE法、UTE法の撮像を行い、腰椎分離症の好発部位であるL3, L4, L5のSNR, CNRの評価を行った。CNRは皮質骨と海綿骨で評価を行った。**【結果】** 1. ファントム撮像の結果を図1に示す。vibe法とFRACTURE法ではスリット幅1.0の分離描出出来たが、UTEでは分離がやや難しかった。1. 健常ボランティアでの評価ではSNRはUTEが一番良く、vibe法とFRACTURE法ではあまり差はなかったがCNRはvibe法が一番良い結果となった。**【結語】** T1-vibe法を用いることで比較的短時間で高分解能なデータ収集が可能であり、CNRも高く皮質骨のコントラストが強調された。またFRACTURE法は1.5TではTEの延長もあるため、ボケの影響が大きくなり、撮像時間も延長される。GRE法であるT1-vibe法は多くの臨床MRI装置で撮像可能であり、汎用性が高いという点もメリットがある。今回は、ファントム及び健常ボランティアにて画質検討をおこなったが、実際の臨床においてもT1-vibe法は腰椎分離症診断において、CTと変わらない診断精度を示している。



vibe



uTE



FRACTURE

PS03-1 Comparison of 1.5T and 3T MRA for detecting cerebral aneurysms using deep learning-based computer-assisted detection (CAD) software

深層学習を用いた脳動脈瘤のコンピュータ支援検出ソフトウェアの1.5Tと3T MRAにおける性能比較

田島 拓^{1,2}, 赤井 宏行³, 八坂耕一郎⁴, 國松 聡¹, 吉岡 直紀², 赤羽 正章², 大友 邦⁵, 阿部 修⁴, 桐生 茂²
Taku Tajima^{1,2}, Hiroyuki Akai³, Koichiro Yasaka⁴, Akira Kunimatsu¹, Naoki Yoshioka², Masaaki Akahane², Kuni Ohtomo⁵, Osamu Abe⁴, Shigeru Kiryu²

¹Department of Radiology, International University of Health and Welfare Mita Hospital, ²Department of Radiology, International University of Health and Welfare Narita Hospital, ³Department of Radiology, The Institute of Medical Science, The University of Tokyo, ⁴Department of Radiology, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo, ⁵International University of Health and Welfare

【背景と目的】近年MRAによる脳動脈瘤の診断において人工知能を用いたコンピュータ支援検出(CAD)への関心が高まっている。EIRL aneurysmは本邦の医薬品医療機器総合機構(PMDA)より薬事承認を受けた深層学習を用いた脳動脈瘤検出ソフトウェアである。しかしデータセットに含まれる画像は限られたベンダーから得られたものである。本研究では外部検証試験として他ベンダーの画像を用いて本CADの診断性能を評価し、異なる磁場強度での診断性能を比較すること、また偽陽性病変の原因を分析することを目的とした。

【方法】単施設後方視的研究である。当施設の医療記録を参照し、診療用に頭部MRAを施行した90名の患者(1.5Tと3T各々45名)のMRA画像を評価した。MRAは非造影3D time-of-flight法で撮像した。全体では51名の患者が70個の動脈瘤を有していた。使用したCADは臨床的に入手可能なEIRL aneurysm (version 1.7, LPIXEL社)である。MRA撮像にはCADのデータセットに含まれていないベンダー(Canon社製)のMRI装置(1.5TはVantage Orian, 3TはVantage Centurian)を使用した。2人の放射線診断専門医が真の動脈瘤病変を確定し、CADが指摘した候補点の正誤を決定した。また偽陽性の候補点についてCADが陽性と判定した原因を判定し、これを血管/分枝の起始部/分岐部、血管の屈曲/蛇行、血流関連アーチファクト、動脈硬化、正常変異、血管外構造/非血流関連アーチファクト、原因不明/正常血管の7カテゴリーに分けた。感度、1症例あたりの偽陽性数(FPs/case)、偽陽性の原因を1.5Tと3Tの間で比較した。さらに、病変や候補点をその位置により内頸動脈(ICA)、前大脳動脈(ACA)、中大脳動脈(MCA)、後方循環(後大脳動脈、脳底動脈、椎骨動脈)、非血管構造の5領域に分けサブグループ解析も行った。統計解析にはPearsonのカイ2乗検定、Fisherの正確検定、Mann-WhitneyのU検定を適宜使用した。

【結果】全病変についての感度は1.5Tで1、3Tで0.95といずれも高かった。領域別のサブグループ解析でも高い感度(0.875-1)が得られ、1.5Tと3Tで有意差はなかった。3Tでは偽陰性病変が2個(瘤径9mmと2mm)あったが、1.5Tでは無かった。

FPs/caseは全領域および領域別のサブグループ解析において1.5Tより3Tの方が多く、また全領域($p < 0.001$)およびACA領域($p = 0.001$)において1.5Tよりも3Tの方がFPs/caseが有意に多かった。領域別ではICA領域、後方循環領域、ACA領域、MCA領域の順にFPs/caseが多かった。

全候補点について偽陽性の原因は、1.5Tと3T共に多いものから順に血管/分枝の起始部/分岐部、血流関連アーチファクト、動脈硬化であった。ICA領域では血流関連アーチファクトが偽陽性の最も多い原因であった。ACA領域では血管/分枝の起始部/分岐部、原因不明/正常血管が原因として多かった。MCA領域では3Tでは血管/分枝の起始部/分岐部が最も多い原因であった。後方循環領域では、血管/分枝の起始部/分岐部、血管の屈曲/蛇行が偽陽性の原因として多く見られた。

【結論】本外部検証試験においてCADの感度は1.5T、3T共に高かったが、1.5Tよりも3Tで有意に多くの偽陽性病変が見られた。今回のデータはMRAの読影経験が少ない医師が本CADを使用して動脈瘤を診断する際に有用と考えられる。

PS03-2 Improving generalizability of machine learning image recognition models by reducing image feature differences in brain diffusion MRI.

脳拡散MRIの画像特徴差の軽減による機械学習画像認識モデルの汎化性の向上

和田 昭彦, 明石 敏昭, 大塚裕次郎, 佐藤香菜子, 富澤 信夫, 萩原 彰文, 菊田 潤子, 鎌形 康司, 佐野 勝廣, 隈丸加奈子, 中西 淳, 青木 茂樹

Akihiko Wada, Toshiaki Akashi, Yujiro Otsuka, Kanako Sato, Nobuo Tomizawa, Akifumi Hagiwara, Junko Kikuta, Koji Kamagata, Katsuhiko Sano, Kanako Kumamaru, Atsushi Nakanishi, Shigeki Aoki

Department of Radiology, Juntendo University School of Medicine

【要旨】 By unifying contrast and spatial resolution in MR data, we enhance learning efficiency in image recognition. Our method reduces device-specific variations, halves learning iterations, and effectively detects lesions, enabling the use of new data sans augmentation.

[Objective/Background] The diversity of MR devices from various vendors introduces variations in image features and quality, posing a challenge to the generalizability of medical image recognition models. While image data augmentation is a standard solution, it increases the model complexity and learning time and poses difficulties in adapting existing models to new MR devices' image data. **[Method]** We propose a technique to unify existing data into a high-quality contrast and spatial resolution domain. We adjusted the contrast and spatial resolution using a super-resolution model trained with high-quality T2-weighted MR images. We applied this to 21,000 MR images from seven types of devices (four vendors; 1.5T 2 types, 3T 5 types). **[Result]** The proposed image transformation led to reduced variations in image features as demonstrated in the Gray Level Co-occurrence Matrix, improved efficiency in spatial power spectrum on 2D Fourier transformation, and an enhanced learning speed of machine learning models. ResNet's MR device identification accuracy decreased from 0.94 to 0.52 after image transformation, indicating a reduction in device-specific characteristics. Moreover, the number of learning iterations to achieve the same loss was roughly halved. A Dice coefficient of over 0.74 was recorded to detect lesions of various sizes. **[Conclusion]** By unifying the spatial resolution and contrast variation of diffusion-weighted images, we can decrease the characteristics to be learned, leading to improved learning speed and efficiency. Furthermore, this approach could simplify applying the same learning model for new data by merely transforming the new data into the target data domain or using the new data as new learning data without data augmentation.

PS03-3 Effectiveness of brain T1/T2-weighted images for automatic detection of perivascular space using the deep learning model

深層学習モデルを用いた血管周囲腔自動検出における頭部T1/T2強調像の有効性の検証

郭 森, 菊田 潤子, 鎌形 康司, 陳 紅かい, 斎藤 勇哉, 高林 海斗, 内田 航, 大塚裕次朗, 早川 弥生, 和田 昭彦, 青木 茂樹

Sen Guo, Junko Kikuta, Koji Kamagata, Hongkai Chen, Yuya Saito, Kaito Takabayashi, Wataru Uchida, Yujiro Otsuka, Yayoi Hayakawa, Akihiko Wada, Shigeki Aoki

Department of Radiology, Juntendo University Graduate School of Medicine

【要旨】 In this study, we used deep learning to compare the automatic detection of perivascular spaces (PVS) in T1- and T1/T2-weighted images (WI), which combined T1- and T2-WI to enhance PVS contrast. This study indicated the superiority of T1/T2WI for the automatic detection of PVS compared to T1WI.

【目的】 本研究では若年者の頭部MRIのT1強調像とT1/T2強調像を用いて、深層学習モデルの血管周囲腔自動検出の比較を行った。**【方法】** 公開データベースHuman Connectome Project (<https://www.humanconnectome.org/study/hcp-young-adult/document/1200-subjects-data-release>) から健康者69名(平均年齢28.87±4.06)を選び、3T MRI(Connectome Skyra; Siemens Healthcare, Erlangen, Germany)で撮像された3D-T1およびT2強調像を取得した。FMRIB Software Library (FSL) version 6.0 (<https://fsl.fmrib.ox.ac.uk/fsl/fslwiki>)上で、T1-、およびT2強調像のみより血管周囲腔が明瞭になり、視認性が向上するとされているT1強調像とT2強調像を組み合わせたT1/T2強調像を作成した。次に、FreeSurfer version 6.0 (<https://surfer.nmr.mgh.harvard.edu/fswiki>)上で、全被験者の頭蓋骨、脳幹部と大脳基底核を除去し、さらにFSLを使用して大脳皮質を除去した大脳白質のみの画像を作成した。T1強調像とT1/T2強調像の大脳白質画像において、手動で全脳の血管周囲腔を抽出した。さらに、FSL上で3D-T1、T1/T2画像から2D-T1、T1/T2画像を作成し、それぞれ42918枚の画像データを深層学習に使用した。さらに、教師データと訓練・検証データを4:1になるように分割し、深層学習モデルはU字型ネットワークを使用、最適化関数はAdam関数、損失関数は二値交差エントロピー関数とした。その後、学習に用いていない検証データで汎化性能を評価した。評価方法は手動検出と自動検出された血管周囲腔との一致度を表すDice係数を用いた。次に、T1/T2強調像とT1強調像のDice係数をウィルコクソンの符号順位検定で群間比較し、 $p < 0.05$ を統計的有意とした。**【結果】** T1強調像の平均Dice係数は0.247±0.083、T1/T2強調像の平均Dice係数は0.493±0.042で、T1/T2強調像の平均Dice係数はT1強調像のみより有意に高かった($p < 0.001$)。**【結論】** 頭部T1/T2強調像はT1強調像のみの画像と比較し、深層学習モデルの血管周囲腔自動検出に優れていた。

PS03-4 Quantitative Evaluation of High-Resolution Deep Learning Reconstruction (HR-DLR) with Respect to Sharpness Improvement and Gibbs-Artifact Reduction.

高解像ディープラーニング再構成(HR-DLR)の鮮鋭度とGibbsアーチファクト低減度の定量評価

矢野竜太郎, 朽名 英明, 植松 駿, 篠田 健輔

Ryutaro Yano, Hideaki Kutsuna, Shun Uematsu, Kensuke Shinoda

Canon Medical Systems Corporation

【要旨】 High-Resolution Deep Learning Reconstruction (HR-DLR) by two neural networks for denoising and up-sampling was evaluated for sharpness and Gibbs-artifact reduction. HR-DLR outperformed the conventional method in terms of two respective measurements, Edge Slope Width and Ringing Variation Mean.

【背景/目的】

近年、高解像な画像の出力を目的とした、デノイズとアップサンプリングのための2つのNeural Networkを用いるディープラーニング再構成(以下HR-DLR)の提案がなされている[1]。高解像度画像と、その高解像度画像のk空間データの高周波領域をゼロに置換し、Zero filling Interpolation(ZIP)を用いて再構成した同じマトリクスサイズの低解像度画像を学習ペアとしてDeep Neural Networkを学習する。これにより、低解像度画像に生じるボケ感やGibbsアーチファクトを低減するのが狙いである。本稿では、ファントムを対象に、高解像ディープラーニング再構成の鮮鋭度とGibbsアーチファクト低減度を定量指標によって基礎的な評価をする。

【方法】

Small ACR Phantomを撮像対象として、3T MRI装置Vantage Galan 3Tで、2種類の空間分解能=0.68mm/pixelと0.83 mm/pixelのT1強調画像とT2強調画像を撮像した。また、1.5T MRI装置Vantage Orionでは、空間分解能=0.68mm/pixelのT1w像とT2w像を撮像した。それら計6種類の収集画像データに対して、従来手法としてZIPで2倍に拡大したフィルタなし(NONE)画像とk空間Low Pass Filter(LPF)画像、提案手法としてHR-DLRの2倍拡大(HR-DLRx2)画像と3倍拡大(HR-DLRx3)画像の計4種類の画像を再構成した。鮮鋭度の評価指標には、Edge Slope Width(ESW) [2]を用いた。ESWはコントラストのある構造のエッジ部の幅であり、幅が狭いほど鮮鋭度が高いとみなせる。エッジ部をまたぐ線ROIのプロファイルカーブの最大傾斜(Slope)と、エッジ前後の輝度(Max, min)から次式をもって求められる：

$$ESW = (\text{Max} - \text{min}) / \text{Slope} \cdots \text{(式1)}$$

Gibbsアーチファクトの低減度の評価指標には、Ringing Variation Mean(RVM) [3]を用いた。RVMはGibbsアーチファクトによる信号変化の大きさを反映する値であり、その値が小さいほど、Gibbsアーチファクトを低減できているとみなせる。フィルタなし画像でGibbsアーチファクトが生じている領域に設定した線ROIのプロファイルカーブから隣接ピクセル間の変化の割合を求め、その絶対値の平均として求める：

$$RVM = \text{Mean} (\text{Abs} (\text{Differential} (\text{Profile Curve}))) \cdots \text{(式2)}$$

【結果】

鮮鋭度の評価指標のESW[mm]について、評価対象の6シリーズの平均(標準偏差)は、NONE=0.932(0.0811)、LPF=0.975(0.0929)、HR-DLRx2=0.891(0.0789)、HR-DLRx3=0.711(0.0757)であった。Gibbsリング低減度の評価指標のRVMについて、評価対象の6シリーズの平均(標準偏差)は、NONE=0.0335(0.00953)、LPF=0.0164(0.00509)、HR-DLRx2=0.0119(0.00286)、HR-DLRx3=0.00958(0.00252)であった。

【考察】

RVMは、画像ノイズや不均一性が含まれるため、Gibbsアーチファクトだけを定量できるものではない。しかし、同一データに対する従来手法ZIPのフィルタ処理なし(NONE)やLPFを基準に、HR-DLRによるアーチファクトの量的変化を示すことに利用できると考える。ESWとRVMのいずれにおいても、HR-DLRは従来手法を上回る値が計測された。画像を見たところの主観的な鮮鋭感や、Gibbsアーチファクト低減効果の感覚と一致する。

【結論】

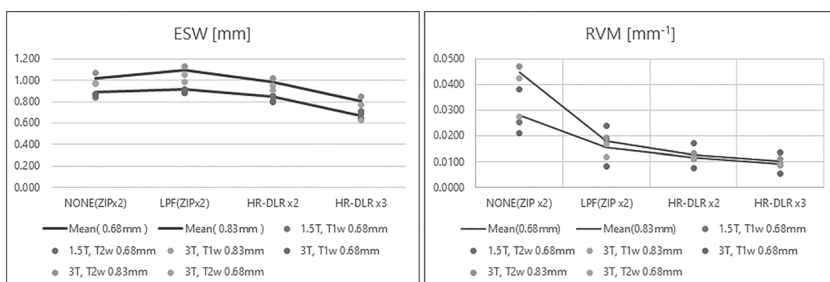
鮮鋭度とGibbsアーチファクトの低減度の2つの観点において、Edge Slope WidthとRinging Variation Meanの2つの指標を計測することで、高解像ディープラーニング再構成(HR-DLR)が、従来手法を上回っていることが示唆された。

【文献】

[1] Kutsuna H, et al. Proc. ISMRM 2023 p.2292

[2] Michael J.M. Fischer, et al., doi:10.1016/j.mvr.2010.04.004

[3] Block et al., doi:10.1155/2008/184123



PS03-5 Improvement of MR Imaging-Instruction Prediction Model Using Task Adaptive Pre-Training

Task adaptive pre-trainingを用いたMR撮像指示予測モデルの改善

清水 幸三¹, 山谷 裕哉¹, 立入 哲也², 間井 良将¹, 丸上 永晃²

Kozo Shimizu¹, Yuya Yamatani¹, Tetsuya Tachiiri², Yoshimasa Mai¹, Nagaaki Marugami²

¹Central Division of Radiology, Nara Medical University Hospital, ²Department of Diagnostic and Interventional Radiology, Nara Medical University

【要旨】 Developing a domain-specific BERT model for the MR request documents presents specific challenges. To improve the prediction performance for MR imaging instructions, we have explored the effectiveness of TAPT. Our result indicates that TAPT improves the prediction performance of the model.

【背景】 当院ではMR検査依頼に対して、画像情報の担保と患者負担軽減のため放射線科医により撮像指示が行われているが、大きな負担である。MR検査依頼文は、施設的环境や依頼医の専門性、医療文書特有の非文法的表現、複合名詞の多用等による語彙の多様性に加え、多言語表現、方言を含む特殊な文書であり、さらにはMR装置メーカーや、装置のスペック、撮像シーケンスや、施設の方針等の差異があり、複数施設など大規模データの利用には困難が予想される。我々は単施設のデータと、語彙の正規化を目的とした前処理を導入した自然言語処理を用いて、放射線科医の補助を目的としたMR撮像指示予測モデルについて検討を行ってきた。一方、Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT)は様々なタスクで高い性能を示している自然言語処理モデルであり、医療文書においても注目されている。BERTは大規模データを用いたMasked Language Model (MLM)などの事前学習が特徴的であり、比較的小規模なデータでFine tuningすることで様々なタスクに対応することが可能である。BERTを用いることでMR撮像指示予測タスクの精度向上が期待できるが、汎用の事前学習モデルの学習コーパスに対して依頼文は特殊であると言わざるを得ない。通常、精度向上を目的として、タスクの対象ドメインに特化したBERTモデルを作成する際、対象ドメインのコーパスを用いた事前学習が考えられるが、依頼文はその特殊性から、大規模なコーパスの準備は容易ではないと考える。Task adaptive pre-training (TAPT)は、タスクのデータで追加事前学習を行う手法で、少量のデータで分類精度を向上させる事が、Gururangan等により報告されている。我々はTAPT手法と既報の前処理を組み合わせる事により、BERTのMR撮像指示予測性能の向上が可能か検討した。**【方法】** データセットは奈良県立医科大学附属病院において2019年8月より2021年8月に撮像された頭部MRI依頼文と、放射線科医による撮像指示、11207例を用いた。データセットの依頼文に対して、語彙の正規化等の目的とした前処理を行い、学習用コーパスおよび入力データとした。撮像指示は自由記載であるため、30項目に再分類して正解データとした。事前学習済みBERTモデルおよびTokenizerは、東北大学研究室内より公開のものを使用した。事前学習済みモデルに対して、学習用コーパスを用いた追加事前学習としてMLMを行った後、Fine tuningを行い、TAPTモデルとした。データセットの不均衡対策としてUnder samplingとClass balanced lossを用いた。データセットは学習、検証、評価に8:1:1に分割し、Hold out法にて評価した。評価指標はAccuracy, Macro平均のPrecision, Recall, F1-scoreを用いた。比較のため、事前学習済みモデルにFine Tuningのみ行ったモデルを同様に評価した。**【結果】** Fine tuningのみを行ったモデルのAccuracy, Precision, Recall, F1-scoreはそれぞれ、74.9%, 65.1%, 67.2%, 65.2%であったのに対して、TAPTモデルはそれぞれ77.6%, 70.0%, 70.4%, 69.3%であった。**【結論】** 本検討のMR依頼文書を学習用コーパスとしてTAPTを行うことで、通常のFine tuningに比べ評価指標の向上が見られた。TAPTは本検討の対象ドメインに対しても有効であり、MR撮像指示予測モデルの予測性能向上が示唆された。

PS03-6 Image reconstruction for PROPELLER MRI by combining deep learning and blade images

深層学習とblade画像の併用によるPROPELLER MRIの画像再構成

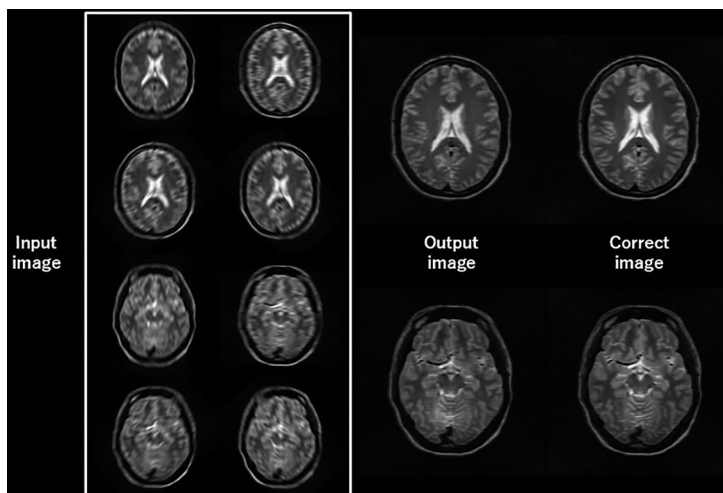
加藤 駿

Shun Kato

Graduate School of Health Sciences, Kyorin University

【要旨】 We reconstructed the PROPELLER MRI image by combining several blade images which were less than full sampling blades, and deep learning. As a result of image evaluation, SSIM = 0.928. The above results suggest that PROPELLER MRI with deep learning is effective in reducing the acquisition time.

【Background】 MRI generates motion artifacts due to patient pulsation and movement during imaging. PROPELLER MRI has attracted much attention as an imaging method that can directly correct these artifacts. This method acquires data in two steps: (1) acquisition of a blade using a high-speed spin-echo method, and (2) k-space filling by repeatedly rotating the blade at each TR. This has the advantage of reducing motion artifacts by duplicating the data in the central region of the k-space. However, there is also the problem that filling the k-space with duplicate data increases the acquisition time. Various studies have been conducted to reduce the acquisition time of PROPELLER, but there are problems such as reduced SNR and motion compensation accuracy. PROPELLER MRI data acquisition is also called non-Cartesian sampling. Reconstruction requires conversion to a Cartesian coordinate system (gridding), and errors can lead to artifacts. In this study, we attempted to reduce the data acquisition time by combining PROPELLER's blade image and deep learning without gridding. **【Methods】** Data were collected using Blochsolver (MRI simulator). Fifty different brain images were collected by changing the slice of the digital brain phantom in Blochsolver. The imaging conditions were matrix=256 × 256 pixels, number of blades=18 (every 10°), number of encoding lines=32, TR/TE = 4000/80 msec. By inverse Fourier transforming of each blade, the blurred real-space images were obtained. A total of 900 blurred real-space images were obtained from 50 different brain images. The 250 input data sets were created from these blurred images, each set consisting of four blades. Fully sampled PROPELLER images were used for the teacher images of deep learning. These were randomly divided into 200 sets for training and 50 sets for validation. A 4 layer U-net was used for the training network, with 4 input images, a batch size of 8, and 100 epochs. After training, 10 untrained (10 × 4 images) sets of the brain were used as test and output images were acquired. The structural similarity (SSIM) was used as the evaluation metric, which evaluates the similarity between the output image and the correct image (fully sampled PROPELLER image). **【Results】** Examples of input, output, and correct images are shown in the figure. The average SSIM of 10 test results was 0.928. This result was achieved by reducing the number of blades from 18 (fully sampled) to 4. It would suggest the possibility of reducing the acquisition time of PROPELLER MRI. In addition, since no gridding was used, the effect of the error is expected to be small. **【Conclusion】** In PROPELLER MRI, the reconstructed images with less blur were obtained by combining several blade images and deep learning. These results suggest that it can shorten the acquisition time of PROPELLER MRI.



PS03-7 Investigation of the properties of deep learning image reconstruction using super-resolution

超解像を用いた深層学習画像再構成の特性調査

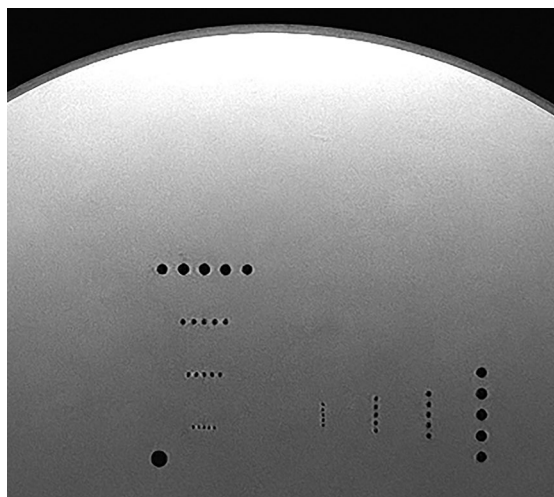
星子 弘之, 二宮 将章, 山本 晃義

Hiroyuki Hoshiko, Masaaki Ninomiya, Akiyoshi Yamamoto

Social Medical Corporation Kyoaikai Tobata Kyoritsu Hospital, Diagnostic Imaging Center

【要旨】 We investigated the effects of Canon Medical Systems' PIQE (Precise IQ Engine) deep learning image reconstruction with super-resolution. We concluded PIQE especially improves spatial resolution for structures with high frequencies, there is a limit to the voxel size at which PIQE can be effective.

【目的】 キヤノンメディカルシステムズ社の超解像を用いた深層学習画像再構成PIQE(Precise IQ Engine)の特性を調査すること。**【背景】** PIQEは、DenoisingとUp-samplingという2つのDeep Learning処理とZip(Zero fill interpolation)処理を組み合わせることでノイズ除去と高分解能化を実現している。実臨床ではT2WIにおいて、海綿骨のように緻密な構造を呈する高空間周波数領域ではPIQEによる鮮鋭度の改善効果が顕著に表れ、脳実質のように組織間が低コントラストである低空間周波数領域ではPIQEによるコントラスト改善効果があまり期待できない印象であった。今回、構造物の大きさおよびボクセルサイズの変化によるPIQEの影響変化を調査した。**【方法】** キヤノンメディカルシステムズ社製3TMRI装置Vantage Galanを用いてNEMAファントムのピンパターンを撮像し、画像の空間分解能について視覚および物理評価を行った。ファントムは可能な限り静磁場に対して垂直に配置し、Atlas SPEEDER bodyコイルとSpineコイルで撮像した。撮像条件は、FSE2D、TR/TE=4000/90ms、受信BW=1583Hz/pixel、FOV=23×23cm、スライス厚=5mm、SPEEDER=2とし、正方形ボクセルおよび臨床を想定した長方形ボクセルになるようマトリクスサイズを変化させて撮像を行った。撮像した元画像に対してPIQEをかけ、PIQEによる空間分解能の変化を評価した。ファントムのピンパターン配置は図1のようであり、ピン径と間隔は小さいものから順に0.5/0.75/1.0/2.0mmである。視覚評価は、それぞれのサイズの隣接ピンに対して5段階評価を行い、横並び(位相方向)と縦並び(周波数方向)の2方向のピンに対して行った。物理評価は、5つの隣接ピンのうち中心に位置するピンのプロファイルカーブの半値幅を位相方向と周波数方向の2方向で測定し、横並びと縦並びのピンに対して同様に行った。**【結果】** 正方形ボクセルにおいて、視覚評価は480×480以下のマトリクスサイズにて向上が見られ、物理評価ではピン径/間隔が小さくなるほど半値幅が真の径に近づく傾向が見られた。長方形ボクセルにおいて、視覚評価は位相方向のマトリクスサイズを下げても周波数方向の変化は少なかったが、位相方向で視覚評価の向上が見られなくなった。物理評価は正方形ボクセル同様にピン径/間隔が小さくなるほど半値幅が真の径に近づく傾向が見られた。**【考察】** 元画像中に含まれる空間的構造(ピン径/間隔)がその画像のボクセルサイズに応じたナイキスト周波数よりも高い空間周波数を持っていた場合、元画像にはその構造に応じた空間周波数成分の情報は含まれていない。位相方向のボクセル間隔がピン間隔に応じたサンプリング周波数を上回る条件下で撮像した場合、PIQEによる視覚評価の向上が見られなくなる理由として、もともと存在しなかった情報はPIQEによる画像処理を行っても再現されないためと考えられた。**【結論】** 本研究により、PIQEによる空間分解能の向上は高い空間周波数を持つ構造物において著しく表れ、またPIQEの効果を発揮できるボクセルサイズの制限があるという特性が視覚的および物理的評価にて明らかになった。



PS04-1 Examination of usefulness with a combination of Compressed SPEEDER and AiCE in order to shorten the time of prostate T2 weighted imaging

前立腺T2強調画像における撮像時間短縮を目的とした圧縮センシングとAiCE併用の有用性検討

緑川 竜司¹, 小山内美紅², 矢野竜太郎², 森 宣¹, 武内 修平¹, 山田 有則¹

Ryuji Midorikawa¹, Miku Osana², Ryutarō Yano², Hiromu Mori¹, Syuhei Takeuchi¹, Tomonori Yamada¹

¹Department of Radiology, LSI Sapporo Clinic, ²Canon Medical Systems Corporation

【要旨】 We compared Parallel Imaging and Compressed SPEEDER in prostate imaging. In order to shorten the time of imaging and maintain contrast, we examined the optimal values of the parameters "CS Factor" and "Regularization Factor" that are unique to Compressed SPEEDER.

【背景・目的】 撮像時間の短縮方法には様々な方法があるが2D撮像における撮像技術として、イメージベースのパラレルイメージング技術であるSPEEDER (SP) と圧縮センシング技術であるCompressed SPEEDER (CS) がある。CSにおいては、特有のパラメータとしてアンダーサンプリングの割合を示す「CS-Factor」の他に、ノイズとボケ感をコントロールする「Regularization Factor (R-Factor)」とがある。先行研究より婦人科骨盤領域において従来法のSPとCSを比較検討し、CSでは従来法の撮像時間の約半分で診断能を損なわずほぼ同等の画質が提供できるという報告がある。一方で、前立腺領域においてCS-FactorやR-Factorについての報告は少ない。前立腺では、コントラスト分解能や面内分解能が求められるため、各パラメータの設定値によってはコントラストの低下や画像のボケが懸念される。今回我々は、SPとCSで撮像時間を短縮し、かつ同等以上のコントラストと視覚評価が得られる各パラメータの最適値の検討をした。また、得られた最適条件に対しDeep Learning Reconstruction (DLR) を利用したノイズ除去技術Advanced intelligent Clear-IQ Engine (AiCE) を適応し、信号雑音比 (SNR) 向上可能か検討した。**【方法】** 1.5T MRI (キヤノンメディカルシステムズ社製Vantage Orian) を用いて、事前に同意の得られた男性健常ボランティア7名 (年齢25-48, 平均38歳) に対し従来法のSPとCSでT2WI横断面を撮像した。SP Factor:1を基準とした後述の固定撮像条件のもと、CSではCS-Factorを1, 1.5, 2, 3と変更し、R-Factor設定可能値「0.6~2.4」で最小値0.6から0.4刻みで最大値2.4までの計6つを再構成した。(1) 定量評価: 前立腺辺縁域, 移行域, 筋肉, 大腿骨の平均信号強度, 平均標準偏差を測定し, コントラストノイズ比を算出した。従来法のSPとCSの比較には, TukeyのHSD検定を行った。(2) 定性評価: 放射線科医2名により全体的な画質, アーチファクト, 診断信頼度の3項目に対し5段階評価を行った。(3) 従来法のSPとCSとの撮像時間を比較した。(4) 得られた最適条件に対し, AiCE有無で, 対応のある2標本t検定を行い比較した。固定条件は, FOV2cm, マトリクス320*256 (周波数*位相), スライスmm, スペーシング0.8mm, NAQ1とした。**【結果】** (1) 定量評価は (a) CS-Factor 1.5: R-Factor 1.8, (b) CS-Factor 2: R-Factor 2.2, (c) CS-Factor 3: R-Factor 1.8の3つが従来法と有意差がない結果となった。(2) 定性評価は (a), (c) は読影結果と一致した。(3) 従来法と比較し撮像時間は最大 (c) で約6割短縮した。(4) AiCEを使用した最適条件ではSNRが有意にSNRの改善をした。**【結論】** Compressed SPEEDERおよびAiCEを併用した前立腺撮像において撮像時間短縮と画質の向上の有用性が示唆された。

PS04-2 Development of simple calculation method and software for evaluating washout rate in dynamic contrast-enhanced MRI

ダイナミック造影MRIにおけるwashout速度の簡易定量法と汎用ソフトウェアの開発

生駒 洋子, 岸本 理和, 尾松 徳彦, 立花 泰彦, 小畠 隆行

Yoko Ikoma, Riwa Kishimoto, Tokuhiko Omatsu, Yasuhiko Tachibana, Takayuki Obata

Department of Molecular Imaging and Theranostics, National Institute for Quantum Science and Technology

【要旨】 In dynamic contrast-enhanced MRI, we proposed a simple calculation method for evaluating rate of contrast agent washout from the tissue and developed a software for mapping this washout index. In images with a prostate cancer, remarkable elevation of washout index was observed in the tumor regions.

【目的】 ダイナミック造影MRI (DCE-MRI)では、組織内における造影剤濃度の経時変化を画像化し、コンパートメントモデルを用いた薬物動態学的解析を行うことで、血流・血管透過性(血行動態)を定量的に評価することができる。血流が豊富な腫瘍では早期相での濃染とその後の早い洗い出しが見られることから、血行動態パラメータを定量的に評価することは、腫瘍の診断や治療効果判定に有用と期待される。一方、コンパートメントモデル解析は計算が煩雑で推定精度が低く、実用的な解析用ソフトウェアも少ないことから、臨床研究での活用は限られている。そこで本研究では、コンパートメントモデル解析を行わず、単純な数値計算で組織からのwashout速度を評価する簡易定量法を確立し、そのための汎用ソフトウェアを開発する。**【方法】** DCE-MRIのコンパートメントモデル解析において、造影剤のwashout速度は、血管外細胞外腔から血管コンパートメントへの移行速度定数 k_{ep} として算出される。本研究では、washout速度を反映する簡易指標として、濃度曲線の積分値を用いたwashout-idxを提案した(図1A)。まず、シミュレーションにより、提案手法の推定精度を評価した。コンパートメントモデル的に腫瘍や正常部位を想定した様々な k_{ep} 値($k_{ep}=0.1-1.2$)を与え、実測データを模した時間濃度曲線を作成した。この濃度曲線においてwashout-idxを算出し、シミュレーションに用いた k_{ep} の真値と比較した。さらに、時間濃度曲線に10%ランダムノイズを付加したシミュレーションデータを1000個作成し、各データに対しwashout-idxを算出してそのばらつきを調べ、コンパートメントモデル解析により得られた k_{ep} のばらつきと比較した。次に、臨床データからwashout-idxマップを作成するためのソフトウェアをMATLABプログラムで開発した。最後に、そのソフトウェアを用いて、前立腺腫瘍のDCE-MRIデータからwashout-idxマップを作成した。**【結果】** シミュレーションでは、提案手法で算出したwashout-idxは k_{ep} の真値と線形関係を示した(図1B)。また、ノイズ付加シミュレーションでは、washout-idxの算出値のばらつき(SD/mean)は1.2%であり、コンパートメントモデル解析の k_{ep} 推定値のばらつき(8.0%)よりも小さかった。開発したソフトウェアを用いて前立腺腫瘍のDCE-MRIデータの解析を行ったところ、腫瘍部位において、時間濃度曲線の早い洗い出しとwashout-idx値の上昇が見られた(図2)。washout-idxは濃度曲線の積分値を用いた簡易指標であるが、コンパートメントモデルの k_{ep} をよく反映し、計算時間が短くノイズにも強いことから、washout速度の簡易定量法として有用である。また、本ソフトウェアでは専門的な解析作業を行わずwashout-idxを視覚的、定量的に評価することが可能であり、今後の臨床研究への応用が期待される。

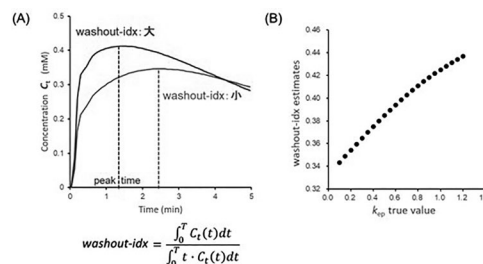


図1: シミュレーションデータにおけるwashout-idxの算出(A)と k_{ep} との関係(B)

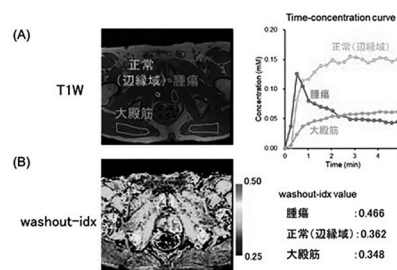


図2: 前立腺腫瘍のDCE-MRIにおける時間濃度曲線(A)とwashout-idxマップ(B)

PS04-3 Multiparametric MR imaging to identify the changes in normoalbuminuric diabetic kidney disease (NADKD) noninvasively

マルチパラメトリックMRIによるNormoalbuminuric diabetic kidney disease (NADKD)の特徴の非侵襲的評価

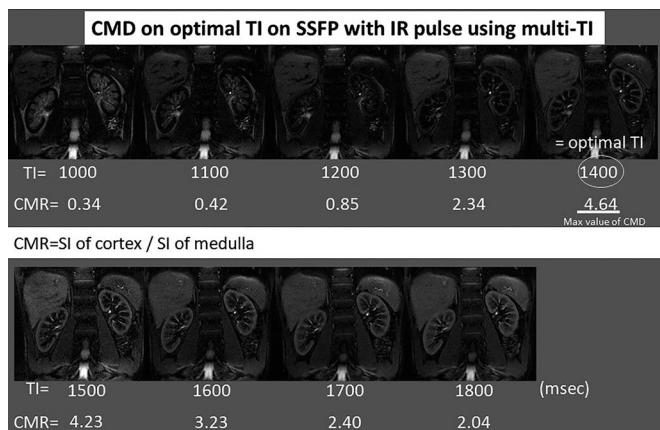
山本 亮¹, 玉田 勉¹, 上田 優², 檜垣 篤¹, 神吉 昭彦¹, 福倉 良彦¹

Akira Yamamoto¹, Tsutomu Tamada¹, Yu Ueda², Atsushi Higaki¹, Akihiko Kanki¹, Yoshihiko Fukukura¹

¹Department of Diagnostic Radiology, Kawasaki Medical School, ²Philips Japan

【要旨】 Our study showed T1 values of cortex was significantly longer and CMD on optimal TI was significantly lower in NADKD in comparison with low risk early DKD. These parameters might be new parameters for diagnosing NADKD non-invasively.

[Objective/background] The incidence of diabetic kidney disease (DKD) is increasing, and it has recently become the most common underlying disorder in dialysis patients. Early diagnosis is very important to stop the progression of DKD, and microalbuminuria has been recommended as the first clinical sign of DKD. However, recent studies have shown that a portion of diabetes mellitus (DM) patients with normoalbuminuria have progressive renal insufficiency, referred to as normoalbuminuric diabetic kidney disease (NADKD). Due to the complexity of the pathophysiology of DKD, multiparametric evaluation using new parameters is required. Recent study shows parameters derived from magnetic resonance imaging (MRI) can evaluate kidney function¹⁻⁴. However, there are no reports evaluating NADKD with MRI. The purpose of this study was to identify the changes in multiparametric MRI findings in NADKD. **[Methods]** This prospective study was approved by our Institutional Review Board (IRB) and written informed consent was obtained from all participants. Study subjects were 36 patients of DM with normoalbuminuria who underwent multiparametric MRI (3.0 Tesla) without contrast. Patients were divided into two groups; patients with normal estimated GFR (>60 mL/min/1.73 m²) (early DKD) group and patients with decreased estimated GFR (<60 mL/min/1.73 m²) (NADKD) group. MRI measurements were made of the renal cortex and renal medulla; T1 values, T2 values, blood oxygenation level dependent (BOLD) imaging (T2* values and R2* values), intravoxel incoherent motion (IVIM) imaging (ADC, f, D* and D values), arterial spin labeling (ASL) as well as CMD on optimal inversion time (TI) (= TI of maximum CMD (= signal intensity (SI) of cortex / SI of medulla) on steady-state free precession (SSFP) with inversion recovery (IR) pulse with multi TI (TI = 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800 msec). These parameters were compared between early DKD groups and NADKD group. **[Results]** A significant difference between early DKD group and NADKD group was seen in CMD on optimal TI (mean ± SD: 5.32 ± 1.25 vs. 3.74 ± 1.45; p=0.003). T1 values of cortex was tend to elongate in NADKD group (mean ± SD: 1517.8 ± 66.4 msec vs. 1565.7 ± 73.3 msec; p=0.070). No other parameters showed significant differences between early DKD group and NADKD group. **[Conclusion]** There was a tendency for cortical T1 values to elongation with marginal significant. The cause of CMD change may be the result of cortical signal decline due to elongate T1 values, suggesting the possibility of capturing cortical fibrosis in NADKD. CDM on optimal TI might be sensitive indicators of the cortical fibrotic changes of NADKD. This study suggests the possibility that MRI using the values of CMD on optimal TI on SSFP with IR pulse with multi TI, which can sensitively capture fibrotic changes in the renal cortex of NADKD, can be a new parameter to evaluate NADKD non-invasively and in a short period of time.



A series of topographically identical SSFP sequences with ss IR pulse using various TIs, 1000–1800 msec in increments of 100 msec (a total of nine images) were obtained to determine the optimal TI and inverted TI

PS04-5 Accuracy of Magnetic Resonance Imaging for extraprostatic extension of prostate Cancer
MRIによる前立腺癌腺外浸潤診断能の検討

石崎 恒介¹, 対馬 史泰², 掛田 伸吾², 畠山 真吾³

Kousuke Ishizaki¹, Fumiyasu Tsushima², Shingo Kakeda², Shingo Hatakeyama³

¹School of Medicine, Hirosaki University, ²Department of Radiology, Hirosaki University Graduate School of Medicine, ³Department of Urology, Hirosaki University Graduate School of Medicine

【目的】前立腺癌（PCa）の前立腺外進展（EPE）のMRI診断精度を評価すること。【材料と方法】生検で証明されたPCaの連続した24病変を検討した。前立腺摘出術の前に3Tのbiparametric MRIを受けた。DWIはRESOLVE、T2WIは3方向を撮影した。2名の読影者が、RESOLVEおよびT2WIを用いてPIRADSに沿った局在診断を行い、癌の局在が疑われたものに対して規定したEPA診断所見に沿って診断した。前立腺摘出術後の検体を用いて比較検討した。【結果】病理組織学的に証明されたEPEは24病変中12病変であった。EPEを検出する感度、特異度は100%, 92%であった。EPEを冠状断像のみで指摘可能であったものが2病変、矢状断像のみで指摘可能であったものが1病変あった。【結論】RESOLVEを用いた局在把握、T2WIによる多方向評価が有効であると考えられた。

PS05-1 A comparison of the performance of anatomical regularization method and TOPUP method in EPI distortion correction

EPI画像歪み補正における Anatomical regularization法とTOPUP法の比較

熊澤 誠志¹, 吉浦 敬²

Seiji Kumazawa¹, Takashi Yoshiura²

¹Department of Radiological Technology, Faculty of Health Sciences, Hokkaido University of Science, ²Department of Radiology, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Kagoshima University

【要旨】 The aim of this study was to compare the performance of the anatomical regularization (AR) method and the TOPUP method. Our results demonstrate that the AR method performs as good as the TOPUP method with half the acquisition time and data size of the TOPUP method.

【背景・目的】 EPI画像では被写体内の空気と組織間の磁化率差に起因した磁場不均一によって、信号源の位置が位相エンコード方向に沿ってずれて描出されるため、画像歪みが生じる問題がある。このEPI画像での幾何学的歪みを補正するため、これまで多くの手法が提案されている。Multiple phase encoding (MPE)法は、補正対象のEPI画像の位相エンコード方向と反対の位相エンコード方向で同一断面を撮像した画像を用いる手法で、歪みによって圧縮変形した領域の画像信号強度を推定できるため広く用いられている。また近年提案されたT1強調画像を用いたAnatomical regularization (AR)法も同様に歪みによって圧縮変形した領域の画像信号強度が推定できると報告されている。本研究の目的はこれらの手法の性能を定量的に比較評価することである。

【方法】 補正対象の頭部EPI画像として、Human Connectome Project (HCP) で提供されているデータベースから、位相エンコード方向がLR方向とRL方向で撮像された b 値=0 s/mm²の拡散強調画像とそれに対応するT1強調画像のデータセットを10例用いた。これらのEPI画像に対し、歪み補正法としてAR法と、MPE法としてFSLで提供されているTOPUP法を適用した。歪みのないT1強調画像を参照画像とし、参照画像との一致度を歪み補正性能の指標とした。一致度としてNormalized Mutual Information (NMI)を用い、それぞれの手法で推定された歪み無しEPI画像とそれに対応するT1強調画像との各スライスでのNMIを算出した。また両手法の性能に差があるか、R version 4.3.0を用いてt-検定を行った。

【結果】 HCPデータセット10例における前頭部の大きな歪みを含む10スライスのAR法とTOPUP法のNMIの平均値と標準偏差は、ケース#1: 1.127 ± 0.005, 1.125 ± 0.005, ケース#2: 1.119 ± 0.004, 1.113 ± 0.004, ケース#3: 1.138 ± 0.005, 1.139 ± 0.003, ケース#4: 1.106 ± 0.006, 1.110 ± 0.005, ケース#5: 1.118 ± 0.004, 1.117 ± 0.003, ケース#6: 1.131 ± 0.003, 1.129 ± 0.006, ケース#7: 1.117 ± 0.005, 1.112 ± 0.002, ケース#8: 1.139 ± 0.002, 1.139 ± 0.004, ケース#9: 1.132 ± 0.004, 1.119 ± 0.004, ケース#10: 1.121 ± 0.004, 1.117 ± 0.004であった。全体でのNMIの平均値と標準偏差は、AR法で1.125 ± 0.011, TOPUP法で1.122 ± 0.011であった。AR法でのNMIの値がTOPUP法より高く、参照画像との一致度が高かった ($p=1.98 \times 10^{-5}$)。

【結語】 これらの結果から、TOPUP法の半分の撮像時間と画像データ量で済むAR法が歪み補正においてTOPUP法よりも歪みのない解剖画像とよく一致することが示唆された。

PS05-2 Effect of clivus size on magnetic field inhomogeneity and differences between manufacturers in DWI imaging of the head

斜台の大きさがDWIの磁場の不均一に与える影響と、メーカー間の違いについて

桑 一矢, 小笹 雅也, 武藤 未来, 海野 泰

Kazuya Kume, Masaya Ozasa, Mirai Mutou, Yasushi Unno

Department of Radiology, Tokyo Metropolitan Institute for Geriatrics and Gerontology

【要旨】 We investigated the effect of clivus size on the field inhomogeneity of the DWI and how it varies between the Philips and GE devices. Also, the size of the artifact was measured by changing the reduction factor using a Philips device.

【背景・目的】 EPIを使用したDWI画像は磁化率の違いに鋭敏である。頭部の撮像を行う際には頭蓋底や副鼻腔で局所磁場の歪みによるアーチファクトが出やすいことが知られており、延髄や橋にかかる磁化率アーチファクトは読影の妨げになることがある。頭蓋骨は複数の骨から構成されており今回は斜台の形状によるアーチファクトの有無を検討した。また、当院に導入されている2台の3.0T装置間でアーチファクトの見え方がどのように変化するか検討した。**【方法】** Philips社製3.0T MRI装置Ingenia Elition、受信コイルはdS Head 32chを使用し、頭部のDWI画像を撮像した患者の画像321例に対し検証をした。正中の矢状断画像にて橋と延髄に沿っている斜台を3パターンに分類し、A群を蝶形骨と後頭骨がある、B群を蝶形骨が確認できず後頭骨がある、C群を蝶形骨が確認できず後頭骨の大きさが2cm以下とし、各群のアーチファクトの有無を確認した。アーチファクトがあった患者から、過去にGE社製3.0T MRI装置Discovery750w、受信コイル8ch NV CoilでもDWI画像を撮像している患者を拾い上げアーチファクトの見え方を確認した。また、両装置においてパラメータを同一にし、磁化率アーチファクトを発生させたファントムを撮像し、プロファイルカーブを引き検討した。更に健常ボランティア3名に対しIngenia ElitionにてReduction Factorを3から5まで変化させアーチファクトの見え方を検討した。**【結果】** Ingenia Elitionにて撮像した画像のうちA群では115例中2例、B群では128例中67例、C群では78例中63例でアーチファクトが確認された。アーチファクトが確認され、Discovery750wでも撮像した患者は22例おり、このうち14例ではIngenia Elitionよりもアーチファクトが改善され、8例では変化は見られなかった。また、同一条件で撮像したファントムのプロファイルカーブの検証でもDiscovery750wの方がアーチファクトが小さかった。更にIngenia ElitionによるReduction Factorは上げるほどアーチファクトの改善が見られた。**【考察】** 斜台の大きさにより、橋や延髄に蝶形骨洞の空気が近づくためA群ではアーチファクトが少なく、C群でアーチファクトの割合が多かったと考えられる。また、装置間のアーチファクトの出方の違いは、コイルのチャンネル数、gファクタの違い、装置固有の最大傾斜磁場強度の違いなどが考えられる。また、Reduction Factorを大きくし、位相エンコードステップ数を減らすことでk-space充填距離が大きくなりアーチファクトが低減できた。更に、最短TEを選択している場合、Reduction Factorを大きくすることでTEが短縮することも寄与していると考ええる。**【結語】** 斜台の大きさにより局所磁場の不均一に差があり、小さいほど磁化率アーチファクトが顕著となった。また、装置ごとにも橋や脳幹に出るアーチファクトの大きさが異なり、読影の妨げになる場合はReduction Factorの調整で改善されることが示唆された。

PS05-3 Evaluation of water molecule exchange dynamics in the brain of in vivo and ex vivo mice using by diffusion time-dependent MRI

拡散時間依存MRI計測での生体と標本脳における信号挙動の差

石田 綾音¹, 大城日菜子^{2,3}, 畑 純一^{1,2,3}, 吉丸 大輔³, 岡野 栄之³

Ayane Ishida¹, Hinako Oshiro^{2,3}, Junichi Hata^{1,2,3}, Daisuke Yoshimaru³, Hideyuki Okano³

¹Department of Radiology, Tokyo Metropolitan University, ²Graduate School of Human Health Science, Tokyo Metropolitan University, ³RIKEN Center for Brain Science

【要旨】 Using diffusion time-dependent MRI, we evaluated differences in signal behavior in the brains of in vivo and ex vivo brains. The results suggest that changes in diffusion time may elucidate the state of brain tissue and metabolism.

【背景】

近年、脳の水代謝が注目されている。中枢神経系の水分含有量は約8割近くに及び、脳の多くの機能は水の動きや代謝で支えられている。したがって、脳の水代謝は神経疾患の病態の解明のためにも重要視されている。脳の水の動きや代謝は、PET検査で脳脊髄液に核物質を用いる方法やCT・MRI検査ともに行うことのできる脳脊髄液に造影剤を使用する方法などによって計測が可能である。そこで、MRI検査で拡散時間を変化させることによって計測する方法を行うことで、非侵襲的に水代謝を観察することのできるのではないかと仮説を立て、本研究を行った。時間的な生体水を追跡可能とするための試案を使用しないため、拡散時間依存MRIによって得られる信号挙動は生体脳の構造や機能などのような組織情報を反映しているのか理解しにくい。標本脳は、能動的な流れやイオンチャネルの浸透圧がなくなり水代謝機能が失われているため、標本脳を対称群として生体脳を調査することでその機能がどれほど拡散時間依存MRI信号に反映されているか見積もることが可能と考え、生体下(in vivo)と標本下(ex vivo)マウスの比較に着目し計測を行った。

【目的】

拡散時間依存MRIにより生体と標本脳における信号挙動の差を評価することを目的とする。

【方法】

計測対象は健康な8から16週齢(n=6)のC57BL/6Jマウスとした。撮像には9.4T-MRI(Bruker Biospin)と、標本脳には28mm内径のソレノイドコイル(高島製作所)、生体脳には86mm内径の送信コイルと4chのcryogenic quadrature RF surface probe(Bruker)を合わせて用いた。また、本研究では、pulsed gradient stimulated echo (PGSTE)パルスシーケンスを用いることで非常に長い拡散時間による撮像を可能とした。拡散時間を長く設定し、撮像を行うことで、短い拡散時間では評価することのできない各領域・組織の水分動態を観察することができる。撮像条件は、TR/TE=18000/14.35 ms, FOV=18×28 mm, resolution=0.4×0.4 mm, Slice Thickness=0.4 mm, Gradient Duration=2.4 ms, Diffusion timeは16から500msでDWI撮像を行った。データはDiffusion Toolkitを用いて拡散Tensor解析を行い、FSLにパッケージされているfslstatsを用い脳領域ごとに拡散の固有値 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ の中央値を算出した。生体・標本脳の各脳領域はマウスアトラス(Dorr et al., 2008, NeuroImage)をもとに抽出した。抽出した領域は、脳の中でも特徴的な構造を持つ、神経の軸索が多く存在する白質、神経細胞の細胞体が多く存在する灰白質、抑制されない動きを特徴とするCSF系とした。特に、白質は脳梁、灰白質表層部は側脳室、灰白質深部は視床、CSF系は第3脳室を抽出した。各脳領域の拡散固有値が拡散時間の増加に伴い生体と標本脳で違いがみられるのか、また、標本脳において、各脳領域の拡散固有値が拡散時間の増加に伴いどのように変化したかを比較検討した。

【結果】

生体と標本脳の比較では、両者ともに拡散時間の増加に伴い拡散固有値は変化し、生体脳では標本脳よりも拡散時間の増加により拡散固有値が大きくなり、両者の変化の程度には差がみられた。標本脳においては、白質・灰白質表層部・灰白質深部のいずれにおいても短い拡散時間において拡散固有値 λ_2, λ_3 は低下し、拡散時間が長くなるにつれて拡散固有値は増加した。また、長い拡散時間における固有値の増加の程度は白質・灰白質で大きく変化はなく、CSF系の第3脳室においても、白質・灰白質と比較して大きな変化はなかった。

【結論】

拡散時間依存MRIを用い、拡散時間の変化における拡散固有値を検討することにより、生体と標本脳における信号挙動の差を観察することができた。拡散時間が及ぼすMRI信号への影響が、脳組織や代謝のどのような状態に起因しているのか解明するきっかけになることが示唆された。

PS05-4 Free water Imaging parameter estimation by combining synthetic Q-space learning and fitting: validation in gray and white matter regions

生成型Q空間学習とフィッティングを組み合わせたFree water Imagingパラメータ推定：白質、灰白質における検証

山崎 奎吾^{1,2}, 増谷 佳孝³, 鎌形 康司¹, 内田 航¹, 高林 海斗¹, 斎藤 勇哉¹, 佐々木 公⁴, 白川 崇子², 青木 茂樹¹

Keigo Yamazaki^{1,2}, Yoshitaka Masutani³, Koji Kamagata¹, Wataru Uchida¹, Kaito Takabayashi¹, Yuya Saito¹, Koh Sasaki⁴, Takako Shirakawa², Shigeki Aoki¹

¹Department of Radiology, Juntendo University Graduate School of Medicine, ²Department of Radiological Science, Tokyo Metropolitan University, ³Tohoku University School of Medicine, ⁴Hiroshima Heiwa Clinic

【要旨】 We assessed a novel hybrid estimation of free water imaging (FWI) combining the synthetic Q-space learning (synQSL) and fitting-based FWI estimation by comparison with the synQSL. Our approach indicated visually and quantitatively superior FWI parameter estimation than using synQSL.

【目的/背景】 Free water Imaging(FWI)による脳微細構造評価は種々の精神・神経変性疾患の病態理解に有用であることが示されている。しかし、bi-tensorモデルのFittingによるFWIパラメータの算出は膨大な計算時間を要し臨床応用への課題となっている。近年、信号モデル式やノイズシミュレーションに基づく合成データを用いた生成型Q空間学習: Synthetic Q-space learning (synQSL)が提案され、dMRIのパラメータ(DTI, DKI, NODDI)推定における有用性が示唆されている。我々の先行研究でも、synQSLのFW volume fraction (FWF)に対する高い推定精度を報告した。そこでFWFをsynQSLで推定し、信号値から自由水成分の除去を行い、従来の拡散テンソルモデルにFittingするHybrid手法(Hybrid)を開発した。予備的検討では、HybridはsynQSLのみの方よりも、高い精度でより短時間にFWIの推定が可能であることが示唆された。本研究では解剖組織毎にHybridおよびsynQSL、Fitting由来のFWIパラメータを白質・灰白質ごとに視覚的・定量的評価を行い、FWI推定におけるHybridの有用性を検証する。**【方法】** 検証用実MRIデータとして3T MRIで撮影したHuman Connectome Projectの健康男性10名のdMRIデータ(3-shell: 288 Q-space samples [b-value=0, 1,000, 2,000, 3,000 s/mm²])を用いた。FWIパラメータであるFW volume fraction (FWF), FW-corrected fractional anisotropy (FA), FW-corrected mean diffusivity (MD), FW-corrected axial diffusivity (AD), FW-corrected radial diffusivity (RD)に対して、Hybrid, synQSL, Fittingの3手法による推定結果を得た。Fittingには"Diffusion Imaging in Python"を用いた。synQSLではFWI信号値モデルおよびノイズ付加により合成したデータで多層パーセプトロンを学習させ、推定にdiMaRIAを用いてFWF, FA, MD, AD, RDを算出した。HybridではsynQSLで得られたFWFの結果を用いて、FW成分の除去を行った後にフィッティングによりFA, MD, AD, RDを算出した。3つの方法により推定したFWIパラメータをFreeSurfer(ver7.2.0)を用いて白質と灰白質に分割した後、視覚的な評価を行うとともに、Fittingに対する、synQSL, Hybridそれぞれの決定係数を算出し定量的な評価を行った。**【結果・考察】** Fig1より視覚的評価では灰白質部分において、synQSL, Hybridともに脳表部分でFittingにはない高信号値が見られたが、HybridはsynQSLと比較し改善が見られた。また白質部分において、Hybridのコントラストはフィッティングの結果とほぼ同様であった。synQSLは灰白質、白質ともにMDとADでコントラストがわずかに異なった。以上の結果よりHybridの方がsynQSLよりも視覚評価に優れていると考えられる。定量的評価の結果をFig2に示した。FAでは灰白質、白質ともにどちらの方法でも高い決定係数を示した。MDではややsynQSLの方が高値であったが、AD, RDではHybridの方が高い決定係数を示した。特にHybrid法では白質におけるAD, RDで最も高い決定係数を示した。これはsynQSLのみでは方向依存性のあるAD, RDは推定が困難であるがHybridではテンソルモデルへのFittingを行うため方向依存性を考慮した推定が可能であるためであると考えられる。Hybrid・synQSLともに、白質と比較し灰白質での決定係数は低い傾向にあった。これは灰白質が脳脊髄液による部分容積効果が高いためだと考えられる。**【結論】** HybridはsynQSLと比較して視覚的・定量的に優れており、FWIパラメータ推定においてHybridの臨床的有用性が示唆された。今後、より多くの学習データによる検証とsynQSLパラメータ設定の最適化を検証する。

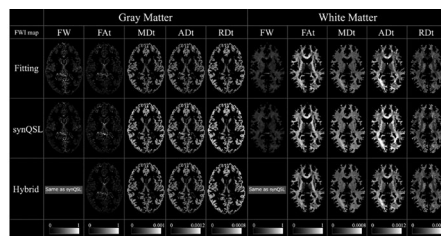


Fig1. FW estimation results of FWI parameters for Gray matter and White matter by Fitting, synQSL and Hybrid

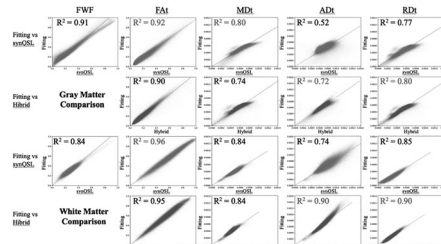


Fig2. Scatterplot for comparison of FWI parameter estimation for Fitting and synQSL, Fitting and Hybrid. Upper panel: Gray matter, Lower panel: White matter

PS05-5 Time-dependent diffusion in ischemic cerebral white matter

虚血大脳白質に対する拡散能測定の拡散時間依存性

長濱 宏史^{1,2}, 佐々木祐典², 横山 貴裕², 岡 真一², 鶴飼 亮², 佐々木優子², 寺田光次郎², 佐藤 香織¹, 片桐 好美¹, 伊藤 彩¹, 本望 修²

Hiroshi Nagahama^{1,2}, Masanori Sasaki², Takahiro Yokoyama², Shinichi Oka², Ryo Ukai², Yuko Kataoka-Sasaki², Kojiro Terada², Kaori Sato¹, Yoshimi Katagiri¹, Aya Ito¹, Osamu Honmou²

¹Biomedical Research, Education and Instrumentation Center, Sapporo Medical University School of Medicine, ²Department of Neural Regenerative Medicine, Research Institute for Frontier Medicine, Sapporo Medical University School of Medicine

【要旨】 We measured the diffusion time dependency of diffusivity in the injured white matter following cerebral ischemia. The Measurement of D could provide additional neuropathological implications for the quantitative values obtained through dMRI in the injured white matter.

【Background】

Differences and percent change in diffusion MRI (dMRI) quantitative values obtained from both short and long diffusion times (Td) have been reported to provide neuropathological and neuroanatomical information (Baron, 2015, Harkins, 2021). When performing diffusion measurements on microstructures, water molecules can interact with intra- and extracellular structures at long Td, however, shorter Td minimizes such interactions. Therefore, since the information of water molecules acquired from the microstructure changes with the duration of Td, determining the Td dependence of diffusivity (D) in neural tissue could enhance the validity of the neuropathological information obtained from dMRI. There are several reports on the Td dependence of dMRI on the microstructure of neural tissues, with studies on healthy brains and simulation studies (Kans, 2013, Santis, 2016, Fieremans, 2016). However, there are few studies on the Td dependence of diffusion measurements on injured white matter (Wu, 2019, Maekawa, 2021). The purpose of the study is to investigate the Td dependence of D in injured white matter after cerebral ischemia.

【Method】

A model of permanent occlusion of the middle cerebral artery (MCAO) was induced in 6-week-old SD rats by the intraluminal-thread method. On day 49 after MCAO, rats were perfused with 4% PFA and brains were removed and processed for ex vivo MRI. Ex vivo dMRI was performed on fixed brains of both normal and MCAO models using a 7T Preclinical scanner (Pharma scan, Bruker) with the following parameters: Td = 2.5, 6.7, 19.3ms, TR = 1400ms, TE = 52ms, b-value = 600s/mm², #ofMPGdir. = 15, slice Thk = 1.0mm, matrix size = 0.2 mm. After calculating fractional anisotropy (FA), mean diffusivity (MD), which represents the mean of D within the region of interest (ROI), axial diffusivity (AD), which represents the principal value of D within the ROI, and radial diffusivity (RD), which means the average of D in the direction perpendicular to AD, using dMRI data, ROI were placed on the genu of the corpus callosum, and their quantitative values were measured.

【Result】

For both normal and MCAO, longer Td tended to result in higher FA and lower D (MD, AD, RD). The difference in FA between normal and MCAO increased with longer Td, with a significant difference in FA between normal and MCAO at Td = 19.3 ms (p = 0.026). No differences were observed between normal and MCAO for MD. RD at Td = 2.5 ms was 0.347 and 0.371 x 10⁻¹⁰-3mm²/sec for normal and MCAO, respectively, showing almost no difference. However, the difference increased as Td was longer, with normal and MCAO 0.167 and 0.235 x 10⁻¹⁰-3mm²/sec, respectively, at Td = 19.3 ms (p = 0.075). The percent change in RD between Td = 2.5 and 19.3 was significantly different between normal and MCAO (p = 0.0039). AD was lower than normal in MCAO, and as Td was longer, AD in both normal and MCAO decreased with a similar trend.

【Conclusion】

Td dependence was observed for the D in the injured white matter following cerebral ischemia. The Measurement of D could provide additional neuropathological implications for the quantitative values obtained through dMRI in the injured white matter.

PS05-6 The effect of TOPUP to the quantitative values obtained from NODDI

TOPUPがNODDIの定量値に与える影響

福田 萌乃¹, 北島 美香², 米田 哲也², 上谷 浩之³, 平井 俊範³

Moeno Fukuda¹, Mika Kitajima², Tetsuya Yoneda², Hiroyuki Uetani³, Toshinori Hirai³

¹Graduate School of Health Sciences, Kumamoto University, ²Department of Medical Imaging Sciences, Faculty of Life Sciences, Kumamoto University, ³Department of Diagnostic Radiology, Faculty of Life Sciences, Kumamoto University

【要旨】 We evaluated the effect of TOPUP to the quantitative values obtained from NODDI. We compared ICVF and OD of brain parenchyma, gray matter, white matter and selected cerebral cortices in 28 patients between with and without TOPUP. We found that gray matter ICVF and OD were significantly different.

【目的/背景】 NODDI (Neurite Orientation Dispersion and Density Imaging) は、ボクセル内の構成成分の割合を評価することが可能で、特に大脳皮質の評価に優れるが、磁化率によるゆがみが定量値に影響を与える可能性がある。磁化率によるゆがみの補正に、DWIではTOPUPが用いられることが多いが、TOPUPがNODDIから得られる定量値に与える影響を評価した報告はみられない。本研究の目的は、TOPUPがNODDIから得られる定量値に与える影響を評価することである。

【方法】 本研究は熊本大学倫理委員会の承認を得ている。対象は2016年1月から2021年3月までに中枢神経変性疾患を疑われ、熊本大学病院で脳形態画像と拡散強調画像を含む頭部MRI検査と臨床評価を受けた28例(男性13例、女性15例、平均年齢50.8±19.0才)である。3.0T MRIでMPRAGE (magnetization prepared rapid acquisition with gradient echo)とNODDI (MPG=96axis, b=0, 700, 2000s/mm²)を撮像し、ICVF (Intra Cellular Volume Fraction)とOD (Orientation Dispersion) mapを作成し、以下の項目を評価した。1. ICVFmapから後頭蓋窩、中脳、基底核、半卵円中心の4スライスを選び、脳実質外信号の除去を行ったあと、これらの各スライスの頭蓋内のICVFの総和とODの総和をTOPUPあり、なしの画像で比較した。2. SPM12を用いて、ICVFmapから灰白質領域と白質領域を抽出し、1で選択した4スライスで灰白質と白質それぞれの平均ICVFと平均ODをTOPUPあり、なしの画像で比較した。統計処理は、対応のあるt検定を用いp<0.05を有意とした。3. TOPUPあり、なしの画像をMPRAGEにregistrationし、MPRAGEから作成した個人脳のDKAtlasを参考とし、代表的な大脳皮質のICVFとODのTOPUPによる変化率を求めた。

【結果】 各スライスでのICVF総和は、TOPUPの有無により後頭蓋窩レベル (p<0.0001)、中脳レベル (p=0.0182)、半卵円中心レベル (p=0.0012)で有意差を認めた。OD総和は、TOPUPの有無により後頭蓋窩 (p<0.0001)、中脳 (p=0.0182)、半卵円中心 (p=0.0012) レベルで有意差を認めた。灰白質のICVF平均値は後頭蓋窩 (p=0.0012) および中脳レベル (p=0.0460)で有意差を認めた。一方、白質のICVF平均値はいずれの部位でも有意差は認めなかった。灰白質のOD平均値は、後頭蓋窩 (p=0.0051)、および中脳レベルで有意差 (p=0.0460)を認めた。白質のOD平均値はいずれの部位でも有意差は認めなかった。代表的な皮質のICVFの変化率は、0.03~9.5%であった。OD変化率は、0.14~21.1%で、後頭蓋窩レベル最も大きくなった。

【結論】 TOPUPはNODDIにより得られるICVFとODに影響を与え、灰白質により強い変化を認める。

PS05-7 TOPUP with Phase Encoding of one direction: Evaluation of Synb0-DISCO with SynthSR for Distortion Correction of DTI in Post-Stroke Patients

Phase Encoding 1 方向で TOPUP : 脳卒中後の患者における Synb0-DISCO と SynthSR を用いた DTI の歪み補正の評価

金子貴久子¹, 根本 清貴², 高井 浩之³, 藤倉 栄二⁴, 金子 智喜^{5,7}, 上田 一生^{6,7}, 北澤 和夫⁸, 橋本 隆男⁹, 小口 和浩¹
Kikuko Kaneko¹, Kiyotaka Nemoto², Hiroyuki Takai³, Eiji Fujikura⁴, Tomoki Kaneko^{5,7}, Issei Ueda^{6,7}, Kazuo Kitazawa⁸, Takao Hashimoto⁹, Kazuhiro Oguchi¹

¹Department of Diagnostic Radiology, Aizawa Hospital, ²Department of Psychiatry, Faculty of Medicine, University of Tsukuba, ³Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Aizawa Hospital, ⁴Department of Radiology, Aizawa Hospital, ⁵Department of Diagnostic Radiology, Nagano Red Cross Hospital, ⁶Center for Evolutionary Cognitive Sciences, Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo, ⁷Department of Radiology, School of Medicine, Shinshu University, ⁸Department of Neurosurgery, Aizawa Hospital, ⁹Department of Neurology, Aizawa Hospital

【要旨】 We investigated the usefulness of distortion correction using TOPUP with Synb0-DISCO and SynthSR in post-stroke patients. We compared conventional TOPUP with the alternative method. Geometric distortion was reduced, although changes in image intensity were seen after applying TOPUP.

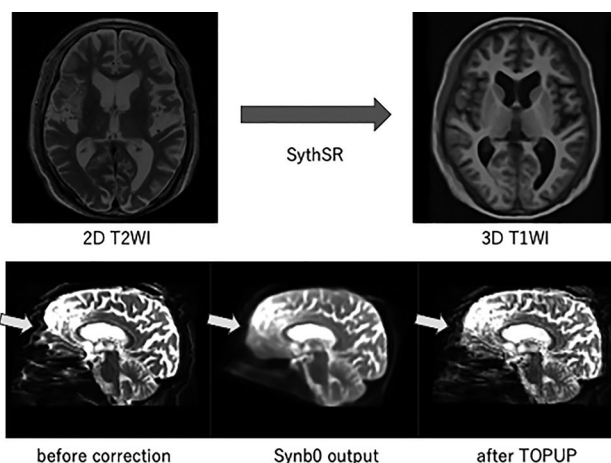
【背景】 拡散強調画像は主に Echo Planer Imaging で取得されるが、磁化率の影響により幾何学的な歪みが発生する。そのため、定量的な解析を行うには歪み補正が不可欠である。FSL の TOPUP は歪み補正に広く用いられており、Registration などの他の歪み補正法よりも優れているとされることが多い。TOPUP では、正確な補正を行うために、位相エンコード方向が反対の b0 画像のペア (b0-pair) を必要とする。しかし、データセットによっては、それが無いものもある。Schillingらは、1つのPE方向のみのb0画像と構造画像、すなわち3D-T1WIを用いて歪み補正されたb0画像を作成するSynb0-DISCO (3DU-net) を提案している。これまでの研究で、Synb0-DISCOが脳卒中患者の歪み補正に有用であることが示されている。しかし、データの取得時期や取得場所によっては3D-T1WIがない場合もある。また臨床場面では小児や意識状態の悪い患者など、体動や検査時間の関係で3D-T1WIの取得が困難な場合もある。

【目的】 FreesurferにはSynthSRというツールがあり、日常臨床で取得した2DのMRI画像やCTからディープラーニングを用いて3D-T1WIを生成することができる。SynthSRとSynb0-DISCOを用いたTOPUPによる歪み補正が、構造変化や強度変化を伴う脳卒中後患者に有用かどうかを検討した。

【方法】 脳梗塞急性期患者43人から3T MRI (GE SIGNA Pioneer 3.0T) を用いて構造画像 (3D-T1WI)、2D-T2WI、DTI、B0-pairを取得した。2D-T2WIからSynthSRで合成3D-T1WIを生成し、Synb0-DISCOで合成b0画像を生成してTOPUPを行い、従来のTOPUPと結果を比較した。

【結果】 先行研究と同様に、SynthSRとSynb0-DISCOを用いたTOPUPにより幾何学的歪みは減少した。しかし、TOPUPによる歪み補正を適用すると信号強度の変化が見られた。

【結論】 3D-T1WIがない場合、SynthSRとSynb0-DISCOを用いたTOPUPは、Phase Encoding 1方向のみの拡散強調画像における歪み補正に有効であることがわかった。しかし、信号強度が変化するという欠点があり、脳梗塞のようなb0画像の信号変化のある病変で顕著に現れる。そのため、実際の使用には注意が必要である。これはSynthSRが病変部を「塗りつぶす」、すなわち病変の信号強度を周囲と揃えることで強度差を少なくするようにトレーニングされている影響が考えられる。TOPUPでは、入力されるpairのb0画像は互いに近い信号強度を持つことが期待されているため、信号強度を近づけるための工夫が必要である。



PS06-1 Focal Boundary Dice: Improved Breast Tumor Segmentation from MRI Scan

Focal Boundary Dice : 改良されたMRI乳腺腫瘍分割

王 偉¹, Hongbin Han², Lu Jinbin³, He Qingyuan⁴
Wei Wang¹, Hongbin Han², Lu Jinbin³, He Qingyuan⁴

¹Department of Rehabilitation Radiology, Beijing Rehabilitation Hospital, ²Department of Radiology and Institute for Translational Medicine, The First Peoples Hospital of Foshan, Foshan, Guangdong, China, ³Department of Radiology and Institute for Translational Medicine, The First Peoples Hospital of Foshan, Foshan, Guangdong, China, ⁴Department of Radiology, Peking University Third Hospital

[Background] Focal Boundary Dice, a new segmentation evaluation measure, was hereby presented, with the focus on boundary quality and class imbalance. [method] Magnetic Resonance Imaging (MRI) scans. [result] Focal Boundary Dice is significantly more adaptive than the standard Focal and Dice measures to boundary errors for imaged tumors from MRI scans and does not over-penalize errors on the division of the boundary, including smaller imaged objects. [conclusion] The experiments show that the new evaluation metrics allow boundary quality improvements and image segmentation accuracy that are generally overlooked by current Dice-based evaluation metrics and deep learning models.

Published in J Cancer 2023; 14(5):717-736. doi:10.7150/jca.82592

PS06-2 Magnetic resonance imaging features in patients with breast cancer with BRCA1 and BRCA2 mutations

遺伝性乳癌のMRI所見の検討：BRCA1とBRCA2の違いについて

川島 博子^{1,2}, 寺川 裕史³, 池田 博子⁴

Hiroko Kawashima^{1,2}, Hirofumi Terakawa³, Hiroko Ikeda⁴

¹Faculty of Health Sciences, Institute of Medical, Pharmaceutical and Health Sciences, Kanazawa University, ²Breast Center, Kanazawa University Hospital, ³Department of Breast Surgery, Kanazawa University Hospital, ⁴Diagnostic Pathology, Kanazawa University Hospital

【要旨】 We evaluated MRI features of breast cancers in BRCA1 and BRCA2 mutation carriers. BRCA1 cancers tended to develop in the posterior location, exhibited a circumscribed margin, marked hyperintensity in DWI, and rim enhancement. BRCA1 cancers tend to exhibit different MRI features from BRCA2 cancers.

【目的】 BRCA遺伝子変異者の乳腺MRI検査を行う機会が増えている。BRCA1変異者とBRCA2変異者の発生乳癌について、MRI所見に違いがないかを検討した。**【方法】** 対象はBRCA1発生乳癌9例とBRCA2発生乳癌17例である。マンモグラフィ所見、MRI所見、病理所見を後方視的に検討した。**【結果】** サブタイプはBRCA1発生乳癌ではトリプルネガティブが、BRCA2発生乳癌ではルミナルが多かった。MRI所見では、BRCA1発生乳癌で乳房の胸壁寄りに発生する頻度が高かった。また、BRCA1発生乳癌は辺縁整、拡散強調画像で著明な高信号、造影でrim enhancementを呈する傾向が強かった。ダイナミックでの信号増強率はBRCA2発生乳癌と違いを見い出せなかった。**【結論】** BRCA1発生乳癌はBRCA2発生乳癌と異なったMRI所見を呈する傾向にあり、診断の際にも考慮する必要がある。

PS06-3 Value of morphological radiomics features for breast lesions showing non-mass enhancement on breast MRI

乳房造影MRIにてnon-mass enhancementを示す病変におけるmorphological radiomics featuresの有用性

國松奈津子¹, 國松 聡², 内田 恵博³, 小川 明子⁴, 桐生 茂⁵

Natsuko Kunimatsu¹, Akira Kunimatsu², Yoshihiro Uchida³, Akiko Ogawa⁴, Shigeru Kiryu⁵

¹Department of Radiology, Sanno Hospital, International University of Health and Welfare, ²Department of Radiology, Mita Hospital, International University of Health and Welfare, ³Department of Breast Surgery, Sanno Medical Center, ⁴Breast Center, Mita Hospital, International University of Health and Welfare, ⁵Department of Radiology, Narita Hospital, International University of Health and Welfare

【要旨】 We analyzed the morphological radiomics features of breast lesions showing non-mass enhancement retrospectively. A ROI was placed on the ADC map referring to contrast-enhanced MRI. The malignant group was significantly larger for 6 features. Radiomics may be helpful in diagnosing the breast lesions.

【Objective/Background】 Lesions showing non-mass enhancement on contrast-enhanced mammographic MRI include both benign or malignant, and it is sometimes difficult to differentiate them. In this study, morphological features, which are standard in radiomics analysis, were analyzed and retrospectively examined to differentiate between benign and malignant lesions. **【Method】** Among 1380 cases in which contrast-enhanced breast MRI was performed between February 2014 and August 2019, we included 51 consecutive, histopathologically confirmed cases which showed non-mass enhancement in this study. Out of them, 25 cases were breast cancer and 26 were mastopathy. A radiologist, who did not know the diagnosis, placed whole-lesion ROI on the ADC map while referring to contrast-enhanced MRI. Twelve features, maximum 2D diameter (slice, column, row), maximum 3D diameter, major axis length, mesh volume, voxel volume, sphericity, least axis length, minor axis length, surface area, surface volume were evaluated. Comparisons between benign and malignant groups were made for each feature in a univariate analysis using Bonferroni correction. **【Result】** The malignant group was significantly larger (corrected $p < 0.05$) for Maximum 2D Diameter (Column, Slice), Mesh Volume, Voxel Volume, Least Axis Length, and Surface Area. The variables with the largest differences were Mesh Volume, Least Axis Length, and Voxel Volume, surface area, maximum 2D diameter (slice), maximum 2D diameter (column) in descending order. **【Conclusion】** The results suggest that morphological features in ADC may be helpful in diagnosing the non-mass enhancement lesion of the breast. The malignant group was characterized by larger volume and more spherical feature.

PS06-4 Assessment of Breast Lesion Boundary on Synthetic MRI

乳腺造影 MRI と造影前後の Synthetic MRI における病変部位置あわせ手法の検討

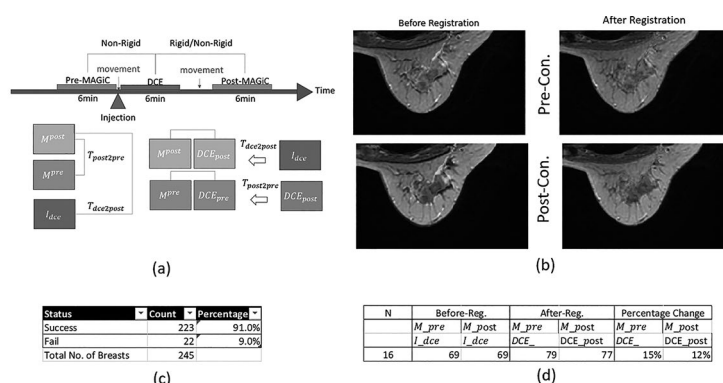
ハック ハスナイン¹, 松田 卓也³, 松田 恵², 瀧辺章太郎¹, 城戸 輝仁²

Hasnine Haque¹, Takuya Matsuda³, Megumi Matsuda², Shotaro Fuchibe¹, Teruhito Kido²

¹STO-J Research Division, GE HealthCare Japan, ²Dept. of Radiology, Ehime University School of Medicine, ³Dept. of Medical Informatics, Ehime University School of Medicine

【要旨】 Our objective of this research is to propose a registration method to overlay DCE-MRI on both Pre and Post contrast synthetic MRI to aid delineation of lesion boundary. With the proposed methodology we achieved 12-15% improvement in visible matching score evaluated by radiologist.

[Objective] Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI) is commonly utilized in patients with newly diagnosed breast cancer to assess the local extent of lesion. In recent studies shows that synthetic MRI could be useful for evaluation of under lying tissue characteristics which correlates with improved disease prognosis and better diagnostic decision. However, clear boundary of mass lesion is not present on synthetic MRI. Our objective of this research is to propose a registration method to overlay DCE-MRI on both Pre and Post contrast synthetic MR images to aid delineation of lesion boundary. **[Material and Methods]** From February 2018 to August 2022, 237 patients, ranging from 16 to 89 years old were retrospectively included in our study. All breast lesions were confirmed by biopsy, surgical pathology, or clinical diagnosis. All subjects underwent MR exams on a 3.0T whole body scanner (SIGNA Architect, GE HealthCare, WI, US) with an 8-channel breast coil. Scanning sequence included 6min scan of multi-phase DCE-MRI axial (Ax) scan and synthetic MR imaging, termed as magnetic resonance image compilation (MAGiC), scan before and after DCE-MRI scan. To capture localized deformation, only affected breasts (245) were automatically cropped based on the location of breast mass lesion on DCE-MRI and used for registration purpose. Total of two steps registration were used, early-phase DCE-MR images were registered to post-contrast MAGiC magnitude image and 2nd pre-contrast MAGiC images were registered to post-contrast MAGiC images. These registration parameters were used to transform DCE-MRI on to pre and post contrast synthetic MRI image space. Registration quality was visually inspected using overlay of MAGiC image and transformed DCE image. From successful registered image datasets, 16 breast datasets were randomly selected by an expert radiologist and manually assessed the registration quality in 3D with a quantitative score between 0 to 100. Mean quality score was used for assessment of the registration method used in this study. **[Results]** Our proposed automatic registration workflow was successful on 91% of datasets and failed on 9% datasets. Mean quality score of the registration on pre-contrast and post contrast synthetic MRI were 79 and 77 respectively. Indicating matching percentage score improvement of 12-15% if registration was performed. **[Conclusion]** Registration of DCE-MRI to synthetic MRI helps to delineate lesion boundary on these images and thereby diagnostic decision based on lesion tissue characteristic could be performed more accurately.



Caption: (a) Image acquisition timeline and registration process to compensate patient movement during scanning. (b) Axial slice center to the lesion, gray scale MAGiC magnitude image overlaid with DCE-MRI in Jet color to validate success and fail of registration process. (c) Success and fail results and (d) Radiologist subjective matching score of registration around lesion location

PS06-5 Image quality evaluation of Breast DWI

Exsperを用いた乳房 DWIの画質評価

松島 孝昌¹, 藤田 功², 菊地 浩且¹, 鈴木 大介¹

Takamasu Matsushima¹, Isao Fujita², Hirokatsu Kikuti¹, Daisuke Suzuki¹

¹Department of Medical informatics,toujyun, ²Saitama City Hospital

【要旨】 Diffusion weighted breast imaging is performed in the supine position and takes about 30 minutes, which puts a heavy burden on the subject. The shape of the breast is complicated, and fat suppression failure and misalignment with imaging are likely to occur.

【要旨】 乳房拡散強調画像は仰臥位にて行い、また時間も30分ほどと長いため被験者への負担が大きい。乳房の形状が複雑で、脂肪抑制不良やイメージングとの位置ずれなどが起きやすい。これを改善するためExsper及びRDCを用いることで、画質の低下なく乳房DWIが撮像できるようになった。

【目的】 SPEEDERとEXSPERを使用したときの画質の違いを比較し、さらに歪みをアプリケーションソフトを用いて評価した。**【方法】** 使用装置はキヤノン社製Vantage Galan 3T Focus XG Version8 Atras-Bodyコイルを使用。撮像条件はEPI-DWI, TR=8000msec, TE=64msec, SPAIR併用, PIはExsper(高速化率3倍速) b-factor=1500s, 1000s, 800 400と可変。slice厚5mmスライス枚数50普段の撮像条件の検討。Slice厚を変化させた画像からのMIP像を比較した。**【結果・考察】** 乳房画像において位相方向にSPEEDERでは間延びするようになった。EXSPERは歪みが大幅に改善された。さらに歪み補正ソフトの活用により、誰が撮影をしても同等のレベルが保たれるようになる。**【結語】** EXSPERによる歪み低減効果のため従来より短時間撮像または高分解能撮像が可能であった。

PS06-6 Discrimination between low-grade ductal carcinoma in situ (DCIS) and non-low-grade DCIS using radiomic features extracted from breast MRI

乳房 MRI の Radiomics 特徴量を用いた低悪性度と非低悪性度 DCIS の判別

石垣 聡子¹, 佐竹 弘子¹, 木下 文恵², 長縄 慎二¹

Satoko Ishigaki¹, Hiroko Satake¹, Fumie Kinoshita², Shinji Naganawa¹

¹Department of Radiology, Nagoya University Graduate School of Medicine, ²Division of Data Science, Data Coordinating Center, Department of Advanced Medicine, Nagoya University Hospital

【要旨】 We investigated the discriminative performance of MRI radiomic features in distinguishing between low-grade and non-low-grade ductal carcinoma in situ. The radiomic model of the dynamic contrast enhanced images in the delayed phase showed the most discriminative performance with AUC of 0.862.

【背景】 低悪性度の非浸潤性乳管癌 (DCIS) は非常に予後良好であり、非切除によるアクティブ・サーベイランスが将来的に可能かどうか、世界的に検討が行われている。**【目的】** 本研究の目的は、乳房 MRI から DCIS 病変の定量的画像特徴量を大量に抽出してモデルを構築し、様々な悪性度を有す DCIS の中から低悪性度病変を判別できないか診断能を評価することである方法名古屋大学医学部附属病院で乳癌の術前 MRI 検査を行い、術後の手術標本によって DCIS と診断された 58 名を対象とした。使用撮像装置は 3T MRI で、ダイナミック造影 MRI (DCE-MRI) は、Time-resolved angiography with interleaved stochastic trajectories (TWIST) を用いて、造影前から造影 300 秒後まで、60 秒の時間分解能で 6 回の連続撮影を行った。乳房の画像診断を専門とする 1 名の放射線科医が、造影後第 5 相 (造影後相・最終相) のサブトラクション画像を用いて手動で病変のセグメンテーションを行い、T2 強調像と DCE-MRI の造影前画像、造影後第 1 相 (超早期相)、第 2 相 (早期相)、第 5 相 (後期相) のサブトラクション画像から、144 種類のヒストグラム特徴量とテクスチャ特徴量を抽出した。マンモグラフィ、超音波検査、MRI 画像については、病変の形態や石灰化の有無、ダイナミックカーブの分類など定性的評価も加え行った。また、臨床病理組織学的所見として、ホルモン受容体、HER 2 受容体の過剰発現の有無を調査した。これらから、Least absolute shrinkage and selection operator (LASSO 回帰) を用いて、特徴量を選択し、モデル構築を行った。モデルの評価は、Receiver operating characteristic (ROC) 解析によって、Area under the curve (AUC) を算出した。【結果】 58 名のうち、31 名 (53.4%) が低悪性度 DCIS、27 名 (46.3%) が非低悪性度 DCIS であった。臨床病理学的因子および定性的画像所見の中では、HER2 受容体が陰性であること、マンモグラフィで石灰化がないこと、MRI で腫瘤非形成病変を示すことが、低悪性度 DCIS と有意な相関を示した。LASSO 回帰による特徴量の選択では、T2 強調像および造影後第 1 相 (超早期相) のサブトラクション画像からは、有意な定量的画像特徴量は得られなかった。臨床病理学的因子、定性的画像所見、定量的画像特徴量から構築されたモデルの AUC は、DCE-MRI の造影前で 0.914、造影後第 2 相 (早期相) で 0.869、第 5 相 (後期相) で 0.893 だった。ブートストラップ法による Internal validation では、DCE-MRI の造影前で 0.833、造影後第 2 相 (早期相) で 0.833、第 5 相 (後期相) で 0.862 であった。【結論】 乳房 MRI は、Radiomics の手法を用いることによって、DCIS の中から低悪性度群を非侵襲的に判別できることが示唆された。本研究では、DCE-MRI の造影後期相の画像特徴量から構築されたモデルが高い判別能を示した。

PS07-1 Evaluation of the Effect of Microbiota on the Cerebellum of Germ-Free Marmosets -Structural Analysis Using DWI and immunohistochemistry-

腸内細菌叢が無菌マーモセットの小脳に及ぼす影響評価 -DWI と免疫組織染色を用いた構造解析-

時杉 知佳^{1,2}, 関 布美子², 井上 貴史², 川井 健司², 望月 美沙², 小牧 裕司², 畑 純一^{1,2}

Chika Tokisugi^{1,2}, Fumiko Seki², Takashi Inoue², Kenji Kawai², Misa Mochizuki², Yuji Komaki², Junichi Hata^{1,2}

¹Department of Radiological Sciences, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ²Central Institute for Experimental Animals

【要旨】 Focusing on the cerebellum of germ-free marmosets, we evaluated the effects of gut microbiota on nerve fibers from MRI and immunohistochemistry. We found there was a positive correlation between FA and MBP staining. It suggests the gut microbiota affects the cerebellar nerve fibers.

【目的/背景】 脳と腸は互いに情報を交換し、影響を及ぼしあうことが知られており、この関係は脳腸相関と呼ばれている。この関係には腸内細菌が密接に関わっていることも知られている。これまでに我々が行った MRI 研究からは大脳において腸内細菌叢が霊長類の神経線維に影響を及ぼす可能性が示唆された。特に海馬など記憶に関連する領域や淡蒼球や被殻など運動機能に関係する領域で、差が大きかった。一方で、小脳は運動を制御するところが知られているが、近年運動の制御だけでなく記憶や言語機能、情動の制御などに関与していることが明らかになっている。そこで本研究では、無菌マーモセットの小脳に着目し、拡散強調画像を用いて Diffusion metrics による解析を行い小脳構造に腸内細菌の有無による差があるか比較した。また、組織学的評価と比較することで FA はどの程度ミエリンを反映しているか調べた。【方法】 無菌コモンマーモセット (n=1)、通常飼育 (有菌) コモンマーモセット (n=3) の標本脳を対象とした。7.0T-MRI 装置 (Bruker 社) を使用し、3D-DWI (TR/TE : 400/20 ms, b0 : 5, b value : 2000 s/mm², MPG Direction : 30, FOV : 36 × 26 × 22 mm, Image matrix : 212 × 153 × 129, spatial resolution : 0.17 × 0.17 × 0.17 mm) を撮像した。アトラスを元に小脳の mask を作成した。k-means 法により、小脳を髄質 (白質)、皮質に分け、皮質をさらに顆粒層と分子層に分けるラベルを作成した。ITK-SNAP を用いてラベルと FA 画像より無菌、有菌群それぞれの白質、顆粒層、分子層の平均 FA 値を求め、比較した。組織学的評価と比較するため、免疫組織化学染色で評価した断面に近似する sagittal 断面を抽出し、平均 FA 値を求めた。組織学的評価として、無菌個体、有菌個体各 1 頭に対して免疫組織化学染色によりミエリンを構成する主要な蛋白質である Myelin Basic Protein (MBP) を評価した。組織標本において白質、顆粒層、分子層、小脳全体、それぞれの ROI を作成し、MBP 陽性領域の割合を比較した。また、MBP 陽性領域の同位置に ROI を設置し、染色強度を比較した。染色強度は、各個体につき 15μm 間隔で 11 枚の切片で求めて平均化した。【結果】 MRI より、小脳の白質、顆粒層、分子層ともに有菌群に比べ無菌個体の平均 FA 値が低い傾向にあり、顆粒層では差が小さかったが、白質と分子層では差が大きかった。組織学的評価より、小脳全体に対する MBP 陽性領域の割合は無菌個体有菌個体に比べ低く、MBP 陽性領域の染色強度では、小脳全体と ROI の双方で有菌個体が無菌個体より高かったが、一方で顆粒層、分子層では無菌個体と有菌個体に差は見られなかった。【考察/結論】 MRI の結果より、無菌個体と有菌群で白質、顆粒層、分子層の FA 値に差が見られたことから、腸内細菌叢の有無は小脳の神経線維にも影響を及ぼす可能性が示された。組織学的評価の結果より、有菌個体で MBP 陽性領域における染色強度が高かったことから白質におけるミエリンの密度が高いことが示され、FA 値とミエリンが相関することが示唆された。また、MBP 陽性領域の割合は有菌個体が高かったことから、無菌個体の方が神経線維が発達していると考えられた。一方で、顆粒層と分子層では MBP の染色強度に差が見られず、これは FA がミエリン以外の微細構造も反映していることが考えられた。先行研究において、FA はミクログリアと正の相関を示すと報告されている。また、別の先行研究から、腸内細菌叢が脳の免疫細胞であるミクログリアに影響を及ぼすことが知られている。今後、ミクログリアの評価と MRI との比較も行っていきたい。

PS07-2 The authenticity and accuracy as affected by signal to noise ratio for diffusion weighted imaging.

拡散強調画像のSNRが及ぼす真度と精度

新川 翔太^{1,2}, 畑 純一^{1,3,5}, 植松 明子⁴, 黒川 華伶¹, 鈴木 雄一², 岩永 秀幸², 阿部 修²

Shota Arakawa^{1,2}, Junichi Hata^{1,3,5}, Akiko Uematsu⁴, Karen Kurokawa¹, Yuichi Suzuki², Hideyuki Iwanaga², Osamu Abe²

¹Department of Radiological Sciences, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ²Department of Radiology, The University of Tokyo Hospital, ³Division of Regenerative Medicine, The Jikei University School of Medicine,

⁴Laboratory for Brain Connectomics Imaging, RIKEN, ⁵Department of Physiology, Keio University of School of Medicine

【要旨】 We compared low b-value image acquisitions and number of excitations on the accuracy of quantitative diffusion analysis using 3.0T MRI scanner. In order to accurate diffusion quantitative analysis, it is necessary to consider the signal to noise ratio of the imaging conditions.

【目的/背景】

MRIにおいて拡散強調像(Diffusion Weighted Imaging)は診療に欠かせないものであり、apparent diffusion coefficient(ADC)といった定量値が脳梗塞や悪性腫瘍の診断等に用いられている。定量値解析においてノイズは測定誤差および画像診断の妨げになる可能性があり、可能な限り高いSNR(signal to noise ratio)での撮像が求められる。ADC計測には最低2値のb-valueが必要であり、b=0画像(以下b0)はT2の影響を受けている。Jonesらはモンテカルロシミュレーションおよび1.5T MRI装置を用いて、ADCにおけるT2の影響を考慮した拡散撮像条件の最適化について報告している(MRM, 1999; 42: 515-525)。最適化されたシーケンスではSNRが向上し、白質(White Matter)と脳実質間のコントラストが改善したと述べている。しかしこれまで3.0T MRI装置を用いた、実測ベースでのDWI撮像条件および拡散定量値の比較に関する報告は少ない。我々は3.0T MRI装置を使用し、b0の撮像数のみ可変させた場合の拡散定量値の比較、およびNEX(number of excitations)を可変させ、DWI自体のSNRを変化させた場合の拡散定量値を比較した。深部灰白質である視床を対象とし、各条件下でのSNR測定を行った。

【方法】

撮像対象はインフォームドコンセントに同意した健康ボランティア5名とし、撮像機器は3.0T-MRI装置(GE Signa Premier 3.0T)、48channel Head Coilを使用した。解剖学的な位置決め画像として3DT1WI MPRAGEシーケンス(TR/TE/TI: 2200/2.0/930[ms], FOV: 224×224[mm], Matrix:512×512, Slice thickness:1.2[mm]), およびDWIとしてSingle shot Spin-echo EPIシーケンス(TR/TE: 8300/71[ms], FOV: 234×234[mm²], Matrix: 130×130, Slice thickness: 1.8[mm], Voxel size: 1.8×1.8×1.8[mm³], b-value: 3000[s/mm²], MPG directions: 30)を撮像した。解析にはMRtrix3 (Tournier et al.), MRlcroGL (Chris Rorden), Advanced Normalization Tools (ANTs) (Brain B. Avants et al.), FSL 6.0.4 (The University of Oxford), itk-SNAP4.0 (Brain B. Avants et al.)を使用した。撮像したDWIは、前処理としてデノイジング、ギブスアーチファクト除去、歪み・渦電流補正を行い、拡散定量値解析によりFA(fractional anisotropy), AD(axial diffusivity), RD(radial diffusivity), MD(mean diffusivity), AFD (apparent fibre density)を算出した。また、antsRegistrationのSyNアルゴリズムにより、標準脳アトラスとレジストレーションし、白質および灰白質(Gray Matter)の各領域でラベリングを行った。b0加算回数およびNEXはそれぞれ1から16まで加算させて撮像し、WMおよびGM各領域における定量値の比較を行った。また視床を対象とし、同一関心領域法による各条件下においてb0およびisotropic DWI画像でSNRの測定を行った。

【結果】

b0撮像回数を増加させた場合、WMおよびGMでは拡散定量値では変化が認められなかった。NEXを増加させた場合、b0およびisotropic DWIのSNRは向上し、WMである脳梁膝部(CCg: genu of corpus callosum)、内包前脚(ICa: anterior limb of internal capsule)においてAFDの値は漸減し、一定の閾値でplateauとなった。CCgの交叉線維では、よりSNRの影響を鋭敏に受けたものと考えられる。我々の比較では、FAにおいて変化は認められなかったが、SNRの向上に伴ってAFDの値は変化を示した。

【結論】

拡散定量値解析の撮像条件において、NEXの増加に伴いSNRは向上し、WMにおいてAFDの値が変化した。精度の高い拡散定量値解析を行うには、一定のSNRを担保するため撮影条件を考慮する必要がある。

PS07-3 Investigation of motion probing gradient pulse for uniform collection of temporal and spatial diffusion information

空間的および時間的拡散情報均一収集を目的としたMPG印加法の検討

鈴木 雄一¹, 村田 勝俊², 岩永 秀幸¹, 阿部 修^{1,3}

Yuichi Suzuki¹, Katsutoshi Murata², Hideyuki Iwanaga¹, Osamu Abe^{1,3}

¹Center of Radiology, The University of Tokyo Hospital, ²Siemens Healthineers Japan, ³Department of Radiology, The University of Tokyo

【要旨】 We examined the order of MPG (called reordered) that can uniformly collect spatial diffusion information, compare it with the electrostatic repulsion method (called original). The reordered could collect diffusion information more uniformly than the original even if the examination was interrupted.

【Purpose】 When acquiring DWI such as DTI and HARDI, an electrostatic repulsion (conventional) method is one of the optimization methods of MPG direction. If the MRI examination is interrupted in the middle, it cannot necessarily be said that the data acquired by the conventional method are spatially uniform diffusion information. Therefore, this study aimed to examine the application order of MPG pulses (called reordered) that can uniformly collect spatial diffusion information even if the examination is interrupted, compare it with the conventional method (called original), and verify its usefulness.

【Materials and methods】 The study participants were 11 healthy men. DWI data used as reference were as follows: b-value, 3000 s/mm²; MPG, 64 axes. In these data, the order of the MPG axes was rearranged so that even if the scan was interrupted in the middle, the MPG order also changes so that data could be acquired uniformly in a spatial and time-series manner. For these changes to occur, mathematical induction with electrostatic potential energy (cost function) was used. Using the Voronoi diagram, the time-series variation of the area distribution on the sphere and the standard deviation of the Voronoi area on each MPG axis were obtained for the reordered and the original. We compared the potential energy ratio (PER). PER is the ratio of the potential energy when applying n-axis by the reordered and the potential energy of MPG optimized by the n-axis electrostatic repulsion method. Assuming that the scan was interrupted in 32 axes and 48 axes of the examination, we calculated the fiber orientation distribution (FOD) and orientation distribution function (ODF) by the original and the reordered, respectively, and calculated the similarity of the reference data to the FOD and ODF. Similarity was calculated using Jensen-Shannon Divergence (JSD) and angular correlation coefficient (ACC), and the region of interest was only the segmented white matter with 3D-T1WI. Wilcoxon's signed-rank test was performed on the obtained results (p<0.05).

【Results】 The standard deviation of the Voronoi area was lower in the reordered than in the original in all application axes. The PER of the reordered was lower than that of the original in all the applied axes. The JSD for ODF were 0.0001063 for the original 32 axes, 0.00007044 for the reordered 32 axes, 0.00003688 for the original 48 axes, and 0.00002295 for the reordered 48 axes. The JSD for FOD were 0.0386 for the original 32 axes, 0.003514 for the reordered 32 axes, 0.02287 for the original 48 axes, and 0.001991 for the reordered 48 axes. The ACC for FOD were 0.95061 for the original 32 axes, 0.95632 for the reordered 32 axes, 0.974489 for the original 48 axes, and 0.978542 for the reordered 48 axes. The ACC for ODF were 0.9996 for the original MPG 32 axes, 0.99998 for the reordered 32 axes, 0.9999 for the original 48 axes, and 0.9999 for the reordered 48 axes.

【Conclusion】 The reordered MPG, which was rearranged based on the MPG direction of the original, could collect diffusion information more uniformly than the original MPG even if the examination was interrupted.

PS07-4 Fixel-Based Analysis of White Matter Degeneration in Patients with Progressive Supranuclear Palsy and Corticobasal Syndrome

Fixel-based analysisを用いた進行性核上性麻痺及び大脳皮質基底核症候群の大脳白質構造評価

内田 航¹, 鎌形 康司¹, アンディカ クリステリナ^{1,2}, 斎藤 勇哉¹, 高林 海斗¹, 萩原 彰文¹, 藤田 翔平^{1,3}, 明石 敏昭¹, 和田 昭彦¹, 堀 正明⁴, 青木 茂樹^{1,2}

Wataru Uchida¹, Koji Kamagata¹, Christina Andica^{1,2}, Yuya Saito¹, Kaito Takabayashi¹, Akifumi Hagiwara¹, Shohei Fujita^{1,3}, Toshiaki Akashi¹, Akihiko Wada¹, Masaaki Hori⁴, Shigeki Aoki^{1,2}

¹Department of Radiology, Juntendo University Graduate School of Medicine, ²Faculty of Health Data Science, Juntendo University,

³Department of Radiology, The University of Tokyo, ⁴Department of Radiology, Toho University Omori Medical Center

【要旨】 Our main finding is that fixel-based analysis (FBA) indicated disease-specific progression of fiber density loss and subsequent bundle atrophy in PSP and CBS consistent with the tau propagation which have pathologically suggested. FBA might provide the tau-related progressive changes in PSP and CBS.

【背景/目的】

進行性核上性麻痺 (PSP)、臨床的にしばしば大脳皮質基底核症候群 (CBS) を呈する大脳皮質基底核変性症は、どちらもタウ蛋白のプリオン様伝播と神経毒性に関連した神経変性を伴う4リピータウオパチーであるが、臨床的には病態が重複するため鑑別が困難な場合がある。タウ沈着の分布は臨床症状に関連すると考えられているため、タウ沈着に関連した白質変性パターンの理解は疾患分類や疾患進行のモニタリングに重要であると考えられているが、その機序は明らかとなっていない。本研究では神経のミクロ構造及びマクロ構造変化を定量的なFixel-based analysis (FBA)を用いてCBS及びPSPの白質構造を横断的かつ縦断的に評価し、両疾患に特徴的な白質構造変化を検討した。

【方法】

4 Repeat Tauopathy Neuroimaging Initiative (4RTNI)よりCBS17名、PSP20名のベースライン時および1年フォローアップ時の拡散MRI ($b = 2000 \text{ s/mm}^2$; 65軸)と臨床データを、Neuroimaging Initiative for Frontotemporal Lobar Degeneration (FTLDNI)より健康者 (HC) 20名を取得した。MRtrix3Tissueを用いて線維密度 (FD)、線維断面積 ($\log\text{-FC}$)と両者の積 (FDC)を算出し、CBS、PSP、HCベースライン群間比較を行った。FBA指標の診断能評価のため、ベースラインで疾患群間に有意差の見た上小脳脚をターゲットとしleave-one-out cross-validationを実施した。また、放射線科医2名 (K.K., C.A.)により古典的なMRI所見 (ハミングバードサイン、一側優位性前頭頭頂萎縮)の診断能も評価した。疾患群においてはベースラインから1年後変化を縦断的FBAにより評価した。全ての有意水準はFWE-corrected $P = 0.05$ とした。TractSegを用いて各白質線維路に対応するfixel上のFBA定値1年後変化量を算出し、各臨床指標変化量とのSpearmanの順位相関係数を算出した。有意相関が見られた指標はベースライン時FBA指標の1年後予測精度を評価するため線形回帰分析を実施した (FDR-corrected $P = 0.05$)。

【結果・考察】

横断的・縦断的FBA

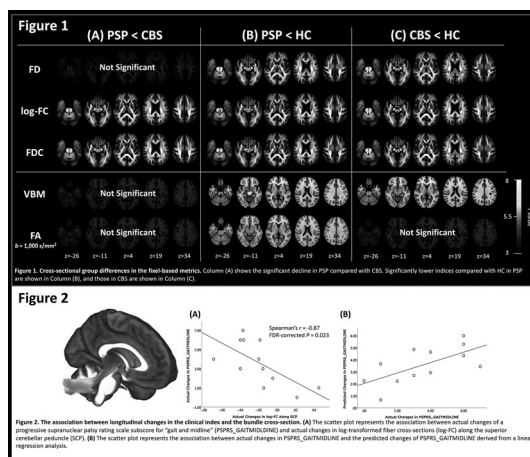
PSPでは、上小脳脚、中脳に加え、運動野、前頭葉下白質で、HCと比較してFBA定値の有意な低値、CBSでは大脳白質に比較的広範に有意な低値領域が観察され、 $\log\text{-FC}$ の有意領域は運動野及び前頭葉、後頭葉下白質に限局した。疾患間比較では、上小脳脚を含む中脳領域に限局して $\log\text{-FC}$ 及びFDCがPSPで有意に低値を示し、古典的MRI所見と比較して高い診断能を示した ($\log\text{-FC}$, 特異度82%, 感度75%; FDC, 特異度88%, 感度80%)。縦断的には、PSPでは大脳白質FDの有意な低下と運動皮質・前頭葉皮質下白質の $\log\text{-FC}$ 有意低下が見られたのに対し、CBSでは運動野・前頭葉下白質における $\log\text{-FC}$ 低下が主であった。FD及び $\log\text{-FC}$ 低下は、それぞれ早期に生じる軸索変性や脱髄に伴う微細な線維密度変化とその後の線維脱層に伴う巨視的な線維径変化に対応すると考えられた。本研究結果は病理組織学的研究で提案された各疾患に特徴的なタウ伝播パターンに対応する経時的な白質構造変化を捉えた可能性がある。

相関解析/線形回帰分析

相関解析では両疾患に特徴的な運動・認知機能指標の変化量とFBA指標変化量との間に有意相関が見られた。特に、PSPでは上小脳脚における $\log\text{-FC}$ とPSP-Rating Scaleの歩行・体幹症状スコア間において有意相関が見られ、回帰分析では1年後歩行・体幹症状を有意に予測した ($B = 14.47$, $P = 0.005$, $CI = 7.10\text{-}22.92$)。上小脳脚におけるタウ脆弱性と神経変性はPSP病態の顕著な特徴であり、PSPに特徴的な歩行障害の基盤となる巨視的な線維径変化を捉え、歩行障害の予後予測マーカーとしての有用性を示唆するものである。

【結論】

FBAを用いたCBS、PSPのタウ病理に対応する経時的な白質構造変化を示し、モニタリングマーカーとしての有用性が示唆された。また、両疾患の診断マーカー及び予後予測マーカーとしても有用かもしれない。



PS07-5 Repeatability and reproducibility of diffusional variance decomposition (DIVIDE) imaging

Diffusional variance decomposition (DIVIDE) イメージングの再現性の検討

戌亥 章平¹, 上山 毅², 鈴木 雄一², 雨宮 史織¹, 若山 哲也³, 佐藤 良², 阿部 修¹

Shohei Inui¹, Tsuyoshi Ueyama², Yuichi Suzuki², Shiori Amemiya¹, Tetsuya Wakayama³, Ryo Sato², Osamu Abe¹

¹Department of Radiology, The University of Tokyo, ²Department of Radiology, The University of Tokyo Hospital, ³GE HealthCare

【要旨】 Recently developed MDE technique, diffusional variance decomposition (DIVIDE), may be reliably used for measuring diffusion metrics and has a potential to provide more detailed insights into tissue microstructure in complex tissues, such as crossing or kissing fiber configurations in the brain.

【Background】 Conventional diffusion MRI employs diffusion encoding along three orthogonal directions in 3D space using a set of motion probing gradients. Multidimensional diffusion encoding (MDE) extends this concept by encoding diffusion by using non-orthogonal gradient directions or additional gradient directions beyond the three spatial dimensions. Recently developed MDE technique, diffusional variance decomposition (DIVIDE), may provide more detailed insights into tissue microstructure by capturing diffusion anisotropy and heterogeneity in a more comprehensive manner in complex tissue environments, such as crossing or kissing fiber configurations in the brain. This study aimed to evaluate the feasibility of the DIVIDE imaging for human brain.

【Method】 Ten healthy subjects were included in this study. Whole-brain diffusion-weighted imaging was performed using multidimensional diffusion encoding (MDE) twice with an interval of more than 1 week using a 3T scanner. The DIVIDE sequence is a modification of the spin-echo 2D echo-planar imaging (EPI). Imaging parameters were as follows: TR/TE = 5200/96.6 ms, FA = 90°, 60 slices without gaps, FOV = 256 × 256 mm², spatial resolution = 2 × 2 × 2.5 mm³, bandwidth = 3906 Hz/pixel, parallel imaging factor = 2 (anterior-posterior). MDE encoding was performed with 29 linear and 26 spherical b-tensors in an interleaved fashion using optimized gradient waveforms for b = 100, 1000, 2000 s/mm² and 4, 10, 15 directions, respectively, for linear encodings and 6, 10, 10 directions, respectively, for spherical encodings, giving a total scan time about 5 min. Automated extraction of 20 major regions of interest (ROI) based on JHU DTI-based white-matter atlas was performed to obtain DIVIDE metrics including fractional anisotropy (FA), mean diffusivity (MD), axial diffusivity (AD), radial diffusivity (RD), anisotropic mean kurtosis (MK_A), isotropic mean kurtosis (MK_I), total mean kurtosis (MK_T), and microscopic fractional anisotropy (μFA). The coefficient of variation (CV) and interclass correlation coefficient (ICC) were calculated to assess the intra-subject (scan-rescan) and inter-subject reproducibilities of the regional DIVIDE metrics.

【Result】 The intra-subject CV less than 5% in 20/20 ROIs for FA, 20/20 for MD, 20/20 for AD, 19/20 for RD, 18/20 for MK_A, 13/20 for MK_I, 19/20 for MK_T, 20/20 for μFA. The intra-subject CV was lower than that of inter-subject CV in all the metrics of all the regions. The ICC showed almost perfect agreements for all of the regional values of FA, MD, AD, RD, MK_A, MK_T, μFA. The ICC showed substantial to almost perfect agreement in 17/10 ROIs for MK_I.

【Conclusion】 Scan-rescan repeatability was acceptable in all the metrics. DIVIDE may be reliably used for measuring diffusion metrics.

PS07-6 Evaluation of changes in structural connectivity in motor execution networks of post-stroke hemiplegic patients before and after motor rehabilitation

脳卒中片麻痺患者の運動リハビリテーション前後における運動実行ネットワークにおける構造的結合性の変化

牧野 達哉¹, 木村 郁夫^{2,3}, 吉田 聖奈¹, 井関理南子¹, 妹尾 淳史¹

Tatsuya Makino¹, Ikuo Kimura^{2,3}, Seina Yoshida¹, Rinako Iseki¹, Atsushi Senoo¹

¹Department of Radiological Sciences, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, Tokyo, Japan,

²The Jikei University School of Medicine, ³Izumi Memorial Hospital

【要旨】 We quantitatively evaluated brain network changes in stroke hemiplegia patients before and after NEURO treatment. The results showed that structural connectivity increased in brain regions related to the motor execution network

【目的・背景】

大脳において、大脳半球の片側の脳神経活動が活性化すると反対側での脳神経活動を抑制する仕組みを半球間抑制という。この半球間抑制に基づくと、健側の大脳半球に抑制性の磁気刺激を適用し活動を抑えることで、患側大脳半球の活動が亢進するという仮説が考えられる。この仮説から脳卒中後の上肢麻痺に対する新たな治療法として、低頻度反復経頭蓋磁気刺激(repetitive Transcranial Magnetic Stimulation:rTMS)と集中的リハビリテーションを併用したNovel Intervention Using Repetitive TMS and intensive One-to-one training(NEURO)が開発された。NEUROは、脳卒中後遺症の上肢麻痺に焦点を当て、上肢機能の改善を図ることが目的である。集中的リハビリテーションを行う前にrTMSを実施することで、リハビリテーションの治療効果が高まることが明らかになっている。左上肢麻痺患者を対象とした先行研究では、運動実行ネットワークに関連する20の脳領域において、脳の神経繊維構造が変化することが報告されている。本研究は、検査対象を84領域に増やし、右上肢麻痺を患う患者も対象にコネクトーム解析を用いて脳の構造的結合性を明らかにすることを目的とする。

【方法】

NEUROの適応基準を満たし、治療前後でMRI検査を実施した上肢片麻痺を患う脳卒中患者のうち、初めてNEUROを受けた患者14名を被験者として採用した。治療後の撮像は、1回目の撮像から少なくとも1ヶ月以上の期間を設けた。治療前後の撮像で取得したT1WIとDTI(Diffusion tensor image)を用いて拡散テンソル解析、コネクトーム解析をした。脳内ネットワーク評価の指標には、Betweenness Centrality、Degree Centrality、Nodal Efficiency、Small Worldを用いた。統計解析は、IBM SPSS statistics 24を使用し、Wilcoxonの符号順位検定を適用した。統計解析結果において、p値が0.05未満であった領域を統計的に有意とした。脳の構造的結合性の変化を患側と健側に分けて評価した。

【結果】

Betweenness Centralityは、患側の淡蒼球で有意に増加し、患側の中前頭回、健側の楔部、横側頭回で有意に減少した。Degree Centralityは、患側の吻側帯状回、島皮質、健側の中側頭回と後帯状頭回で有意に増加し、患側の淡蒼球で有意に減少した。Nodal Efficiencyは、健側の楔部と横側頭回、患側の淡蒼球で有意に増加した。また、Small Worldは有意な変化がみられなかった。

【考察および結論】

先行研究で用いた20の脳領域に含まれない島皮質や吻側帯状回が患側で有意に増加した。島皮質は、手の運動に関連した活動に関係しているという報告があり、帯状回に関しては、運動野の一部であることから有意に増加したと考えられる。運動野である淡蒼球も二つの指標で増加したことからNEUROによって構造的結合性が高まったと考えられる。したがって、NEURO介入により運動実行ネットワークに含まれる領域のみではなく、運動に関わる他の領域でも脳神経の構造的接続性が高まることが明らかになった。

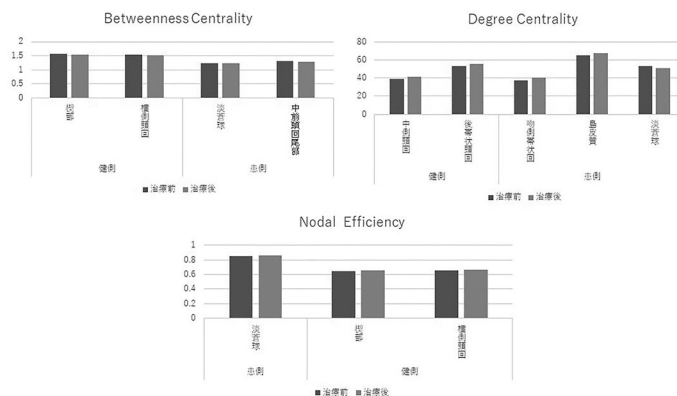


図1 脳内ネットワークの定量的評価の値の変化

PS08-1 Evaluation of Deep-learning-based highly accelerated 3D Susceptibility-weighted Angiography Deep Learningを用いた高速3D Susceptibility Weighted Angiographyの基礎的検討

大湯 和彦¹, 台丸谷卓真¹, 船戸 陽平¹, 野崎 敦², 若山 哲也², 成田 将崇¹, 掛田 伸吾³

Kazuhiko Oyu¹, Takuma Daimaruya¹, Yohei Funato¹, Atsushi Nozaki², Tetsuya Wakayama², Masataka Narita¹, Shingo Kakeda³

¹Department Radiological Technology, Hirosaki University Hospital, ²GE Healthcare Japan, ³Department of Radiology, Hirosaki University School of Medicine

【要旨】 We investigated Deep-learning-based highly accelerated 3D Susceptibility-weighted Angiography on a phantom, suggesting the possibility of highly accelerated high-resolution Susceptibility-weighted imaging.

【目的】 3D Susceptibility-weighted Angiography (以下SWAN) は、multi echo収集により高いSNRと磁化率を反映した高分解能3D 磁化率強調画像が取得できる撮像法である。比較的短時間撮像が可能となっているがさらに高分解能化を目指すも撮像時間の延長が懸念される。撮像時間短縮のためにはパラレルイメージングや圧縮センシングの使用が一般的であるが様々な制約がある。一方昨今画像再構成に深層学習が用いられ様々な有用性が報告されている。撮像の高速化を目的として開発されたDeep Learning Reconstruction (以下DLSpeed) はk空間をアンダーサンプリングして復元する過程において深層学習を利用する手法である。本研究では高速化を目的としたDLSpeed併用SWANの基礎的検討を行った。**【方法】** 使用機器はGE社製Premier 3T、コイルは48ch Brain Coilを使用した。ファントムはSPIO造影剤を3種類の濃度 (1.0, 2.0, 4.0 mmol/L) を作成し、ポリプロピレン製の円筒に封入した。それらをプラスチック容器に設置し、周囲を2%アガロースで充填した。シークエンスはSWAN (FOV = 20cm, Matrix = 300 × 300, slice thickness = 2mm)と2D T2*W GRE (FOV = 24cm, Matrix = 384 × 320, slice thickness = 5mm)を用いた。SWANの高速化としてDLSpeedのAcceleration factor (以下AF)を2~12まで変化させた撮像に加えて、比較のため高速化なしの撮像とASSET AF2の撮像を行った。得られた画像の解析にはImageJを用いた。各条件の画像からアーチファクトの評価指標(ASTM F2119)を用い、各試料の磁化率アーチファクトの定量値(以下V1)と、アガロース部分の微小な磁化率変化に対して同様の定量値(以下V2)を算出し比較した。併せてSPIO濃度1.0mmol/Lのプロファイルカーブを測定し形状を比較した。**【結果】** SWAN画像ではDLSpeedのAFが大きくなるほどV1, V2ともに徐々に低下しAF10以上では大きく上昇し、画像には全体的にアーチファクトが発生した。また微小な磁化率変化についてはAF6までは大きな変化は見られなかったが、それ以上では画像にボケが生じ徐々に識別できなくなった。プロファイルカーブもAF6まで大きな変化は見られなかったが、AF8,10ではエッジ部分がわずかに変化し12以上では形状自体が大きく変化した。**【結論】** DLSpeedのAF6程度とすることで高分解能磁化率強調画像の取得が可能であることが示唆された。

PS08-2 2D vs 3D-MDME: healthy volunteer study 2D vs 3D-MDME : 健常者による検討

池野 寛康¹, 酒井 晃二², 赤澤健太郎², 安池 政志², 森川 嘉彦¹, 棚田 康友¹, 田中謙太郎¹, 山村健太郎¹, 和田 裕也¹, 山田 惠²

Hiroyasu Ikeno¹, Koji Sakai², Kentaro Akazawa², Masashi Yasuike², Yoshihiko Morikawa¹, Yasutomo Tanada¹, Kentaro Tanaka¹, Kentaro Yamamura¹, Yuya Wada¹, Kei Yamada²

¹Department of Radiology, Kyoto Prefectural University of Medicine, ²Department of Radiology, Graduate School of Medical Science, Kyoto Prefectural University of Medicine

【要旨】 Differences in quantitative values calculated from 2D and 3D MDME and 3D-MDME's cyclic stability and CS optimal values of acceleration were examined. The quantitative values of 2D and 3D were significantly different. The repeated stability of 3D was high and the optimum CD acceleration was 2.7.

【目的/背景】

multi-delay multi-echo with turbo spin echo (MDME)はT1値, T2値, プロトン密度などの計算値を提供し、脳実質の信号を定量的に捉えることが可能にする。これまでは2次元撮像(2D)-MDMEのみであったが、三次元撮像(3D)-MDMEが開発された。2D-MDMEの定量値と最適compressed sensing (CS)の加速度については報告済みである。本報告では、4種類のCSにおいて2Dと3D-MDMEで得られた計算値とを比較した。また、期間をおいた2回の撮像より3D-MDMEの繰返し安定性を評価した。加えて、臨床的画質判断により、3D-MDMEの最適CSを決定した。

【方法】

対象は健常者6名(男性9名, 年齢: 27-54)。使用装置は3T MRI (Ingenia Elition X Philips社)で、32chヘッドコイルを用いた。撮影条件は、MDME, 2D(横断像/スライス厚: 5mm, matrix: 328 x 267), 3D(矢状断/スライス厚5mm, matrix: 200x 200)。CS factor: 2.2, 2.7, 3.7, 4.4により各対象に8通り撮像を行った。2D及び3D Neuro解析ソフトウェア (SyMRI社)により、白質, 灰白質, 全脳において、容量, T1値, T2値, R1, R2, プロトン密度の値を算出した。1回目の撮像より7-10日をおいて2回目の撮像を行い、再現性を検討した。3D-MDMEの診断用画像は経験豊富な2名の放射線専門医により、診断への適正度をCS加速度毎に5段階評価で判定した。各値の検定にはWilcoxon signed rankテストを用いた。

【結果】

代表的な臨床画像(Fig.1)と2D-, 3D-MDMEから算出された体積の比較をFig. 2に示した。体積以外にもT1値, T2値, R1, R2において、2Dと3Dの間に有意差が観察された($p < 0.05$)。繰返し安定性は2D, 3Dとも高く、測定間に有意差は認められなかった($p > 0.05$)。3DのCS加速度は2.2, 2.7が臨床に適切であると判定され、3.7, 4.4は不適切と判定された。

【結論】

2D-と3D-MDMEの定量値には有意差が観察された。3D-MDMEはCS 2.7までは臨床診断画像に適用可能である。3D-MDMEの繰返し安定性は高く、経過観察等への利用に適する。

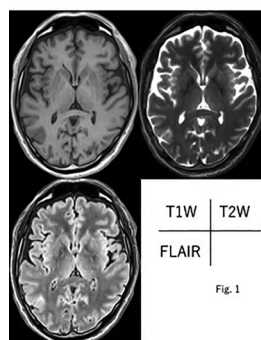


Fig. 1

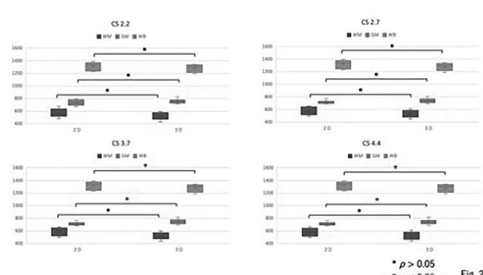


Fig. 2

PS08-3 Investigation of QSM values for phantoms in 1.5T MRI

1.5T MRIにおけるファントムのQSM値の検討

駒 萌乃¹, 高橋 哲彦¹, 丁嵐 亮¹, 天野 純¹, 林 則夫¹, 佐藤 有将²

Moeno Koma¹, Tetsuhiko Takahashi¹, Ryo Atarashi¹, Jun Amano¹, Norio Hayashi¹, Yusuke Sato²

¹School of Radiological Technology, Gunma Prefectural College of Health Sciences, ²Gunma University Hospital

【要旨】 Contrast phantoms are often used to check the properties of QSM. However, the QSM values of contrast media sometimes deviate from the theoretical values. In this study, QSM values were measured in 1.5 T MRI by changing the echo time TE of the imaging sequence and compared with theoretical values.

【背景と目的】 定量的磁化率マップ (Quantitative Susceptibility Mapping: QSM) は、脳の鉄沈着や出血、石灰化などを描出できる。ヒト脳ではQSMの撮像断面は Axial が推奨される。QSM は3T 以上で行われることが多く、1.5T QSM の報告は少ない[1]。QSM の基本特性の確認に造影剤ファントムを使う例が多い[2]。しかし実験条件によっては、造影剤のQSM値が理論値から乖離する場合があった。そこで本研究では、1.5 T QSM において、撮像シーケンスのエコー時間TEを変えてQSM値を測定し、理論値に近い実測値が得られるかを調査した。**【方法】** 実験に用いたファントムは直方体で内部に直径7 mmの円筒セルを有し、セル内に濃度の異なるGd 溶液7種 (0~2.5 mmol/L) が封入された。円筒セルの外部は水であった。ファントムは形状の異なる2種とし、一つは円筒セルの向きが横方向 (HF方向)、他方は円筒セルの向きが縦方向 (AP方向) とした。撮像は1.5 TのMRI装置 Ingenia (Philips社) で行った。RF受信コイルは頭部用マルチプルコイルであった。撮像シーケンスは3D GRE (gradient echo) のマルチエコーシーケンスで、撮像マトリクス数は284×216、エコー時間TEはTE1 = 3.6 ms, ΔTE = 6.4 ms, エコー数 = 6、繰り返し時間TR = 39 ms、撮像時間は5:06であった。撮像断面は、AxialもしくはCoronalとし、円筒セルを横断した。QSM作成アルゴリズムはLiLiby QSM (富士フィルムヘルスケア社製) を使った。マルチエコーのQSMはエコーごとに作成した。各Gd濃度のQSM値は、濃度ゼロのQSM値との差分とした。画像解析にはImageJを使った。QSMで円筒セルのほぼ中央を横断する1スライスを選び、セル内に円形の関心領域ROI (region of interest) を設定し、QSM値とQSMノイズ (標準偏差) を測定した。実測値と理論値の乖離が30%以内を理論値に近いとした。**【結果】** 縦方向ファントムでは、TEが16.5 msと23 msで造影剤濃度0~1.5 mmol/Lまで直線的に増加し、QSM値は理論値 (0 ppb~480 ppb) [3]と近くQSMノイズも小さかった。これより短いTEでは、2.5mmol/Lまで理論値 (800 ppb) と近かったがQSMノイズが多かった。これより長いTEでは、高濃度のセルでQSM値の増加が緩やかになり理論値との差が大きかった。また、セルの周辺にクロス状のアーチファクトが生じた。横方向ファントムでも、短いTEではQSM値は増加傾向にあり理論値と近かった。エコー時間TEが長めになるとセル内のQSM値が負になるアーチファクトが生じ、理論値との乖離が大きくなった。**【結論】** 1.5 T QSMは、エコー時間TEを適切に選ぶことで造影剤濃度0~2.5 mmol/Lの範囲で理論値0 ppb~800 ppbに近い値が得られるとわかった。**【文献】** [1] Takahashi T, et al: Assessment of 1.5T quantitative susceptibility mapping. The European congress of radiology 2023, March 2023, Vienna, Austria. [2] Kanazawa Y, et al.: Appropriate echo time selection for quantitative susceptibility mapping: Radiological Physics and Technology 12:185-193, 2019. [3] de Rochefort L, et al.: Quantitative MR susceptibility mapping using piecewise contrast regularized inversion of the magnetic field: Magn Reson Med 60: 1003-1009, 2008.

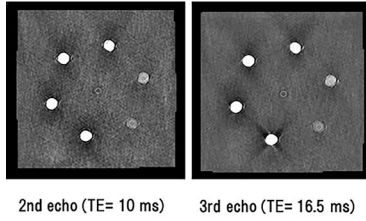


Fig.1 1.5 T QSM 撮像例
縦方向ファントム (Coronal断面)
Gd濃度は7種 (0, 0.25, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 mmol/L)

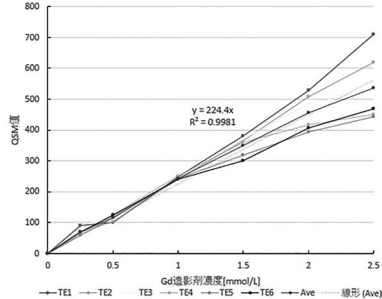


Fig.2 Gd造影剤濃度とQSM値
縦方向ファントム: Coronal撮像

PS08-4 The effect of ETL on Quantitative Values in 3D-QALAS

3D-QALASにおけるETLが定量値へ与える影響

関根 永久^{1,2}, 萩原 彰文², 竹井 直行³, 神尾 諭^{2,4}, 原 尚央⁵, 菅谷 友香⁵, 仲谷 元^{2,4}, 鎌形 康司², 白川 崇子¹, 青木 茂樹²

Towa Sekine^{1,2}, Akifumi Hagiwara², Naoyuki Takeji³, Satoru Kamio^{2,4}, Naohisa Hara⁵, Tomoka Sugaya⁵, Moto Nakaya^{2,4}, Koji Kamagata², Takako Shirakawa¹, Shigeki Aoki²

¹Department of Radiological Sciences, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ²Department of Radiology, Juntendo University School of Medicine, ³MR Applications and Workflow, GE Healthcare Japan, ⁴Department of Radiology, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo, ⁵Department of Radiological Technology, Faculty of Health Science, Juntendo University

【要旨】 We evaluated the effects of ETL on T1 and T2 values obtained with 3D-QALAS using an ISMRM/NIST phantom. If TR×ETL does not exceed 1s, extending the ETL will result in a 7% change, and if it exceeds, a 25% change. It is good to limit the ETL in order not to exceed expectations.

【目的/背景】 Synthetic MRIは一度の撮像で得た複数の元画像から、緩和時間や複数のコントラスト強調像を位置ずれなく取得することのできる撮像技術である。従来の2D撮像に加えて、近年3Dでの撮像(3D-QALAS, 3D-quantification using an interleaved Look-Locker acquisition sequence with T2 preparation pulse)が可能となり、高分解能で定量値を取得することが可能となった。3D-QALASでは、k-space(ky,kz)内の分割数を収集エコー数(echo train length; ETL)で変更することにより撮像時間の短縮が可能となる一方で、得られる定量値への影響が懸念される。本研究では3D-QALASのETLを変更したことによる定量値への影響について検討を行った。

【方法】 撮像にはISMRM/NISTファントム(T1値、T2値が既知のsphereを有する)を用いた。MRI室内の温度は20℃とし、ファントムをMRI装置の寝台に30分間静置させた後、3T MRI(Discovery 750w, GE Healthcare)でETLを変化(6種類: 100, 120, 140, 160, 180, 200)させて3D-QALASを撮像した。撮像データからSyMRIソフトウェア(version 21Q4)を用いてT1マップ、T2マップを作成した。それぞれのマップに対してITK-SNAP(version 3.8.0, US National Institutes of Health)を使用して球形の関心領域(Volume of interest; VOI)を各sphereに設定し、VOI毎の平均T1値、T2値を測定した。それぞれの条件で取得した値を、ETL=100のときの測定値を基準として単回帰分析を行い、線形性の評価を行うとともに、sphereごとに誤差率を求め、全てのsphereの誤差率を平均したものを各ETLの誤差率として比較をした。

【結果】 ETL = 120では誤差率は少なかった(T1値で7%、T2値で5%)。また、ETL 100と比べるとETL 120で撮像時間は短縮された(撮像時間 7分42秒 → 6分23秒)。ETL 140以上では撮像時間の短縮は見られなくなり、ETLを大きくするほど回帰直線の傾きが変化し、誤差率は大きくなる(T1値で16-25%、T2値で5-8%)という傾向が見られた。T1値、T2値はそれぞれ値が大きくなるほど誤差率も大きくなったが、T2値の方がその影響は少なかった。

【考察】 3D-QALASは元々心臓用に開発されたシーケンスであり、60回/分の心拍数としてTR×ETL(+ wait time)が1s以内に収まることを想定して組まれている(図)。ETL=120ではTR×ETL(+ wait time)が1sを越えてしまい、k-space充填の分割数が大きくなってしまい、T1値によってはT1回復が不十分になってしまうと考えられた。また、ETL増加による撮像時間短縮のメリットが得られなくなった。T1値が小さいときはT1回復が早いのでETL増加の影響は少ないと思われる一方、T1値が大きいほどT1回復が不十分な状態で信号を取得することになり、ETL増加の影響が大きくなったと考えられる。T2値は撮像時に取得されるT2 preparation pulse前後の2種類の元画像(図のAcquisition 5と1)によりSyMRIで測定されるが、T1値と同様、ETLを大きくすることにより元画像でT1回復が不十分な状態になってしまうと考えられる。T2値はT1値と比較してETLが大きい際の測定値の誤差が小さくなったが、T1回復が十分行われた後にT2 prep pulse前後の信号を取得するため、T1回復の影響が小さくなったためと考えられた。

【結論】 TR×ETL(+ wait time)が1sを越える範囲でETLを増加させると3D-QALASで得られる定量値の変化が大きくなるため、TR×ETL(+ wait time)が1sを越えない範囲にETLを制限するのがよい。

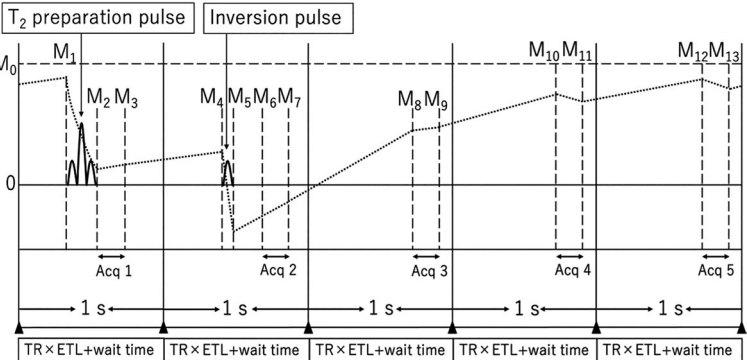


図 3D-QALASのパルスシーケンス図, Acq = acquisition

PS Day 2

PS08-5 Improvement of Spatial Resolution of Susceptibility Map in Quantitative Parameter Mapping

Quantitative Parameter Mappingにおける磁化率マップの空間分解能向上

谷口 陽¹, 伊藤 公輔², 尾藤 良孝², 金澤 裕樹³, 松元 友暉³, 原田 雅史³

Yo Taniguchi¹, Kosuke Ito², Yoshitaka Bito², Yuki Kanazawa³, Yuki Matsumoto³, Masafumi Harada³

¹Medical Systems Research & Development Center, FUJIFILM Corporation, ²Medical System Research & Development Center, FUJIFILM Healthcare Corporation, ³Graduate School of Biomedical Sciences, Tokushima University

【要旨】 QPM acquires T1, T2*, PD, susceptibility, and B1 maps in 3D. The spatial resolution of the source images for susceptibility estimation was increased to obtain a map similar to the conventional QSM. The increase in scanning time was slight. The spatial resolution of other maps was also improved.

【はじめに】 Quantitative parameter mapping (QPM)は全脳の定量値マップ(磁化率マップとT1、T2*、PD、B1の各マップ)を1 mm程度の等方ボクセルにて10分前後で取得できる[1]。また、定量値からミエリン画像を合成することも可能である[2]。パルスシーケンスはマルチエコーのpartially RF-spoiled gradient echoを用い、撮像条件(QPM条件)の異なる複数の元画像を撮像する。磁化率マップはこの元画像の一つから通常のquantitative susceptibility mapping (QSM)処理を用いて推定する。通常の頭部QSMのボクセルサイズは1 mmより小さく設定される。しかし、QPMの磁化率マップは撮像時間の制約から1 mm程度であり、空間分解能が不足していた。

本発表では、撮像時間の延長を最小限にして磁化率マップの空間分解能を向上させる方法について述べる。すなわち、磁化率マップ算出に用いる元画像だけ空間分解能を高くした場合のQPMを検討する。

【方法】 QPM条件(FA [度], RF phase increment [度], TR [ms])は、4つの組織(白質、灰白質、脂肪、脳脊髄液)の緩和時間を対象として誤差伝播の法則で最適化した6つの条件: (40, 173, 30)、(10, 160, 30)、(40, 160, 20)、(40, 162, 20)、(40, 172, 20)、(40, 162, 10)とした。マルチエコー数はTR 30, 20, 10のそれぞれで5, 3, 1であり、全部で20個の元画像を取得する。

6つのQPM条件のうちSNRとマルチエコー数が大きい1番目の条件(条件1)だけ計測マトリクスサイズを大きくして通常のQSMと同様とし、そのマルチエコー画像(5エコー)を磁化率マップ算出に用いた。条件1の計測マトリクスサイズ(AP×RL×HF)は344×300×128、それ以外は256×200×128とした。その他の撮像条件は共通で、視野240 (AP)×192 (RL)×180 (HF) mm、再構成マトリクスサイズ512×512×180、パラレル撮像2.2 (RL)×1.5 (HF)倍などである。また、6条件の全撮像時間は11:19である。

3 T装置で頭部を撮像し、条件1の計測マトリクスサイズを条件1以外と同じく小さくした場合に対して磁化率マップとT1、T2*マップ、ミエリン画像の画質をそれぞれ比較した。

なお、本研究のデータは富士フイルムヘルスケア株式会社で定める倫理審査基準に則り審査、承認された。

【結果と考察】 磁化率算出用の元画像の計測マトリクスサイズを通常のQSMと同様に大きく設定したため、磁化率マップの空間分解能が向上した。また、T1、T2*マップとミエリン画像の空間分解能の向上も確認できた。磁化率マップ以外の定量値マップの空間分解能向上は、QPMの元画像20個のうち5個の空間分解能が高くなったことによる。一方、空間分解能向上による撮像時間の延長は51秒(8%)延長にとどまった。

【結論】 QPMの元画像の一部の計測マトリクスサイズを大きくすることにより従来QSMと同様の磁化率マップが得られた。また、T1、T2*マップとミエリン画像の空間分解能が向上した。

[1] Taniguchi Y, et al., MRMS 2022, 10.2463/mrms.mp.2021-0045.

[2] Kanazawa Y, et al., EJMR 2022; 156:110525, 10.1016/j.ejrad.2022.110525.

PS08-6 A Proposal of Simultaneous Estimation Method of Multiple Quantitative Parameters using MR Simulation Technique

磁気共鳴シミュレーションを用いた生体組織固有パラメータの複数同時推定法の検討

國領 大介¹, 作田 隼樹¹, 佐藤 千佳^{2,3}, 新田 展大³, 板橋 貴史⁴, 齋藤 茂芳⁵, 八幡 憲明^{2,3}, 小畠 隆行³, 貝原 俊也¹, 熊本 悦子^{1,6}

Daisuke Kokuryo¹, Junki Sakuta¹, Chika Sato^{2,3}, Nobuhiro Nitta³, Takashi Itahashi⁴, Shigeyoshi Saito⁵, Noriaki Yahata^{2,3}, Takayuki Obata³, Toshiya Kaihara¹, Etsuko Kumamoto^{1,6}

¹Graduate School of System Informatics, Kobe University, ²Quantum Life Informatics Team, Institute for Quantum Life Science, National Institutes for Quantum Science and Technology, ³Department of Molecular Imaging and Theranostics, Institute for Quantum Medical Science, National Institutes for Quantum Science and Technology, ⁴Medical Institute of Developmental Disabilities Research, Showa University, ⁵Division of Health Sciences, Graduate School of Medicine, Osaka University, ⁶Information infrastructure and Digital Transformation Initiatives Headquarter, Kobe University

【要旨】 An estimation method of MR quantitative parameters such as T₁ and T₂ values simultaneously was proposed using MR simulation technique. The performance of the proposed method was evaluated by computational experiments using digital phantoms.

【背景・目的】 近年、精神・神経疾患の解明に向け、様々な施設・装置において撮像された脳機能MR画像を収集した大規模データプラットフォームの構築が国内外で進められている。収集されたMR画像に生じる施設・装置間差の補正・標準化に向けては、旅行被験者データによるハーモナイゼーション法が開発されているものの、個人間の定量的評価は困難である。我々のグループでは、定量的評価の実現を目指し、磁気共鳴シミュレーション技術とMR形態画像を組み合わせ、T₁値など生体組織固有のパラメータを推定するための手法を提案してきた。本発表では、複数の生体組織固有パラメータを同時推定するための手法を提案する。**【方法】** 磁気共鳴シミュレーションを行うシミュレータにはBlochSolver (MR simulations Inc.)を用いた。生体組織固有パラメータの推定には、まず対象のMR形態画像に設定した関心領域内の各画素に対し、推定する生体組織固有パラメータであるT₁値、T₂値、およびPD値を入力として与える。これらの入力に対し、対象のMR形態画像の取得に用いたTR、TEを撮像パラメータとして設定した磁気共鳴シミュレーションを行い、MRシミュレーション画像を取得する。生体組織固有パラメータの値を変更し取得した複数のMRシミュレーション画像と対象のMR形態画像の信号値を比較し、その差が最小となる生体組織固有パラメータを探索することで各画素の生体組織固有パラメータを推定する。同時に複数の生体組織固有パラメータを推定するために、撮像パラメータであるTR、TEを変更して取得した複数のMR形態画像に対し、同じTR、TEを用いて取得したMRシミュレーション画像の信号値を比較し、複数の画像の信号値の差が最小となる生体組織固有パラメータを推定する。なお、推定に使用する画像枚数は求める生体組織固有パラメータの数と同数もしくはそれ以上とする。提案手法の推定精度を評価するために、本発表ではMRシミュレータ上に作成したデジタルファントムを用いた評価実験を実施した。今回同時に推定する生体組織固有パラメータはT₁値ならびにT₂値とし、PD値に関しては既知とした。MRシミュレータで用いた撮像法はスピンエコー法、撮像に用いたTR、TEは (TR [ms], TE [ms]) = (5000, 12), (5000, 120), (5000, 150), (500, 12), (2000, 2)とし、取得した画像のうち、数枚を用いて提案手法を適用した。**【結果】** シミュレータ上に異なる生体組織固有パラメータを与えて作成した5種類のデジタルファントムに対し、提案手法を適用し、T₁値ならびにT₂値を同時に推定したところ、T₂値に関してはT₂値のみを推定した場合と同程度の精度で推定することができたのに対し、T₁値に関してはT₁値のみを推定した場合に比べ2~4%程度推定誤差が大きくなる場合があった。誤差が大きくなった原因としては、デジタルファントムに設定した生体組織固有パラメータの推定に対し、用いた撮像パラメータの組合せが適していなかったことが考えられる。**【結論】** MRシミュレーション技術を用い、複数の生体組織固有パラメータの同時推定手法を提案し、デジタルファントムを用いた推定精度の評価を行った。今後、適切な撮像パラメータを用いた検討を行うとともに、実機を用いて取得したMR画像を用いた検討を実施する。

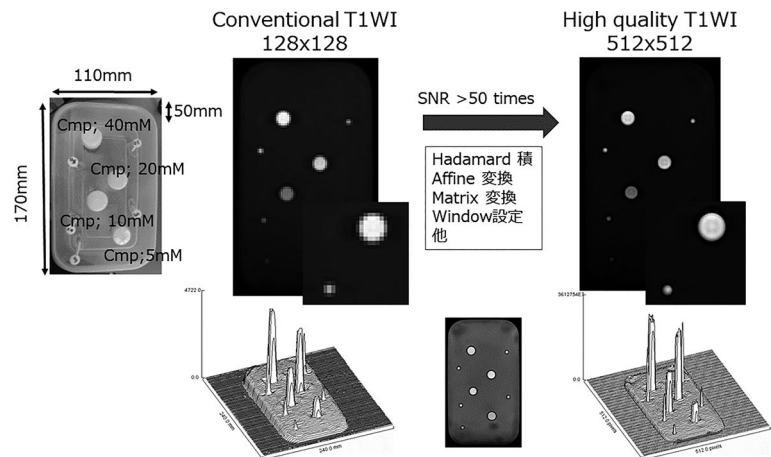
PS08-7 Superhigh-quality MR Imaging using Hadamard Product アダマール積を活用したMRI画像の超高画質化

内海 英雄^{1,2}
Hideo Utsumi^{1,2}

¹School of Pharmaceutical Sciences, University of Shizuoka, ²ReMI Corporation

【要旨】 To improve the sensitivity and resolution, we invented theoretically the algorithm for functional mapping by utilizing Hadamard product and succeeded in super high-quality mapping using the DICOM data obtained with MRI. The novel algorithm might provide a new tool in clinical imaging diagnosis.

【目的】 最近、DNP-MRIを始め様々な分子イメージングMRIや代謝MRIが報告されているが、これらのMRI画像は感度や分解能が低いことが問題となっている。我々もオーバーハウザー-DNPを利用した臨床用磁場変換電子スピン画像化装置を開発 (Utsumi et al. Anal Chem 2021) したが、感度不測により臨床応用を断念した。本研究ではアダマール積を用いたMRI画像の超高画質技術を提案する。**【方法】** FC-DNP-MRIでの磁化変化を理論的に解析し、模擬ファントムでシミュレーション画像解析を行い、アダマール積を用いた高画質化アルゴリズムを開発した。この開発結果を基に基礎画像と作動画像の概念に基づいたソフトウェアを作成し、模擬ファントムおよび3T-MRIの実画像での高画質化 (高感度・高分解能) を検討した。更に、低マトリクス数の低分解画像の高先鋭化を試みた。**【結果】** ノイズを含む2次元数値ファントムを作成し高画質PD画像と低画質T1強調画像、低画質電子スピン画像をシミュレーション取得し、本アルゴリズムを用いて高画質化を行った結果、SNRが50倍以上となるT1強調画像と電子スピン画像が得られた。そこで、図1に示すファントムを用いて3T-MRIで低画質T1強調画像 (128×128) を撮像した後に高画質PD画像 (512×512) を取得し、これらの画像に高画質化ソフトウェアを適用した結果、SNRが50倍以上の高画質T1強調画像 (512×512) が得られた。更に、本アルゴリズムをFC-DNP-MRIを用いた既報画像データ (Utsumi et al. Anal Chem 2021) に適用した結果、SNRが100倍以上の濃度依存性高画質電子スピン画像が得られた。**【結論】** 開発した高画質化ソフトウェアはMRI以外のあらゆる画像分析に有効であることから、画像診断に新たな展開を齎すことが期待される。



PS09-1 Development of brain image analysis tools for various mammalian species to build brain science research

脳科学研究の発展に向けた各種哺乳類の脳画像解析ツールの開発

岡崎 美結¹, 畑 純一^{1,2}, 牟田佳那子², 黒川 華怜², 大城日菜子², 山本 貴恵³, 長久保 大³, 西村 亮平⁴

Miyu Okazaki¹, Junichi Hata^{1,2}, Kanako Muta², Karen Kurokawa², Hinako Oshiro², Kie Yamamoto³, Dai Nagakubo³, Ryohei Nishimura⁴

¹Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ²Graduate school of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ³Veterinary Medical Center, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, ⁴Laboratory of Veterinary Surgery, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

【要旨】 In brain imaging analysis, a reference brain is important as a basis for comparison. We have created MRI data of Japanese people in their 20s and average brains of various mammals. These data lead to the basis for brain imaging analysis.

【目的/背景】

脳科学研究において、脳画像解析を行う際に脳の形状や大きさの個人差を取り除き、脳画像定量値や脳形態を統計的に評価するために標準脳が使用される。ヒトの標準脳の代表であるMNI152は、主に神経変性疾患の画像研究において使用されており、パーキンソン病、脳卒中の病変の分布など多様な疾患に関する研究に用いられている。加えて、脳発達やサイズ測定や民族別の比較に用いられていることから、医療のみならず脳科学の発展においても重要な存在であると言える (Mazziotta et al, 1995, Neuroimage)。また、ヒト研究のみならず実験動物を対象とした基礎研究においても標準脳は大きく貢献している。例えば、マウス (Allen Mouse Brain) は、老化による神経変性や遺伝子発現に関する研究など、脳構造の解析に用いられている (Ali A.A., 2005, Neuroimage)。しかし、ヒトの標準脳は多く幅広く活用されている一方で、動物研究において用いられるネコやサルなどの多様な哺乳類の標準脳は僅少である。脳科学研究のさらなる進歩のためには、これらの例の少ない標準脳のデータを充実させていくことが必要であると考え、標準脳の作成を試みたことを報告する。

【方法】

研究対象は20代のヒト (n=13)、ネコ (n=5)、マウス (n=15)、コモンマーモセット (以下マーモセット, n=216) とし、それぞれ東京都立大学、東京大学、慈恵医科大学、及び理化学研究所でMRI撮像が行われたデータを二次利用として用いた。各種動物種において用いられた撮像装置と条件は以下であった。ヒト: 3T MRI装置 (GE社 SIGNA Premier)、CUBE法 (TR;3302 ms, TE;157.897ms, ETL;130 ms)、MPRAGE (TR;2587.7ms, TE;3.268ms, TI;930ms)。ネコ: 3T MRI装置 (Canon Galan3T)、FFE3D (TR;6.4 ms, TE;2.8 ms, TI;900 ms)、T2WI (TR;13134 ms, TE;80 ms)。マウス: 9.4T MRI装置 (Bruker社)、RARE法 (TR;1300ms, TE;7.77ms)。マーモセット: 9.4T MRI装置 (Bruker社)、MPRAGE法 (TR;6000ms, TE;2 ms)、RARE法 (TR;4000 ms, TE;22 ms)。得られたデータから、セグメンテーションツールキットのAdvanced Normalization Tools (ANTs) (Avants B.B., Neuroimage, 2011) に含まれている antsMultivariateTemplateConstruction2 スクリプトを用い、標準脳とする前に座標を定義しない平均脳を作成した。スクリプトは基本的にデフォルトの条件を使用し、Iteration;2, Gradient step size;0.2, 使用CPU数;28, transformation model; SyNに変更した。平均脳の作成に加えて、サンプル数の多いマーモセットのデータを用いて、平均脳を作成する際の個体数の違いによる差異や誤差を評価した。作成に使用する個体数を n = 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 と変化させて無作為に抽出し、上記同様条件にて平均脳を作成し評価した。

【結果】

ヒトでは、脳実質形状の複雑さの影響が本研究で得られたデータ数では灰白質と白質の境界を明瞭に区別することはできなかった。ネコでは、外側部の個体差が大きかったため脳辺縁部の境界は不明瞭になってしまったが、灰白質の脳溝や白質の形状は個体数が少ない割に明瞭であった。マーモセットでは十分なデータ数が確保できていたことから、脳構造を明瞭に区分可能な平均脳を作成できた。個体数を変えて作成した平均脳を比較したところ、個体数の増加に伴い脳実質の境界やコントラストが明瞭な平均脳の作成ができ、16個体より多い個体数の間で大きな変化は見られなかった。

【結論】

平均脳の作成に使用できた個体数は異なるものの、各動物種で平均脳を得ることができた。本研究で使用したデータ量が不十分な動物種もあったが、今後個体数増やしていく一つの指標となる可能性が高い。脳構造の確率的表現や標準脳アトラスの開発は、多様な種間比較を行う上で有益なデータベースとなり、脳画像解析の基盤へとつながるだろう。

PS09-2 The Similarity of Human and Macaque Brains

ヒトとマカクサルにおける脳の類似性について

大内 和哉¹, 吉丸 大輔^{2,3}, 菅生 康子², 釣木澤朋和^{1,2}

Kazuya Ouchi¹, Daisuke Yoshimaru^{2,3}, Yasuko Sugase², Tomokazu Tsurugizawa^{1,2}

¹Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba, ²National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, ³The Jikei University Schol of Medicine

近年、ヒトやサルにおける脳の全神経配線図を調査するコネクトーム解析の研究が進められているが、全容の解明にはいまだ至っていない。コネクトームの推定には脳の離れた領域間において同期的に活動する機能的結合性と脳白質線維の連絡路としての構造的な結合性を理解する必要がある。Magnetic resonance imaging (MRI) は非侵襲的に全脳解析を行うことが可能であり、functional MRI (fMRI) では認知課題や情動における機能的結合性を計測することができる。またdiffusion tensor image (DTI) を用いることで構造的結合性を解析することが可能である。一方でこれらの結合性をより詳細に調査するためには、動物モデルを用いた包括的な研究が必要である。特にヒトと脳の構造が近いサルなどの霊長類との比較は重要なテーマの一つである。しかしながら、ヒトとサルのコネクトームの類似性について検討しているものは少ない。本研究ではマカクサルとヒトの脳における機能的結合性と構造的結合性について比較を行い、コネクトームの類似性について検討することを目的とした。3T臨床MRIとマカクサル用に開発されたRFコイルを用いて、fMRIによる脳の機能的結合性とDTIによる構造的結合性を計測した。ヒトにおいては従来のRFコイル(32チャンネル)を用いて、脳の機能的結合性と構造的結合性を計測した。機能的結合性は個体ごとに各領域間の活動における時間的相関を計算し行列を作成した。各個体の機能的結合性行列をベクトルに平坦化し、個体間のベクトルにおける相関を見ることで類似性の解析を行った。構造的結合性については、全脳に対する抽出された線維の割合を個体ごとに算出し、その類似性について個体間で比較した。また同様に機能的結合性、構造的結合性の両方をヒトとサルで比較した。結果として、構造的結合性は高い相関を示したが、機能的結合性は低い相関となった。種族内比較、種族間比較のそれぞれの結果は、ともに同様の傾向を示した。本研究は、ヒトとヒト以外の霊長類の脳内ネットワークにおける類似性を、進化の観点から考察することができると考えらえる。

PS09-3 Investigating the Progression of ALS using High Field MRI in the SOD1^{G93A} mouse model

筋萎縮性側索硬化症モデルである G93A 変異 SOD1 遺伝子組み換えマウスの T2 map、VBA 解析

倉持 桃花^{1,2}, 小牧 裕司², 亀田 浩之³, 工藤 興亮³, 畑 純一¹

Momoka Kuramochi^{1,2}, Yuji Komaki², Hiroyuki Kameda³, Kosuke Kudo³, Junichi Hata¹

¹Department of Radiological Sciences, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ²Central Institute for Experimental Animals, Live Animal Imaging Center, ³Hokkaido University

【要旨】 This study evaluates early detection of ALS in mice using high field MRI. T2-weighted imaging can detect the hyperintense alterations in ALS model mice in the early stages of ALS, while VBA and ROI analysis provide a quantitative assessment of these abnormalities.

【Objective/Background】

Amyotrophic lateral sclerosis (ALS) is a progressive neurological disease that affects motor neurons, leading to the paralysis of muscles, including those required for breathing, and eventually causing death. The underlying cause is still not fully understood, and there is no definitive cure. Early detection of ALS and a more accurate understanding of disease progression are critical to treating patients. This can improve quality of life and prolong survival if the patient receives appropriate treatment. This can also potentially aid in the radical treatments with new drugs. MRI is a non-invasive imaging technique that can detect early changes in ALS, allowing for early intervention. The aim of this study is to evaluate the early detection and progression of ALS using high field MRI in mice.

【Methods】

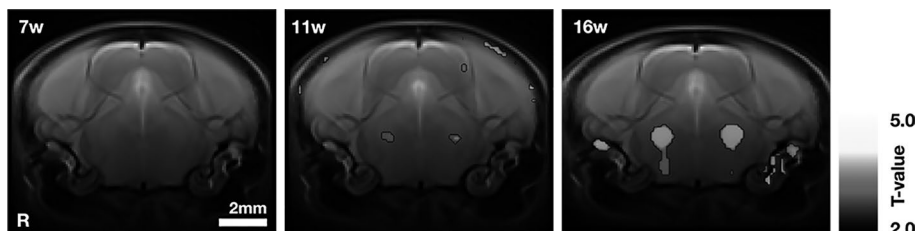
We used mice with a human mutant SOD1 gene, which is responsible for approximately 2% of all ALS cases, and normal mice as controls (wild type: wt). We performed MRI scans on both groups of mice at 7, 11, and 16 weeks of age (7w, 11w, 16w). T2WIs, T2 maps, voxel-based analysis (VBA), and ROI analysis were used to visually and quantitatively assess changes in the brains of the mice. T2WIs were acquired using a 7-T MRI scanner. VBA analysis was performed using SPM12 software. Average images for each age data were created for wt and ALS model, respectively, and voxel values were compared. For ROI analysis, three ROIs were created: trigeminal nerve, corticospinal tract and somatomotor areas (M1).

【Results】

The T2WIs showed hyperintensities in the area from the trigeminal nerve to the rubrospinal tract and facial nerve in the mutant mice. T2 maps demonstrated an increase in T2 values in the trigeminal nerve and facial nerve with increasing age. VBA analysis showed that signal intensity differed in the trigeminal nerve and rubrospinal tract with increasing age. In ROI analysis showed an increase in T2 values in the trigeminal nerve, M1 with increasing age. In the trigeminal nerve, T2 values were significantly higher in the ALS model mice than in the wild-type mice at 11w and 16w. In the corticospinal tract, T2 values were significantly higher in the wild-type mice than in the ALS model mice at 16w. These areas are known to be impaired by ALS, and T2map, the VBA analysis, the ROI analysis may have detected neurodegeneration. These increases in T2 values with aging indicate that they are more impaired as the disease progresses.

【Conclusion】

Our study demonstrated the potential of high field MRI for the early detection and progression of ALS in mice. Our results indicate that T2WIs, T2 maps, VBA, and ROI analysis can detect early changes in the trigeminal nerve before the onset of symptoms in ALS model mice. These changes may be related to the early stages of ALS and suggest that high field MRI has the potential to aid in the early diagnosis of ALS in humans. Early diagnosis can lead to early treatment. Further studies are needed to confirm our findings and to determine the clinical relevance of early detection and intervention for ALS patients.



PS09-4 Bloch simulation of susceptibility effects on the echo-planar images at 3T

Bloch simulatorを用いた高磁場EPI画像における磁化率効果のシミュレーション

巨瀬 勝美¹, 巨瀬 亮一¹, 久原 重英^{2,3}, 遠藤 佑太²

Katsumi Kose¹, Ryoichi Kose¹, Shigehide Kuhara^{2,3}, Yuta Endou²

¹MRIsimulations Inc., ²Department of Medical Radiological Technology, Faculty of Health Sciences, Kyorin University, ³Department of Medical Radiological Technology and Information Sciences, Faculty of Health Sciences, International University of Health and Welfare

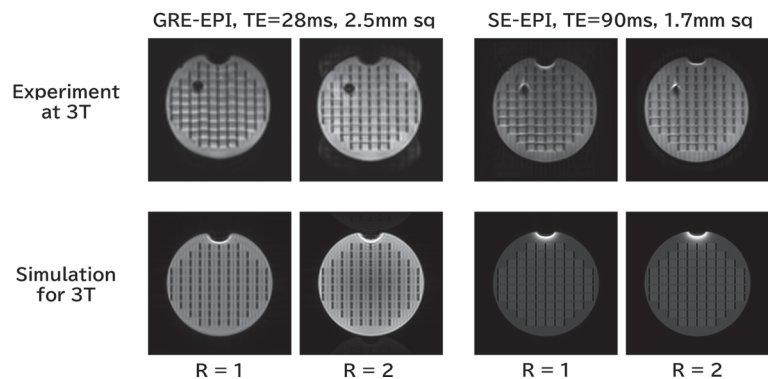
【要旨】 Parallel imaging is often used for EPI images at high fields because of the large influence of susceptibility effects. However, the relationship between imaging conditions and image distortion is not simple. To clarify this phenomenon, phantom experiments at 3T and Bloch simulations were performed.

【背景・目的】 高磁場におけるEPI画像には、磁化率効果の影響が大きいため、パラレルイメージング (PI) が使用されることが多い。ところが、撮像条件と画像歪みの関係は、必ずしも単純ではない。そこで、この現象を解明するために、3Tにおけるファントム実験とそれに対応するBloch simulationを行った。

【方法】 直径163mmのアクリル球容器内に、プラスチック製の三次元格子を設置し、球内部を塩化ニッケル水溶液で満たしたファントムを使用し、Canon製Vantage Titan 3Tを用いてEPI撮像を行った。シーケンスは、TE=28msのMS-GRE-EPIと、TE=90msのMS-SE-EPIである。PIの加速化係数Rとして、1~3まで0.5ステップで変化させた。Bloch simulationにはBlochSolverを用い、6チャンネルの受信コイルを用いてPIの信号を生成した。パルスシーケンスは、出力されたDICOM画像から推定して作成した。磁化率効果は、気泡の部分に正の磁気双極子が分布していると仮定して不均一磁場を計算した。

【結果】 図に、実験結果とシミュレーション結果の一部を示す。このように、GRE-EPIとSE-EPIの違い、およびR依存性の傾向が示されている。すなわち、(1)SE法ではGRE法に比べ、気泡と水の境界の画素値が高い、(2)Rが増加すると気泡の大きさはやや減少する。なお、シミュレーションは実施していないが、実験では、GRE法とSE法では、左上の気泡の描出が異なっている。

【考察・結論】 気泡と水の境界で画素強度が強調されるのは、不均一磁場による非線形な磁場勾配により特定画素に信号が圧縮されるからである。ところが、GRE法では、核磁化の位相が揃わないため、SE法に比べて信号強度は低下する。そして、Rが増大すると、位相エンコード数が減少するため、EPIに特有の画像歪みは小さくなる。ただし、不均一磁場による勾配磁場は一定ではないため、画像歪みがRに逆比例するとは限らない。以上のように、EPI画像への不均一磁場の影響は、多くのパラメータが関与するため、正確な予測には、Bloch simulationが必須である。



PS09-5 Measurement of T2* values by method of Pointwise Encoding Time Reduction with Radial Acquisition (PETRA)

超短エコー時間ラジアル収集撮像法による T2* 測定法の検討

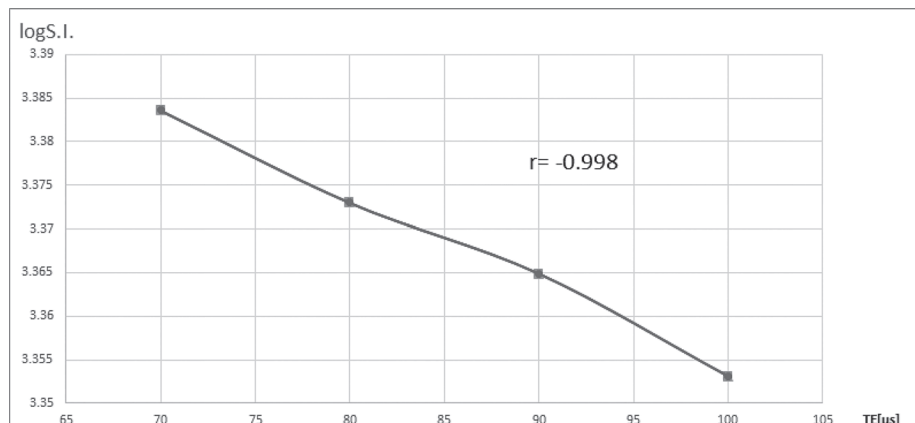
中野 淳史

Atsushi Nakano

Department of Radiology, National Hospital Organization Osaka National Hospital

【要旨】 (Objective/Background) We show whether that measuring short T2* is possible by TE of PETRA. (Method) We evaluated correction coefficient (r) of signal curve and coefficient variation (CV). (Result) $r = -0.998$. $CV = 13.1[\%]$. (Conclusion) We showed that measuring short T2* is possible by PETRA.

【Background】 T2 values is useful as the diagnosis of early arthrosis. But the values of the part of cartilage is too short that it is difficult to be measured by the conventional methods because almost all signals have attenuated at the Echo Time (TE). Though it is assumed that it is possible by the method like PETRA that has extremely short TE. **【Objective】** We show whether that the extremely short value of T2* is possible to be measured by PETRA. **【Method】** We made a sample that has T2* value less than 1 [msec] by using Gadolinium and physiological saline. The scanner was Siemens Magnetom Skyra 3 Tesla and 20 channel Head-Neck coil. We tested the sample by PETRA that has variable TEs. Measurement and analysis of T2* values were executed by NIH Image J with MR Analysis calculator and Microsoft excel. We evaluated them with correction coefficient (r) of TE-logarithmic signal curve and coefficient variation (CV) among the values at all combination of 2 points. **【Result】** TE-logarithmic signal curve showed $r = -0.998$. The linearity is so well that it is expected the measured value is accuracy. The average value of T2* was 0.443[msec] and CV was 13.1[%]. **【Conclusion】** We showed that the extremely short value of T2* is possible to be measured by PETRA.



PS09-6 Myelin Measurement: A Correlation Study Comparing Various Imaging Techniques in Volunteers and Multiple Sclerosis Patients

健常者と多発性硬化症患者を対象とした各種ミエリンイメージング手法の相関解析

仲谷 元^{1,2}, 萩原 彰文¹, 尾崎 正則³, 草原 博志³, 足立 一将³, 関根 永久¹, 富沢 雄二⁴, 星野 泰延⁴, 藤田 翔平^{1,2}, アンディカ クリステイナ¹, 鎌形 康司¹, 堀 正明^{1,5}, 和田 昭彦¹, 阿部 修², 服部 信孝⁴, 青木 茂樹¹
Moto Nakaya^{1,2}, Akifumi Hagiwara¹, Masanori Ozaki³, Hiroshi Kusahara³, Kazumasa Adachi³, Towa Sekine¹, Yuji Tomizawa⁴, Yasunobu Hoshino⁴, Shohei Fujita^{1,2}, Christina Andica¹, Koji Kamagata¹, Masaaki Hori^{1,5}, Akihiko Wada¹, Osamu Abe², Nobutaka Hattori⁴, Shigeki Aoki¹

¹Department of Radiology, Juntendo University, ²Department of Radiology, The University of Tokyo, ³Canon Medical Systems Corporation, ⁴Department of Neurology, Juntendo University, ⁵Department of Radiology, Toho University Omori Medical Center

【要旨】 In healthy adults and multiple sclerosis patients, the correlation between myelin volume fraction (MVF) measured with 3D synthetic MRI and inhomogeneous magnetization transfer (ihMT) was found to be higher than that between myelin water fraction (MWF) and either 3D synthetic MRI or ihMT.

【目的】 MRIによる脳内のミエリン測定は、加齢性変化のみならず、変性疾患や脱髄疾患の評価にも重要である。SyMRIが開発されたことにより、ボクセル内のミエリン体積分率、得られた定量値に基づいた合成画像の作成が可能となり、これらの画像を別々に取得することが不要となった。これまでいくつかのミエリンイメージング同士の比較は行われているが、Synthetic MRIによるミエリンイメージングとして最近利用可能になった3D-QALASを用いたミエリンマップと他のミエリン画像との比較はまだまだなされていない。そこで、3D synthetic MRIのミエリンマップと、ミエリンへの特異度が高いとされる inhomogeneous magnetization transfer imaging (ihMT) や myelin water fraction (MWF) の相関を調べた。

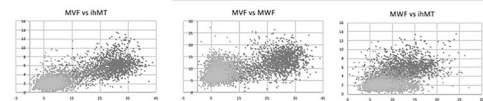
【方法】 健常者、多発性硬化症患者を対象とし、3-T MRI (Vantage Centurian, Canon Medical Systems) を用いて、Synthetic MRI、ihMT、MWFの撮像を行った。MWFは半卵円中心と基底核のレベルで5mmの厚さで画像を取得した。その他のマップは脳全体を撮像した。white matter(WM)、grey matter(GM)のROIとして、それぞれJHU ICBM-DTI-81 WM labels atlasとAAL atlasを使用した。Spearman's correlationを用いてWM, subcortical GM, cortical GMのミエリン指標間の相関を調べた。

【結果】 3D synthetic MRIのmyelin volume fraction(MVF)とihMTの間には強い相関(健常者:0.757 [0.733-0.780]、健常者+患者:0.777 [0.756-0.789])が得られたが、MWFと他のマップの相関はそれよりも低かった(MWFとMVF:0.596 [0.575-0.617]、MWFとihMT:0.509 [0.484-0.532])。SyMRIによるMVF (Myelin全体(dry myelin/myelin macromolecule + myelin water)に相当)とihMT (Dry myelin/myelin macromoleculeに相当)の比率は一定のため、これらの間には高い相関が見られたと考えられる。一方、MWFはボクセル内の水総量に対する髄鞘内の水成分 (Myelin water) の割合のため、理論上はMVFやihMTとの関係は線形ではないため、実際の相関も低くなったものと考えられた。この傾向は健常者、多発性硬化症患者いずれも同様の傾向であった。

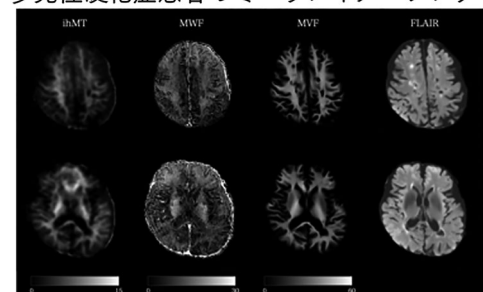
【結論】 MVFとihMTの間に強い相関が得られ、MWFとの相関よりも高かった。これらは、いずれもミエリンの異なる側面を計測しているためと考えられた。

健常者+患者

	WM	Subcortical GM	Cortical GM	All regions
MVF vs ihMT	0.717 (0.677-0.698)	0.689 (0.623-0.697)	0.548 (0.2-0.697)	0.777 (0.768-0.786)
MVF vs MWF	0.403 (0.388-0.447)	0.57 (0.41-0.626)	0.178 (0.138-0.222)	0.597 (0.578-0.617)
ihMT vs MWF	0.489 (0.451-0.498)	0.588 (0.479-0.628)	0.51 (0.432-0.596)	0.509 (0.484-0.532)



多発性硬化症患者のミエリンイメージング



PS09-7 The correlation between cognitive function and quantitative values of the cerebral cortex obtained with Synthetic MRI

Synthetic MRIによる大脳皮質定量値と認知機能の関連

神尾 諭^{1,2}, 萩原 彰文¹, 鎌形 康司¹, 内田 航¹, 関根 永久³, 原 尚央⁴, 仲谷 元², 明石 敏昭¹, 和田 昭彦¹, 内藤 仁嗣⁵, 田端 宏樹⁶, 加賀 英義⁵, 田村 好史^{5,6}, 河盛 隆造^{5,6}, 綿田 裕孝^{5,6}, 阿部 修², 青木 茂樹¹
Satoru Kamio^{1,2}, Akifumi Hagiwara¹, Koji Kamagata¹, Wataru Uchida¹, Towa Sekine³, Naohisa Hara⁴, Moto Nakaya², Toshiaki Akashi¹, Akihiko Wada¹, Hitoshi Naito⁵, Hiroki Tabata⁶, Hideyoshi Kaga⁵, Yoshifumi Tamura^{5,6}, Ryuzo Kawamori^{5,6}, Hirotaka Watada^{5,6}, Osamu Abe², Shigeki Aoki¹

¹Department of Radiology, Juntendo Graduate University of Medicine, ²Department of Radiology, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo, ³Department of Radiological Sciences, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ⁴Faculty of Health Science, Juntendo University, ⁵Department of Metabolism and Endocrinology, Juntendo Graduate University of Medicine, ⁶Sportology Center, Juntendo Graduate University of Medicine

【要旨】 We examined the correlation between cognitive function and quantitative values of the cerebral cortex obtained with Synthetic MRI. Visuospatial and executive function showed significant correlations with T1 and T2 values in broad cerebral cortical areas, especially the frontal lobes.

【背景】 Synthetic MRIは、T1値、T2値、プロトン密度を同時に取得する技術で、得られた定量値から任意のコントラスト強調像を合成することができる。2D Synthetic MRIでは6分程度と従来のMRIよりも短い撮像時間で全脳の定量値が得られる。皮質のような微細構造において全く同じ位置からT1値、T2値、プロトン密度を得ることができ、客観的評価に適している。これまでにアルツハイマー型認知症やMild Cognitive Impairment(MCI)において皮質のMRI定量値に変化が認められることが報告されている。本研究では、認知機能と大脳皮質の定量値の相関関係を明らかにすることを目的とした。

【方法】 文京ヘルス研究コホートを対象として100名(男54名、女46名、平均年齢71.7歳(65-84))に3-T MRI装置で頭部の2D Synthetic MRI(QRAPMASTER法)を撮像し、AAL atlasに基づいた大脳灰白質90領域(前頭葉30、頭頂葉12、側頭葉20、後頭葉12、深部灰白質8、島・帯状回8)のT1値、T2値を取得した。認知機能はMoCAにより評価した。年齢、性別などを共変量としてSpearman順位相関解析を用いて、大脳皮質各領域のT1値およびT2値とMoCAの相関解析を行った。本研究では、P値<0.01を有意とした。

【結果】 p=0.01を閾値として解析を行うと、視空間/遂行機能とT1値は前頭葉5領域、頭頂葉2領域、側頭葉3領域、後頭葉2領域、視空間/遂行機能とT2値は前頭葉13領域、頭頂葉3領域、側頭葉4領域、後頭葉1領域に負の相関が見られた。また、MoCA全体のスコアについては有意な相関は見られなかった。

【考察】 視空間/遂行機能は大脳皮質の様々な領域が複合的に関与している。視空間/遂行機能の低下が大脳皮質の様々な領域、特に前頭葉のT1値、T2値の低下と関連している可能性が示唆された。

PS10-1 Pharmacokinetics and Safety of Gadopiclenol in Japanese Healthy Volunteers

日本人健康ボランティアにおける Gadopiclenol の薬物動態と安全性

田岡 俊昭¹, 江藤 隆², Camille Pitrou³, Jing Hao³

Toshiaki Taoka¹, Takashi Eto², Camille Pitrou³, Jing Hao³

¹Department of Innovative Biomedical Visualization (iBMV), Graduate School of Medicine, Nagoya University, ²Clinical Research Unit, Souseikai Hakata Clinic, ³Guerbet, France

[要旨] evaluated using a population-based PK approach (popPK). The popPK analysis showed no significant ethnic disparities between Japanese and non-Japanese populations and suggested that no dose adjustment was required.

[Objective]

The purpose of this study was to evaluate the PK and safety of gadopiclenol, a high relaxivity macrocyclic gadolinium-based contrast agent approved by the FDA and currently under review by the EMA, in Japanese healthy volunteers.

[Materials and Methods]

This randomized, double-blind, placebo-controlled phase I study included Japanese healthy volunteers. Participants were randomized to receive either gadopiclenol (at doses of 0.025, 0.05, or 0.1 mmol/kg) or a placebo. Blood samples were collected up to 24 hours, and urine was collected up to 48 hours post-administration. The PK profile of gadopiclenol was evaluated using standard non-compartmental analysis. A population-based PK approach (popPK) was also used to assess any impact of ethnicity. Adverse events (AEs) were recorded throughout the study period.

[Results]

A total of 27 participants were randomized (median [range] age: 22 [20–43] years; 52% male): 18 received gadopiclenol (6 in each dose group), and 9 received the placebo.

The mean systemic exposure of gadopiclenol increased proportionally with the injected dose (area under the curve [AUC]: 215 to 1034 $\mu\text{g}/\text{mL}$) and was comparable between the three dose cohorts when normalized to the dose (AUC/Dose: 182 to 189 $\mu\text{g}/\text{mL}/\text{g}$). The mean terminal half-life ranged from 1.43 to 1.86 hours, and the distribution volume ranged from 11.3 to 15.2 L.

The mean fraction of gadopiclenol excreted in urine ranged from 87% to 95%, depending on the administered dose. The mean total clearance was comparable between the different administered doses (5.3 to 5.6 L/h) and similar to the mean renal clearance.

The PK of gadopiclenol were adequately described with a 2-compartment model with linear elimination from the central compartment. Simulated systemic exposure to gadopiclenol was slightly lower in Japanese than in non-Japanese healthy volunteers, primarily due to differences in body weight and estimated clearance.

AEs reported after placebo administration were observed in two participants (22.2%): one participant experienced nausea and vomiting, and the other had a headache. For gadopiclenol, an uncertainty in the administered dose was reported as a "medication error" in one participant.

[Conclusion]

The PK profile of gadopiclenol in Japanese healthy volunteers was similar to that previously described in non-Japanese healthy volunteers. The popPK analysis showed no significant ethnic disparities between Japanese and non-Japanese populations and suggested that no dose adjustment was required. Gadopiclenol demonstrated a good safety profile in Japanese healthy volunteers.

PS10-2 Simulated Microgravity-induced Changes in Extracellular Space Observed using Gd-DTPA-based MR Imaging

Gd-DTPA ベースの MR イメージングを使用して観察された細胞外空間の微小重力誘発変化のシミュレーション

羅 紀竜¹, 楊 静², 趙 娟², 韓 鴻賓¹, 杜 繼臣^{1,2}

Jilong Luo¹, Jing Yang², Juan Zhao², Hongbin Han¹, Jichen Du^{1,2}

¹Institute of Medical Technology, Peking University Health Science Center, ²Aerospace Medical Center, Aerospace Center Hospital, Peking University Aerospace Clinical College

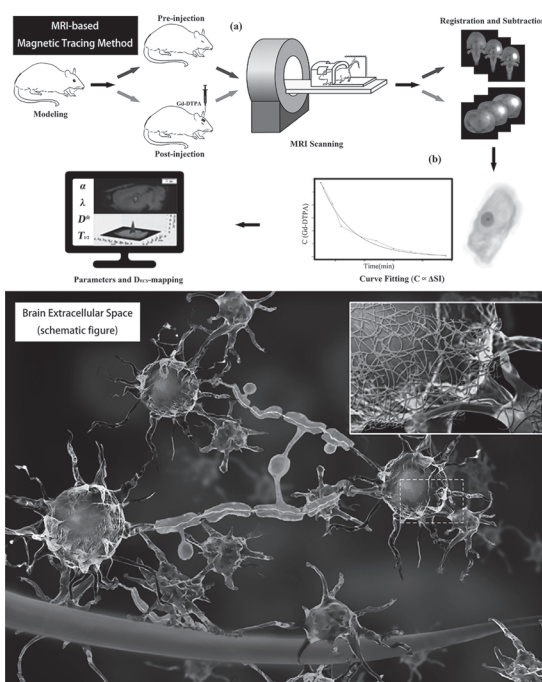
[要旨] We used the MRI-based magnetic tracing method (Gd-DTPA) to explore the changes in the structure of the brain's extracellular space and the transport of substances in it under short-term simulated microgravity conditions.

[Objective] To examine the effects of short-term simulated microgravity (SMG) on the structure of the extracellular space (ECS) and the diffusion and clearance of substances in the interstitial fluid (ISF) of the rat hippocampus using an MRI-based magnetic tracing method.

[Methods] Thirty-six male Sprague Dawley rats were randomly divided into six groups, including a control group at 0 degree and a hindlimb unloading group at -30 degrees, for three distinct durations (3 days, 7 days, and 14 days). The tracer Gd-DTPA was injected into the hippocampal ECS of rats in each group. The MRI scanning sequence is T1-weighted MP-RAGE. This tracer enhances the signal of adjacent water molecules in MRI images, which were repeatedly scanned until the enhanced signals disappeared. The MRI images were processed through image co-registration, linear fitting of tracer Gd-DTPA concentration, and solving the convection-diffusion equation to obtain four key ECS parameters: volume fraction (α), effective diffusion coefficient (D), tortuosity (λ), and half-life (T). These parameters were employed to evaluate changes in the ECS.

[Results] In the presence of SMG, the rat hippocampus ECS structure demonstrated alterations, including an increase in volume fraction and a decrease in tortuosity. Additionally, the diffusion process of Gd-DTPA in the ISF was accelerated. Extended exposure to SMG (7 days and 14 days) led to a reduction in the half-life of Gd-DTPA in the hippocampal ISF, implying impaired substance clearance.

[Conclusions] Short-term exposure to an SMG environment induces changes in the ECS structure and affects the diffusion and clearance mechanisms of substances in the ISF. These changes may be related to brain injuries that occur in space. The MRI-based magnetic tracing method offers a quantitative approach to investigate the diffusion of materials within the brain ECS. Our findings provide novel insights and directions for protecting the brains of astronauts in weightless conditions.



PS10-3 Quantitative susceptibility mapping of Super Paramagnetic Iron Oxide (SPIO) at low and high fields

低磁場と高磁場下での超常磁性酸化鉄(SPIO)の定量的磁化率マッピング

中村 浩也¹, 山口 雅之², 寺田 康彦¹

Hiroya Nakamura¹, Masayuki Yamaguchi², Yasuhiko Terada¹

¹Institute of Applied Physics, University of Tsukuba, ²National Cancer Center Hospital East, Department of Diagnostic Radiology

【要旨】 Since the magnetic susceptibility of Super Paramagnetic Iron Oxide (SPIO) decreases with increasing field strength, it is possible that QSM measurements of SPIO are more favorable at lower fields. This study tested this hypothesis by performing QSM of SPIO phantoms at 7 T and 1 T.

1. はじめに

超常磁性酸化鉄 (SPIO) を用いた肝臓の造影検査では、肝臓中の SPIO 蓄積量の定量化が求められることがある。定量的磁化率マッピング (QSM) では、測定された SPIO の磁化率が SPIO 中の Fe 濃度に比例するという関係式を用いることで、SPIO 蓄積量を推定できる。QSM では B0 分布から磁化率分布を推定するが、磁化率由来の B0 の不均一性は高磁場下ほど顕著になるため、QSM 測定は高磁場の方が有利とされている。しかし、SPIO の磁化は 1T 付近で飽和し、1T 以上では磁場強度が高くなるにつれて磁化率は低下する [1]。そのため SPIO の場合は、低磁場の方が QSM 測定に適している可能性がある。特に臨床で投与される SPIO 濃度はあまり高くなく (肝臓の場合、約 0.5 mmolFe/L)、磁化率由来の B0 変化も小さいので、低磁場の優位性が高くなることが予想される。そこで、本研究では、低磁場中 (1T) と高磁場中 (7T) において、臨床的に使われる濃度範囲で SPIO の QSM 測定を行い、どちらの磁場が有利かを調査する。

2. 方法

2.1 実験装置

7 T 縦型超伝導磁石 (OXFORD, 301.5 MHz/89 mm bore) と 1 T 永久磁石 (MRTE, 43.9 MHz/90 mm) を使用した。

2.2 撮像ファントム

7 T の撮像には、内径 27.5 mm、高さ 60 mm の試験管内に、内径 8 mm の 1 個の球殻をアガロースゲルで固定したファントム (以後、SPIO ファントム) を 3 個用意した。各球殻内部には異なる濃度 (0.43, 0.86, 2.16 mmolFe/L) の SPIO (Resovist) 溶液を満たした。

1 T の撮像には、SPIO ファントムとして、内径 49 mm、高さ 64 mm の試験管内に、同じ濃度の SPIO が満たした内径 8 mm の 3 つの球殻をアガロースゲルで固定した。いずれの場合も、背景磁場成分を除去するために、SPIO ファントムと同じ形状の試験管内にアガロースゲルのみが含まれているファントム (以後、ゲルファントム) を用意した。

2.3 実験方法

7 T の撮像には、GRE 法 (TE = 3, 4, 5, 6, 7 ms, TR = 200 ms, matrix = 128 × 128 × 128, FOV = 4.608 × 4.608 × 4.608 cm³) を用いた。

1 T の撮像には、マルチエコー GRE 法 (TE = 4, 12, 20, 28 ms, TR = 100 ms, matrix = 192 × 128 × 128, FOV = 6.75 × 4.5 × 4.5 cm³) を用いた。

2.4 解析方法

まず背景磁場成分の除去をするため、SPIO ファントムの位相画像からゲルファントムの位相画像を減算した。次に、異なる TE での位相画像の差画像を算出し、位相アンラップ後に、MEDI [2] による QSM 再構成を行って磁化率画像を求めた。MEDI のパラメータは、7 T 実験では 1000、1 T の実験では 10 とした。

3. 結果と考察

Fig. 1 に位相差画像と磁化率画像を、Fig. 2 に球殻内の磁化率平均値と SPIO 濃度の関係を示す。7 T と比べると 1 T の方が、同じ濃度では位相差が大きく、また SPIO の磁化率も高いので、正確な QSM 測定に必要なダイナミックレンジが十分確保されていた。7 T でも同じようにダイナミックレンジを確保するためには、TE を延長する必要がある。しかし本研究の実験条件下では、TE の延長に伴って GRE 画像の信号欠損領域が増大し、位相画像を計測できなくなった。以上のように、低磁場の方が SPIO の QSM 測定に適している。

4. まとめ

7 T と 1 T で SPIO の QSM 測定を行い、1 T の方が測定に有利であることを示した。

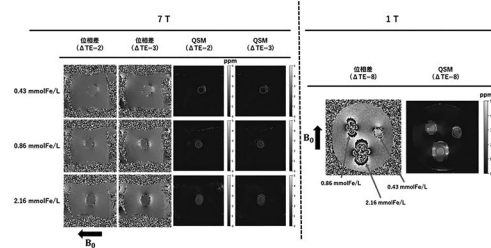


Fig. 1 7 T と 1 T における位相差画像と QSM

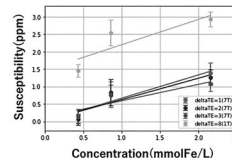


Fig. 2 SPIO 濃度と磁化率の関係

[1] Tian Liu et al., Unambiguous identification of superparamagnetic iron oxide particles through quantitative susceptibility mapping of the nonlinear response to magnetic fields, *Magnetic Resonance Imaging*, Vol. 28, no. 9, pp. 1383-1389, 2010.
[2] Tian Liu, Jing Liu, Yi Wang, Morphology Enabled Dipole Inversion (MEDI) from a Single-Angle Acquisition: Comparison with COSMOS in Human Brain Imaging, *Magnetic Resonance in Medicine*, Vol. 66, no. 3, pp. 777-783, 2010.

PS10-4 Development of metabolic and localized MR imaging methods; 13C-MRI using Carbon-13 labeled proteins.

炭素 13 標識タンパク質による代謝・体内局在 MR イメージング法開発に向けた基礎技術の検討

笹尾 明¹, 永芳 友¹, 吉永 壮佐², 寺沢 宏明², 富澤 一仁³, 向山 政志⁴

Akira Sasao¹, Yu Nagayoshi¹, Sousuke Yoshinaga², Hiroaki Terasawa², Kazuhito Tomizawa³, Masashi Mukoyama⁴

¹Endowed Department of Aging Medicine, Faculty of Life Sciences, Kumamoto University, ²Department of Structural BioImaging,

Faculty of Life Sciences, Kumamoto University, ³Department of Molecular Physiology, Faculty of Life Sciences, Kumamoto

University, ⁴Department of Nephrology, Faculty of Life Sciences, Kumamoto University

【要旨】 Carbon-13 (13C) is a stable isotope that can be imaged by MRI. Proteins were 13C labeled by cross-linking with 13C-containing amino acids and the 13C signals of these proteins were confirmed by NMR. This labeling technique is considered essential for the development of 13C-MR imaging in the future.

【背景および目的】 現在の分子イメージングは主にその感度の高さから Positron Emission Tomography (PET) などの核医学的手法が用いられることが多い。しかし、これにはサイクロトロンや放射性物質実験施設が必要であり簡便とは言えない。一方、MRI は最近 3 テスラ (T) や 7 T などの超高磁場装置が臨床現場に多数導入されている。静磁場の上昇、傾斜磁場制御高度化に伴い信号雑音比が向上する事でプロトン以外の核種における MRI 画像化が可能になってきている。今回、安定同位元素であり MRI で撮像可能な炭素 13 (13C) を組み込んだアミノ酸をタンパク質に架橋させ、超高磁場 MRI 装置による画像化技術の為に基礎検討を行った。**【方法】** 1-ethyl-3-(3-dimethylaminopropyl) carbodiimide hydrochloride (EDC) - N-hydroxysulfosuccinimide (Sulfo NHS) や Glutaraldehyde による架橋法を用いて、ウシ血清アルブミン (BSA) に対して Methyl-13C Methionine を標識した。また、NaIO4 によるマウスモノクローナル抗体 Fc 部分への標識も併せて行った。反応後のタンパク質/抗体は凍結乾燥し、重水に再溶解後 Bruker AVANCE III HD 500 MHz にて 13C-NMR を測定した。**【結果】** 標識後のタンパク質/抗体はいずれの方法でも弱いながら 13C-NMR での信号を捉えることができた。EDC-Sulfo NHS で架橋した BSA では Methyl-13C Methionine の信号が反応前と同じ化学シフトにみられたが、Glutaraldehyde で架橋したものは、異なった位置にも信号がみられた。また、NaIO4 にて抗体の Fc 部分に修飾を行ったものは、もともとの Methyl-13C Methionine とは違った位置に信号がみられた。これらに関しては、Glutaraldehyde と NaIO4 は、いずれもアルデヒドの反応により架橋を行うもので、タンパク質と Methyl-13C Methionine の架橋時に標識されているメチル基近傍で他の化学反応が起こったものと思われる。**【結論】** タンパク質や抗体に Methyl-13C Methionine が化学的に標識されたことが NMR にて観察することができた。現在の方法では得られる信号が弱い、コイルの高感度化や Deep learning を用いた S/N の改善などの技術が急速に発展しているため、13C で標識したタンパク質や抗体を投与することにより、体内における特定物質の局在ならびに代謝動態を非侵襲的に知ることができるとの可能性があることが示唆された。今後、反応の時間短縮や単純化も検討して、MRI による画像化を実現する。

PS11-1 Diagnosis of Pituitary Adenomas using Dynamic MRI: A New Segmentation Method based on Time Signal Changes

ダイナミックMRIを活用した下垂体腺腫の診断：時間信号変化に基づく新しいセグメンテーション手法

Bahadeer Aibibuli¹, 和田 昭彦², 西澤 光生^{1,2}, 下地 啓五^{1,2}, 鎌形 康司², 明石 敏昭², 萩原 彰文², 青木 茂樹^{1,2}
Bahadeer Aibibuli¹, Akihiko Wada², Mitsuo Nishizawa^{1,2}, Keigo Shimoji^{1,2}, Koji Kamagata², Toshiaki Akashi²,
Akifumi Hagiwara², Shigeki Aoki^{1,2}

¹Faculty of Health Data Science, Juntendo University, ²Department of Radiology, Juntendo University Graduate School of Medicine, Tokyo

【要旨】 Dynamic MRI is a crucial tool for diagnosing pituitary adenomas. We developed a new segmentation method that distinguishes normal pituitary and tumor based on time signal changes rather than the difference in brightness. We created simulation models of signal changes and achieved high segmentation accuracy in our models. This technique could improve the accuracy of diagnosing pituitary adenomas.

【背景・目的】

Gd造影剤急速静注によるダイナミック造影MRIは下垂体腺腫の有用な診断ツールである。ダイナミック造影MRIでは正常下垂体と腫瘍（下垂体腺腫）を血流供給、増強効果の経過の違いで生じる時間・信号変化が創り出す輝度コントラストを利用して区別している。下垂体腺腫のトルコ鞍部のダイナミック造影MRIにおいて一般に、下垂体門脈系を介した下垂体柄から下垂体前葉への増強効果の進展により、下垂体内の腫瘍が顕在化する。ダイナミック造影MRIは微小腺腫の局在同定に役立ち、またサイズが大きく周囲に進展する腫瘍の場合には、腫瘍に圧排され偏位している正常下垂体の位置同定や海綿静脈洞への進展を評価することが外科的治療前の検査として行われている。この観察方法では複数時相のうち病変・正常下垂体のコントラストが最も良好な時相の1枚の画像しか利用できていない。この研究の目的は、クラスタリング解析を利用して、ダイナミック造影MRIの時間信号変化から下垂体・腫瘍を識別（セグメンテーション）する方法を開発することである。

【方法】

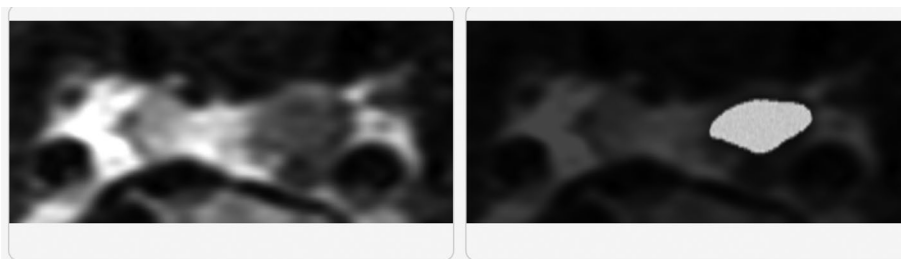
実際の下垂体造影ダイナミックMRIでの造影効果（時間信号曲線）を参考に、ピクセルレベルで2万件の下垂体柄・下垂体実質、海綿静脈洞、下垂体腫瘍の時間信号変化のシミュレーションデータを作成し、下垂体・腫瘍・海綿静脈洞・背景のラベルを付けた2次元画像に紐付けた3次元データセット（2Dx8時相）を作成した。下垂体腫瘍の造影パターンに関しては、過去の報告を参考に複数の時間信号変化パターンからのデータを作成した。クラスタリングにはPythonライブラリのk-means, UMAP, PCA, t-SNEを使用し、セグメンテーション結果と各ラベルとの合致度をDice係数で評価した。また同様の手法を用いて実際の下垂体部ダイナミックMRI3例（正常、微小腺腫、巨大腺腫）でのDice係数を測定した。

【結果】

造影ダイナミックMRIの観察から、下垂体（下垂体柄、前葉）、腫瘍、海綿静脈洞信号の時系列変化を模したシミュレーションデータが作成可能であった。また、クラスタリングによるセグメンテーションでは、シミュレーションデータでのDice係数が下垂体、腫瘍が0.95、0.9と高い値を示したが、実際の下垂体MR画像での下垂体識別のDice係数は0.73とシミュレーション結果よりは低値であった。

【結論】

我々の検討したクラスタリング・セグメンテーションの手法は、これまで主に造影効果の静的コントラストを観察してきた下垂体腫瘍の診断に、新たな動的特徴量からの情報を加えることで、下垂体腫瘍の病変検出や進展度判断への診断支援をもたらすことが期待できる。



(図) 下垂体腺腫の造影MRI (左) とクラスタリング・セグメンテーション (右)

PS11-2 Deep Learning Reconstruction in MRI

MRIにおける深層学習画像再構成について

桐生 茂¹, 赤井 宏行², 八坂耕一郎³, 田島 拓⁴, 國松 聡⁴, 吉岡 直紀¹, 赤羽 正章¹, 阿部 修³, 大友 邦⁵

Shigeru Kiryu¹, Hiroyuki Akai², Koichiro Yasaka³, Taku Tajima⁴, Akira Kunimatsu⁴, Naoki Yoshioka¹, Masaaki Akahane¹, Osamu Abe³, Kuni Ohtomo⁵

¹Department of Radiology, International University of Health and Welfare Narita Hospital, ²Department of Radiology, The Institute of Medical Science, The University of Tokyo, ³Department of Radiology, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo,

⁴Department of Radiology, International University of Health and Welfare Mita Hospital, ⁵International University of Health and Welfare

【要旨】 Deep learning reconstruction (DLR) has emerged as a new technology in the reconstruction process. This presentation outlines the concept of DLR in MRI, clinical applications of DLR, and its limitations, including the discussion of issues arising from efficient denoising by DLR and solutions.

深層学習の研究は、MRIにおいて信号処理から臨床応用までさまざまなプロセスでの役割が報告されている。深層学習による画像再構成（Deep Learning Reconstruction : DLR）は、画像再構成プロセスの新しい技術として登場、研究と臨床において注目されている。DLRによるノイズ除去は近年注目されており、様々な部位における有用性が報告されている。ノイズ除去にDLRを搭載したMRI装置が臨床で使用されており、深層学習が臨床機で実用された初期のアプリケーションといえる。ノイズ除去により信号対雑音比（SNR）の向上が得られる。DLRは磁場強度に関係なく効率よく高いSNRを実現するが、低磁場MRスキャナーにおいて特に有用である。一般的に、高いSNR画像を得るためには高磁場強度のMRI装置の利用や撮像時間の延長が必要である。DLRは、撮像時間を延長することなくより低い磁場強度のMRI装置で得られたMRI画像のSNRを向上させ、高磁場強度のMRI装置と同等の画質を得ることができる。また、DLRはSNRを維持しながら撮像時間を短縮することも可能である。撮像時間の短縮により撮像時の患者負担の軽減やMRI装置の運用コストを減らすことが期待される。したがって、DLRによるMRI画像のノイズ除去は臨床におけるMRIの運用において有益な効果をもたらすことが期待されている。MRI画像の再構成において、対象物はk空間に符号化されて、逆フーリエ変換で画像に再構成されるがDLRでは、画像再構成のこの信号処理の一部またはすべてが深層学習技術によって置き換えることが可能であり、様々な手法が報告されている。脳、脊椎、MRA、肝胆脾、筋骨格などいろいろな部位におけるDLRによるノイズ除去の有用性が検討されている。DLRはMRI画像からガウスノイズを効率的に低減する一方、ノイズ除去によりもともと内包されていたアーティファクトが顕著になることがあり、この問題に対する解決策がいくつか提唱されている。DLRを臨床機で運用するためには、ある条件下では出力される画像が不安定になること、解剖学的構造の画質改善を目的としており病変の画像特徴が維持されるか検証が必要であることなどを理解する必要がある。放射線科医は高いSNRの画像は撮像や再構成が正しく行われていると考える傾向があるので、DLRにより病変の描出がこれまでの再構成法と比較して変化していないか注意を払う必要がある。本発表では、MRIにおけるDLRの概念、DLRの臨床応用、および効率的なノイズ除去によって生じる問題や解決策について概説する。

PS11-3 Comparing the robustness of a physics-guided MRI reconstruction neural network under self-supervised and fully-supervised learning paradigms

自己教師あり学習と教師あり学習下におけるMRI画像再構成ニューラルネットワークのロバスト性の比較

Ziyu Fu, 藤田 直人, 寺田 康彦

Ziyu Fu, Naoto Fujita, Yasuhiko Terada

Institute of Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba

【要旨】 We investigated how the learning paradigm affects an algorithm's performance and robustness against shifts in anatomical domains by training the same neural network architecture under self-supervised and fully-supervised learning.

【Introduction】

The goal of accelerating MRI data acquisition has a long history, and many machine learning-based reconstruction algorithms have been developed in recent years. (1-3) Some best-performing architectures are considered to be physics-guided, as they are able to incorporate not only the k-space or image domain data, but also prior knowledge of undersampling patterns and coil sensitivities into the reconstruction algorithm. (4)

Most of these ML-based reconstruction algorithms are fully-supervised models (FSM), as they require fully sampled ground truth references in the training process. However, obtaining fully sampled data is often infeasible or even impossible in practical imaging scenarios. Therefore, self-supervised models (SSM) that are trained without fully sampled reference data start to appear. Some report SSM to achieve promising performance that is comparable to FSM. (4)

However, these performance evaluations are done in the most simple and naive setting where the training and testing data sets are prepared in a similar fashion. In realistic clinical settings, a trained network's robustness and adaptability to different kinds of images is also very important. Extensive research has been done on different FSM's robustness against domain shifts. (5) In this study, we investigated how the learning paradigm affects an algorithm's performance and robustness against shifts in anatomical domains.

【Method】

We chose the Self-Supervision via Data Undersampling (SSDU) architecture presented by Yaman et al. as the example SSM. (4) This model is very similar to a conventional unrolled iterative neural network, with a regularizer (ResNet) and a data consistency (DC) unit in each iteration. This architecture splits the acquired (uniformly undersampled) k-space data into two disjoint sets, with one used in the DC unit for the network, and the other one used to define the loss function in k-space. Therefore the neural network never gains access to the fully sampled data during training.

In order to achieve a fair comparison between different learning paradigms, we modified the same SSDU architecture to FSM. In the fully-supervised setting, we used the uniformly undersampled k-space as DC input, and the fully sampled k-space for the loss function.

Both SSM and FSM were trained under the same conditions, using 200 slices of either brain (axial FLAIR) or knee (coronal PD) data from the fastMRI dataset, (6) undersampled with acceleration factor 4. The trained models were then tested against 60 images in the same domain and 60 images in the transferred domain. Structural similarity index measure (SSIM) and peak signal-to-noise ratio (PSNR) were calculated for numerical evaluation.

【Results】

When the testing dataset is in the same domain as the training dataset, SSM was able to achieve performance comparable to FSM. If the models are trained on knee data and tested on brain data, both SSM and FSM saw significant performance degradation. SSM out-performed FSM in the domain shift from brain to knee.

【Conclusion】

We investigated how the learning paradigm affects an algorithm's performance and robustness against shifts in anatomical domains.

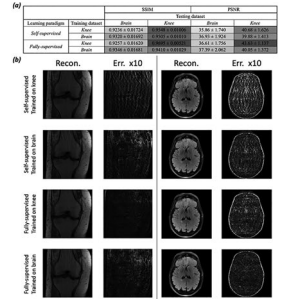


Figure 1. (a) SSIM and PSNR results on knee-domain and cross-domain tests. Orange color with higher values. (b) Self-supervised and fully-supervised reconstructions and corresponding error (x10) images. Some artifacts outside the brain are annotated using a black arrow after reconstruction.

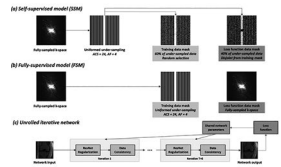


Figure 2. (a) The self-supervised model (SSM). The fully-sampled k-space is undersampled using a uniform pattern, which is then split into two disjoint sets from training data and the test domain data. (b) The fully-supervised model (FSM). The uniformly-undersampled data is used for training, and the entire fully-sampled k-space is used as the ground truth reference for the loss function. (c) The k-space based unrolled iterative network structure. Green training data is used in the data consistency unit, and the red test data is used to define the loss function.

References
 1. Jiang H, Cheng J, Li S, et al. Deep Magnetic Resonance Image Reconstruction. *Image Reconstruction: Theory, Algorithms, and Applications*. Springer; 2020. 77-141-157.
 2. Hammernik K, Klotz E, Radfar A, et al. Learning a variational network for reconstruction of accelerated MRI data. *Magnetic Resonance in Medicine* 2018; 79: 3035-3047.
 3. Alquist JH, Mani MF, Smith M, McGee M. Hybrid Random Data Learning Architecture for Sparse Problems. *IEEE Trans Med Imaging* 2019; 38: 394-405.
 4. Yaman B, Horeni M, Mani MF, Smith M, McGee M, Sussman J, Uppal K, Akhavan M. Self-supervised learning of physics-based MRI reconstruction networks without fully sampled reference data. *Magnetic Resonance in Medicine* 2020; 84:1372-1389.
 5. Natter F, Ripplé S, Vajkai Z, Tom Szűcs, Vámboly Tünde. Numerical and clinical evaluation of the robustness of open source networks for parallel MRI reconstruction. Accepted for publication in *Magnetic Resonance in Medical Science*, May 11, 2023.
 6. Zou J, Knoll P, Ahn K, et al. fastMRI: An Open Dataset and Benchmarks for Accelerated MRI. 2019.

PS11-4 Optimal segmentation model for 3D medical images

3D医用画像に対する最適なセグメンテーションモデルの検討

辻 和貴¹, 今西 勁峰², 飯間 麻美^{3,4}, 水野 良祐⁵, 片岡 正子³, 岡澤 藍夏³, 中本 裕士³

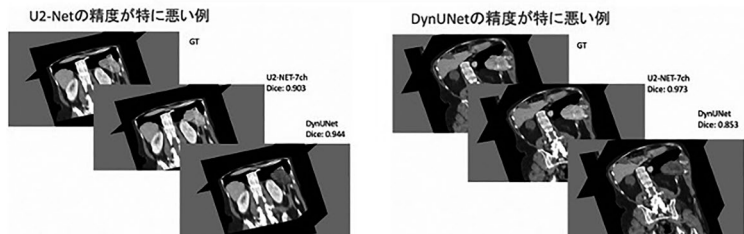
Kazuki Tsuji¹, Keiho Imanishi², Mami Iima^{3,4}, Ryosuke Mizuno⁵, Masako Kataoka³, Aika Okazawa³, Yuji Nakamoto³

¹Kyoto University Faculty of Medicine, ²e-Growth Co., Ltd., ³Department of Diagnostic Imaging and Nuclear Medicine, Kyoto University Graduate School of Medicine, ⁴Institute for Advancement of Clinical and Translational Science (iACT), Kyoto University Hospital, ⁵A.I. System Research CO.,Ltd

【要旨】 We investigated the optimal segmentation model for 3D medical images. 32 cases were used as training data and 9 as validation data. U2-Net and NVIDIA MONAI DynUNet were used as the target models. U2-Net was slightly more accurate than DynUNet (median: 0.97 vs. 0.95).

【目的】 3D医用画像に対する最適なセグメンテーションモデルの検討を行う。**【方法】** 調査用データとして、MICCAI Medical Segmentation Decathlon(Spleen)訓練データ 全41症例のうち、32症例を学習データ、9症例を検証用データとして選定した。U2-Net、及びNVIDIA MONAI DynUNetを対象のモデルとした。学習用32症例に対し、学習時に3D回転、変形、コントラスト調整による水増しを実施した。**【結果】** 表の通り、U2-NetがDynUNetよりもやや精度が高くなった (median: 0.97 VS. 0.95)。U2-Netは複数解像度に対する損失の線形和で学習するため、予測結果にノイズが入りにくく、2D畳み込みのため、チャンネル数(連続スライス数)が少ない場合、深さ方向で勘違いが起こりやすい。またチャンネル数を増やすことで3D医用画像に対する深さ方向の予測精度を向上可能であり、複数方向のモデルで学習し、予測結果のアンサンブルを行うことでより高い精度を得られるという特徴を有する。DynUNetの方は3D畳み込みを行うため学習コストが高く、推論時もスライディングウィンドウ(3D)を利用して実行するため、離れた箇所に勘違いが生成されることがある。**【結論】** 本検討においてはU2-Netの方が優れた精度を有した。

	各モデルにおける精度		
	dice(U2NET-3ch)	dice(U2NET-7ch)	dice(DynUNet)
median	0.969	0.973	0.948
average	0.965	0.964	0.927
min	0.916	0.903	0.853
max	0.976	0.976	0.970



PS11-5 Reconstruction of High-resolution T2-weighted Images of Human and Monkey Brains on a 7T System Using Deep-Learning algorithm

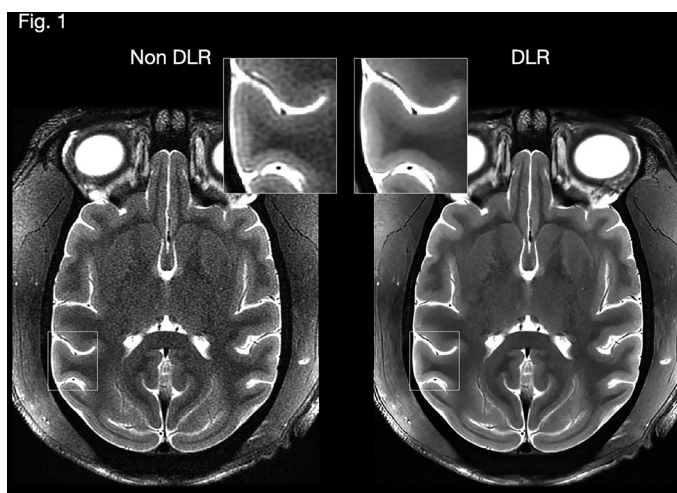
ディープラーニングを用いたサル・ヒト 7T 高解像度 T2 強調画像再構成

鈴木 千里¹, 上野 賢一¹, Allen R. Waggoner¹, 宮本健太郎¹, 上口 裕之¹, 名内 存人², 野崎 敦², 若山 哲也²
Chisato Suzuki¹, Kenichi Ueno¹, Allen R. Waggoner¹, Kentaro Miyamoto¹, Hiroyuki Kamiguchi¹, Arihito Nauchi²,
Atsushi Nozaki², Tetsuya Wakayama²

¹RIKEN Center for Brain Science, ²GE HealthCare

【要旨】 On 7T MRI, we could obtain thin-slice high-resolution T2WI with human and monkey brains (2mm and 1mm slice thickness, in-plane resolution of $300 \times 400 \mu\text{m}^2$ and $300 \times 300 \mu\text{m}^2$ for human and monkey, respectively) by applying DLR which can significantly improve the SNR of the images.

[Objective] Deep-Learning Reconstruction (DLR) has been available on recent clinical scanners for denoising, but it's not well investigated yet on 7T system. The purpose of this study is to investigate if DLR can reduce the effect of noise and artifact to improve image quality of thin-slice high-resolution T2-weighted images (T2WI) for human and monkey brains on 7T system. **[Methods]** Fast spin echo (FSE) pulse sequence was used for acquiring thin-slice high-resolution T2WI on 7T system (Signa 7T, GE HealthCare). The acquisition parameters were as follows for human and monkey scans: TR/TE = 6622/86.7ms, THK = 2.0mm, FOV = $22 \times 17.6\text{cm}$, acquisition matrix = 640×420 for human and TR/TE = 8801/81.4ms, THK = 1.0mm, FOV = $10 \times 8\text{cm}$, acquisition matrix = 320×256 for monkey. A 32ch head coil (Nova Medical) and a 24ch coil (Takashima seisakusyo Co.,Ltd) were used for scanning human and monkey, respectively. After the data acquisition, we obtained both DLR and non-DLR images and compared the SNR of gray and white matter between DLR and nonDLR images on human and monkey images. For the SNR measurement, the ROIs were placed on the gray and white matter and SNR was calculated as the mean signal intensity divided by the standard deviation of the signal intensity within the ROI. **[Results]** Thin-slice high-resolution T2WI were successfully acquired from human and monkey brain. The SNR of human brain gray/white matter ROIs between DLR and nonDLR were 8.7/8.6 and 7.6/6.5, respectively. The SNR of monkey brain gray/white matter ROIs with and without DLR were 24.7/11.1 and 8.59/5.03. We also found consistent contrast between the ROIs with DLR and nonDLR; 1.85 and 1.86 for human image, 1.61 and 1.61 for monkey image. In addition to the SNR improvement, Gibbs ringing, or truncation artifacts were suppressed in the DLR images of both human and monkey brain as seeing in the mokey T2WI figure. **[Conclusion]** DLR significantly improves the SNR by reducing the background noise level while keeping the sharp edge and the contrast of gray matter and white matter of high resolution T2WI on 7T system and provide microscopic spatial resolution. Fig.1 Image comparison between Non-DLR and DLR reconstruction on a monkey T2W slice. The background noise and the truncation artifacts were suppressed while the sharp structural edge information was retained.



PS11-6 Convolutional neural network based deep learning noise reduction algorithm for radial sampling on Brain imaging

頭部撮像におけるラディアルスキャンにおける CNN ベースのディープラーニングノイズ低減

森分 周子, 慧祐 西尾, 伊藤 公輔, 瀧澤 将宏

Chikako Moriwake, Keisuke Nishio, Kosuke Ito, Masahiro Takizawa

MR Development Department MS R&D Division Medical System Research & Development Center

【要旨】 A Convolutional neural network based deep learning noise reduction algorithm for radial scan was developed. In this study, visualizations of image were evaluated on the typical image kinds consists of brain routine examination such as T2WI, T1WI, FLAIR, and T2*WI.

[Introduction]

Radial sampling has a feature which is robust against patient motion during scan because echo signal near k-space center position was acquired many times. However, it needs more echo signal to obtain same spatial resolution because outer region of k-space was sparse, and it results in longer scan time than cartesian sampling. Recently, many noise reduction algorithm including iterative reconstruction algorithms were developed for the purpose of reducing noise [1]. These algorithms could be utilized to reduce scan time. Furthermore, a deep learning reconstruction (DLR) algorithm consists of convolutional neural network was also developed and widely used to cartesian scan [2]. The DLR noise reduction uses noise distribution in the target image for tuning denoising level [3]. As for radial sampling, radial k-space sampling causes streak artifacts on background area of image. Thus, evaluation of DLR performance on the radial sampling must be needed.

[Methods]

Experiment was conducted on a 1.5T whole body MRI system. The study was approved by the ethics committee of FUJIFILM Healthcare Corp. The 16ch head coil was used to scan Brain protocol consists of T2WI, T1WI, FLAIR, and T2*WI which radial sampling can be applied. In the reconstruction process, the conventional reconstruction (CR) and iterative noise reduction (INR) were used for comparison with one healthy volunteer. Each image was acquired with the reference protocol and 30% reduced scan time protocol. The DLR levels used for this study were three (light/medium/heavy). For the image evaluation, quantitative evaluation was performed by five qualified radiological technologists in the point of overall artifact, image contrast, and visualization of small structure.

[Results and Discussions]

No remarkable artifacts were seen on DLR results and DLR showed good performance on reducing noise. As for DLR level, light was increasing SNR with keeping structure. In the INR process, degradation in SNR caused by parallel imaging (especially for g-factor) was reduced before DLR was applied. So, the combination of INR and DLR was more effective for reducing noise. It is expected that further reduction in scan time might be achieved by adjusting scan parameters and combining another denoising processing on parallel imaging.

[Conclusion]

The CNN-based DLR algorithm reduced noise and lead further reduction of scan time for radial sampling Brain protocol.

[References]

- [1] H. Shoji, et al., 50th JSMRM (2022), PP08-5
- [2] M. Takizawa, et al. 48th JSMRM (2020), P-044.
- [3] A.Suzuki, et al. ISMRM (2023), 4193

PS11-7 Deep learning reconstruction enables high-resolution 3D imaging at 7.0T with improved image quality and consistent contrast and volumetry

ディープラーニング再構成による画質向上と一貫したコントラストおよびボリウム解析を両立した高分解能7.0T 3D イメージング

名内 存人¹, 若山 哲也¹, 鈴木 千里², 上野 賢一², ワゴナー アレン², 上口 裕之²

Arihito Nauchi¹, Tetsuya Wakayama¹, Chisato Suzuki², Kenichi Ueno², Allen R. Waggoner², Hiroyuki Kamiguchi²

¹GE HealthCare, ²RIKEN Center for Brain Science

【要旨】 By utilizing DLR for 3D volume acquisitions on 7.0T MRI, we showed significant SNR improvement of human brain high-resolution MP-RAGE, while GM/WM contrast and results of volumetric analysis were consistent between DLR and non-DLR.

【Objective】 Recently, a deep-learning reconstruction (DLR) has become available and already been widely used in the routine clinical practice on 1.5T and 3.0T systems. However, it is unclear that the DLR is also effective in a research domain using an ultra-high field MRI such as 7.0T. The objective of the current study is to investigate whether a newly developed 3D DLR has a good performance on T1-weighted magnetization-prepared rapid gradient echo (MP-RAGE) and keeps contrast and volumetry at 7.0T.

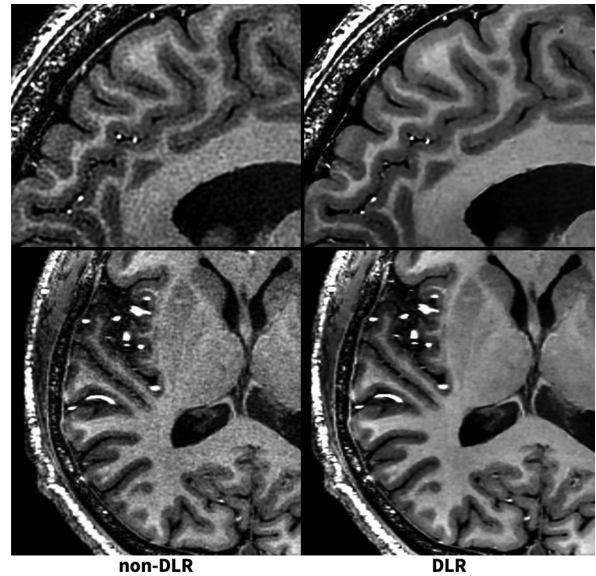
【Method】 MP-RAGE pulse sequence was used for acquiring thin-slice high-resolution T1 weighted images (T1WI) on 7.0T system (SIGNA™ 7.0T, GE HealthCare). The acquisition parameters were as follows: TR/TE/TI = 3,870ms/4.6ms/1,163ms; flip angle = 8°; slice thickness = 0.7mm; field of view = 22.0 × 19.8cm; acquisition matrix = 400 × 400; HyperSense = 1.2; scan time = 5:13. A 32-channel receive and 2-channel transmit head coil (Nova Medical inc.) was used for scanning healthy human brain. After the data acquisition, we used prototype off-line reconstruction using deep learning algorithm. Both DLR and non-DLR images were compared to investigate the SNR of gray matter (GM) and white matter (WM) between DLR and non-DLR, calculated from ROI average divided by standard deviation within the same ROI. SPM12 (Wellcome Trust Centre for Neuroimaging, University College London) was used to automatically segment and analyze brain volumes of GM, WM and cerebrospinal fluid.

【Result】 The SNR of human brain GM/WM after DLR was significantly higher than non-DLR image at 7.0T, with approximately 150% improvement. Figure 1 shows a comparison before and after DLR and its SNR improvement. The contrast ratio of GM/WM from each ROI and the total brain volume of each segment were not different between DLR and non-DLR.

【Conclusion】 DLR significantly improved the SNR of high-resolution 3D T1WI on 7.0T system. On the other hand, analyses of GM/WM contrast and volumetric measurement showed consistent results between DLR and non-DLR, which means the potential of DLR not only for clinical use but also for Neuroscience research.

【Reference】

Lebel et al. *Proc. Intl. Soc. Mag. Reson. Med.* **30**: 1060 (2022)



PS12-1 Fundamental study of Deep Learning reconstruction parameter in knee joint MRI

膝関節MRIにおけるDeep Learning再構成パラメータの基礎検討

篠ヶ瀬 知, 石田 貴廣, 市野 智史, 明河 慶尚, 原田 潤, 屋宜 直行, 北村 秀秋, 長谷川真一

Kazu Sasagase, Takahiro Ishida, Satoshi Ichino, Yoshinao Akegawa, Jun Harada, Naoyuki Yagi, Hideaki Kitamura, Shinichi Hasegawa

Center Hospital of the National Center for Global Health and Medicine

【要旨】 By using the image reconstruction method Deep Resolve that utilizes Deep Learning, noise removal and super resolution of MRI images are now possible. The purpose of this fundamental study is to examine the parameters of Deep Resolve in knee joint MRI.

【背景・目的】 人工知能の手法の一つである深層学習を用いたDeep Learning再構成を使用することにより、MR画像のノイズ除去や超解像化が可能になった。当院においてSIEMENS社製MRI装置のアプリケーションソフトにおいてDeep Learningを活用した画像再構成法Deep Resolve(以下、DR)が使用可能となった。Deep Resolveには、MR画像のノイズ除去技術であるDeep Resolve Gain(以下、DRG)と空間分解能を向上させるDeep Resolve Sharp(以下、DRS)の2つのパラメータがある。DRGは8段階の強度で変更可能、DRSはONとOFFで設定できる。本研究では、高い空間分解能と高いSNRが求められる膝関節MRIにおけるDRGとDRSを変更させた際の基礎的検討を目的とする。【方法】装置はSIEMENS社製MAGNETOM Vida 3T、コイルはTx/Rx knee 18ch Coilを使用した。本研究では、倫理承認を得た期間に撮像された膝関節MRIの脂肪抑制プロトン強調画像を対象に、DRG(強度1-8)とDRS(OFF, ON)のパラメータをそれぞれ変化させて再構成を行い、物理的評価と視覚的評価を実施した。物理的評価では、前十字靭帯、骨、半月板、軟骨にそれぞれROIを設定し、同一関心領域法にて信号雑音比(SNR)、空中信号法にてコントラスト雑音比(CNR)を算出し、DRGとDRSでそれぞれ比較した。また、視覚的評価では、診療放射線技師6名が4段階評価(4:Excellent, 3:Good, 2:Fair, 1:Poor)でおこないスコアを算出して比較した。【結果】物理的評価では、DRGの設定をDRG-1からDRG-8に高くすると、SNRおよびCNRも高くなる傾向を示した。また、DRS-OFFとDRS-ONの比較では、OFFの方がSNRおよびCNRともに高い値を示した。視覚的評価では、DRS-OFFではDRG-2, 3, でDRS-ONではDRG-2, 3, 4で平均スコア3以上を示した。また、DRS-OFFとDRS-ONのそれぞれでDRG-8が最も低いスコアであった。【結論】Deep Resolveを使用した画像では、物理的評価と視覚的評価の結果に乖離があることが示唆された。DRSおよびDRGは施設ごとに適切な設定することが必要である。

PS12-2 Initial examination of UTE with CG-RECON

CG-Recon併用UTEの初期検討

篠原 郁人, 竹本 周平, 佐野雄一郎, 矢野竜太郎

Ikuto Shinohara, Shuhei Takemoto, Yuichiro Sano, Ryutarō Yano

MRI Sales Department, Canon Medical Systems Corporation

【要旨】 Initial examination was conducted using a CG-Reconstruction method that directly reconstructs echo data collected by Ultra Short TE radial sequence. UTE with CG-Recon enables the comparable image quality to conventional UTE with fewer spoke trajectories and reduces the scan time for UTE imaging.

従来のUTEはラジアル収集したSpoke状のエコーデータを、直交座標系に間接的に変換し再構成している。Spoke数が少ない条件下においては、直交座標系への充填が不足し、結果としてボケやストリークアーチファクトが生じる。CG-Reconを併用したUTE法を開発し、初期検討を行った。事前に同意の得られた健康ボランティア5名において足関節のUTE撮像を行い、従来法と本法における画質評価を行った。使用装置はキヤノンメディカルシステムズ社製3テスラ装置 Vantage Galan3T、RFコイルは16chフレキシブルSPEEDER、基本シークエンスはUTEマルチエコーを用いた。検討パラメータとして、従来法に対し充填率を50%に減らした。撮像時間はそれぞれ5分24秒、2分43秒であった。評価方法は、定量評価としてSNR計測を行い、定性評価として有識者3名による構造の見やすさ、アーチファクトの有無について3段階の視覚評価を行った。SNR計測では同Spoke数の場合、本法は従来法と同等であった。またSpoke数50%においても本法は従来法相当のSNRを担保できた。視覚評価では従来法に対し本法はSpoke数50%の場合、構造の見やすさ、およびストリークアーチファクトについて差異はなかった。CG-Recon併用UTE法は、従来法よりも少ないSpoke数で画質担保が可能であり、UTE撮像の検査時間の短縮が可能であった。

PS12-3 Investigation of the usefulness of 3D imaging in flexor tendons

屈筋腱における3D撮像有用性の検討

森山 康基¹, 星野 幸宏²

Koki Moriyama¹, Yukihiro Hoshino²

¹Medical Scanning Omiya, ²Medical Scanning Ikebukuro

【要旨】 For flexor tendon imaging, there is concern about magic artifact effects when the tendon angle is close to 55 angles in the static field direction. The 3D-MEDIC method is useful for imaging flexor tendons because of its high CNR and low susceptibility to magic artifacts.

【背景・目的】 当院では屈筋腱MRI撮像の場合、従来2D撮像のみを行っている。3次元的な評価が出来ないかと問い合わせがあり、3D撮像について検討することとなった。比較的短時間かつ高分解能撮像可能なT1-3D-Flash法、3D-MEDIC法を用い検討することとした。長拇指屈筋腱や小指屈筋腱は腱走行の角度が静磁場方向55°方向に近くなりMagic angle artifactの影響も無視できない。そこでT1-3D-Flash法、3D-MEDIC法とMagic angle artifact、およびCNR測定にて比較を行い、屈筋腱撮像における有用性を検討した。**【使用機器】** SIEMENS社MAGNETOM Spectra 3T (VE11) Flex small 4ch coil **【検討方法】** 有志ボランティア6名にて比較検討をおこなった。手部は中間位、冠状断撮像にて検討。検討した条件は3D-MEDIC TE15ms (combined echo:3 TR22ms) T1 3D Flash in-phase TE 2.46ms, 4.92ms, 7.38ms, 9.84ms (TR14ms) スライス厚は0.6mmにて統一。各条件においてMagic angle artifactの出現部の腱、静磁場方向に平行な腱それぞれにROIを設定し信号強度の比を求めた。また、静磁場方向平行腱と拇指内転筋にてCNRを測定した。測定には空中組織法を使用した。**【結果】** T1 3D Flash TE2.46msの場合、Magic angle artifactが顕著に出現し、平行腱の最大20倍の信号値を示した。TE4.92ms, 7.38ms, 9.84msはそれぞれ3~4倍, 2~4倍, 1.3~4倍の信号値を示した。TE15msの3D-MEDICにおいては1.1倍程度と大きな変化が見られなかった。CNRはT1 3D FlashはTE2.46ms:61.2 TE4.92ms:59.0 TE7.38ms:44.0 TE9.84ms:25.3とTE延長により大きく劣化した。3D-MEDIC TE15ms:65.5であった。**【考察】** T1 3D FlashではTEが短いほどCNRが良好であるがMagic angle artifactの影響が大きく出現し、疑陽性と捉えられてしまうリスクが存在すると思われる。TE9.84msにおいてもMagic angle artifactは出現した。更にTE延長によるCNRの低下が大きくあらわれた。3D-MEDIC TE15msにおいてはmulti echoの恩恵もありCNRが高く、Magic angle artifactの影響も少なく、屈筋腱撮像において有用性が高いと考えられる。TEが延長する程、屈筋腱画像で問題となりうるMagic angle artifactの影響は減少するが、CNRの劣化、磁化率の影響による画質劣化も出現する。過剰なTE延長は避けるべきと考えられる。

PS12-4 AI quantification of enhanced synovium for the whole hand in rheumatoid arthritis on dynamic contrast-enhanced MRI

造影ダイナミックMRIにおいて関節リウマチの造影滑膜を手全体でAI定量する研究

毛 懿俊¹, 今堀 稀子¹, 房 宛宣¹, 杉森 博行², 木内 信司³, Kenneth Sutherland⁴, 神島 保²

Yijun Mao¹, Kiko Imahori¹, Wanxuan Fang¹, Hiroyuki Sugimori², Shinji Kiuch³, Kenneth Sutherland⁴, Tamotsu Kamishima²

¹Graduate School of Health Sciences, Hokkaido University, Hokkaido, Japan, ²Faculty of Health Sciences, Hokkaido University, Hokkaido, Japan, ³AIC Yaesu Clinic, Tokyo, Japan, ⁴Global Center for Biomedical Science and Engineering, Hokkaido University

【要旨】 We present an AI-based classification model of synovitis pixels while excluding arteries on dynamic MRI. The best optimal performance was achieved with phases 1-23, providing a robust quantitative assessment of inflammatory activity in RA.

【Objective/Background】 To propose an automatic end-to-end artificial intelligence (AI) approach combining unsupervised segmentation and supervised classification method, along with an optimized dynamic MRI protocol, for quantifying disease activity in rheumatoid arthritis (RA) in the whole hand while excluding arterial pixels. Our model was evaluated as an alternative for the gold-standard manual synovitis contour outlining.

【Method】 This retrospective study involved 12 RA patients, with 11 patients used for training the AI classifier model and the remaining one used for testing, repeating 12 times in turn. An mDixon sequence on a 3.0T MR scanner was used. Under the guidance of an experienced musculoskeletal (MSK) radiologist, two researchers delineated 97 freehand regions of interest on DCE-MRI and obtained one-dimensional time-intensity data of synovitis pixels (n = 2342) and artery pixels (n = 2660). In the image preprocessing stage, a median filtering was used to remove isolated noise, while the phase only correlation (POC) algorithm was used to calculate the offset of other phases to the phase with the most obvious synovitis features; the mean offset was used for DCE-MRI registration. In the segmentation stage, the pixel segmentation threshold was set at the phase of Time to peak using Otsu's binarization method, calculating the upper confidence bound at 75% confidence level. The unsupervised k-means image segmentation method was then used to cluster pixels with those values greater than the threshold, obtaining the highest intensity area. In the classification stage, training data feature was extracted in the layers of dilated causal convolution and long-term dependencies in the time series data was captured and classified into synovitis and arteries in the layers of long short-term memory, followed by fully connected layer. During training, the number of DCE-MRI phases was gradually reduced from 27 to 5 by 2 phases, creating a classification model for each number of phases and case. The accuracy of the classification under different phases was compared using 58 auto-segmented testing ROIs primarily containing synovitis and arteries to determine the best optimal classification phase. The performance of the AI-based model was validated by analyzing the correlation between the resulting colormap, representing inflammatory activity, with the RAMRIS scores evaluated by an experienced MSK radiologist.

【Result】 During the AI model training, the accuracy decreased as the number of phases reduced, but it remained above 90% until 11 phases. Based on the testing results, the best classification performance was achieved with phases 1-23. The Spearman correlation analysis between the colormap generated by the AI-based model and the RAMRIS scores demonstrated almost perfect agreement ($r = 0.917$, $p < 0.001$).

【Conclusion】 Our AI-based classification model effectively identified synovitis pixels while excluding arteries. The best optimal performance was achieved with phases 1-23, providing a robust quantitative assessment of inflammatory activity in RA. Our model can replace manual synovitis contour outlining for quantitative analysis.

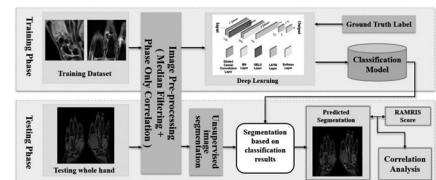


Fig.1. The flowchart of AI-based model.

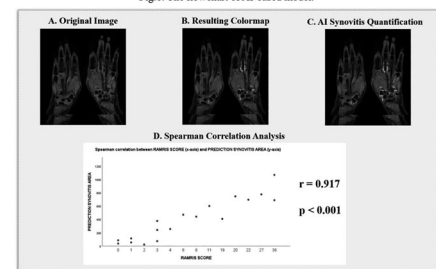


Fig.2. Comparison of AI prediction and ground truth colormap in the quantification of synovitis. A: The original image. B: The segmentation prediction results of synovitis and arteries, after extracting the highest intensity area automatically. Green represents synovitis pixels, while red represents artery pixels. C: The quantification of inflammatory activity excluding artery pixels. D: Spearman correlation analysis between all quantitative synovitis area prediction results and RAMRIS scores.

PS12-5 T2* mapping with ultra-short echo time (UTE) -MRI by cartilage in relation to histopathologic finding

Ultra-short echo time (UTE) による軟骨の T2* マッピングと組織学的評価との関連

今村 壘¹, 寺本 篤史², 岡田 葉平², 村橋 靖崇², 赤塚 吉紘¹, 中西 光広¹, 渡邊 耕太³, 山下 敏彦²

Rui Imamura¹, Atsushi Teramoto², Yohei Okada², Yasutaka Murahashi², Yoshihiro Akatsuka¹, Mitsuhiro Nakanishi¹, Kota Watanabe³, Toshihiko Yamashita²

¹Division of Radiology and Nuclear Medicine, Sapporo Medical University Hospital, ²Department of Orthopaedic Surgery, Sapporo Medical University School of Medicine, ³Second Division of Physical Therapy, Sapporo Medical University School of Health Science

【要旨】 This study was performed to determine if there is an association between UTE-T2* values by cartilage layer and histological degeneration in knee osteoarthritis (OA). The UTE-T2* values suggested a potential application in monitoring early cartilage degeneration.

【目的】 近年, MRI は軟部組織の形態評価だけでなく, 質の評価が可能となっている。Ultra-short echo time (UTE) シーケンスによる T2* マッピングは, 定量値として T2* 値を算出でき, 軟骨のように T2 値が短い組織におけるより詳細な評価の可能性が示唆されている。本研究の目的は, 膝 OA の軟骨層別の MRI UTE-T2* 値と組織学的変性度との関連を解析することである。【方法】対象は内側型の症候性膝 OA に対して人工膝関節置換術を施行した 7 膝 (平均 74.3 歳, 女性 5 例) であった。また, 単純 X 線像および MRI による精査で有意な所見を認めなかった 4 例 4 膝 (平均 66.3 歳, 女性 3 例) をコントロール群とした。撮像機器は, 3T-MRI (Ingenia; Philips Healthcare) を用い, T2* 値計測の UTE シーケンス (TR; 27ms, TE; 0.16/4.5/9.0/13.4/17.8/22.3 ms, スライス厚; 3mm, ボクセルサイズ; 0.67 × 0.67mm, スキャン時間; 8 min 44 s) を矢状断にて撮像した。T2* 値の計測は, 軟骨厚に対して 3 等分し深層, 中間層, その両層で計測した。軟骨表層と関節液はともに T2* 値が高値を示し分離が難しく過大評価する可能性があるため除外した。組織学的変性度は Mankin system にて評価し, 3 点以下を early OA 群, 4 点以上を advanced OA 群と定義した。術前に撮像し得られた層別の T2* 値と組織学的変性度との関連を解析した。【結果】7 膝の外側脛骨から 27 個のサンプルを採取することができ, early OA 群は 9 サンプル, advanced OA 群は 18 サンプルであった。コントロール群と比較して early OA 群では深層 (平均値差 9.5ms; 95% 信頼区間 (CI) 2.2- 12.4; $p = 0.001$), 中間層 (平均値差 8.3ms; 95%CI 3.0- 19.4; $p = 0.007$), 深層+中間層 (平均値差 9.4ms; 95%CI 3.7- 14.6; $p = 0.002$) で T2* 値の平均が有意に延長した。advanced OA 群では early OA 群に対し深層 (平均値差 8.4ms; 95%CI 0.6- 10.8; $p = 0.025$), 中間層 (平均値差 9.5ms; 95%CI 1.5- 17.5; $p = 0.009$), 深層+中間層 (平均値差 9.8ms; 95%CI 2.7- 13.2; $p = 0.007$) で T2* 値の平均が有意に短縮した。【考察・結語】 early OA 群の T2* 値延長は, 軟骨変性早期のコラーゲン配向不整化に対し, 水分子の移動性が増加したことが起因していると考えられる。さらに組織学的変性度が進行するとプロテオグリカンとそれに結合する水分子の減少を T2* 値短縮として捉えたと考えられる。軟骨における層別の UTE-T2* 値は組織学的変性度と関連し, 早期の軟骨変性のモニタリングに応用できる可能性が示唆された。

PS13-1 Investigation of self-made skin markers for positioning using oral contrast medium for MR during small-diameter loop coil DWI imaging.

小径LoopコイルDWI撮像時におけるMR用経口造影剤を使用した位置決め用自作皮膚マーカの検討

平田 恵哉, 林 亮子, 富田紗詠子, 黒田奈菜子, 長迫 千寛, 佐藤恵梨子, 加藤 靖博, 佐藤 穂波, 薬司 康平, 西郡 健太, 諸田 悠也, 櫻田 尚, 中村 公亮, 山村 博

Keiya Hirata, Ryoko Hayashi, Saeko Tomida, Nanako Kuroda, Chihiro Nagasako, Eriko Satou, Yasuhiro Katou, Honami Satou, Kouhei Yakushi, Kenta Nishikoori, Yuuya Morota, Shou Kashida, Kousuke Nakamura, Hiroshi Yamamura
Department of Radiological Technology, Kanazawa Medical University Hospital

【要旨】 At our institution, skin markers are always used in subcutaneous soft tissue examinations using small-diameter Loop coils, but artifacts from the markers themselves have been a problem. Therefore, we investigated the possibility of using an oral contrast medium as a low-cost skin marker.

【目的/背景】 当院では小径Loopコイルを使用した皮下軟部腫瘍撮像時には必ず皮膚マーカを使用している。MR専用の皮膚マーカは比較的高コストであるが、健康食品のオイル系サプリメントカプセル剤をマーカの代用としていたが、Single-Shot-EPI DWI (DWI) において残存したマーカ信号が病変に影響を及ぼす事例を経験した。本研究の目的は小径LoopコイルDWI撮像にて影響を及ぼさない低コスト皮膚マーカを検討することである。

【方法】 先行研究¹⁾より自作皮膚マーカに用いる材料は低コストで容易に入手が可能であり、万が一マーカが破損した場合でも人体に安全で再作成が容易であるものを条件とした。使用装置：シーメンス社Avanto1.5T、コイル：Loop7cm。内容量6mlのプラスチック容器に経口造影剤(ポースデル：協和キリン)、ペビーオイル、サラダオイル、オリーブオイル、水、希釈Gd溶液を封入したマーカを作成した。プラスチック容器に寒天を固めたものをベースファントムとし、マーカを並べて同一断面で撮像を行った。TSE-T1WI、脂肪抑制TSE-T1WI、TSE-T2WI、脂肪抑制TSE-T2WI、ロカライザー用SSFP、ロカライザー用GRE-T1WI、DWIを撮像して信号強度およびアーチファクトを検討した。

【結果】 DWIにおいて経口造影剤以外のすべてのマーカ信号が残存した。水と希釈Gd溶液は残存信号が直接ベースファントム信号に重なった。ペビーオイル、サラダオイル、オリーブオイルのオイル系マーカは低信号ではあるが信号が残存し、スライス位置によってはベース信号にアーチファクトが発生した。いずれの場合においてもスライスグループの中心から離れたスライスで影響が顕著であった。経口造影剤はDWI元画像およびADCにおいてはほぼ信号が同定できずアーチファクトも最小であった。ロカライザー用GRE-T1WIでは高信号、T1WIおよびSSFPでは中等度信号、T2WIでは無信号となった。

【考察・結論】 経口造影剤以外のマーカ（特にオイル系）は静磁場不均一があった場合、DWIで信号が残存することでアーチファクトが発生する可能性がある。当院装置の単一Loopコイルを使用した撮像ではパラレルイメージングが使用不可能であり、DWIの歪みの影響を最小限に抑える為にPhase FOVを可能な限り絞って撮像する必要がある。実際の臨床現場ではDWIを撮像して初めて残存マーカ信号のケミカルシフトや2/Nが病変に重なっていることに気づく事例がある。DWI撮像時にポジショニングの工夫や位相スワップ等の回避策も考えられるが、撮像部位や患者状態によってはポジショニング工夫が困難であることや、装置性能に依存して位相スワップ時の画質低下の影響は避けられない。今回検討した経口造影剤マーカはTSE-T2WIで同定できない欠点があるが、TSE-T1WIやSSFPおよびGRE-T1WIで信号は同定可能であり、実用上問題になることは無いと思われる。万が一マーカが破損した場合でも本来は経口造影剤であるので皮膚への攻撃性は少ないと思われる。希釈Gd溶液でも同等のマーカが作成可能と思われるが、今回の検討では信号残存があり、さらに毎回安定した濃度での作成は困難と思われる。経口造影剤をMRI皮膚マーカとして使用することは本来の使用法とは異なる問題点があるが、単一Loopコイルを使用した皮下軟部組織DWI撮像におけるアーチファクトの影響を最小限にできる皮膚マーカとして選択肢の一つとなりえる。

1) 日放技誌：高津安男, 梅崎好永, 宮地利明, 他：MRI用皮膚マーカについての検討

PS13-2 The dedicated fast Radio Frequency (RF) transmitter gain adjustment method by using fast B1map measurement method

高速B1mapシーケンスを用いたRF照射ゲインのチューニング手法

瀧澤 将宏, 伊藤 公輔

Masahiro Takizawa, Kosuke Ito

MS R&D Department, Medical System Research & Development Center, FUJIFILM Healthcare Corporation

【要旨】 The dedicated fast Radio Frequency (RF) transmitter gain adjustment method by using fast B1map measurement method was developed. This method utilized B1map for the estimation of B1 value in the target area, and RF transmitter gain can be adjusted within 2 second.

【Introduction】

In MRI, it is necessary to adjust the RF transmitter gain (RF Gain) for each patient so that the flip angle used in the imaging sequences become appropriate. Usually, this adjustment would be performed in the pre-scan stage. The conventional method measures signal by changing the RF Gain, and the gain which has most large signal intensity would be selected as the result. It is often observed that the result gain varied caused by sensitivity distribution of revive coil, patient positioning, and energy absorbed to the patient. Furthermore, for the extremity region, it is expected that RF Gain liked to be adjusted according to the local area in the patient which were imaged. We developed the dedicated fast RF Gain adjustment method by using fast B1map measurement method.

【Methods】

<Sequence>

The B1map measurement method consists of an inversion recovery pulse and multiple rapid image acquisitions at different inversion time [1]. Both B1 and T1 were estimated from signal change according to the inversion time at each position in the images. To shorten the measurement time, the number of slices was set to 1 and acquisition matrix was 32 x 32. The resulting time was less than 2 seconds.

<Calculation>

A representative B1 value was calculated from B1map measured by using initial RF Gain value. Then target RF Gain value was calculated as follows,

$$RFGain_{Target} = B1_{Target} / B1_{Rep.} \times RFGain_{Initial}$$

In this process, a linear function was used to set B1 target value. For the body parts lying near the center of table, the representative B1 value was calculated by averaging B1 value for the entire B1map. For the other body parts, such as extremity, B1map was cut out corresponding to the region of interest in advance of averaging.

<Volunteer study>

Experiment was conducted on a 1.5T whole body MRI system. The study was approved by the ethics committee of FUJIFILM Healthcare Corp. Twelve typical anatomical regions, Brain, C/T/L Spine, Abdomen, Pelvis, Shoulder, Elbow, Wrist, Upperleg, Knee, and Ankle were selected for the evaluation. Both the conventional method and the B1map method were used for 3 healthy volunteers, and measurement was performed three times.

【Results】

The resulting B1 values calculated from B1map by using the resulting RF Gain were compared. For the center body parts, the difference in the resulting B1 value was up to 5%. For the extremity regions, the standard deviation in the difference becomes large and the difference was up to 10%.

【Discussions】

In the case of the upper extremity, the conventional method adjusts RF Gain from the signal including the trunk region. For the proposed method, it is possible to adjust RF Gain from the information according to the imaging area. In this study, the RF Gain was adjusted at the imaging center slice position. By increasing the number of slices for B1map, it is possible to estimate the RF Gain for a wide range of imaging.

【Conclusion】

The dedicated fast B1map acquiring method enables fast RF Gain adjustment within 2 second.

【References】

[1] K. Ito, et al., Proc. Intl. Soc. Mag. Reson. Med. 21 (2013), 2599.

PS13-3 Iterative reconstruction of parallel imaging for radial sampling on Brain imaging

頭部撮像におけるラディアルスキヤンの繰り返しパラレルイメージング再構成

瀧澤 将宏, 庄司 博樹, 西尾 慧祐, 岡 邦治

Masahiro Takizawa, Hiroki Shoji, Keisuke Nishio, Kuniharu Oka

MS R&D Division, Medical System Research & Development Center, FUJIFILM Healthcare Corporation

【要旨】 An Iterative Parallel Reconstruction (IPR) method for radial scan was developed. In this study, visualizations of image were compared between iterative noise reduction (INR) and IPR on the typical image kinds consists of brain routine examination such as T2WI, T1WI, FLAIR, and T2*WI.

【Introduction】

Radial sampling has a feature which is robust against patient motion during scan because echo signal near k-space center position was acquired many times. However, it needs more echo signal to obtain same spatial resolution because outer region of k-space was sparse, and it result in longer scan time than cartesian sampling. Recently, many iterative reconstruction algorithms were developed for the purpose of reducing noise and/or wrap artifacts of parallel imaging [1][2]. These algorithms could be utilized to reduce scan time. In our previous study, we applied the iterative noise reduction (INR) to radial sampling for the purpose of reducing scan time of Brain imaging [3]. Further reduction of scan time might be achieved by using the iterative parallel reconstruction (IPR), we investigate the performance in this study.

【Methods】

INR unfolds folding artifacts caused by parallel imaging in image domain. On the other hands, IPR fills unsampled k-space line by iterative processing. Thus, IPR has a feature that artifacts during the unfolding process were unlikely to occur in large reduction factor case. Experiment was conducted on a 1.5T whole body MRI system. The study was approved by the ethics committee of FUJIFILM Healthcare Corp. The 16ch head coil was used to scan Brain protocol consists of T2WI, T1WI, FLAIR, and T2*WI which radial sampling can be applied. Three kinds of reconstruction method, the conventional reconstruction (CR), INR, and IPR were used for comparison on the images acquired with one healthy volunteer. Each image was acquired with the reference protocol and reduced scan time protocol. For the image evaluation, quantitative evaluation was performed by five qualified radiological technologists in the point of overall artifact, image contrast, and visualization of small structure.

【Results and Discussions】

INR had artifacts and degraded SNR on the case of scan time reduction protocol. In all case, IPR showed good performance in image quality than INR, especially for reducing artifacts. INR unfolds folding artifacts by each blade thus g-factor becomes large in the large reduction factor case. Furthermore, number of blades decreasing according to increase reduction factor. IPR has an advantage in the reduction case because k-space lines were mixed in the reconstruction process. It is expected that further reduction in scan time might be achieved by adjusting scan parameters and combining another denoising processing such as deep learning denoising.

【Conclusion】

The IPR achieved further reduction of scan time for Brain protocol.

【References】

[1] Shirai, et al., JSRT 0431

[2] H. Shoji, et al., 50th JSMRM (2022), PP08-5

[3] M. Takizawa, et al. 48th JSMRM (2020), P-044

PS13-4 Detection of error pixels in actual flip angle imaging using phase information at 7T

7T actual flip angle imaging法における位相情報を用いた計測エラー画素の検出

松田 豪, 森 太志, 上野 育子, 山下 典生, 佐々木真理

Tsuyoshi Matsuda, Futoshi Mori, Ikuko Uwano, Fumio Yamashita, Makoto Sasaki

Division of Ultrahigh Field MRI, Institute for Biomedical Sciences, Iwate Medical University

【要旨】 To optimize scanning parameters for actual flip angle (FA) imaging at 7T, we attempted to detect error pixels on the obtained FA images using phase information. The developed method can readily detect the error pixels and can determine the scan parameters for accurate FA measurements.

【目的/背景】 高磁場MRIでは生体内の送信磁場(B1+)分布の不均一に起因する信号強度分布の不均一が生じる。そのため、特に定量解析の際にはB1+を計測し信号強度を補正する必要がある。B1+分布の計測法の一つであるactual flip angle (FA) imaging (AFI)法は、全脳の計測が可能で、生体由来の干渉による計測誤差が少なく、適切な設定FAを用いて撮像すれば高い精度が期待できる[1]。しかし、励起FA値が90度を超える画素では、縦磁化の極性反転によって計測値に大きなエラーが生じることを我々は明らかにしてきた[2, 3]。特に超高磁場ではB1+分布不均一が大きいため、全画素において計測エラーを回避しうる撮像条件(設定FA)の決定が困難である。そこで、AFI法の2種の元画像間の位相差を用いて計測エラー画素を表示する手法を開発し、全脳領域で正確な計測が可能な撮像条件を求めることができるか検証した。

【方法】 使用装置は7T MRI (Discovery MR950, GE Healthcare)と2ch送信・32ch受信コイル(Nova Medical)である。シミュレーションと寒天ファントムを用いて、種々のFA値における位相差と算出FA値との関係を検討した。ファントムではvariable flip angle法も撮像し、参照FA値とした。また、位相差閾値によって計測エラー画素を表示するプログラムを開発した。次いで、ボランティア5名を対象に、種々の撮像条件(設定FA: 10度~90度)の頭部AFI画像を撮像してエラーマップを算出した。得られたマップのエラー領域を定量的に解析することで、適切な撮像条件(設定FA)を求めた。

【結果】 シミュレーションとファントム実験より、位相差90度を計測エラーの閾値とした。ボランティアのエラーマップにおいて、計測エラー領域は設定FAが40度から60度で中央値0.2-0.4% (四分位範囲 0.1-0.4%)であったが、70度0.8% (0.4%)、80度 2.8% (0.8%)、90度 16.2% (3.2%)と上昇した。また、設定FAが30度以下では、コントラストノイズ比の低下による計測不能域が30度3.4% (1.9%)、20度 10.0% (4.2%)、10度 23.2% (7.8%)と上昇した。

【結論】 位相差を用いたエラーマップを解析することによって、当施設の7T MRI装置におけるAFI法の至適撮像条件が設定FA値40~60度であることが明らかとなった。本手法は、高磁場MRIにおけるAFI法の計測精度向上の一助になりうると考えられる。

[1] Yarnyk VL. Phys Magn Reson Med 2007, [2] 松田豪 他. 日本磁気共鳴医学会大会2022, [3] T. Matsuda, et al. MRMS 2022 (online ahead of print).

PS13-5 Basic study of fat suppression FFE3D T1 Weighted Imaging in combination with Sequential Wheel

Sequential Wheel併用脂肪抑制FFE3D T1強調画像の基礎検討

森田 裕, 竹本 周平

Yu Morita, Shuhei Takemoto

CANON MEDICAL SYSTEMS CORPORATION

【要旨】 We will compare the conventional fat suppression FFE3D T1 Weighted Imaging, the Interleave method, with the new k-space filling method, the Sequential Wheel, and report a basic study on the effect of the Sequential Wheel on image quality.

【目的/背景】 軀幹部において脂肪抑制3DT1強調画像が多用されている。効果的に脂肪抑制が効く従来法のInterleave法はk-spaceの中心を先に埋めるため、定常状態移行期の振動が画像に影響を及ぼすことが知られている。提案法のSequential WheelはSequentialの充填法にエコーサンプリングを効率化した3D収集方法であり、さらにk-spaceを分割するセグメント化が可能である。Sequential Wheelが画質に与える影響についての基礎検討をしたので報告する。**【方法】** 脂肪抑制法を併用したFFE3Dを用いて、従来法(Interleave法)および新しいk-space充填法Sequential Wheelにて、物理ファントムの撮像を行った。使用装置はキヤノンメディカルシステムズ社製1.5T装置Vantage Orianならびに、3T装置Vantage Galan 3Tを用いた。基本条件は以下の通り、FFE3D、TR7msec、TE2.4msec、FOV25.6×25.6cm、マトリクス数320×320、スライス厚3mm、NAQ1を固定条件とし、k-space充填法(InterleaveないしSequential Wheel)、充填率(65-95%)、FA(3-17deg)、Segment数(1,2,4)を検討した。定量評価としてSNR、CNR計測、ROIによるSignal Profile Curveによる半値幅計測によって従来法との比較を行った。**【結果】** 提案法と従来法のSNR比較では、FA変化においてFAが低いほどSNRが高値を示した。ROI計測においては、従来法と比して提案法は半値幅が広くなり、真値の1.3mmに近づいた。次に、k-spaceのSegment分割数とCNR計測においてはSegment数が多いほどCNRは改善した。また、充填率を少なくするほどCNRが改善した。**【結論】** Sequential Wheel併用脂肪抑制FFE3D T1強調画像は、SNR、CNR、半値幅において精度の高い画質が得られることが示唆された。

PS13-6 Development of simple computing method of transmission B1 map

送信B1分布の簡便な算出方法の提案

渡邊 英宏

Hidehiro Watanabe

Health and Environmental Risk Division, National Institute for Environmental Studies

【要旨】 A simple method of computing B_1^+ was proposed. In the case of T1W image using FLASH sequence, SI of measured image can be expressed by product of αB_1^{+2} and SI of uniform image. A B_1 map could be computed from T1W image of a human brain measured at 4.7T by the proposed method.

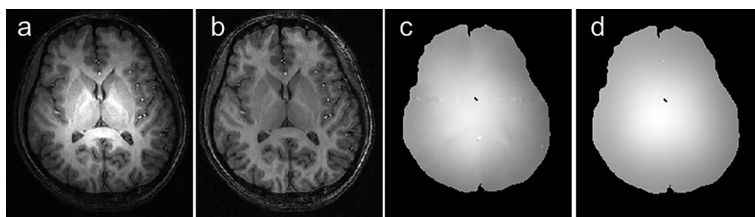
【背景】 MRIでは、RFコイルから高周波磁場を印加してスピンを励起してMR信号を取得する。この高周波磁場は送信と受信とで相違し、それぞれが B_1^+ 、 B_1^- と表せることが知られ、後者の B_1^- は、受信感度を示している。1.5T MRIの頭部撮像では、両者の分布は同等であり、問題とならない。しかし、高周波磁場の波長が、被検体サイズと同等となる高磁場MRIでは、誘電体の影響により両者の分布は不均一となり、かつ相違する。このため、画像均一補正のためには、 B_1^+ と B_1^- の両方を求める必要がある。しかしながら、 B_1^+ が測定出来るのに対して、 B_1^- は本質的に測定することが出来ない。そこでこの問題を解決するために、発表者は比例マップ法を提案、開発し、 B_1^- 分布は、比例マップ α と B_1^+ 分布との積で表せることを示した(参考文献)。この結果、 B_1^+ 分布を測定すれば画像均一化補正が出来るようになった。一方、 B_1^+ 分布は、マルチRFコイルでの送信分布の均一化調整である B_1 シミングの際にも必要となってきている。従って、高速に B_1^+ 分布を求める必要があり、このための開発が進められている。このような状況の中、今回、簡便に B_1^+ 分布を算出する方法を考案し、健康人ボランティア画像により有用性を確認したので報告する。この方法では、SPMなどのヒト脳解析ツールを用いて得られた均一化画像と、 B_1^- 分布が比例マップ α と B_1^+ 分布との積で表せることを利用して、 B_1^+ 分布を算出する。

【方法】 高磁場MRIでの画像不均一分布は、 B_1^+ と B_1^- のそれぞれの不均一分布が原因となっている。そこで、提案法は、撮像画像信号 I は、 B_1^+ と B_1^- の関数と均一化画像信号 I_{uni} との積で表せることを利用する。 B_1^- は、 αB_1^+ で表せるため、上記の関係は、 α 分布と B_1^+ 分布のみで表現出来る。今回適用したFLASHイメージングモジュールを用いるT1強調画像の場合、 $I = \alpha B_1^{+2} I_{uni}$ と表せ、この関係から、 B_1^+ を算出出来る。動作確認のため、ヒト用4.7T MRIで撮像した被験者全脳T1強調画像を用い、SPMによって画像均一補正を行った。ヒト用全身用4.7T MRI (Agilent製)を用い、RFコイルには、送受信兼用TEMコイルを用いた。算出された画像を、位相法を用いて測定した B_1^+ 分布と比較した。

【結果】 図1に、4.7T MRIで撮像したヒト脳T1W画像(a)、SPMを用いて均一化補正した画像(b)、位相法を用いて測定した B_1^+ 分布(c)、提案法を用いて算出した B_1^+ 分布(d)を示す。aに示す原画像では、高磁場MRIの特徴である被検体由来の高周波磁場の不均一分布による画像不均一分布が示されている。この画像(a)と均一化補正した画像(b)を用いて提案法により算出された B_1^+ 分布(d)は、測定した B_1^+ 分布(c)と同様の分布を示した。

【結論】 均一画像との比較から B_1^+ 分布を求めることが可能である。 α 分布はRFコイルに対して1回求めれば良く、実験的に求めても良いし、シミュレーションからも求めることが出来る。この簡便な方法は、1種類の画像から B_1^+ 分布を算出し、その他のパルスシーケンスでの画像の均一化補正に適用することが出来る。画像取得と均一化画像解析によって、 B_1 シミングにも適用が可能であり、簡便な方法のため、様々な場面で適用出来ると思われる。

【参考文献】 Watanabe H., Takaya N., Mitsumori F. (2011) Non-uniformity correction of human brain imaging at high field by RF field mapping of B_1^+ and B_1^- . J. Magn. Reson., 212(2), 426-430



測定画像 均一化補正 位相法測定 本方法
ヒト脳T1W画像 送信B1分布

PS14-1 A study of non-contrast 3D UTE-MR angiography without differential processing

差分処理を用いない非造影3D UTE-MR angiographyの検討

山越 一統, 岩佐 英範, 館野 智政, 谷澤 裕之, 国府田哲弘, 北條 友里

Kazunori Yamakoshi, Hidenori Iwasa, Tomomasa Tateno, Hiroyuki Yazawa, Akihiro Kouda, Yuri Hojo

Department of Radiologic Technology, Jichi Medical University Hospital

【要旨】 Ultrashort echo time (UTE) imaging using center-out radial sampling is problematic because of the all-around chemical shift artifact. UTE-MRA with optimized fat suppression pulse intervals maintains the inflow effect and can be used in the head and neck region.

【背景, 目的】

Center-out Radialsampling を用いた3D ultrashort echo time(UTE) を用いた画像は, 全周性のケミカルシフト artifactが生じることが知られており, 頭頸部領域のUTE-MRAは脂肪信号が血管信号の妨げとなる。また, 一般的に3D UTE-MRAは, 差分処理を行うためのマスク画像取得のための撮像時間を要する問題があり, 動きの影響を受けやすい欠点がある。そこで本研究の過去の検討において, 流体ファントムを用いて差分処理を用いない脂肪抑制併用3D UTE-MRAの至適パラメーターが検討され, 脂肪抑制パルスがinflow効果を弱めることが示唆された。今回, 健常ボランティアにおいて脂肪抑制併用UTE-MRAの有効性を確認することを目的とする。

【方法】

本研究に対して同意の得られた健常ボランティア7名(平均年齢46.9±10.7歳)の頭頸部を撮像した。撮像に対して脂肪抑制有無の両条件下にて撮像を行った。siemens社製3T装置Magnetom skyra, 受信コイルにはHead-Neck 20chコイルを用いた。撮像シーケンスはultrashort TE sequenceであるPETRA(pointwise encoding time reduction with radial acquisition)法を用いた。定量評価は筋肉と血液の信号強度より血流コントラストを算出して評価した。定性評価は5名の観測者(診療放射線技師平均経験年数18.4±4.9年)により加点方式を用いて視覚評価を行い, 平均スコアを算出して評価した。

【結果】

定量評価では, 近位側において血流コントラストは脂肪抑制パルスの有無で優位差なく同等であった。抹消側において脂肪抑制パルス併用することで血流コントラストが低下した。定性評価では血管描出の平均スコアが脂肪抑制の有無で同等の結果であった。

【結論】

Center-out Radialsampling を用いた3D UTE-MRAは脂肪抑制パルスを併用により, 流出側の血流感度が低下する。頭頸部領域において脂肪抑制パルス間隔を最適化することで, 差分処理を用いずにMRAとして用いることが期待できる。

PS14-2 Investigation of intracranial vascular visualization using 3D-single shot fast spin echo method

3D-single shot fast spin echo法を用いた頭蓋内血管描出の検討

宮本 良仁

Yoshihito Miyamoto

Medical Corporation Sumitomo Besshi Hospital

【要旨】 We investigated the feasibility of intracranial vascular wards using the SSFSE method. By using the FASE method and imaging at TE 50-70 ms, intracranial vessels could be visualized in the same way as the TOF method.

【目的】 頭蓋内血管のMRAにはtime of flight (TOF)法が多く用いられている。しかし狭窄部位ではやや過大評価となる傾向があり, また狭窄部以遠の血管が描出不良となることがある。一方single shot FSE (SSFSE)法は血流がflow voidとなり信号欠損するが白黒反転画像にすることで血管像が得られる。またTOF法で描出不良の原因となる栓流や乱流の影響を受けにくい利点もある。我々は3D-SSFSE法を用いた頭蓋内血管(中大脳動脈, 脳底動脈)の描出を検討したので報告する。**【方法】** 同意が得られたボランティアにおいて, 1. 通常SSFSE (FASE)法と可変型再収束パルス使用SSFSE (MPV)法の比較。2.1で良好なシーケンスを用いてTEを変えて血管部分と脊髄液, 脳実質それぞれのCNRを算出し各TEにおいて比較し, 最適TEを決定する。3. 撮像したデータよりVR画像を作成し, TOFで撮像したVR画像と比較する。**【結果・考察】** 1. TEが長くなるとMPV法では位相分散が進むためか, 血管部分と脊髄液との間で境界が不明瞭となった。一方FASE法では血管が明瞭に描出された。2. TEを長くすると脊髄液と血管のCNRはやや高くなるが, 脳実質と血管のCNRが低下する。特に若年者では脳実質と頭蓋内血管とが近接する機会が多いためTE50~70msが適正と考える。3. SSFSE法で得られたVR画像とTOF法で得られたVR画像を比較するとVR作成の違いでややSSFSE法が過大傾向にあるがほぼ遜色ない画像が得られた。**【結語】** 今回の検討ではFASE法を用いてTE50~70msの条件で撮像することで頭蓋内血管の描出が可能と考えられる。また, 今後この条件を用いて臨床で使用することで更なる検討を行いたい。

PS14-3 Usefulness of thin slice 3D BPAS in a short acquisition time compared with 2D BPAS

2D BPASと比較した短時間thin slice 3D BPASの有用性

増田阿紗子¹, 岩井 康典¹, 石田 智成²

Asako Masuda¹, Yasunori Iwai¹, Tomonari Ishida²

¹National Hospital Organization Nara Medical Center, ²Department of MRI Sales, Canon Medical Systems Corporation

【要旨】 Basi-parallel anatomical scanning (BPAS) is commonly used to evaluate the vertebral-basilar system. In this study, our results suggested that 3D BPAS was more useful than 2D BPAS in evaluating the vascular structure of vertebral and basilar arteries.

【目的/背景】 BPASには椎骨動脈～脳底動脈の血管構造を画像化する手法として椎骨動脈解離などの病態の判別に有用とされている。従来当院の装置ではスライス厚20mmの2D BPASを1スライスで撮像を行っていたが、1枚のスライスにて明瞭に2本の椎骨動脈と脳底動脈を描出することは困難であった。そこで1mmスライス厚3D BPASにて、撮像時間も18秒に短縮した条件にて2D BPASとの比較検討を行った。**【方法】** 使用装置はキャノンメディカルシステムズ社製1.5T MRI Vantage Orian、本研究にて同意の得られたボランティアに対して検討を行った。使用シーケンスは2D BPAS: TR3500ms, TE375ms, FOV20×20cm, Matrix352×352、スライス厚20mm、撮像時間32s、3D BPAS: 1500ms, TE150ms, FOV20×20cm, Matrix288×288、スライス厚1mm、撮像時間18s。得られた画像の脳底動脈、椎骨動脈と、左右椎骨動脈の中間のCSF、側脳室CSFそれぞれのコントラスト比を比較した。また、診療放射線技師7名で2D BPASと同じスライス厚で再構成した3D BPASと2D BPASにて、3段階評価により視覚評価を行った。**【結果】** 各コントラスト比すべてで2D BPASよりも3D BPASの方が良好な結果が得られた。総合評価においても3D BPASの方が良好な結果となった。**【結論】** 短時間thin slice 3D BPASは2D BPASよりもコントラスト比が高く椎骨脳底動脈評価において有用な可能性が示唆された。

PS14-4 Evaluating Magnetic Susceptibility of Flow Diverters in High-Resolution MRA: A Comparative Study of Time-of-flight MRA and Ultrashort-TE MRA

高分解能MRAにおけるflow diverterの磁化率効果検証: Time-of-flight MRAとUltrashort TE MRAの比較

赤津 敏哉^{1,2}, 八木澤文博², 和田 昭彦¹, 鈴木 通真¹, 福地 治之^{1,3}, 池之内 穰¹, 高野 直², 寺西 功輔⁴, 大石 英則⁵, 近藤 聡英⁴, 青木 茂樹¹

Toshiya Akatsu^{1,2}, Fumihiko Yagisawa², Akihiko Wada¹, Michimasa Suzuki¹, Haruyuki Fukuchi^{1,3}, Yutaka Ikenouchi¹, Nao Takano², Kosuke Teranishi⁴, Hidenori Oishi⁵, Akihide Kondo⁴, Shigeki Aoki¹

¹Department of Radiology, Graduate School of Medicine, Juntendo University, Tokyo, Japan, ²Department of Radiology, Juntendo University Hospital, Tokyo, Japan, ³Department of Radiology, The University of Tokyo, Tokyo, Japan, ⁴Department of Neurosurgery, Juntendo University School of Medicine, Tokyo, Japan, ⁵Department of Neuroendovascular Therapy, Juntendo University Graduate School of Medicine, Tokyo, Japan

【要旨】 We evaluated the magnetic susceptibility Surpass Streamline of a flow diverter, a treatment device for intracranial aneurysms, using TOF-MRA and UTE-MRA. UTE-MRA reduces the error rate from the truth and decrease the magnetic susceptibility on signal loss in the lumen compared to TOF-MRA.

【背景】 ultrashort TE MR angiography (UTE-MRA) はtime-of-flight MRA (TOF-MRA)と比較して磁化率効果の影響を受けにくく、脳動脈瘤血管内治療後の血管描出でTOF-MRAに優れると報告されているが、両者を定量的に比較した報告はみられない。本研究では、脳動脈瘤治療に使用されるflow diverter (FD)を材料としてUTE-MRAとTOF-MRAでの磁化率効果を定量的に比較した。

【方法】 脳実質等価T1値の模擬ファントムにSurpass Streamline (Stryker, Fremont, California, USA) (以下, Surpass)を磁場方向と平行に配置した。MRI装置は3.0 Tesla MRI scanner (Vantage Centurian, Canon Medical Systems Corporation, Japan), 使用コイルは32-channel head coilを用いた。TOF-MRAの撮像条件は, FOV = 200 mm, TR/TE = 18/3.9 ms, acquisition voxel size = 0.62 × 0.62 × 1.0 mm (phase, read out, slice), flip angle = 15 deg, band width = 122 Hz, scan time = 4 min 40 sとし, 位相方向はRL (TOF-RL)とAP (TOF-AP)を撮像した。UTE-MRAの撮像条件は, FOV = 160 mm, TR/TE = 3.7/0.096 ms, acquisition voxel size = 0.62 × 0.62 × 1.0 mm, flip angle = 10 deg, band width = 488 Hz, k-space fill ratio = 30%, segments = 100, trajectories数 = 61800, scan time = 3 min 49 sとした。各3回撮像し, 1回撮像当たり3回測定した。解析ソフト (Ziostation2 Plus 2.9.8.4, Ziostation Inc, Japan)を用いてSurpassの中央部と端の磁化率効果を評価した。磁化率効果の評価指標として, (1)サイズ測定値と(2)Surpass内信号低下を測定した。サイズ測定値は, 半値幅を用いて真値との誤差率を算出した。半値幅は, 短軸中心のRL方向にprofile curveを引き中間値の幅とした。Surpass内信号低下は, relative in-device signal (RIS)で算出した。RISは, Surpass内信号値とバックグラウンド信号値の差分を, 脳実質信号値とバックグラウンド信号値の差分で除した値とした。

【結果】 Surpass中央部の誤差率は, UTE-MRA, TOF-RL, TOF-APの順で9.4, 18.1, 24.0%であった。Surpass端の誤差率は, 21.1, 59.9, 73.7%であった。Surpass中央部のRISは, 71 ± 1.9, 61 ± 1.9, 59 ± 1.4%であり, Surpass端のRISは, 189 ± 5.3%, TOF-RLとTOF-APでは内腔観察困難であった。

【結語】 MRAでのSurpassの描出は, 磁化率効果により本来のサイズより約10%以上大きく描出される。Surpass内信号評価には, UTE-MRAが不可欠である。以上のことが定量的評価でも確認された。

PS14-5 Examination of "anterior communicating artery~basilar" separation on head MRA at our hospital

当院における頭部MRA "A-com~Basilar" 分離検討

柳谷 雄一, 大橋 勇, 中村 禎志, 山口 仁, 原田敬一郎, 古島 啓史, 落合 秀人, 藤原亜衣香

Yuichi Yanagitani, Isamu Ohashi, Teiji Nakamura, Hitoshi Yamaguchi, Keiichirou Harada, Hirofumi Furushima, Hideto Ochiai, Aika Fujiwara

Shuuwa General Hospital Radiology

【要旨】 We considered whether it is possible to separate the overlapping part of the anterior communicating artery ~ basilar artery separation in the MRA image.

【目的】 頭部MRA 3DMIP画像において, "A-com~Basilar TOP"の重なりにより描出不明瞭領域が発生。"A-com~Basilar TOP"を分離させるための方法を考え、最適なslab角度を検討した。**【方法】** 使用装置: GE社製1.5T SIGNA Explorer coil: HNS Head coil PC法によるスカウト像を新たに撮像。"ICA~Basilar TOP"を基準線としてslab角度を変更し、頭部MRAを撮像。描出不明瞭であった"A-com~Basilar TOP"が分離できたか評価した。対象は2023年5月から2023年6月までに頭部MRAを撮像した153名とした。**【結果】** MRAスカウト像としてPC法による2DMIPを撮像することにより視覚的に脳血管の位置の目安を把握することができた。slab角度をBasilar TOPからICAの「C3」湾曲部のラインに合わせることでどの患者でも"A-com~Basilar TOP"が分離された。しかし、slab角度を前傾させたことにより、MCAとslabが並走し抹消の信号が落ちてしまうことが新たな問題として挙げられた。**【結語】** "A-com~Basilar TOP"を分離させることで動脈瘤好発部位が3DMIP画像で明瞭に描出することができ、読影医からの評価を得られた。MCAの信号低下については、TR、FAを調整する事で対応する。

PS14-6 Comparison of FLEXA and 3D-TOF for Cervical MRA on 1.5T MR System

1.5T MR装置での頭頸部MRAにおけるFLEXAと3D-TOF MRAの比較

野崎 敦¹, 竹井 直行¹, 幾嶋洋一郎¹, 大湯 和彦², 掛田 伸吾³, 若山 哲也¹

Atsushi Nozaki¹, Naoyuki Takei¹, Yoichiro Ikushima¹, Kazuhiko Oyu², Shingo Kakeda³, Tetsuya Wakayama¹

¹GE HealthCare, ²Department of Radiological Technology, Hirosaki University School of Medicine and Hospital, ³Department of Radiology, Hirosaki University School of Medicine

【要旨】 We could acquire FLEXA (1:30) for cervical arteries on 1.5T, which was faster than 3D-TOF (3:39). In a side-by-side image comparison, the image quality of FLEXA was superior to 3D-TOF, in terms of vessel contrast, uniformity and conspicuity.

【目的/背景】

現在、頭頸部動脈撮像において、従来法の3D Time-Of-Flight MRA(3D-TOF)では3-6分程度の撮影時間を要している。3.0T装置では2point Dixon法を用いた非造影MRA(FLEXA)により2分程度で良好な画像が得られるとの報告があるが(Amemiya S. et al. J Magn Reson Imaging. 2022 Sep;56(3):929-941)、1.5T装置での報告はまだ無い。今回1.5T装置において頭頸部領域の3D-TOFとFLEXAの撮影を行い、神経放射線科医による画質評価を行い、FLEXAの臨床的有用性の確認をおこなった。

【方法】

健常ボランティア4名に対し、3D-TOF及びFLEXAをもちいて頭頸部MRAの撮影を行った。使用装置はGE HealthCare社1.5T system (SIGNA Artist)、使用コイルは19ch Head Neck coilである。FLEXAの撮影条件は以下を用いた: 撮影断面Axial、フリップ角10°、TR/TE1/TE2 8.4/2.1/4.2 ms、RBW 125 kHz、FOV 28×22.4 cm、収集マトリクスサイズ 280×280、ARC Factor 2、HyperSense Factor 1.7、スライス厚 2.0 mm、スラブ数 9、スライス枚数 302、ボクセルサイズ 1.0×1.0×2.0 mm、撮影時間 1分30秒。3D-TOF撮影条件は以下を用いた: 撮影断面Axial、フリップ角10°、TR/TE 23/6.8ms、RBW 25 kHz、FOV 28×25.2 cm、マトリクスサイズ 320×160、ARC Factor 2、HyperSense Factor 1.6、スライス厚 2.4 mm、スラブ数 5、スライス枚数 228、ボクセルサイズ 0.9×1.8×2.4 mm、撮影時間 3分39秒。得られたFLEXAおよび3D-TOFからMaximum Intensity Projection(MIP)像の作成をおこなった。MIP像についての評価項目は、全体評価として、1)血管/背景コントラスト、2)血管信号の均一性、3)脂肪信号の影響、さらに局所評価として、4)分岐部の描出、5)鎖骨下動脈の描出、の5つとした。1名の26年以上の経験のある神経放射線科医は、同一画面上に3D-TOFとFLEXAの複数の異なる角度のMIP画像を表示し(図1)、3段階(FLEXAが3D-TOFより劣る場合-1、同等の場合0、優れている場合+1)で評価をおこない、各5項目について平均値を求めた。

【結果】

1.5T装置においてFLEXA(撮影時間1分30秒)は3D-TOF MRA(撮影時間3分39秒)と比べて、半分以下の撮影時間で頭頸部領域のMRAを得ることができた。FLEXAと3D-TOFの対評価の結果を表1に示す。評価項目の平均値は1)血管/背景コントラスト:1、2)血管信号の均一性:1、3)分岐部の描出:0.75、4)鎖骨下動脈の描出:0.5、5)脂肪信号の影響:1、であった。いずれの症例、評価項目においてもFLEXAが劣るものはひとつも無かった。

【結論】

本研究の結果から、1.5T装置での頭頸部MRA撮像において、FLEXAは3D-TOFと同等以上の画質であることが神経放射線科医の評価によって確認できた。FLEXAはTE/TRが短いこと、2 point Dixonによる安定した脂肪抑制が、評価項目に与える影響が大きかったと思われた。今回は健常ボランティアのみでの評価であった。今後は臨床での評価を実施し、有用性の検討を行いたい。

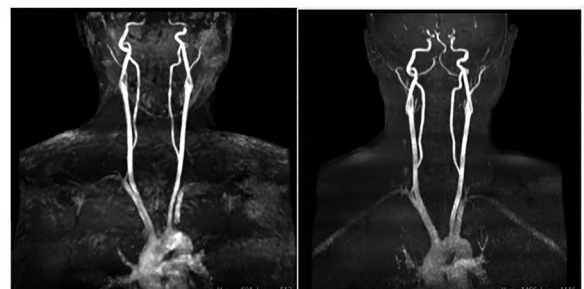


図1 3D-TOF 撮影時間3:39

FLEXA 撮影時間1:30

	Case1	Case2	Case3	Case4	平均値	
全体評価	血管/背景コントラスト	1	1	1	1	1
	血管信号の均一性	1	1	1	1	1
	脂肪信号の影響	1	0	1	1	0.75
局所評価	分岐部の描出	0	0	1	1	0.5
	鎖骨下動脈の描出	1	1	1	1	1

表1 FLEXAが3D-TOFより劣る:-1、同等:0、優れている:+1

PS15-1 Chemogenetic manipulation of the default mode network in macaque monkeys

化学遺伝学的手法を用いた神経活動抑制によるデフォルトモードネットワーク変容とその理解

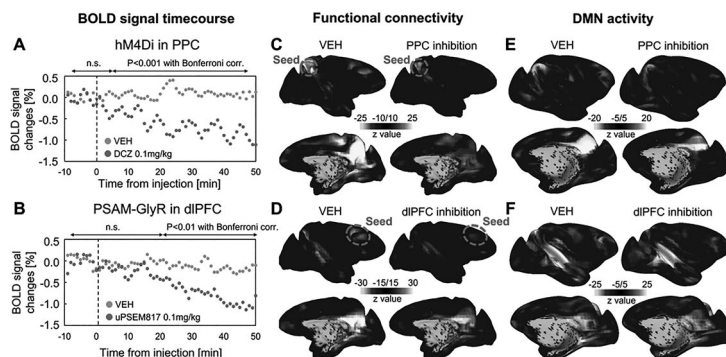
堀 祐樹¹, 永井 裕司¹, 小山 佳¹, 新田 展大², 柴田さやか², 堀 由紀子¹, 岩沖 晴彦¹, 張 明榮³, 井上 謙一⁴, 高田 昌彦⁴, 小島 隆行², 樋口 真人¹, 平林 敏行¹, 南本 敬史¹

Yuki Hori¹, Yuji Nagai¹, Kei Oyama¹, Nobuhiro Nitta², Sayaka Shibata², Yukiko Hori¹, Haruhiko Iwaoki¹, Ming-Rong Zhang³, Ken-ichi Inoue⁴, Masahiko Takada⁴, Takayuki Obata², Makoto Higuchi¹, Toshiyuki Hirabayashi¹, Takafumi Minamimoto¹

¹Department of Functional Brain Imaging, National institutes for Quantum Science and Technology, ²Department of Molecular Imaging and Theranostics, National institutes for Quantum Science and Technology, ³Department of Advanced Nuclear Medicine Sciences, National institutes for Quantum Science and Technology, ⁴Center for the Evolutionary Origins of Human Behavior, Kyoto University

【要旨】 Here, we examined the effects of chemogenetic inhibition of the core node of the default mode network on the functional connectivity and network organization in macaque monkeys using resting-state functional MRI.

【背景】 デフォルトモードネットワーク (DMN) は、内的指向処理や社会性に関わる機能を担っており、多くの精神疾患における病態との関与が示唆されている。DMNの機能について、行動や症状との関連を因果性も含めて詳細に理解するためには、ヒトと同様に発達した大脳皮質構造を持つ霊長類を対象に、DMNの自在に操作する技術の確立が必要である。本研究では、化学遺伝学的手法によるDMNの主領域の神経活動操作がどのようなDMN変容をもたらすのかを理解することを目的とする。**【方法】** 2頭のオスのマカサルを対象とし、2種類の化学遺伝学的手法を用いてDMNの2つの主領域の神経活動の抑制操作を行った。外科手術を施しアデノ随伴ウイルス(AAV)ベクターを標的領域に微量注入することで、一頭はGタンパク質共役型の抑制性人工受容体(hM4Di)をDMN内の後部頭頂葉(PPC)、もう一頭はイオンチャンネル型の抑制性人工受容体(PSAM4-GlyR)を背外側前頭前野(dIPFC)にそれぞれ発現させた。プロポフォール麻酔下のpharmacological MRI撮像により、アゴニストリガンド(hM4Di個体にはDCZ, PSAM4-GlyR個体にはuPSEM817, 0.1mg/kg)、またはコントロールとして溶媒を投与する前後のBOLD信号の時間変化を調べた。また安静時機能結合MRI(RS-fMRI)により、DMN領域間の機能結合およびDMN全体の活動変化を調べた。RS-fMRIの解析は、FSLを用いた一般的な前処理ののち、data-drivenな手法によるDMNの同定、dual regression法による定量的な比較を行った。**【結果】** PPCにhM4Diを発現した個体においては、DCZ投与後約4分でVehicle投与に比してPPC内のBOLD信号が低下し(p<0.001)、少なくとも50分間はその効果が持続した(Fig. A)。また、dIPFCにPSAM4を発現した個体においては、uPSEM817投与後約19分でdIPFC内のBOLD信号が低下し(p<0.001)、その効果は50分間持続した(Fig. B)。RS-fMRIの結果から、PPCおよびdIPFCの神経活動抑制は、いずれもその領域をシードとした場合の他領域との機能結合を低下させた(Fig. C, D)。さらにPPCの抑制は、dIPFC-後部帯状回、dIPFC-内側頭頂葉の遠隔領域間での機能結合低下をもたらした。DMN全体の活動低下を引き起こした(Fig. E)。一方、dIPFCの抑制は同様のDMN全体の低下は引き起こさなかった(Fig. F)。またいずれの抑制もDMN以外のネットワーク活動の変容は引き起こさなかった。**【結論】** PPCの神経活動抑制はDMN全体の活動低下を引き起こし、DMNを制御する中心的な役割を担っていると考えられる。一方、dIPFCの抑制は、その領域との機能結合を低下させるがDMN全体には大きく影響しない。



PS15-2 Usefulness of Cuprizone-Induced Demyelination Mouse Model as a rs-fMRI Model

Cuprizone 誘発脱髄モデルマウスのrs-fMRIモデルとしての有用性

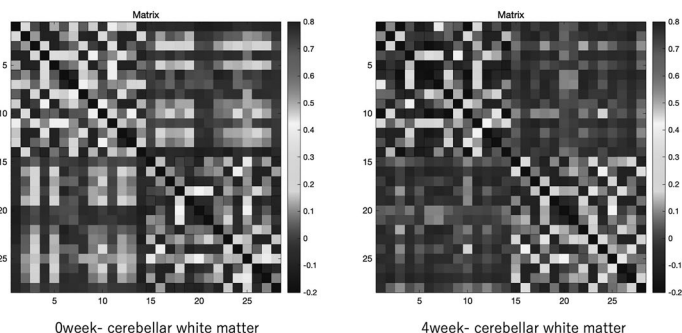
川井 茅乃¹, 畑 純一^{1,2,3}, 黒川 華伶^{2,3}, 吉丸 大輔³, 岡野ジェイムス洋尚³

Chino Kawai¹, Junichi Hata^{1,2,3}, Karen Kurokawa^{2,3}, Daisuke Yoshimaru³, James Hirotaoka Okano³

¹Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ²Graduateschool of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ³The Jikei University School of Medicine

【要旨】 We evaluated the validity of a mouse model of cuprizone-induced demyelination using rs-fMRI. The results suggest the possibility of capturing changes in brain activity resulting from neuronal demyelination and spontaneous remyelination in demyelinating diseases.

【背景・目的】 脱髄疾患とは一般的に神経細胞の軸索を取り巻くミエリンが崩壊する疾患を指す。代表的な中枢神経系の炎症性脱髄疾患として、多発性硬化症や視神経脊髄炎などが挙げられる。その中で最も多く見られる多発性硬化症は未だに根本的な病因が解明しておらず治療方法が確立していない難病に指定されている。これらの脱髄疾患の研究では、Cuprizoneを用いて脱髄を誘導させたtoxic demyelination modelが動物実験モデルとして度々用いられている。Cuprizone(bis-cyclohexanone-oxalidihydrazone)は銅のキレーターであり、経口投与することで銅の欠乏によりミトコンドリアの機能が低下し、ミエリン形成を担うオリゴデンドロサイト代謝や細胞機能の低下により脳の白質である脳梁で脱髄が生じることが明らかになっている。またCuprizoneの投与を中止することで脱髄のミエリンが再生することも明らかにされている。しかしこれらの研究の多くは免疫染色などの侵襲的な手法で評価されている。今後さらなる発展を遂げるためにはMRIのような非侵襲的な手法を用いた研究が重要なものとなる。Cuprizone誘発脱髄モデルマウスにおけるMRIを用いた脱髄疾患の研究のうち、多くは拡散強調画像による形態的評価でありfMRIのような機能的評価を行っているものは未だ多くない。そこで本研究では、Cuprizone誘発脱髄モデルマウスの脱髄や再ミエリン化の過程を非侵襲的なfunctional MRI(fMRI)での脳活動の挙動として捉え、脱髄モデルとしての妥当性を評価することを目的とした。**【方法】** 健康な9週齢の雄のC57BL/6Jマウス(n=6)を対象とした。はじめにマウスの頭部に固定用アクリル棒を装着する手術を行った。マウスの回復後、撮像状況に慣れさせるためのトレーニングを撮像前1週間に2回行った。トレーニングは撮像時の状況を再現するため頭部を固定、防音BOX中でfMRI撮像時に発生する音の録音を100db以上で40分間開かせた。MRI計測は9.4 T-MRIとA cryogenic quadrature RF surface probe (Bruker)を用い、覚醒下でGRE-EPI法(TR=1500 ms, TE=12 ms)によりBOLD撮像を10分4セット行った。1回目の撮像後、飼料を通常飼料からCuprizone混合飼料に切り替えた。CuprizoneはTCI America社から購入した0.25%粉末状のものをRESARCH DIETS社に混餌飼料として作成を委託し、通常飼育基準に沿ったスケジュールで給餌を行った。Cuprizone混



PS15-3 Developing an estimation method for alternating oxygen consumption after X-ray irradiation in mouse brain using TOLD MRI

TOLD MRI 信号の経時変化に基づく X 線照射したマウス脳での酸素消費の評価法の開発

松本謙一郎, パラジュリラジュ クマル, 上野 恵美, 鈴木 沙彩, 佐野ひろみ, 住吉 晃, 長田 健介, 小畠 隆行, 青木伊知男
Ken-ichiro Matsumoto, Raj Kumar Parajuli, Megumi Ueno, Saaya Suzuki, Hiromi Sano, Akira Sumiyoshi, Kensuke Osada,
Takayuki Obata, Ichio Aoki
National Institutes for Quantum Science and Technology

【要旨】 Ionizing radiation can make tissue damage associated with the alteration of tissue redox status. In this study, the time course of tissue oxygen level-dependent (TOLD) MRI signal in the brain induced by carbogen (95% oxygen + 5% CO₂) breathing was compared between irradiated and non-irradiated mice.

生体への放射線照射により組織の機能が障害される際に、組織のレドックス状態の変化を伴うことが報告されている。レドックス状態変化のメカニズムにはまだ不明な点が多く残るが、ミトコンドリアの電子伝達系の障害がその一因に上げられる。ミトコンドリアに障害が起これば、組織細胞での酸素消費にも何らかの変化があると思われる。分子状酸素 (O₂) は不対電子を2つ持つ常磁性種であり、MRIのT1強調信号を増幅することが知られている。tissue oxygen level-dependent (TOLD) MRI 信号は、高濃度あるいは高圧の酸素吸入により酸素を過剰に与えた時に、組織のT1信号の増幅を検出する撮像手法である。そこでマウスにCarbogen (95% oxygen + 5% CO₂) を吸入させた時のTOLD信号の変化の速度に基づいて、X線を照射したマウス脳での酸素消費量の変化の評価を試みた。マウスの頭部にX線を10 Gy照射し、その数時間後、1日後、および8日後に、7 TのMRI装置でマウス脳の撮像を行った。マウスを麻酔し撮像装置内に設置し、体温と呼吸の管理下、FLASHシーケンスでT1強調画像の連続撮像を開始した。連続撮像の開始から5分後に、吸入するガスを空気からCarbogenに切り替えた。更に5分後にCarbogenから空気へ切り替え、更に5分間連続撮像を続けた。続いて、再びFLASHシーケンスでT1強調画像の連続撮像を開始し、連続撮像の開始から1分40秒後に、BBB透過性の安定ニトロキシラジカル造影剤であるMC-PROXYL (0.5 μmol/g b.w.) を予め尾静脈に挿入したカテーテルから投与し、その後20分間連続撮像を続けた。空気からCarbogenに切り替えた時に観察されるTOLD MRI信号の増加速度、およびCarbogen吸入から空気吸入に切り替えた時の信号低下の速度から、酸素消費量を評価した。常磁性造影剤MC-PROXYLに由来する信号が、ラジカル還元に基づいて低下する速度から組織のレドックス状態を評価した。X線を照射していない対象群についても同様に撮像し、結果を比較した。マウスにCarbogenを吸入させると、脳内のT1強調信号が直ちに増加した。またCarbogenの吸入を止めると信号強度は直ちに元のレベルまで低下した。X線を照射したマウスでは、Carbogenから空気へ切り替えた際の信号低下の速度が、非照射のマウスに比べてやや遅い傾向が見られた。空気からCarbogenに切り替えた際の信号増加の速度には、特筆できる差が見られなかった。連続撮像中のベースラインの補正や速度の解析法に若干の検討の余地が残る。X線照射数時間後からマウス脳でのレドックス状態変化が生じることが既に報告されているが、今回、X線照射後の脳のレドックス変化は観察されなかった。今回の実験ではコリメーターで照射野をより厳密に狭く絞ったため、組織全体で生じるレドックス状態への影響が少なくなった可能性がある。しかしそれと同じ条件でも酸素消費の低下と思われるTOLD信号の経時変化を見ることができており、今後とも本法の開発を続ける意義が得られた。

PS15-4 Brain Network Changes in Mouse Eating Disorders Induced by Intermittent Administration of High-Fat Diets

高脂肪食間欠投与により誘発されるマウス摂食障害の脳内ネットワーク変化

黒川 華怜^{1,2}, 畑 純一^{1,2}, 力武 聖月^{1,2}, 川井 茅乃^{1,2}, 吉丸 大輔², 岡野ジェームス洋尚²

Karen Kurokawa^{1,2}, Junichi Hata^{1,2}, Mitsuki Rikitake^{1,2}, Chino Kawai^{1,2}, Daisuke Yoshimaru², James Hirotaka Okano²

¹Tokyo Metropolitan University, ²The Jikei University School of Medicine

【要旨】 Eating behavior is regulated by the brain. Preferences involve reward circuits. Abnormalities in this circuit are thought to cause abnormal feeding behavior. We aimed to analyze this situation using rs-fMRI. The results captured changes in brain function of the reward system circuitry.

【背景】 摂食行動は脳により調整されており、特に摂食と関係が深い脳の領域として視床下部や報酬系と呼ばれる神経回路が知られている。視床下部では主に摂食量の調整を担うと考えられている。一方、報酬系回路では嗜好性に関与し、報酬を与えられると腹側被蓋野から線条体の側坐核などに神経伝達物質が投影される。この報酬系回路で何らかの異常が発生したとき、摂食行動異常となることが近年の研究により示唆されている。しかしこれらの研究は脳内の神経伝達物質の濃度を直接測定するような侵襲的な手法によるものが多くを占めている。rs-fMRIは待機状態における脳の機能的なつながりを調べることのできる非侵襲的なツールであり、rs-fMRIを用いて脳機能結合を調べることでドーパミン回路を間接的に観測できるという報告がある。そこで、rs-fMRIを用いて全脳領域の脳機能ネットワークを計測することで報酬系回路に関与する領域をはじめとし、摂食障害に関する脳回路への変化を全脳レベルで調査することとした。**【目的】** 摂食障害モデルマウスを対象にrs-fMRIを用いて脳機能ネットワークを計測することで、摂食障害が脳に与える影響を調べることを目的とした。**【方法】** 健康な8週齢のC57BL/6Jマウス(n=9~12, male)を対象とした。rs-fMRI撮像は覚醒下で行うことを想定し、はじめにマウスの頭蓋骨に固定用のヘッドポストを装着する手術を行なった。ヘッドポストはアクリル素材でサイズは約3×3×30 mmあり、接着剤には歯科用セメントを用いた。マウスの回復後、1週間にわたり撮像状況に馴化させるためのトレーニングを行った。トレーニングは撮像状況と同様にヘッドポストにより頭部を固定し、MRI撮像音を録音したものを防音BOXの中で40分間流した。撮像対象として4つのグループを用意した。報酬系回路が活性化している瞬間またはその直後を撮像するため、食事制限(1日)を施し撮像の直前に通常餌を与えた報酬群、摂食障害モデルマウスに対し食事制限(1日)を施し翌日撮像の直前に高脂肪食を与えた摂食障害報酬群の2グループを作成した。また、比較群として食事制限(1日)を施し空腹状態にして撮像した空腹群、通常飼育基準に沿った給餌をし撮像したcontrol群を用意した。摂食障害モデルマウスは撮像の2週間前より高脂肪食(Test diet, 58Y1)を1日2時間、毎日間欠投与することにより作成した。全グループともトレーニング時および撮像直前に体重を測定した。MRI計測は9.4T MRI装置(Bruker社)を用い、GRE-EPI法(TR=1500 ms, TE=12 ms)によりBOLD撮像を10分3セット、覚醒下で行なった。これら4つのグループに対し脳ネットワークの影響をSPM、ANTsおよびCONNを用いて解析し、比較統計評価を行なった。**【結果と考察】** 食事制限を行なった個体はトレーニング時と比べて体重の減少がみられたため、摂食ストレス状態での撮像を実現できたと考えられる。また、高脂肪食を間欠投与した個体は、通常飼育の個体に比べて体重の増加がみられた。同様の手法にて摂食障害モデルマウスの作成が可能とする先行研究を参考に作成しており、本実験でも摂食障害のマウスモデルが作成できたと考えられる。脳機能ネットワークについては、報酬群の2グループの報酬系回路において広範なネットワーク増強がみられた。また海馬領域においても脳活動が活発化しており、海馬は報酬系回路にも関与することから、rs-fMRIにおいて報酬系回路の活性化を捉えることができたと考えられる。摂食障害報酬群については、左右の眼窩前頭皮質や側坐核において微量ではあるが相関係数の増大がみられた。また、視床下部とその他の摂食制御に関するネットワークにおいて減弱が見られ、摂食量の調整に変化が起きていることが考えられる。**【結論】** rs-fMRIを用いて報酬系回路の脳活動変化を捉えることができた。また、摂食行動異常における特徴的な脳機能ネットワークへの影響が示唆された。

PS15-5 Elucidation of the mechanism of improving reading speed by speed reading training, focusing on changes in neural functional activity and connectivity

脳神経の機能活動と機能的結合の変化に着目した、速読訓練による読み速度向上原理の解明

吉田 聖奈¹, ワルポラ ティシュリ¹, 斎藤 勇哉², クラティラカ チャトゥラ¹, 井関理南子¹, 牧野 達哉¹, 妹尾 淳史¹
Seina Yoshida¹, Thishuli Walpola¹, Yuya Saito², Chathura Kulathilake¹, Rinako Iseki¹, Tatsuya Makino¹, Atsushi Senoo¹

¹Department of Radiology, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ²Department of Radiology, Juntendo University Graduate School of Medicine

【要旨】 The mechanism by which speed reading improves reading speed has not been clarified by neuroscientific evidence. This study suggests that the improvement in reading speed is due to changes in neural activity and functional connectivity in brain regions involved in language and visual processing.

【目的・背景】

速読により短時間で文章の情報を得ることで、仕事や学び、情報収集等において効率化が図れることが報告されている。しかし、速読に関する脳機能変化を研究した論文は少なく、そのほとんどが脳波を用いた研究である。本研究では、速読により読み速度が向上する原理を脳科学的な根拠によって明らかにすることを目的とし、脳波解析より空間分解能の優れた functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI) を用いて、速読訓練前後の脳神経の機能活動変化と機能的結合の変化を解析し評価した。

【方法】

トレーニング群として過去に速読訓練経験のない成人の被験者21名、コントロール群として速読訓練を実施しない被験者6名を対象とした。トレーニング群は、講習受講と自主練習による速読訓練を1ヶ月間行い、小説文読解タスクを用いた task-related fMRI の撮像を速読訓練実施前後の2回実施した。コントロール群は、速度訓練を実施せず日常生活を送ってもらい、1ヵ月の期間を開けて2回MRI撮像を実施した。MRI撮像は3.0 T GE SIGNA Premier MRI装置を用い、3D-T1WI(T1 weighted image)およびfMRIを得た。脳神経機能活動変化の解析は Statistical Parametric Mapping (SPM)12を用い、画像前処理及び統計解析をした。脳神経機能的結合変化の解析は functional connectivity (CONN) toolboxを用い、画像前処理、ROI(region of interest)-to-ROI解析及び統計解析をした。両手法において速度訓練前後の群間比較は、対応のあるt検定を用いて統計解析し、Family Wise Error 補正したp値が0.05未満を有意と評価した。さらに、速読訓練により実際に読み速度が向上したことを確認するため、速度訓練前後で読み速度を計測し、IBM SPSS Statistics を用いてウィルコクソンの符号順位検定によって評価した。

【結果】

トレーニング群において、速読訓練後に左右の上頭頂小葉、右中心前回、右捕捉運動野で脳神経機能活動が有意に増加、右角回の脳神経機能活動が有意に減少した。また、脳神経機能的結合は左上鳥距皮質と左後紡錘状回、左楔部・左上鳥距皮質と左後四角小葉の間において有意に増加し、左右後紡錘状回・左右後頭極・視覚後頭ネットワークと内側視覚ネットワーク・左右舌状回・右内側鳥距皮質・ウェルニッケ野、左右舌状回・右内側鳥距皮質と小脳のいくつかの領域において有意に減少した。読み速度は速読訓練後に798±470 character per minutes(cpm)から3805±1573 cpmと有意に上昇した(p<0.05)。コントロール群においては、脳神経機能活動、機能的結合、読み速度のすべてに関して有意な変化はみられなかった。

【考察・結論】

速読トレーニング群のみが、脳神経機能活動、機能的結合、読み速度において有意な変化が見られた。また、トレーニング群で、語彙の意味処理や単語の認知、言語情報の統合に関わる脳領域や、言語野、視覚野において、脳神経の機能活動及び機能的結合が変化した。本研究結果は、脳が視覚と言語処理に関わる脳領域の活動と機能的結合が変化させることで、読み速度の向上を可能にすることを示唆する。

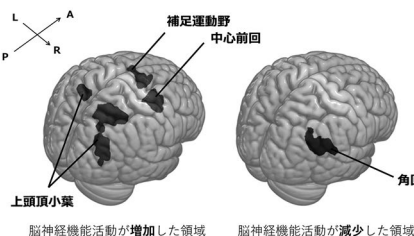


図1：速読訓練後に脳神経機能活動の変化した領域

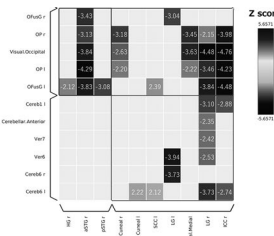


図2：脳神経機能的結合の領域間の相関

PS15-6 Interindividual similarity of anesthesia-specific networks in fMRI

fMRIにおける麻酔下特有ネットワークでの個体間類似性

丸崎 拓斗¹, 吉丸 大輔^{2,3}, 畑 純一^{1,2,3}, 林 直弥^{1,2,3}, 大城日菜子^{1,2}, 萩谷 桂², 栗原 望², 岡野 栄之², 岡野ジェイムス洋尚³

Takuto Marusaki¹, Daisuke Yoshimaru^{2,3}, Junichi Hata^{1,2,3}, Naoya Hayashi^{1,2,3}, Hinako Oshiro^{1,2}, Kei Hagiya², Nozomi Kurihara², Hideyuki Okano², James Hirotaka Okano³

¹Department of Radiological Sciences, Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ²RIKEN, Center for Brain Science,

³Jikei University School of Medicine

【要旨】 The purpose of this study was to investigate the detailed similarities between marmosets during anesthesia. We performed ICA analysis on fMRI data to detect specific functional brain networks under anesthesia. Using a dual regression, we could show similarities between individuals under anesthesia.

【背景・目的】

神経細胞の活性化を捉えた手法が resting state fMRI (rsfMRI) であり、脳の神経活動を間接的に捉えられることができる。これまでに、我々は rsFC における個体間の類似度である相同性を報告した。その結果、イソフルラン麻酔の影響により相同性は低値であった。そこで今回我々は、fMRI 時系列データからノイズによる影響を除去し、全てのボクセルから得られる網羅的な時系列データから BOLD 信号の時間的変動の類似性を調査するため、Independent Component Analysis (ICA) を行った。この ICA 解析は全ボクセルにおいて類似性の調査を行うために、まだ十分に解明されていない脳内機能ネットワークを調査することができる。そのため、タスクのない安静時の fMRI 測定の解析にも適している。よって、安静時状態において ICA 解析により個体間のより詳細な類似性を得ることができれば、麻酔下における特異的な脳機能ネットワークとして定義できる可能性がある。【方法】 ヒトを対象とした麻酔下 fMRI を施行することは難しいため、ヒトモデルに極めて近い特徴を持つコモンマーモセットを使用した。さらに今回、コモンマーモセットを用いた実験系では極めて多い個体数である 77 個体を用い、より再現性の高い個体間の類似性の評価を行った。イソフルラン麻酔下 (1.8%~2.0%) のコモンマーモセットに対し 9.4T-MRI (Bruker) と 86mm 送受信ボリュームコイルを用いて撮像した。T2 強調画像は T2WI-RARE 法 (TE/TR[ms]:11/4000ms, Resolution[mm]:0.2, FOV[mm]:48×48, number of slice:48, Rare factor:4, scan time:7.4分, Slice thickness:0.5) を用いた。rsfMRI は GRE-EPI 法 (TE/TR[ms]:18/1500ms, Resolution[mm]:0.5, FOV[mm]:48×48, number of slice:20, Number of repetition:400, scan time:10分, Slice thickness:1) を用いた。fMRI データの前処理には SPM12 (Wellcome Trust Center for Neuroimaging, London, UK) を用い、Realignment, Slice timing correction, Normalization, Smoothing を行った。さらに CONN (Gabrieli Lab, McGovern Institute for Brain Research, MIT, USA) を用いた時系列バンドパスフィルタリングを行った (0.01~0.08Hz)。ICA 解析では MELODIC を用い、時間的変動の類似性であるコンポーネント (70成分) を検出した。このコンポーネントはコモンマーモセットの先行研究を参照し、それぞれのネットワークに分類した。さらに ICA で検出されたネットワークの再現性を評価するために dual regression 解析を行った。この分析では ICA 解析によるコンポーネントを使用して、コンポーネントごとの時系列データを取得した。さらに、この取得された時系列データから、各個体由来したコンポーネントが得られる。この各個体由来したコンポーネントを個体間にて比較することで、コンポーネントの再現性を解析した。なお、この研究は理化学研究所脳神経科学研究センター (理研 CBS) の動物実験委員会によって承認され、理研 CBS の動物実験実施ガイドラインに従って実施された。【結果・結論】 ICA 解析では、basal ganglia network・hippocampus network・auditory network・limbic network・orbitofrontal network・frontal network・cerebrum network の network が検出された。さらに dual regression 解析により、ICA 解析で検出された cerebrum network 以外のネットワークが再現性のある有意なネットワーク (p<0.05) であることが確認できた。本結果より、我々は ICA 解析によって、麻酔下で個体間に類似性を見つけることができた。

PS15-7 Difference between default indirect or direct preprocessing and HCP minimal preprocessing for resting-state brain function images

安静時脳機能画像の前処理を、HCP minimal preprocessing を利用した場合の差

金子 智喜¹, 上田 一生⁴, 金子貴久子⁵, 愛多地康夫³, 一戸 記人², 藤永 康成²

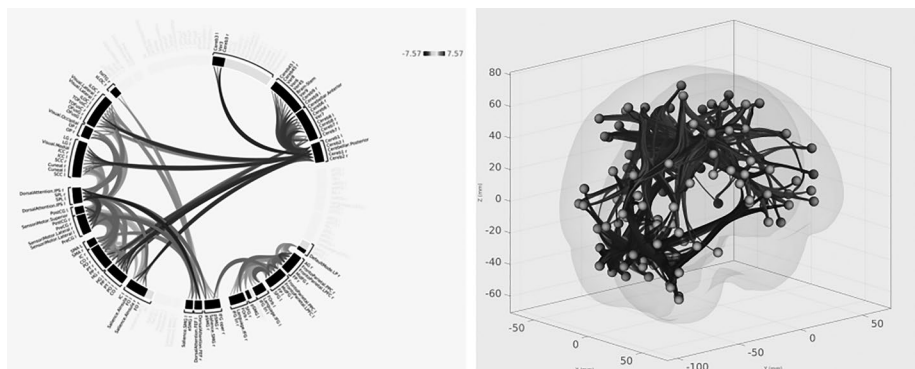
Tomoki Kaneko¹, Issei Ueda⁴, Kikuko Kaneko⁵, Yasuo Adachi³, fumihito Ichinohe², Yasunari Fujinaga²

¹Department of Diagnostic Radiology, Nagano Red Cross Hospital, ²Department of Radiology, School of Medicine, Shinshu

University, ³Department of Radiology, Shinshu University Hospital, ⁴Center for Evolutionary Cognitive Sciences, Graduate School of Arts and Sciences, Tokyo University, ⁵Department of Radiology, Aizawa Hospital

【要旨】 We investigate the difference between resting-state brain function images using different preprocessing methods. The results showed that the HCP preprocessing method had higher inter-cerebral connectivity and lower cerebro-cerebellar connectivity compared to the Default Indirect preprocessing method.

【目的】 安静時脳機能画像を異なる前処理を用いた場合のconnectivityの差を把握する 【方法】 対象：信州大学医学部学生の30人の学生、年齢 23.5 ± 2.03、性別 F:M = 12:18 撮像装置：Siemens Prisma 3T コイル：20 ch head coil T1-weighted image：matrix size= 256 x 256, slice thickness = 0.9 mm, sequence MP-RAGE (TR =2020 msec, TE = 3.01 msec, TI = 1020 msec). resting-state functional Magnetic Resonance Imaging (rf-MRI)：multi-band factor = 2, voxel size = 3 x 3 x 3 mm, TR = 1000 msec, TE = msec (1 volume/sec). Total readout time = 54.1 msec, phase-encoding direction = AP & PA. Scan time = (500 sec/1-direction) x 2-encoding direction (AP & PA). 前処理 1. HCP-minimal preprocessing pipeline (HCP) 2. Default Direct preprocessing pipeline (Default Direct) 3. Default Indirect preprocessing pipeline (Default Indirect)Connectivity解析、統計解析3つの異なる前処理後の画像を、conn 20bを利用してdenoise, 1st level analysisを行い、ROI to ROI connectivity matrix (RRC matrix) を算出した。R を利用し、RRC matrixの相関をRV indexとして求めた。HCPとDefault Directをカテゴリー変数として、2nd level analysisを行った。【結果】 RV indexは、Default DirectとDefault Indirectの比較では0.90 ± 0.04、HCP vs Default Indirectの比較では0.80 ± 0.07であった。MNI画像に対するmutual informationは、HCPは0.71 ± 0.02、Default Indirectは0.55 ± 0.02であった。2nd level analysisでは、HCPはDefault Indirectに対して、大脳皮質間のconnectivityが高く、大脳-小脳間のconnectivityが低値を示した。【結論】 前処理により、connectivity解析結果に差が生じる



PS16-1 The effect on gastrointestinal peristalsis for MR Cholangiopancreatography during breath-holding methods.

MR Cholangiopancreatography を想定した呼吸停止法が消化管蠕動に与える影響

大塚 勇平, 坂村 志帆, 中村 智哉, 梶原 直, 村上 克己

Yuhei Otsuka, Shiho Sakamura, Tomoya Nakamura, Nao Kajihara, Katsuki Murakami

Tokai University Hachioji Hospital, Department of Radiology

【要旨】 We examined the impact of breath-holding (BH) imaging on gastrointestinal peristalsis. The peristalsis variation was analyzed using the normalized interframe difference method with cine MRI. It was suggested that BH at maximum inspiration suppresses the influence of peristalsis variation.

[objective/background] In previous reports, there suggest that breath-hold 3D MRCP provided add value to respiratory-gating 3D MRCP. While these methods have been reported to suppress "respiratory artifacts", there is no mention of the influence of gastrointestinal peristalsis around the target organs. On the other hand, it has been reported that the autonomic nervous system affects gastrointestinal peristalsis, and there are also reports that breath-hold (BH) imaging influences venous blood flow its involvement with the autonomic nervous system. However, there is a few research connecting these aspects. In our study, we examined the impact of BH imaging on gastrointestinal peristalsis. [method] MR device: 1.5T Signa Explorer SV25.3 (GE HC). Our study conducted on seven healthy volunteers who provided written informed consent. Measurement of gastrointestinal peristalsis was performed using cine MRI with 2D Fiesta. The targeted segments of the gastrointestinal tract were extracted from the cine MRI, and the peristalsis variation was analyzed using the normalized interframe difference method in MATLAB. Our study selected that the targeted segments were the duodenum which is proximal to the pancreatic head, and the gastric body which is proximal to the pancreatic body and tail. Three respiratory patterns were used: free breathing (FB) with the assumption of respiratory or diaphragmatic gating, and BH at maximum inspiration (Insp-BH) and BH at maximum expiration (Exp-BH). For Insp-BH and Exp-BH, images acquired during a 20-second BH were used. For FB, images with higher SSIM values, measured as a similarity evaluation index using the acquired 2D Fiesta at maximum expiration under BH conditions, were selected and extracted along the temporal sequence. Statistical analysis was performed using one-way ANOVA. Next, to evaluate the hemodynamic changes resulting from different BH methods, using the 2D PC. It was performed in the axial plane, as the vessel of interest was targeted the inferior vena cava (IVC). The BH methods for Insp-BH, Exp-BH, and FB were the same as those used in cine MRI. We examined the blood flow signal for all phases of each respiratory pattern acquired. Statistical analysis was performed using Wilcoxon signed-rank test. [result] To obtained using the normalized interframe difference method was as follows : in the duodenum, FB: 2.03 ± 0.86, Exp-BH: 1.32 ± 0.63, Insp-BH: 1.20 ± 0.91; in the gastric body, FB: 1.14 ± 0.82, Exp-BH: 0.72 ± 0.61, Insp-BH: 0.55 ± 0.35. No significant differences were observed in the peristalsis variation for the duodenum. In contrast, in the gastric body, there were no significant differences between FB and Exp-BH and between Exp-BH and Insp-BH, but a significant difference was observed between FB and Insp-BH ($p < 0.05$). Next, in the comparison of blood flow signal (Fig.1), significant differences were observed in the IVC between Exp-BH and Insp-BH, as well as between FB and Insp-BH (both, $p < 0.01$), but no significant difference was between FB and Exp-BH. [conclusion] Our study was suggested that Insp-BH reduces venous blood flow and suppresses the influence of peristalsis variation.

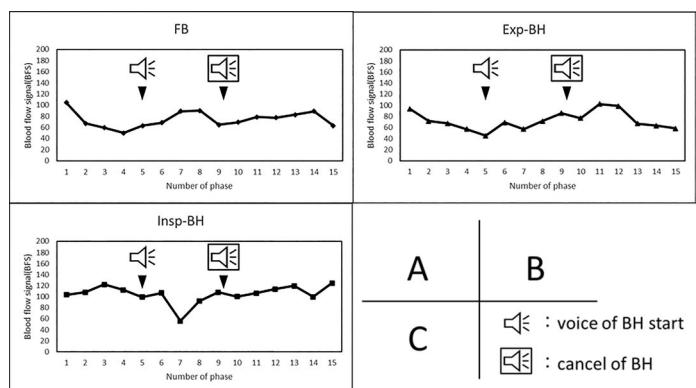


Fig. 1 Results of Blood Flow Signal.

A : time line of FB, B : Exp-BH, C : Insp-BH

PS16-2 A case in which it was difficult to deny the accessory spleen on SPIO-MRI

SPIO-MRIにおいて副脾の否定に難渋した一例

田泉 智明, 蓮本 享佑

Tomoaki Taizumi, Kyosuke Hasumoto

Municipal Tsuruga Hospital, Radiology

【要旨】 We experienced a case in which the splenic signal did not decrease with normal TE on SPIO-MRI. Therefore, TE was varied until the signal in the spleen decreased. The signal of the spleen with reduced signal and the mass of interest was different, and was not the accessory spleen.

【Background】

In the diagnosis of the accessory spleen using SPIO-MRI, we experienced a case in which the splenic signal did not decrease with TE20, which is usually used.

【Methods】

TE was prolonged until splenic signal decreased.

【Results】

The signal of the spleen with reduced signal and the mass of interest was different.

【Consideration】

This is the first time for us to experience a case in which the splenic signal did not drop on SPIO-MRI. It could be dealt with by changing TE, and there was no problem. I hope that reporting this experience inside and outside the hospital will help.

PS16-3 Effectiveness of image non-uniformity correction using different software versions in 3T Gd-EOB-DTPA-enhanced magnetic resonance imaging

3T EOB-MRIにおける異なるソフトウェアバージョンを用いた画像不均一性補正の効果

秦 博文¹, 井上 優介², 松永 敬二², 藤井 馨², 田宮 俊夫³, 中嶋 藍¹, 高藤 優輝¹, 橋爪 和希¹

Hirofumi Hata¹, Yusuke Inoue², Keiji Matsunaga², Kaoru Fujii², Toshio Tamiya³, Ai Nakajima¹, Yuki Takato¹,

Kazuki Hashizume¹

¹Department of Radiology, Kitasato University Hospital, ²Department of Diagnostic Radiology, Kitasato University School of Medicine, ³Kitasato University School of Medicine

【要旨】 We compared the effects of image non-uniformity correction among three software versions having the same brand name in 3T EOB-MRI. Our results indicate that correction effects may differ visually and quantitatively depending on the software version.

【目的/背景】 体幹部MRI検査では、画像の不均一性が問題になるため、補正が行われる。当院の3T装置ではキャリブレーションに基づく画像不均一補正法 (PURE) が使用されている。これまで装置のソフトウェアバージョンの更新に伴い、PUREのアルゴリズムが変更されてきた。本研究では、過去に同一の3T装置でPUREを用いて撮像されたEOB-MRI画像について、異なる3つのバージョン間で不均一性補正効果を比較した。**【方法】** 3T装置GE Healthcare製 Discovery 750wを用いてEOB-MRIが施行された120例を対象とし、LAVAシーケンスを用いた肝細胞相画像を解析した。主な撮像条件はTR/TE=4.9/1.8 ms、FA=12°で、RF送信にはpreset modeが使用された。不均一性補正には3種類のバージョンのPURE (DV25、DV25.1、DV26) がそれぞれ40例で用いられ、補正後の画像 (補正画像) とともに補正前の画像 (非補正画像) も保存された。補正画像および非補正画像について、放射線診断専門医3名が視覚的に肝表層の高信号を3-point scoring systemで評価し、肝信号均一性を検討した。肝信号均一性の定量評価のために、肝臓全体をカバーするように関心領域を設定し、肝信号強度のヒストグラムを作成してヒストグラムのFWHMおよびFWQMを求めた。体の断面全体において補正効果を領域間で比較するため、補正画像を非補正画像で除して補正係数マップを作成し、肝門レベルで体の中央、前方、後方、右側方、左側方の5領域に関心領域を設定して補正係数を計測した。補正係数が低かった後方の補正係数を用いて正規化を行った。**【結果】** 視覚評価では、すべてのバージョンにおいて補正画像の視覚スコアが非補正画像よりも高く、PUREによって肝信号の均一性が向上したことが示された。補正画像の視覚スコアはDV26で最も高く、DV25、DV25.1と続き、それぞれのバージョン間で有意差があった。ヒストグラム解析では、補正画像のFWHMとFWQMは、すべてのバージョンにおいて非補正画像よりも補正画像の方が小さく、画像の均一性が向上していることが示されたが、DV25.1では、FWHMおよびFWQMが他の2グループよりも有意に大きかった。領域間の比較では、いずれのバージョンにおいて正規化補正係数は中央領域よりも周辺領域で低く、PUREが中央領域に対して周辺領域のピクセル値を減少させたことが示された。DV25 および DV26 では、左右よりも前方および後方が有意に低い正規化補正係数を示し、前方および後方における表層高信号の抑制が強いことを示唆した。バージョン間では、正規化補正係数がDV25およびDV26よりもDV25.1で低い傾向にあり、DV25.1は補正効果が弱いことが示唆された。右、左、中央の正規化補正係数は、DV25.1では他の2つのバージョンよりも有意に低かった。前方については、正規化補正係数はDV26よりもDV25.1の方が有意に低かったが、DV25とDV25.1の間には有意差はなかった。**【結論】** 3T EOB-MRIにおいて、同じブランド名の画像不均一補正を使用しても、ソフトウェアのバージョンにより補正効果が異なり、視覚的および定量的な評価に影響を与える場合がある。

PS16-4 High-resolution single-breath-hold MRCP using accelerated 3D Gradient and Spin-Echo(GraSE) with Compressed SENSE

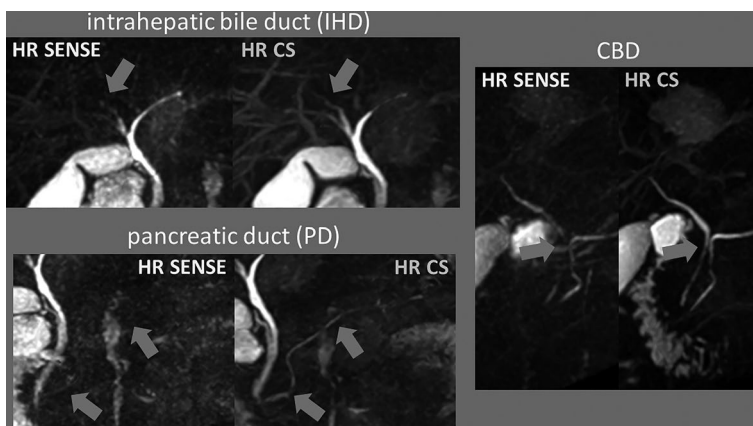
Compressed SENSE併用3D Gradient and Spin-Echo(GraSE)を使用した一回息止め高速高解像度MRCP

小川 拓実¹, 小平 和男¹, 長尾 充展², 後藤 康裕¹, 米山 正巳³, Johannes Peeters⁴, 椎名 勲¹, 濱谷 豊¹, 加藤 真奈¹, 坂井 修二²

Takumi Ogawa¹, Kazuo Kodaira¹, Michinobu Nagao², Yasuhiro Goto¹, Masami Yoneyama³, Johannes Peeters⁴, Isao Shiina¹, Yutaka Hamatani¹, Mana Kato¹, Shuji Sakai²

¹Department of Radiological Services, Tokyo Women's Medical University Hospital, ²Department of Diagnostic imaging & Nuclear Medicine, Tokyo Women's Medical University Hospital, ³Philips Japan, ⁴Philips Healthcare

【背景】通常3D MRCPは呼吸同期法または息止めの撮影によって取得されます。呼吸によってトリガーされるT2 TSEベースのシーケンスが3D MRCPに一般的に使用されていますが、患者の呼吸頻度に応じて取得時間が長くなる傾向があります。さらに呼吸が不規則な患者では画質が低下することがあります。一方、息止めMRCPは日常の臨床で注目を集めています。息止めによるスキャン時間が限られているため、信号対雑音比(SNR)や空間分解能が低下することがよくあります。スキャン時間を長くすればより高いSNR画像を取得できますが、不完全な息止めによる画質の低下をもたらすため非現実的です。3D Gradient and Spin-Echo (GraSE)はエコートレインでグラジエントエコーとスピネコーを交互に取得するハイブリッド技術です。このシーケンスは一回の息止めによる撮影法であるにもかかわらず、呼吸同期MRCPよりも優れた画質を提供すると報告されています。さらに従来のTSEと比較し、モーションアーチファクトに対する感度が低いことがわかっています。最近CSを備えたEPI(EPICS)が導入されました。EPICSはサンプリングパターンを変更することなく3D GraSEに適応できます。我々は3D GraSEとCSを組み合わせることで、1回の息止め撮影で高解像度の3D MRCP画像を取得できるという仮説を立てました。【目的】本研究では従来のSENSE-GraSEおよび従来の呼吸同期3D TSEと比較することにより、高速CS-GraSE MRCPの実現可能性を検討しました。【方法】6人の健康なボランティア(男性5人、女性1人、年齢: 27~47歳)の3D MRCP画像は3.0T MRIシステム(Ingenia, Philips healthcare)によって取得されました。従来の呼吸同期3D TSE(RT-TSE)、SENSEを使用した従来の息止め3D GraSE(conventional-GraSE)、SENSEファクターを12倍にした高解像度息止めGraSE(HR SENSE12-GraSE)およびCSファクターを12倍にした高解像度息止めGraSE(HR CS12-GraSE)の4種類のMRCP画像を比較しました。全体的な画質、鮮鋭度、ノイズとアーチファクトの評価については、2名の盲検読者により4段階で視覚評価を行いました。定量的な評価として、肝臓に対する総胆管(CBD)のコントラスト比(CR)とCBDのSNRを測定しました。また視覚評価と定量評価はSteel-Dwassテストによって評価されました。【結果/考察】3つの息止めシーケンス(conventional-GraSE, HR SENSE12-GraSE, HR CS12-GraSE)の原画像を比較するとHR SENSE12-GraSEはconventional-GraSEに比べて画像ノイズが顕著でした。対照的にHR CS12-GraSEはconventional-GraSEと同様なSNRを示しました。4つのシーケンス間のSNRとCRの測定結果はSNR、CRともにRT-TSEが最も高い値を示しましたが、HR CS12-GraSEと比較して有意差はありませんでした。視覚評価ではHR CS12-GraSEは、全体的な画質、鮮鋭度、ノイズとアーチファクトのすべてにおいて最高の値を示しました。全体的な画質についてはHR CS12-GraSEはHR SENSE12-GraSEよりも優位に高かったですが、RT-TSEとconventional-GraSEとは有意差はありませんでした。鮮鋭度については、HR CS12-GraSEが他の3つのシーケンスよりも有意に高く、ノイズとアーチファクトについては、HR CS12-GraSEがRT-TSEよりも有意に優れていました。図はHR SENSE12-GraSEとHR CS12-GraSEの比較画像です。HR CS12-GraSEは高解像度にもかかわらずSNRが高く、コントラストが優れていました。そして狭い管も鮮明に描出できました。これはコイル特性に対して大きなりダクションファクターが使用される場合に、CSを用いることで高いジオメトリファクターによるgファクター関連ノイズの低減が可能であるためと考えます。【結論】3D GraSEとCompressed SENSEを組み合わせることで、14秒間の1回の息止めで高いSNRとより優れたコントラストを備えた高解像度MRCPが実現します。



PS16-5 T1 Mapping and IVIM on Gd-EOB-DTPA-Enhanced MRI for Assessing Child-Pugh class: A Comparative Study

Child-Pugh分類評価のためのEOB-MRIにおけるT1 mappingとIVIMの比較

小川 貞裕¹, 深尾 和憲¹, 沖崎 貴琢²

Sadahiro Nakagawa¹, Fukao Kazunori¹, Atsutaka Okizaki²

¹Division of Radiology, Asahikawa Medical University Hospital, ²Department of Radiology, Asahikawa Medical University

【要旨】 This study aimed to assess the potential of T1 mapping and IVIM on Gd-EOB-DTPA MRI in differentiating between Child-Pugh class A and B. T1HBP showed the highest reliability (AUC=0.855) in distinguishing between the classes when comparing T1 mapping and IVIM parameters.

【目的】 複数の研究で、慢性肝疾患や肝硬変を持つ患者において、Gd-EOB-DTPA MRIとT1 mappingは肝機能の評価における有用性が示されている。一方、IVIM DWIは、拡散と灌流の効果を組み合わせた情報を提供できるため、拡散性肝疾患の評価においても有用な手法とされている。しかし、T1 mappingとIVIMのパラメータを比較した研究はほとんどない。そこで、本研究の目的は、それぞれの方法のパラメータを最適化することにより、T1 mappingとIVIMの肝機能に対する有効性を評価することである。【方法】 本研究は、2021年3月から2022年9月までの間に3.0TでGd-EOB-DTPA MRIを受けた122人の患者のデータを後ろ向きに分析した。撮影は旭川医科大学の倫理委員会の承認を得て行われた。MRIスキャンは、20チャンネルのコイルを使用しSiemens Vida 3.0T MRIスキャナで実施した。MOLLI法によるT1 mappingは、Gd-EOB-DTPA前と投与後の肝細胞相 (hepatobiliary phase: HBP) に行われた。肝細胞相での造影前後のT1値の低下率は、 $\Delta T1\% = 100 \times (T1_{pre} - T1_{HBP}) / T1_{pre}$ として計算した。ここで、T1preとT1HBPはそれぞれ、Gd-EOB-DTPA注入前と肝細胞相の肝臓のT1値を示した。また、すべての患者には、0、20、50、100、200、500、1000、および1500 s/mm²の8つのb値でIVIMが実施され、D、Dstar、およびfの値を計算した。Child-Pugh scoreに基づいて、すべての患者はChild-Pugh分類Aと、B又はCに分類された。各パラメータの診断能力は、Child-Pugh分類がBよりも高い患者を検出するためROC解析によって評価された。AUCは、T1 mappingのパラメータ (T1pre、T1HBP、および $\Delta T1\%$) とIVIMのパラメータ (D、Dstar、およびf) を比較するために使用された。【結果】 T1 mappingのパラメータ (T1pre、T1HBP、および $\Delta T1\%$) とIVIMのパラメータ (D、Dstar、およびf) は、Child-Pugh分類AとBを区別するためにそれぞれ0.687、0.855、0.800、0.638、0.687、および0.520のAUCを示した。これらのパラメータの中で、T1HBPが最も信頼性が高く、ROC解析では0.855のAUCを示した。【結論】 Gd-EOB-DTPA MRIにおけるT1HBPは、Child-Pugh分類AとBを区別するために有用である可能性が示唆された。

PS16-6 Validation of T1 mapping using 6-point 3D radial Look-Locker: A phantom study

ファントムにおける6-point 3D radial Look-Locker法を用いたT1 mappingの検証

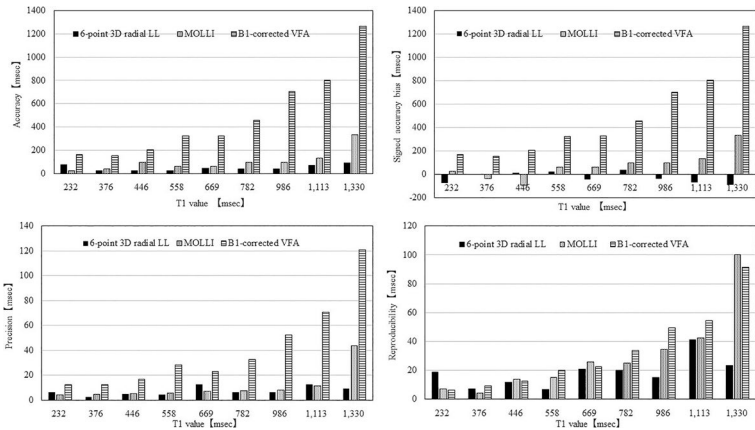
守屋 和典^{1,2}, 福倉 良彦³, 木田 勝博², 後藤佐知子², 上田 優⁴, 天羽 浩太⁴, 柴田 成¹, 吉田 耕治¹, 玉田 勉³
Kazunori Moriya^{1,2}, Yoshihiko Fukukura³, Katsuhiko Kida², Sachiko Goto², Yu Ueda⁴, Kota Amo⁴, Shigeru Shibata¹,
Koji Yoshida¹, Tsutomu Tamada³

¹Department of Radiological Technology, Kawasaki Medical School Hospital, ²Faculty of Health Sciences, Okayama University,

³Department of Radiology, Kawasaki Medical School Hospital, ⁴Philips Japan

【要旨】 We estimated T1 relaxation time of the liver using a novel 6-point 3D radial LL in comparison to MOLLI and B1-corrected VFA sequences, with IR-SE as the reference standard. The 6-point 3D radial LL demonstrated superior accuracy, precision, and reproducibility compared to MOLLI and B1-corrected VFA.

【目的/背景】 T1 mappingで得られる肝臓のT1緩和時間は、肝疾患患者を非侵襲的に評価する信頼性の高い正確なバイオマーカーとして報告されている。T1 mappingの手法にはmodified Look-Locker inversion recovery (MOLLI法) やB1 inhomogeneity corrected variable flip angle法 (B1-corrected VFA法) が広く用いられているが、いずれも撮像の際に息止めが必要であり、息止めが困難な患者には施行出来ないという問題点がある。また、MOLLI法はrepetition time (TR) (ここではIRパルスの間隔を指す) が長いので、1回の息止めで肝臓全体を撮像することは困難である。他方、B1-corrected VFA法はTRが短く、肝臓全体を撮像することが可能であるが、MOLLI法と比較すると算出誤差が大きい。したがって、我々は自由呼吸下で肝臓全体のT1 mappingに加えて、T2, R2, proton density fat fraction (PDFF) の各mapping画像が同時に取得可能な6-point 3D radial LLシーケンスを開発した。本研究は6-point 3D radial LLシーケンスにて取得可能なmapの中でT1 mappingの精度について検証した。【方法】ファントムは、3wt%のagarを混和してゲル化した濃度の異なるGd-EOB-DTPAを充填し、T1値の異なる9本のバイアルを自作した。磁化率アーチファクトを軽減する目的で、バイアル周囲は米で充填した。Inversion recovery spin echo (IR-SE) 法によるT1値をゴールドスタンダードとして、MOLLI法とB1-corrected VFA法および6-point 3D radial LL法を撮影・算出したT1値と比較した。MRI装置はIngenia CX 3.0T (Philips Healthcare)、受信コイルはanterior coilとposterior coilを使用した。6-point 3D radial LL法の撮像条件は、field of view: 300 × 300 mm², 収集 voxel size: 3.13 × 3.13 × 7.00 mm³, 再構成 voxel size: 1.34 × 1.34 × 7.00 mm³, TR: 6.6 msec, TE: 1.09 msec, SENSE: 1.0 (phase) × 1.2 (slice), TFE factor: 28, radial percentage: 160%, NEX: 1, slice数: 21, 撮像時間: 315秒とした。MOLLI法とB1-corrected VFA法のvoxelサイズは6-point 3D radial LL法と同様、slice数はそれぞれ5と21とした。4つのシーケンスは、それぞれ10回ずつ撮像した。MOLLI法、B1-corrected VFA法、および6-point 3D radial LL法の中央スライスで算出したT1値について、IR-SE法で算出したT1値(基準値)との差をsigned accuracy bias、その絶対値をaccuracy (正確性) として算出した。また、T1 map上に設定したregion of interest (ROI) 内のstandard deviation (SD) 値の10回の平均値をprecision (精度)、10回算出したT1値のSDをreproducibility (再現性) として算出した。統計解析にはEZRを用いてKruskal-WallisとSteel検定を行った。【結果】IR-SE法で算出した各ファントムのT1値は271~1329 msecであった。6-point 3D radial LL法は、すべてのT1値において90 msec以内のaccuracyを示し、MOLLI法やB1-corrected VFA法と比べて有意に低値を示した (signed accuracy bias: P<0.001 and <0.001; precision: P<0.001 and <0.001). Reproducibilityはシーケンス間に差を認めなかった (P=0.486)。【結論】6-point 3D radial LL法は高い正確性と精度や再現性を有するT1 mappingの手法であることが確認された。



PS16-7 Examination of gradient system short TE dynamic study using SPIO contrast agent

SPIO造影剤を用いたGradient系short TE Dynamic Studyの検討

原子 満, 原田 崇, 各務 志保, 林 高樹, 吉川 宏紀, 浅川 靖真, 依田 昌樹, 多湖 正夫

Mitsuru Harako, Takashi Harada, Shiho Kagami, Takaki Hayashi, Kohki Yoshikawa, Yasumasa Asakawa, Masaki Yorita, Masao Tago

University Hospital Mizonokuchi, Teikyo University School of Medicine

【要旨】 A protocol was created to perform a dynamic study of T₁-weighted images with a bolus injection of Ferucarbotran. We investigated the ability to detect lesions between two different sequences of TE, which might affect signal intensity and contrast.

【背景・目的】 肝臓や脾臓の疾患で通常選択される造影剤はGd-EOB-DTPAもしくはGd-DTPAである。しかし、腎機能が低下している場合はSPIO造影剤のFerucarbotranに変更が検討される。これまでFerucarbotran使用時のT1強調画像は、造影前とワンショット造影後の2分以内と15分を撮像し終了していた。今回、Dynamic Studyの導入時に検討した3D LAVAと3D Fast TOF SPGRのシーケンス間の信号強度とコントラスト、TEの違いによる病変検出能について検討をしたので報告する。

PS17-1 Phantom material evaluation for post mortem lung MR imaging

死後肺MRI撮像の最適化を目的とした市販素材によるファントムの検討

猪坂 泰子¹, 梶沢 宏之¹, 福永 雅喜², 本村あゆみ³, 矢島 大介³

Yasuko Isaka¹, Hiroyuki Kabasawa¹, Masaki Fukunaga², Ayumi Motomura³, Daisuke Yajima³

¹Department of Radiological Sciences, School of Health Sciences at Narita, International University of Health and Welfare, ²National Institute for Physiological Sciences, ³Department of Legal medicine, International University of Health and Welfare

【要旨】 A MRI study was conducted for lung phantom material evaluation. Estimated water amount using T2 weighted image was linearly correlated with water density. Our result suggested that water absorption rate and susceptibility should be considered for lung phantom selection.

【目的】 肺実質はMRIの適用対象とならないことが多いが死後MRIでは体幹部臓器は呼吸体動の影響を受けずに撮像が可能であり軟部組織コントラストに鋭敏なMRIの有用性が期待されている。一方、肺の含水率をultra short TEで計測の可能性が報告されており^[1]MRIを使用して新たな情報が取得できる可能性がある。今回は、死後肺MRI撮像の最適化および水分含有量計測の可能性を、市販素材をファントムとして検討した。

【方法】 市販の3種類スポンジ（スポンジA: 食器洗浄用、スポンジB: 清掃用、スポンジC: 化粧用パフ）を使用し^{[2][3]}、1.5T MRI（Canon Vantage）にて撮像を行った。スポンジに体積比含水率25%から100%の水を吸収させたのちSpin echo T1, T2強調像、Gradient echo T2*強調像のMRI撮像を行い画像コントラストの変化を計測した。SE画像の強度とボクセル数の積から水分量の計測を行った^[4]。磁化率の静磁場依存性を検討するため、7T MRI（Magnetom, Siemens）で計測を行い比較した。

【結果と考察】 SE T1強調像、T2強調像の信号とも含水率に比例して信号が増加した。計測された水分量は含水率に比例した（ $R^2=0.9719, 0.9979, 0.9987$ ）が、スポンジBの線形性が最も高いと考えられた。T2*強調画像では含水率と信号強度には線形関係は見られず、低含水率では信号は計測されなかった。含水率と信号強度および計測水分量の線形性には、スポンジの水分吸収性が影響していると考えられた。7Tでは、B1不均一による信号強度不均一の影響により水分量と信号強度の線形性の評価は困難であったが、強いT2*の影響が確認された。ファントムは吸水率と磁化率を考慮して選択するべきであると考えられた。

【参考文献】 [1] Magn Reson Med. 2023 Jun 8. doi: 10.1002/mrm.29716. Online ahead of print

[2] Diagn Interv Radiol 2014; 20:34-41

[3] Magn Reson Med. 2021;86:1330-1344

[4] Proc. Intl. Soc. Mag. Reson. Med. 10 (2002) #1936

PS17-2 Study for the function reconstruct images by using obtained data and iterative noise reduction method in case scan is aborted

スキャン中断時取得済みデータおよび繰り返し再構成によるノイズ除去法における画像再構成機能の検討

森分 周子, 星野 裕介, 瀧澤 将宏

Chikako Moriwake, Yusuke Hoshino, Masahiro Takizawa

MR Development Department MS R&D Division Medical System Research & Development Center

【要旨】 Severe patients may ask the scan to be aborted. We evaluated whether conspicuous artifacts can be reduced in 2DFSE sequence when the scan is aborted in the images using iterative RAPID method and the acquired data. The conspicuous artifacts were diminished even though all data is not acquired.

【Introduction】

Severe patients may not be able to stay still until the scan will be over and ring operator buzzer to request to interrupt the scan. In such patients, even if scan is repeated again, the patients will move and a lot of motion artifact will be appeared in the images or it is sometimes prioritized to move on to treatment instead of repeating scans.

On the other hand, if a certain amount of data is acquired in one scan, images can be reconstructed with iterative noise reduction. If reconstruction is performed by using the function in case scan is aborted, it will be big benefit for the patients.

2D fast spin echo is utilized in many image kinds and most of anatomical regions in MRI examinations. The data is being allocated in k-space in a certain order for example, data will be located from center part of k-space or from edge part of the k-space. Therefore, unobtained data area when scan is aborted depends on echo allocation. And image quality depends on the data obtained area in k-space. The center of the k-space is responsible for the image contrast and SNR, the edge of the k-space is for spatial resolutions.

We evaluated that correlation between image quality and ratio of acquired data about each echo allocation of 2D FSE sequence.

【Methods】

(1) Experiment was conducted on a 1.5T whole body MRI system with 16ch head coil. The study was approved by the ethics committee of FUJIFILM Healthcare Corp.

(2) Healthy volunteer head is fixed and T2WI images were scanned by using 2D fast spin echo sequence with sequential and centric echo order. Scan parameters are FOV = 230, TR/TE = 4100/84, Matrix = 352*288, slice thickness = 5mm, Parallel imaging factor = 1.1, scan time = 1min 1sec.

(3) To demonstrate scan is aborted, images were reconstructed by raw data. Full scan time is designated 100%, then by 10% is reduced up to 50%. For example, 80% images mean 80% out of 100% data is acquired and 20% is not yet acquired and scan is aborted.

(4) Visual evaluation was performed by two qualified persons. We evaluated the least percent data which conspicuous artifact is diminished.

【Results】

As a result of visual evaluation, if 50 % of the data in the centric order and 71 % in the sequential order were acquired, the conspicuous artifact was diminished.

【Conclusion】

The conspicuous artifact was diminished by using iterative noise reduction method when scan is aborted in both the centric and sequential orders of 2D Fast Spin Echo sequence. It was suggested this function which reconstructs images by acquired data may contribute to diagnosis when the patients are seriously ill and the examinations are forced to be interrupted.

PS17-3 A new technique that can measure the frequency of intestinal motility in the whole abdominal region for movies captured by cine MRI.

シネMRIで取得した腸管運動の動画に対して腹部全域でぜん動運動の周波数を測定可能な解析手法の提案

伊藤 彰^{1,2}, 今井 國治¹

Akira Itoh^{1,2}, Kuniharu Imai¹

¹Graduate School of Medicine, Nagoya University, ²Kobe Tokiwa University

[1. 目的/背景] 小腸の運動評価のためにシネMRI検査が行われている。多くの場合医師の目視によって運動の程度が評価されているが、読影の負担や客観性に対する課題があり定量評価を目指す研究が行われている。腸管運動の自動計測には、腸管内径を自動測定する方法や、オプティカルフロー法がしばしば用いられる。しかしシネMRIは高速撮影を行うため空間解像度が低く、腸管壁は画像上1ピクセル程度で描画され構造は描出できない。また、小腸の腸管ぜん動の振幅に対して十分な空間解像度が得られず、画像上の振幅は数ピクセルにとどまる。このような画像に対する腸管径の自動計測や、オプティカルフローの推定には困難が伴う。そこで、ピクセル値の経時的な変化がその場所の運動の程度を反映するという研究に注目した。動画の中のある画素に注目した時、画素のピクセル値の変化が大きければ、その場所にある腸管は盛んに有動をしていると見なす方法である。この方法に周波数解析を加え、自由呼吸下で撮影した画像に対し、呼吸による運動と腸管による運動を分離できることがわかっており、薬物負荷による腸管運動の変化を検出できることもわかっていてる。本研究では撮像面内の複数の画素での腸管運動周波数を一度に評価する方法を示す。**[2. 方法]** 撮影実験にはウサギを用いた。吸入麻酔で麻酔したウサギを仰臥位で固定し、自発呼吸下で撮影した。提案法が腸管運動を画像化できているか調べるために、腸管運動賦活剤と鎮痙剤を静注し、その前後で撮影を行った。動物実験については、前所属機関の動物実験委員会の承認を得て、実験動物の取り扱いに十分に配慮して実施した。得られたシネMRIをPCに読み込み処理を行った。処理にはMATLABを用いた。まず、撮像面を構成するそれぞれの画素について、経時的なピクセル値の変化を読み出した。この時間領域信号に対してDCオフセットを除去し、窓関数をかけた上でFast Fourier Transformで周波数領域に変換した。次いでパワースペクトルを求めた。全ての画素についてのこの処理を行い、全てのピクセルに対してこの処理を行い、Band Pass Filter(BPF)処理によって腸管運動を反映する低い周波数(0.5Hz以下とした)、呼吸を反映する高い周波数(0.67~1.33Hz)に異なる色を割り当てて処理画像を描画した。腸管運動周波数は文献値等から上記の値を取ったが、画素ごとに運動の容態は様々で、妥当な周波数の決定や、価値のある画像の作成にはさらなる精査が必要である。そのための基礎情報として、腹部画像を水平断する線を構成する画素に対して場所ごとの周波数処理結果を一度に評価できるグラフを作成した。**[3. 結果]** BPF処理による画像を図1、腹部画像を横切る線において場所ごとの周波数処理結果を示すグラフを図2に示す。BPF処理では0.5Hz以下を一括して腸管運動としたが、多様な運動があることがわかった。**[4.]** 過去の研究でBPF処理による画像の信号強度は薬物負荷と相関しており、腸管運動を反映することがわかっている。今後、臨床的な価値の高い画像を作成するためには、周波数処理によって分離された運動をどのように画像化するかの検討が必要がある。そのための基礎的なデータが得られた。

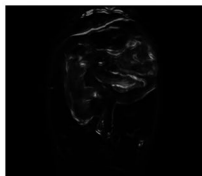


図1. BPF処理による画像

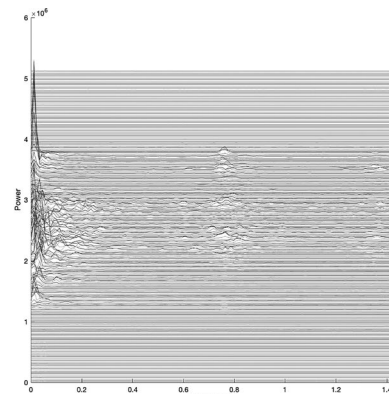


図2. 画像を水平断する線を構成する画素のピクセル値変化の周波数解析

PS17-4 Over time and local changes in distortion and signal inhomogeneity due to differences in magnetic field strength and the number of channels

磁場強度と受信コイルのチャンネル数の違いによる歪みと信号ムラの経時的・局所の変化とその補正(PDIC法)

中澤 智子¹, 山下 典生², 岩田 香織³, 鯉江 史朗¹, 清水ひとみ¹, 酒井 有希¹, 清水 裕也¹, 渡邊 裕文⁴, 鈴木進太郎¹, 櫻井 圭太¹, 二橋 尚志¹, 加藤 隆司¹

Tomoko Nakazawa¹, Fumio Yamashita², Kaori Iwata³, Shirou Koie¹, Hitomi Shimizu¹, Yuki Sakai¹, Yuuya Shimizu¹, Hirofumi Watanabe⁴, Shintarou Suzuki¹, Keita Sakurai¹, Takashi Nihashi¹, Takashi Katou¹

¹Department of Radiology, National Center for Geriatrics and Gerontology, ²Division of Ultrahigh Field MRI, Institute for Biomedical Sciences, Iwate Medical University, ³Department of Clinical and Experimental Neuroimaging, National Center for Geriatrics and Gerontology, ⁴Department of Central Radiology, Shizuoka Medical Center, National Hospital Organization

[要旨] 3D-T1 MR imaging of a phantom was performed to evaluate the signal inhomogeneity (SI) and geometrical distortion (GD). The difference of SI and GD was observed across scanners or coils. SI and GD varied depending on the location in the phantom, while no significant change over time was observed.

[目的/背景] MRI画像には静磁場強度や送・受信コイルの違いによる幾何学的歪みと信号ムラが含まれているが、それらが経時的、局所的にどのように変化しているかは明らかではない。今回、静磁場強度、チャンネル数の異なる条件で3次元ファントム(山下、特許621121)を撮像し自動解析プログラム(Phantom-based geometric distortion and intensity inhomogeneity correction:PDIC)をかけ、幾何学的歪みと信号ムラの経時的・局所の変化を補正前後で比較検討した。

[方法] Siemens社製Skyra3T, PHILIPS社製Ambition1.5Tの2台を使用した。受信コイルは3種類(Siemens社製Head/Neck64と同20, PHILIPS社製dS HeadNeck Spine coil(20ch))である。1か月に一度3次元ファントムを撮像した(対象期間:2022Jan-2023Feb)。ファントム画像をPDICで処理し、基準構造物(球)の自動検出と多項式近似による補正を行った。各球につき補正前後の歪みと信号ムラを横断面、矢状面、冠状面につき、それぞれ評価した。中心に配置したS1に対する各基準球の平均信号値の比(Normalized Mean Intensity:NMI)を求めた。

[結果] PDIC補正前のNMIは球の場所によって一定にずれていたが、パターンに大きな経時的変化は認めなかった。1.5T装置よりも3T装置でずれが大きい傾向があった。Skyra3T, head-neck64の横断面方向が最もNMIの変化幅が大きかった(min-Max:0.94-1.39)。補正後は変化幅が小さくなり(1.01-1.07)、1により近づいた(図1)。Skyra3T, head-neck20は3T装置よりも同程度の歪み(tra:0.97-1.19, cor:0.87-1.10, sag:0.78-1.03)だったが、PDIC補正後は(0.99-1.09, 0.97-1.05, 0.96-1.05)で歪みは減少し1に近づいた。Ambition1.5T, 20chでは、PDIC補正前において3T装置よりもNMIのばらつきが少なかったが横断面、矢状面方向で補正効果が確認できた。装置の種類に関係なく横断面方向ではS32の球(最もPosterior側)のNMIが最も大きかった。PDIC補正前の歪みは場所によって変動し、パターンに大きな変化はなかった。1.5T装置よりも3T装置で歪み変化が大きかった。最も大きな経時的変化を示したのは機種に関わらず横断面方向のS22でSkyra64ch, 同20ch, Ambition20chの歪みの平均値は1.57mm, 1.11mm, 0.51mmだったが(図1), PDIC補正後はそれぞれ0.17mm, 0.28mm, 0.18mmと減少した。1.5T装置は3T装置よりも歪み・ばらつきとも小さかった。

[考察] 局所的な信号ムラは多チャンネルコイルほど表面の信号強度が上昇するが素子が小さく被写体中心部で急激に信号強度が減少するため信号ムラの発生につながった可能性がある。更に3T装置ではB1不均一や遮蔽磁場も信号ムラに影響したと考えられた。一方、1.5T装置ではB1不均一の影響は少なく多チャンネルコイルでないため、3T装置程大きな信号ムラは認められなかったと考察した。局所的歪みについては中心球から離れるほど歪みが大きかった。磁場均一性が劣るオフセンタに位置し、傾斜磁場の線形性が悪くなること一因と考えられる。Skyra64chでは、より局所的歪みが大きく、コイルの構造上磁場中心が3次元ファントムの中心球よりAnterior側にずれているため歪みの局所的な変化につながったと考えられる。経時的変化については信号ムラも歪みもパターンに大きな変動はなかったが場所によって変動があった。3次元ファントムの配置時の位置ずれによる計測位置の変化や対象球に含まれる気泡がその一因と推測された。PDIC補正は磁場強度・コイルの種類に依らず歪み・信号ムラ補正に効果的だった。

[結論] 磁場強度とコイルの種類によって異なる幾何学的歪みと信号ムラが認められた。経時的変化は、パターンに大きな変化はなかったが場所によって変動があった。PDIC補正は局所的・経時的な歪み・信号ムラの補正に効果的だった。

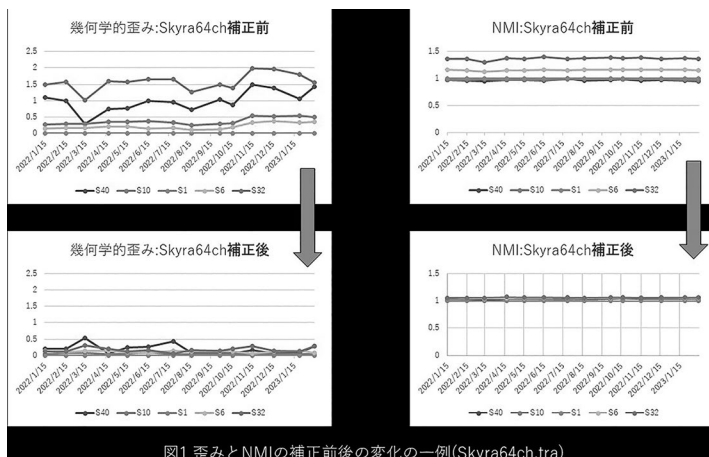


図1 歪みとNMIの補正前後の変化の一例(Skyra64ch.tra)

PS17-5 Examination of magnetic susceptibility artifact reduction protocol with DLR in spinal implants 脊椎インプラントにおけるDLRを併用した磁化率アーチファクト軽減プロトコルの検討

佐伯 幸弘

Yukihiro Saeki

Department of Toyamaken Kouseiren Takaoka Hospital

【要旨】 A phantom experiment was performed to verify the optimal protocol for a sequence that reduces susceptibility artifacts due to lumbar implants by bandwidth amplification and captures SNR reduction with DLR.

腰椎インプラントによる磁化率アーチファクトをバンド幅増幅で縮小させ、SNR低下をDLRで捕捉するシーケンスをファントム実験を行い、至適プロトコルを検証した。

PS18-1 MR angiography in dialysis shunt vessels 透析シャント血管におけるMR angiography

富山 弘樹, 吉田 直人, 四家 洋介

Hiroki Tomiyama, Naoto Yoshida, Yousuke Shike

Public Interest Incorporated Foundation Tokiwakai Tokiwa Hospital

【目的】 当院では透析シャント血管の管理に超音波画像、CT angiography (以下CTA)、非造影MR angiography (以下MRA) を用いている。非造影MRAは直線状な走行の血管は問題ないが、血流量が乏しい箇所や走行の複雑な血管、特に鎖骨下静脈の描出は容易ではない。今回は撮像法や撮像条件を研究し、臨床に非造影MRAを導入するまでの経緯を報告する **【方法】** SIEMENS社製MAGNETOM Aera 1.5TにてBody 18 MR coilを使用し、1. 撮像法の検討、2. 撮像条件の検討、3. 臨床評価を行った。**【結果】** 撮像方法はBPGのみでVENCを設定しない撮像を試みた。VENCの設定をしないので基本的には位相差のみ、つまり流れがある部分全ての信号を得ると考えたからである。その結果、健康血管であっても動脈と静脈を同時に描出することができた。撮像条件はTEを8.9～11まで変化させた。値が大きくなるにつれ、信号は弱くなった。FAは5～30度まで変化させた。10度が最も信号が強く、そこから離れるほど弱くなった。臨床評価では2013年よりMRAを始めた患者の評価を行った。初回は初期検討にて決定したBPGのみを使用するシーケンスで撮像を行った。同年に通常のPC法でも撮像した。その後はBPGのみの方が良い画像だったので、BPGのみでフォローアップした。**【結論】** 今まで透析シャント血管の管理にMRAを用いることは容易ではなかったが、当院ではPC法ではなく、VENCを設定せずBPGのみで撮像する方法を考えた。二つの画面にはなるが、手背から腕頭静脈まで360度の画像を高信号に描出することが簡便になった。

PS18-2 Detection of aortic atherosclerosis in non-alcoholic fatty liver disease with hepatic magnetic resonance imaging

非アルコール性脂肪性肝疾患の肝臓核磁気共鳴画像の応用：腹部大動脈硬化の検出

土肥 省吾¹, 黒岩 靖淳^{1,2}, 内田 暁子^{3,4}, 魏 峻光², 楠元 寿典³, 古小路英二⁵, 木原 康⁶, 今村 卓郎³, 東 美菜子⁵, 海北 幸一⁴, 山下 篤²

Shogo Doi¹, Yasuyoshi Kuroiwa^{1,2}, Akiko Uchida^{3,4}, Toshihiro Gi², Kazunori Kusumoto³, Eiji Furukoji⁵, Yasushi Kihara⁶, Takuroh Imamura³, Minako Azuma⁵, Koichi Kaikita⁴, Atsushi Yamashita²

¹Department of Radiological Technology, Koga General Hospital, Miyazaki, Japan, ²Department of Pathology, Faculty of Medicine, University of Miyazaki, Miyazaki, Japan, ³Department of Internal Medicine, Koga General Hospital, Miyazaki, Japan, ⁴Division of Cardiovascular Medicine and Nephrology, Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, University of Miyazaki, Miyazaki, Japan, ⁵Department of Radiology, Faculty of Medicine, University of Miyazaki, Miyazaki, Japan, ⁶Department of Radiology, Koga General Hospital, Miyazaki, Japan

【要旨】 A hepatic magnetic resonance imaging with an extended field detected 5 cases (6%) of aortic atherosclerosis with T1 high-signal intensity in 80 patients with non-alcoholic liver disease. The magnetic resonance imaging can detect advanced atherosclerosis in patients with non-alcoholic liver disease.

【背景】 非アルコール性脂肪性肝疾患は脂肪肝を特徴とする慢性肝疾患で、主たる死因は動脈硬化性疾患であるため、肝臓の脂肪化・線維化とともに、動脈硬化病変の評価が重要である。本研究では、肝臓のMagnetic Resonance Imaging (MRI) 撮像時に、最も動脈硬化が進みやすい腹部大動脈を同時評価し、動脈硬化症の診断が可能かどうか、また肝臓の脂肪化や線維化と腹部大動脈硬化に関連があるかどうかを明らかにすることを目的とする。**【方法】** 2019年6月～2021年12月の期間に肝臓MRIを受けた動脈硬化性疾患のない非アルコール性脂肪性肝疾患80症例を対象とした。3.0T MRI (Ingenia Elition X, Philips), dStream Torso coilを用いて、肝臓の横断像をMRI-proton density fat fraction (PDFF), MR Elastography (MRE), 肝臓上縁から恥骨結合までの冠状断面の3D-T1WIを撮像した。T1WIを用いて大動脈における壁肥厚および動脈壁のSignal Intensity (SI)を計測した。不規則な偏心性の壁肥厚を動脈硬化と判断し、T1WI高信号プラーク(HIP, high signal intensity plaque)動脈壁のSIを腸腰筋のSIで除した値で1.2以上と定義した。肝臓内の脂肪沈着PDFFおよびMREを用いて線維化指標Average stiffnessをそれぞれ算出した。2群比較の結果は中央値と範囲で示した。**【結果】** 80症例中5名(6%)に腹部大動脈硬化を認め、全てがHIPであり、非動脈硬化群と比して有意に高齢(68歳; 62-73 vs. 52歳; 30-79, p<0.05)であり、男性の割合(p<0.05)や高血圧を有する割合(p<0.01)が高かった。HIPを伴う腹部大動脈硬化群(n=5)の壁肥厚(2.8 mm; 2.27-4.49; p<0.0001), SI値(1.6; 1.20-2.03; p<0.0001), は非動脈硬化群(n=75) (壁肥厚1.7 mm; 1.05-2.47, SI値0.97; 0.72-1.18)と比して有意に高値であった。HIPを伴う腹部大動脈硬化群のPDFF(8.58; 5.2-14.51, p=0.09)およびAverage stiffness(2.29; 1.72-2.78, p=0.81)は、非動脈硬化群(PDFF14.00; 5.46-44.3, Average stiffness 2.29; 1.43-6.25)と比して有意差を認めなかった。大動脈壁の厚さとPDFF及びaverage stiffnessに相関関係を認めず、T1WIにおける大動脈壁のSIと年齢(r=0.38, p<0.001)に正の相関を認めたが、Average stiffnessに相関を認めなかった。**【結論】** 非アルコール性脂肪性肝疾患の肝臓MRIで腹部大動脈硬化を検出できることが示唆された。HIPはプラーク内出血や壁に血栓を伴う破綻性プラークと考えられており、進行性の腹部大動脈硬化症と考えられた。症例数が少ないため断定的ではないが、腹部大動脈硬化症を有する症例では臨床背景が異なることが示唆された。なお、肝臓の脂肪化や線維化と大動脈硬化の関連は明確ではなかった。肝臓MRIを用いて腹部大動脈を評価することは、無症状の進行性動脈硬化症の診断に有用であることが示唆された。

PS18-3 Non-contrast high-resolution 4D-peripheral MR angiography using retrospective EPI with Compressed SENSE

Compressed SENSE併用Retrospective EPIを用いた非造影高解像度4D末梢MRA

後藤 康裕¹, 長尾 充展², 米山 正己³, 勝又 康友³, 椎名 勲¹, 小平 和男¹, 濱谷 豊¹, 小川 拓実¹, 加藤 真奈¹, 坂井 修二²

Yasuhiro Goto¹, Michinobu Nagao², Masami Yoneyama³, Yasutomo Katsumata³, Isao Shiina¹, Kazuo Kodaira¹, Yutaka Hamatani¹, Takumi Ogawa¹, Mana Kato¹, Shuji Sakai²

¹Department of Radiological Services, Tokyo Women's Medical University, ²Department of Diagnostic imaging & Nuclear Medicine, Tokyo Women's Medical University, ³Philips Japan

【要旨】 REPIX 4D-MRA well depicted peripheral arteries clearly in a significantly short time thanks to Compressed SENSE, compared with conventional SENSE.

【Objective】 Retrospective EPI (REPI) シーケンスはEPIを用いているため、従来の4D-FLOW シーケンスと比較してスキャン時間を短縮することが可能である。REPIではEPIリードアウトの併用に加え、さらに取得時間を短縮するためにSENSEも併用されている。しかし、高倍速SENSEの併用は、コイルジオメトリファクター (g-factor) によってはSNRの劣化につながる。そのため、これまでREPI 4D-MRAでは画質劣化を防ぐために倍速を抑えたSENSEを使用していた。今回我々は、3D TFEPI/REPIを含む3D EPIシーケンスとCompressed SENSEを組み合わせたシーケンス (REPIX)を開発した。REPIXはSENSEとは異なり、gファクターに関連するSNRのペナルティを伴わずに、撮像時間をさらに短縮できると仮定した。本研究の目的は、REPIXにより高解像度非造影4D末梢MRAのスキャン時間の短縮と画質の向上が可能かどうかを調べることである。**【Methods】** 対象: ボランティア6名 (男性4名、女性2名、年齢範囲22~47)。3.0T MRI (Ingenia, Philips Healthcare) 本研究は、現地のIRBにより承認され、すべての被験者から書面によるインフォームド・コンセントを取得した。画質評価: 足REPI 4D-MRA with SENSE (REPI-SENSE) およびCompressed SENSE (REPIX) の有用性を検討するため、近位から遠位の血管の評価を関節境界をセグメント化して行った。統計解析: Wilcoxon signed-rank testで行い、p<0.05で有意差と判定した。scan parameter: REPI 4D-MRA: FOV (mm) = 180×160, spatial resolution (mm) = 1.0×1.0×2.0, TR/TE (ms) = 12/7.2, Flip angle (°) = 10, TFE-factor=3, EPI-factor=2, Recon heart phase = 8, VENC (cm/sec) = 10, Number of slices = 80, acquisition time = 1m53s. REPI-SENSE: SENSE factor = 10, REPIX: C-SENSE factor = 10. **【Results】** REPIXはREPI-SENSEと比較して、4領域すべてで有意に高い視覚評価スコアを示しました。**【Conclusion】** REPIX 4D-MRAは、Compressed SENSEにより、従来のSENSEに比べ、有意に短時間で末梢動脈を明瞭に描出することができた。また、腹部MRAなど他の部位にも応用できる可能性がある。

PS18-4 Versatile non-contrast-enhanced MRA technique for visualization of whole-body blood flow using Flow-sensitive CINE imaging

Flow sensitive CINE Imaging を用いた Whole body flow Visualize image の検討

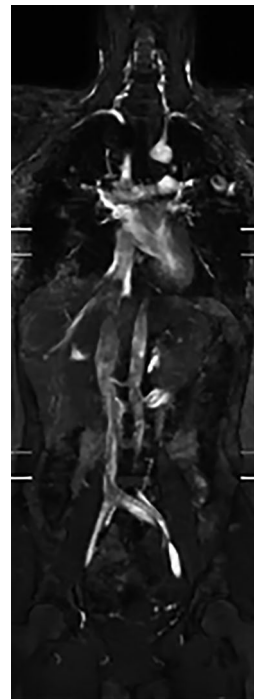
椎名 勲¹, 長尾 充展², 米山 正己³, 勝又 康友³, Kwon Jihun³, 後藤 康裕¹, 濱谷 豊¹, 小平 和男¹, 小川 拓実¹, 加藤 真奈¹, 坂井 修二²

Isao Shiina¹, Michinobu Nagao², Masami Yoneyama³, Yasutomo Katsumata³, Kwon Jihun³, Yasuhiro Goto¹, Yutaka Hamatani¹, Kazuo Kodaira¹, Takumi Ogawa¹, Mana Kato¹, Shuui Sakai²

¹Department of Radiological Services, Tokyo Womens Medical University, Tokyo, Japan, ²Department of Diagnostic Imaging and Nuclear Medicine, Tokyo Womens Medical University, Tokyo, Japan, ³Philips Japan, Tokyo, Japan

【要旨】 This study demonstrated the feasibility of whole-body dynamic flow visualization using Flow-sensitive CINE imaging. This technique could provide robust dynamic flow information visually within a shorter scan time compared with conventional methods.

体幹部非造影MRAの撮像ではb-TRANCE (balanced Trigger angiography non contrast enhanced) 法やFBI (Fresh blood imaging) などが利用される。下肢非造影MRAでは心電図同期2D-TOF (Time-of-Flight) 法やTRANCE (Trigger angiography non contrast enhanced) 法が利用されている。いずれも心電図同期や呼吸のコントロールが必要となる。不整脈が頻発する症例や呼吸コントロールの難しい症例においては同期不良により良好なMRA画像を得ることは難しい。また、撮像時間も長いと、患者の負担も大きく、体動の影響を受けやすい事が欠点として挙げられる。Flow sensitive CINE ImagingはPPU同期のみで撮像することが可能であり不整脈の影響を受けにくい、またshot時間が短いため呼吸のコントロールが不要である。2Dでの撮影により、目的部位に応じた柔軟な設定が可能であり、短時間撮像が可能である。Flow sensitive CINE ImagingはTFEPIを用いることにより流れに敏感な撮像法である。我々は心血管の逆流や弁の動きなどで有用性を示した。今回この方法を使用し体幹部血管をはじめ下肢血管の撮像に応用し、実現可能か調査しました。



PS18-5 Morphological evaluation of aorta using non-contrast-enhanced radial sampling MR angiography without ECG or respiratory gating

自然呼吸下・非造影radial sampling MR angiographyでの大血管の形態評価

道津 剛明¹, 本郷 哲央¹, 大地 克樹¹, 島田 隆一¹, 岩尾 佳幸², 浅山 良樹¹

Takeaki Dotsu¹, Norio Hongo¹, Katsuki Oji¹, Ryuichi Shimada¹, Yoshiyuki Iwao², Yoshiki Asayama¹

¹Department of Radiology, Oita University Faculty of Medicine, ²Medical Technology Department, Oita University Hospital

【要旨】 Non-contrast-enhanced radial sampling MRA is a noninvasive modality for evaluation of aortic disease without ECG gating and breath-hold. Vascular measurement obtained with radial sampling MRA appear equally accurate to those of CTA. Radial sampling MRA is feasible for vascular measurement of aorta.

【目的/背景】 大動脈疾患の診断、大動脈疾患に対する血管内治療(ステントグラフト)の設計には、空間的分解能に優れる造影CTが推奨されているが、大動脈疾患は高齢者に多く、腎機能障害を有する症例、造影剤使用により腎機能増悪をきたす症例も少なくない。また大動脈ステントグラフト治療後は生涯にわたる定期的な画像診断による経過観察が必須であり、繰り返すCT検査による被ばく・放射線障害のリスクが無視できず、CTに代替される客観的画像評価法が求められている。これまで様々な手法を用いた非造影MRAで大動脈を描出する様々な試みはなされているが、いずれも拍動、呼吸、体動、不整脈によるアーチファクトにより幅広い状況での適応は困難であり、現状広く普及していない。近年より使用可能になった拍動、呼吸、体動による影響を受けにくいRadial sampling法を用いた撮影を体幹部に適応するなかで、動脈内腔を高信号に描出できることを見いだした。この撮影技術を用いたRadial sampling MRAを撮像することで、腎機能に影響なく、大動脈疾患の診断・形態評価が可能と考えた。本研究の目的はradial sampling法を応用した非造影・自然呼吸下・非心電図同期下MR angiography (Radial sampling MRA)での大動脈の形態評価における有用性を明らかにすることである。**【方法】** 当院にて2007年9月から2022年6月までに大動脈疾患に対してradial sampling法を用いた非造影MRAが撮像された54例のうち、治療前および治療後の腹部大動脈瘤で同時期(前後1か月以内)に造影CTを併せて撮像された症例で、かつ金属アーチファクト(ステンレス)による血管内腔評価が困難であった症例を除いた22症例を対象とし、radial sampling法を用いた非造影MRA画像および同時期に撮像された造影CT動脈相を3Dワークステーション(AZE virtual place, Tokyo, Japan)を用いて腹部大動脈の形態評価、比較検討を行った。検討項目：・ステントグラフト設計に必要な血管径および血管長、角度について造影CT動脈相との相関関係、・ステント部および非ステント部における血管径について造影CT動脈相との相関関係、・radial sampling法を用いた非造影MRAおよび造影CT動脈相それぞれの検者間信頼性、・腹部大動脈側枝(腰動脈、下腸間膜動脈、正中仙骨動脈)の描出能について解析・検討を行った。**【結果】** 血管径における造影CT動脈相との相関関係は全体的に良好であるものの、外腸動脈や総大腸動脈など末梢血管では相関係数が他より低い傾向が見られた。血管長および角度については、総じて相関関係は良好であった。非ステント留置部における血管径はステント留置部の血管径より高い相関関係が見られ、非ステント留置部においてより高い内腔描出能があるものと思われた。またradial sampling法を用いた非造影MRAおよび造影CT動脈相とも検者間信頼性は高値であった。腹部大動脈側枝の描出能については腰動脈：感度82.5%、特異度100%、正確度82.7%、下腸間膜動脈：感度88.9%、特異度100%、正確度94.1%、正中仙骨動脈：感度83.3%、特異度100%、正確度95.5%と比較的良好であった。**【結論】** 腹部大動脈において、拍動、呼吸、体動による影響を受けにくいRadial sampling法を用いた非造影MRAは、広く適応でき、造影CTと遜色のない形態評価が可能であった。今後、大動脈疾患の術前血管径計測や術後評価、大動脈解離における真腔・偽腔評価など、臨床応用が期待されるが、ステント留置部における内腔描出、末梢血管の描出など改善すべき課題も考えられた。

PS18-6 Examination of imaging conditions of TRICKS for imaging spinal cord arteriovenous malformation

脊髄動静脈奇形描出のための TRICKS の撮像条件の検討

徳山 武一, 森田 達郎, 佐藤由起子, 田部井照美, 中田 安浩

Takekazu Tokuyama, Tatsuro Morita, Yukiko Satou, Terumi Tabei, Yasuhiro Nakata

Tokyo Metropolitan Hospital Organization, Tokyo Metropolitan Neurological Hospital

【要旨】 This research is very useful for examining the imaging conditions of the sequence for visualizing the feeders of spinal cord arteriovenous malformations.

【背景・目的】 脊髄動静脈奇形の診断において、脊髄動静脈奇形の存在診断、血管構築の診断として feeder の描出が特に重要である。病態の同定には広範囲での血行動態の把握、時間分解能および空間分解能の両方が求められる。造影 Dynamic 撮像として TRICKS を使用した。今回は feeder の描出能について TRICKS の撮像条件の基礎検討を行った。**【方法】** 使用装置：GE 社製 SIGNA Artist1.5T、ファントム：日興ファインズ 90-401 型ファントム、造影剤の試料として 100、125、250 倍希釈 Gd 溶液を作成し FA と TE を可変させ信号値の変化を評価した。次に、FOV400mm と matrix 及び受信バンド幅 (BW) を可変させ内径の異なる模擬血管径 0.5~30mm (自作合成樹脂製チューブ) を撮像し空間分解能及び時間分解能の変化を評価した。**【結果・考察】** feeder と同程度と想定される 125 倍希釈 Gd では FA25° が最大信号値であった。TE によって信号値はほとんど変化がなかった。次に FA25° で FOV400mm としたときの matrix では pixel size が 1.0 × 1.0mm 程度となる Matrix 412 で描出能が良好であった。また、BW は 63 kHz と 125kHz ではほぼ同等の描出能であり、時間分解能の向上が期待できる 125kHz が最適であると考えられる。**【結論】** 広範囲の撮像が求められる AVF の feeder の撮像では、FOV400mm とした場合 TE は minimum、FA25°、Matrix は 412 (pixel size 1.0 × 1.0mm)、BW は 125kHz が最適であった。

PS19-1 The effects of a measured macromolecular basis set and baseline parameters for the short-TE STEAM MRS analysis at 7T

7テスラ short-TE STEAM MRS 解析結果への巨大分子・ベースライン設定の影響

岡田 知久¹, 栗林 秀人², 漆畑 勇太², 赤坂 太¹

Tomohisa Okada¹, Hideto Kuribayashi², Yuta Urushibata², Thai Akasaka¹

¹Human Brain Research Center, Graduate School of Medicine, Kyoto University, ²Siemens Healthcare K.K.

【要旨】 A short-TE STEAM MRS were analyzed for GABA, glutamate and excitatory-inhibitory ratio using a measured macromolecular basis set and various baseline flexibility defined by DKNTMN. DKNTMN of 0.3 conformed best to the results of a former multicenter study and is recommended.

【目的】 7T-MRS により γ-アミノ酪酸 (GABA)、グルタミン酸とそれらの比 (EIR) の計測が行われるが、その解析に際しては、巨大分子 (MM) とベースラインの設定が代謝物の定量とその精度に影響を与えることが知られている。最も広く使用されている LCModel 解析では、ベースラインの自由度は DKNTMN というパラメーターによって制御されるが、その最適値は確定されていない。特に、short-TE STEAM シーケンスでは、MM の影響が大きくなるため、最適解析条件を検討する必要がある。本研究では、このシーケンスで計測して作成した MM basis set と異なる DKNTMN 値とを組み合わせて解析した値と、これまでの類似条件での計測値とを比較して検討した。**【方法】** 健康被験者 25 人 (女性 10 人、平均年齢 26 歳) を、倫理委員会に承認されたプロトコルで書面同意を得て登録した。撮像には研究用 7T-MR システム (MAGNETOM 7T: Siemens Healthcare 社製) とヘッドコイル (1ch 送信 / 32ch 受信: Nova Medical 社製) を使用した。MRS 計測には short-TE STEAM シーケンス (研究用シーケンス; TR/TE/TM 4000/5/45ms, bandwidth 6 kHz, 48 average) を用いて、測定ボクセル (20 × 20 × 20 mm³) を矢状断 T1 強調画像上で後帯状皮質 (PCC) に設定し、FASTMAP (研究用シーケンス) と手動シミング後に計測した。渦電流補正と定量のために、水抑制のないスペクトルも計測した。スキャンは、寝台から降りて間隔をあけて 2 回行った。解析は、LCModel のデフォルト解析 (合成 MM と DKNTMN 0.15) と、計測データから作成した MM (実測 MM) と DKNTMN 0.15, 0.3, 0.6 と 1 の 4 値の合計 5 条件で行った。Cramer-Rao Lower Bound (CRLB) と、総クレアチン (tCr) で割った GABA、グルタミン酸および EIR の計測値について、ANOVA により解析条件間の差異を検討した。測定の安定性は変動係数 (CV) により評価した。**【結果】** CRLB の平均 (SD) は、GABA で 9.23 (1.14) ~ 15.81 (4.41) の範囲であり、DKNTMN が 0.15 や 0.3 では 0.6 や 1 よりも有意に低値を示した。グルタミン酸ではほとんどが 2 で一部 3 であった。GABA/tCr 値の平均 (SD) は 0.12 (0.03) ~ 0.23 (0.02) で、合成 MM を使用した場合は、有意に高値を示した。実測 MM を使用した場合、DKNTMN が 0.15 や 0.3 では 0.6 や 1 の場合よりも有意に高かった。グルタミン酸/tCr 値の平均は 1.15 (0.07) ~ 1.30 (0.07) で、GABA/tCr と同様の傾向が見られたが変化量は小さなものであった。EIR では GABA の影響が主であり、それと同様の有意差を認めた。測定の安定性を示す CV は、GABA/tCr で 4.70 ~ 14.69%、グルタミン酸/tCr で 2.10 ~ 2.81%、EIR で 3.55 ~ 13.08% と比較的安定していた。多施設で semi-LASER を使用した先行研究 (van de Bank BL, et al. 2015) との比較では、実測 MM と DKNTMN 0.3 が最も一致する結果であった。なお、GABA の CV は、合成 MM を用いた場合で実測 MM よりも値が低かったが、実測 MM を用いた DKNTMN 4 条件間で有意差はなかった。**【結論】** 解析条件により計測値は大きく変化する。本研究の計測条件では、実測 MM と DKNTMN 0.3 の組み合わせが良いと考えられた。

PS19-2 AcidoCEST contrast media exhibiting pH dependence on a 3T clinical MRI system

3T臨床MRI装置における acidoCEST 造影剤の pH 依存性

松元 友暉¹, 原田 雅史¹, 金澤 裕樹¹, 三好 光晴²

Yuki Matsumoto¹, Masafumi Harada¹, Yuki Kanazawa¹, Mitsuharu Miyoshi²

¹Institute of Biomedical Sciences, Tokushima University Graduate School, ²GE Healthcare, Japan

【要旨】 A phantom experiment was performed using iopamidol in a range of acidic levels and different concentrations of contrast media. The CEST spectra were then fitted, and the CEST effect caused by the pH was confirmed at an off-set radio frequency of 4.2 ppm.

[objective/background]

The balance of pH within tissues is fundamental to biological metabolism. The previous studies reported using iopamidol as a tracer for extracellular pH (pHe), yet reports of acidoCEST magnetic resonance imaging (MRI) in radiological examination remains untapped across clinics. This study aimed to confirm the chemical exchange saturation transfer (CEST) effect that can be observed in the acidoCEST MRI contrast media (CM) in an acidic environment on a 3T MRI-system.

[method]

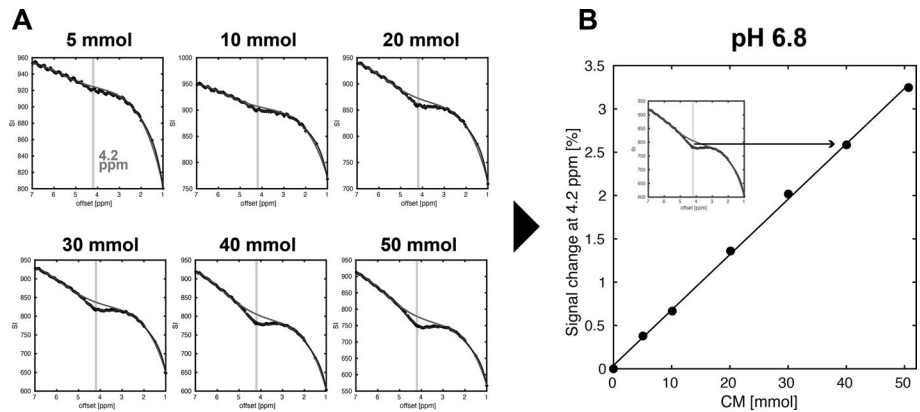
A phantom experiment was performed using iopamidol at known acidity levels (pH 6.4, 6.8, 7.0, and 7.4) at varying concentrations (0, 5, 10, 20, 30, 40 and 50 mmol/L) of the CM. The dependence of the CEST peak on the radio frequency pulse, saturation time, and saturation power were adjusted to find the optimal CEST pulse. A region of interest (ROI) analysis was conducted, and the mean value of signal intensity was measured by drawing round-shaped ROIs of the same size. The CEST spectra were then fitted, and the CEST effect arising due to pH was confirmed at an off-set radio frequency of 4.2 ppm.

[result]

In this study, a saturation time of 4 s and a saturation power of 2.0 μT were set as the parameters for optimal brain CEST imaging. The CEST effect has been illustrated in the figure wherein the pH of the CM is 6.8 (A), and the relationship between the CM and signal change rate is 4.2 ppm (B). The CEST effect linearly changed as per the concentration of the CM in acidic environments (pH 6.8).

[conclusion]

This study demonstrated that the CEST effect varied based on both the concentration of the CM and the acidic environments, on a 3T clinical MRI system. By acidoCEST imaging, pHe mapping of brain tumors could potentially serve as a biomarker for tumor characterization.



PS19-3 Clinical feasibility of pH imaging with AACID at 3T: A phantom study

AACIDを用いた pH イメージングのファントム実験による基礎的検討

大塚 洋和¹, 岩永 崇¹, 内匠 浩二², 西郷 康正², 米山 正己³, 吉浦 敬²

Hirokazu Otsuka¹, Takashi Iwanaga¹, Koji Takumi², Yasumasa Saigo², Masami Yoneyama³, Takashi Yoshiura²

¹Department of Radiological Technology, Kagoshima University Hospital, ²Department of Radiology, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences, ³Philips Japan

【要旨】 We conducted a phantom experiment to examine the feasibility of pH imaging with AACID at a clinical 3.0-Tesla MR. AACID value showed a negative correlation with pH without influenced by protein concentration.

【目的】 近年、APT強調画像を始めとする CEST イメージングの有用性が報告されているが、CEST 信号は生体内のたんぱく濃度以外に pH の影響も受けるため、生体内の pH を非侵襲的に評価できる手法として応用が期待されている。アミド基とアミン基の信号比を利用した AACID (amine/amide concentration-independent detection) 法では、たんぱく濃度に依存しない pH 計測が可能と報告されている。今回我々は臨床用 MRI を用いて AACID 法を用いた pH イメージングが可能であるか、ファントムを用いた基礎的検討を行なった。

【方法】 卵白アルブミン濃度 (1, 3, 5%) および pH (6.8, 7.0, 7.2) の組み合わせで作成した 9 種類の異なるシリンジファントムを作成した。CEST イメージングは PHILIPS 社製 Ingenia 3.0T を使用し撮像した。撮像は飽和パルス強度 2μT、持続時間 2 秒を用いて、飽和パルスを -6.0 から 6.0 ppm を 0.5 ppm 間隔で設定し、±2.75 ppm, ±9.6 ppm および -1560 ppm 加えた計 27 種類の飽和パルスにて撮像を行った。取得画像に関心領域を設定し、APT 値 (%) および AACID 値を算出した。APT 値と pH およびたんぱく濃度、AACID 値と pH およびたんぱく濃度について Spearman の順位相関係数 (Spearman's rank-correlation coefficient (Rs)) を用いて統計解析を行ない、pH およびたんぱく濃度との関係の評価した。

【結果】 APT 値は、各たんぱく濃度において pH と正の相関 (Rs=0.943, p<0.001)、かつ各 pH においてたんぱく濃度と正の相関関係を示した (Rs=0.505 to 0.908, p=0.004)。AACID 値は、各たんぱく濃度において pH と負の相関を示したが (Rs=-0.472 to -0.835, p<0.001)、各 pH におけるたんぱく濃度との間に有意な相関関係は認めなかった (Rs=-0.274 to 0.061, p=0.143 to 0.748)。

【結論】 AACID 値は pH との強い相関を認め、臨床機においても pH イメージングは可能であった。今後、実臨床への応用に向け、さらなる検討が必要である。

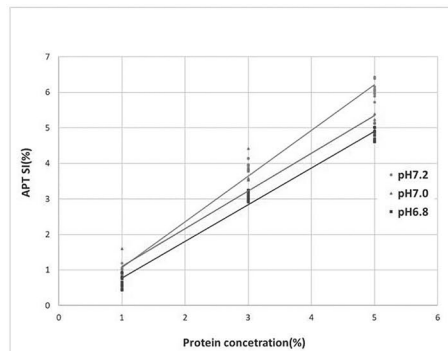


Fig.1 Relationship between protein concentration and APT SI

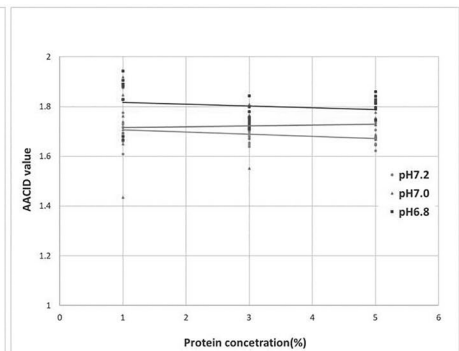


Fig.2 Relationship between protein concentration and AACID value

PS19-4 Comparison of MRI CEST APT_T1 imaging and C-11 Methionine PET in patients with brain tumors

脳腫瘍症例における MRI CEST APT_T1 画像と C-11 Methionine PET の比較

小口 和浩^{1,4}, 三好 光晴², 四方 聖二³, 水口 功一⁴

Kazuhiro Oguchi^{1,4}, Mitsuharu Miyoshi², Shoji Yomo³, Kouichi Mizuguchi⁴

¹Jisenkai Brain Imaging Research Center, ²Global MR Clinical Solutions and Research Collaborations, GE HealthCare, Japan, ³Gamma Knife Center, Aizawa Hospital, ⁴Radiology and Diagnostic Imaging Center, Aizawa Hospital

【要旨】 We compared MRI CEST images with MET-PET for the diagnosis of patients with brain tumors and found that our APT_T1 images correlated with MET-PET, with significant differences in tumor recurrence and necrosis. APT_T1 imaging can potentially be used clinically as an alternative to MET-PET.

【背景/目的】 脳腫瘍の診断において鑑別診断や治療後の再発診断が通常のMRI画像診断では難しいことがある。C-11 Methionine PET (MET-PET) はアミノ酸代謝を反映しこれらの診断に有用であるが薬剤合成にサイクロトロン設備が必要であり施行できる施設に限られる。一方、MRIによるChemical Exchange Saturation Transfer (CEST) 画像は、特殊な設備や造影剤を使用せずに微量の生体内物質を検出する撮像方法であり、生体内の様々なタンパクやペプチドに含まれるアミド基を対象とした Amid Proton Transfer Imaging (APT 画像) は神経膠腫の悪性度診断や再発診断に有用性とされる。APT 画像に関する多くの報告は CEST 画像の Z-spectrum から、±3.5ppm の差を求める MTR asymmetry (MTRAsym) を用いているが、本法では Nuclear overhauler effect (NOE) の影響が避けられない。我々は、CEST 画像の Z-spectrum のカーブ・フィッティングを用いて NOE の影響を受けずにアミド基の CEST 効果を反映する APT_T1 画像を考案した。今回、脳腫瘍症例を対象に APT_T1 画像と MET-PET 画像を比較検討し、APT_T1 画像によって MET-PET と同様の診断情報が得られるかを検討した。

【対象】 2021年7月から2023年4月の間に本研究に参加しMET-PETを施行した脳腫瘍患者34例のうち、CEST画像が撮像しなかった5例と頭蓋底の空気のアーチファクトによって病変のCEST画像が評価不能であった1例を除外した28例、32病変を対象とした。当院倫理審査委員会の承認を得て文書によるインフォームドコンセントを取得して実施した。このうち鑑別診断などの初期診断が8病変、ガンナイフなどの治療後再発診断が24病変、再発診断のうち原発性脳腫瘍の再発診断が14例、転移性脳腫瘍の再発診断が10例であった。最終診断はその後の手術あるいは臨床経過で判断した。

【方法】 使用MRI装置はGE Pioneer 3.0T MRI。CEST撮像には2D-SSFSEを用い、TR 5,000 / TE Minimum, CEST pulse: continuous wave, 2μT duration 2secとした。得られたZ-spectrumより±3.5ppmのMTRAsymを求めた。また、アミド基のCEST現象にマルチプールモデルを適用し、水プールとアミド基プールのプロトンの移行速度と両プールの体積比、T1緩和からAPT_T1を算出した。MET-PETはGE Discovery PET/CT 600を用い、C-11 Methionine 約370MBq静注20分後から10分間の頭部撮像を行い、病変部と対側正常脳に適当な大きさの関心領域を設定してSUVmaxの比(LNRmax)を求めた。CEST画像上に、MRIとMET-PETを参照して用手的に関心領域を設定し、MTRAsymとAPT_T1の値を測定し、MET-PET LNRmaxと比較した。統計解析にはEZRを使用し、MET-PETとの比較にはSpearman順位相関係数、再発診断についてはMann-Whitney U検定を行った。

【結果】 全32病変では、APT_T1の値はMET-PETの集積度(LNRmax)と相関を示したが(R = 0.688, P = 0.00001)、MTRAsymとLNRmaxとの間に相関は得られなかった(R = -0.084, P = 0.648)。初期診断8病変ではAPT-T1、MTRAsymともにMET-PETと相関傾向がみられ、APT_T1は有意な相関があった(P = 0.0218)。再発診断24病変の検討では、LNRmaxとAPT_T1は再発と壊死の間に有意差を認めたが(P = 0.00009, P = 0.0139)、MTRAsymは両者に差はなかった(P = 0.29)。CEST画像はMET-PETと類似の画像を示したもののアーチファクトが多く画質に劣った。

【結論】 脳腫瘍の診断において、今回我々が検討したAPT_T1画像はMET-PETと類似の情報を得ることができ、特に日常診療で多く遭遇する治療後再発診断において、再発と壊死の鑑別診断の一助となると思われる。今回用いた撮像法は1スライスのみ撮像であり、アーチファクトが多いため、多断面撮影やアーチファクトの低減などCEST撮像法の改善が望まれる。

PS19-5 Feasibility study of pH-CEST imaging for evaluating tissue pH of head and neck lesions using clinical 3T MRI

臨床MR機器を用いた頭頸部病変内pH環境を評価するpH-CESTイメージングの実現可能性に関する初期検討

内匠 浩二¹, 大塚 洋和², 岩永 崇², 長野 広明¹, 中之蘭良太¹, 米山 正己³, 権 池勲³, 吉浦 敬¹

Koji Takumi¹, Hirokazu Otsuka², Takashi Iwanaga², Hiroaki Nagano¹, Ryota Nakanosono¹, Masami Yoneyama³, Jihun Kwon³, Takashi Yoshiura¹

¹Department of Radiology, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences, ²Department of Radiological Technology, Kagoshima University Hospital, ³Philips Japan

【要旨】 This study assessed the feasibility of pH-CEST imaging with AACID for tissue pH evaluation in phantom and clinical studies using a 3T MRI. AACID of malignant head and neck lesions was significantly higher than that of benign lesions, suggesting a different pH environment.

[Purpose] To evaluate the feasibility of pH-CEST imaging with the amine and amide concentration-independent detection (AACID) method for pH measurement in both phantom and clinical studies using a clinical 3T MRI. **[Methods]** To calculate AACID, the full z-spectrum was acquired by repeating the imaging at 25 different saturation frequency offsets, ranging from -6.0 to +6.0 ppm with a step of 0.5 ppm. Saturation pulse strength was set at 2.0 μT, and the duration was 2.0 s. pH-CEST was conducted on samples with protein concentrations of 3 and 5%, and pH values ranging from 6.8 to 7.2. In a clinical study, AACID was compared between 21 benign and 39 malignant head and neck lesions. **[Results]** AACID was found to be inversely proportional to pH. The AACID of malignant lesions was significantly higher than that of benign lesions (p=0.036). **[Conclusion]** AACID could be a new imaging tool for measuring tissue pH. Our findings suggest that head and neck malignant lesions have a lower pH compared to benign lesions.

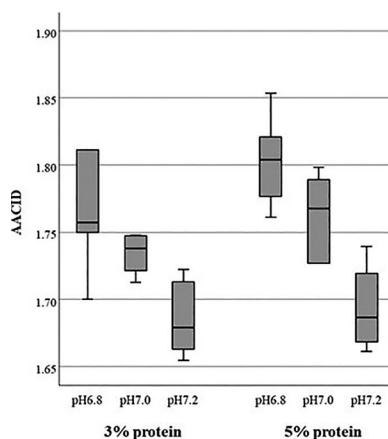


Figure 1. Box-and-whisker plots showing the dependency of AACID on pH. AACID is inversely proportional to pH at both 3% and 5% protein concentrations.

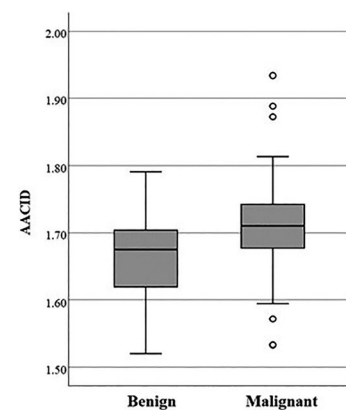


Figure 2. Box-and-whisker plots of AACID of benign and malignant head and neck lesions. AACID of head and neck malignant lesions is significantly higher than that of benign lesions (1.71 ± 0.08 vs. 1.67 ± 0.07, p=0.036).

PS19-6 Amide proton transfer imaging corrected by ADC allows early detection of a therapeutic response in bone and soft tissue sarcomas

ADC補正後APT画像による骨軟部肉腫の治療効果の早期検出

鷺山 幸二¹, 神谷 武志¹, 山崎 誘三¹, 日野 卓也¹, 田畑 公佑¹, 藪内 英剛², 石神 康生¹, 遠藤 誠³, 毛利 太郎⁴, 小田 義直⁴

Koji Sagiyama¹, Takeshi Kamitani¹, Yuzo Yamasaki¹, Takuya Hino¹, Kosuke Tabata¹, Hidetake Yabuuchi², Kousei Ishigami¹, Makoto Endo³, Taro Mori⁴, Yoshinao Oda⁴

¹Department of Clinical Radiology, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, ²Department of Health Sciences, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, ³Department of Orthopaedic Surgery, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, ⁴Department of Anatomic Pathology, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University

【要旨】 In patients with bone and soft tissue sarcomas treated with preoperative chemotherapy, APT imaging corrected by ADC could detect differences in treatment response that could not be detected by conventional volume measurements.

【Objective/Background】

Evaluating the response to chemotherapy based on volume changes is often difficult in bone and soft tissue sarcomas, which consist of large amounts of stroma in addition to tumor cells.

Amide proton transfer (APT) imaging reflects mobile proteins and peptides within tumors, and has been reported to be useful for tumor grading and treatment response. This study aimed to evaluate the utility of APT imaging in determining the response of bone and soft tissue sarcomas to preoperative chemotherapy.

【Method】

<Subjects> This study included 12 patients with bone and soft tissue sarcomas who underwent preoperative chemotherapy. They were classified postoperatively into two groups, responders (<50% viable cells after chemotherapy) and non-responders (>50% viable cells), based on histopathological analysis.

<Image Acquisition> Subjects were scanned before and after preoperative chemotherapy using 3T MRI systems (Ingenuity TF and Ingenia, Philips Healthcare, Best, Netherlands). Transverse 2D-T2WI to cover the entire tumor volume and DWI with a single-shot EPI ($b = 0$ and 1000) to generate an ADC map were scanned. Additionally, APT imaging was performed using the 3D fast spin-echo Dixon Method. Briefly, we applied a saturation pulse (duration: 2.0s, power: 2.0 μ T) at seven different frequency offsets: ± 2.7 ppm, ± 3.5 ppm, ± 4.3 ppm, and -1560 ppm, and repeated the scan three times at $+3.5$ ppm with echo shifts ($\delta TE = 0.4$ ms) for Dixon B0 mapping. APT imaging was generated from the B0-corrected MTR asymmetry at ± 3.5 ppm. Other parameters were as follows: voxel size = 2.1 – 2.8 mm, slice thickness = 4.4 – 6.0 mm, slices = 10, and scan duration < 5m 12s.

<Image Processing> We divided the APT image by the ADC map to generate APT/ADC maps. On T2WI, we manually delineated regions of interest (ROIs) along the inner edge of the tumor boundary and then copied these ROIs onto the other images. We recorded the APT, ADC, and APT/ADC values on a voxel-by-voxel basis across all slices. The tumor volumes, 10th percentile of the ADC (ADC 10%), 90th percentile of the APT (APT 90%), and 90th percentile of the APT/ADC (APT/ADC 90%) were compared before and after chemotherapy in responders and non-responders.

【Result】

Based on postoperative histopathologic analysis, 6 of the 12 patients were classified as responders and 6 were classified as non-responders. In the responder group, APT/ADC 90% showed a significant decrease after chemotherapy (4.48 ± 1.66 vs. 3.02 ± 0.88 , $P < 0.05$). Other parameters were not significantly different between pre- and post-treatment in either responders or non-responders (Figure 1). A case of myxoid liposarcoma is shown in Figure 2. There was no significant difference in the tumor volume before and after chemotherapy; however, the APT/ADC values decreased.

APT imaging can be affected by the varying background tissue structures. However, applying ADC correction can help reduce this influence, enabling a more accurate assessment of treatment effects.

【Conclusion】

APT combined with ADC can detect differences in response in patients with bone and soft tissue sarcomas treated with preoperative chemotherapy.

Figure 1

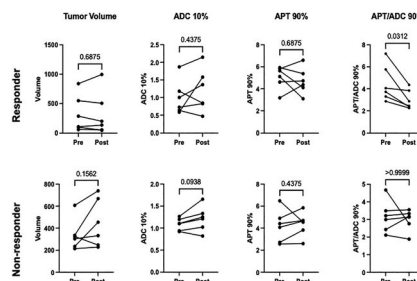
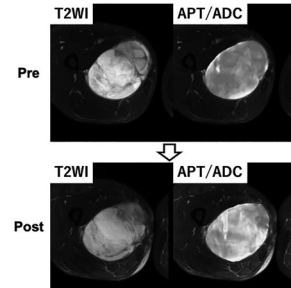


Figure 2



PS19-7 Feasibility of CEST imaging by multi-pool model for glioma grading

神経膠腫の悪性度評価におけるマルチプールモデルを用いたCEST法の有用性の検討

高見 康景¹, 木村 成秀¹, 三田村克哉¹, 則兼 敬志¹, 三好 光晴², 西山 佳宏¹

Yasukage Takami¹, Naruhide Kimura¹, Katsuya Mitamura¹, Takashi Norikane¹, Mitsuharu Miyoshi², Yoshihiro Nishiyama¹

¹Department of Radiology, Faculty of Medicine, Kagawa University, ²GE HealthCare

【要旨】 The purpose of this study was to evaluate the clinical significance of the new parameters on CEST imaging by multi-pool model (MPM). This study revealed that parameters on CEST imaging by MPM seem to correlate with the cell proliferation of gliomas and differentiate tumor grade.

【背景】 CESTの手法であるアミドプロトンを対象としたAPTイメージングでは、一般的にMTRasymによる半定量的な評価が行われている。一方、マルチプールモデルでは得られるパラメータにより定量的評価が可能となり、より詳細な評価法となる可能性はある。

【目的】 腫瘍の細胞増殖能およびグレードに関して、マルチプールモデルを用いたCESTのパラメータと従来のパラメータであるMTRasymとADCとを比較検討することで、新しいCESTのパラメータの臨床的意義を明らかにすることである。

【方法】 対象は治療前神経膠腫21例である。CEST法の従来のパラメータであるMTRasymと新規のマルチプールモデルのパラメータとして、アミドプロトンの量を反映したAPT_T1、APT_T2、自由水のT2とT1緩和時間の比であるT2/T1、結合水の磁化移動効果を示すmagnetization transferについて、それぞれマップを作成した。病変部にROIを設定し、各パラメータの最大値を測定した。また、拡散能を反映するADCの最小値を測定した。測定した各パラメータと腫瘍の細胞増殖能を反映するKi-67及びグレードとの関係性を評価した。

【結果】 MTRasymは、Ki-67との有意な正の相関を認めた($\rho = 0.79$)。また、APT_T1は、Ki67との有意な正の相関を認めた($\rho = 0.70$)。一方、T2/T1は、Ki-67との有意な負の相関を認めた($\rho = -0.52$)。ADCもKi-67との有意な負の相関を認めた($\rho = -0.77$)。MTRasym、APT_T1、APT_T2は高悪性度の神経膠腫の方が低悪性度の神経膠腫より有意に高かった。ADC、T2/T1は低悪性度の神経膠腫の方が高悪性度の神経膠腫より有意に高かった。MTRasymとT2/T1、ADCは、グレードIIとIVの間に有意な差を認めた。APT_T1は、各グレード間で有意な差を認めた。

【結論】 マルチプールモデルのパラメータの1つであるAPT_T1、T2/T1は、従来のMTRasym及びADCと同様に神経膠腫の細胞増殖能と相関している可能性が示唆された。また、神経膠腫のグレード評価において、既存のパラメータであるADCとMTRasymよりもAPT_T1が有用である可能性が示唆された。

PS20-1 Diffusion restriction in stabilized fibrin: an in-vitro experiment

安定化フィブリンによる拡散制限：ファントム実験による検討

迫田 和也^{1,2}, 岩永 崇³, 大塚 洋和³, 西郷 康正³, 今井 広⁴, 吉浦 敬¹

Kazuya Sakoda^{1,2}, Takashi Iwanaga³, Hirokazu Otsuka³, Yasumasa Saigo³, Hiroshi Imai⁴, Takashi Yoshiura¹

¹Department of Radiology, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences, ²Kagoshima Medical Technology College, ³Department of Radiological Technology, Kagoshima University Hospital, ⁴Siemens Healthcare K.K.

【要旨】 We evaluated diffusion restriction in a stabilized fibrin phantom using PGSE and OGSE diffusion-weighted pulse sequences. ADC in the fibrin phantom decreased with increasing diffusion time, indicating the presence of spatially restricted diffusion.

【目的】 血腫は頻度の高い病態であり、その内部で生じる安定化フィブリンの形成は止血の過程で重要な役割を担う。血腫における拡散制限はよく知られているが、その詳細は完全には明らかでない。本研究では、安定化フィブリンを形成する生体組織接着剤を使って細胞成分を含まないファントムを作成し、そのADC値の拡散時間依存性を評価した。**【方法】** 生体組織接着剤（ポルヒール、日本血液製剤機構）のフィブリン含有濃度を5段階（0, 4.0, 10.0, 20.0, 40.0mg/ml）に変化させプラスチック試験管に封入したものをファントムとした。3T MRI (MAGNETOM Prisma, Siemens Healthcare) と20チャンネルヘッドネックコイルを用いて作成したファントムを撮像した。撮像には研究用のsingle-shot EPI DWI sequenceを使用し、拡散時間はoscillating gradient spin-echo (OGSE) 法で4.3ms, 9.3ms, 12.1ms, pulsed gradient spin-echo (PGSE) 法で17.7ms, 25ms, 41msに設定した。拡散時間以外の撮像条件はTR=6300ms, TE=200 ms, FOV=230×230 mm, matrix size=80×80, slice thickness=5 mm, b value=0 s/mm²および1000 s/mm²とした。ファントムを静磁場中心に30分静置後、同じ条件で撮像を8回行った。ファントム内にファイバー温度計を設置し、撮像時間内の温度管理を行った。撮像後、得られたADCマップに円形の関心領域を設定しADC値を測定し、ADC値の拡散時間依存性を評価した。Kruskal-Wallis testにて統計学的解析を行い、post hoc testとしてSteel-Dwass testを用いた。有意水準は5%とした。**【結果】** いずれのフィブリン含有濃度においても、拡散時間を長くするに従い有意にADC値が減少し (P<0.01), 拡散時間を4.3msから41msに延長した際のADC値の平均変化率はフィブリン含有濃度4.0mg/mlで-1.2%, 10.0mg/mlで-2.1%, 20.0mg/mlで-1.9%, 40.0mg/mlで-2.4%であった。**【結論】** 細胞成分を含まない安定化フィブリンのファントムにおいて、ADC値の拡散時間依存性をみとめ、空間的な拡散制限が生じていることが示された。

PS20-2 Quantitative evaluation of irradiated tumor using diffusion-weighted MR imaging and a 2-compartment model

2コンパートメントモデル拡散強調MRIによる放射線照射後腫瘍の定量的評価

今泉 晶子^{1,2}, 平山 亮一², 長谷川純崇², 生駒 洋子², ジェフ カーショ², 柴田さやか², 新田 展大², 鶴澤 玲子², 東 達也², 栗林 亜実¹, 三浦 雅彦¹, 小畠 隆行²

Akiko Imaizumi^{1,2}, Ryoichi Hirayama², Sumitaka Hasegawa², Yoko Ikoma², Jeff Kershaw², Sayaka Shibata², Nobuhiro Nitta², Akiko Uzawa², Tatsuya Higashi², Ami Kuribayashi¹, Masahiko Miura¹, Takayuki Obata²

¹Department of Dental Radiology and Radiation Oncology, Tokyo Medical and Dental University, ²Institute for Quantum Medical Science, National Institutes for Quantum Science and Technology

【要旨】 Analysis of diffusion-weighted imaging with 2-compartment model was performed for tumor model mice irradiated with heavy ion or X-ray. Df and Ds were significantly higher for irradiated groups than for control. Df tended to be higher for X-ray group and Ds tended to be higher for heavy ion group.

【目的/背景】 重粒子線はX線よりlinear energy transfer (LET)が高いため、DNAに重篤な障害を生じさせ、細胞を死に至らしめる。重粒子線またはX線照射後の組織反応性の違いを拡散強調MRI (DWI) の2-compartment modelにて定量的に評価できるか検討した。

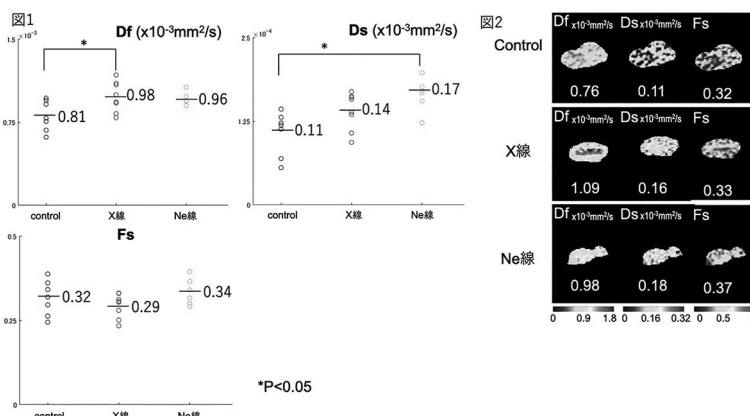
【方法】 SCC VIIを移植して作成された腫瘍モデルマウス (n=21) に重粒子線 (ネオン(Ne)線, 8.2Gy, n=6) またはX線 (15.4Gy, n=8) を照射し、30時間後にMRIを撮像した。重粒子線およびX線の線量は、細胞生存率曲線から生存率1%の線量 (equivalent dose) とした。MRIは7T MRI装置 (Bruker BioSpin, Yokohama, Japan) で撮像した。DWIは、b値0-7000 s/mm²の16段階(0, 2, 50, 100, 200, 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000 s/mm²)で撮像した。他の撮像パラメータは以下の通りとした: TR; 2000 ms, TE; 115 ms, matrix; 128x128, FOV; 25.6x25.6 mm, slice thickness; 1.5 mm。DWIは2-compartment modelにて解析した。DWI信号を以下のbi-exponential equationに最小二乗法でfittingし、fast compartmentの拡散係数Df、slow compartmentの拡散係数Dsとvolume fraction Fsを求めた。

$Sb/S0 = (1-Fs) \cdot \exp(-b \cdot Df) + Fs \cdot \exp(-b \cdot Ds)$,
Sb, S0; signal intensity with and without motion probing gradient

非照射群(n=7)と照射群との間で各パラメータを比較した (ANOVA with Tukey-Kramer test, P<0.05)。

【結果】 DfおよびDsは非照射群より照射群で増加した。Dfは非照射群とX線照射群との間に有意差がみられた。一方、Dsは非照射群と重粒子線照射群との間に有意差がみられた (図1)。また、Fsは非照射群と照射群との間に有意差は認められなかった。典型的な症例を図2に示す。

【考察/結論】 X線照射後の腫瘍でDfが大きくなるのは、放射線照射により、血管透過性が亢進し、細胞外腔が拡大しているためと考えられる。有意差はなかったものの、FsがX線照射群で重粒子線照射群より低かったこともこの仮説に一致する。一方、重粒子線照射後の腫瘍でDsが大きくなるのは、slow compartmentの拡散を制限している細胞膜などの構造に障害が生じているためと考えられる。これらの結果より、equivalent doseであっても、X線と重粒子線では効果のメカニズムが異なることが示唆された。以上のように、重粒子線とX線照射後の組織反応性の違いの評価に、DWI 2-compartment modelのパラメータによる定量評価が有用であった。



PS20-3 Effect of Diffusion Time on Skeletal Muscle Tractography

骨格筋トラクトグラフィにおける拡散時間の影響

香取 慶哉¹, 畑 純一^{1,2,3}, 大城日菜子^{2,3}, 久保 菜摘¹, 吉丸 大輔³, 岡野 英之³

Keiya Kandori¹, Junichi Hata^{1,2,3}, Hinako Oshiro^{2,3}, Natsumi Kubo¹, Daisuke Yoshimaru³, Hideyuki Okano³

¹Department of Radiological Sciences, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ²Department of Radiological Sciences, Graduate Schol of Human Health, Tokyo Metropolitan University, ³RIKEN Center for Brain Science

【要旨】 There have been no studies on the effects of different diffusion times in skeletal muscle. Therefore, we imaged the hindlimb of a mouse using DW-STE with varying diffusion time. The results showed that the fiber structure of skeletal muscle was well delineated when the diffusion time was increased.

【背景・目的】 異方性を表現する拡散テンソル画像 (DTI) は、神経組織や筋などの線維構造を非侵襲的に調べることができるため、広く研究に用いられている。近年、拡散テンソル画像の拡散時間依存性が注目されており、拡散時間を変化させ組織構造による拡散の異方性を評価する研究が行われている。また、拡散テンソルを用いた線維構造の走行を見る技術としてトラクトグラフィが有名であり、視覚的の線維の走行を捉えやすいことから現在の研究に広く使用されている。脳神経では、太い神経のトラクトグラフィはよく知られているが、拡散時間を伸ばすことにより細い経や枝分かれした神経の可視化でき、拡散時間の延長により、脳の神経線維構造をより正確に表現することができるという研究報告もされている。拡散トラクトグラフィに関する研究は、中枢神経領域のみならず骨軟部領域や循環器領域などと多岐に渡っている。骨格筋においては、加齢や筋疾患に対する筋線維走行の評価研究などが報告されている。ヒト研究のみならず、実験動物でもいくつかの報告があり、発育期と成体期のマウス筋微細構造の加齢変化を調べることで、早期発症の筋疾患の臨床的特徴を理解するのに役立っている。しかし、この骨格筋のトラクトグラフィにおいて、拡散時間を変化させることによる影響はほとんど調査されておらず、その影響がどの程度か明らかではない。したがって、骨格筋における拡散時間の影響を見出すことを目的とした。

【方法】 9.4 T-MRI 装置と cryogenic 4-channel surface probe (Bruker 社) を用いて、健康な 8 週齢の C57BL/6 マウス (n=6) を撮像した。拡散時間を変化させた時の信号の減弱を防ぐために STE (stimulated echo) を用いた。STE は 3 つの 90° RF パルスを加える撮像方法で、2 番目と 3 番目の RF パルスの間 (TM) が T1 緩和領域であるため、T2 緩和による信号の減衰を防ぎつつ、拡散時間を伸ばすことができる。撮像条件は、TR/TE= 2000/15.10 ms, FOV= 18 × 12 mm, Resolution= 0.3 × 0.3 mm, b-value: 0, 700 s/mm², diffusion-time: 8, 16, 36, 64, 100, 144, 196, 256, 324, 400, 484, 576, 676 ms, Bandwidth= 250000Hz, Diffusion directions=12 とした。Diffusion Toolkit (Massachusetts General Hospital) にてテンソル解析により AD (axial diffusivity), RD (radial diffusivity), MD (mean diffusivity) を算出し ADC を評価した。またこのうち一サンプルの右脚を標準化した。b-value : 700 (s/mm²) に固定し拡散時間 (DT) を 16, 200 ms と変化させて撮像した。その他の撮像条件として、Resolution= 0.2 × 0.2 とし、トラクトグラフィ計測を行った。生体下撮像の際は、動きによる影響や長時間撮像の負担軽減のためにイソフルラン 1.5~2.0% を使用し、麻酔下で行った。また、これらの動物実験は理化学研究所動物実験委員会の承認の元に進められた。

【結果】 各拡散時間により AD の値が異なった。DT=16 ms に比べて DT=200 ms の AD の方が大きくなった。RD は拡散時間を伸ばしても、拡散が制限されてしまうため、値に変化がなかった。また、トラクトグラフィは DT=200 ではヒラメ筋、腓腹筋の複雑な走行が描出されている。DT=16 でもそれぞれの走行を確認することはできたが DT=200 に比べて不明瞭であった。

【結語】 拡散時間を伸ばして撮像することで、組織の微細構造による水分子の拡散の違いを評価することができている。したがって、拡散時間の延長により、正確な組織の構造を捉えることができている。

PS20-4 Examination of normal values of T2mapping using Diffusion-Relaxation Matrix (DRM)

Diffusion-Relaxation Matrix (DRM) を使用した T2mapping の組織正常値検討

柴田 美穂¹, 妹尾 大樹¹, 宮崎 裕也¹, 桜井 靖雄¹, 吉村 保幸¹, 馬場 康貴²

Miho Shibata¹, Taiki Senoo¹, Yuya Miyazaki¹, Yasuo Sakurai¹, Yasuyuki Yoshimura¹, Yasutaka Baba²

¹Department of Radiology, International Medical Center, Saitama Medical University, ²Department of Diagnostic Radiology, Saitama Medical University International Medical Center

【要旨】 We used the Diffusion-Relaxation Matrix (DRM) sequence to measure T2 values in phantoms and healthy volunteers by T2 mapping at b=0 s/mm² and b=1000 s/mm². investigated. Correlation with standard values was proved, and control data in the human body could be obtained.

【背景】 Diffusion-Relaxation Matrix (DRM) は、一度のスキャンで b=0s/mm² と高 b 値 (b=1000s/mm²) の T2map が同時取得可能であり、頭頸部悪性腫瘍における組織特性評価に有用なシークエンスであると示唆されている。しかし、DRM における組織正常値 (以下正常値) における T2map の検討を行った報告はなく、正常値を検討することは異常値を知るうえで重要である。**【目的】** DRM による T2map の正確性、および臨床での正常値の比較検討を行う。**装置:** 使用機器: Philips 社製 Achieva dStream 3.0T, dS HeadNeck coil, dS Anterior/ Posterior coil **【方法】** 日興ファインズ 90-401 型ファントムを使用し、基準となる T2 値測定を TSE 法 (FOV:230, TR5000ms, TE20-310ms, Matrix:230 × 230, slice厚:5mm) にて行い T2 値を取得した。同時に DRM (FOV:250, TR6500ms, TE66/150ms, Matrix:112 × 110, slice厚:5mm) にて T2map (b0 及び b1000) を取得し T2 値を比較した。また、健康ボランティア (3 名: 年齢 34 ± 6.5 歳) にて耳下腺、顎下腺、大腿内筋肉の T2 値を測定し比較検討した。**【結果】** ファントム撮像にて基準 T2 値と DRMT2map(b0) 間では、正の強い相関 (R=0.98) がみられた。また DRMT2map(b0)、DRMT2map(b1000) にて正の強い相関 (R=0.99) がみられた。また健康ボランティア撮像では T2 値がそれぞれ、耳下腺 b0=51.4 ± 6.8ms, b1000=53.7 ± 13.6、顎下腺 b0=50.3 ± 4.0ms, b1000=52.79 ± 3.7ms、大腿内筋肉 b0=34.76 ± 2.1ms, b1000=78.4 ± 10.0ms のデータが得られた。**【考察】** ファントム検討において、T2 値の強い相関がみられたことから、基準となる T2 値を算出する事は異常値を検討する上で重要であると考えられる。また、臨床検討において、局所磁場不均一により値の変動が考えられるが、T2map(b0) と、T2map(b1000) の差は唾液腺では僅か、大腿部では負の値であり、これら正常値を踏まえ診断する事が重要であると考えられる。**【結語】** DRM T2map の基準値を算出することで異常値を算出する上でのコントロールデータが得られた。

PS20-5 An attempt for the standardization for DWIBS by using GEHC MRI System

GEHC社製MRI装置を用いた全身拡散強調画像の標準化に向けた取り組み

石川 応樹¹, 高橋 光幸², 桜井 章二³, 山崎 敬之⁴, 南 広哲⁵, 大塚 勇平⁶, 藤代 力也⁷, 小松 伸好⁸

Masaki Ishikawa¹, Mitsuyuki Takahashi², Shouji Sakurai³, Takayuki Yamasaki⁴, Hiroaki Minami⁵, Yuhei Otsuka⁶, Rikiya Fujishiro⁷, Nobuyoshi Komatsu⁸

¹Department of Radiological Technology, Ageo Central General Hospital, ²Department of Radiological Technology, Yokohama Sakae Kyosai Hospital, ³Department of Radiological Technology, Funabashi Municipal Medical Center, ⁴Department of Radiological Technology, Shizuoka Saiseikai General Hospital, ⁵Department of Radiology, Yokohama Minami Kyosai Hospital, ⁶Department of Radiological Technology, Tokai University Hachioji Hospital, ⁷Office of Radiation Technology, Keio University Hospital, ⁸Department of Radiology, Kin-ikyo Chuo Hospital

【要旨】 DWIBS was helpful detect malignant tumors and inflammatory lesions. However, lesion detection sensitivity may be reduced if the SNR was not guaranteed. Because of this, We investigated the current state of SNR in DWIBS from multi-site phantom images performed using GEHC MRI system.

【背景・目的】

DWIBSは悪性腫瘍や炎症病変の検出に有用であり、広く臨床に用いられている。しかし、DWIBSの撮像法であるEPI法はSE法やGRE法などと比べて信号雑音比(SNR)が低く、SNRが担保されていない画像では病変の検出感度が低下する恐れがある。また、2020年度の診療報酬改定により全身MRI撮影加算が算定できる事となり、画質の担保を目的とする画像診断管理認証施設認定制度が立ち上がり、DWIBS画像の標準化の必要性が高まった。そこで、本研究ではGEHC社製装置にてDWIBS検査を施行している複数施設にてファントム画像よりSNRを測定し、DWIBS画像の現状調査を行う事を目的とする。

【使用装置とコイル】

6施設のGEHC社製MRI装置/コイルの組み合わせ6種

【方法】

装置付随の18cm球体シリコンファントムを使用し、以下の3条件にて撮像したファントム画像より(1)はNEMA法にて、(2)(3)は差分マップ法にてSNRを算出し、比較検討した。

(1)装置内蔵Body Coilにて撮像

(2)DWIBS(腹部領域を想定)を撮像する際に使用するCoilにて撮像

(3)DWIBS(腹部領域を想定)を撮像する際に使用するCoilと撮像条件にて撮像

なお、(3)については施設により撮像FOVが異なるため、ファントムに対するROIの大きさを統一する目的として、ファントム外周の75%の円形ROIの直径1/5の大きさの正方形ROIを作成し、中心を含む5点に設定した。

【結果】

(1)のSNRはすべての施設でほぼ同等となった。

(2)のSNRは(1)と異なり、施設間にて差が生じた。

(3)のSNRについては、各施設にて算出したSNRを順位化した結果と、各施設の撮像条件からFOV、Slice厚、NEXより理論値を算出し順位化した結果は異なったが、当院装置にて各施設のDWIBS条件で撮像したSNRに、各施設でDWIBS Coilを使用したNEMA法のSNRを掛けた値との傾向に類似した。

【結語】

GEHC社製装置における複数施設での結果より、DWIBS画像のSNRは撮像条件だけでなく、装置やCoilの特性を含めて検討する必要がある。

PS20-6 Derivation of viscosity function using diffusion-weighted MR imaging of glycerol solution

グリセリン試料の拡散強調MRIを用いた粘稠度導出手法の検討

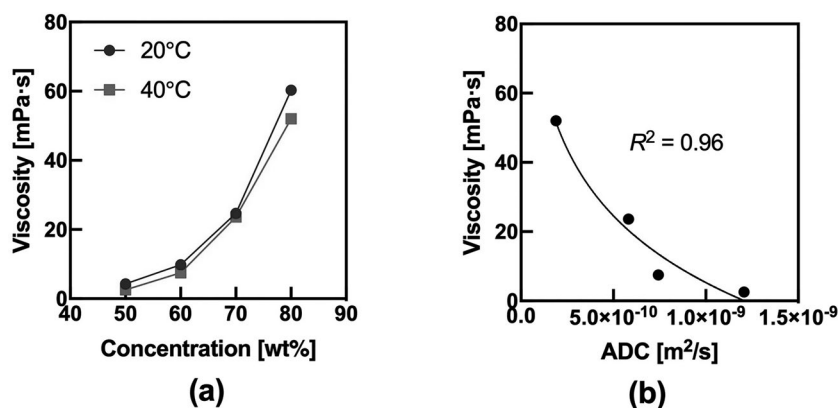
瀬口真友香¹, 金澤 裕樹², 三好 光晴³, 原田 雅史²

Mayuka Seguchi¹, Yuki Kanazawa², Mitsuharu Miyoshi³, Masafumi Harada²

¹Graduate School of Health Sciences, Faculty of Medicine, Tokushima University, Tokushima, Japan, ²Graduate School of Biomedical Sciences, Tokushima University, Tokushima, Japan, ³Global MR Applications and Workflow, GE Healthcare Japan, Hino, Tokyo, Japan

【要旨】 In the present study, we developed a method for deriving the viscosity function using diffusion-weighted MR imaging of glycerin solution. Our result makes it possible to obtain more detailed physical information about the structure of biological tissue.

【目的】 生体組織において、拡散強調画像(DWI)から算出するappearance diffusion coefficient(ADC)と粘稠度は、逆相関の関係があることが知られている。本研究では、生体組織の物性情報を取得するために、グリセリン試料のDWIを用いた粘稠度導出手法を開発し検討した。【方法】異なる濃度のグリセリン(C₃H₈O₃)水溶液サンプルを用いて、ファントムを作成した。このとき、20℃と40℃で、各濃度のグリセリン水溶液の粘稠度を測定した。3テスラMRI装置(GE社製)を用いて、single-shot echo-planar imaging(SSEPI)を使用してファントムを撮像した。撮像条件は、繰り返し時間、3000ms;エコー時間、58.1ms;b値、0-1500s/mm²に設定した。このとき、ファントムを20℃と40℃の状態でDWIを撮像した。画像取得後、単一指数関数モデルを使用して信号値からADC値を計測した。そして、ADCと粘稠度の関係から、カーブフィッティングによって、粘稠度関数を導出した。【結果】粘稠度計で計測した粘稠度を温度ごとに比較すると、すべての濃度において、20℃のときより、40℃のときの方が、粘稠度計測値は減少した(図a)。このとき、粘稠度曲線の濃度に対する粘稠度変化量は、40℃よりも20℃の方が大きい傾向を示した。MRIを用いた実験では、40℃のときのADCと粘稠度の関係は、指数関数近似により非線形関係が認められた(P<0.05, R²=0.96)。グリセリン濃度が低くなると、すなわち粘稠度が低くなるにしたがい、ADC値が高値となった(図b)。各濃度のグリセリン水溶液は、b値による信号変動はあったが、温度の上昇と共にADC値が上昇したことを確認できた。【結論】粘性を伴う単一高分子物の拡散強調画像から粘稠度関数を導出することができた。今後、本研究から導出した粘稠度関数を臨床画像に適用させ、生体組織の構造物のさらに詳細な物性情報を取得する予定である。



PS21-1 Myocardial cine T2mapping using dynamic multiple trigger delay acquisition

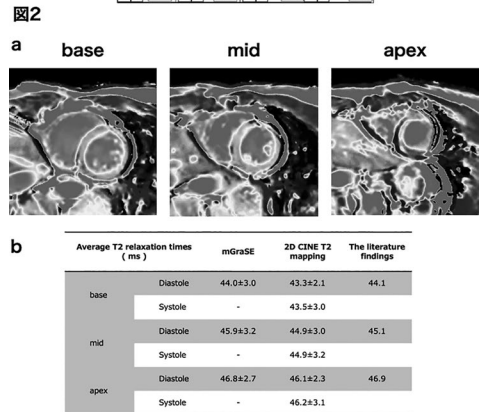
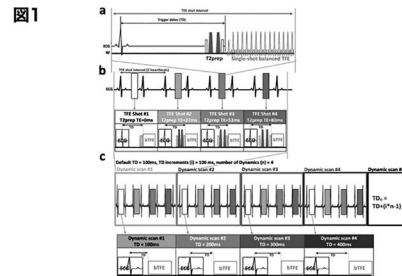
Dynamic trigger delay を利用した多時相同時取得心筋 cine T2 map の検討

加藤 真奈¹, 長尾 充展², 米山 正己³, 小平 和男¹, 小川 拓実¹, 濱谷 豊¹, 椎名 勲¹, 後藤 康裕¹, 坂井 修二²
 Mana Kato¹, Michinobu Nagao², Masami Yoneyama³, Kazuo Kodaira¹, Takumi Ogawa¹, Yutaka Hamatani¹, Isao Shiina¹,
 Yasuhiro Goto¹, Shuji Sakai²

¹Department of Radiological Services, Tokyo Womens Medical University, Tokyo, Japan, ²Department of Diagnostic Imaging and Nuclear Medicine, Tokyo Womens Medical University, Tokyo, Japan, ³Philips Japan, Ltd.

【要旨】 T2 mapping is generally obtained only in diastole. However, because myocardial edema can affect both diastole and systole. We propose a new T2 mapping technique using dynamic trigger delay which enables quantitative mapping at multiple cardiac phases in one scan.

【背景】 心筋の炎症や浮腫を定量化するT2マッピングは、心筋症・心筋炎の診断や治療後のモニタリングの指標として臨床的意義が高いことが知られている。従来のT2マッピングは拡張期のみで取得されている。しかし、心筋梗塞後急性期の心筋浮腫は、心収縮能とともに拡張機能にも影響することが報告されている。また左室内圧によって変動する心筋内圧により浮腫の程度や範囲が変化することも推測される。我々は、異なる心位相でのT2値の変動が、心筋浮腫や心筋障害の病態に関連すると仮説を立てた。【目的】本研究では、1回のスキャンで拡張期と収縮期を含む様々な異なる心位相を取得できるT2prepをベースにDynamic trigger delay (DynTD) を利用してcineイメージングにT2を投影するcine T2マッピングを提示する。本研究では、cine T2マッピングの臨床応用への可能性をボランティアスタディで検証する。【方法】6名の健康ボランティアに対して3テスラ装置を用いてデータ収集した。T2 prepをベースに2D single shot balanced turbo field echo (2D-ssH-bTFE) シーケンスで4つの異なるT2 preparation時間(TE=0, 27, 53, 80ms)を設定しT2マップを取得した(図1a, b)。異なる心位相のT2マップ取得のためにDynamic trigger delay (DynTD) スキャンを適用した(図1c)。DynTDでは、TRやTEなどの他の撮像条件は維持して、DynamicスキャンごとにTrigger delay (TD) を可変するように設定した。TDはDynamicスキャンごとに増え、その増加量は任意に決定することができる。そのためDynTDは1回のスキャンで複数の異なる時相の画像を取得可能となる。我々は、開始TDを100msとして、100msごと増加させて6時相の心位相取得を試みた。心臓の動きに対する補正をfast elastic image registration (FEIR) に行なった。さらにシングルショットのショット時間を短くして動きの影響を軽減するためにCompressed SENSE (C-SENSE) を適用した。また、撮像時間短縮のために広く用いられている左心室全体をカバーする基部、中部、心尖部の3断面を短軸スタックでの画像を取得した。得られたT2マッピングのT2緩和時間を16セグメントモデルを用いて測定した。加えて、従来のT2マップとしてmGraSEによるT2マップも作成し、cine T2マッピングの値と比較した。【結果】6人全員に対してDynTD1回のスキャンで異なる心位相のT2マッピングが取得できた。得られた6時相の心位相には、拡張期から収縮期がすべて含まれていた(図2a)。cine T2マッピングの拡張期と収縮期のT2緩和時間に有意差は認めなかった。またmGraSEによるT2値とも有意差はなく、文献的なT2値の正常範囲であった(図2b)。【結論】cineT2マッピングは1回のスキャンで拡張期と収縮期を含む複数の異なる心位相を取得可能であることが実証された。拡張期と収縮期のT2緩和時間の同時取得が利便的で、臨床的により有益で詳細な診断情報を提供できる可能性が考えられる。



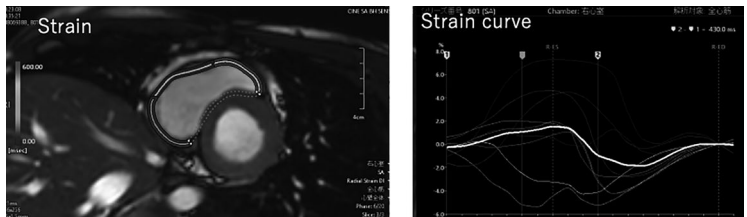
PS21-2 Normal ranges of right atrial and ventricular function and hemodynamics: Cardiac MR measurements in healthy volunteer.

健康ボランティアにおける右室機能と右室内血流動態正常値の検討

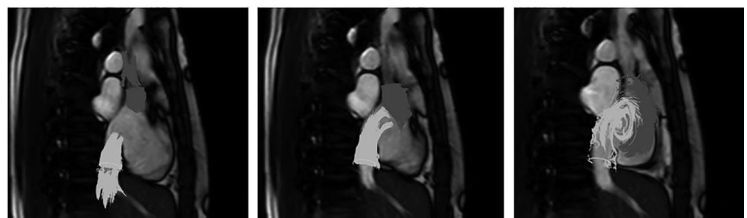
妹尾 大樹¹, 福島 賢慈², 桜井 靖雄¹, 宮崎 裕也¹, 柴田 美穂¹, 吉村 保幸¹, 馬場 康貴³
 Taiki Senoo¹, Kenji Hukushima², Yasuo Sakurai¹, Yuuya Miyazaki¹, Miho Shibata¹, Yasuyuki Yoshimura¹, Yasutaka Baba³
¹Department of Radiology, Saitama Medical University International Medical Center, ²Department of Radiology, Fukushima Medical University, ³Department of Diagnostic Radiology, Saitama Medical University International Medical Center

【要旨】 We investigated the function and hemodynamics of the right heart system in healthy volunteer using MR. We found a steady pattern of intra-atrial blood flow, and a significant correlation between RV strain value and venous return.

【背景】 右心機能は先天性心疾患含め診断や重症度評価に重要な指標である。右室機能についての正常データは報告があるが、静脈還流と右房内血流まで含めた右心系機能評価に対する健康データは報告が無い。我々は健康例における右心機能正常データについて右室機能と静脈還流、右房内血流の計測から検証を行った。【対象と方法】7名の健康成人男性(平均年齢23.14±1.57才、体表面積92.16±15.76m²)に対して非造影心臓MRIを撮像した。シネMRI(balanced SSFP), phase contrast (venc150cm/s)、また右室、右房および上大静脈、下大静脈をターゲットに4D flow MRを撮像した。撮像機PHILIPS Achieva 1.5T Nova Dual, 32ch HR torso Cardiac coil。右室容量(RVEF, RVEDV, RVESV)、上大静脈(SVC)、下大静脈(IVC)、主肺動脈(PA)の血流を測定し、またシネMRIから右室ストレイン解析(longitudinal strain=RVGLS, radial strain RVGRS, circumferential strain=RVGCS)を行い測定値を得た。【結果】右室機能はEF 54.85±2.30%、EDV 72.36±9.87ml、ESV 32.66±4.69ml。血流測定ではSVC 22.83±4.27ml、IVC 43.40±14.60ml、PA 65.53±10.79mlであった。RV stroke volumeとSVC+IVC血流量は有意な相関が得られた(r=0.9, p=0.01)。RV strainはGLS -1.57±3.52%, GRS -18.74±3.04%, GCS -11.34±1.37%であった。4D flowでの右房内血流視覚化では全例でIVC血流から生じる渦流にSVC血流が合流する形態であった(図)。【結論】健康ボランティアによる右室血行動態の正常値を得ることで疾患での異常値との比較への有用性が期待される。



4D-flow



PS21-3 Fundamental study of 3D radial Whole-Heart Coronary MRA with Ultrashort echo time

Ultrashort echo time を用いた3D radial Whole-Heart Coronary MRAの基礎的検討

古河 勇樹¹, 川崎 英生¹, 佐藤 修二¹, 木暮 陽介¹, 鈴木 通真²

Yuki Furukawa¹, Hideo Kawasaki¹, Syuji Satou¹, Yousuke Kogure¹, Michimasa Suzuki²

¹Department of Radiology, Juntendo University School of Medicine Juntendo Clinic, ²Juntendo University Urayasu Hospital

【要旨】 We applied a e 3D-Radial trajectory trajectory Whole-Heart Coronary (WHC) MRA with ultrashort echo time (UTE WHC-MRA). UTE WHC-MRA demonstrated good delineation of both the myocardial wall and coronary arteries. UTE WHC-MRA found that segment and k-fill Ratio need to be adjusted for each patient.

【目的】 Ultrashort echo time (UTE) ではTEを短縮させるために、k空間の中心から放射状に信号を収集していくKush-ball と呼ばれる3D radial trajectory (UTE-radial scan) が用いられている。主に骨軟部領域ではT2値の短い靭帯や腱の評価、頭部血管領域では磁化率アーチファクトの抑制を応用したステント内腔の評価などで応用が進んでいる。しかし、心血管領域での応用に関しては発表が未だない。今回我々はUTE-radial scanを冠動脈に応用したWhole-Heart Coronary (WHC) MRA (UTE-radial WHC MRA) の撮像パラメータを明らかにするために基礎的検討を行った。**【方法】** 使用装置はCanon社製Vantage Centurian 3.0T, Atlas SPEEDER ボディ / スパイン 32ch コイルを用いた。自作ファントムでの基礎実験と本研究の主旨を十分に説明し、理解と同意の得られた健常ボランティアにおいてUTE-radial WHC MRAと従来法の撮像を行った。他パラメータを固定し、脂肪抑制の有無、セグメント数 k-fill Ratio (充填率)、matrixを変更させ、視覚評価、CRによって比較を行った。**【結果】** UTE-radial WHC MRAと従来法の両方ともに、心筋、冠動脈を明瞭に描出することができた。UTE-radial WHC MRAではセグメント数が小さいほど、k-fill Ratio, matrixが大きいほど脂肪抑制効果、視覚評価が低下する結果となった。セグメント数、k-fill Ratioの結果はshot durationが長くなるために、後半は脂肪抑制パルスの効果が低下した信号が充填されるため、shot durationが冠動脈の静止時間を超えてしまい視覚評価が低下する結果となったのだと考える。UTE-radial WHC MRAは冠動脈静止時間、脂肪抑制効果を考慮し、セグメント数とk-fill Ratioを患者ごとに調整することが必要であることが判明した。**【結論】** UTE-radial scanを冠動脈に応用するため、パラメータ変動における画像の影響が判明した。本結果はボランティアスキャンのため、今後、UTE-radial WHC MRAを用いた臨床撮像への応用に期待できると考える。

PS21-4 Comparison of non-contrast MR Lymphangiography and contrast-enhanced MR Lymphangiography in congenital heart disease

先天性心疾患における非造影MR Lymphangiography検査と造影MR Lymphangiography検査の比較

本寺 哲一^{1,2}, 藤井 隆成³, 大山 伸雄³, 喜瀬 広亮³, 加藤真理子³, 安田 光慶^{1,2}, 加藤 京一^{2,4}

Tetsuichi Hondera^{1,2}, Takanari Fujii³, Nobuo Oyama³, Hiroaki Kise³, Mariko Kato³, Mitsuyoshi Yasuda^{1,2}, Kyoichi Kato^{2,4}

¹Department of Radiological Technology, Showa University Hospital, ²Showa University Graduate School of Health Sciences,

³Pediatric Heart Disease and Adult Congenital Heart Disease Center, Showa University Hospital, ⁴Unification Department of Radiological Technology, Showa University, Radiological Technologist

【要旨】 NCMRL is noninvasive and versatile, while DCMRL is invasive and difficult, and there are few cases of its use in Japan. In this study, we report a comparison of the image quality of DCMRL and NCMRL.

【目的】 MRIを用いたリンパ管イメージング(MRL)にDynamic Contrast-enhanced MR Lymphangiography (DCMRL)とNon Contrast-enhanced MR Lymphangiography (NCMRL)がある。DCMRLは、X線透視下でリンパ節穿刺とリンパ管へのガドリニウム造影剤注入が必要となり、難易度が高い検査である。一方でNCMRLは非侵襲的で、検査時間もDCMRLと比べ短く、DCMRLに近い空間分解能を持つ点で汎用性に優れる。当院では2020年8月から2023年5月までに非造影MRLを15症例施行し、撮像条件の検討を行ってきた。今回、NCMRLで描出不良となり、胸管の走行と静脈への接合部の情報が必要不可欠となった症例に対しDCMRLが施行された。本研究では、DCMRLとNCMRLの画像評価を行う。**【方法】** MRI装置は、DCMRLでMagnetom Avanto 1.5T、NCMRLでSigna HDxt 1.5Tを用い、撮像シーケンスはDCMRLでVIBE法、NCMRLで3D - FRFSE法を用いた。対象症例は、フォンタン術後に乳び胸、蛋白漏出性胃腸症 (protein losing enteropathy: PLE) を発症していた男児である。画像評価は定量的および視覚的に実施し、DCMRLとNCMRLを比較した。定量評価はリンパ管の信号強度 (Silymp) と周囲組織の信号強度 (Slbg) を測定し、信号強度比 (SIR) をSilymp/Slbgで算出した。視覚評価は胸管の走行と静脈への接続部位が描出できているか、頸部、縦郭、肺領域における異常滲流の有無を評価した。視覚評価は小児循環器医師1名と経験年数16年の診療放射線技師1名で実施した。**【結果】** SIRはDCMRLが3.5、NCMRLが5.7であり、NCMRLが高値を示した。一方、NCMRLの視覚評価は腹部リンパ管から胸管、大動脈から左鎖骨下静脈への流入が不明瞭であったが、DCMRLは腹部リンパ管から胸管、胸管から左鎖骨下静脈への連続性が視認できた。**【結語】** 画像評価より、NCMRLはDCMRLよりも信号強度が高いが、リンパ管の連続性についてはDCMRLがNCMRLより描出能が優れることが分かった。

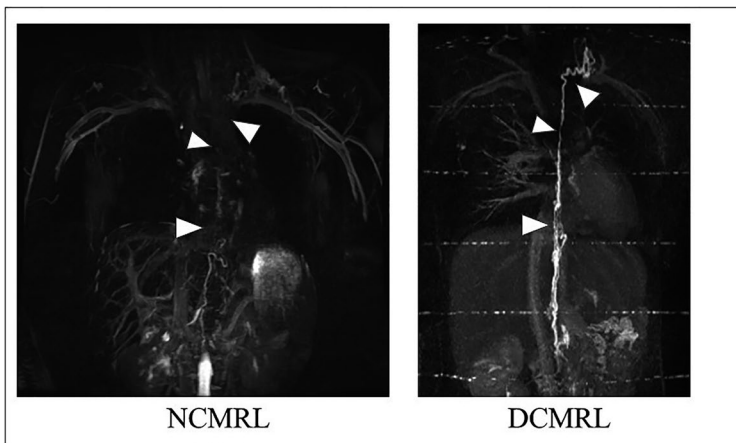


Fig. NCMRLとDCMRLの比較 (15歳男児、フォンタン術後)

PS21-5 Visualization of left lung vessel using non-contrast enhanced time-resolved selective vessel imaging with cylinder-shaped pre-saturation pulse

シリンドラ型プリサチュレーションパルスを用いた選択的造影時間分解血流イメージングの左肺血管の描出能

瀧澤 将宏, 岡 邦治, 西原 崇, 森分 周子

Masahiro Takizawa, Kuniharu Oka, Takashi Nishihara, Chikako Moriwake

MS R&D Department, Medical System Research & Development Center, FUJIFILM Healthcare Corporation

[要旨] Cylinder-shaped pre-saturation pulse is used for visualizing the target vessel. As for left lung, it will be more difficult because heart exists in the imaging area. We investigated the scan setting for the purpose of the non-contrast enhanced time-resolved selective left lung vessel imaging.

[Introduction]

Pulmonary artery coil embolization is often used to treat pulmonary arteriovenous malformations. Usually, contrast enhanced time resolved MRA is used to specify the target vessel. To label the blood flow, we developed a cylinder-shaped pre-saturation (Cyl.-Psat) pulse [1]. In our previous study, we developed the non-contrast enhanced time-resolved selective lung vessel imaging sequence with Cyl.-Psat pulse [2][3]. The combination of a conventional saturation (Conv.-Sat) pulse and Cyl.-Psat pulse train shows good performance in visualizing flow dynamics on the right lung. As for left lung, heart exists in the imaging area, and it causes difficulty adjusting the position of Cyl.-Psat pulse. In this study, we investigated the scan setting for the purpose of the left lung vessel imaging, especially for Conv.-Sat and Cyl.-Psat pulse position.

[Methods]

<Sequence>

The cylinder pulse is designed to work on 3D FSE sequence. To suppress residual vessel signals in the target area, Conv.-Sat pulse and interval time between the Conv.-Sat pulse and main scan were introduced. Cyl.-Psat pulse train following the Conv.-Sat pulse was used to suppress blood flow in the target vessel and the number of cylinders can be increased up to 48 to observe flow dynamics. And to achieve continuous suppression of inflow blood signal, the duration of Cyl.-Psat pulse was minimized (20msec). Furthermore, Fatsat pulse was inserted between Cyl.-Psat and main scan to suppress artifacts from body wall motion.

<Volunteer study>

Experiment was conducted on a 3T whole body MRI system. The study was approved by the ethics committee of FUJIFILM Healthcare Corp. The non-subtracted blood flow imaging method was used. The sequence parameters were as follows, FOV 350mm, TR/TE 4000/41.4msec, Thickness 2mm, Slice# 144, Shot# 44, Echo factor 80, Acquisition matrix 256x140, Respiratory gating. To visualize only inflow blood signal, the Conv.-Sat pulse was set on imaging area and to set blood signal null in the target area at the point of excitation for main scan, FA of the Conv.-Sat pulse was set to 180 degrees. The Cyl.-Psat count were set to 0, 10, 15, 20, 30, 35, and 40. We investigated following three items for the left lung imaging. (1) The interval time between the Conv.-Sat pulse and main scan, (2) Conv.-Sat pulse position, (3) Cyl.-Psat pulse position.

[Results]

(1) The interval time between the Conv.-Sat pulse and main scan was 850msec, same as right lung case.

(2) Conv.-Sat pulse must be set carefully, not set on the heart.

(3) Cyl.-Psat pulse must be set on main reach position of left pulmonary artery.

Thus, flow dynamics of the target vessel was visualized by changing the number of cylinders.

[Conclusion]

The flow dynamics of left lung vessel was observed by using the non-contrast enhanced time-resolved selective lung vessel imaging sequence with Cyl.-Psat pulse.

[References]

[1] T. Nishihara, et al., 22nd ISMRM (2014), P.1501.

[2] C. Moriwake, et al., 49th JSMRM (2021), P-110-J.

[3] M. Takizawa, et al., 50th JSMRM (2022), PP01-2.

PS21-6 The impact of image reconstruction and super-resolution using deep learning on cardiac cine MRI

深層学習を用いた画像再構成と超解像化が心臓シネMRIに与える影響

青野 聡¹, 常田 慧徳², 青池 拓哉¹, 木村 理奈², 権 池勲³, 米山 正己³, 石坂 欣也¹, 藤間 憲幸², 工藤 與亮^{4,5,6}

Satoru Aono¹, Satonori Tsuneta², Takuya Aoike¹, Rina Kimura², Jihun Kwon³, Masami Yoneyama³, Kinya Ishizaka¹, Noriyuki Fujima², Kohsuke Kudo^{4,5,6}

¹Department of Radiological Technology, Hokkaido University Hospital, ²Department of Diagnostic and Interventional Radiology, Hokkaido University Hospital, ³Philips Japan, Ltd., ⁴Department of Diagnostic Imaging, Hokkaido University Graduate School of Medicine, ⁵Global Center for Biomedical Science and Engineering, Faculty of Medicine, Hokkaido University, ⁶The Medical AI Research and Development Center, Hokkaido University Hospital

[要旨] We investigated the impact of Philips SmartSpeed Precise Image (SSPI) on cardiac cine MRI visual image quality compared to Compressed SENSE and SmartSpeedAI with zero-filling interpolation (ZIP). The SSPI significantly improved the visual image quality scores compared to the conventional ZIP.

[背景・目的] シネMRIは心室の壁運動異常や心室容積、駆出率を評価することができ、容量解析のゴールドスタンダードであることから心臓MRIに不可欠な撮像法である。通常、シネMRIの撮像は心電図同期と息止めを併用するが、息止め時間の制限から空間分解能を犠牲にしていた。また zero-filling interpolation (ZIP) により見かけの空間分解能の向上を試みられてきたが、真の空間分解能の向上には至っていない。Compressed SENSE (CS) や、CSをベースとした深層学習モデル (Adaptive-CS-Net) による画像再構成である SmartSpeedAI (SSAI) は、アンダーサンプリングとノイズ除去による撮像時間の高速化を可能にした。また Adaptive-CS-Net と Precise Image Net を組み合わせた深層学習ベースの画像再構成と超解像化 (Philips SmartSpeed Precise Image : SSPI) は、従来の ZIP とは異なり、真の空間分解能の向上が可能である。そこで我々は、シネMRIに SSPI を用いることで撮像時間を延長せずに空間分解能を向上できると仮定した。本研究の目的は、SSPI で再構成されたシネMRIの画質を、CS または SSAI での再構成に従来の ZIP を組み合わせた画像 (それぞれ CS-ZIP, SSAI-ZIP) と比較検討することである。

[方法] 同意の得られた健康なボランティア (男性10名, 32-42歳) を対象とし、3.0T-MRI装置 (Ingenia Elision X, Philips Healthcare, Best, The Netherlands) で撮像した。左室短軸断面のシネMRIをCS factor : 2, 4, 6, 8の4通りで撮像し、各CS factorごとにCS-ZIP, SSAI-ZIP, SSPIで再構成した。撮像パラメータは以下の通りである: TR/TE = shortest, フリップ角 = 50°, スライス厚 = 10mm, FOV = 300 × 300mm, 取得分解能 = 2.0 × 2.0mm, 再構成分解能 = 0.94 × 0.94mm, 心位相数 = 25phase。1スライスあたりの撮像時間をCS factorごとに測定した。シネMRIの視覚的な画質評価は、独立した2名の放射線科医 (心血管画像診断の経験が7年と2年) が、左心室の自由壁と心室腔との境界の明瞭性、左心室の肉柱と心室腔との境界の明瞭性、画像ノイズ、アーチファクトの4項目を3段階 (3 = excellent, 2 = intermediate, 1 = poor) で評価した。視覚評価の合計は各CS factorごとにSSPIと、SSAI-ZIPおよびCS-ZIPとの比較をそれぞれ行い、Wilcoxonの符号順位検定とBonferroniの補正を用い、p < 0.025で有意差ありとした。観察者間の一致度はカッパ係数 (0.00-0.20 : slight, 0.21-0.40 : fair, 0.41-0.60 : moderate, 0.61-0.80 : substantial, 0.81-1.00 : almost) により評価した。

[結果] 1スライスあたりの撮像時間は、CS factor = 2で7.2[7.0-7.2]秒, CS factor = 4で4.1[4.0-4.5]秒, CS factor = 6で3.2[3.0-3.7]秒, CS factor = 8で2.8[2.6-3.0]秒 (各中央値 [四分位範囲]) となり、CS factorが高くなるにつれ、CS2と比較して撮像時間は43%, 56%, 62%と短縮した。SSPIは従来のCS-ZIPと比較して、CS factor = 4, 6, 8で自由壁および肉柱の明瞭性と画像ノイズが有意に改善した。一方で、SSPIはSSAI-ZIPよりも自由壁および肉柱の明瞭性と画像ノイズを改善させる傾向にあったが、有意な項目は一部にとどまった。アーチファクトはCS factor = 8のSSPIでのみCS-ZIPと比較して有意に改善したが (p = 0.009), その他は有意差を認めなかった。観察者間の一致度は、自由壁と心室腔の明瞭性はalmost (kappa=0.82), 肉柱と心室腔の明瞭性はsubstantial (kappa= 0.71), 画像ノイズとアーチファクトの観察者間一致度はmoderate (kappa=0.47, 0.46), であった。

[結論] Adaptive-CS-Net と Precise Image Net を組み合わせた深層学習ベースによる超解像画像再構成 (SSPI) は、従来のZIPと比較して、シネMRIの画質を改善できることが示唆された。

PS21-7 Right ventricular function and myocardial deformation in patients with pulmonary regurgitation with versus without tetralogy of Fallot

肺動脈弁逆流を伴うファロー四徴症と肺動脈閉鎖/心室中隔欠損症における右室機能と心筋変形

稲毛 章郎^{1,3}, 水野 直和², 吉敷香菜子³, 松田 純²

Akio Inage^{1,3}, Naokazu Mizuno², Kanako Kishiki³, Jun Matsuda²

¹Department of Pediatrics, Japanese Red Cross Medical Center, ²Department of Radiology, Sakakibara Heart Institute, ³Division of Pediatric Cardiology, Sakakibara Heart Institute

【要旨】 Right ventricular (RV) dilation due to pulmonary valvular regurgitation is common after interventions for TOF and PA/IVS. The significant decreased RV longitudinal function and worsening dyssynchrony may be prognostic factors and optimal timing of pulmonary valve replacement in the TOF group.

【Background】 Right ventricular (RV) dilation due to pulmonary valvular regurgitation (PR) is common after interventions for tetralogy of Fallot (TOF) and pulmonary atresia with intact ventricular septum (PA/IVS). It is not well recognized whether PR and RV dilation have similar effects on RV function in these patients compared to patients of repaired TOF.

【Objective】 The objective of this study was to compare RV function and myocardial deformation in TOF versus PA/IVS patients.

【Methods】 Ten PA/IVS after interventions (PA/IVS group) and 10 repaired TOF patients (TOF group) with significant PR and RV dilation were retrospectively randomized. Clinical characteristics, RV function and myocardial deformation by cardiovascular MRI and ECG were compared between groups.

【Results】 Global RV function (RVEF: $45.3 \pm 7.1\%$ versus $45.1 \pm 10.3\%$, $p > 0.05$) was preserved between groups. RV end-diastolic volume (RVEDV) correlated negatively with RVEF in both groups (PA/IVS: $r = -0.37$, TOF: $r = -0.41$). QRS duration was wider in TOF group, and in both groups negatively correlated with RVEF (PA/IVS: $r = -0.73$, TOF: $r = -0.64$). In contrast to global function, RV longitudinal strain was lower in TOF group compared to PA/IVS group (-19.1 ± 4.3 versus -24.2 ± 5.4 , $p < 0.01$).

【Conclusions】 Significant TR and repair are more commonly observed among patients with PA/IVS compared with TOF patients. Global RV function is similarly preserved in PA/IVS and TOF groups with severely dilated RV. The significant decreased RV longitudinal function and worsening dyssynchrony may be prognostic factors and optimal timing of pulmonary valve replacement in the TOF group.

PS21-8 Evaluation of pulmonary arteriovenous fistula by non-contrast radial SSFP and 4D flow MRI

Non-contrast radial SSFPおよび4DフローMRIによる肺動静脈瘻の評価

稲毛 章郎^{1,3}, 水野 直和², 吉敷香菜子³, 松田 純²

Akio Inage^{1,3}, Naokazu Mizuno², Kanako Kishiki³, Jun Matsuda²

¹Department of Pediatrics, Japanese Red Cross Medical Center, ²Department of Radiology, Sakakibara Heart Institute, ³Division of Pediatric Cardiology, Sakakibara Heart Institute

【要旨】 Combining non-contrast, non-electrocardiogram-gated radial SSFP images with 4D flow images enabled hemodynamic evaluation in a short period of time. Non-contrast-enhanced MRI showed exacerbation of pulmonary arteriovenous fistula.

We experienced a case of pulmonary arteriovenous fistula evaluated by non-enhanced radial SSFP and 4D flow MRI.

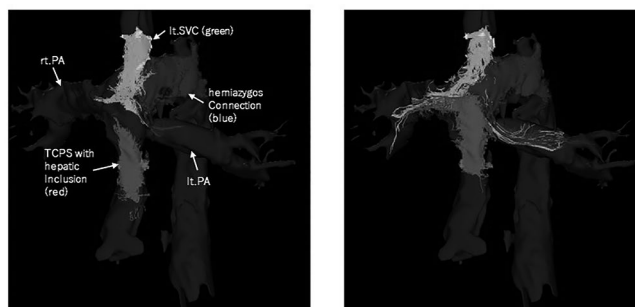
Diagnosis: Polysplenia, dextrocardia, (I.D.D), double outlet right ventricle, mitral atresia, pulmonary atresia, bilateral SVC, IVC interruption with hemizygos connection, status post hemi Fontan, status post total cavopulmonary shunt (TCPS) with hepatic inclusion, pulmonary arteriovenous fistula (PAVF), status post left PA plasty.

Clinical course: Hemi Fontan was performed at the age of 3 years, TCPS was performed at the age of 5 years, and left PAVF was diagnosed by postoperative catheterization. Cyanosis progressed, and cardiac MRI was performed at the age of 33.

MRI findings: Imaging was performed with Siemens MAGNETOM Sola 1.5T, and 4D flow MRI was analyzed with iTFlow 1.9 (Cardio Flow Design, Japan). Radial SSFP images were combined with 4D flow images for blood flow analysis, and TCPS blood flow including hepatic blood flow was found in the right PA. However, almost no blood flowed to the left PA, and blood flow from the hemi-azygos vein and left SVC was observed to flow to the left PA. Conversely, a decrease in energy loss and an increase in kinetic energy were observed in the hemizygos vein, and the energy loss curve in TCPS showed a peculiar change with many inflection points.

【Result】 The left PA was not received most of the blood flow from the TCPS, including the hepatic blood flow. Therefore, it was suggested that the left CAVF was exacerbated. It was revealed that the blood flow from the hemizygos vein, which does not contain hepatic blood flow with low energy loss, flows to the left PA.

【Conclusion】 Combining non-contrast, non-electrocardiogram-gated radial SSFP images with 4D flow images enabled hemodynamic evaluation in a short period of time. Non-contrast-enhanced MRI showed exacerbation of CAVF.



肝血流を含む赤色のTCPS血流は右肺動脈には流れているが、左肺動脈へは殆ど流れておらず、青色の半奇静脈と緑色の左SVCからの血流が左肺動脈に流れているのが観察された。
→ 左肺動静脈瘻の進行が示唆された。

PS22-1 Investigation for early detection of antitumor effect using dissolution-DNP MRS in breast cancer xenograft mice treated with Antibody-Drug Conjugate

ADC製剤を投与した乳癌移植マウスにおける dissolution-DNP MRSを用いた抗腫瘍効果早期検出のための基礎検討

庄田 真一¹, 兵藤 文紀², エルヘラリー アブデルアジム³, ハバカ マナルアリモハメッド³, 村田 正治⁴, 野田 佳史¹, 加藤 博基¹, 松尾 政之¹

Shinichi Shoda¹, Fuminori Hyodo², Abdelazim Elsayed³, Manal Ali Mohamed Habaka³, Masaharu Murata⁴, Yoshifumi Noda¹, Hiroki Kato¹, Masayuki Matsuo¹

¹Department of Radiology, Gifu University Hospital, ²Institute for Advanced Study, Gifu University, ³Advanced Image Development Course, Gifu University Hospital, ⁴Open Innovation Center for Advanced Medicine, Kyushu University

【要旨】 ¹³C Pyruvate and dissolution-DNP MRS demonstrated potential for early monitoring of ADC anticancer efficacy in breast cancer xenograft mice.

【目的/背景】

抗体薬物複合体 (Antibody-Drug Conjugate: ADC) は、抗体に抗がん剤などの薬を付加した新しいタイプのがん治療薬で、抗体が特定の抗原をもつがん細胞に結合する性質を利用して薬剤を選択的にがん細胞に輸送し、局所かつ選択的に薬剤を放出することで抗腫瘍効果を発揮し、かつ正常な細胞への影響を避ける仕組みとなっている。国内で承認されたADC製剤であるトラスツズマブデルクステカン[®]は、ヒト上皮細胞増殖因子受容体2 (Human Epidermal growth factor Receptor 2: HER2) を標的とするトラスツズマブにトポイソメラーゼⅠ阻害作用を有するデルクステカンが結合しており、臨床においてHER2陽性の進行乳がん、胃がん、肺がんの治療に用いられている。

一方で当研究室にて稼働している超偏極装置(Hypersence, オックスフォード社製)では動的核偏極(Dynamic Nuclear Polarization: DNP)によりプローブとして用いる¹³C-ピルビン酸化合物に10000倍以上の信号増幅を惹起し、腫瘍細胞による¹³C-ピルビン酸から¹³C-乳酸へのがん代謝をリアルタイムに計測することができる。

本研究ではHER2陽性の乳癌細胞株を移植した腫瘍モデルマウスに対するトラスツズマブデルクステカンの抗腫瘍効果を dissolution DNP-MRS法にて検証した。

【方法】

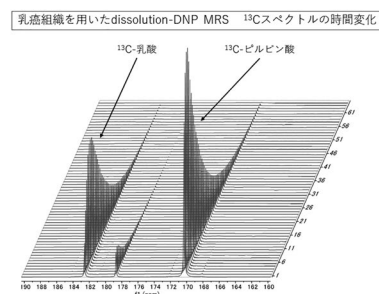
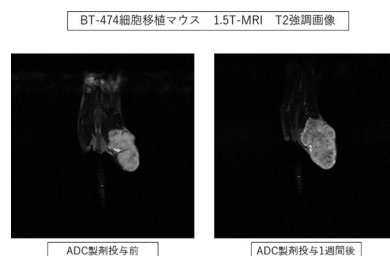
HER2陽性のヒト乳癌細胞株であるBT-474細胞を、MatriMixを使用して雌ヌードマウスの右大腿部皮下へ移植した(1×10⁷個)。腫瘍サイズが500mm³に到達するタイミングで1.5T-MRIによる撮像を行った。同タイミングで治療対象マウス群にはトラスツズマブデルクステカン4mL/kgをマウス尾静脈より単回投与し、コントロールマウス群には尾静脈より生理食塩水を投与した。投与の1週間後にそれぞれ1.5T-MRIによる再撮像を行った後に腫瘍を摘出した。摘出した腫瘍のホモジネート溶液を製し、NADHおよび超偏極した¹³C-ピルビン酸を加えて攪拌、卓上型核磁気共鳴装置(Spin-Solve)による¹³CのNMR測定を経時的に行った。

【結果】

BT-474細胞移植マウスのMRI画像では、トラスツズマブデルクステカン投与群とコントロール群は1週間後にどちらも腫瘍サイズの増大を認めた。dissolution-DNP MRSを用いることにより腫瘍モデルマウスの¹³C-ピルビン酸から¹³C-乳酸へのがん代謝を確認することができた。トラスツズマブデルクステカン投与群における¹³C-乳酸の産生量は、コントロール群と比較し低下していることがわかった。

【結論】

¹³C-ピルビン酸のdissolution-DNP MRS法を用いて、ADC製剤を投与したマウス群におけるがん代謝(¹³C-乳酸産生)の低下を確認することができた。腫瘍の形態や画像上での変化が起こる前段階において腫瘍の代謝の変化を捉えることができれば、早期の治療効果の判定などで超偏極装置が有用となることが期待される。



PS22-2 Optimization of reaction condition of hyperpolarized [1-¹³C] fumarate by PHIP- ¹³C hyperpolarization system

磁場サイクル型自動励起装置を用いた超偏極¹³Cフマル酸の励起条件の最適化

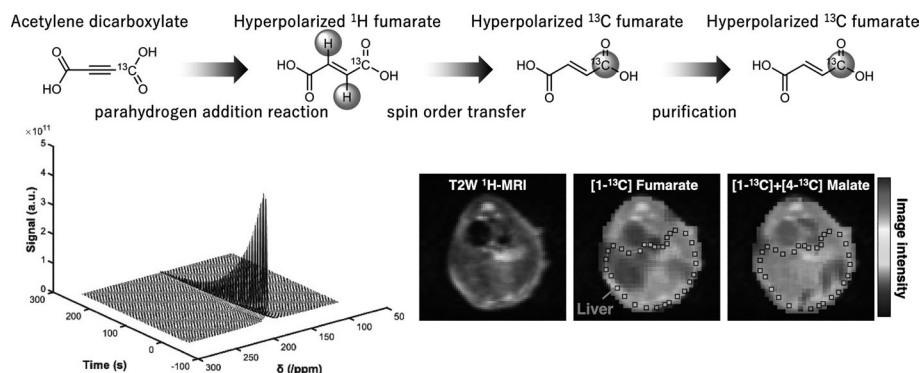
矢部 花, 平田 拓, 松元 慎吾

Hana Yabe, Hiroshi Hirata, Shingo Matsumoto

Graduate School of Information Science & Technology, Hokkaido University

【要旨】 We optimized reaction conditions to generate hyperpolarized [1-¹³C]fumarate by an automated PHIP- ¹³C hyperpolarization system. Hyperpolarized [1-¹³C] fumarate was formed in a concentration of 45 mM with typical ¹³C polarization of 5.1% within 2 minutes.

[OBJECTIVE/BACKGROUND] Hyperpolarized [1-¹³C] fumarate is a promising magnetic resonance imaging biomarker for cellular necrosis (Stewart NJ et al. ChemPhysChem 2021). Typical parahydrogen-induced polarization (PHIP) method, a type of hyperpolarization induction methods, to prepare hyperpolarized ¹³C tracers consists of three processes: parahydrogen addition reaction to evoke hyperpolarized two 1Hs, 1H to ¹³C spin order transfer, and purification. In the PHIP- ¹³C hyperpolarization system under development in our laboratory, the 1H to ¹³C spin order transfer is conducted by applying a magnetic field cycling (MFC), in which the external magnetic field is changed according to the chemical structure of ¹³C-labeled tracer. In this study, we optimized polarization parameters to generate high concentration and ¹³C polarization of [1-¹³C] fumarate using PHIP and demonstrated feasibility of necrotic cell death imaging in acetaminophen-induced liver failure model mice. **[MATERIALS AND METHODS]** Hyperpolarized [1-¹³C] fumarate was prepared using an automated PHIP ¹³C hyperpolarizer system and a trans-selective [RuCp*(MeCN)₃]PF₆ catalyst. The excitation conditions were optimized to achieve highest fumarate concentration and ¹³C polarization levels. Parameters that influence the reaction were the way of precursor solution preparation, sample pH, the reaction temperature, the concentration of the reactants, the pressure and flow rate of parahydrogen gas, and the MFC pattern. Liver failure model mice was made by intraperitoneal injection of acetaminophen and chemical shift imaging of intravenously injected hyperpolarized [1-¹³C] fumarate was performed 4-5 hours after acetaminophen administration using a lab-made 1.5T multinuclear MRI system. **[RESULTS]** By optimizing the reaction conditions, we have demonstrated that hyperpolarized [1-¹³C] fumarate can be formed in concentration of 45 mM by PHIP, with typical ¹³C polarization levels of 5.1%, which corresponding to a ¹³C MRI signal enhancement of approximately 42400-fold compared to that under thermal equilibrium state at 1.5T. Dynamic ¹³C NMR measurements showed the decay of the MRI signal of hyperpolarized ¹³C fumarate with T₁ of ~80 seconds. In addition, hyperpolarized ¹³C MRI of fumarate metabolism successfully visualized necrotic cell death region in the liver of murine model of acetaminophen-induced liver failure. **[CONCLUSION]** We generated hyperpolarized [1-¹³C] fumarate with 45mM concentration and 5.1% ¹³C polarization by automated PHIP- ¹³C hyperpolarization system and demonstrated detection of hepatic cell death in the liver failure model mice. Future prospects include the automation of the fumarate purification process.



PS22-3 Visualization of metabolic change in the brain of pseud-infectious model mice using hyperpolarized ^{13}C MRI with PHIP-SAH

PHIP-SAH法を用いた超偏極 ^{13}C MRIによる擬感染モデルマウスの脳代謝変化の可視化

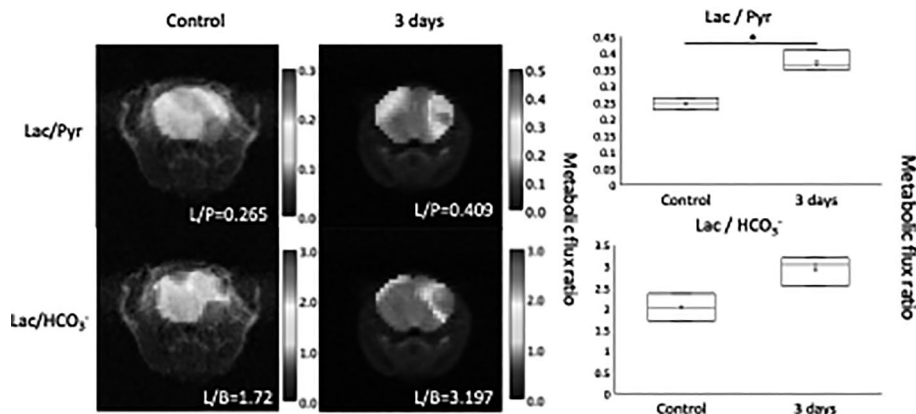
富山 颯, 平田 拓, 松元 慎吾

Hayate Tomiyama, Hiroshi Hirata, Shingo Matsumoto

Graduate School of Information Science & Technology, Hokkaido University

【要旨】 We investigated the brain metabolic change in poly(I:C)-induced pseud-infection/immunological fatigue model mice using chemical shift imaging of parahydrogen-polarized $[1-^{13}\text{C}]$ pyruvate metabolism, and found significant shift in the brain metabolism from oxidative phosphorylation to glycolysis.

[objective/background] Since December 2019, long lasting symptoms after acute phase of COVID-19 infection have become a worldwide pandemic and social problem. Such long COVID-19 symptoms include taste and smell disorders, depression, anxiety disorders, and myocarditis, many of which are difficult to objectively assess and only limited diagnostic methods have been established. In this study, we investigated if hyperpolarized ^{13}C MRI of pyruvate metabolism can be an imaging biomarker of neurological disorders in the brain of pseud-infection/immunological fatigue model mice. [method] Pseud-infection/immunological fatigue model mice were made by intraperitoneal injection of a toll-like receptor 3 (TLR3) ligand polyinosinic:polycytidylic acid (poly(I:C), 100 μg) into C3H/HeJYokSic mice for 3 days. Locomotor activity was evaluated by the open field test. Hyperpolarized $[1-^{13}\text{C}]$ pyruvate solution (80–90mM) was prepared by Parahydrogen-Induced Polarization Side Arm Hydrogenation (PHIP-SAH) technique (F. Reineri, Nat. Commun. 2015) and intravenously injected into the mice (12 $\mu\text{L/g}$ body weight). Two-dimensional chemical shift imaging (CSI) was conducted 25 seconds after start of injection at the head of mouse using a lab-made multinuclear 1.5T preclinical MRI system. Typical CSI parameters are as follows; FOV 32 \times 32 mm, matrix 16 \times 16, TR 75ms, FA 10 $^\circ$, spectral width 122 ppm for 128 spectral data points, centric k-space acquisition. Metabolic images of hyperpolarized $[1-^{13}\text{C}]$ pyruvate, lactate, and bicarbonate were reconstructed by a code written in MATLAB, and analyzed using ImageJ software. [result] Blood levels of inflammatory cytokines IL-6, IL-1 β , and TNF- α were elevated 3 days after start of poly(I:C) treatment and decreased back to normal level until day 14. The open field test showed the decreased locomotor activity on day 3 of poly(I:C) treatment. The metabolic flux ratio of lactate/pyruvate in the brain of mice after 3 days poly(I:C) treatment was significantly higher than that of control mice. The brain lactate/bicarbonate ratio of poly(I:C)-treated mice was also higher ($p=0.08$, $n=4$) than that of control mice, indicating that poly(I:C)-induced pseud-infection shifted the brain metabolite pathway from oxidative phosphorylation to glycolysis. Immunohistochemical analysis showed that expression of tyrosine hydroxylase, a dopamine signal marker, decreased in the brain after 3 days poly(I:C) injection. [conclusion] Metabolic MRI of parahydrogen-polarized $[1-^{13}\text{C}]$ pyruvate revealed the metabolic shift from oxidative phosphorylation to glycolysis in the brain of pseud-infection/immunological fatigue model mice on day 3 of poly(I:C) treatment, which may be correlated with the decreased dopamine signal marker observed by histology. We will apply the hyperpolarized ^{13}C pyruvate MRI to evaluate long lasting effect in the brain of pseud-infectious model mouse.



PS22-4 Fusion of hyperpolarized ^{13}C MRI of pyruvate metabolism and ^{18}F -FDG PET images in preclinical disease models

前臨床疾患モデルでの、超偏極 ^{13}C MRIのピルビン酸代謝画像と ^{18}F -FDG PET画像の重ね合わせ

齊藤 寛¹, 須藤 志保¹, 安井 博宣², 水野 雄貴³, 久下 裕司³, 平田 拓¹, 松元 慎吾¹

Kan Saito¹, Shiho Suto¹, Hironobu Yasui², Yuki Mizuno³, Yuji Kuge³, Hiroshi Hirata¹, Shingo Matsumoto¹

¹Graduate School of Information Science & Technology, Hokkaido University, ²Graduate School of Veterinary Medicine, Hokkaido University, ³Central Institute of Isotope Science, Hokkaido University

【要旨】 Fusion of hyperpolarized ^{13}C MRI of pyruvate metabolism and ^{18}F -FDG PET images in preclinical disease models.

[Objective/Background] In recent years, there have been an increasing number of reports on comprehensive radiomics analysis combining information from multimodal imaging techniques, blood test, and histology to make a diagnosis. Hyperpolarized ^{13}C MRI is a technique to transiently enhance MRI signal of ^{13}C -labeled molecule more than 10,000 times and visualize its metabolic reaction in vivo in a real time manner. Many clinical studies of hyperpolarized ^{13}C MRI for cancer diagnosis have been conducted or on going in more than 10 facilities throughout the world. In this study, we aimed to fuse different modalities of images obtained from hyperpolarized ^{13}C MRI of pyruvate metabolism and ^{18}F -FDG PET and evaluate its diagnostic power in preclinical disease models. [Method] Anatomic ^1H MRI and hyperpolarized ^{13}C MRI images can be obtained by the same multinuclear MRI scanner and easily fused, thus the main effort was made to superimpose ^1H MRI and ^{18}F -FDG PET images. Because it is necessary to fix the mouse during transfer between different modalities, a mouse fixation jig, which is made of plastic and designed to minimize disturbance in acquisition of both MRI and PET images, was created using a 3D-printer. After axial and coronal T₂-weight fast spin echo images were obtained by a lab-made preclinical $^1\text{H}/^{13}\text{C}$ MRI system at 1.5T in our lab, the mice were transferred to the radiation-controlled facility. 3D PET images were obtained one hour after intraperitoneal injection ^{18}F -FDG (10–15 MBq). The anatomic MRI images and ^{18}F -FDG PET images were visually fused on AMIDE software. [Result] We attempted to fuse functional and morphological images by superimposing ^{18}F -FDG PET and hyperpolarized $[1-^{13}\text{C}]$ pyruvate metabolic images on T₂W ^1H MRI images taken with 1.5T MRI of mice using a custom-made mouse holder jig. The main limitation of accurate image fusion lies with poor spatial resolution of hyperpolarized ^{13}C MRI of $\sim 2\text{mm}$ in this study and distortion of the spatial information due to rapid decay of hyperpolarized ^{13}C signal during k-space data acquisition. [Conclusion] We established image fusion system of preclinical PET/SEPT and hyperpolarized ^{13}C metabolic MRI over anatomic ^1H MRI, which would make it feasible to pixel-by-pixel comparison of information from the multimodal images. In the future work, we would like to fully automate the superimposition procedure by a common user interface.

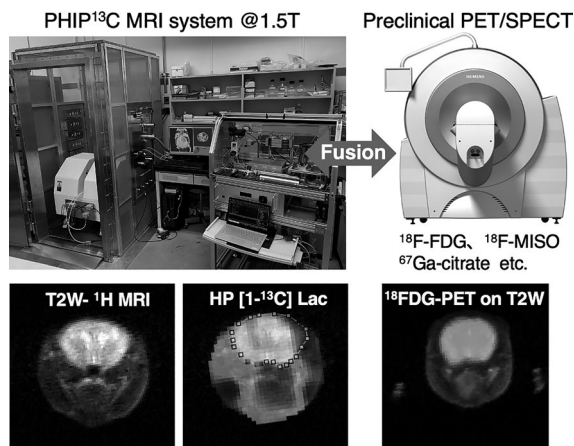


Fig.1 Concept of "HyperPET system": image fusion of hyperpolarized ^{13}C MRI of pyruvate metabolism by PHIP and PET/CPECT images.

PS22-5 The new quantum image by Dynamic Nuclear Polarized MRI for the assessment of cardiac radioablation to the cavotricuspid isthmus

放射線治療による心臓アブレーション技術のDNP-MRIによる評価

松尾 政之¹, 兵藤 文紀¹, 川田 紘資¹, 岩崎 遼太², 高杉 信寛³, 森 崇²

Masayuki Matsuo¹, Fuminori Hyodo¹, Hiroshi Kawada¹, Ryouta Iwasaki², Nobuhiro Takasugi³, Takashi Mori²

¹Department of Radiology, Gifu University, ²Department of Veterinary Medicine, Gifu University, ³Department of Cardiology, Gifu University

【要旨】 We examined the possibility of the visualization of SBRT for cardiac radioablation to the cavotricuspid isthmus by in vivo DNP-MRI that was performed before and after 25Gy and 10Gy irradiation to whole heart. DNP-MRI can detect the treating cardiac arrhythmias by SBRT safety and noninvasively.

【Purpose/Objective(s)】 Cardiac arrhythmias are usually treated with invasive, time consuming catheter ablation techniques. While recently stereotactic body radiotherapy (SBRT) is an emerging non-invasive treatment in the management of cardiac arrhythmias. To identify and assess the cardiac radioablation by MR examination, including diffusion-weighted MRI, dynamic Gd-enhanced MRI, MR spectroscopy, and T2-weighted MRI early after SBRT is very difficult. We have been developing the free radical imaging methods using Dynamic Nuclear Polarization (DNP)-MRI with nitroxyl radicals as a redox probe (e.g. 4-Methacryloyloxy-2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl (Tempo methacrylate; TempoMC)). In this study, we examined the possibility of in vivo spatiotemporal visualization of SBRT for cardiac radioablation to the cavotricuspid isthmus (CTI) based on redox reaction by in vivo DNP-MRI. **【Materials/Methods】** All animal procedures were approved by institutional animal care and use committee and performed in full compliance with its guidelines. This study was conducted with two approaches. First, four mini pigs underwent electrophysiology assessment using electroanatomical mapping (EAM) before and 3 months after SBRT with single-fraction doses of 25Gy. The target of CTI was defined by cardiologist. We defined the planning target volume (PTV): the internal margin (IM) + set up margin (SM) = SI 15 mm, AP 10mm, LR 10 mm were added to the target. Radiotherapy plans were created by the software used in daily clinical practice (RayStation). Second, free radical imaging by low field type of DNP-MRI was performed on the four mice before and after 25Gy and 10Gy irradiation to whole heart. ESR signal measurements were also performed. **【Results】** A total dose of 25 Gy was successfully delivered to PTV in a single procedure in all mini pigs. EAM visualized the irradiated site and confirmed clockwise conduction block across the CTI. Although routine MRI could not detect the cardiac radiation injury clearly, the four mice of heart were well delineated on MRI and clearly visualized by DNP-MRI. DNP-MRI signal of TempoMC were decreased depending on prescribed irradiation dose. **【Conclusion】** These data demonstrated the safety and feasibility of SBRT for creating conduction block across the CTI in mini pigs. Although to identify and assess the irradiated site by routine MR examination was impossible, the free radical imaging methods using Dynamic Nuclear Polarization (DNP)-MRI with TempoMC could be a promising successful method for the assessment of cardiac radioablation. This new quantum image by DNP-MRI will open the possibility of treating cardiac arrhythmias by SBRT safety and noninvasively.

PS22-6 Hyperpolarized [1-¹³C]pyruvate MRI using PHIP-SAH reveals metabolic alteration in the brain of two mouse models of retinal degeneration.

PHIP法による超偏極[1-¹³C]ピルビン酸MRIを用いた網膜症モデルにおける脳代謝変容の可視化

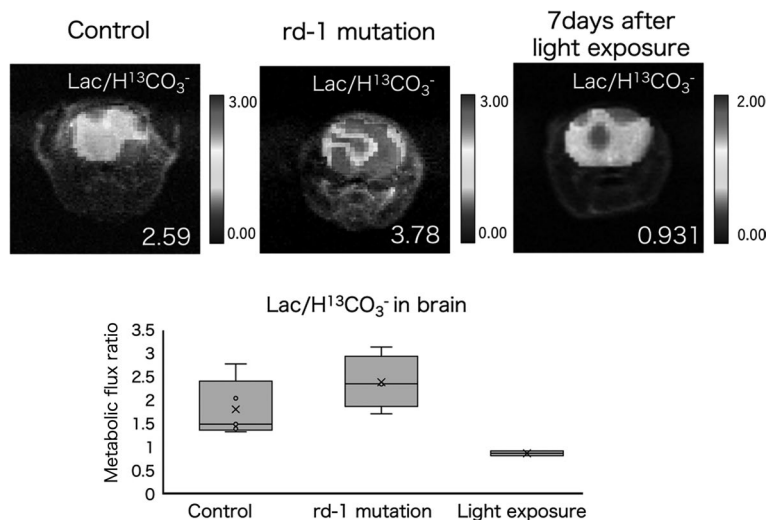
須藤 志保, 平田 拓, 松元 慎吾

Shiho Suto, Hiroshi Hirata, Shingo Matsumoto

Graduate School of Information Science & Technology, Hokkaido University

【要旨】 We used ¹³C MRI of [1-¹³C]pyruvate hyperpolarized by parahydrogen to observe mouse brain metabolism in light-exposure and rd-1 mutation models of retinal degeneration, and found the different shifts in metabolic fluxes of glycolysis and oxidative phosphorylation.

【Purpose】 Recent epidemiologic studies reported that sensory loss including vision impairment is associated with incidence of dementia and cognitive impairment. In this study, we aimed to measure and analyze the changes in brain metabolism of the retinal degenerated mouse models using metabolic MRI of hyperpolarized ¹³C-labeled pyruvate, in order to understand the mechanism and the early detection of the neurological disorders induced by retinal impairment. **【Method】** Brain metabolism of C3H/HeYokSlc mouse, which has rd-1 mutation and widely used as a model of retinitis pigmentosa, was compared to that of healthy C57BL/6NCrSlc mouse as a control. Light-induced retinal damage model mice were created by exposing female C57BL/6NCrSlc mice to approximately 8000 Lux light for 10 hours and brain MRI was obtained one week after light exposure. Hyperpolarized [1-¹³C] pyruvate solution (80-90mM) was prepared by ParaHydrogen-Induced Polarization Side Arm Hydrogenation (PHIP-SAH) technique (F. Reineri, Nat. Commun. 2015) and intravenously injected into the mice (12 μL/g body weight). Two-dimensional chemical shift imaging (CSI) was conducted 25 seconds after start of injection at the head of mouse using a lab-made multinuclear 1.5T preclinical MRI system. Typical CSI parameters are as follows; FOV 32x32 mm, matrix 16x16, TR 75ms, FA 15°, spectral width 122 ppm for 128 spectral data points, centric k-space acquisition. Metabolic images were reconstructed by a code written in MATLAB, and analyzed using ImageJ software. **【Results】** The metabolic flux ratio of lactate/bicarbonate was decreased in the brain of the light-induced retinal degeneration model compared to the control mouse. This revealed that light exposure induced retinal damage shifted the brain metabolite pathway toward oxidative phosphorylation rather than glycolysis (n=2). In contrast, in the retinal degeneration model with rd-1 mutation, the lactate/bicarbonate ratio was increased by approximately 30% over controls, indicating that the metabolic pathway in the brain was shifted more toward the glycolysis. Thus, this study not only demonstrates that brain metabolic changes due to retinal degeneration can be measured by hyperpolarized ¹³C pyruvate MRI by PHIP-SAH, but also that the metabolic alteration patterns in the brain may be different depend on the cause and time course of retinal degeneration. **【Conclusion】** We have successfully measured brain metabolic changes caused by retinal degeneration noninvasively by hyperpolarized ¹³C pyruvate MRI using PHIP-SAH technique. This method is expected to lead to a better understanding of the association between vision impairment and neurological disorders such as dementia and cognitive impairment. It was also revealed that the brain metabolic fluxes shift differently between acquired retinal degeneration caused by light exposure and congenital retinal degeneration caused by rd-1 mutation.



PS22-7 Development of low filed MRI with DNP and evaluation of redox status

超核偏極機能を有する低磁場MRI (16mT) 装置の開発と性能評価

兵藤 文紀^{1,2}, 江藤比奈子³, 長沼 辰弥⁴, アブデラジム エルヘラリー², 野田 佳史², 加藤 博基², 村田 正治³, 松尾 政之²
Fuminori Hyodo^{1,2}, Hinako Eto³, Tatsuya Naganuma⁴, Elhelaly Abdelazim², Yoshifumi Noda², Hiroki Kato²,
Masaharu Murata³, Masayuki Matsuo²

¹Institute of Advanced Studies Gifu University, ²Department of Radiology, Gifu University, ³Center for Advanced Medical Open Innovation, Kyushu University, ⁴Japan Redox Limited

【要旨】 We tested the capability of MRI at 16mT and the DNP-MRI system developed was used to non-invasively image the redox reaction of a carbamoyl-PROXYL probe in the livers of large rats weighing 800 g.

【Introduction】 Tissue redox metabolism is involved in various diseases, and an understanding of the spatio-temporal dynamics of tissue redox metabolism could be useful for diagnosis of progression and treatment. In vivo dynamic nuclear polarization (DNP)-MRI, electron paramagnetic resonance (EPR) irradiation at the resonance frequency of nitroxyl radicals administered as a redox probe for induction of DNP, increases the intensity of MRI signals. For electron spin, it is necessary to apply a resonant frequency 658 times higher than that required for nuclear spin because of the higher magnetic moment of unpaired electrons. Previous studies using a disease model of small animals and in vivo DNP-MRI have revealed that an abnormal redox status is involved in many diseases, and that it could be used to visualize the dynamics of alterations in redox metabolism. To use the current methods in clinical practice, the development of a prototype DNP-MRI system for preclinical examinations of large animals is indispensable for clarifying the problems peculiar to the increase in size of the DNP-MRI device. **【Methods】** We developed and produced a DNP-MRI system with a sample bore size of 20 cm and a 16-mT magnetic field using a U-shaped permanent magnet. Because the NMR frequency is very low, we adopted a digital radiofrequency transmission/reception system with excellent filter and dynamic range characteristics and equipped with a digital eddy current compensation system to suppress large eddy currents. The pulse sequence was based on the fast spin-echo sequence, which was improved for low frequency and large-eddy current equipment. **【Results】** Firstly, we tested the capability of MRI at 16mT and the DNP-MRI system developed was used to non-invasively image the redox reaction of a carbamoyl-PROXYL probe in the livers of large rats weighing 800 g. Furthermore, DNP-MRI analysis was able to capture significant changes in redox metabolism in hepatitis-model rats.

PS23-1 Investigation of improving the accuracy of abdominal QTI analysis incorporating IVIM term

IVIM項を追加した腹部QTI解析精度向上の検討

村田 勝俊¹, 佐野 勝廣², 神谷 昂平^{2,4}, 福永 一星³, 堀 正明^{2,4}, 鎌形 康司², 青木 茂樹²

Katsutoshi Murata¹, Katsuhiko Sano², Kohei Kamiya^{2,4}, Issei Fukunaga³, Masaaki Hori^{2,4}, Kouji Kamagata², Shigeki Aoki²

¹MR Research & Collaboration Group, Siemens Healthcare K.K., ²Department of Radiology, Juntendo University School of Medicine,

³Faculty of Health Science, Juntendo University, ⁴Department of Diagnostic Radiology, Toho University Omori Medical Center

【要旨】 We investigated improvement of the QTI analysis incorporating IVIM term for abdominal organs. The result suggests that complex images with phase detrending may need for ROI-based analysis, especially in low-intensity regions such as liver.

【背景】 拡散強調画像信号は組織微細構造を反映しているといわれている。近年、より一般化した Diffusion Encoding を行う手法 (Q-space Trajectory Imaging, QTI)¹ が提案されており、微細構造指標の μ FA, MKA, MKI が評価可能となっている。本手法の腹部臓器への応用することは、その組織構造を観察する上で有用であると思われる。一方、腹部臓器は多血の為 IVIM (Intravoxel Incoherent Motion)² を考慮した先行研究が多数ある。本研究では IVIM 項を追加した QTI 解析の精度向上を目的とした。尚、IVIM 項追加の効果については本学会佐野らによる発表を参照されたい。QTI 解析で得られる値は 2 次の推定量のためノイズに脆弱であり、IVIM 項を追加することにより更に脆弱になることが予想される。そのため、より精度の高い計測値を得るために ROI (Region Of Interest) 計測を採用した。また絶対値画像による解析は低信号における Rician Bias が計算に影響を及ぼすことが予想されるため、平均値がよい推定量となる複素数で解析をすることとした。研究を進めるにあたり拡散強調画像位相画像に強い位相変動がみられたため位相変動除去についても検討をした。

【方法】 施設内倫理委員会承認の下に撮像した健常者 1 名のデータにて検討を行った。撮像にあたり Szczepankiewicz らの Free Waveform (FWF)³ シーケンス (prototype) を導入し、Siemens Healthcare 社製 MAGNETOM Prisma 3T, Body Array コイルを使用した。撮像条件は、TE=73ms, FOV=320mm, マトリックス=100, スライス厚=5mm, 呼吸同期を併用し、スライス枚数は安定した呼吸相に信号収集ができるよう 9 枚とした。Diffusion Vector Set は、FWF 付属の "Brain MK2 Intermediate" を使用した。対応する b 値は 0(5), 50(6), 350(6), 500(10), 1000(15)mm²/s である (カッコ内は軸数)。LTE (Linear Tensor Encoding), STE (Spherical Tensor Encoding) 両者を撮像し、撮像時間は各々 87, 77 秒であった。QTI 解析は Szczepankiewicz らの方法⁴ を参考にした。高信号領域例として脾臓、低信号領域例として肝臓に ROI を取り、絶対値、複素数画像での結果を比較した。複素数画像を用いた解析では位相折り返し除去後、2~12 次の多項式にて変動を除去した解析を行った。解析は Matlab (The MathWorks Inc.) を使用した。

【結果】 高信号領域では、位相変動除去 4 次以上で各指標は安定し、絶対値、複素数画像での解析結果に違いはなかった。低信号領域では、位相変動除去 11 次まではなだらかに変化し、12 次では過補正の傾向を示した。また絶対値、複素数画像での結果に違いが認められた。

【結論】 ROI を用いて IVIM 項を追加した上腹部 QTI 解析を行う場合、肝臓など低信号領域では複素数画像を用いて位相変動を除去する必要性が示唆された。

【参考】 (1) Westin, Med Image Comput Assist Interv. (2014), (2) Le Bihan, Magn Reson Med (1990), (3) Szczepankiewicz, Journal of Neuroscience Methods (2021) (4) Szczepankiewicz, PLoS ONE (2019).

PS23-2 Generation of DVS consisting of multiple orthogonal tree-axes units for continuous mean diffusivity measurement

連続MD計測のための複数直交3軸単位から構成されるDVSの作成

村田 勝俊¹, 高林 海斗², 熊谷 文孝², 鎌形 康司², 青木 茂樹²

Katsutoshi Murata¹, Kaito Takabayashi², Fumitaka Kumagai², Koji Kamagata², Shigeki Aoki²

¹MR Research & Collaboration Group, Siemens Healthcare K.K., ²Department of Radiology, Juntendo University School of Medicine

【要旨】 We created a DVS for HARDI measurement consisting of multiple orthogonal tree-axes DVS units. We confirmed the possibility of MD time change evaluation during DTI measurement with HARDI scheme.

【背景】 HARDI(High Angular Resolution Diffusion Imaging)計測は多軸のDiffusion Vector Set(DVS)を使用するため、長時間の撮像となる。被写体変化を観察するために、撮像中の平均拡散係数(MD)を評価することは、測定精度上有効であると思われる。HARDI用DVSが直交3軸DVSおよびb=0の組み合わせで構成されていれば、この基本単位から4TRの時間分解能で撮像中のMD変化を事後確認することができる。一方、DVS終点は、反対方向の成分も含めて、単位球面上に均一に分布していることが望まれる。Jonesらは、均一なDVSを構成するために、DVS終点上にある電子が作る静電ポテンシャル合計が最小となることを応用した手法を提案している(Electrostatic Repulsion Algorithm)¹。本研究では、DTI計測中の連続MD計測を目的として、複数直交3軸DVS単位からなるHARDI用DVSの作成方法、およびその評価について報告する。

【方法】 直交座標系各軸に単位ベクトルをおく直交3軸DVSを基本単位としてN個の基本単位をオイラー角 $\{\Theta_i\} = \{(\theta_1, \theta_2, \theta_3)\}$, ($i \in \{1 \dots N\}$)で回転させてDVSを作成した。その際、DVS終点上に置いた電子が作る静電ポテンシャル合計を最小化する $\{\Theta_i\}$ を計算した。最適化にはMatlab(The MathWorks Inc.)のfminsearchを使用した。N個の基本単位から構成されるDVSを計算する際は、N-1での結果に基本単位一つを加えて初期値とし、N=2より開始し、N=10まで計算した。DVSの均一性は単位球面上DVS終点を母点としたポロノイ分割を行い、そのポロノイ領域の面積分布にて評価した。また、水ファントムを用い、室温および低温から室温に変化する際のMDの変化を120分間計測した。撮像はN=10(DVSとしては4×10軸)のDVSにてDWI計測(b=0,1000 s/mm²)を40回連続計測した。使用装置はSiemens Healthcare社製MAGNETOM Prisma 3T, Head/Neck 64chコイルである。計測はファントム設置後30分間行った。安定性はファントム中心1ピクセルの連続計測されたMDの1次回帰式を求め、標準偏差推定値にて評価した。すべての計測において計測前後にファントム温度、室温を計測し、アレニウスの式²から算出される温度と比較した。

【結果】 単位球面上ポロノイ領域は4π/60を単位として平均値/標準偏差=1.0000/0.0071であり、通常の30軸DVSでの結果(平均/標準偏差=1.0000/0.0031)と比べて標準偏差は2倍程度であった。水ファントムスキャン時の室温は22.5±0.6℃であった。室温、温度変化計測時のMD標準偏差推定値は0.25×10⁻³、0.10×10⁻³[mm²/s]となった。計測前後の温度は、室温、温度変化の計測において、それぞれ前/後=22.8/24.9°、6.6(30分静置前)/16.9°であり、アレニウスの式から求めたものは、前/後=24.7/26.3°、9.0/15.7°であった。

【結論】 三軸直交MPGより構成されるHARDI用DVSを作成し、計測中の被写体のMD時間変化を検出が可能であることを確認した。

【参考】 (1) Jones, et.al, MRM 1999; 42:515-525. (2) Sakai, et.al, NMR Biomed 2012;25:340-346.

PS23-3 Imaging analysis of tumor microenvironments based on time-dependent diffusion MRI

時間依存性拡散MRIに基づくがん微小環境イメージング

竹田 篤史¹, 吉永 壮佐¹, 新城 拓人¹, 河内 祐樹¹, 寺島 裕也², 遠田 悦子³, 松島 綱治², 釣木澤朋和⁴, 寺沢 宏明¹

Atsushi Takeda¹, Sosuke Yoshinaga¹, Takuto Shinjo¹, Yuki Kawachi¹, Yuya Terashima², Etsuko Toda³, Koji Matsushima², Tomokazu Tsurugizawa⁴, Hiroaki Terasawa¹

¹Faculty of Life Sciences, Kumamoto University, ²Research Institute for Biomedical Sciences, Tokyo University of Science, ³Nippon Medical School, ⁴National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

【要旨】 The aim of this study is to analyze tumor microenvironments based on time-dependent diffusion MRI. We introduced the OGSE and PGSE method that reflects the structural information of the cells and their surrounding tissues by setting appropriate diffusion times for the samples.

【背景・目的】 脳や臓器の深層部のがんや卵巣がん等の婦人科のがんは、生命や生殖機能への影響から生検試料の採取が難しく、MRIを用いた非侵襲的な診断法が必須である。がん組織においては、細胞の種類や形状、大きさ、細胞密度が正常組織と大きく異なるヘテロな細胞の集積によって、がん微小環境が構築される。細胞の集積環境が異なると、含まれる水分子の自由拡散に鋭敏な影響を与える。広い空間であれば拡散しやすく、膜構造が入り組んだ狭い空間においては制限を受け、拡散しにくく方向性が生じる[1]。また、組織内の水分子は拡散時間が短すぎると自由拡散を示し、拡散時間が長すぎると周辺組織に何度も衝突し拡散が強く制限される。測定したい構造に合わせて、適切な拡散時間を設定することが重要となる[2]。時間依存性拡散MRI法は、拡散時間に伴って変化する水分子の拡散制限の程度を抽出する撮像法である。b値(拡散傾斜磁場強度)を多重に設定することで、各拡散時間における水分子の拡散係数(Apparent Diffusion Coefficient, ADC)を算出し、測定対象の構造情報を取得することができる。本研究の目的は、時間依存性拡散MRIにより得られたデータから複数の拡散パラメータを求め解析を行い、細胞診や遺伝子発現プロファイルとよく相関する、精度が高いMRIがん診断法を確立することである。

【方法】 小動物用7T MRI(Bruker)を用いて拡散強調画像を取得した。パルス磁場勾配スピナーコ法(PGSE)を用いた拡散時間7.5-100msの測定に加えて、傾斜磁場を波形に振動させて印可することにより、短い拡散時間を実現した振動磁場勾配スピナーコ法(OGSE)による拡散時間1.875-7.5msの測定を行った。b値は50-500s/mm²の4点を設定した。C57BL/6雄マウス(8週齢)の右背側表皮に、LLC(肺がん)またはB16(皮膚がん)細胞の懸濁液を皮下注射しin vivo実験系に用いた。ex vivo実験系では、担がんマウスから切除した腫瘍組織と、その対側より切除した正常皮膚組織(コントロール)を使用した。解析においては、T2強調画像及びB1MAPを参考に、腫瘍部位と照射ラジオ波の均一性を確認し、適切にROIを設定しADC値を算出した。

【結果・結論】 異常に高い細胞密度や歪な膜構造を示す腫瘍組織において、水の拡散は制限されADC値は低下することが報告されている[3]。実際に、正常組織と腫瘍組織のADC値を比較すると、どちらの実験系においても腫瘍組織の方が正常組織よりもADC値が有意に小さかった(Fig. 1)。平面培養したLLC細胞とB16細胞を比較すると、B16細胞はLLC細胞よりも扁平な形状であり、細胞異型性が高く、細胞のサイズが大きい傾向にある。そのため、OGSE側の拡散時間において、LLC細胞はB16細胞よりもADC値が小さいと考えられる。実際に、がん細胞間隔のADC値を比較すると、in vivo実験系では、OGSE側とPGSE側のどちらの拡散時間においてもLLCの方がB16よりもADC値が有意に小さかった。一方で、ex vivo実験系では細胞種間に有意な差は無かった(Fig. 2)。これらの結果はADC値に基づいて正常組織と腫瘍組織を判別できること、及びがん細胞種の識別が可能であることを示唆している。

[1] Mardor et al, J. Clin. Oncol. **21**, 1094-1100 (2003)
[2] Xiaoyu et al, Magn. Reson. Med. **75**, 1076-1085 (2016)
[3] Chen et al, PLoS One **8** (11), e79008 (2013)

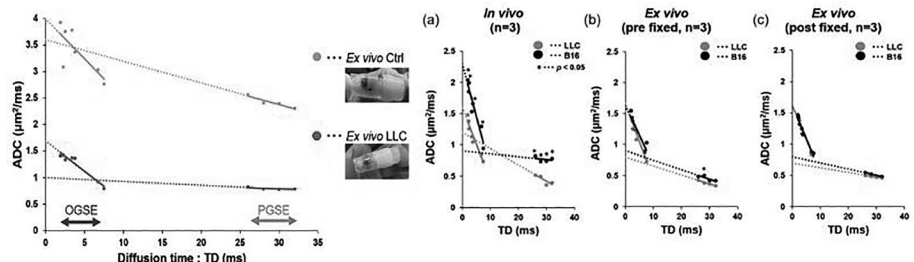


Fig. 1 Comparison of ADC values between Ex vivo LLC and Ex vivo Control samples

Fig. 2 Comparison of ADC values of the LLC and B16 tumor samples In vivo (a); Ex vivo before tissue fixation (b); Ex vivo after tissue fixation (c)

PS23-4 Development of the wooden phantom for diffusion quantitative evaluation: Relationship between PEG impregnation and diffusion quantitative value change

拡散MRI定量評価用木製ファントムの開発：PEG含浸時間と拡散定量値変化の関係

井関理南子¹, 吉田 聖奈¹, 牧野 達哉¹, 鈴木 政司², 桃原 郁夫³, 妹尾 淳史¹
Rinako Iseki¹, Seina Yoshida¹, Tatsuya Makino¹, Masashi Suzuki², Ikuo Momohara³, Atsushi Senoo¹

¹Department of Radiology, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, Tokyo, Japan, ²Faculty of Health Sciences Tsukuba International University, ³Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687, Japan

【要旨】 A phantom for DTI analysis was prepared by impregnating wood with PEG solution, and the relationship between the concentration of PEG solution and the quantitative value of DTI, as well as the relationship between solution concentration and the quantitative value of DTI over time, was evaluated.

【背景・目的】

我々はDiffusion tensor imaging(DTI)解析の定量評価用ファントムの材料として木材に着目した。これまでの研究成果として木材はその種類によりヒトのさまざまな脳の部位に対応する拡散定量値を持つことを明らかにしたが、経年劣化を防止するポリエチレングリコール (PEG) 溶液の種類や含浸期間が拡散定量値にどのように影響するか明らかになっていない。本研究はPEG溶液の濃度や含浸期間が拡散定量値にどのような変化をもたらすのか明らかにすることを目的とする。

【方法】

GE社製 SINGA 3.0-T MRI装置を使用した。ファントムには木材に体積 $3 \times 3 \times 3$ cm³のヒノキ、PEG溶液に平均分子量400のPEG400を使用した。溶液の濃度は10%, 50%, 100%(質量パーセント濃度)とし、それぞれ5サンプルずつ作成した。ファントムは1ヶ月ごとに5ヶ月間撮像しDiffusion weighted imaging(DWI)画像を取得した。得られたDWI画像から、FSLを用いてFractional Anisotropy(FA)値、Mean Diffusivity(MD)値、Axial Diffusivity(AD)値、Radial Diffusivity(RD)値の平均を算出した。また、時間経過に伴うDTIの定量値の変動をPEG濃度の異なるファントム間で比較するため、各濃度のファントムの5ヶ月間のFA値、MD値の決定係数を直線回帰により算出した。

【結果・考察】

5ヶ月間の平均のFA値は、水、0.49; 濃度10%, 0.50; 濃度50%, 0.42; 濃度100%, 0.83であった。平均MD値は水、 0.14×10^{-2} mm²/s; 濃度10%, 0.10×10^{-2} mm²/s; 濃度50%, 0.04×10^{-2} mm²/s; 濃度100%, 0 mm²/s。平均AD値は、水、 0.21×10^{-2} mm²/s; 濃度10%, 0.16×10^{-2} mm²/s; 濃度50%, 0.06×10^{-2} mm²/s; 濃度100%, 0 mm²/s。平均RD値は、水、 0.10×10^{-2} mm²/s; 濃度10%, 0.07×10^{-2} mm²/s; 濃度50%, 0.03×10^{-2} mm²/s; 濃度100%, 0 mm²/sであった。MD値、AD値、RD値において、PEG濃度10%のファントムの値が、水へ含浸したファントムの値に最も類似していたことから、PEG含浸によるDTIの定量値への影響が最も小さいのは、PEG濃度10%のファントムであったと考える。また、5か月間のFA値、MD値の決定係数は、FA値で、PEG400 10%, ~0.75; PEG400 50%, ~0.20; PEG400 100%, ~0.10となり、MD値で、PEG400 10%, ~0.70; PEG400 50%, ~0.20; PEG400 100%, ~0.35であった。どちらの拡散定量値においても、濃度が低いほど決定係数が大きく、経時的なDTIの定量値の変動が小さいことが明らかになった。

【結論】

木材を濃度の異なるPEG溶液に含浸したDTI解析用のファントムを作成し、5ヶ月間に渡って撮像した。DTIの定量値の測定をした結果、PEG溶液の濃度が低いほど、PEG含浸によるDTIの定量値への影響が最も小さく、経時的なDTI定量値の変化が小さいことが明らかになった。

PS23-5 Numerical simulation of the effect of SNR on IMPULSED model fitting

IMPULSEDモデルフィッティングにおけるSNRの影響のシミュレーション

今井 広¹, 上村 清央², 内匠 浩二³, 恵島 史貴³, 岩永 崇⁴, 大塚 洋和⁴, 吉浦 敬^{2,3}

Hiroshi Imai¹, Kiyohisa Kamimura², Koji Takumi³, Fumitaka Ejima³, Takashi Iwanaga⁴, Hirokazu Otuka⁴,
Takashi Yoshiura^{2,3}

¹MR Research & Collaboration, Siemens Healthcare K.K., ²Department of Advanced Radiological Imaging, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences, ³Department of Radiology, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences, ⁴Department of Radiological Technology, Kagoshima University Hospital

【要旨】 The IMPULSED is a DW signal model which assume tumor tissue, or microstructure analysis which estimate cell size and compartmental diffusivities using time-dependent diffusion. Prior to clinical data collection, we validated the image SNR required for stable analysis by numerical simulation.

【目的/背景】 Diffusion weighted imaging (DWI) で得られるADC値は細胞密度を反映する定量値として腫瘍の評価などに利用されている。しかし、その値は細胞密度だけでなく細胞の大きさ、細胞内の構造、細胞内外の拡散係数などが総合的に反映されている。組織の拡散時間依存性を利用したIMPULSED法 (Imaging microstructural parameters using limited spectrally edited diffusion) はOscillating Gradient Spin-Echo DWI (OGSE DWI) と拡散強調信号モデルの組み合わせにより、より詳細な細胞微細構造を定量できる手法である。実際の撮像データを取得するに先立ち、ノイズを付加した理論的なモデル信号に対してIMPULSED model fittingを行い、その測定精度をシミュレーションにて評価した。

【方法】 MAGNETOM Prisma 3Tと研究用OGSE DWI sequenceにて実際に設定可能な撮像パラメータを用いた。シミュレーションにはMATLAB 2020a (MathWorks, Natick, USA)を使用した。設定したパラメータは以下の通り。MPGはPGSE(pulsed-gradient spin-echo)とcosine OGSEでoscillating frequencyを0, 15, 30 Hz, b-valueを0, 500, 1000, 1500 sec/mm², 6軸DTI, average=1とした。b0-imageのSNRが10から50(間隔5)となるようガウシアンノイズを付加し、また各b-imageへも同等のノイズを付加して絶対値演算した。IMPULSED modelへの入力条件は f_{intra} (intracellular volume fraction)を0.6, diameter (spherical cell diameter)を20 μ m, D_{extra} (extracellular diffusion coefficient)を1.0 μ m²/msを基準とし、それぞれを $0.1 \leq f_{intra} \leq 0.9$ (間隔0.1), $5 \leq D \leq 35$ (間隔3), $0.7 \leq D_{extra} \leq 3.1$ (間隔0.3)の範囲で値を変化させて合計783パターンでの組み合わせとした。 D_{intra} (intracellular diffusion coefficient)は1.0 μ m²/ms, D_{extra} のoscillating frequency依存係数は0とした。各入力条件とSNRの組み合わせに対して300回ずつIMPULSED model fittingを実行して f_{intra} , diameter, D_{extra} を算出し、入力値との誤差を評価した。

【結果】 IMPULSED fittingによるパラメータの算出精度は高く入力値が良く再現された。入力値と算出された値の平均値の誤差が1%未満および5%未満であった入力の組み合わせは、 f_{intra} でそれぞれ全体の80.7%, 95.1%, diameterで63.0%, 92.3%, D_{extra} で89.7%, 98.4%であった。SNR \geq 20に限れば f_{intra} は97.9%, diameterは97.8%, D_{extra} は100%の組み合わせで1%未満の誤差であった。SNR, f_{intra} が低い場合、またdiameter, D_{extra} が高い場合ほど推定値の四分位範囲が増大し結果がばらつく傾向を認めた。

【結論】 IMPULSED fittingにおいてb0画像のSNRが20以上あれば精度の高い細胞微細構造の評価が可能である。

PS23-6 Observation of water molecular dynamics of *Trypoxylus dichotomus* in the pupal stage using 9.4T MRI

9.4-T MRIを用いたカブトムシの蛹期における体内の水分子動態の観察

池上 聖人¹, 原田 蓮音², 武井 響也³, 大作 健二³, 小田 慶喜⁴, ニイ原絹子⁵, 吉田 真史^{5,6}, 井上 A. 尚⁶, 黒田 輝^{1,2,3}
Shoto Ikegami¹, Ren Harada², Kyoya Takei³, Kenji Osaku³, Yoshiki Oda⁴, Kinuko Niihara⁵, Masahumi Yoshida^{5,6},
Takashi Inoue A.⁶, Kagayaki Kuroda^{1,2,3}

¹Course of Science and Technology, Graduate School of Science and Technology, Tokai University, ²Course of Electrical and Electronic Engineering, Graduate School of Engineering, Tokai University, ³Department of Human and Information Science, School of Information Science and Technology, Tokai University, ⁴Technical Joint Management Office, Campus Support Office, Tokai University, ⁵Department of Natural Sciences, Faculty of Science and Engineering, Tokyo City University, ⁶Division of Natural Sciences, Graduate School of Integrative Science and Engineering, Tokyo City University

【要旨】 Water molecule dynamics with tissue changes during the pupal stage of a female Japanese beetle was observed with DTI at 9.4T. During the first week from prepupa to pupation, fast ADC with complex FA was observed inside the fluid pool. After that, FA was observed along muscles and other tissues.

【目的・背景】 完全変態昆虫は生涯で劇的な形態変化を行うが、蛹体内の組織変化過程は未だ謎に包まれている。これは細胞の崩壊ならびに再分化、従って一種の細胞のリプログラミングプロセスであると捉えられる。この昆虫における体細胞の可塑性は、解明・応用することで再生医療におけるiPS細胞とは異なる、革新的技法を導く可能性が考えられる。蛹体の外殻はクチクラで構成されているために比較的硬く、対照的に内部は高含水であるために柔らかいという性質を持つ。このため解剖による精細な組織観察は非常に困難であり、X線CTではコントラストが付きにくいことが挙げられる。加えて、どちらも個体損傷を伴う手法である。MRIはこれらの問題を得意とするために連続的な内部観察法として有用である。昨年度までに、国産カブトムシ (*Trypoxylus dichotomus*) においてT1WIならびにT2WIによる形態学的観察、MRSによる生化学的分析を行った。その結果、蛹化の前後1週間程で幼虫細胞が崩壊し消化管に充填されることで膨満した体液溜が形成され、その後羽化までの4週間程で狭径・伸長化と同時に成虫組織が形成されたほか、プロトン化学シフト成分が水が支配的であること、体液溜形成時は内部の拡散が速いことが分かった。以上を踏まえて本研究ではさらなる分子動態の解明のためにT2WIによる連続的な形態観察ならびにDTIによる観察を行った。【方法】国産カブトムシ雌3個体の前蛹から羽化直前に至る1から35日間の変化を9.4T鉛直型MR装置 (Ascend400WB/AvanceIII/ParaVision6.0.1, Bruker) を用いて連続撮像した。撮像条件は以下の通りとした: T2W-FSE (TR/TE, 64/4292.9ms; ST, 1mm; FOV, 40×50mm; matrix, 320×400; 空間分解能, 125×125μm), DTI (TR/TE, 4000/21.15ms; ST, 1mm; slice gap, 0mm; slice, 16; FOV, 42×30mm; Matrix, 168×120; 空間分解能, 250×250μm; δ, 2.5ms; Δ, 8.5ms; b-value, 640s/m²; MPG印加軸, 30)。撮像中の体動を防止するためにジエチルエーテル吸引麻酔を3-5分間施した。【結果・考察】 Figure 1に蛹化直前の前蛹, Figure 2に蛹化後19日目のT2WIならびにADCmap, FMapを示す。蛹化当日では頭部側の体液溜内部において2000μm²/s²程度の速い拡散が見られると同時に、背側では背腹方向へ、腹側では頭尾方向へと異なる向きの変異性が見られた。一方、蛹化後19日目では全体として500-1000μm²/s²程度と比較的遅い拡散を示し、異方性は頭尾方向に走行する背縦走筋と背腹方向へ走行する背筋筋という2種類の飛翔筋や、頭部を動かす筋肉に沿うように見られた。これらより、蛹化直前は短時間での蛹体形成のために拡散が高速化すると同時に複雑な異方性を示した。【結論】完全変態昆虫の蛹体内では蛹化の段階に対応して分子拡散が生じていることが明らかになった。

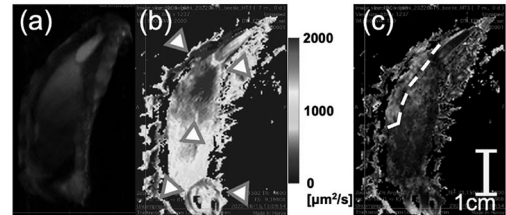


Fig. 1 T2W image(a) and ADCmap(b) and FMap(c) of the prepupa of a female *Trypoxylus dichotomus* on pupation day. Fast diffusion area is surrounded by arrowheads. Different anisotropies are separated by dashed lines.

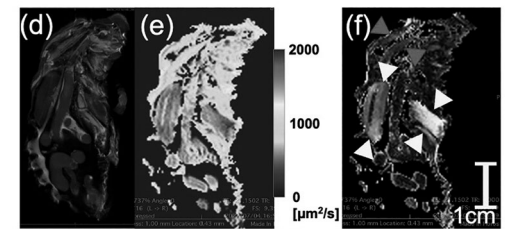


Fig. 2 T2W image(d) and ADCmap(e) and FMap(f) of the pupa of a female *Trypoxylus dichotomus* 19 days after pupation. Arrowheads indicate flight muscles and head muscles.

PS24-1 Non-contrast MR-Angiography with 3D T1w GRE-type EPI sequence in the diagnosis of uterine artery embolization (UAE)

子宮動脈塞栓術(UAE)画像診断における3D T1w GRE型EPIシーケンスを用いた非造影MR-Angiography

川崎 侑紀¹, 福原 由子², 小野由美香², 水野 朱里¹, 田淵 昭彦^{1,2}, 加藤 勝也²

Yuki Kawasaki¹, Yuko Fukuhara², Yumika Ono², Akari Mizuno¹, Akihiko Tabuchi^{1,2}, Katsuya Katou²

¹Department of Central Radiology, Kawasaki Medical School, General Medical Center, ²Department of Radiology, Kawasaki Medical School, General Medical Center

【要旨】 We investigated whether non-contrast MRA using an ECG asynchronous T1w GRE-type EPI sequence is a useful alternative to contrast MRA in the diagnosis by MRI in uterine artery embolization (UAE), by visual evaluation of both.

【目的/背景】 子宮筋腫患者を対象とした子宮動脈塞栓術(UAE)前後でのMRI画像診断において、子宮動脈の走行や塞栓部位および周囲異常血管の有無の評価は重要である。当院では、本評価として主に造影MR-Angiography(MRA)を用いているが、不慣れた操作者による造影タイミング誤認識での血管描出不良やGd造影副作用歴のある患者対応などが問題となっていた。また、これらの問題点に対し、これまで高速撮像が可能である心電図非同期T1w GRE型EPIシーケンスを用いた非造影MRAを補助的に追加撮像していた。そこで今回、繰り返し撮像可能でより非侵襲的な本手法が造影MRAの代替検査として有用かどうかを検討を行った。【方法】MR装置はPHILIPS社製Ingenia CX 3.0T, 受信コイルはdS Torso 3.0TおよびdS TotalSpine 3.0Tコイルを使用した。本研究はカルテベース研究として倫理委員会によって承認されたため、インフォームド・コンセントの要件は免除された。2021年5月1日から2023年3月31日の期間に子宮動脈塞栓術(UAE)前後評価目的で造影MRA(3D T1w GREシーケンス)と心電図非同期T1w GRE型EPIシーケンスを用いた非造影MRAを施行した子宮筋腫患者(28症例)を対象とし、所見やその他の臨床情報を知らされていない放射線科医2名にて後向きに1-5点のスコア化で視覚評価(評価1:血管描出能, 評価2:血管・背景組織とのコントラスト)を行った。評価画像には、各画像データから作成したMIP画像を用い、子宮動脈分岐以降の血管について評価した。統計解析ソフトウェアを用いて、ウィルコクソンの符号順位検定を行った。統計学的有意差はp=0.05を基準に判定した。【結果】視覚評価のスコアは、非造影MRA(評価1:3.55±0.47, 評価2:3.20±0.55)、造影MRA(評価1:4.23±0.42, 評価2:3.21±0.42)でわずかに造影MRAが高かったが、有意差は認められなかった(評価1:p=1.54, 評価2:p=0.91)。また、特に造影MRAにおいて造影タイミング誤認識により背景組織信号の上昇をきたした症例については、非造影MRAでより血管描出能が高い評価であった。【結論】心電図非同期T1w GRE型EPIシーケンスを用いた非造影MRAは、視覚評価による造影MRAとの血管描出能及び血管・背景組織とのコントラストの比較において有意な差がないことから、造影MRAの代替検査として有用であることが確認された。今後臨床経験を重ね、さらなる画質改善を行っていきたい。

PS24-2 Contrast-enhanced 3D T1-weighted image with Compressed sensing and Fast 3D wheel technique: Efficacy for Women's Pelvic MRI

女性骨盤部MRIに対する圧縮センシングおよび高速3D Wheelによる3D造影T1強調画像の有効性

植田 高弘¹, 大野 良治¹, 山本 香織², 矢澤 夏佳², 登澤 一輝³, 池戸 雅人², 油井 正生², 松山 貴裕¹, 永田 紘之⁴, 外山 宏¹

Takahiro Ueda¹, Yoshiharu Ohno¹, Kaori Yamamoto², Natsuka Yazawa², Ikki Tozawa³, Masato Ikedo², Masao Yui², Takahiro Matsuyama¹, Hiroyuki Nagata⁴, Hiroshi Toyama¹

¹Department of Radiology, Fujita Health University School of Medicine, ²Canon Medical Systems Corporation, ³Department of Radiology, Fujita Health University Bantane Hospital, ⁴Joint Research Laboratory of Advanced Medical Imaging, Fujita Health University School of Medicine

【要旨】 CS and Fast 3Dw are considered as useful for image quality improvement with reducing acquisition time on women's pelvic MRI, when compared with conventional PI.

[Objective] To determine the utility of contrast enhanced 3D T1-weighted image with compressed sensing (CS) and wheel encoding order technique (Fast 3D wheel: Fast 3Dw), which is one of the technics for k-space based acceleration technique, for improving image quality and acquisition time on women's pelvic MRI as compared with conventional parallel imaging (PI). **[Materials and Methods]** 24 consecutive female patients with various pelvic diseases underwent contrast-enhanced 3D T1-weighted image with PI, CS and Fast 3Dw, randomly. Then, all acquisition times were recorded in each patient. For quantitative assessment, SNR of muscle and CR between myometrium and muscle were determined on uterine corpus and cervical level by ROI measurements. For qualitative assessment, two board certified radiologists assessed overall image quality (OIQ), artifact and diagnostic confidence level (DCL) by 5-point scales. Then, each final score was determined as consensus of two readers. To compare the capability for acquisition time reduction, mean acquisition time was compared among all data sets by Tukey's HSD test. To determine quantitative image quality improvement, SNRs and CRs were compared among all methods by Tukey's HSD test. On qualitative image quality evaluations, inter-observer agreement on each data set was assessed by κ statistics followed by χ^2 test. Finally, three indices among all methods were assessed by Wilcoxon signed-rank test. **[Results]** Mean acquisition time of CS and Fast 3Dw (CS: 156.6 \pm 4.8 sec, Fast 3Dw: 153.9 \pm 2.7 sec) were significantly shorter than that of PI (PI: 313.0 \pm 9.7 sec, $p < 0.001$). SNR of Fast 3Dw (19.3 \pm 0.9) at uterine corpus level were significantly higher than that of PI (12.0 \pm 4.2, $p < 0.05$) and CS (15.0 \pm 1.4, $p < 0.05$). SNR of Fast 3Dw (20.4 \pm 5.5) at uterine cervical level were significantly higher than that of PI (15.4 \pm 6.3, $p < 0.05$). There was no significant difference of CR among three methods ($p > 0.05$). All inter-observer agreements were determined as 'moderate' or 'excellent' ($0.57 < \kappa < 0.83$, $p < 0.0001$). OIQs of CS and Fast 3Dw (CS: median 4, IQR 3-4; Fast 3Dw: median 5, IQR 4-5) were significantly higher than that of PI (median 4, IQR 3-4.75, $p < 0.05$). Artifacts of CS and Fast 3Dw (CS: median 2, IQR 2-3; Fast 3Dw: median 1, IQR 1-2) were significantly lower than that of PI (median 2, IQR 1.25-3, $p < 0.05$). There was no significant difference of DCL among three methods ($p > 0.05$). **[Conclusion]** CS and Fast 3Dw are considered as useful for image quality improvement with reducing acquisition time on women's pelvic MRI, when compared with conventional PI.

PS24-3 Evaluation of Texture Analysis in MRI for Distinguishing Type I and Type II Endometrial Carcinoma

MRIを用いたテクスチャ解析によるタイプIとタイプIIの子宮内膜癌の評価

井上 快児¹, 土橋 佐紀², 清水 宏一¹, 名川 恵太³, 岡田 吉隆⁴, 馬場 康貴⁴, 長谷川幸清⁵, 安田 政実⁶, 小澤 栄人¹

Kaiji Inoue¹, Saki Tsuchihashi², Hirokazu Shimizu¹, Keita Nagawa³, Yoshitaka Okada⁴, Yasutaka Baba⁴, Kosei Hasegawa⁵, Masanori Yasuda⁶, Eito Kozawa¹

¹Department of Radiology, Saitama Medical University Hospital, ²Department of Radiology, Ogawa Red Cross Hospital, ³Department of Radiology, Tokyo Metropolitan Center and Infectious Diseases Center Komagome Hospital, ⁴Department of Diagnostic Radiology, Saitama Medical University International Medical Center, ⁵Department of Gynecologic Oncology, Saitama Medical University International Medical Center, ⁶Department of Diagnostic Pathology, Saitama Medical University International Medical Center

【要旨】 We evaluated the diagnostic accuracy of texture analysis using MRI in distinguishing between Type I and Type II endometrial carcinoma. Constructed T2WI, ADC, and T2WI MRI + ADC models. ADC model showed significantly higher AUC and was considered useful for discrimination.

【目的】 MRIのT2強調画像およびADCマップを用いて、子宮内膜癌のタイプIとタイプIIを識別するためのテクスチャ解析の診断精度を評価する。**【方法】** 3T MRIを使用して撮影された106人の子宮内膜癌患者を評価した。76例のタイプI: 子宮内膜癌 (Grade 1および2) と30例のタイプII: 子宮内膜癌 (Grade 3) および漿液性癌を含む患者を対象にした。MRIのT2強調画像およびADCマップの断面像から、腫瘍の最大断面を使用してITK-SNAPを用いて96のテクスチャ特徴量を抽出した。テクスチャ特徴量については、Mann-Whitney検定による評価を行い、p値が0.05未満の場合に有意とした。特徴量の減少のために、LASSO回帰分析を使用し、各画像から3つのテクスチャ特徴量を選択した。T2強調画像モデル、ADCモデル、およびT2強調画像 + ADCモデルの3つのモデルを構築した。各モデルで2つの異なるタイプを識別するためにロジスティック回帰分析を実施し、各モデルのAUCを評価した。モデル間の有意差を評価するためにDeLong検定を使用した ($p < 0.05$)。 **【結果】** 図1には、タイプIとタイプIIの代表的なテクスチャ特徴量の評価結果が示されており、表1には各モデルの感度、特異度、およびF値が示されている。これらの特徴量を使用した鑑別モデルのAUCは、T2強調画像モデルが0.616、ADCモデルが0.753、T2強調画像 + ADCモデルが0.592でした。ADCモデルは有意に高いAUCを示した。 **【結論】** ADCベースの識別モデルは、T2強調画像モデルとT2強調画像 + ADCモデルよりも高いAUCを示し、タイプIとタイプIIの鑑別に有用であると考えられた。

Table 1 Performance of each texture features selected using the LASSO algorithm

MRI sequences and representative TF	Sensitivity	Specificity	Accuracy	F-measure	AUC
ADC					
NC+GLAE+GIV	0.385	0.899	0.760	0.460	0.753
T2WI					
FK+FS+NC	0.221	0.999	0.764	0.360	0.616
mixed ADC and T2					
GLAE(ADC)+GIV(ADC)+GDV(T2WI)	0.035	0.981	0.735	0.062	0.592

LASSO: least absolute shrinkage and selection operator, TF: texture features, AUC: area under the curve
 NC: ngtdm_Coarseness, GLAE: glszm_LargeAreaEmphasis, GIV: glcm_InverseVariance
 FK: firstorder_Kurtosis, FS: firstorder_Skewness, GDV: gldm_DependenceVariance

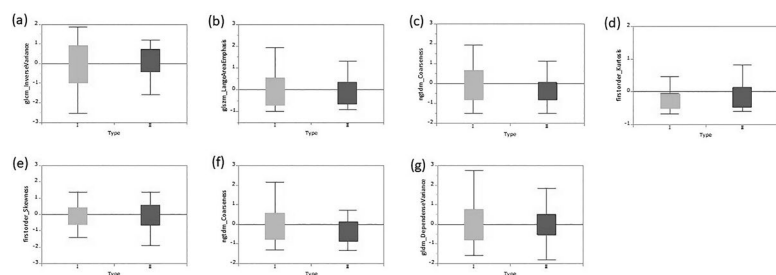


Figure 1 Box charts showing the distribution of seven selected texture features (TFs), with type I denoted by a orange box and type II by a red box. The name cods of the selected TFs are as follows: (a) glcm_InverseVariance, (b) glszm_LargeAreaEmphasis, (c) ngtdm_Coarseness, (d) firstorder_Kurtosis, (e) firstorder_Skewness, (f) ngtdm_Coarseness, (g) gldm_DependenceVariance. The TFs of ADC are (a) to (c), and TFs of T2WI are (d) to (g).

PS24-4 Exploring MRI-based Perfusion Parameters associated with Higher PSA Density in Non-Cancerous Prostates

前立腺特異抗原 (PSA) 密度が高い、非担癌患者の特定におけるMRIの灌流パラメータの有用性の検討

大宮 慶恵¹, 森阪 裕之¹, 大西 洋¹, Caroline Reinhold²

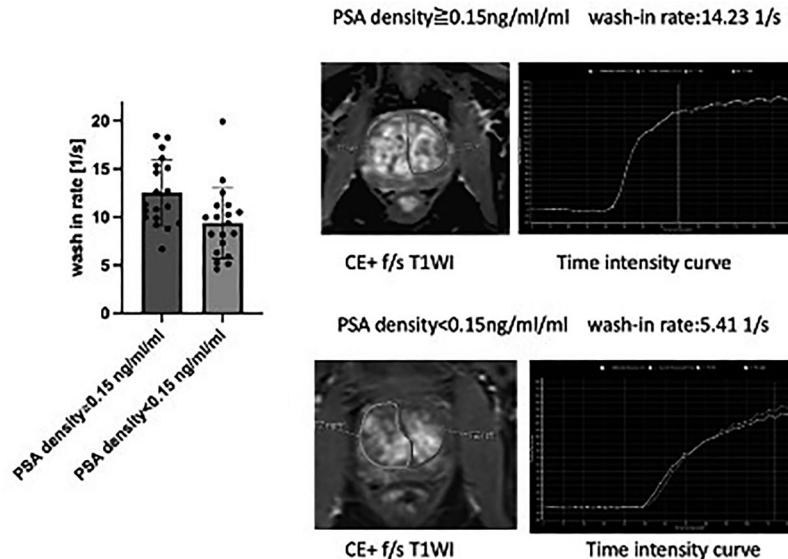
Yoshie Omiya¹, Hiroyuki Morisaka¹, Hiroshi Onishi¹, Caroline Reinhold²

¹Department of Radiology, University of Yamanashi, ²Department of Diagnostic Radiology, McGill University

【要旨】 MRI-based perfusion parameters were used to identify patients with higher prostate-specific antigen (PSA) density in the non-cancerous prostate. The study found that the wash-in rate of the transition zone (TZ) was significantly associated with higher PSA density.

【目的】 MRIに基づく灌流パラメータを用いて、非担癌で前立腺特異抗原 (PSA) 密度が高い患者を特定する。**【方法】** このレトロスペクティブ研究は、2022年7月から2023年3月にかけて実施され、高時間分解能 (3.6秒/フェーズ) のdynamic造影MRIを受け、放射線科報告書によって判断されたPI-RADS 1または2の病変のみを有する患者を対象とした。患者は、PSA密度に基づいて以下のように2群に二分された: 1) 高PSA密度群: PSA密度0.15ng/ml/ml以上 (n=19、平均年齢64.9±8.7歳)、および2) 低PSA密度群: PSA密度0.15ng/ml/ml未満 (n=19、平均年齢65.6±8.6歳)。各患者について、PI-RADS 1または2病変を含む辺縁域 (PZ) および移行域 (TZ) 全体の輪郭を囲んだ。最大増強、最大相対増強 (%), wash-in rate (s⁻¹)、曲線下面積 (AUC) を含む灌流パラメータを個別に算出した。見かけの拡散係数 (ADC) 値 (10⁻³ mm²/s) も比較のために取得した。多重回

ジスティック回帰分析を用いて、より高いPSA密度に関連する独立したパラメータを決定した。**【結果】** 患者年齢と前立腺の容積に有意な群間差はなかった。TZのwash-in rate (11.3 vs 9.3 1/s; p<0.01) とAUC (25.0 vs 15.7; p=0.02) はいずれも有意な群間差を示したが、PZのパラメータにはいずれも群間差を認めなかった (p>0.05)。本研究では、TZのwash-in rateは、非担癌患者のPSA密度の高さと関連する唯一の有意なパラメータであり、PSA密度の高さを予測するモデルのAUCは0.79 [95% confidence interval; 0.64, 0.93] であることが判明した。**【結論】** PSA密度が高いがMRIで前立腺の癌病変がない患者において、高いwash-in rateが移行域の過形成結節の特徴である可能性がある。



PS24-5 Optimal conditions for prostate Computed DWI using Deep learning technology

Deep learning 技術を併用した前立腺 Computed DWI の至適条件の検討

岩橋 立樹, 桃井 理紗, 井上 志麻, 河内麻友子, 田中 眞優, 森田奈緒美, 岡田 篤哉

Tatsuki Iwahashi, Risa Momoi, Shima Inoue, Mayuko Kawachi, Mayu Tanaka, Naomi Morita, Atsuya Okada

Jinsenkaei MI Clinic

【要旨】 cDWI can create images with any high b value, and DRL is known to increase contrast. This study investigated the optimal intensity and reconstruction b-value for prostate cancer detection using DLR. Our results suggest the optimal conditions are DLR of intensity 5 and a b-value of 1500.

【目的】 PI-RADSver.2.1 を用いた前立腺癌の評価において、DWI 画像は正常組織とのコントラストを上昇させるために、高b値 (1400 s/mm²以上) での評価が推奨されているが、至適b値は示されておらず、便宜上、b値1000で撮像したDWIから再構成したComputed DWI (cDWI) を用いる場合も多い。Deep learning reconstruction (DLR) 技術は、コントラストを上昇させる技術の1つとして期待されているが、DLR強度は視覚的評価に影響するため、至適強度の評価が必要となる。今回、DLRを併用した前立腺癌の描出に最適なDWI画像を得るための、至適DLR強度と再構成b値について検討した。**【方法】** 当院でDWIを含めた前立腺MRI検査を行った健常者6名、PI-RADS score 4と診断された前立腺がん患者2名3病変を対象とし、DWIの撮像条件は、TR/TE/ETS=8700/75/0.7、受信BW=1563Hz/pixel、分解能=160×144、スライス厚=3mm、b値1000に設定し、このデータを元に1500と2000のcDWI画像を再構成した。得られた各b値の画像をDLR強度0 (なし)~5で再構成し、病変の検出率について比較検討した。(検討1) 健常者の前立腺辺縁域と移行域にROIを置き、それぞれの信号強度と標準偏差を測定し、信号対雑音比 (SNR) およびコントラスト比 (CR) を算出して、b値の変化、DLR強度の違いによる影響を評価した。(検討2) 前立腺癌患者の腫瘍部位、対側正常部、背景 (内閉鎖筋) にROIを置き、検討1と同様にSNRとCRを算出、さらにコントラストノイズ比 (CNR) を算出して、それぞれについて比較した。MRI装置はキヤノンメディカルシステムズ株式会社製 Vantage Galan 3T を用い、DRLはAiCE (Advanced intelligent Clear-IQ Engine) を使用した。また信号強度の測定にはGE Healthcare社製のAW (Advantage Workstation ver4.6) を用いた。**【結果】** (結果1) 正常前立腺のSNRは、辺縁域、移行域ともに、DLR強度が強いほど高くなり、強度5ではb値1000、1500、2000での辺縁域は24→50、18→32、13→22、移行域は14→27、10→20、7→14と向上した。CRはDLRを併用することでやや上昇したが、DLR強度間での変化は軽微であった。(結果2) 腫瘍部位のSNRも正常部位と同様にDLR強度が強いほど高くなり、強度5ではb値1000、1500、2000で33→44、17→21、12→15に上昇した。一方、CRはDLRを併用すると低下し、強度を強めるとさらに低下した。CNRについてはDLR強度を強めるほど高くなり、強度5では16→22、15→21と上昇した。また、全強度においてCNRはb値1500で最も高い値を示した。**【結論】** DLR技術を用いることで、SNR、CRは上昇するが、病変部位のCRはDLR強度が強いほど低下した。CNRについてはcDWIのb値が大きいと低くなり、今回の検討からは、DLRを併用してcDWIで評価を行う場合は、DLR強度5、b値1500を用いるのが最適な条件であると考えられた。

PS25-1 A novel method for estimating relaxation time using angular correlation between two γ -ray photons

二光子ガンマ線の角度相関を用いた緩和時間推定手法の検討

松本 渉, 上木 太晟, 伏見 幹史, 島添 健次, 高橋 浩之, 関野 正樹

Wataru Matsumoto, Taisei Ueki, Motofumi Fushimi, Kenji Shimazoe, Hiroyuki Takahashi, Masaki Sekino

Department of Bioengineering, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

【要旨】 In this study, we focused on the angle between two consecutive γ rays emitted by ^{111}In to obtain a parameter corresponding to T2 relaxation time and demonstrated the possibility of a new modality that will enable the observation of the behavior of specific nuclei other than ^1H .

【Background】

MRI detects signal decay at the T2 relaxation time, which is determined by the phase dispersion speed of Larmor motion. However, the detection sensitivity is lower for nuclei with a smaller gyromagnetic ratio, making it difficult to observe nuclei other than ^1H . We showed a parameter corresponding to T2 relaxation time that can be obtained from the accumulation of γ rays originating from individual nuclei. We employed a novel method using the angle between two γ rays emitted by ^{111}In .

【Method】

Superparamagnetic iron oxide nanoparticles (SPION) were added to an indium chloride solution and samples with different phase dispersion speeds were prepared. The SPION concentrations were 0, 0.358, and 0.715 mol/L. An external magnetic field of 1.7 T was applied to induce Larmor motion in ^{111}In . Subsequently, following a previous study¹⁾, we observed paired γ rays using detectors and obtained the angles between them. We introduced the angular correlation function $R(t)$ defined by Eq. 1, where $N(\theta, t)$ is the total number of detected γ rays when the angle between the paired γ rays is θ , and the time difference between them is t .
 $R(t) = (N(90^\circ, t) - N(180^\circ, t)) / (N(90^\circ, t) + N(180^\circ, t))$ (1)

In a previous study²⁾, $R(t)$ was solved to obtain Eq. 2. This is a cosine model with the frequency twice the Larmor frequency ω , where A_{22} is a constant.

$$R(t) = 3/4 \times A_{22} \times \cos(2\omega t) \quad (2)$$

The direction of the second γ ray is determined by the spin of the nuclear level and the angular momentum of the γ ray, which changes due to the electromagnetic field acting on the nucleus. The SPION in the sample caused the phase dispersion due to the local field fluctuation, and the direction became isotropic. Therefore, the $R(t)$ was assumed to decay exponentially, and a new model was defined, as shown in Eq. 3, where ϕ is the phase of the Larmor motion. It was assumed that D and D_2 are regression coefficients representing the phase dispersion speed owing to the electric quadrupole and magnetic dipole interactions, respectively.

$$R(t) = 3/4 \times A_{22} \times \cos(2\omega t + \phi) \times \exp^{-Dt} \times \exp^{-D_2 t^2} \quad (3)$$

The D_2 coefficients for each sample was obtained via regression analysis using the obtained $R(t)$ and the Eq. 3.

【Result】

$R(t)$ for the sample with a SPION concentration of 0.715 mol/L is shown in Fig. 1. As the time difference t increased, there was significant phase dispersion and $R(t)$ decay. The relationship between the SPION concentration and D_2 is shown in Fig. 2. The higher the concentration, that is, the faster the phase dispersion, the larger was the observed D_2 . This indicated that D_2 represents the phase dispersion speed due to the magnetic dipole interaction. This study combined nuclear medicine and MRI; however, unlike a previous study³⁾, it did not use hyperpolarization. Therefore, there were fewer restrictions on the measurement time and location.

【Conclusion】

In this study, we focused on the angle between γ rays emitted by ^{111}In to obtain a parameter corresponding to T2 relaxation time. We expect to establish a new modality that will enable the observation of the behavior of specific nuclei other than ^1H .

【Reference】

- 1) K. Shimazoe et al.; *Commun. Phys.*, 2022
- 2) K. Asai; *Radioisotopes*, 1993
- 3) Y. Zheng et al.; *Nature*, 2016

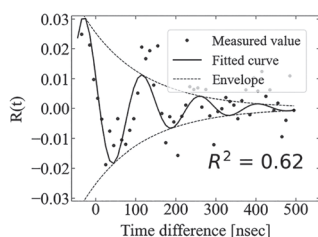


Fig. 1 The angular correlation function $R(t)$ for the sample with a SPION concentration of 0.715 mol/L.

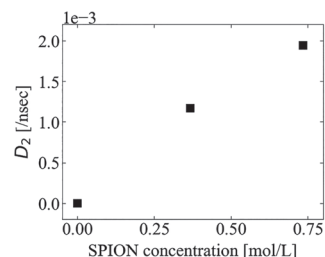


Fig. 2 The relationship between SPION concentration and regression coefficient D_2 of the angular correlation function $R(t)$.

PS25-2 Nonlinear gradient field mapping using a spherical lattice phantom with a uniform diamagnetic field

均一反磁場を有する球形格子ファントムを用いた勾配磁場非線形性の計測

巨瀬 勝美¹, 巨瀬 亮一¹, 藤本 晃司², 岡田 知久², 玉田 大輝³, 本杉宇太郎⁴

Katsumi Kose¹, Ryoichi Kose¹, Koji Fujimoto², Tomohisa Okada², Daiki Tamada³, Utaroh Motosugi⁴

¹MRIsimulations Inc., ²Human Brain Research Center, Graduate School of Medicine, Kyoto University, Kyoto, Japan, ³Department of Radiology, University of Yamanashi, Japan, ⁴Department of Radiology, Kofu-Kyoritsu Hospital, Japan

【要旨】 With the recent development of gradient coils, the nonlinearity of gradient fields is attracting attention. In this study, a spherical lattice phantom with uniform diamagnetic field is used to measure the nonlinear gradient fields in two MRI systems, and image distortion correction was performed.

【背景・目的】 近年のグラジエントコイルの高性能化に伴い、グラジエント磁場の空間的非線形性が再び注目されている。そして、非線形性に伴う幾何学的歪みの補正だけでなく、拡散係数分布の補正にも関心が寄せられている。そこで、本研究では、反磁場の影響が無視できる球形の格子ファントムを作成して、高性能グラジエントコイルを有するMRIにおける勾配磁場の非線形性を計測し、これによる画像歪み補正を行った。

【方法】 ファントムは、間隔が14.5mm、厚さが10.8mmのプラスチック製格子を縦方向に積み重ね、内径163mmのアクリル球内に固定し、塩化ニッケル水溶液で満たすことにより作成した (Fig.1)。そして、最大勾配磁場強度が80mT/mのGE社製3T MRIと、70mT/mのSiemens社製の7T MRIにおいて、それぞれhead coilを用いて3D-GRE撮像を行った。3Tにおいては、ファントム全体のプロトンのスペクトル幅が50Hz程度であり、Pixel band widthが975Hz程度であったため、1セットの3D画像より、位相エンコード方向と信号読み取り方向の位置座標から勾配磁場分布を求めた。一方、7Tでは、PBWが230Hzと比較的狭かったことにより、信号読み出し方向を変えた2セットの3D画像の位相エンコード方向の位置座標から勾配磁場分布を計測した。これらの座標を3次多項式で近似し、steepest descent法により係数を決定した。また、この多項式を用いて画像歪み補正を行った。

【結果】 Vendorによる画像歪み補正が行われた3D画像においても、画像歪みが存在していたが、計測した勾配磁場分布の係数を用いた歪み補正により、より正確なファントム形状が再現できた (Fig.2)。これにより、既存の臨床用MRIにおいても、グラジエント磁場の非線形性のチェックが必要なことが示唆された。

【考察・結論】 グラジエント磁場の非線形性は、vendorにも依存するが、比較的低次のsolid harmonicsの係数で表現され、画像歪み補正などが行われているが、近年のグラジエントコイルの高性能化により、そのような手法では、限界があると思われる。また、個々の実機における画像歪み補正の最適化に関しても疑問が残る。よって、本研究で使用したようなファントムを用いた検証が必要であると結論した。

Fig.1
(a) Spherical phantom
(b) Control points

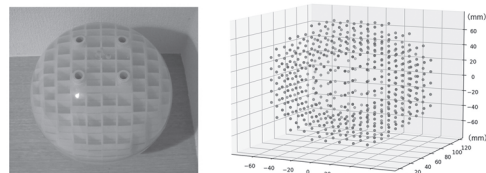
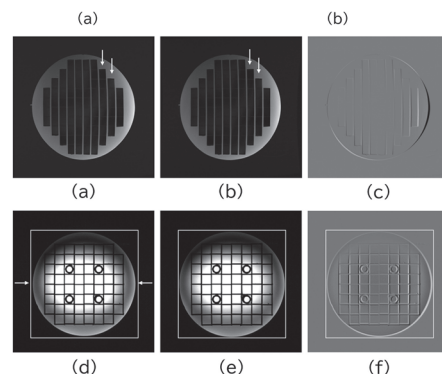


Fig.2
(a) Original image at 3T
(b) Corrected image
(c) Difference
(d) Original image at 7T
(e) Corrected image
(f) Difference



PS25-3 Evaluation of Multi-Channel Coils for Common Marmoset High Precision Head MRI Measurements

コモンマーモセット高精度頭部MRI計測に向けた多チャンネルコイルの評価

阿部 生周¹, 畑 純一^{1,2,3}, 大城日菜子^{1,2}, 萩谷 桂², 吉丸 大輔^{2,3}, 岡野 栄之²

Michika Abe¹, Junichi Hata^{1,2,3}, Hinako Oshiro^{1,2}, Kei Hagiya², Daisuke Yoshimaru^{2,3}, Hideyuki Okano²

¹Department of Radiology, Faculty of Health and Welfare, Tokyo Metropolitan University, ²RIKEN, Center for Brain Science, ³Jikei University of Medicine

【要旨】 We investigated SNR and image uniformity by phantom imaging with MRI multichannel coils for marmosets: 8-channel coils showed better SNR in the center and 16-channel coils showed better SNR at the edges.

【背景】 脳科学研究分野において、Computed Tomography(CT)や Magnetic Resonance Imaging (MRI), Positron Emission Tomography(PET)といった、脳構造や機能の生体下でのイメージングを可能とする技術が有効なイメージング方法の一つとされている。その中でもMRIは様々なコントラストメカニズムによるイメージングが可能で、脳構造のみでなくfMRIによる脳機能の計測などが可能である。前臨床研究として、コモンマーモセットはたびたび研究に用いられている動物である。脳の構造や機能、社会性などがヒトに類似しており、齧歯類などによる研究知見をヒトへ展開していくために、コモンマーモセットによる橋渡し研究は大事な位置づけをもつ。コモンマーモセットの脳MRI研究では、多チャンネル(ch)コイルを用いた研究が近年増えてきており、4から24ch程度のアレイをもったコイルが各研究施設ごとに設計され使われている。我々は、8chと16chのコイルを設計開発をおこなった。コモンマーモセットの脳MRI計測を展開していく上で用いるこれらのコイルの特性を評価することは重要である。本研究では、通常動物実験機で用いられるボリュームコイル、8chコイル、16chコイルを評価し、比較することでその特性を見出すことを目的とした。**【方法】** 8, 16chのコイルはコモンマーモセットの頭部に合わせてコイル形状、そして各アレイ配置を設計した。マーモセットの頭部計測用コイルを用いて脳の形状の水ファントムの撮像を行い、imageJ (NIH)により中心部と辺縁部にROIをとり信号強度を測定、SNRと画像均一性を空中信号法をもとに算出した。撮像装置は9.4T Biospecs 94/30 MRI scanner (Bruker Biosoin GmbH社)、コイルは、86mm内径のVolume coil (Bruker社)、コモンマーモセット頭部用8,16chコイル(高島製作所)とした。コイル特性評価のための撮像は、fast spin echo(FSE)法;TE:40.0ms, TR:1500.0ms, Image saize:256×256, FOV:80×80 Slice厚:0.5ms, axial, sagittal, coronalの3断面、Gradient Echo(GRE)法;TE:5.0ms, TR:500.0ms, Flip Angle: 30.0, その他の条件はFSE法と同様とした。ROIは中心部(各断面の中央スライスの中心3点円形)、辺縁部(断面問わず、チャンネルごとの最高信号値断面の最高信号部の辺縁1点円形)、B.G.(各画像の4角、四角形)と設定した。SNR、画像均一性ともに空中信号法を採用し、計算を行なった。**【結果】** 中心部では8chのSNRが高く、画像均一性においては16chが優位となった。一方、辺縁部では16chのSNRが高く、画像均一性においては8chが優位であった。8chコイルは一つのチャンネルが大きいため、チャンネルごとの信号強度が強く、中心部まで信号がよく届くゆえ中心部のSNRは向上した。しかし一つのチャンネルが支配する領域が大きいため中心部までは均一に信号が行き渡らず、中心部の画像均一性は低下した。一方16chコイルは一つのチャンネルは小さいが、チャンネルが密に配列されている。よって中心まで強信号は届かないが、表層部を高信号として信号収集でき、SNRは高くなった。**【結論】** コモンマーモセット頭部計測において、各種コイルの特性を見出した。それぞれ特徴が異なり、頭部計測の際に、均一性が大事な緩和画像などの解剖断面、高いSNRが大事な拡散MRI、脳機能MRIなどと、必要な計測方法に応じて最適なコイル選択をすることが重要とわかった。

PS25-4 Optimization of saturation pulse amplitude for SAR reduction in flow phantom

Flow artifact抑制saturation pulseにおける送信RF強度と流体速度に関する基礎検討

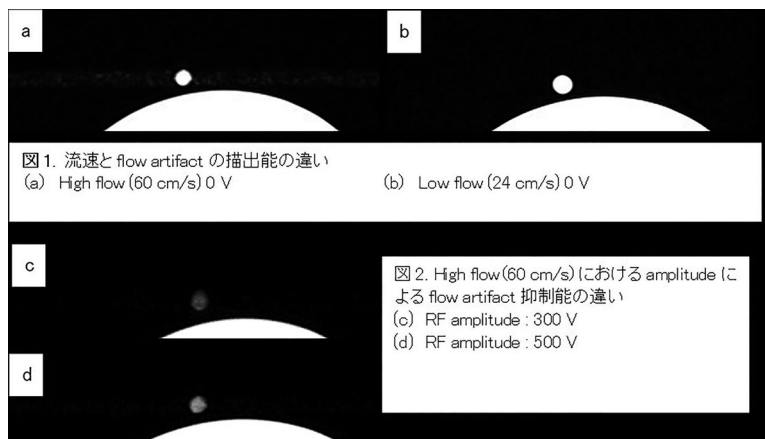
鈴木 康平, 福澤 圭, 鈴木 秀郷, 川西 啓太, 高橋 順士

Kohei Suzuki, Kei Fukuzawa, Hidesato Suzuki, Keita Kawanishi, Jyunji Takahashi

Department of Radiology, Toranomon hospital

【要旨】 SAR limitations due to safety of conditional MRI devices affect contrast and scan time. Our purpose was to optimize saturation pulse amplitude for SAR reduction. Phantom study showed that 300 V is appropriated for amplitude. As the result, SAR was reduced by 24 % compared to conventional method.

【目的】 従来MRI禁忌とされていた心臓ペースメーカーであるが、2012年10月より条件付きMRI対応ペースメーカーが使用可能となり、近年では埋め込み型除細動器など様々なMRI対応デバイスが臨床で用いられている。これらは条件付きのMRI対応機種であり、安全な検査をする上で適切なMRI操作モード設定が重要となる。臨床においてはSE法を用いた頭部T1強調画像の撮像で特に操作モードの制限が大きく、TRの延長やconcatenationの増加といったパラメータ変更が考慮される。一方でこれらのパラメータ変更は撮像時間の延長やコントラストの低下といった問題点がある。そこで、本研究ではコントラストや検査時間に最大限影響しないSAR低減を目的とし、Flow artifact抑制saturation pulseのRF強度と流体速度との関係について基礎的検討を行った。**【方法】** 使用装置はMAGNETOM Avanto 1.5T (Siemens社製)、模擬血管として塩化ビニール樹脂製模擬血管(内径8mm)を用いて、水中ポンプで還流させながら自作ファントムを当院の頭部T1プロトコルを用いて撮像した。頭蓋内の動静脈流を想定し、還流速度を3段階(24, 50, 60 cm/s)に変化させ流速とflow artifactとの関係を検討した。saturation pulseのRF強度パラメータとしてamplitudeは0 Vを基準画像とし、500 Vまで100 V毎に変化させ、アーチファクトの原因となる流体のsignal intensity (SI)とflow artifactのプロファイルカーブを計測した。また、設定TRがflow voidに与える影響を調べるため、TRについても400, 543, 600 (ms)の三段階で流体のSIを計測した。**【結果】** ファントム実験では還流速度が速いほど、流体のSIは高くなったがamplitude: 300 Vの設定値でSIは基準値と比較して半分になりflow artifactのプロファイルカーブを比較してもRF強度が最も高いamplitude: 500 Vと同程度の描出となった。これにより従来のsaturation pulseの強度に近いamplitude: 500 Vと比較してSARは24%低減することが出来た。一方で還流速度が最も遅い24 cm/sの場合amplitudeに関わらずflow artifactの影響はほとんど見られなかった。**【結論】** saturation pulse強度とflow artifactについてartifactの原因となる血流速度によって適切なsaturation pulseのamplitudeは変化することが分かった。頭部において特にartifactの原因となる内頸動脈等、比較的早い流速の血流を対象とした場合はamplitude: 300 V付近が抑制pulseとして機能する最小の設定値であることが分かった。また、TRについて長い設定TRはSAR低減だけでなくflow voidも誘発するためsaturation pulseのamplitudeと併用してパラメータ設定することで、より最適なSAR低減シーケンスの作成に繋がると考える。



PS25-5 An MRI System Simulator with Bloch Simulator as a Virtual Device

仮想デバイス型Blochシミュレータを用いたMRI装置シミュレータ

竹島 秀則¹, 藤巻 拓哉², 星野 勉³

Hidenori Takeshima¹, Takuya Fujimaki², Tsutomu Hoshino³

¹Imaging Modality Group, Advanced Technology Research Department, Research and Development Center, Canon Medical Systems Corporation, ²Software Technologies Group, MR Systems Development Department, CT-MR Division, Canon Medical Systems Corporation, ³Canon Medical Research USA, Inc.

【要旨】 The authors developed a new software simulator that behaves similarly to an actual MRI system. The simulator includes a virtual device for simulating Bloch equations in a streaming manner. With a suitable numerical phantom set up, the simulator can be used for MRI research and operation training.

【目的】 MRの物理シミュレーション技術は物理現象の理解やパルスシーケンスの試作に有用であると考えられ、多くの研究がなされている[1-4]。しかし従来のシミュレータの利用方法は実際のMRI装置（実機）とは異なり、またその多くは長い計算時間を必要としていた。これらの理由により、従来のシミュレータは操作訓練など、実機を利用した訓練の代替手段にはならなかった。本研究の目的は、実撮像時間と同等の計算時間でシミュレート可能で、実機と同一の操作により利用できるMRI装置シミュレータの実現可能性を示すことである。

【方法】 実機を忠実に模擬するために、仮想デバイス型Blochシミュレータ（提案Blochシミュレータ）を開発した。このシミュレータは、MRI装置ソフトウェアに対する仮想デバイスとして、物理シミュレーションを逐次的に実行する点が特徴である。提案Blochシミュレータを利用した仮想MRIシステム（提案システム）の概要を図1に示す。提案システムは、MRI装置ソフトウェア、仮想デバイス制御部、物理シミュレータから成る。MRI装置ソフトウェアとして、ハードウェア制御部を改変した臨床向けソフトウェアを用いた。仮想デバイス制御部は、ハードウェア制御命令の代わりに、RFパルス命令、傾斜磁場命令、ADC命令をそれぞれ断片的なストリーミングデータとして発行する。物理シミュレータは、発行された命令をキューに保持しながら部分的なパルスシーケンスを復元し、それを利用してBloch方程式を逐次的にシミュレートする。逐次入力されたパルスシーケンスを高速に計算するために、RFパルス照射中の区分的遷移行列を結合した結合遷移行列を算出し、動的にキャッシュしながら再利用した[5]。計算にはマルチスレッド化およびSIMD命令を用いた。計算時間の評価として、GPUを用いたKoma v0.7.3 [4]とCPUを用いた提案Blochシミュレータに対し、Koma付属のsheppファントム（スピン数4120）を用い、シングルスライスT1Wシーケンス（PE=256、RO=256、TR=400）のシミュレーション時間を計測した。この計測は、10コアのCPU（Core(TM) i9-10900K）およびGPU（GeForce RTX(TM) 3090）を備えたLinux PCで実行した。実機と同一の操作で利用できる物理シミュレーション技術の実現可能性を確認するために、提案Blochシミュレータにファントムを設定し、頭部ルーチン検査を実行した。

【結果】 Komaの処理時間は123.94秒（コンパイル時間27.42%を含む）と実撮像時間102秒よりも長かったが、提案Blochシミュレータの処理時間はGPUなしで100倍以上速い0.45秒であった。提案システムのスクリーンショットを図2に示す。頭部ルーチン検査操作により、プリスキャンも含め実機と同一の撮像がシミュレートできることを確認した。

【結論】 断片的なパルスシーケンスに対して高速シミュレーションが可能なBlochシミュレータを構築し、それをMRI装置ソフトウェアの仮想デバイスとして実装した。提案システムは実撮像時間と同等の計算時間でシミュレート可能であり、かつ、実機と同一の操作により利用できることを示した。

【参考文献】 1. MRM 2010; 64: 186-193.

2. IEEE TMI 2017; 36: 527-537.

3. JMR 2017; 281: 51-65.

4. MRM; doi: 10.1002/mrm.29635

5. MRM; doi: 10.1002/mrm.29646



Fig 1

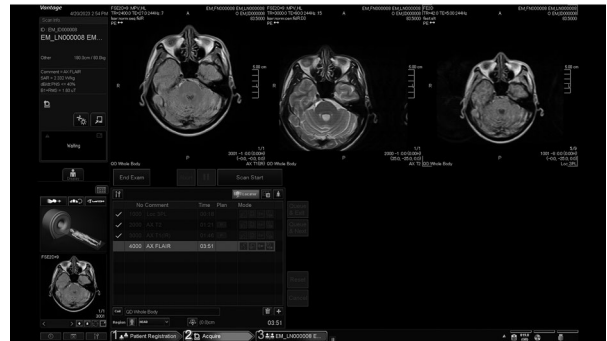


Fig 2

PS26-1 Evaluation of salivary stones by Fusion imaging of CT like images and MR sialography CT like imagesとMR sialographyのFusion画像による唾石の評価

鶴島 康晃¹, 松延 毅², 諸田 智章¹, 荒木 智一¹, 野尻 龍二¹, 堀 正明³, 石亀 慶一¹

Yasuaki Tsurushima¹, Takeshi Matsunobu², Tomoaki Moroda¹, Tomokazu Araki¹, Ryuji Nojiri¹, Masaaki Hori³, Keiichi Ishigame¹

¹Department of Radiology, Kenshinkai Tokyo Medical Clinic, ²Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Nippon Medical School Hospital, ³Department of Diagnostic Radiology, Toho University Omori Medical Center

【要旨】 We investigated the effect of fusion of MR sialography and CT-like images on the diagnosis of the presence of salivary stones. The results suggest that the fusion of MR sialography and CTLI images is useful for the diagnosis of the presence of salivary stones with a high degree of confidence.

【目的】 昨今、深在性の唾石症に対する手術として、より低侵襲である唾液腺内視鏡を用いた摘出術が行われるようになってきており、術式を選定する際には唾石と唾液腺管の位置関係が重要となるため画像検査の重要度が高まっている。低侵襲に唾石症の画像検査を行う場合、唾石の存在診断はCTを用い、唾液腺管の描出はMR sialography (以下MR-S)を用いることが基本である。3D Multi-Echo Gradient-Echo法 (以下3D ME GRE)を用いたCT like images (以下CTLI)は複数のin phase画像を加算し、最後に白黒反転させて画像を得る手法であり、骨や石灰化などを高信号に描出する方法である。MRI検査において、リン酸カルシウム、微量のマグネシウムおよび炭酸塩から形成される唾石の診断は、通常では低信号を呈するため描出が困難であるが、CTLIを用いた場合、唾石を高信号に描出することが可能となる。今回我々は、元来より唾液腺管描出に鋭敏であるMR sialography (以下MR-S)とCTLIのFusion画像 (以下Fusion画像)を用い、唾石と唾液腺管の位置関係の把握が可能となることで、唾石の画像診断にどのような影響を与えるか検討を行った。

【方法】 撮像機器は、MR装置はSiemens社製MAGNETOM Skyra, 20ch Head-neck coil, CT装置はGE社製Discovery CT750 HDを使用した。唾石症疑いの患者32人(平均年齢39.2歳, 女性23人 男性9人)が対象。頸部のCT、脂肪抑制T2強調像(以下FS-T2WI)を得るためにT2WI DIXON法を撮像、CTLIを得るために3D ME GREの撮像、MR-S撮像後、Syngoコンソール上の3DカードでCTLIとMR-SのFusion画像を作成した。唾石の存在診断の基準をCTとし、左右顎下腺管に唾石が存在するか、CTLIのみを用いた評価、CTLIに加えFS-T2WIを用いた評価、FS-T2WIに加えFusion画像を用いた評価をそれぞれ行った。評価は放射線科医2名で行い、評価の際に5段階の確信度スコアを用いた。その結果より、検査毎の感度・特異度を算出。更に評価者毎の確信度スコアの平均を算出し、κ係数を用い評価者間の確信度スコアの一致性を評価した。

【結果】 CTLIのみでの評価(感度0.72:、特異度:0.64)、CTLIにFS-T2WIを加えた評価(感度0.86:、特異度0.87)と比べ、FS-T2WIに加えFusion画像を用いた評価は感度・特異度ともに高かった(感度:0.94、特異度:0.97)。確信度スコアの平均・評価者間の確信度スコアの一致性についても同様の傾向であった。

【結論】 本検討より、MRIでの唾石の存在診断は、MR sialographyとCTLIのFusion画像を用いることで、高い確信度を持ち診断をすることができ有用であることが示唆された。

PS26-2 Usefulness of TSE-DWI using slice selection gradient reversal (SSGR) for sinonasal lesions 副鼻腔病変に対するSlice selection gradient reversal(SSGR)を用いたTSE-DWIの有用性

村山 大知¹, 米山 正己², 坂井 上之¹, 越智 茂博¹

Daichi Murayama¹, Masami Yoneyama², Takayuki Sakai¹, Shigehiro Ochi¹

¹Radiology, Eastern Chiba Medical Center, ²Philips Japan

【目的】 TSE-DWIはEPI-DWIに比べ歪みの少ない画像を取得できるが、SNRが低いという欠点がある。また、DWIにおいて主に用いられているプリパルスを使用した周波数選択的脂肪抑制法はSNRの低下と撮像時間の延長を生じることが知られている。それに加え、磁化率の影響が強い副鼻腔や内耳周辺で周波数選択的脂肪抑制パルスの選択性不良による水抑制が生じることが報告されている。そこで我々は、プリパルスとしての脂肪抑制が不要であるslice selection gradient reversal (SSGR)をTSE-DWIに使用することで、SNRを担保しつつ、周波数選択的脂肪抑制プリパルスの選択性不良による水抑制の改善が可能か検討した。**【方法】** 使用機器はPhilips社製Ingenia CX 3.0T及び20ch Head-Neck coilを用いた。健常ボランティア6名に対して、4つの脂肪抑制法(SPIR, SPAIR, STIR, SSGR)でTSE-DWI撮像(b=0およびb=1000)を行った。得られたDWI(b=1000)画像より中鼻甲粘膜と脳実質にROIを配置し、SNRとコントラスト比(CR)を測定した。また、脂肪抑制効果を検証するため、脳実質と顔面骨周辺脂肪にROIを配置し、コントラスト比(CR)を算出した。**【結果】** 脳実質のSNRは、SSGR>SPIR>SPAIR>STIRの順に大きくなった。また、中鼻甲粘膜のSNRは、SSGR>STIR>SPIR>SPAIRの順で大きくなった。脳実質と中鼻甲粘膜のCRは、SSGR>STIR>SPIR>SPAIRの順で大きくなった。これにより、副鼻腔周辺の磁化率の大きい部位の撮像において、SPIRやSPAIRでは周波数選択的脂肪抑制プリパルスの選択性不良によって水抑制が生じSNRが低下してしまうのに対し、SSGRやSTIRではSNRの低下は生じず、水抑制を最小限に抑えられることがわかった。脳実質と顔面骨周辺脂肪のCRは、SPAIRで最も低く、STIRで最も高くなったが、有意な差はなかった。**【結論】** プリパルスとしての脂肪抑制が不要であるSSGRをTSE-DWIに使用することで、SNRを担保しつつ、周波数選択的脂肪抑制プリパルスの選択性不良による水抑制の改善が可能である。

PS26-3 Comparison of fat suppression effect using two types of DIXON methods in sinus MRI 副鼻腔MRIにおける2種類のDIXON法を用いた脂肪抑制効果の比較

立野 友香
Yuka Tateno
Ageo Central General Hospital

【要旨】 The DIXON method is the first choice for fat suppression in the head and neck region. In this study, we evaluated the water/fat separation accuracy of two types of DIXON methods (IDEAL, Flex). It was suggested that Flex may have better separation accuracy when sinus is assumed.

【背景・目的】 頭頸部領域では脂肪組織を多く含み、解剖学的に複雑な構造をしていることから、腫瘍の描出や進展範囲の把握、リンパ節の評価には脂肪抑制を併用した撮像が有用であり、均一に脂肪信号を抑制する事が診断上重要である。脂肪抑制法には様々な手法があるが、頭頸部領域を対象とした場合、複雑な構造や気管、副鼻腔などの空気を含んだ構造により磁場が不均一となり、選択的脂肪抑制法であるCHESS法は脂肪抑制不良が生じやすい。磁場の不均一に左右されない方法としてSTIRとDIXON法を用いた方法があり、どちらも均一な脂肪抑制効果を得られるが、STIRは非選択的脂肪抑制法のため、造影後の撮像に利用すると造影されている領域を抑制してしまう可能性がある。そのため造影後T1強調画像の撮像においてはDIXON法が第一選択となる。DIXON法の一つであるIDEAL法は、非対称な3つのTEを用いて計算を行うAsymmetric 3point DIXON法により、従来のDIXON法と比較し水脂肪分離の計算精度が向上し、計算エラーの少ない安定した脂肪抑制画像を得る事が出来る。しかし副鼻腔などのように撮影範囲に空気が多く含まれる場合は磁場不均一による計算エラーにより鼻甲介や副鼻腔近傍に信号欠損をしばしば発生する。また、IDEALは3つのTEを合成し画像を作成するデメリットとしてブラーリングの影響を多く受け、鮮鋭度の低下した画像になってしまう場合がある。当院では3.0T MRI装置を更新し、2 point DIXON法であるFlexの使用が可能になった。Flexは対照的な2つのTEを用いるため、IDEALと比較しより高速に画像を取得でき、なおかつ鮮鋭度の低下が少ないとされている。IDEALとFlexの計算不良に関する検討についてはそれぞれ行われており、計算不良の原因となりやすい部位や撮像条件について報告されている。しかし、計算不良となりやすい部位を対象としたIDEALとFlexの水/脂肪分離精度を比較した研究は報告されていない。そのため、本研究では副鼻腔領域を対象にIDEALとFlexのどちらが水/脂肪分離精度が優れているか検討をおこなった。【方法】・使用機器：GE社製 SIGNA Architect 3.0T、ピンファントム、自作ファントムT1強調画像とT2強調画像にIDEALとFlexを併用しファントムを撮像し下記の方法で比較した。(1)円柱ファントムを撮像し差分マップ法でSNRを算出(2)ピンファントムを撮像しMTFを算出(3)副鼻腔を想定したファントム(20マスに区切られたプラスチックケースにゲル、オイル、水、空気をランダムに配置)を撮像し、得られた画像から水/脂肪分離の計算エラーが発生している割合(Error rate)を算出【結果】(1)SNRはIDEALの方が高値となった。(2)MTFはIDEALとFlexで大きな差は認めなかった。(3)T2強調画像はIDEALとFlexでError rateに大きな差は認めなかったが、T1強調画像ではFlexでError rateが低下した。【考察】副鼻腔領域では撮影範囲に空気を多く含む事による磁場不均一の影響で位相分散が進み、Region Growingの抽出エラーが起きている可能性があり、水/脂肪分離の計算に使用するTEのpoint数が少なく、TEが短いFlex併用T1強調画像で水/脂肪分離精度が良好となったと考える。【結語】副鼻腔領域を想定した場合、T1強調画像ではFlexを併用する事で水/脂肪分離精度が良好となった。

PS26-4 Exploiting functional features for salivary gland tumor classification 機能特徴の学習に基づく唾液腺腫瘍の画像認識

武田 啓太¹, 酒井 智弥¹, 片山 郁夫², 柴田 智², 佐々木美穂², 高木 幸則², 角 美佐²
Keita Takeda¹, Tomoya Sakai¹, Ikuo Katayama², Sato Eida², Miho Sasaki², Yukinori Takagi², Misa Sumi²
¹School of Information and Data Sciences, Nagasaki University, ²Department of Radiology and Biomedical Informatics, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences

【要旨】 We propose a novel machine learning model that extracts functional features from DWI and DCE-MR images, respectively, for the classification of salivary gland tumors. Our study has revealed two important results: the efficacy of functional features and the learned feature representation from data.

【背景および目的】 唾液腺腫瘍の鑑別に、拡散強調MR画像(DWI)やダイナミック造影MR画像(DCE)から得られる機能情報に関する特徴量が有用であることはよく知られている。しかし、DWIやDCEの撮像条件は統一されていない。定量解析のモデル式が多数提案され、診断基準に使用される特徴量は様々である。これらの特徴量は、腫瘍の識別に有効な特徴抽出の観点から、定量的に調整する余地がある。そこで本研究では、唾液腺に発生した悪性腫瘍、多形腺腫、Warthin腫瘍の小規模データから、識別により有効なDWIとDCEの特徴量を、機械学習を用いて抽出することを目的とする。先行研究の機能特徴抽出を踏襲した機械学習モデルを設計し、機能画像でデータ同化させることで、大規模データのみならず医用画像認識の実現を狙う。【方法】対象は、Siemens社製3.0T MRI Skyraで検査施行後、病理組織学的診断が得られた唾液腺腫瘍(多形腺腫、Warthin腫瘍、悪性腫瘍)患者である。DCEについては、86人から得られた95腫瘍のガドリニウム造影剤投与後180秒までの13時系列データ、DWIについては、67人から得られた73腫瘍の5種のb値(0, 500, 1000, 2000, 3000sec/mm²)のデータを学習に用いた。機能特徴のみを抽出する小規模モデルとしてFunctional Feature Extractor (FFE)を設計し、獲得した機能特徴の表現を可視化した。FFEは機能特徴だけでなく形態特徴の抽出も可能なCNNモデルと比較した。モデルの性能評価には、各腫瘍をテストデータとしてleave one out法を10回施行し、その平均値を用いた。【結果】DCEを用いた場合、FFEの3クラス分類のaccuracyは83.6%となった。これはCNNモデル(61.3%)より高く、高い汎化性を得た。FFEの腫瘍識別に関するF値を比較すると、多形腺腫(87.5%)やWarthin腫瘍(86.7%)に比べて悪性腫瘍で低かった(72.1%)。FFEのフィルタの重みは、Warthin腫瘍に対して造影剤投与後30, 45秒で高く、180秒後で低く付与されていた。多形腺腫に対する重みは、この逆であった。DWIを用いた場合、FFEの3クラス分類のaccuracyは63.0%で、CNNモデル(74.0%)より低かった。FFEの腫瘍識別に関するF値を比較すると、多形腺腫(72.9%)やWarthin腫瘍(68.1%)と比較し悪性腫瘍で低く(19.5%)、CNNモデルにおいても、F値は悪性腫瘍で最も低かった(49.9%)。FFEのフィルタの重みは、Warthin腫瘍に対してb=2000 sec/mm²で高く、b=0 sec/mm²で低く付与されていたのに対し、多形腺腫に対する重みは、この逆であった。【結論】FFEによる特徴抽出の結果、造影剤投与30, 45, 180秒後のDCE, b=0, 2000sec/mm²のDWIが、Warthin腫瘍と多形腺腫の識別に有用な特徴量になることが示唆された。なお、DCE, DWIのいずれにおいても、悪性腫瘍の特徴抽出、識別が最も難しかった。悪性腫瘍の組織型は多彩であるため、特徴量はより複雑であると予測される。識別性能の改善には、形態特徴の併用や、DWIとDCEの機能特徴を組み合わせることで識別することが重要であると考えられる。

PS26-5 Diagnostic performance of Random Forest using diffusion tensor parameters of Minamata disease (Methylmercury poisoning)

拡散テンソル指標を用いたRandom Forestによる水俣病亜型診断の検討

戌亥 章平¹, 中村 政明², 平井 俊範³, 阿部 修¹
Shohei Inui¹, Masaaki Nakamura², Toshinori Hirai³, Osamu Abe¹

¹Department of Radiology, The University of Tokyo, ²Department of Clinical Medicine, National Institute for Minamata Disease, ³Department of Diagnostic Radiology, Faculty of Life Sciences, Kumamoto University

【要旨】 Random Forest using diffusion tensor parameters showed a high specificity and may be useful for definitive diagnosis of Minamata disease. Accumulation of cases and adjustment of class-imbalance may improve a sensitivity above the level that is satisfactory for screening purposes.

【背景】 本邦において、メチル水銀中毒1956年に熊本県の水俣市ではじめて報告され、水俣病と命名された。水俣病は、1986年に策定された環境省診断基準に準拠して診断されるが、高齢者や慢性期の患者に対して適応困難な場合がある。また、臨床所見に重きをおいた基準であり、主観的であるという課題がある。そのため、より客観的な診断方法の確立が求められている。本研究の目的は、水俣病の各亜型（成人型、小児型、胎児型）について、脳MRIから抽出した拡散テンソル指標を特徴量としてRandom Forestを用いた機械学習を行い、各亜型における水俣病の診断能を検討することである。

【方法】 国立水俣病総合研究センターにおいて、2014年10月から2021年8月までの間に3T MRI装置で脳MRIが撮影された水俣病被検者30例及び健康被検者105例を対象とした。拡散強調像に対して、TBSSを行ってFAスケルトンに投影したマップ画像を作成した。JHU DTI-1mm atlasの白質ROI 48個及びHarvard-Oxford cortical and subcortical Atlasの深部灰白質ROI 15個を用いて、各マップ画像に対してアトラススペースでROI内の拡散テンソル指標の平均値を抽出した。これらの特徴量を用いて、各亜型についてRandom Forestによる機械学習を行い、診断能を検討した。

【結果】 成人型ではFAが最良の診断能を示し、AUC値は84% [95%信頼区間: 83-85%]、感度69% [95%信頼区間: 68-70%]、特異度は93% [95%信頼区間: 91-94%]であった。小児型ではMDまたはRDが最良の診断能を示し、AUC値は各々97% [95%信頼区間: 97-98%]及び98% [95%信頼区間: 98-98%]、感度は66% [95%信頼区間: 64-69%]及び66% [95%信頼区間: 64-68%]、特異度は100% [95%信頼区間: 100-100%]及び98% [95%信頼区間: 98-99%]であった。胎児型ではFAが最良の診断能を示し、AUC値は85% [95%信頼区間: 84-86%]、感度は28% [95%信頼区間: 25-30%]、特異度は96% [95%信頼区間: 96-97%]であった。

【結論】 Random Forestを用いた水俣病診断は高い特異度を示し、確定診断に有用と考えられた。今後、症例の蓄積を得て住民健診に利用可能な水準まで感度を向上させたい。

PS26-6 Validation of the association between changes in brain function obtained from various neuropsychological tests and Apparent Fiber Density.

様々な神経心理学検査から得られる脳機能の変化と見かけの神経密度の関係性

林 直弥^{1,2}, 吉丸 大輔^{3,4}, 渋川 周平^{3,5}, 有菌 英里³, 荒木 洋一¹, 川口 尚希¹, 清水聰一郎⁶, 齋藤 和博³

Naoya Hayashi^{1,2}, Daisuke Yoshimaru^{3,4}, Shuhei Shibukawa^{3,5}, Eri Arizono³, Yoichi Araki¹, Naoki Kawaguchi¹, Soichiro Shimizu⁶, Kazuhiro Saito³

¹Department of Radiology, Tokyo Medical University Hospital, ²Department of Radiological Sciences, Graduate School of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ³Department of Radiology, Tokyo Medical University, ⁴Division of Regenerative Medicine, Jikei University School of Medicine, ⁵Department of Radiological Technology, Faculty of Health Science, Juntendo University, ⁶Department of Geriatric Medicine, Tokyo Medical University

【要旨】 We hypothesized that cognitive function associated with fiber density (FD) in the white matter. Apparent FD correlated with neuropsychological tests scores in partial correlation without aging effects. Apparent FD may be able to assess cognitive decline more than conventional DTI index.

【背景・目的】

認知症の診断における神経心理学検査は複数存在し、それぞれ空間認識や言語など異なった機能を評価している。その中でもMOCAやMMSEのスコアリングは、Diffusion Tensor Imaging (DTI) インデックスと相関があると報告されている。つまり、脳内水分子の動きから様々な脳機能の低下を予測できる可能性がある。これら複合的な脳機能を結びつけているのが白質線維であり、軸索上の高速かつ確実な神経情報の伝達は認知機能に密接に関わる。そこで我々は、大脳白質における神経密度に着目し、神経心理学検査のスコアとの関連を調査した。DTIから得られるApparent Fiber Density (AFD)は、見かけの神経密度を示し、その認知症スコアとの関連性は未だ検証されていない。神経密度と神経伝達機能との関連を調査することは非常に興味深く、DTIによる認知症の診断及び病態解明への貢献が期待できる。そこで、AFDを含むDTIインデックスと神経心理学検査スコアにおいて各々の値の相関を計算し、それらの関連を調べた。

【方法】

当院の物忘れ外来を受診し、神経心理学検査 (MMSE, MOCA-J, ADAS, FAB, TMT) を受けた患者 (n = 143) に対してDTIを撮像し、ノイズの除去及びBO磁場不均一性、渦電流の補正を行った。補正後のDTI画像からFractional Anisotropy (FA), Axial Diffusivity (AD), Radial Diffusivity (RD), Mean Diffusivity (MD), AFDの画像を作成し、大脳白質におけるそれぞれの値を算出した。白質障害などにより計算エラーとなった症例を除外した74症例に対して、DTIインデックスと神経心理学検査スコアの相関を求めた。また、年齢を共変量とした偏相関も計算した。撮像条件は、Sequence: SE-EPI, TR/TE = 6800 ms/87 ms, b-value = 2000 s/mm², the number of MPG-directions = 30, Average = 1, FOV = 250 x 250 mm², Matrix = 100 x 100, Slice Thickness = 2.5 mmとし、MRI装置は3 T MAGNETOM Vida (SIEMENS) を用いた。画像解析にはMRtrix3, ITK-snap, FSLを使用し、統計解析にはR, SSPSを用いた。

【結果】

DTIと神経心理学検査のスコアにおける、年齢を共変量とした偏相関において、AFDとMOCA-J及びAFDとFABで有意な偏相関が得られた (r = 0.281, 0.279, p = 0.043, 0.045)。AFDとFAにも偏相関が見られたが、FAと偏相関した神経心理学検査スコアはなかった。これはFAが神経線維による水分子の異方性のみを表しているのに対して、AFDでは神経線維の量や密度を評価できるからであると考えられる。FA, AD, RD, MDは神経心理学検査スコアと偏相関しなかった。つまり、従来のDTIインデックスの変化は、神経細胞の死滅や変性よりも加齢による変化の影響を大きく受けていると言える。従って、白質におけるAFDの変化は認知機能と関連があり、認知症による皮質の神経細胞の変性とそれに伴う白質神経数の減少を反映している可能性がある。

【結論】

大脳白質におけるAFDと神経心理学検査スコアの間で、年齢を共変量とした偏相関が得られた。AFDは従来のDTIインデックスよりも、神経伝達機能に関連していた。

PS26-7 Alterations in Structural Connectivity between the Paraventricular Thalamus and Limbic Structures in Major Depressive Disorder and Bipolar Disorder

大うつ病性障害および双極性障害における視床室傍核-辺縁系構造間の構造的接続性の変化

鎌形 康司¹, 内田 航¹, アンディカ クリステリナ^{1,2}, 永井 康仁³, 西岡 将基³, 北川 貴文^{1,4}, 斎藤 勇哉¹, 高林 海斗¹, 萩原 彰文¹, 和田 昭彦¹, 明石 敏昭¹, 青木 茂樹¹, 加藤 忠史³

Koji Kamagata¹, Wataru Uchida¹, Christina Andica^{1,2}, Yasuhito Nagai³, Masaki Nishioka³, Takafumi Kitagawa^{1,4}, Yuya Saito¹, Kaito Takabayashi¹, Akifumi Hagiwara¹, Akihiko Wada¹, Toshiaki Akashi¹, Shigeki Aoki¹, Tadafumi Kato³

¹Department of Radiology, Juntendo University Graduate School of Medicine, Tokyo, Japan, ²Faculty of Health Data Science, Juntendo University, Chiba, Japan, ³Department of Psychiatry and Behavioral Science, Juntendo University Graduate School of Medicine, ⁴Department of Medical Science, Juntendo University Graduate School of Medicine, Data Science, Tokyo, Japan

【要旨】 We examined the structural connectivity between the paraventricular thalamus (PVT)-limbic structures in patients with major depressive disorder and bipolar disorder using tractography. We identified alterations in the structural connectivity patterns of the PVT-limbic structures in both disorders.

【背景・目的】 視床室傍核は視床正中核群の亜核であり、扁桃核・側坐核・境界条核・前帯状皮質など大脳辺縁系構造群に接続する唯一の視床核である。近年、視床室傍核はストレス要因により活性化し、意欲や気分を制御する辺縁系構造と回路を形成することが動物実験で明らかとなりつつあり、不安障害・大うつ病・双極性障害など気分障害の病態との関連が示唆されている。従来、脳MRIを用いて視床室傍核を特定することは困難であったが、我々は前回の磁気共鳴医学会で確率的トラクトグラフィから得られる構造的結合パターンに基づきPVTを特定しうることを報告した。そこで今回、大うつ病・双極性障害など気分障害患者では、視床室傍核と辺縁系構造との接続性がどのように変化しているか検討を行った。**【方法】** Brain/MINDS Beyond Human Brain MRIデータベースより、双極性障害患者60例 (I型 31例: 49.5 ± 14.9歳、女性18例; II型 29例: 48.6 ± 13.6歳、女性12例)、大うつ病患者60例 (49.0 ± 16.4歳、女性30例) 及び健康者60例 (48.0 ± 18.0歳、女性30例) の拡散MRI及びT1強調像データを取得した。拡散強調像より、FMRIB Software Libraryに実装されているBayesian estimation of diffusion parameters obtained using sampling techniques with crossing fibers (BEDPOSTX)を用いて線維方向モデルを推定した。FreeSurferを用いて、視床室傍核を内包すると思われる確率論的視床アトラスの視床背側内側核大細胞部 (MDmc) と皮質及び視床を除く皮質下構造を抽出した。その後、MDmcをSeed領域、皮質および皮質下領域をTarget領域として、probabilistic tracking with crossing fibers (PROBTRACKX)を用いて確率論的トラクトグラフィを実行した。Seedボクセル及びTargetボクセル間の結合行列を作成後、Seedボクセル毎にPearsonの相関係数を算出することで相関行列に変換し、相関行列からk-means clusteringを用いてMDmcを2つに分割 (k=2) した。視床室傍核の解剖学的知見より、腹内側に位置するクラスターを視床室傍核として定義した。次に、視床室傍核-扁桃核回路、視床室傍核-側坐核回路、視床室傍核-境界条核回路、視床室傍核-前帯状皮質回路のストリームライン数を構造的接続強度として、双極I型障害・双極II型障害・大うつ病・健康者群間で、年齢及び性別を共変量とした一般線形モデルを用いた比較を行った。**【結果】** 全被験者において、一貫してMDmcをPVTとその他の領域に分割することが可能であった。双極I型障害患者では、大うつ病患者に比較して、右PVT-扁桃核回路の構造的接続性が有意に低下していた (p = 0.045, Cohen's d = -0.41) (Figure 1, 2)。双極II型障害患者及び大うつ病患者では、双極II型障害患者に比較して、左PVT-境界条核回路の構造的接続性が有意に低下していた (p = 0.047, Cohen's d = -0.53; p = 0.031, Cohen's d = -0.53) (Figure 1, 2)。健康者と患者群の間に有意な変化は認められなかった。**【結論】** 双極I型障害・双極II型障害・大うつ病では、PVTと意欲や気分を制御する辺縁系構造を結ぶ神経回路の構造的接続性パターンに違いが見られる。

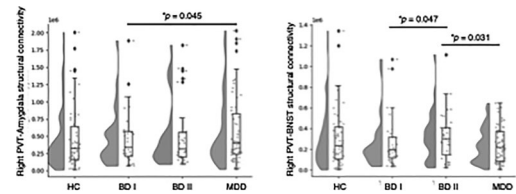


Figure 1. Between-Group Differences in structural connectivity
The p values correspond to the general linear model analysis. Statistical significance was set at p < 0.05.

Abbreviations: BD = bipolar disorders; BNST = bed nucleus of the stria terminalis; HC = healthy control; PVT = paraventricular thalamus; MDD = Major depressive disorders

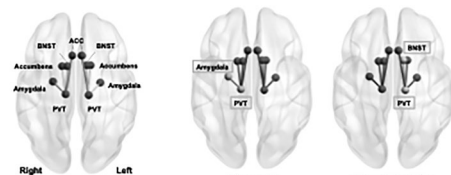


Figure 2. Differences in structural connectivity patterns in PVT-limbic networks in BD I, II, and MDD patients

Abbreviations: ACC = anterior cingulate cortex; BD = bipolar disorders; BNST = bed nucleus of the stria terminalis; PVT = paraventricular thalamus; MDD = Major depressive disorders

PS27-1 Evaluation of High-Resolution 3D T1-Weighted Fast Spin Echo with Deep Learning Reconstruction for pituitary imaging

下垂体領域を目的としたDeep Learning Recon併用高分解能3D T1W FSEの基礎的検討

大湯 和彦¹, 台丸谷卓真¹, 船戸 陽平¹, 野崎 敦², 若山 哲也², 成田 将崇¹, 掛田 伸吾³

Kazuhiko Oyu¹, Takuma Daimaruya¹, Yohei Funato¹, Atsushi Nozaki², Tetsuya Wakayama², Masataka Narita¹, Shingo Kakeda³

¹Department Radiological Technology, Hirosaki University Hospital, ²GE Healthcare Japan, ³Department of Radiology, Hirosaki University School of Medicine

【要旨】 We investigated the image quality of high-resolution 3D T1-weighted fast spin echo with deep-learning reconstruction on a pituitary phantom. DLR allows thin slice 3D FSE with high CNR, which could be useful for pituitary imaging.

【目的】 下垂体などの小さい臓器の画像診断では高い空間分解能が必要となる。3T装置の3D GREを用いても診断が可能な腫瘍の大きさは2mmであったと報告がある。昨今Deep Learningを用いた画像再構成技術 (以下DLR) が開発され、SNRと尖鋭度の向上をもたらしている。この技術を用いた2D SEで検討した報告では残存腫瘍の同定は従来と同程度であった。一方、3D DLRが開発され高分解能撮像が可能となることで、微小な下垂体病変の描出改善が期待できる。本研究では、ファントムを用いて下垂体領域を目的としたDLR併用高分解能T1W 3D FSEの基礎的検討を行った。**【方法】** 使用機器はGE社製Premier 3T、コイルは48ch Brain Coil、ファントムは様々なT1, T2の球体および分解能評価用のピンを包含する130型qMRIを用い、3種のT1W撮像を行った。新規撮像法として、CUBEを用いた3D-FSE (in-plane resolution = 0.625 x 0.625 mm², slice thickness = 0.3mm, scan time = 5:07)を用い、DLRを併用した再構成画像 (以下DL+) と通常の再構成画像 (以下DL-) を取得した。従来法比較として、2D-SE DL+ (in-plane resolution = 0.7 x 0.7 mm², slice thickness = 1mm, scan time = 3:23)の画像も取得した。画質評価は、1) 白質-下垂体間コントラスト、2) CNR、3) 面内分解能、4) スライス方向分解能の4項目を評価した。コントラストに際しては、過去に頭部造影検査でSynthetic MRが行われた症例から、脳白質および造影後下垂体の緩和時間を測定し、もっとも近いT1, T2値の球体を白質模擬ファントム、下垂体模擬ファントムを用い評価した。分解能評価はピン配列を含むようにラインプロファイルを面内とスライス方向で測定した。**【結果】** 白質-下垂体間コントラストは3D-FSE DL+と3D-FSE DL-で変化は見られなかった。CNRは3D-FSE DL+で従来法の2D-SE DL+, 3D-SPGR DL-と比較して大きな値を示したが、3D-FSE DL-ではノイズが大きく従来法よりも低い値を示した。分解能評価は面内・スライス方向ともに3D-FSE DL+が従来法より高く、スライス方向では0.5φの識別も十分可能であった。3D-FSE DL+は従来法よりもスライス厚が薄く且つ高いCNRを有するため1mm以下の下垂体病変の病腫を大きく向上させると期待できる。**【結語】** DLRは高分解能3D T1W FSEを可能にし、従来法よりも薄いスライスかつ高いCNRをもたらすことが示された。

PS27-2 Asymmetric Cerebral Peduncle Atrophy: A Simple Diagnostic Clue for Distinguishing Frontotemporal Lobar Degeneration from Alzheimer's Disease

大脳脚の左右差によるアルツハイマー病と前頭側頭葉変性症の鑑別診断の検討

戌亥 章平¹, 金田 大太², 櫻井 圭太³, 橋詰 良夫²
Shohei Inui¹, Daita Kaneda², Keita Sakurai³, Yoshio Hashizume²

¹Department of Radiology, The University of Tokyo, ²Choku Medical Institute, Fukushima Hospital, ³Department of Radiology, National Center for Geriatrics and Gerontology

【要旨】 We explored the diagnostic performance of asymmetric cerebral peduncle atrophy on axial MRI as a simple radiological discriminator of frontotemporal lobar degeneration from Alzheimer's disease. We present simple methods that could be useful in daily clinical practice.

【Background】 Due to confusable clinoradiological features, such as amnesic symptoms and hippocampal atrophy in frontotemporal lobar degeneration (FTLD), antemortem differentiation of FTLD and Alzheimer's disease (AD) can be challenging. Therefore, we aimed to investigate the utility of asymmetric cerebral peduncle atrophy, which has not been sufficiently evaluated, to differentiate FTLD from AD. This study aimed to explore the diagnostic performance of asymmetric cerebral peduncle atrophy on axial magnetic resonance imaging as a simple radiological discriminator of FTLD from AD.

【Method】 Seventeen patients with pathologically confirmed FTLD, including six with progressive supranuclear palsy, three with corticobasal degeneration, and eight with TAR DNA-binding protein 43 (FTLD-TDP), and 11 patients with pathologically confirmed AD were investigated. Quantitative indices representing the difference between the volumes of the bilateral cerebral peduncles (i.e., cerebral peduncular asymmetry index: CPAI) and the voxel-based specific regional analysis system for Alzheimer's disease (VSRAD) Z-score representing the degree of hippocampal atrophy, as well as semiquantitative visual analysis to evaluate the asymmetry of the cerebral peduncle (visual assessment of the cerebral peduncular asymmetry: VACPA), were compared between the two groups.

【Result】 Contrary to the VSRAD Z-score, CPAI and VACPA scores demonstrated higher diagnostic performance to differentiate cases with FTLD from AD (the area under the receiver-operating-characteristic curve of 0.88, 0.82, and 0.60, respectively).

【Conclusion】 Both quantitative and visual analysis techniques can differentiate most cases of FTLD and AD. These simple methods could be useful in daily clinical practice.

PS27-3 Differentiation between intra- and extra-dural paraclinoid aneurysms: comparison between 3D MSDE T1 FSE black-blood and 3D balanced SSPE imaging

海綿静脈洞-前床突起部動脈瘤硬膜内外の鑑別:3D MSDE black blood T1 FSE像と3D balanced SSFP像の比較

井藤 隆太¹, 沖 達也¹, 沖 摩耶¹, 吉村 雅寛², 平塚真之輔², 吉越 慎², 渡邊 嘉之¹

Ryuta Ito¹, Tatsuya Oki¹, Maya Oki¹, Masahiro Yoshimura², Shinnosuke Hiratsuka², Makoto Yoshigoe², Yoshiyuki Watanabe¹

¹Department of Radiology, Shiga University of Medical Science, ²Department of Radiology, Shiga University Medical Science Hospital

【要旨】 We showed 3D MSDE T1 FSE black-blood imaging could determine the location of paraclinoid intra- or extradural carotid artery aneurysms as the established method 3D balanced SSFP image could. We statistically compared between the two methods results on the location and got kappa coefficient 0.918.

【背景/目的】 海綿静脈洞-前床突起部脳動脈瘤(ParaC-AN: ParaClinoid ANeurysm)は内頸動脈が硬膜を貫き硬膜囊内に入る部分に発生する。瘤の位置が硬膜囊の内側であればクモ膜下出血のリスクがあるためParaC-ANにおける瘤位置の硬膜囊内外の同定は診療上重要である。3D Motion Sensitized Driven Equilibrium (MSDE) T1-weighted Fast Spin Echo (FSE) Black Blood MR Imagingは近年では瘤内壁に血栓の有無の描出に優れる高分解能動脈壁画像として、動脈瘤の予後評価のためにも撮像されるようになっている。3D MSDE T1強調FSE血管壁画像のParaC-ANの硬膜内外の鑑別能を従来法である3D balanced SSFP像と比較する。【対象・方法】対象は未破裂未治療の71 ParaC-AN [62名, 年齢平均63.5歳(26 - 88)]。3T-MR装置で海綿静脈洞部の冠状断面3D MSDE T1-weighted FSE Black Blood像(T1 MSDE BB像) [T1 Cube: TR/TE = 600/21.3 (msec), FOV = 20 cm, scan matrix = 256 x 256, slice thickness = 0.8 mm]と3D-balanced SSFP像(FIESTA像) (FIESTA: TR/TE = 5.9/2.8 (msec), FOV = 20 cm, scan matrix = 288 x 350, slice thickness = 0.8 mm)を撮像した。2人の放射線科医が独立して、同時に撮像したMR angiographyで瘤の位置を確認したのち、先にT1 MSDE BB像で、続いてFIESTA像で124の両側遠位硬膜輪(DDR: distal dural ring)の描出について、明瞭に描出3点、一部不明瞭だが描出2点、描出不良1点の1-3点 score法で判定した。それぞれの撮像法での瘤自体の描出についても同様の1-3点 score法で判定し、さらにParaC-ANの位置が硬膜内、両者にまたがる、硬膜外かを判定した。これらについて評価が分かれた場合は合議して決定した。両撮像法のDDRの描出及び瘤の描出それぞれについて点数の差をWilcoxon符号付順位検定で統計学的に検定し、ParaC-ANの硬膜内外について両撮像法での判定結果の一致率を検定した。【結果】DDRの描出はFIESTA像で、瘤の描出はT1 MSDE BB像で有意に優れ(p = .000)。両撮像法でのParaC-ANの硬膜内外について判定結果の一致率kappa係数は0.918であった。【結論】T1 MSDE BB像は、DDRの描出能はFIESTA像に劣るものの、ParaC-AN自体はFIESTA像より明瞭に描出され、海綿静脈洞周囲の構造もあわせて判断できることでParaC-ANの硬膜内外の鑑別能は従来法のFIESTA像と同等であると考えられた。

PS27-4 Grading and assessment of intra-tumor heterogeneity of gliomas using 3D CEST imaging with compressed sensing and sensitivity encoding

CS-SENSE併用3D CEST イメージングを用いた神経膠腫患者の悪性度鑑別と腫瘍内不均一性の評価

和田 達弘^{1,2}, 梅尾 理³, 徳永 千晶¹, 米山 正己⁴, 大賀 正浩¹, 小林 幸次¹, 加藤 豊幸¹, 藪内 英剛⁵
Tatsuhiro Wada^{1,2}, Osamu Togao³, Chiaki Tokunaga¹, Masami Yoneyama⁴, Masahiro Oga¹, Kobayashi Koji¹,
Toyoyuki Kato¹, Hidetake Yabuuchi⁵

¹Division of Radiology, Department of Medical Technology, Kyushu University Hospital, ²Department of Health Sciences, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, ³Department of Molecular Imaging & Diagnosis, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, ⁴Philips Japan, ⁵Department of Health Sciences, Faculty of Medical Sciences, Kyushu University

【要旨】 The 3D CEST imaging with CS-SENSE provided the MTR_{asym} at 3.5 ppm for each slice cross-section and reflected heterogeneity within the tumor; its diagnostic performance was also equivalent to that of 2D CEST imaging.

【目的】 低悪性度神経膠腫 (low-grade glioma: LGG) と高悪性度神経膠腫 (high-grade glioma: HGG) の鑑別に chemical exchange saturation transfer (CEST) イメージングが有用である。しかし、複数の周波数に飽和パルス照射する必要があるため、シングルスライスの2D CEST イメージングでの報告が多い。また、腫瘍内の不均一性を考慮すると、CEST イメージングの信号値は撮像断面によって異なる可能性がある。今回、compressed sensing and sensitivity encoding (CS-SENSE)併用3D CEST イメージングを用いて、神経膠腫患者の悪性度鑑別と腫瘍内不均一性の評価を行った。【方法】 使用機器は Ingenia 3T (philips社製), 20 channel head-neck coilを使用した。LGG患者 (WHO grade 2) 11例とHGG患者 (WHO grade 3および4) 12例の合計23例の神経膠腫患者 (平均年齢52.3±12.9歳、男性11名、女性12名) を撮像した。CS-SENSE併用3D CEST イメージングは9スライス (撮像時間5分1秒)、2D CEST イメージングは1スライス (撮像時間3分39秒) で撮像した。飽和パルスの印加時間および強さは2D CEST イメージングおよび3D CEST イメージング共に、2.0 secおよび2.0 μTとした。関心領域は、Gd増強効果を有する場合は増強領域、Gd増強効果を有さない場合はfluid-attenuated inversion recovery画像の高信号領域を囲むように2D CEST イメージングおよび3D CEST イメージングに設定した。腫瘍におけるmagnetization transfer ratio asymmetry (MTR_{asym}) at 3.5 ppmにおいて、(i) 2D CEST イメージングの1スライス (2D)、(ii) 3D CEST イメージングの腫瘍全体を含めた複数スライス (3Dall)、および (iii) 3D CEST イメージングの最大信号強度を示したスライス (3Dmax) の3つの手法を用いて評価を行った。LGG患者とHGG患者間のMTR_{asym} at 3.5 ppmを対応のないt検定を用いて比較した。3つの手法それぞれの診断能を、receiver operating characteristic (ROC) およびarea under the curve (AUC) を用いて評価した。LGG患者とHGG患者の2Dと3Dmaxを対応のないt検定を用いて比較した。P値が0.05未満を有意差ありとした。【結果】 3つの手法全てにおいて、HGG患者のMTR_{asym} at 3.5 ppmはLGG患者よりも有意に大きかった。3つの手法のAUCは、2Dが0.77、3Dallが0.77、3Dmaxが0.78となり同程度の診断能を有していた。カットオフ値は2Dが2.52、3Dallが1.81、3Dmaxが2.55となった。各症例において、各撮像断面により信号強度が異なることが確認された。LGG患者の2Dと3Dmaxに有意差はなかったが、HGG患者では3Dmaxが2Dよりも有意に大きかった。LGGよりもHGGの方が不均一であり、HGG患者において2Dと3Dmaxに有意差が出たと考える。【結論】 CS-SENSE併用3D CEST イメージングは複数スライスでのMTR_{asym} at 3.5 ppmを取得することが可能であり、腫瘍細胞の不均一を反映させることが可能である。神経膠腫鑑別においてCS-SENSE併用3D CEST イメージングは2D CEST イメージングと同等の診断能を有する。

PS27-5 Comparison of DIR-like images and 3D-DIR images

多発性硬化症におけるDIR類似画像の3D-DIR(CUBE)画像との比較検討

南川 友貴, 小玉 亮一, 井手口 猛, 米澤 誠人, 越智 誠

Yuuki Minamikawa, Ryouichi Kodama, Takeshi Ideguchi, Makoto Yonezawa, Makoto Ochi

Department of Radiology, Nagasaki Kita Hospital

【要旨】 We subtracted GAIR images from FLAIR images to obtain DIR-like images and compared contrast of white matter lesions of multiple sclerosis among DIR-like images, FLAIR images, T2 Weighted images and 3D-DIR images. DIR-like images provided comparable contrast to 3D-DIR images in lesion detection.

【背景】 多発性硬化症の診断においてMRIは病変検出能が高く、バイオマーカーとして重要な役割を果たしている。第46回大会において、我々はT1値の異なる2つの反転回復法で撮像した画像を差分し、DIR類似画像を作成し検討し報告した。今回は、脱髄性疾患における白質病変の描出能をDIR類似画像、T2強調画像、FLAIR画像、および3D-DIR(CUBE)画像にて比較検討したので報告する。【方法】 使用したMR装置はGE社製Sigma Architect 3.0T、コイルは48AIR Head coilである。DIR類似画像をGAIR画像(灰白質抑制画像)からFLAIR画像を差分することで作成し、臨床的に多発性硬化症(MS)と診断された9症例(20歳~76歳、男性2名、女性7名)のDIR類似画像、T2強調画像、FLAIR画像および3D-DIR画像による白質病変のコントラスト分解能を評価した。3D-DIR画像は2D画像が5mm-thickで行われていることから、5mm-thickの再構成画像を作成し評価した。【結果】 白質病変と正常白質のコントラスト分解能はDIR類似画像3.74±1.20、T2強調画像0.86±0.37、FLAIR画像0.76±0.23、3D-DIR類似画像8.00±5.92であった。各画像のコントラストの比較では、DIR類似画像と3D-DIR画像が有意に高く、T2強調画像とFLAIR画像での有意差は見られなかった。【結論】 DIR類似画像はブラックの検出率が高い3D-DIR画像と同様の検出率が得られると考える。また、DIR類似画像の作成はFLAIR画像からGAIR画像を差分するのみの簡便な方法であり、GAIR画像の撮像時間も2分弱と短く通常検査時に追加撮像することができ、多発性硬化症の検査において有用であると考えた。

PS27-6 Usefulness of pituitary high-resolution 3D MRI using deep-learning-based reconstruction for evaluations in patients with pituitary adenoma

下垂体腺腫患者の評価における深層学習による再構成を用いた下垂体高解像度3次元MRIの有用性

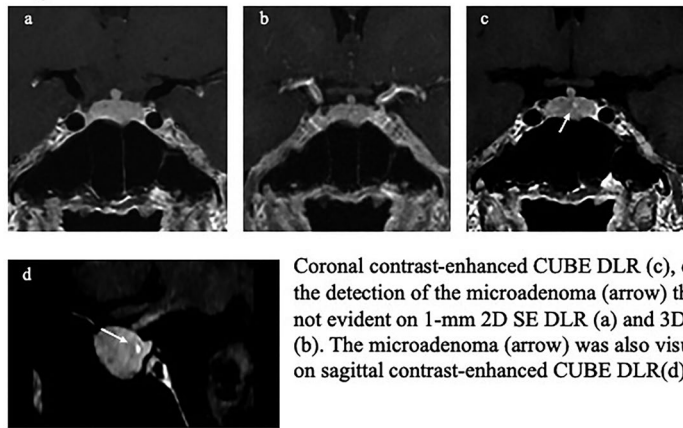
石本 優香¹, 大湯 和彦¹, 永谷 春香¹, 辰尾宗一郎¹, 幾嶋洋一郎², 野崎 敦², 若山 哲也², 掛田 伸吾¹
Yuka Ishimoto¹, Kazuhiko Oyu¹, Haruka Nagaya¹, Soichiro Tatsuo¹, Yoichiro Ikushima², Atsushi Nozaki²,
Tetsuya Wakayama², Shingo Kakeda¹

¹Department of Radiology, Hirosaki University Graduate School of Medicine, ²GE HealthCare

[要旨] The recently developed deep learning-based reconstruction (DLR) allows 0.3mm-slice 3D fast-spin-echo sequence, which improved the CNR and the image quality for depicting pituitary adenomas, compared to 2D SE and 3D SPGR sequences.

[Purpose] In the management of pituitary adenomas, it is desirable to use an MRI sequence with high sensitivity for detecting small lesions and high precision for delineating the normal pituitary glands. The recently developed deep-learning-based reconstruction (DLR) enables image denoising while maintaining sharp edges, which improves the image quality of thin-slice MRI. In the previous study on contrast enhanced (CE) T1W imaging, it has been demonstrated that 1mm-slice-thickness 2D spin-echo with DLR (2D SE DLR) showed greater diagnostic performance than conventional 3mm-slice 2D SE without DLR for the postoperative evaluation of pituitary adenoma, however, there is no study using 3D fast spin-echo (FSE) sequence with DLR. In this study, we comprehensively compared the diagnostic value of 2D and 3D CE T1W sequences with and without DLR for evaluating pituitary adenoma. **[Methods and Materials]** We assessed 24 patients with pituitary or residual adenoma who underwent the following CE T1W sequences; 0.3mm-slice-thickness FSE with and without DLR (CUBE DLR and CUBE), 1-mm-slice-thickness 2D SE DLR, and XXmm-slice-thickness 3D spoiled gradient echo sequence without DLR (3D SPGR). For these MRI sequences, the depiction of the pituitary adenoma and parasellar region (cavernous sinus) was scored by two neuroradiologists, and the contrast-to-noise ratio (CNR) was calculated between the pituitary adenoma and the brain parenchyma. **[Results]** Scores for the depictions of pituitary or residual adenoma were significantly higher with CUBE DLR than the other sequences ($P < .001$). In one patient, only CUBE DLR identified a microadenoma that was not observed on 2D SE DLR and 3D SPGR (Figure). The score for the depiction of the boundary between the adenoma and the cavernous sinus was higher with CUBE DLR than 2D SE DLR and 3D SPGR. For the evaluation of adenomas, CUBE DLR provided better interobserver agreement than 2D SE DLR (0.75 vs. 0.41). The CNR of the adenoma to the brain parenchyma was significantly improved with DLR by a factor of 3.6 (mean CNR:13.7 in CUBE DLR vs 3.8 in CUBE, $P < 0.01$). The CNR in CUBE DLR was also significantly higher than 3D SPGR, but there was no significant difference between CUBE DLR and 2D SE DLR. **[Conclusion]** For evaluation of the pituitary and parasellar regions by CUBE, DLR was a useful method to improve CNR. Compared to 2D SE DLR, CUBE DLR provided better image quality for depicting pituitary adenoma with better interobserver agreement. Deep learning-based reconstruction technique allowed high resolution 3D fast spin-echo T1WI, which is superior to thin-slice 2D SE for the pre- and postoperative evaluation of pituitary adenomas.

Figure. A case with microadenoma



Coronal contrast-enhanced CUBE DLR (c), enabling the detection of the microadenoma (arrow) that was not evident on 1-mm 2D SE DLR (a) and 3D SPGR (b). The microadenoma (arrow) was also visualized on sagittal contrast-enhanced CUBE DLR (d).

PS27-7 Association between white matter lesion based on 3D-T1-weighted images and cognitive function

3D-T1強調像に基づく大脳白質病変と認知機能との関連

吉田 聖奈^{1,2}, 鎌形 康司¹, 斎藤 勇哉¹, アダカニ イリヤ³, 内田 航¹, 高林 海斗¹, 井関理南子^{1,2}, 鄒 蕊¹, 仲谷 元¹,
萩原 彰文¹, 明石 敏昭¹, 和田 昭彦¹, 下地 啓五¹, 青山 裕紀³, 青木 茂樹¹
Seina Yoshida^{1,2}, Koji Kamagata¹, Yuya Saito¹, Ilya Ardakani³, Wataru Uchida¹, Kaito Takabayashi¹, Rinako Iseki^{1,2},
Rui Zou¹, Moto Nakaya¹, Akifumi Hagiwara¹, Toshiaki Akashi¹, Akihiko Wada¹, Keigo Shimoji¹, Yuki Aoyama³,
Shigeki Aoki¹

¹Department of Radiology, Juntendo University Graduate School of Medicine, ²Department of Radiology, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ³Splink, Inc.

[要旨] The association between cognitive decline and white matter lesions(WML) based on T1WI is still unclear. Thus, we researched the relationship between cognitive functions and WML volumes based on T1WI and FLAIR. The cognitive function is associated with T1WI-based WML equivalent to FLAIR-based WML.

【背景・目的】

大脳白質病変は主に虚血性変化であり、高度な大脳白質病変を有する症例は認知機能障害発症の高リスク群である。通常、白質病変はFluid Attenuated Inversion Recovery (FLAIR)を用いて検出され、臨床研究で多く収集される3D-T1強調像で低信号として描出される白質病変の臨床的意義は未だ明らかでない。本研究では、3D-T1強調像を用いて抽出した大脳白質病変の臨床的意義を明らかにするために、3D-FLAIRと3D-T1強調像から抽出した白質病変体積の認知機能との関連を比較した。

【方法】

Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative (ADNI) データベースの健常高齢者 (Cognitive Normal : CN) 283名、軽度認知障害 (MCI) 患者 162名及びアルツハイマー病 (AD) 患者 47名を対象に3D-FLAIR、3D-T1強調像、認知機能スコアを取得した。さらに、検証データとしてOpen Access Series of Imaging Studies (OASIS) データベースのCN 264名、AD患者 149名を対象に3D-T1強調像を取得した。白質病変体積算出のため、3D-FLAIRはLegion Segmentation Tool、3D-T1強調像はFreeSurferおよびComputational Anatomy Toolbox (CAT12)を用いた。FLAIRとT1強調像の白質病変体積の一致度をピアソンの積率相関分析、級内相関係数 (ICC)、Dice係数 (DSC) で評価した。また、白質病変体積と認知機能スコア (Clinical Dementia Rating, Mini-Mental State Examination (MMSE) や Logical Memory Delayed Recall, Montreal Cognitive Assessment (MoCA)) の関連は、年齢・性別・教育年数・脳体積を共変数としたスピアマンの偏相関分析により評価した。

【結果】

ADNIデータを用いた解析では、T1強調像とFLAIRの白質病変体積は有意に強い正相関であり (FreeSurfer : $r = 0.92$, $p < 0.001$; CAT12 : $r = 0.92$, $p < 0.001$)、ICCはFreeSurferで0.68 ($p < 0.001$, 中程度的一致)、CAT12は0.90 ($p < 0.001$, ほぼ完全一致)であったが、FreeSurferの白質病変体積はFLAIRのものより過小評価傾向であった (図1)。また、FreeSurferとCAT12の両手法において、白質病変体積が大きいかほどDSCは高かった (DSC, FreeSurfer vs. CAT12: 0.25 vs. 0.21 [< 5 mL], 0.44 vs. 0.42 [5-10 mL], 0.51 vs. 0.57 [10 mL<])。一方、白質病変体積はMMSEやMoCAと有意に相関しており ($p < 0.05$)、相関関係はFLAIRとT1強調像の白質病変体積で同様の傾向であった ($r < 0.11$)。以上の結果は、検証データ (OASISデータ) でも同様であった (図2)。

【結論】

本研究により、T1強調像とFLAIRの白質病変体積の間には強い正相関が見られ、大幅に一致していた。また、認知機能スコアとの関連もT1強調像とFLAIRで同様の傾向であった。以上の結果から、T1強調像に基づく白質病変体積はFLAIRに基づく白質病変体積の代用マーカーになり得ることが示唆された。

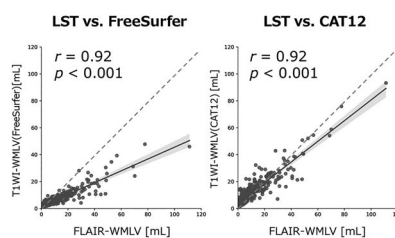


図1 : FLAIR-WMLVとT1WI-WMLVの相関

線形回帰線 (実線), 95%信頼区間 (灰色領域), $y=x$ の線 (点線)
FLAIR-WMLV : 3D-FLAIRから抽出した白質病変体積
T1WI-WMLV : 3D-T1強調像から抽出した白質病変体積

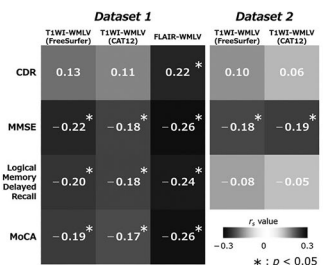


図2 : 白質病変体積と認知機能スコアの相関係数

FLAIR-WMLV : 3D-FLAIRから抽出した白質病変体積
T1WI-WMLV : 3D-T1強調像から抽出した白質病変体積

PS28-1 Glymphatic system dysfunction in mood disorders: evaluation using diffusion MRI

気分障害における glymphatic system 機能不全：拡散MRIを用いた評価

上田 亮¹, 山縣 文², 仁井田りち², 仁井田 明³, 平野 仁一², 山本 保天², 三村 将²

Ryo Ueda¹, Bun Yamagata², Richi Niida², Akira Niida³, Jinichi Hirano², Yasuharu Yamamoto², Masaru Mimura²

¹Office of Radiation Technology, Keio University Hospital, ²Department of Neuropsychiatry, Keio University School of Medicine, Tokyo, Japan, ³Department of Radiology, Tomishiro Central Hospital, Tomigusuku, Okinawa, Japan

【要旨】 Our research aimed to elucidate the relationship between bipolar disorder and the glymphatic system. The results suggest that the glymphatic system dysfunction occurs in bipolar patients.

【背景】 脳内の巨視的な老廃物除去システムである glymphatic system には多くの未知の面があり、様々な疾患との関連性の解明が必要とされている。マウスを用いた研究では glymphatic system は気分障害にも関連していることが示されている。気分障害は自殺リスクも高く、病態解明が重要となっている。気分障害は大きく、うつ病と双極性障害に分類され、中でも双極性障害は見落とされやすく、抗うつ薬服用によりかえって症状の悪化があり、最近注目されている疾患である。magnetic resonance imaging (MRI) を用いることで非侵襲的に glymphatic system 機能を評価可能である。

【目的】 双極性障害と glymphatic system との関連性について解明することを目的とした。

【方法】 精神障害の診断と統計の手引き第4版改訂版を基に精神科医によって診断された双極性障害患者58名（男性22名、女性36名、平均年齢48.8 ± 15.0歳）、年齢と性別をマッチさせた健常者66名（男性17名、女性49名、平均年齢48.7 ± 19.0歳）を対象に研究した。diffusion tensor imaging (DTI) を用いた glymphatic system 評価指標である analysis along the perivascular space (ALPS) index について、双極性障害群と健常群で共分散分析をした。また、free water imaging (FWI) などの拡散MRI定量値について、双極性障害群と健常群の差異、およびうつ病評価尺度 (Hamilton depression scale: HAM-D)、罹病期間などの臨床スコアとの相関を検定するために、FMRIB software library 付属の tract-based spatial statistics を用いた全脳神経画像解析を実施した。さらに、ALPS index と臨床スコアとの偏相関検定もした。2群の比較検定および偏相関検定の際、年齢と性別は共変量とした。

【結果】 双極性障害群と健常群との間に ALPS index の有意差はなかった。健常群において、ALPS index と年齢との間に有意な負相関があった ($r = -0.55$; $p < 0.001$)。ALPS index と罹病期間との間に有意な負相関があった ($r = -0.32$; $p = 0.008$)。FWI の解析では、健常群と比較して双極性障害群において、脳梁を中心とした白質路で free-water index が有意に高かった (familywise error (FWE) corrected $p < 0.05$)。同様の脳領域において、free-water-corrected radial diffusivity とうつ病評価尺度間に有意な正相関があった (FWE corrected $p < 0.05$)。

【結論】 ALPS index と双極性障害の罹病期間との間には関連がある事が示唆された。双極性障害において罹病期間が長期化するほど glymphatic system の機能不全が進む事が考えられた。これまで言われてきた脳血管性認知症やアルツハイマー型認知症だけでなく、双極性障害においても glymphatic system の機能不全が起こる事が明らかとなった。双極性障害の長期化と認知症は関連していると言われており、glymphatic system 機能不全の関与が疑われる。また、双極性障害では脳梁を中心とした白質路において free-water index が高く、glymphatic system 障害に伴う、脳間質液排出の停滞が示唆された。

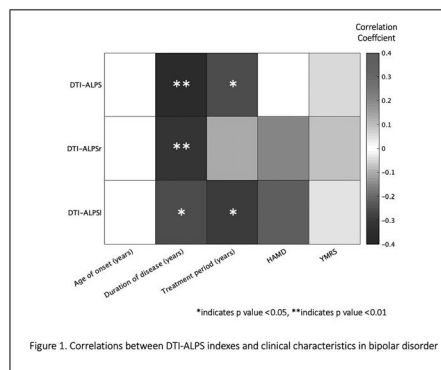


Figure 1. Correlations between DTI-ALPS indexes and clinical characteristics in bipolar disorder

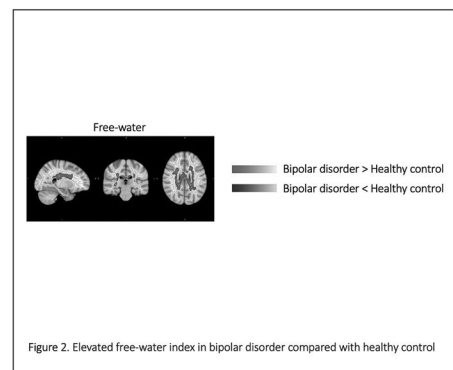


Figure 2. Elevated free-water index in bipolar disorder compared with healthy control

PS28-2 Alterations in diffusion-tensor imaging analysis along the perivascular space and choroid plexus volume associated with poor sleep quality

睡眠の質の低下に伴う DTI-ALPS と脈絡叢体積の変化

菊田 潤子¹, 鎌形 康司¹, 早川 弥生¹, 田岡 俊昭², 高林 海斗¹, 斎藤 勇哉¹, 内田 航¹, 陳 紅かい¹, 吉田 聖奈¹, 山崎 圭吾¹, 和田 昭彦¹, 加賀 英義³, 田村 好史^{3,4}, 河盛 隆造^{3,4}, 綿田 裕孝^{3,4}, 青木 茂樹¹

Junko Kikuta¹, Koji Kamagata¹, Yayoi Hayakawa¹, Toshiaki Taoka², Kaito Takabayashi¹, Yuya Saito¹, Wataru Uchida¹, Hongkai Chen¹, Seina Yoshida¹, Keigo Yamazaki¹, Akihiko Wada¹, Hideyoshi Kaga³, Yoshifumi Tamura^{3,4}, Ryuzo Kawamori^{3,4}, Hiroataka Watada^{3,4}, Shigeki Aoki¹

¹Department of Radiology, Juntendo University Graduate School of Medicine, ²Department of Innovative Biomedical Visualization, Graduate School of Medicine, Nagoya University, ³Department of Metabolism and Endocrinology, Juntendo University Graduate School of Medicine, ⁴Sportology Center, Juntendo University Graduate School of Medicine

【要旨】 This study examined alterations in diffusion-tensor imaging analysis along the perivascular space (ALPS) index and choroid plexus (CP) volume in participants with poor sleep quality (PSQ). The results showed a decrease in the mean ALPS index and an increase in the mean CP volume in the PSQ group.

[Objective] This study aims to evaluate alterations in the diffusion-tensor imaging analysis along the perivascular space (ALPS) index and choroid plexus (CP) volume associated with poor sleep quality (PSQ). **[Methods]** This study included 52 Japanese older adults with PSQ (Pittsburgh sleep quality index of >5 ; 22 men and 30 women, mean age \pm SD = 73.10 ± 5.67 years) and 52 age- and sex-matched healthy controls (HC; Pittsburgh sleep quality index of <5) from the Bunkyo Health Study. The diffusion-weighted image (DWI) and 3D T1-weighted image were obtained via a 3T magnetic resonance imaging scanner (MAGNETOM Prisma, Siemens) with a 64-channel head coil. The ALPS index was calculated automatically using preprocessed DWI. In addition, we estimated structural volumes using the FreeSurfer 6.0 (<http://surfer.nmr.mgh.harvard.edu/>). The mean (average value in the left and right lateral ventricles) CP volume was calculated. The white matter lesions (WML) volume was computed using a 3D-T1 weighted image and the CAT12 toolbox. In statistical analysis, the mean ALPS index and CP volume were compared between the PSQ and HC groups using a general linear model analysis with covariates, such as age, sex, educational period, hemoglobin A1c, systolic blood pressure and diastolic blood pressure, intracranial volume, and WML volume. Furthermore, partial correlation analyses were performed with the same covariates as in statistical analysis between the mean ALPS index and CP volume or the Japanese version of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA-J). A p -value (two-tailed) <0.05 was considered statistically significant. **[Results]** The mean ALPS index of the PSQ group was significantly lower than the HC group ($p = 0.041$). The mean CP volume of the PSQ group increased compared with the HC group ($p = 0.096$). Moreover, the mean ALPS indexes had significant negative correlations with the mean CP volume in all participants (false discovery rate [FDR]-corrected $p = 0.0315$, $r = -0.238$) and the PSQ group (FDR-corrected $p = 0.0315$, $r = -0.351$). The mean ALPS indexes had significant positive correlations with MoCA-J in all participants (FDR-corrected $p = 0.0345$, $r = 0.251$) and the PSQ group (FDR-corrected $p = 0.0345$, $r = 0.346$). **[Conclusion]** The results showed a significant decrease in the mean ALPS index in the PSQ group compared to the HC group. This may suggest a decline in the glymphatic system by PSQ. Besides, this study revealed that the PSQ group had a higher mean CP volume than the HC group. PSQ may increase the CP volume.

PS28-3 Spatial-Resolution Dependence of Low b-value DTI in Pseudorandom-flow Measurements

疑似ランダム流計測におけるLow b-value DTIの空間分解能依存性

尾藤 良孝, 越智 久晃

Yoshitaka Bito, Hisaaki Ochi

FUJIFILM Healthcare Corporation

【要旨】 Spatial-resolution dependence of Low-b DTI was investigated for measuring pseudorandom-flow. The dependence was numerically evaluated for typical laminar flows, 1-dimensional gradient flow and Hagen-Poiseuille flow. The DTIs were shown to increase roughly by the square of spatial-resolution.

【Objective】 Low-b value DTI (Low-b DTI) has been proposed to measure intra-voxel pseudorandom-flow [1] which is a combination of ordered motion (flow) and disordered motion (diffusion) [2, 3]. Although the measured DTI does not depend on the voxel size for spatially-uniform diffusion, the DTI is expected to depend on the voxel size for spatially-varying flow; however, the dependence has not been fully investigated. Here, the spatial-resolution dependence of Low-b DTI was investigated for typical laminar flows by numerical simulation.

【Methods】 Mean diffusivity (MD) of Low-b DTI was numerically evaluated for two typical laminar flows, 1-dimensional gradient flow (Fig. 1) and Hagen-Poiseuille flow (Fig. 2). Because MD is assumed to be variance/2 of flow velocity [1], the dependence on voxel size was analyzed as follows. The mean and the variance of velocity was calculated in each voxel. Average of the mean and the variance of velocity for all voxels were calculated. The theoretical limit of average of the variance as the voxel size goes to zero was calculated by integrating square of spatial deviation of the velocity function. Spatial-resolution dependence of calculated average of the variance was investigated for each flow.

【Results】 Calculated average of the mean and the variance of 1-dimensional gradient flow and of Hagen-Poiseuille flow were shown in Figs. 1 and 2, respectively. The variances increase so fast with the spatial resolution that variance/(spatial resolution)² was plotted instead of variance itself to easily assess the dependence of MD on the spatial-resolution. The variance/(spatial resolution)² of 1-dimensional gradient flow is constant, and that of Hagen-Poiseuille flow is gradually decreases with spatial resolution. MD is theoretically constant for spatially-uniform diffusion, and thus, (spatial resolution)² is thought to be a characteristics of spatially-varying flow-velocity. The results demonstrate that (spatial resolution)² is an important factor in understanding Low-b DTI in measuring pseudorandom flow containing spatially-varying flow-velocity.

【Conclusion】 The spatial-resolution dependence of Low-b DTI was numerically investigated for two typical laminar flows. Obtained results show that MDs of Low-b DTI increase with the spatial resolution, and the increase ratios are the factor of square of spatial-resolution for the two flows. This insight is expected to be useful in understanding Low-b DTI for measuring spatially-varying pseudorandom-flow.

【Ref】 [1] Bito Y, et al. Magn Reon Med 2021;86:1369-1382. [2] Bito Y, et al. JSMRM 2022; OS-16-2. [3] Bito Y, et al. ISMRM 2023; #3003.

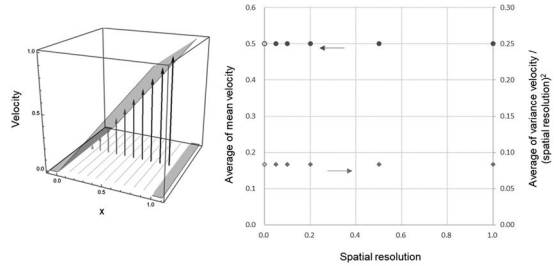


Fig. 1. (A) Velocity map of 1-dimensional gradient flow. (B) Calculated average of the mean and the variance/(spatial resolution)² of the velocity vs. spatial resolution.

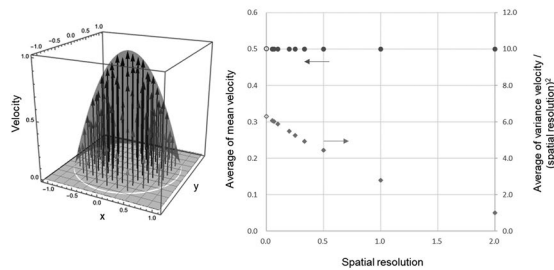


Fig. 2. (A) Velocity map of Hagen-Poiseuille flow. (B) Calculated average of the mean and the variance/(spatial resolution)² of the velocity vs. spatial resolution.

PS28-4 Glymphatic system function index, choroid plexus volume and lateral ventricle volume change in healthy subjects and Alzheimer's disease continuum

健常者とAD continuumにおけるGlymphatic system機能指標、側脳室と脈絡叢体積変化の検討

仲谷 元^{1,2}, 鎌形 康司¹, 高林 海斗¹, 萩原 彰文¹, アンディカ クリスティナ¹, 和田 昭彦¹, 田岡 俊昭³, 長縄 慎二⁴, 阿部 修², 青木 茂樹¹

Moto Nakaya^{1,2}, Koji Kamagata¹, Kaito Takabayashi¹, Akifumi Hagiwara¹, Christina Andica¹, Akihiko Wada¹, Toshiaki Taoka³, Shinji Naganawa⁴, Osamu Abe², Shigeki Aoki¹

¹Department of Radiology, Juntendo University, ²Department of Radiology, The University of Tokyo, ³Department of Innovative Biomedical Visualization, Nagoya University, ⁴Department of Radiology, Nagoya University

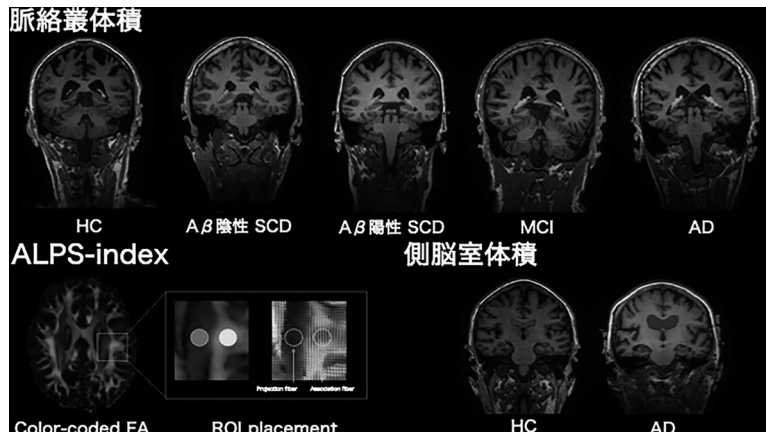
【要旨】 We evaluated the brain clearance function by choroid plexus volume(CPV), ALPS-index, and lateral ventricle volume(LVV) in Aβ-negative healthy subjects, Aβ-negative/positive subjective cognitive decline, mild cognitive impairment, and Alzheimer's disease.

【目的】 Alzheimer's disease(AD)におけるAβ蓄積は、脳のクリアランス機構であるGlymphatic system機能異常の影響が大きいことが近年明らかとなってきた。さらにADでは、GSに不可欠な脳脊髄液の主な産生源である脈絡叢の体積にも異常があることが報告されている。ADの連続する病勢進行(AD Continuum)においてはこれらの脳クリアランスに関連したMRI指標に異常が生じることが報告されているが、ADの前駆段階であるsubjective cognitive decline (SCD)、mild cognitive impairment (MCI)においては十分な調査がされていない。そこで本研究ではSCD、MCI、ADを対象に脈絡叢体積、ALPS-index、側脳室体積がどのように変化し、AβやtauなどのCSFバイオマーカーとどのような関連があるか検討を行った。

【方法】 Alzheimer's Disease Neuroimaging InitiativeよりAβ陽性及び陰性SCD患者(Aβ陽性: n=9; Aβ陰性: n=21)、Aβ陰性健常対象者(n=23)、MCI(n=19)、AD(n=26)を対象とした(Aβ-PET(AV45)SUVR ≥ 1.11をAβ陽性と定義)。FreeSurferを使用し3D-T1強調像より脈絡叢体積、側脳室体積を算出、拡散強調像よりALPS-indexを算出し、一般線形モデルを用いて群間比較を行った。効果量はCohen's dを用いて算出した。Spearmanの偏相関検定を用いて、これらのMRI指標とCSFバイオマーカーや臨床スコアとの相関解析を行った。一般線形モデル・偏相関解析とともに共変数は年齢、性別、教育年数、APOE ε 4、白質病変体積とした。

【結果】 Aβ陽性SCD患者、MCI患者、AD患者では健常対照者と比較してALPS-indexが有意に低下(p=0.024, d=-1.17; p<0.001, d=-1.6; p<0.001, d=-2.35)し、脈絡叢体積は有意に増大(p=0.029, d=1.25; p<0.001, d=1.97; p<0.001, d=2.25)していた。また、ADでは健常対照者と比較して側脳室体積が有意に増加(p<0.001, d=1.32)していた。健常者とAβ陽性及び陰性SCD患者、MCI患者、AD患者を合わせた全群では、CSF-Aβと脈絡叢体積、ALPS-index、側脳室体積との間に有意相関がみられた(p<0.001, rs=-0.43; p<0.001, rs=0.64; p<0.001, rs=-0.51)。CSF tau, p-tauとALPS-indexとの間に有意な負相関(p=0.0026, rs=-0.24, p=0.0050, rs=-0.31)。他、脈絡叢体積、ALPS-index、側脳室体積はそれぞれ種々の認知機能検査スコアとの間に有意相関が見られた。

【結論】 脈絡叢体積、ALPS-indexはAβ陽性SCD患者で既に異常が生じており、ADの早期診断に有用な可能性がある。加えて、脈絡叢体積、ALPS-index、側脳室体積とCSFマーカー・認知機能検査スコアとの有意な相関は、これらのMRI指標がADの病態評価に有用な指標となりうることを示唆している。



PS28-5 Specific brain changes from iNPH diagnostic scoring and their relationship to ALPS-index.

iNPH診断スコアリングから見る特異的な脳の変化とALPS-indexとの関連性の解明

長谷川晋也^{1,2}, 吉丸 大輔³, 高木 未佳¹, 村井 尚之⁴, 林 則夫²

Shinya Hasegawa^{1,2}, Daisuke Yoshimaru³, Mika Takagi¹, Hisayuki Murai⁴, Norio Hayashi²

¹Department of Radiology, Chiba Saiseikai Narashino Hospital, ²Gunma Prefectural Collage of Health Sciences, ³The Jikei University School of Medicine, ⁴Department of Neurosurgery, Chiba Saiseikai Narashino Hospital

【要旨】 We investigated the association between the ALPS-index and scores used to diagnose iNPH. The ALPS-index may be closely associated with CSF myelopolymurinary pressure and pathophysiological changes in periventricular white matter and gray matter consolidation.

【目的/背景】 正常圧水頭症(iNPH)は先行疾患が無く、脳脊髄液の吸収障害に起因した病態を示す。近年、Glymphatic systemに基づいた手法であるALPS-indexを用いたiNPHの鑑別が報告された。我々はALPS-indexの変化はくも膜下腔の不均衡状態と密接に関係しており、iNPHに特異的な変化であると考えている。一般的にiNPH診断には、画像計測、歩行機能テストや認知機能テスト、そして脳脊髄圧など異なる機能を多角的に評価している。そのため、これらスコアリングとALPSの変化が特異的に結びついている可能性が高い。ALPS-indexとiNPH関連indexとの関係を明らかにすることは、これまでにない新たな情報であり、更なるiNPH診断、また病態解明に重要な役割を果たす事が期待される。そこで今回我々は、ALPS-indexとiNPH診断に用いられるスコアとの関連性を調査した。**【方法】** 本研究は当院理委員会により承認を得て、2020年4月~2022年3月に撮像されたレトロスベクティブなデータを用いた。60歳以上のiNPHを疑われた患者を対象とした。iNPH患者の選考基準は日本正常圧水頭症ガイドラインに従い、さらに当院の脳神経内科医、脳神経外科医の診断により、アルツハイマー病など他の神経障害が疑われる患者は除外した。最終的なiNPH患者は30人 (men19; mean age 77.26 ± 4.22 years, women11; mean age 79.18 ± 6.35 years)であった。ALPS-indexは側脳室体部外側の血管周囲腔方向に沿った水の拡散係数を測定する事で求められる (figure1)。撮像されたDTIデータに対し左領域、右領域のALPS-indexを算出した。iNPH診断スコアリングの為に、以下のindexを取得した。3D-T1WIから、くも膜下腔の不均衡状態の指標であるEvans-index, callosal angleを計測し、Tap-testの1日前、1日後に認知機能テストとしてMini-Mental State Examination(MMSE), Frontal Assessment Battery(FAB), Hasegawa's Dementia Scale-Revised(HDS-R)を、また歩行機能テストとしてTime Up & Go Test(TUG)を測定しTap-test前後での変化率を算出した。またTap-test時にCSF圧を測定し、採取されたCSFからp-tau値を測定した。ALPS-indexと、iNPH診断スコアリングとの相関関係を調べる事で、それぞれの関連性を評価した。使用したソフトはJMP (version 14 for Mac, SAS)で、Spearmanの順位相関係数を用いた。さらに、ALPS-indexとTUG(step) indexの関連性の強さを調べるためにROC分析を用いて評価した。Tap-testのレスポンス (TUG(step) index > 0)、ノンレスポンス (TUG(step) index ≤ 0) の鑑別のためにAUCと最適カットオフ値を算出した。カットオフ値はYouden indexで推定し、p値<0.05を統計的に有意とした。**【結果】** Tap-test前に比べてTap-test後で全ての認知機能テスト、歩行機能テストの点数が改善された。Evans indexは36.12 ± 3.45%、Callosal angleは70.27 ± 14.91度でありくも膜下腔の不均衡状態を反映した結果となった。またCSF圧は12.73 ± 3.11(cmH2O)であり正常圧水頭症ガイドラインで定めた正常圧範囲内 (20 cmH2O以内)であった。ALPS-indexは右領域で1.068 ± 0.152、左領域で1.048 ± 0.162であった。TUG-testのタップテスト前後の歩数変化率とALPS-indexに負の相関を認めた。(左領域r=-0.42, p=0.022 右領域r=-0.52, p=0.003) CSF圧と右領域のALPS-indexに負の相関を認めた (r=-0.51, p=0.004) (Figure 2)。ROC曲線分析では右領域でAUC=0.679、カットオフ値:1.204左領域でAUC=0.869、カットオフ値:1.030となった。**【結論】** DTIを使用したALPS-indexは臨床診断インデックスであるTUGtestのTaptest前後の変化率との関連がみられた。またCSFの髄圧とも関連が見られた。ALPS-indexとCSF髄圧、また脳室周囲白質、灰白質の病態生理学的変化は密に関連している可能性があり、ALPS-indexを測定することでTaptestのresponder, nonresponderを明らかにすることができた。

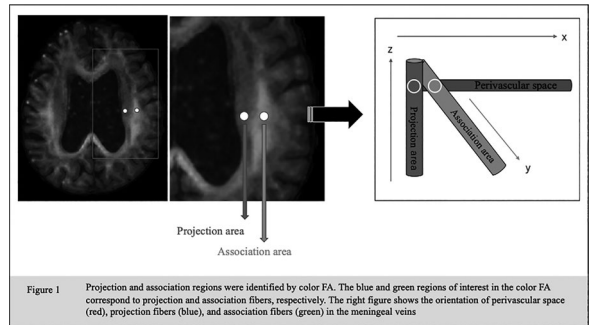


Figure 1 Projection and association regions were identified by color FA. The blue and green regions of interest in the color FA correspond to projection and association fibers, respectively. The right figure shows the orientation of perivascular space (red), projection fibers (blue), and association fibers (green) in the meningeal veins

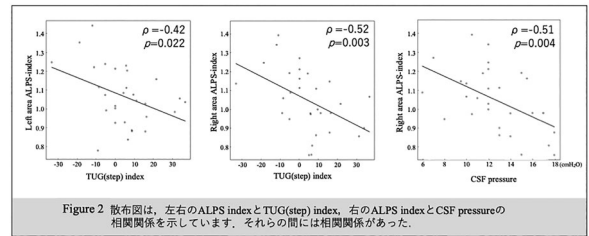


Figure 2 散布図は、左右のALPS indexとTUG(step) index, 右のALPS indexとCSF pressureの相関関係を示しています。それらの間には相関関係があった。

PS Day 3

PS29-1 The effect of drinking on the glymphatic system in young males:

Evaluation by diffusion tensor image analysis along the perivascular space (DTI-ALPS)

若年男性成人におけるアルコール摂取によるGlymphatic systemへの影響：DTI-ALPSを用いた検討

守田 裕一^{1,2}, 鎌形 康司¹, 中西 隆志³, 高林 海斗¹, アンディカ クリスティナ^{1,3}, 菊田 潤子¹, 明石 敏昭¹, 和田 昭彦¹, 田岡 俊昭⁴, 長縄 慎二⁵, 阿部 修², 青木 茂樹¹

Yuichi Morita^{1,2}, Koji Kamagata¹, Takashi Nakanishi³, Kaito Takabayashi¹, Christina Andica^{1,3}, Junko Kikuta¹, Toshiaki Akashi¹, Akihiko Wada¹, Toshiaki Taoka⁴, Shinji Naganawa⁵, Osamu Abe², Shigeki Aoki¹

¹Department of Radiology, Graduate School of Medicine, Juntendo University, ²Department of Radiology, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo, ³Faculty of Health Data Science, Juntendo University, ⁴Department of Innovative Biomedical Visualization, Graduate School of Medicine, Nagoya University, ⁵Department of Radiology, Graduate School of Medicine, Nagoya University

【要旨】 Using DTI-ALPS, we report the effects of drinking on the glymphatic system in 211 young male adults from the HCP cohort divided into non, moderate, and heavy-drinker groups. The right ALPS index was significantly higher in heavy and moderate drinker groups than in the non drinker group.

【目的】 大量の飲酒が脳に悪影響を及ぼすことは広く知られている。近年、飲酒が脳の老廃物排泄機構であるglymphatic systemの機能に影響を与えることがマウスを用いた研究で示唆されている。2022年の磁気共鳴学会にて筆者らは、glymphatic systemの機能を反映するといわれるDiffusion tensor image analysis along the perivascular space(DTI-ALPS)を用いて高齢多量飲酒者のALPS indexが低下し、遂行機能と真相関を示すことを発表した。しかし、飲酒によるALPS indexの変化がいつ、どのように起きているかは未だ知られていない。20代までに30%程度が大量の飲酒を経験することを考慮すると、若年者における飲酒とALPS indexとの関連を調査する必要がある。そこで、本研究では若年成人におけるALPS indexとアルコール摂取との関連、さらに認知機能のスコアとしてNIH toolboxでのPattern Comparison Processing Speed testとの相関を検討した。

【方法】 Human connectome project (HCP) 参加者で、大麻や覚醒剤などの薬物使用歴のない男性211名(平均年齢 28.1 ± 3.7歳)を対象とし、3.0T MRI装置 (MAGNETOM Skyra, Siemens, Germany, 32チャンネルヘッドコイル)で撮像された拡散強調画像 (TR/TE: 5520/89.5 ms; FOV: 210 × 180; matrix: 168 × 144; slice thickness: 1.25 mm, 1.25 mm isotropic voxels; b-value= 0, 1000 s/mm², 90°) を検討に用いた。US dietary guidelines に則り、1ヶ月平均のアルコール摂取量から週14 drink以上の飲酒をしている被験者を多量飲酒群、その基準を超えない飲酒者を中等量飲酒群、非飲酒群の3群に分けた。1 DrinkはNational Institutes of Health (NIH)の定義に基づき、14グラムのアルコールとした。3群間で、年齢や教育年数などに有意差はなく、Processing speedにも差はなかった。拡散強調画像データについて、アーチファクトやノイズの修正を行った。半自動的なパイプラインを用いて、放線冠レベルで投射線維と交連線維にROIを設定し、ALPS-indexを算出した。ALPS-indexについて3群で一般線形モデルとTukeyテストを用いて群間比較を行った。加えてALPS-indexとProcessing speed test(秒数)との相関解析をpartial Spearman's rank correlationで行った。群間解析、相関解析のそれぞれで共変量として、年齢、教育年数、利き手、Body Mass Index、現在の喫煙状況、HbA1c、収縮期血圧、ビッツバーク睡眠質問票の総スコアを用いた。p値は0.05未満を有意とした。

【結果】 右側のALPS indexで多量飲酒群と中等量飲酒において非飲酒群よりALPS-indexが有意に高かった。飲酒者においてALPS-indexとprocessing speedとの間に有意な負相関が右のALPS index(p = 0.04, r = -0.18)で見られた。

【結論】 ALPS-indexは若年男性の多量飲酒者や中等量飲酒者で増加した。そして、飲酒者において、ALPS-indexは処理速度と有意な負の相関が見られた。先行研究では、moderate drinker群やheavy drinker群と同程度のアルコールを投与したマウス (少量投与群: 0.5g/kg, 多量投与群: 1g/kg) において、アルコール投与終了の24時間後では脳実質への蛍光トレーサーの取り込みが少量投与群でコントロール群よりも有意に上昇した。一方、大量摂取群でも投与終了後24時間後では、コントロール群と有意差はないが、わずかにトレーサーの取り込み上昇が見られていた。若年者では高齢者と違い、アルコールの飲酒によってグリmphaticシステムの機能が代償的に亢進している可能性がある。

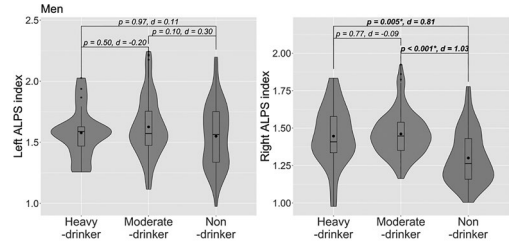


Figure 1 Violin pots of ALPS indices divided alcohol consumption

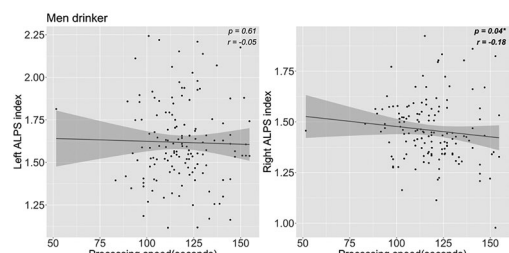


Figure 2 Scatter plots of ALPS indices and Processing speed

PS29-2 The gBOLD-CSF coupling as a potential objective marker for predicting the development of dementia in healthy elderly subjects

gBOLD-CSF カップリングは高齢者の認知症発症を予測する客観的指標となりうる

田中 雄也^{1,2}, 鎌形 康司¹, 斎藤 勇哉¹, 高林 海斗¹, 内田 航¹, アンディカ クリステリーナ^{1,3}, 萩原 彰文¹, 和田 昭彦¹, 明石 敏昭¹, 阿部 修², 青木 茂樹¹

Yuya Tanaka^{1,2}, Koji Kamagata¹, Yuya Saito¹, Kaito Takabayashi¹, Wataru Uchida¹, Christina Andica^{1,3}, Akifumi Hagiwara¹, Akihiko Wada¹, Toshiaki Akashi¹, Osamu Abe², Shigeki Aoki¹

¹Department of Radiology, Juntendo University Graduate School of Medicine, ²Department of Radiology, Graduate School of Medicine, University of Tokyo, ³Faculty of Health Data Science, Juntendo University

【要旨】 We found that those who later developed mild cognitive impairment had lower coupling between global blood-oxygen-level-dependent and cerebrospinal fluid influx signals (gBOLD-CSF coupling). This suggests that gBOLD-CSF coupling may be an objective marker for predicting the development of dementia.

【背景/目的】

近年、脳全体の神経活動が頭蓋内への脳脊髄液 (CSF) 流入を引き起こすことが明らかになり、この現象が脳老廃物のクリアランスと関連していることが指摘されている。この神経活動と CSF 流入との関連を反映する指標として、global blood-oxygen-level-dependent (gBOLD) 信号と CSF 信号との相関係数である gBOLD-CSF coupling が提案されており、認知症期・MCI 期のアルツハイマー病 (AD) では gBOLD-CSF coupling の負相関が弱くなることが報告されている。しかし、gBOLD-CSF coupling が健常高齢者における認知機能低下発症とどのように関連するかは明らかになっていない。そこで今回我々は、ベースライン時点で認知機能が正常であった健常高齢者を対象に、その後認知機能低下を示した高齢者と示さなかった高齢者の間で、gBOLD-CSF coupling 評価に群間差があるか検討を行った。

【方法】

Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative (ADNI) project データに含まれる Cognitively Normal (CN) の高齢被験者 38 人を対象とし、2 年以内に Mild Cognitive Impairment (MCI) になった被験者 9 人を CN-Converter 群 (平均年齢±標準偏差: 72.1 ± 6.3 歳)、CN のままであった被験者 29 人を CN-Stable 群 (72.4 ± 5.6 歳) と群別した。その後、rs-fMRI データから灰白質における gBOLD 信号と小脳底部レベルの CSF 信号を計測し (図 1a)、これらの相互相関関数の負のピークであるラグ+3秒における相関係数 (gBOLD-CSF coupling) を算出した (図 1b)。両群の gBOLD-CSF coupling の差は、並べ替え検定 (n = 10000) で評価した。

【結果】

CN-Converter 群と CN-Stable 群の年齢・性別の分布に有意な差は見られなかった。gBOLD-CSF coupling は CN-Stable 群で -0.31 ± 0.1 、CN-Converter 群で -0.12 ± 0.07 であった。CN-Converter 群では CN-Converter 群に比し、gBOLD-CSF coupling が有意に低下していた (図 2, Cohen's d = 2.0; $p < 0.001$)。

【結論】

CN-Converter 群では脳クリアランス機能を反映すると思われる gBOLD-CSF coupling の低下が見られた。gBOLD-CSF coupling は認知症発症予測の客観的指標として有用である可能性がある。

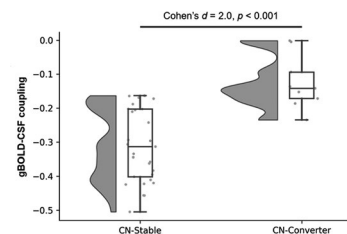


図2. gBOLD-CSF couplingの群間比較

PS29-3 How revascularization affects choroid plexus in patients with moyamoya disease?

血行再建術がもやもや病の脈絡叢に与える影響

原 祥子^{1,2}, 菊田 潤子², 高林 海斗², 陳 紅かい², 鎌形 康司², 堀 正明^{2,3}, 田中 洋次¹, 成相 直¹, 青木 茂樹², 前原 健寿¹

Shoko Hara^{1,2}, Junko Kikuta², Kaito Takabayashi², Hongkai Chen², Koji Kamagata², Masaaki Hori^{2,3}, Yoji Tanaka¹, Tadashi Nariai¹, Shigeki Aoki², Taketoshi Maehara¹

¹Department of Neurosurgery, Tokyo Medical and Dental University, ²Department of Radiology, Juntendo University, ³Department of Radiology, Toho University Omori Medical Center

【要旨】 We found significant reduction of choroid plexus volume after revascularization surgery in 15 patients with moyamoya disease. Choroid plexus may hyperactivate under cortical hypoperfusion to compensate glymphatic system dysfunction and shrink to the normal size after its restoration.

【Objective/background】

The Choroid plexus is an important organ that produces cerebrospinal fluid (CSF) and blood-CSF barrier and is recently shown to be affected by many physiological conditions and neurological diseases. However, choroid plexus in moyamoya disease is rarely reported. Moyamoya disease is a rare cerebrovascular disease causing intracranial arterial stenosis and cortical hypoperfusion. The aim of this study was to investigate the choroid plexus in patients with moyamoya disease.

【Materials and Methods】

Participants

Fifteen patients with moyamoya disease (average (standard deviation) = 37.3 (10.8) year-old, 2 males) were included in this study. All patients received revascularization surgery (4 right-sided, 8 left-sided, and 3 bilateral) and were evaluated with magnetic resonance imaging before and around one year after the surgery.

MRI protocol

Three-dimensional T1 weighted imaging was acquired by rapid acquisition with a gradient echo sequence and the following parameters: TR=1700 msec; TE=2.61 msec; flip angle=10°; inversion time=800 msec; voxel size=1 × 1 × 1 mm; parallel acquisition technique=GRAPPA; and acceleration factor=2. Fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) was acquired using the following parameters: TR=12 sec; TE=96 msec; flip angle=150°; TI=2750 msec; slice thickness=3 mm; and gap=0.6 mm.

Image and statistical analysis

The presence of the postoperative development of extracranial arteries and the regression of white matter hyperintensity were visually assessed on MRA and FLAIR, respectively.

Using FreeSurfer version 6.0, the left and the right choroid plexus of each patient was automatically segmented. The accuracy of region-of-interests was visually inspected and manually checked for quality. Paired T-test was used to compare preoperative and postoperative choroid plexus volume.

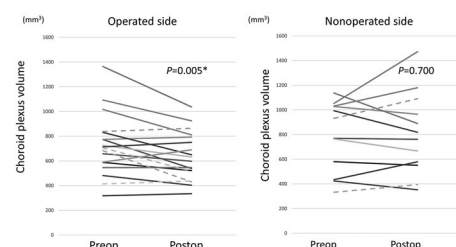
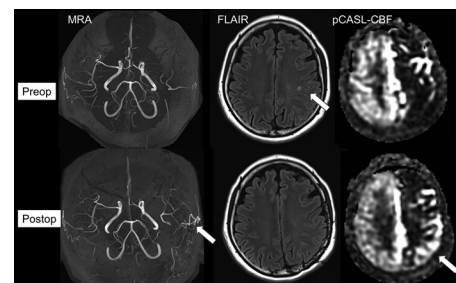
【Results】

All operated hemispheres revealed the development of extracranial arteries and five (33%) patients experienced regression of white matter hyperintensity after the surgery.

The total choroid plexus volume per patient was 1,635 (5.97) ml before the surgery and 1,471 (5.41) ml after the surgery. The choroid plexus volume was significantly reduced after the surgery ($P=0.003$). When comparing choroid plexus in treated hemispheres and those in nontreated hemispheres, choroid plexus volume was significantly reduced in surgically treated hemispheres (0.728 (0.242) ml vs. 0.638 (0.189) ml; $P=0.006$), while remained unchanged in nontreated hemispheres (0.790 (0.271) ml vs. 0.810 (0.317) ml; $P=0.339$).

【Conclusion】

Choroid plexus volume was decreased in surgically treated hemispheres after the revascularization surgery in patients with moyamoya disease. Recent studies suggested decreased glymphatic system function in patients with moyamoya disease and hypoperfusion. The Choroid plexus may be hyperactivated and proliferated when cortical hypoperfusion and decreased glymphatic system function exist. After the revascularization surgery and restoration of cortical perfusion and glymphatic system function, the choroid plexus may shrink and return to normal function.



PS29-4 Investigation of CSF partial volume effect correction in choroid plexus volume assessment

脈絡叢体積評価におけるCSF部分容積効果補正の検討

高林 海斗¹, 鎌形 康司¹, 斎藤 勇哉¹, 内田 航¹, アンディカ クリスティナ^{1,2}, 吉田 聖奈¹, 山崎 奎吾^{1,3}, 井関理南子^{1,3}, 北川 貴文¹, 仲谷 元^{1,4}, 萩原 彰文¹, 明石 敏昭¹, 和田 昭彦¹, 青木 茂樹^{1,2}

Kaito Takabayashi¹, Koji Kamagata¹, Yuya Saito¹, Wataru Uchida¹, Christina Andica^{1,2}, Seina Yoshida¹, Keigo Yamazaki^{1,3}, Rinako Iseki^{1,3}, Takafumi Kitagawa¹, Moto Nakaya^{1,4}, Akifumi Hagiwara¹, Toshiaki Akashi¹, Akihiko Wada¹, Shigeki Aoki^{1,2}

¹Department of Radiology, Juntendo University Graduate School of Medicine, ²Faculty of Health Data Science, Juntendo University, ³Department of Radiological Sciences, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, ⁴Department of Radiology, The University of Tokyo

【要旨】 The choroid plexus (CP) is a tissue located in the brain ventricles, and there is concern about the partial volume effect (PVE) of CSF on the CP volumetry. Thus, we investigated the effect of PVE correction on the CP volumetry and demonstrated that PVE was significantly associated with CP volume.

【背景・目的】 脈絡叢は脳室内に存在する上皮細胞や間質で構成される絨毛状の構造で、血液脳脊髄液関門や脳脊髄液(CSF)の産生に一部関わる組織である。3D-T1強調像を使用した体積評価により、アルツハイマー病(AD)など神経変性疾患では脈絡叢が病的に腫大することが報告されているが、従来の報告ではCSFによる部分容積効果(PVE)の影響を考慮していない。脈絡叢は絨毛状構造であるが故にCSFの部分容積効果を強く受け、従来のボクセルワズな体積測定では正確な体積測定ができないことを我々は報告している (Alzheimers Dement. 2023 May 26). そこで本研究では、CSFによるPVEが脈絡叢体積測定に与える影響について検討を行った。

【方法】 Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative (ADNI)データベースより、健常者(CN)31名、軽度認知障害患者(MCI)44名、AD36名の3D-T1強調像及び各種臨床スコアを取得した。FreeSurferを使用した3D-T1強調像から脈絡叢及び側脳室を抽出、それぞれの体積を頭蓋内容積で除することで標準化した。FSLのFASTを使用して3D-T1強調像から脈絡叢におけるCSF-PVE割合を算出し、上記で得た脈絡叢体積から差し引くことで、脈絡叢体積(PVE補正あり)を得た。CSF-PVE割合と脈絡叢体積(PVE補正なし)との関連はスピアマンの順位相関係数で評価した。CSF-PVE割合及び脈絡叢体積(PVE補正なし・あり)の群間比較にはSteel-Dwass検定を使用し、効果量としてCohen's dを算出した。脈絡叢体積(PVE補正なし・あり)と各種臨床スコアとの相関解析には、年齢、性別、教育年数を共変数としたスピアマンの偏相関解析を使用し、PVE補正の有無で脈絡叢体積と各種臨床スコアとの相関関係が変化したかを確かめるため、相関係数の差の検定を実施した。また、先行研究にて脈絡叢腫大と側脳室拡大との関連が示唆されていることを考慮し、側脳室体積が脈絡叢体積と脈絡叢のCSF-PVE割合の関係を媒介するか検証するために、CSF-PVE割合を従属変数、脈絡叢体積とPVEの大きさとの関係は、側脳室体積を媒介変数、年齢、性別、教育年数を共変数とした媒介分析を実施した。すべての統計解析において有意水準は5%とした。**【結果】** 脈絡叢のCSF-PVE割合と脈絡叢体積(PVE補正なし)との間には、有意な正相関が認められた ($p < 0.001$, $r_s = 0.57$)。群間比較の結果、CSF-PVE割合はCNと比較しADで有意に高く ($p < 0.005$, $d = 0.78$)、CNとMCI、MCIとAD間では有意差は認められなかった。脈絡叢体積(PVE補正なし)はCN及びMCIと比較しADで有意に高値であった。一方、CNとMCI間では有意差は認められなかった。脈絡叢体積(PVE補正あり)においても同様に、CN及びMCIと比較しADで有意に高値を示し、CNとMCI間では有意差は認められなかった(図1)。PVE補正前後での脈絡叢体積のCohen's dの変化は最大で0.04であった(小さい効果)。PVE補正前後での脈絡叢体積と各種臨床スコアとの偏相関解析の相関係数の差の検定では、PVE補正の有無でスピアマンの偏相関係数に有意な変化は認められなかった(図2)。媒介分析の結果、脈絡叢体積とPVEの程度が大きくなるほど、側脳室体積が有意に媒介していた。**【結論】** 脈絡叢が拡大するほどCSFによるPVEは大きくなるが、PVEの影響は小さいため、PVE補正前後で脈絡叢体積の群間比較及び臨床スコアとの相関解析の結果は有意に変化しなかった。ただし、脈絡叢体積とCSF-PVE割合は側脳室体積が有意に媒介するため、側脳室の拡大が高度な場合、従来の部分容積効果を考慮しない脈絡叢体積評価には注意が必要であると考えられる。

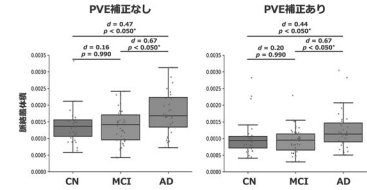


図1. PVE補正前後の脈絡叢体積分率の群間比較

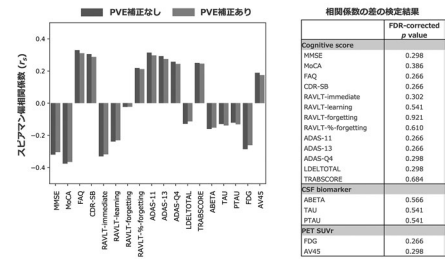


図2. PVE補正前後の脈絡叢体積分率と各種臨床スコアとの相関係数の差の検定

PS29-5 Evaluation of Velocity Measurement Accuracy of Microscopic Flow by Q-space Imaging

MRIに基づくQ空間画像化による微流速測定精度の検討

村山 敬太¹, ハツ代 諭^{2,3}, 厚見 秀樹⁴, 反町 隆俊⁴, 堀江 朋彦⁵, 今田奈津夫⁵, 黒田 輝^{1,3}

Keita Murayama¹, Satoshi Yatsushiro^{2,3}, Hideki Atsumi⁴, Takatoshi Sorimachi⁴, Tomohiko Horie⁵, Natsuo Konta⁵, Kagayaki Kuroda^{1,3}

¹Course of Electrical and Electronic Engineering, Graduate School of Engineering, Tokai University, ²BioView Inc., Tokyo, Japan, ³Department of Human and Information Science, School of Information Science and Technology, Tokai University, Kanagawa, Japan, ⁴Department of Neurosurgery, School of Medicine, Tokai University, Kanagawa, Japan, ⁵Department of Radiological Technology, Tokai University Hospital, Kanagawa, Japan

【要旨】 As a quantitative visualization of Neurofluid dynamics, the accuracy of velocity measurement by propagator analysis of the Q-space imaging was examined in a micro velocity flow phantom. As a result, micro velocity flow of about 1~10 μm/s can be quantified and visualized with sufficient accuracy.

【目的】 近年、脳脊髄液 (Cerebrospinal Fluid, CSF) と脳実質内の間質液 (Interstitial Fluid, ISF) が交換しながら脳実質内を灌流することが脳内の神経老廃物を浄化する機構に関与していることが明らかになった。このことから、これらの「脳の水」はNeurofluidと総称されるようになった。神経老廃物の一つであるβアミロイドはアルツハイマー性認知症と関連があり、これが脳内に蓄積することによって認知症が起こる可能性が指摘されている。このような病態の早期診断および治療等のために、Neurofluid動態の定量可視化および神経老廃物の浄化機構の解明が重要である。しかし、Neurofluid動態は数μm/sと非常に遅い動きのため定量可視化が困難である。そこで、本研究ではNeurofluid動態の定量可視化の基礎段階として、Q空間画像化法(Q-space Imaging, QSI)の応用の一つであるプロパゲータ解析による速度測定精度を微流速ファントムで検討した。

【方法】 Fig. 1にファントムの構造および実験系について示す。ファントムの中心のチューブ内に生理食塩水(NaCl濃度、0.9wt%)を満たし、容積式微流速ポンプ(Smooth Flow Pump Q, 株式会社タクミナ)で駆出した。チューブ周囲の空間には高吸水性ゲルを満たした。生理食塩水は溶液内の気体を除去するために真空チャンバーによる脱気処理を行った。また、チューブ内壁との間に気泡が発生することを防ぐために界面活性剤を0.1vol%で融解させた。チューブ吐出側には、サイホン現象を抑制するためにサイホン止めチャッキ弁(SC3-6E, 株式会社タクミナ)を使用した。表面張力を抑えるために吐出部分を水面に浸した状態にした。チューブ内の流量を電子天秤(Amidia AT-R, 島津製作所)で実測した。ファントム横断面を9.4Tの縦型小動物用MRI(Avance 400WB, Bruker Biospin)による拡散強調STE-EPIで撮像した。撮像条件は次の通りである: δ, 1[ms]; Δ, 1000[ms]; MPG強度, -292.74/292.74[mT/m] (73.185[mT/m]間隔で9印加); MPG印加軸, 1軸(±z軸); TE, 14.35[ms]; TR, 2000[ms]; segments, 4; FOV, 20×20[mm²]; スライス厚, 6[mm]; 再構成マトリックス, 256×256; 分解能, 0.10×0.10[mm]とした。

【結果】 拡散強調画像の横断面図をFig. 2(a)に、そこからファントムのすべてのボクセル内でQSI解析を行い得られた速度マップをFig. 2(b)に示す。本実験で使用したチューブの内径と流速においてはレイノルズ数が2000未満であり、チューブ内は層流であった。実測流量0.04~0.12[mL/min]においてポンプの実測値から計算された平均流速とQSIによって推定された平均流速との回帰直線をFig. 2(c)に示す。このときの相関係数は0.99であり、回帰直線の傾きは1.09でy切片は1.64[μm/s]であり、高い相関が見られた。

【考察】 QSIによるプロパゲータ解析によって数μm/s程度の微流速を高い精度で定量化および可視化することができた。一方、Neurofluid動態は本実験のような定常流ではなく、心拍動由来の動きなどが含まれる可能性が考えられる。そのために、そのような動きが存在する場合の本手法の有効性について検証が必要であると考えられる。

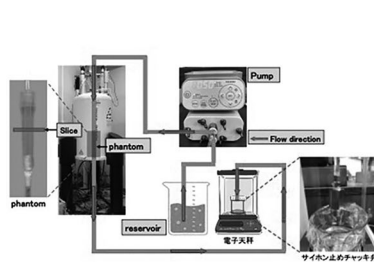


Fig. 1 実験系の概略図

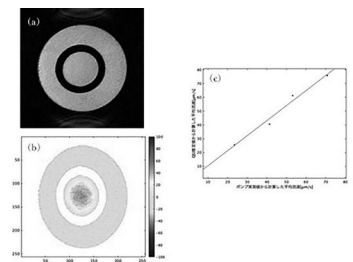


Fig. 2 実測流量0.04[mL/min]におけるファントム横断面の拡散強調画像(a)およびQSI解析によるファントム内の速度マップ(b)、ポンプの実測値とQSI推定値から計算した平均流速の関係(c)

PS Day 3

PS29-6 Observation of AQP4 function in astroglia using td-dMRI

td-dMRIを用いたアストログリアにおけるAQP4機能の観測

奥 彩乃¹, 牟田佳那子¹, 畑 純一^{1,2,3}, 岸 憲幸², 中島 龍介², 伊東多恵子², 林 直哉^{1,2}, 大城日菜子^{1,2}, 岡野 栄之^{2,3}
Ayano Oku¹, Kanako Muta¹, Junichi Hata^{1,2,3}, Noriyuki Kishi², Ryousuke Nakajima², Taeko Ito², Naoya Hayashi^{1,2},
Hinako Oshiro^{1,2}, Hideyuki Okano^{2,3}

¹Department of Radiological Sciences, Graduate School of Humanities, Tokyo Metropolitan University, ²RIKEN Center for Brain Science, ³Keio University School of Medicine

【要旨】 The function of water molecule exchange on the plasma membrane by aquaporins was evaluated using SVG p12 cultured cells. The td-dMRI results in this study suggest that time-dependent diffusion MRI may capture the function of water molecule exchange at the plasma membrane.

【背景/目的】 Aquaporin-4(AQP4)は水分子を通過させる膜タンパク質であり、脳のアストロサイトに発現し、水分子の輸送調整を通じて脳内の水恒常性を維持していると考えられている。AQP4は自閉症やアルツハイマー病などの進行への関与も報告されており、例えばアルツハイマー病ではAQP4の水分子交換機能が低下することにより、脳室中への髄液の流れが低下することがわかっている。AQP4の機能動態を早期に、そして非侵襲的に計測する方法が確立されれば、それらの疾患の超早期発見のための診断技術、治療法や新薬の開発に繋がることを期待できる。我々の研究チームは生体に先立ち、環境制御が容易な単一細胞モデル(HEK-293T細胞; ヒト胎児腎臓由来細胞)とtd-dMRIを用いた検討を行なった。その結果、td-dMRIを用いることでAQP4の水分子交換機能、及びAQP4阻害薬であるTGN-020(N-1,3,4-Thiadiazol-2-yl-3-pyridinecarboxamide)の投与によるAQP4の水分子交換機能の低下を測定可能であることを報告した。今回より生体に近い条件として、生体におけるAQP4発現細胞であるアストロサイトの株化細胞であるSVG-p12細胞(ヒト胎児グリア細胞)を用いた検討を行ったため報告する。**【方法】** 本実験は理化学研究所の研究実験委員会の承認のもと行なった。本検討にはSVG-p12(the American Type Culture Collection, USA)を用い、培養には10%FBS含有EMDM培地を用いた。継代は週一回とし、Western Blotting(WB)により、SVG-p12でのAQP4の発現を確認すると共に、td-dMRIを用いたAQP4機能の測定を行なった。td-MRIには10cmシャーレで培養した細胞を用いた。PBSで洗浄後、トリプシンで単細胞化し細胞をRNAチューブに収集し、自重による細胞沈殿を待ってからMRI撮像を行なった。この時、AQP4阻害モデルではTGN-020(R&D Systems, Inc., USA)を溶解させたPBSを使用し、コントロールではPBSを使用した。RNAチューブは専用のホルダーで固定し、周囲をフッ素溶液で満たした。本実験ではSTE-DWI sequenceを用い、Diffusion Time(DT)を13~1024ms(13, 16, 36, 64, 100, 144, 196, 256, 324, 400, 484, 576, 676, 784, 900, 1024ms)の16段階で変化させて多軸DTI(MPG duration[ms] = 2.4, Diffusion direction = 12, b value [s/mm²] = 0,800(output;200,800~1025), Gradient Strength[mT/m] = 660, TR/TE[ms] = 6000/14.8, Slice thickness[mm] = 1.5, FOV[mm] = 32 × 32, Resolution[mm] = 1 × 1)を撮像した。それぞれのDTでaxial diffusivity(AD), radial diffusivity(RD), and mean diffusivity(MD)mapを算出し、チューブ内に関心領域を設定してAD, RD, MD値を計測した。計測には9.4T-MRI(Bruker)およびソレノイドコイル(高島製作所)を使用した。**【結果/考察】** WBによりSVG-p12にAQP4の発現が確認された。MRI実験では、細胞層でコントロールとAQP4阻害モデル間に拡散時間を延長した際、AQP4阻害モデルでは拡散係数の上昇が抑制されるという有意な差が観測された。TGN-020の濃度が高いほど拡散係数の抑制の程度は大きかった。HEK-293Tと同様に、より生体に近い条件であるSVG-p12にてAQP4の阻害による水分子交換機能の低下をtd-dMRIにて捉えることができる可能性が示唆された。

INDEX

索引

座長・筆頭著者索引

数字は演題番号を示す

SL：特別講演，KS：KSMRM-JSMRM Joint Symposium，SY：シンポジウム，EL：教育講演，
OS：一般演題(口述)，PS：一般演題(ポスター)，
LS：ランチョンセミナー，MS：モーニングセミナー，
ES：イブニングセミナー，SS：スポンサードセミナー

【A】	雨宮 史織	座(SY17-1~2， 一般演題1~2)， 座(SY21-1~4)， OS11-4， 座(OS18-1~6)， 座(PS15-1~7)	井上 快児 井上 敬 猪原 匡史 今井 広 今井 宏彦 今泉 晶子 今村 壘 入江 隆介 岩澤 多恵 岩橋 立樹	PS24-3 OS30-1 SY15-1 座(EL08-1~2)，PS23-5 SY11-5 PS20-2 PS12-5 座(PS18-1~6) OS31-5 PS24-5
Aibibuli, Bahadeer	PS11-1			
【C】				
Cohen-Adad, Julien	SL03			
【F】	雨宮 知樹	EL01-2		
Fu, Ziyu	PS11-3			
【H】	綾部 佑介	PS01-5		
Hee Lee, Jung	座(KS-1~8)			
Hong Choi, Seung	KS-2			
【J】	新川 翔太	PS07-2		
Joon Cho, Hyung	KS-4			
【L】	荒木 力	SY23-1		
Lee, Jongho	KS-6			
Lee, Whal	KS-8			
Liu, Yaou	LS12-2			
【M】	荒木 智一	OS02-6		
McDonald, Marin A	LS15-2			
【T】	有田 祐起	SY06-1, SY24-4		
Tseng, Wen-Yih	SL02			
【あ】	アンディカ, クリスティーナ	KS-1		
相田 典子	SS01-2			
青木伊知男	座(SY23-1~2)			
青木 茂樹	SL01-1, 座(LS04-1), LS13-1			
青木 隆敏	座(EL11-1~2)			
青野 聡	PS21-6			
赤井 宏行	座(OS14-1~7)			
赤澤健太郎	KS-7			
赤津 敏哉	PS14-4			
赤塚 吉紘	OS04-3			
赤羽 正章	座(OS31-1~6)			
秋田 大字	座(OS06-1~6)			
秋葉 泰紀	PS02-3			
浅野 将史	OS12-1			
東 美菜子	座(SY08-1~4), 座(OS32-1~6), LS02-2, 座(LS09-1~2)			
麻生 俊彦	座(OS11-1~5)			
阿部 修	座(SL02), 座(SY22-1~4), 座(LS15-1~2), 座(MS04-1)			
安部 治彦	LS13-2			
阿部 生周	PS25-3			
天野 薫	SY21-1			
【い】	飯間 麻美	SY13-3, 座(SY26-1~5), OS10-6, 座(OS10-1~6)		
幾嶋洋一郎	OS17-4			
池上 聖人	PS23-6			
池田 欣正	SY28-4			
池野 寛康	PS08-2			
生駒 洋子	PS04-2			
伊佐 正	SY22-2			
猪坂 泰子	PS17-1			
石垣 聡子	PS06-6			
石川 応樹	PS20-5			
石崎 恒介	PS04-5			
石田 綾音	PS05-3			
石田 翔太	PS01-2, 座(PS01-1~5)			
石田 正樹	SY16-3, 座(SY16-1~6), 座(PS21-1~8)			
石原 美斗	OS03-3			
石本 優香	OS32-5, PS27-6			
井関理南子	PS23-4			
市川 暁	OS21-2			
市川 和茂	SY27-2			
市川新太郎	SY09-4, 座(PS16-1~7)			
市原 元気	EL09-2			
伊藤 彰	PS17-3			
伊東 克能	座(LS01-1~2), 座(LS08-1~2)			
伊藤 公輝	EL03-1			
伊藤 公輔	OS07-2, OS07-4			
伊東 大輝	OS03-6, 座(OS03-1~6)			
伊藤 祐介	OS33-1			
井藤 隆太	PS27-3			
伊藤 僚	OS21-4			
伊藤倫太郎	SY26-5			
稲岡 努	SY25-3, OS02-2, 座(OS02-1~6)			
稲毛 章郎	PS21-7, PS21-8			
稲富 輝	OS27-1			
戌亥 章平	OS20-1, PS07-5, PS26-5, PS27-2			
【う】				
禹 潤	EL14-1			
植田 高弘	PS24-2			
上田 博之	OS11-5			
上田 優	SY28-2, OS06-6			
上田 亮	PS28-1			
上谷 浩之	OS32-4			
上野 彰久	SY14-2			
上野 賢一	OS11-3, MS04-1			
上野 嘉子	SY05-1, EL15-1			
植松 駿	OS16-3			
植村 美穂	OS07-3			
上山 毅	OS24-3, 座(PS03-1~7)			
内田 翔	PS02-4			
内田 航	PS07-4			
内野 元晴	OS03-2			
宇都宮大輔	座(SY16-1~6), 座(OS27-1~6), 座(LS10-1)			
内海 英雄	SY03-1, PS08-7			
梅沢 栄三	OS23-2			
梅田 雅宏	OS13-5, 座(PS15-1~7)			
浦山 慎一	OS05-5			
【え】				
江戸 博美	SY06-2			
榎 凌吾	OS29-1			
遠藤 和樹	座(PS17-1~5)			
【お】				
王 偉	PS06-1			
王 錦程	OS31-6			
大内 和哉	PS09-2			
大浦 大輔	座(OS15-1~6)			
大木 望	SY25-4			
大城日菜子	OS33-3			
太田 崇詞	SY12-3			
太田 英揮	SY01-3, 座(OS29-1~6), LS01-2			
太田 靖利	EL09-1, OS27-5, MS01-2			
太田 理恵	SY13-5			
大滝 裕香	LS05-2			
大谷 紗代	OS16-4			
大塚 洋和	PS19-3			
大塚 勇平	PS16-1			

大野 良治	OS22-1, 座(OS27-1~6), OS31-3, OS31-4, LS06-2	川崎 久充	OS02-1	【こ】	
大場 洋	座(PS27-1~7)	川崎 真啓	OS22-5, OS22-6	小池 玄文	OS08-1, LS08-1
大橋 一範	OS10-3	川崎 侑紀	PS24-1	小泉 達也	OS09-1, OS09-2
大橋 俊夫	OS25-2	川島 博子	PS06-2	國領 大介	PS08-6
大宮 慶恵	PS24-4	河野 裕樹	OS04-6	小澤 栄人	座(SY12-1~3)
大湯 和彦	PS08-1, PS27-1	香取 慶哉	PS20-3	五島 聡	座(SY02-1~5), 座(SY14-1~6), 座(OS12-1~6), 座(LS06-1~2), MS03-2
岡崎 美結	PS09-1	神波 一穂	OS16-6		
岡澤 藍夏	OS10-4	【き】		小菅 正嗣	OS14-7
岡沢 秀彦	座(LS14-1~2)	菊田 潤子	SY15-2, PS28-2	巨瀬 勝美	SL01-2, PS09-4, 座(PS09-1~7), PS25-2
岡田 知久	座(SL01-1~2), PS19-1, 座(PS19-1~7)	木口 海晟	OS28-3	後藤 政実	OS23-5
小川 誠二	SY23-2	菊地 一史	OS20-5, 座(PS22-1~7)	後藤眞理子	SY13-2, 座(EL10-1~2), 座(PS06-1~6)
小川 拓実	PS16-4	菊地 條	OS01-6	後藤 康裕	PS18-3
奥 彩乃	PS29-6	菊池 穂香	SY05-2	小沼 昇太	OS01-4
奥田 茂男	SY01-5, 座(EL09-1~2)	岸本 理和	OS03-5	小林 正周	SY17-2
小口 和浩	PS19-4	北井 里実	LS07-2	駒 萌乃	PS08-3
小口 玲奈	OS26-4	北尾 梓	SY14-3	小牧 裕司	SY11-3
奥村健一朗	OS14-3	北川 久	SY08-1	児山 博亮	OS06-5
尾崎 公美	KS-3, SY14-4	北島 美香	SY10-4	今田奈津夫	OS26-5
尾崎 正則	座(PS13-1~6)	橘川 薫	SY25-5		
押尾 晃一	SY19-4, 座(OS25-1~5), 座(OS33-1~6)	木戸 晶	座(SY09-1~5), SY12-2, 座(PS24-1~5)	【さ】	
尾尻 博也	座(EL03-1~2)	城戸 倫之	LS10-1	齋田 司	座(SY12-1~3), OS08-2, 座(PS24-1~5)
尾田清太郎	SY16-4	城所 博之	SY10-1	齊藤 寛	PS22-4
小野田 農	SY14-1	木下 学	SY05-4, OS24-5, 座(OS32-1~6)	齋藤 茂芳	SY11-1, SY22-4
小島 隆行	座(SY02-1~5), 座(SY09-1~5), 座(SY21-1~4)	木下 友都	PS02-1	斎藤 駿	OS32-1
小原 真	OS18-1	木村浩一朗	OS06-3	斎藤 勇哉	SY04-1
【か】		木村 天馬	PS02-5	佐伯 幸弘	PS17-5
加賀 徹郎	OS12-2	京谷 勉輔	OS18-5, OS20-6, LS09-1	酒井 晃二	座(PS08-1~7)
郭 森	PS03-3	桐生 茂	座(SY07-1~3), PS11-2, 座(PS11-1~7)	酒井 亮介	OS04-4
掛田 伸吾	SY08-4, LS03-1	【く】		阪口 怜奈	OS10-5
鍛冶 翼	LS12-1	権 池勲	OS14-1, OS33-6, 座(PS20-1~6)	坂田健太郎	SY17-1, OS16-5
片岡 正子	SY05-5, 座(SY08-1~4)	朽名 英明	OS22-4	坂田 弥生	OS10-2
片平 和博	MS02-1, ES01-2	工藤 與亮	SY18-1, 座(SY19-1~4), 座(OS18-1~6), LS04-1, 座(ES01-1~2)	坂本 俊宏	OS27-4
加藤 駿	PS03-6	國枝 和輝	OS09-5	佐川 肇	座(OS07-1~6)
加藤 真吾	SY16-5	國松 聡	座(PS07-1~6)	鷺山 幸二	PS19-6
加藤 伸平	OS33-2	國松奈津子	PS06-3	迫田 和也	PS20-1
加藤 扶美	EL10-2	久野 博文	EL03-2	笹尾 明	PS10-4
加藤 真奈	PS21-1	久保 均	OS05-4	篠ヶ瀬 知	PS12-1
加藤 裕	座(SY27-1~5), OS09-7	久保田一徳	座(SY13-1~5), 座(PS06-1~6)	佐々木真理	SY18-2
金子貴久子	PS05-7	熊澤 誠志	PS05-1	佐々木美穂	OS32-3
金子 智喜	PS15-7	桑 一矢	PS05-2	佐志 隆士	座(PS12-1~5)
金丸 訓子	OS32-2	倉持 桃花	PS09-3	佐竹 弘子	座(SY13-1~5), 座(OS10-1~6)
鹿戸 将史	LS11-1	栗林 秀人	EL06-2, 座(EL06-1~2), 座(OS09-1~7), OS13-1, OS13-2, OS13-3, 座(OS13-1~6)	佐藤 典子	座(OS30-1~4)
椛沢 宏之	SY02-2, OS05-6, 座(PS25-1~5)			佐藤 吉海	OS21-1
鎌形 康司	SY09-5, 座(SY15-1~3), 座(SY26-1~5), PS26-7			佐藤 良	座(PS02-1~5)
神尾 諭	PS09-7			佐野 勝廣	座(EL14-1~2), 座(OS03-1~6), OS33-5
上村 清央	SY24-3, OS30-4, 座(PS08-1~7)	黒川 華怜	PS15-4	佐原 慈佳	OS11-2
神谷 昂平	座(OS33-1~6)	黒川 遼	OS30-3, 座(PS27-1~7)		
亀田 浩之	SY19-1	黒澤 隆那	OS21-5	【し】	
川井 茅乃	PS15-2	黒田 輝	座(SY03-1~3), 座(SY15-1~3), 座(SY19-2, SY28-1, 座(OS26-1~6), 座(LS13-1~2)	椎名 勲	PS18-4
河合 信行	OS15-3			塩谷 優	OS27-2, OS27-3
川口 翔平	OS19-3			篠原 郁人	PS12-2
川口 尚希	OS20-4			柴田 寿一	OS24-2
川口 拓之	座(EL04-1~2)			柴田 美穂	PS20-4
川崎 智博	OS28-2			渋谷 周平	座(PS28-1~5)
				清水 幸三	PS03-5
				下出 剛史	OS28-4
				庄田 真一	PS22-1
				白猪 亨	EL07-1
				新宅 知博	OS17-3

新本 弘	座(OS06-1~6)	竹井 直行	OS17-5, PS01-4, 座(PS01-1~5)	長濱 宏史	PS05-5
【す】		竹島 秀則	座(OS24-1~6), PS25-5	中村 和浩	OS05-1
菅 幹生	SY03-2	竹田 篤史	PS23-3	中村 浩也	PS10-3
杉本 昂平	OS06-4	武田 啓太	PS26-4	中村 優子	座(SY14-1~6), 座(OS12-1~6)
杉本 裕汰	OS23-6	竹永 智美	OS14-4	中本 篤	座(EL15-1~2), LS01-1
鈴木 康平	PS25-4	竹原 康雄	座(SY01-1~6)	仲谷 元	PS09-6, PS28-4
鈴木 淳平	ES03-1	竹山 信之	OS08-3, 座(OS08-1~5), 座(PS04-1~5)	中山 怜那	OS10-1
鈴木 大介	OS04-5			【に】	
鈴木 千里	PS11-5	田島 拓	PS03-1	新津 守	座(OS04-1~6)
鈴木 秀郷	OS14-2	多田 朱里	OS03-1	新谷 好正	SY27-1
鈴木 政司	OS09-3	立花 泰彦	SY09-1, 座(OS24-1~6)	西江 昭弘	座(EL13-1~2)
鈴木 雄一	座(SY04-1~2), 座(SY20-1), PS07-3	辰尾宗一郎	SY27-4	西澤 直人	OS02-3
須藤 志保	PS22-6	立野 友香	PS26-3	西原 崇	OS12-5
住吉 晃	SY09-3	田中 優衣	OS27-6	西山 翔	OS07-6
【せ】		田中 雄也	PS29-2	新田 展大	OS25-4
関 布美子	座(SY11-1~6)	田中 洋次	OS30-2	二宮 一宙	OS12-3
関根 鉄朗	SY02-5, 座(OS31-1~6)	田邊 頌章	OS03-4	二宮 将章	OS19-4
関根 永久	PS08-4	田辺 昌寛	EL13-1	丹羽 徹	座(SY07-1~3), 座(SY10-1~4)
瀬口真友香	PS20-6	谷口 陽	PS08-5		
妹尾 大樹	PS21-2	玉田 大輝	SY09-2	【ぬ】	
		玉田 勉	MS03-1	沼野 智一	OS01-1, OS01-2, 座(OS01-1~6)
【そ】		【つ】		沼元 瞳	OS17-2
曾我 茂義	SY07-3	辻 和貴	PS11-4		
祖父江慶太郎	SY14-5, 座(OS14-1~7)	辻 慶歩	OS29-2	【の】	
杉澤 文紀	OS07-1	対馬 義人	Topics, 座(Topics, SS01-1~2)	野上 宗伸	LS14-2
				野崎 敦	PS14-6
【た】		坪山 尚寛	SY27-3	野崎 太希	SY25-2
タ, キンキン	SY24-6	釣木澤朋和	EL05-1, 座(EL05-1~2)	野澤久美子	座(Topics, SS01-1~2)
田泉 智明	PS16-2	鶴島 康晃	PS26-1	野田 佳史	SY02-4
台丸谷卓真	OS15-4	【て】		野村 敬清	SY07-1
平 直記	OS18-4	寺田 理希	SY01-6		
田岡 俊昭	座(SY18-1~3), 座(SY22-1~4), SY24-5, 座(SY24-1~6), OS16-2, 座(OS16-1~6), PS10-1, 座(PS10-1~4), 座(PS29-1~6)	寺田 康彦	座(EL07-1~2), EL08-2, 座(OS05-1~6), 座(OS22-1~6)	【は】	
高尾正一郎	座(SY25-1~5)	【と】		拝師 智之	EL04-1
高尾 友也	OS08-5	土肥 省吾	PS18-2	萩原 彰文	SY10-2, OS25-1, LS15-1
高尾 英正	座(OS20-1~6), 座(PS09-1~7)	土井 司	SY28-3, OS26-1, 座(OS26-1~6)	橋村 宏美	SY16-6
高草木洋一	座(OS13-1~6)	道津 剛明	PS18-5	長谷川晋也	PS28-5
高瀬 伸一	SY16-2	榎尾 理	座(EL01-1~2), 座(OS15-1~6), OS18-2, LS02-1	畑 純一	座(SY22-1~4), SY26-2, 座(OS11-1~5)
高堂 裕平	座(PS19-1~7)	時杉 知佳	PS07-1	秦 博文	SY28-5, PS16-3
高野 晋	SY27-5, 座(PS17-1~5)	徳永 雄大	OS12-4	ハック, ハスナイン	PS06-4
高橋 一広	PS01-1	徳山 武一	PS18-6	服部 真也	EL12-2
高橋賢一郎	SY01-2	栃堀 葉南	OS23-3	服部 尚史	OS04-2
高橋 哲	座(SY06-1~2)	富安もよこ	SY10-3, 座(OS28-1~6)	羽鳥 翔平	OS05-3
高橋沙奈江	座(SY27-1~5)	富山 颯	PS22-3	花田 洗一	OS21-3
高橋 順士	座(SY28-1~6)	富山 弘樹	PS18-1	波部 哲史	OS01-5
高橋 典馬	OS15-2	【な】		林 拓也	SY21-4
高橋 将斗	OS24-1	名内 存人	座(OS23-1~6), PS11-7	林 達也	座(PS20-1~6)
高橋 雅道	SY18-3	永井 康宏	OS19-2, OS29-4	林 直弥	PS26-6
高橋 昌哉	EL06-1, 座(PS28-1~5)	中川 貞裕	PS16-5	原 祥子	座(KS-1~8), SY15-3, 座(EL02-1~2), PS29-3, 座(PS29-1~6)
高畑 暁子	EL15-2	中澤 智子	PS17-4	原子 満	PS16-7
高林 海斗	PS29-4	中島 雅大	OS19-1	原田 邦明	座(ES03-1~2)
高原 太郎	SY13-4	長田 周治	EL11-2	原田 翔平	OS23-4
高見 康景	PS19-7	中田 和佳	座(EL12-1~2)	原田太以佑	EL01-1
高山 幸久	EL13-2, OS12-6	長縄 慎二	座(SL03), SY02-3, 座(OS25-1~5)	原田 雅史	座(OS28-1~6), LS09-2
瀧澤 将宏	PS13-2, PS13-3, PS21-5	中西 一成	OS17-1	【ひ】	
内匠 浩二	PS19-5	中野 淳史	PS09-5	檜垣 篤	OS06-1

兵頭 朋子	座(SY02-1~5)	真鍋 徳子	SY01-1,	八幡 憲明	SY22-3, 座(OS19-1~6)
兵藤 文紀	PS22-7		座(SY28-1~6),	矢部 邦宏	OS26-3
兵藤 良太	SY01-4		座(OS29-1~6),	矢部 花	PS22-2
平井 俊範	座(SL01-1~2),		座(LS05-1~2),	山岡 哲二	SY11-4
	座(LS03-1~2)		座(MS01-1~2)	山岸 陽助	OS06-2
平田 恵哉	PS13-1	マリス, パディム	OS13-6	山口 健	EL10-1
平野 稔幸	OS14-6	丸崎 拓斗	PS15-6	山越 一統	PS14-1
				山崎 奎吾	PS05-4
				山崎 俊介	OS26-2
				山城 晶弘	PS02-2
				山田 恵	SY08-2, 座(PS05-1~7),
					座(LS02-1~2)
				山田 恵	座(LS12-1~2)
				山田 洋次	OS01-3
				山本 亮	PS04-3
				山本 麻子	EL12-1, LS06-1
				山本 詩子	OS09-6, OS28-1
【ふ】		【み】		【よ】	
福倉 良彦	座(PS22-1~7),	三浦 悠輔	OS04-1	横田 元	座(OS21-1~5),
	座(MS02-1)	三賀山諒司	OS18-3		座(PS07-1~6)
福澤 圭	SY20-1, SY28-6	三木聡一郎	座(PS11-1~7)	吉浦 敬	座(SY24-1~6),
福島 啓太	SY16-1, MS01-1	三木 幸雄	座(PS26-1~7),		座(OS16-1~6)
福田 萌乃	PS05-6		座(LS11-1)	吉岡 直紀	OS24-4
福地 治之	PS01-3, 座(PS14-1~6)	水野 直和	LS05-1	吉川 健啓	座(PS21-1~8)
福永 雅喜	座(SY05-1~5), SY21-2,	緑川 竜司	PS04-1	吉田 聖奈	PS15-5, PS27-7
	座(SY23-1~2), EL05-2	南川 友貴	PS27-5	吉田 博一	OS24-6
藤井 進也	座(OS08-1~5),	宮崎 治	SS01-1	吉田 礼	EL08-1
	座(LS07-1~2)	宮崎美津恵	座(OS17-1~6),	吉永 壮佐	座(SY11-1~6)
藤崎 瑛隆	SY25-1		OS25-3, 座(PS18-1~6)	吉満 研吾	座(OS01-1~6)
藤田 翔平	SY26-1, OS19-5	宮武 祐士	OS15-1	米田 哲也	座(SY17-1~2,
藤田 直人	OS23-1	宮地 利明	SY05-3, SY19-3,		一般演題1~2),
藤田 展宏	SY14-6		座(PS13-1~6)		座(OS20-1~6)
藤永 康成	LS08-2	宮本 良仁	PS14-2	米山 正己	座(OS17-1~6),
藤永 憲幸	ES01-1	三好 光晴	OS13-4, OS17-6		座(OS21-1~5)
伏見 育崇	EL02-2, OS19-6,				
	座(OS19-1~6), LS14-1	【む】			
藤本 肇	座(SY25-1~5),	麦倉 俊司	座(PS26-1~7)		
	座(OS04-1~6)	牟田佳那子	OS11-1		
船戸 陽平	OS15-5	村上 卓道	座(MS03-1~2)		
舟山 慧	KS-5, SY26-4	村田 勝俊	座(OS09-1~7),		
古河 勇樹	PS21-3		PS23-1, PS23-2,		
古田 寿宏	座(PS12-1~5)		座(PS23-1~6)		
		村山 和宏	座(PS14-1~6)		
		村山 敬太	PS29-5		
		村山 大知	PS26-2		
【ほ】		【も】		【る】	
外村 政道	OS22-2, OS22-3	毛 懿俊	PS12-4	羅 紀竜	PS10-2
星子 弘之	PS03-7	持木 瑞規	OS02-5		
堀 大樹	SY04-2	本杉宇太郎	SY11-2		
堀 正明	SY02-1, 座(SY05-1~5),	初山 直人	OS05-2		
	SY24-1, EL04-2	森 昂也	EL07-2		
堀 祐樹	PS15-1	森 菜緒子	SY13-1, LS07-1		
堀内 沙矢	座(OS02-1~6)	森 壱	座(PS02-1~5)		
本田 菜也	SY26-3	森 勇樹	SY11-6		
本寺 哲一	PS21-4	森阪 裕之	EL14-2		
		森田 康祐	OS29-5		
		森田 裕	PS13-5		
		守田 裕一	PS29-1		
		森田 佳明	OS29-3, OS29-6,		
			OS31-1		
		守屋 和典	PS16-6		
		森山 康基	PS12-3		
		森分 周子	OS07-5, PS11-6,		
			PS17-2		
		諸田 智章	OS02-4		
【ま】		【や】			
前川 朋子	SY08-3, SY24-2,	八木 一夫	一般演題1, 一般演題2,		
	OS16-1, 座(PS05-1~7)		OS26-6, OS28-6		
牧野 達哉	PS07-6	八坂耕一郎	座(OS22-1~6)		
牧原 佑樹	OS09-4	安田 政実	SY12-1		
正本 和人	SY21-3	安富 美香	OS14-5		
増井 孝之	LS03-2	八ツ代 諭	SY03-3, OS25-5		
増田阿紗子	PS14-3	柳谷 雄一	PS14-5		
松尾 政之	PS22-5	矢野竜太郎	PS03-4		
松澤 等	ES03-2				
松島 孝昌	PS06-5				
松田 豪	PS13-4				
松田 祐貴	OS18-6				
松本謙一郎	PS15-3				
松元 慎吾	OS28-5				
松本 知博	SY07-2				
松元 友暉	PS19-2				
松本 涉	PS25-1				

座長・著者索引

数字は演題番号を示す

SL : Special Lecture, KS : KSMRM-JSMRM Joint Symposium,
 SY : Symposium, EL : Educational Lecture,
 OS : Oral Session, PS : Poster Session,
 LS : Luncheon Seminar, MS : Morning Seminar,
 ES : Evening Seminar, SS : Sponsored Seminar

[A]				[B]	
Abdelazim, Elhelaly	PS22-7	Amemiya, Shiiori	座(SY17-1~2, 一般演題1~2), 座(SY21-1~4), OS11-4, 座(OS18-1~6), OS33-2, PS07-5, 座(PS15-1~7) EL01-2 PS16-6	Asayama, Yoshiki	PS18-5
Abe, Haruhiko	OS26-2, OS26-5, LS13-2	Amemiya, Tomoki	座(SY10-1~4), OS10-5	Aso, Toshihiko	座(OS11-1~5)
Abe, Michika	PS25-3	Ando, Kumiko	OS33-6	Atarashi, Ryo	PS08-3
Abe, Osamu	座(SL02), 座(SY22-1~4), OS06-5, OS11-4, OS14-4, OS16-5, OS20-1, OS24-2, OS24-3, OS32-2, OS33-2, PS01-3, PS03-1, PS07-2, PS07-3, PS07-5, PS09-6, PS09-7, PS11-2, PS26-5, PS28-4, PS29-1, PS29-2, 座(LS15-1~2), 座(MS04-1)	Anoop, D V	OS15-1	Atsumi, Hideki	SY19-2, OS25-5, PS29-5
Abe, Shinji	OS24-1	Anzai, Kazuto	PS21-6	Awai, Kazuo	OS12-5
Adachi, Kazumasa	PS09-6	Aoike, Takuya	座(SY23-1~2), PS15-3	Ayabe, Yusuke	PS01-5
Adachi, Yasuo	PS15-7	Aoki, Ichio	座(SY23-1~2), PS15-3	Azuma, Minako	座(SY08-1~4), OS15-2, 座(OS32-1~6), PS18-2, LS02-2, 座(LS09-1~2)
Ahn, Sangtae	OS17-5	Aoki, Jun	OS31-5		
Ahn, Sinyeob	OS13-1, OS13-2, OS13-3	Aoki, Shigeki	SL01-1, SY04-1, OS16-1, OS19-5, OS23-5, OS24-4, OS25-1, OS26-2, OS32-6, OS33-5, PS03-2, PS03-3, PS05-4, PS07-4, PS08-4, PS09-6, PS09-7, PS11-1, PS14-4, PS23-1, PS23-2, PS26-7, PS27-7, PS28-2, PS28-4, PS29-1, PS29-2, PS29-3, PS29-4, 座(LS04-1), LS13-1 PS01-3	Baba, Akira	OS30-3
Aibibuli, Bahadeer	PS11-1	Aoki, Shigeru	PS01-3	Baba, Tomohisa	OS31-5
Aida, Noriko	SS01-2	Aoki, Takatoshi	座(EL11-1~2), OS27-4	Baba, Yasutaka	OS06-2, PS20-4, PS21-2, PS24-3
Aizawa, Wakana	OS09-1, OS09-2	Aono, Satoru	PS21-6	Bae, Won	OS25-3
Aizawa, Yasunori	OS11-2	Aoyama, Yuki	PS27-7	Bae, Won Bae	OS13-6
Akahane, Masaaki	OS24-4, 座(OS31-1~6), PS03-1, PS11-2	Arai, Koichi	OS05-3	Benkert, Thomas	OS08-1
Akai, Hiroyuki	座(OS14-1~7), OS33-2, PS03-1, PS11-2	Arai, Takeshi	OS14-7	Bitto, Yoshitaka	座(SY19-1~4), 座(OS05-1~6), OS12-5, PS08-5, PS28-3
Akai, Ryota	OS22-5, OS22-6	Arai, Yukika	OS30-2	Brada, Rafi	OS17-5
Akasaka, Thai	PS19-1	Arakawa, Shota	PS07-2	Burns, Brian	PS01-4
Akashi, Toshiaki	OS25-1, PS03-2, PS07-4, PS09-7, PS11-1, PS26-7, PS27-7, PS29-1, PS29-2, PS29-4	Araki, Tomokazu	OS02-4, OS02-6, PS26-1 SY23-1		
Akatsu, Toshiya	PS01-3, PS14-4	Araki, Tsutomu	OS14-5, OS20-4, PS26-6	[C]	
Akatsuka, Yoshihiro	OS04-3, OS07-3, PS12-5	Araki, Yoichi	OS14-5, OS20-4, PS26-6	Chen, Hongkai	PS03-3, PS28-2, PS29-3
Akazawa, Kentaro	KS-7, OS20-2, PS08-2	Ardakani, Ilya	PS27-7	Christina, Andica	KS-1, OS16-1
Akegawa, Yoshinao	PS12-1	Arita, Hideyuki	OS24-5	Cloos, Martijn	OS05-5
Akiba, Taiki	PS02-3	Arita, Yuki	SY06-1, SY24-4	Cohen-Adad, Julien	SL03
Akita, Hiroataka	座(OS06-1~6)	Arizono, Eri	OS20-4, PS26-6		
Alperin, Noam	SY19-3	Asaka, Hirokazu	OS18-5, OS20-6	[D]	
Amano, Jun	PS08-3	Asakawa, Yasumasa	PS16-7	Daida, Hiroyuki	OS23-5
Amano, Kaoru	SY21-1	Asano, Kenichiro	OS32-3	Daimaruya, Takuma	OS15-4, OS15-5, PS08-1, PS27-1
		Asano, Masashi	OS12-1	Doi, Shogo	PS18-2
		Asano, Takeshi	OS17-1	Doi, Tsukasa	SY28-3, OS26-1, OS26-3, 座(OS26-1~6)
				Dotsu, Takeaki	PS18-5
				Du, Jichen	PS10-2
				[E]	
				Edo, Hiromi	SY06-2
				Eguchi, Kentarou	OS14-7
				Eida, Sato	PS26-4
				Ejima, Fumitaka	PS23-5
				Ellingson, Benjamin	OS30-3
				Elsayed, Abdelazim	PS22-1
				Endo, Hidenori	OS30-1
				Endo, Kazuki	座(PS17-1~5)
				Endo, Makoto	PS19-6
				Endou, Yuta	PS09-4

Higashi, Tatsuya	PS20-2	【 I 】	Inui, Shohei	OS20-1, PS07-5,	
Higuchi, Maika	OS08-3	Ibaraki, Masanobu	PS01-1	PS26-5, PS27-2	
Higuchi, Makoto	PS15-1	Ichiba, Yoshito	OS10-6, OS27-2,	座(PS18-1~6)	
Hino, Takuya	PS19-6		OS27-3, OS29-3	SY22-2	
Hioki, Maya	OS13-5	Ichihara, Genki	EL09-2	PS17-1	
Hirabayashi, Toshiyuki	PS15-1	Ichikawa, Akira	OS21-2, PS02-1	PS07-6, PS15-5,	
Hirai, Toshinori	座(SL01-1~2), SY10-4,	Ichikawa, Kazushige	SY27-2, OS16-2	PS23-4, PS27-7,	
	OS22-2, OS22-3,	Ichikawa, Shintaro	SY09-4, OS01-3,	PS29-4	
	OS29-5, OS32-4,		OS23-6, 座(PS16-1~7)	PS05-3	
	PS05-6, PS26-5,	Ichino, Satoshi	PS12-1	SY16-3,	
	座(LS03-1~2)	Ichinohe, fumihito	PS15-7	座(SY16-1~6),	
Hirano, Hiroshi	OS26-3	Ichinose, Nobuyasu	OS16-2, OS17-2	座(PS21-1~8)	
Hirano, Jinichi	PS28-1	Ideguchi, Takeshi	PS27-5	Ishida, Masanori	OS06-5, OS14-5
Hirano, Toshiyuki	OS12-4, OS14-6	Ihara, Masafumi	SY15-1	Ishida, Shota	OS18-1, OS18-2,
Hirano, Yoshiyuki	OS11-2	Iijima, Ryu	OS21-2, PS02-1		OS18-6, PS01-2,
Hirano, Yuichiro	OS24-4	Iijima, Satoshi	OS10-3		座(PS01-1~5)
Hirata, Hiroshi	OS28-5, PS22-2,	Iima, Mami	SY13-3, 座(SY26-1~5),	Ishida, Takahiro	PS12-1
	PS22-3, PS22-4,		OS10-1, OS10-4,	Ishida, Takashi	OS21-1
	PS22-6		OS10-5, OS10-6,	Ishida, Tomonari	PS14-3
Hirata, Keiya	PS13-1		座(OS10-1~6), PS11-4	Ishigaki, Satoko	PS06-6
Hiratsuka, Shinnosuke	PS27-3	Ikebe, Eiichi	OS02-3	Ishigame, Keiichi	OS02-4, OS02-6,
Hirayama, Mariko	OS31-5	Ikeda, Hiroko	PS06-2		PS26-1
Hirayama, Ryoichi	PS20-2	Ikeda, Hiroataka	OS22-1, OS31-3,	Ishigami, Kosei	OS27-1
Hitachi, Shin	EL11-1		OS31-4	Ishigami, Kousei	OS18-2, OS20-5,
Hiwatashi, Akio	OS19-1	Ikeda, Masako	OS24-6		PS19-6
Hojo, Yuri	PS14-1	Ikeda, momo	OS06-3	Ishiguro, Toshitaka	OS08-2
Hokamura, Masamichi	OS22-2, OS22-3,	Ikeda, Satoshi	OS16-4, OS19-6	Ishihara, Yoshito	OS01-1, OS01-2,
	OS32-4	Ikeda, Yoshimasa	SY28-4, PS01-5		OS01-4, OS01-6,
Honda, Masatoshi	OS08-4, OS12-2,	Ikedo, Masato	OS22-1, OS31-4,		OS03-1, OS03-2,
	OS33-6		PS24-2		OS03-3
Honda, Maya	SY26-3, OS10-1,	Ikegami, Shoto	PS23-6	Ishii, Kenji	OS18-4
	OS10-4, OS10-5	Ikeno, Hiroyasu	PS08-2	Ishikawa, Masaki	PS20-5
Honda, Toru	SY12-3	Ikenouchi, Utaka	PS01-3	Ishikawa, Rumiko	OS02-2
Honda, Yukiko	OS12-5	Ikenouchi, Yutaka	PS14-4	Ishikawa, Satoshi	OS26-3
Hondera, Tetsuichi	PS21-4	Ikoma, Yoko	PS04-2, PS20-2	Ishimoto, Yuka	OS17-3, OS32-3,
Hong Choi, Seung	KS-2	Ikushima, Yoichiro	OS12-6, OS17-3,		OS32-5, PS27-6
Hongo, Norio	PS18-5		OS17-4, OS32-5,	Ishiwada, Tadahiro	OS30-2
Honjo, Naomi	OS15-1		PS14-6, PS27-6	Ishizaka, Kinya	OS28-2, PS21-6
Honmou, Osamu	PS05-5	Imahori, Kiko	PS12-4	Ishizaki, Kousuke	PS04-5
Hori, Hiroki	SY04-2	Imai, Hirohiko	SY11-5, OS09-6,	Itahashi, Takashi	PS08-6
Hori, Masaaki	SY02-1, 座(SY05-1~5),		OS28-1, OS28-3	Ito, Aya	PS05-5
	SY24-1, EL04-2,	Imai, Hiroshi	座(EL08-1~2),	Ito, Daiki	OS01-1, OS01-2,
	OS16-1, OS33-5,		OS08-1, OS30-4,		OS01-4, OS01-5,
	PS07-4, PS09-6,		PS20-1, PS23-5		OS01-6, OS03-1,
	PS23-1, PS26-1,	Imai, Kuniharu	OS12-3, PS17-3		OS03-2, OS03-3,
	PS29-3	Imai, Rimika	OS17-2		OS03-4, OS03-6,
Hori, Yoshiro	OS08-3	Imaizumi, Akiko	PS20-2		座(OS03-1~6)
Hori, Yuki	PS15-1	Imamura, Rui	OS04-3, OS07-3,	Ito, Katsuyoshi	座(SL01-1~2),
Hori, Yukiko	PS15-1		PS12-5		座(LS08-1~2)
Horie, Tomohiko	SY19-2, OS25-5,	Imamura, Takuroh	PS18-2	Ito, Kimiteru	EL03-1
	OS26-5, PS29-5	Imanishi, Keiho	PS11-4	Ito, Kosuke	OS07-2, OS07-4,
Horikoshi, Hiroyuki	OS02-5	Inaba, Tadashi	OS26-6, OS28-6		OS07-5, OS19-5,
Horinouchi, Hiroki	OS27-5	Inadomi, Hikaru	OS02-3, OS27-1		OS20-6, PS08-5,
Horiuchi, Saya	座(OS02-1~6)	Inage, Akio	PS21-7, PS21-8		PS11-6, PS13-2
Hoshiko, Hiroyuki	PS03-7	Inaji, Motoki	OS18-4	Ito, Rintaro	SY26-5, OS16-2
Hoshino, Tsutomu	PS25-5	Inaoka, Tsutomu	SY25-3, OS02-2,	Ito, Ryo	OS21-3, OS21-4,
Hoshino, Yasunobu	OS25-1, PS09-6		座(OS02-1~6),		OS21-5
Hoshino, Yukihiro	PS12-3		OS04-4	Ito, Ryuta	PS27-3
Hoshino, Yusuke	OS07-5, PS17-2	Inoue A., Takashi	PS23-6	Ito, Shuichi	OS16-4, OS19-6
Hotta, Atsushi	SY07-2	Inoue, Eisuke	OS08-3	Ito, Taeko	PS29-6
Hukushima, Kenji	PS21-2	Inoue, Kaiji	OS09-3, PS24-3	Ito, Yosuke	OS11-5
Hyodo, Fuminori	OS12-1, OS12-2,	Inoue, Kei	OS08-2	Ito, Yusuke	OS33-1
	PS22-1, PS22-5,	Inoue, Ken-ichi	PS15-1	Itoh, Akira	PS17-3
	PS22-7	Inoue, Shima	PS24-5	Iwahashi, Tatsuki	PS24-5
Hyodo, Ryota	SY01-4	Inoue, Takashi	OS30-1, PS07-1	Iwai, Yasunori	PS14-3
Hyodo, Tomoko	座(SY02-1~5)	Inoue, Yusuke	PS16-3	Iwanaga, Hideyuki	OS16-5, OS24-3,
					PS07-2, PS07-3

Iwanaga, Takashi	OS30-4, PS19-3, PS19-5, PS20-1, PS23-5	Kameda, Hiroyuki	SY19-1, PS09-3	Katsuki, Sinsuke	OS04-1
Iwao, Yoshiyuki	PS18-5	Kamiguchi, Hiroyuki	OS11-3, OS15-6, OS33-4, PS11-5, PS11-7	Katsumata, Yasutomo	OS08-4, OS14-1, OS29-2, OS33-6, PS18-3, PS18-4
Iwaoki, Haruhiko	PS15-1	Kamimura, Kiyohisa	SY24-3, OS30-4, 座(PS08-1~7), PS23-5	Katsumata, Yoshinori	EL09-2
Iwasa, Hidenori	PS14-1	Kamio, Satoru	PS08-4, PS09-7	Kawachi, Mayuko	PS24-5
Iwasaki, Ryouta	PS22-5	Kamishima, Tamotsu	PS12-4	Kawachi, Yuki	PS23-3
Iwasaki, Takahiro	OS16-5	Kamitani, Takeshi	OS27-1, PS19-6	Kawada, Hiroshi	OS15-3, PS22-5
Iwasawa, Tae	OS31-5	Kamiya, Kohei	PS23-1	Kawaguchi, Hiroshi	座(EL04-1~2)
Iwase, Akiyoshi	OS22-1, OS23-4, OS31-4	Kamiya, Kouhei	OS16-1, OS33-5, 座(OS33-1~6)	Kawaguchi, Naoki	OS20-4, PS26-6
Iwashita, Koya	OS32-4	Kan, Hirohito	OS19-1, OS19-3	Kawaguchi, Shohei	OS19-3
Iwata, Hitoshi	OS29-1	Kanamoto, Masayuki	OS18-6, PS01-2	Kawaguchi, Takatsune	OS19-1
Iwata, Kaori	PS17-4	Kanao, Kento	OS06-2	Kawai, Chino	PS15-2, PS15-4
Iwata, Rui	OS02-2	Kanao, Shotaro	OS10-5	Kawai, Kenji	PS07-1
		Kanazawa, Yuki	PS08-5, PS19-2, PS20-6	Kawai, Nobuyuki	OS12-1, OS12-2, OS15-3
[J]				Kawakami, Go	EL14-1
Jihun, Kwon	PS18-4	Kandori, Keiya	PS20-3	Kawamori, Ryuzo	PS09-7, PS28-2
Jinbin, Lu	PS06-1	Kaneda, Daita	OS20-1, PS27-2	Kawanishi, Keita	PS25-4
Jingu, Ryotaro	OS12-6	Kaneda, Takahiko	OS07-1	Kawano, Hiroki	OS04-6
Jinzaki, Masahiro	OS01-5, OS03-6	Kaneko, Keiko	OS02-1, OS04-1	Kawasaki, Hideo	OS26-2, PS21-3
Joby C, John	OS33-6	Kaneko, Kikuko	PS05-7, PS15-7	Kawasaki, Hisamitsu	OS02-1
Johannes M., Peeters	OS33-6	Kaneko, Takaaki	OS11-1	Kawasaki, Hisamitu	OS04-1
Joon Cho, Hyung	KS-4	Kaneko, Tomoki	PS02-2, PS05-7, PS15-7	Kawasaki, Masahiro	OS22-5, OS22-6
				Kawasaki, Tomohiro	OS28-2
[K]				Kawasaki, Yuki	PS24-1
Kabasawa, Hiroyuki	SY02-2, OS05-6, PS17-1, 座(PS25-1~5)	Kanemaru, Noriko	OS32-2	Kawashima, Hiroko	PS06-2
Kadota, Yoshihito	OS15-2	Kanki, Akihiko	PS04-3	Kawata, Hidemichi	OS10-2
Kaga, Hideyoshi	PS09-7, PS28-2	Kannengiesser, Stephan	OS03-5	Kawata, Yasuo	OS18-5
Kaga, Tetsuro	OS12-1, OS12-2, OS15-3	Kano, Manabu	OS09-6	Kawaura, Chiyo	OS12-3
Kagami, Shiho	PS16-7	Kanoto, Masafumi	LS11-1	Kazama, Toshiki	SY13-4
Kaihara, Toshiya	PS08-6	Kasai, Harumasa	OS19-3	Kazunori, Fukao	PS16-5
Kaikita, Koichi	PS18-2	Kasai, Minori	OS02-2	Kershaw, Jeff	PS20-2
Kaji, Tsubasa	LS12-1	Kasai, Sera	OS20-2, OS20-3	KhinKhin, Tha	OS28-2
Kajihara, Nao	PS16-1	Kashida, Shou	PS13-1	Kida, Katsuhiko	PS16-6
Kajita, Kimihiro	OS12-1, OS12-2, OS15-3	Kassai, Yoshimori	OS31-3	Kido, Aki	座(SY09-1~5), SY12-2, 座(PS24-1~5)
Kakeda, Shingo	SY08-4, SY27-4, OS15-4, OS15-5, OS17-3, OS17-4, OS17-5, OS20-2, OS20-3, OS32-3, OS32-5, PS04-5, PS08-1, PS14-6, PS27-1, PS27-6, LS03-1	Kasuya, Shusuke	OS02-2	Kido, Teruhito	PS06-4
		Katagiri, Yoshimi	PS05-5	Kido, Tomoyuki	LS10-1
		Katahira, Kazuhiko	MS02-1, ES01-2	Kidoh, Masafumi	OS22-2, OS22-3, OS29-5
		Kataoka, Masaharu	OS27-4		
		Kataoka, Masako	SY05-5, 座(SY08-1~4), OS10-1, OS10-4, OS10-5, OS10-6, PS11-4	Kidokoro, Hiroyuki	SY10-1
				Kiguchi, Kaisei	OS28-3
		Kataoka-Sasaki, Yuko	PS05-5	Kihara, Yasushi	PS18-2
		Katayama, Ikuo	PS26-4	Kikuchi, Eiki	OS31-6
		Kato, Fumi	EL10-2	Kikuchi, Hirokatsu	OS04-5
		Kato, Hiroki	OS12-1, OS12-2, PS22-1, PS22-7	Kikuchi, Jo	OS01-1, OS01-2, OS01-4, OS01-6, OS03-1, OS03-2, OS03-3
		Kato, Kazuyuki	OS05-3	Kikuchi, Kazufumi	OS18-2, OS20-5, 座(PS22-1~7)
		Kato, Kyoichi	PS02-3, PS21-4		
		Kato, Mana	PS16-4, PS18-3, PS18-4, PS21-1	Kikuchi, Yasuka	SY05-2, OS31-6
				Kikuta, Junko	SY15-2, PS03-2, PS03-3, PS28-2, PS29-1, PS29-3
		Kato, Mariko	PS21-4		
		Kato, Masato	OS33-1		
		Kato, Shimpei	OS06-5, OS33-2	Kikuti, Hirokatsu	PS06-5
		Kato, Shingo	SY16-5	Kimura, Atsuomi	OS28-4
		Kato, Shun	PS03-6	Kimura, Hirohiko	OS18-6, PS01-2
		Kato, Tadafumi	PS26-7	Kimura, Ikuo	PS07-6
		Kato, Toyoyuki	OS18-3, PS27-4	Kimura, Koichiro	OS06-3, OS19-5
		Kato, Yutaka	座(SY27-1~5), OS09-7	Kimura, Naruhide	PS19-7
		Katou, Katsuya	PS24-1	Kimura, Rina	PS21-6
		Katou, Mamoru	PS01-1	Kimura, Tenma	PS02-4, PS02-5
		Katou, Takashi	PS17-4	Kinoshita, Fumie	PS06-6
		Katou, Yasuhiro	PS13-1	Kinoshita, Manabu	SY05-4, OS24-5, 座(OS32-1~6)
Kamagata, Kouji	PS01-3, PS23-1	Katscher, Ulrich	OS31-6		
Kamba, Kazuho	OS07-2, OS16-6	Katsuki, Shinnsuke	OS02-1		

Kinoshita, Toshibumi	OS05-1, PS01-1	Kouda, Akihiro	PS14-1	Kurosawa, Ryuna	OS21-3, OS21-4, OS21-5
Kinoshita, Yuto	OS21-2, PS02-1	Kouno, Yasuhisa	OS22-5, OS22-6	Kusahara, Hiroshi	OS16-3, PS01-3, PS09-6
Kiryu, Shigeru	座(SY07-1~3), OS24-4, PS03-1, PS06-3, PS11-2, 座(PS11-1~7)	Koyama, Hiroaki	OS06-5	Kusumoto, Kazunori	PS18-2
Kise, Hiroaki	PS21-4	Koyama, Yasuhito	OS09-3	Kutsuna, Hideaki	OS16-3, OS22-4, OS23-3, PS03-4
Kishi, Noriyuki	PS29-6	Koyama, Yoshihiro	OS08-5, OS26-1	Kuwabara, Yuu	OS33-6
Kishiki, Kanako	PS21-7, PS21-8	Kozaka, Kazuto	OS14-3	Kwon, Jihun	OS14-1, OS18-1, OS29-2, OS33-6, PS19-5, 座(PS20-1~6), PS21-6
Kishima, Haruhiko	OS24-5	Kozawa, Eito	座(SY12-1~3), OS07-6, OS09-3, PS24-3	Kyogoku, Shinsuke	OS23-5
Kishimoto, Riwa	OS03-5, PS04-2	Kubo, Hitoshi	OS05-4	Kyotani, Katsusuke	OS18-5, OS20-6, LS09-1
Kiso, Kengo	SY12-3	Kubo, Masataka	OS28-6		
Kitagawa, Hisashi	SY08-1	Kubo, Natsumi	PS20-3		
Kitagawa, Maho	OS31-6	Kubota, Asami	OS14-2		
Kitagawa, Takafumi	PS26-7, PS29-4	Kubota, Kazunori	座(SY13-1~5), OS10-3, OS10-6, 座(PS06-1~6)		
Kitahara, Yuuma	OS29-4				
Kitai, Satomi	LS07-2	Kudo, Kohsuke	SY18-1, 座(SY19-1~4), EL01-1, 座(OS18-1~6), OS25-4, OS28-2, PS21-6, LS04-1	[L]	
Kitajima, Mika	SY10-4, PS05-6			Lee, Jongho	KS-6
Kitamura, Hideaki	PS12-1			Lee, Whal	KS-8
Kitamura, Yoshiro	OS23-5			Liu, Yaou	LS12-2
Kitao, Azusa	SY14-3			Luo, Jilong	PS10-2
Kitazawa, Kazuo	PS05-7	Kudo, Kosuke	PS09-3, 座(ES01-1~2)		
Kitsukawa, Kaoru	SY25-5	Kuga, Daisuke	OS20-5	[M]	
Kittaka, Daisuke	PS02-3	Kuge, Yuji	PS22-4	Ma, Yongping	OS16-4, OS19-6
Kittaka, Yuki	OS27-2, OS29-3, OS29-6	Kuhara, Shigehide	PS09-4	Maehara, Taketoshi	OS18-4, OS30-2, PS29-3
Kittaka, Yuuki	OS29-4	Kulathilake, Chathura	PS15-5	Maekawa, Tomoko	SY08-3, SY24-2, OS16-1, OS25-1, OS33-5, 座(PS05-1~7)
Kiuch, Shinji	PS12-4	Kumagai, Fumitaka	PS23-2	Magnotta, Vince	PS01-4
Kobayashi, Koji	OS27-1	Kumagai, Kozue	OS12-3	Mai, Yoshimasa	PS03-5
Kobayashi, Masahiro	SY17-2	Kumai, Hideki	OS18-5, OS20-6	Maki, Satoshi	OS21-3, OS21-4, OS21-5
Kobayashi, Naoki	OS22-2	Kumamaru, Kanako	PS03-2	Makihara, Kazuyuki	OS09-5
Kobayashi, Satoshi	OS14-3	Kumamoto, Etsuko	PS08-6	Makihara, Yuki	OS09-4
Kobayashi, Tatsunori	OS01-3	Kumazawa, Seiji	PS05-1	Makino, Tatsuya	PS07-6, PS15-5, PS23-4
Kodaira, Kazuo	PS16-4, PS18-3, PS18-4, PS21-1	Kume, Haruki	OS06-5	Makita, Maya	OS08-3, OS08-3
Kodama, Ryouichi	PS27-5	Kume, Kazuya	PS05-2	Malis, Vadim	OS13-6, OS25-3
Kogure, Yousuke	OS26-2, PS21-3	Kunieda, Kazuki	OS09-5	Mandav, Sagar	OS17-6
Kohashi, Ryutaro	OS33-2	Kunimatsu, Akira	PS03-1, PS06-3, 座(PS07-1~6), PS11-2	Mao, Yijun	PS12-4
Koie, Shirou	PS17-4	Kunimatsu, Natsuko	PS06-3	Marc, Van Cauteren	OS14-1, OS33-6
Koike, Hirofumi	OS08-1, LS08-1	Kuno, Hirofumi	EL03-2	Marugami, Nagaaki	PS03-5
Koizumi, Satoshi	OS11-4	Kuramochi, Momoka	PS09-3	Marusaki, Takuto	PS15-6
Koizumi, Tatsuya	OS09-1, OS09-2	Kuratani, Atsushi	OS07-2, OS07-4	Maruyama, Kazuto	OS02-5
Koji, Kobayashi	PS27-4	Kuribayashi, Ami	PS20-2	Masamoto, Katsuya	SY21-3
Kojima, Masatoshi	OS17-1	Kuribayashi, Hideto	EL06-2, 座(EL06-1~2), 座(OS09-1~7), OS13-1, OS13-2, OS13-3, 座(OS13-1~6), PS19-1	Mase, Mitsuhito	SY19-3
Kojima, Shinya	SY20-1			Masuda, Asako	PS14-3
Kojima, Yuichi	OS06-1	Kurihara, Nozomi	PS15-6	Masuda, Yoshitada	OS21-3, OS21-4, OS21-5
Kokuryo, Daisuke	PS08-6	Kuroda, Junichiro	OS32-4	Masui, Takayuki	OS12-4, OS14-6, LS03-2
Koma, Moeno	PS08-3	Kuroda, Kagayaki	座(SY03-1~3), 座(SY15-1~3), SY19-2, SY28-1, OS25-5, OS26-2, OS26-4, OS26-5, 座(OS26-1~6), PS23-6, PS29-5, 座(LS13-1~2)	Masumoto, Tomohiko	OS08-2
Komaki, Shinsuke	OS22-4			Masutani, Yoshitaka	SL01-1, PS05-4
Komaki, Yuji	SY11-3, PS07-1, PS09-3			Matsuda, Ayumu	OS03-5
Komatsu, Nobuyoshi	PS20-5			Matsuda, Jun	PS21-7, PS21-8
Komi, Masanori	OS15-2			Matsuda, Megumi	PS06-4
Kondo, Akihide	PS14-4			Matsuda, Takuya	PS06-4
Kondo, Atsushi	OS07-6			Matsuda, Tetsuya	OS28-1
Konta, Natsuo	SY19-2, OS26-5, PS29-5			Matsuda, Tsuyoshi	OS05-4, PS13-4
Konuma, Shota	OS01-1, OS01-2, OS01-4, OS01-6, OS03-2, OS03-3	Kuroda, Nanako	PS13-1	Matsudaira, Takehiro	OS05-6
Konuma, Syota	OS03-1	Kuroda, Ryohei	OS06-5	Matsumoto, Kazuhisa	OS19-1
Kose, Katsumi	SL01-2, PS09-4, 座(PS09-1~7), PS25-2	Kuroiwa, Yasuyoshi	PS18-2	Matsumoto, Ken-ichiro	PS15-3
Kose, Ryoichi	PS09-4, PS25-2	Kurokawa, Kaname	OS03-5	Matsumoto, Koji	OS21-3, OS21-4, OS21-5
Koshino, Saori	OS24-1	Kurokawa, Karen	PS07-2, PS09-1, PS15-2, PS15-4		
Kosuge, Masatsugu	OS14-7	Kurokawa, Mariko	OS30-3		
Kotoku, Akiyuki	OS27-5	Kurokawa, Ryo	OS06-5, OS30-3, OS33-2, 座(PS27-1~7)		

Matsumoto, Shingo	OS28-5, PS22-2, PS22-3, PS22-4, PS22-6	Mochiki, Mizunori	OS02-5	[N]	
		Mochizuki, Misa	PS07-1	Nagahama, Hiroshi	PS05-5
Matsumoto, Tomohiro	SY07-2	Mochizuki, Tomohiro	OS29-2	Nagai, Nagai	OS08-3
Matsumoto, Wataru	PS25-1	Momiyama, Naoto	OS05-2	Nagai, Yasuhiro	OS19-2, OS27-2, OS27-3, OS27-5, OS27-6, OS29-1, OS29-3, OS29-4, OS29-6, OS31-1
Matsumoto, Yuki	PS08-5, PS19-2	Momohara, Ikuo	PS23-4		
Matsunaga, Keiji	PS16-3	Momoi, Risa	PS24-5		
Matsunobu, Takeshi	PS26-1	Mori, Futoshi	PS13-4		
Matsuo, Kensei	OS22-2, OS22-3, OS32-4	Mori, Harushi	座(PS02-1~5)	Nagai, Yasuhiro	PS26-7
		Mori, Hiromu	PS04-1	Nagai, Yuji	PS15-1
Matsuo, Koji	OS09-4	Mori, Kensaku	OS08-2	Nagakubo, Dai	PS09-1
Matsuo, Masayuki	OS12-1, OS12-2, OS15-3, PS22-1, PS22-5, PS22-7	Mori, Naoko	SY13-1, LS07-1	Naganawa, Shinji	座(SL03), SY02-3, OS09-7, OS16-2, OS25-1, OS25-2, 座(OS25-1~5), PS06-6, PS28-4, PS29-1
		Mori, Takashi	PS22-5		
Matsushima, Koji	PS23-3	Mori, Takaya	EL07-2, OS16-2		
Matsushima, Shigeru	OS12-3	Mori, Taro	PS19-6		
Matsushima, Takamasa	OS04-5, PS06-5	Mori, Yuki	SY11-6		
Matsuyama, Takahiro	PS24-2	Morikawa, Minoru	OS08-1		
Matsuyoshi, Daisuke	OS11-2	Morikawa, Yoshihiko	PS08-2	Nagano, Hiroaki	PS19-5
Matsuzawa, Hitoshi	ES03-2	Morioka, Miki	OS08-3	Naganuma, Tatsuya	PS22-7
Matta, Yuki	OS18-6, PS01-2	Morisaka, Hiroyuki	EL14-2, PS24-4	Nagao, Hisako	OS19-5
McDonald, Marin	OS25-3	Morita, Airi	OS23-2	Nagao, Michinobu	PS16-4, PS18-3, PS18-4, PS21-1
McDonald, Marin A	LS15-2	Morita, Kosuke	OS22-2, OS22-3, OS29-5, OS32-4		
McKinnon, Graeme	OS17-5	Morita, Naomi	PS24-5	Nagasako, Chihiro	PS13-1
Midorikawa, Ryuji	PS04-1	Morita, Shunsuke	OS03-4	Nagasawa, Hidekazu	OS09-1, OS09-2
Mihara, Takahiro	OS02-4, OS02-6	Morita, Tatsuro	PS18-6	Nagata, Hiroyuki	OS22-1, OS31-3, PS24-2
Mikami, Tatsuya	OS20-2	Morita, Yoshiaki	OS19-2, OS27-2, OS27-3, OS27-5, OS27-6, OS29-1, OS29-3, OS29-4, OS29-6, OS31-1	Nagata, Shoma	OS15-3
Mikayama, Ryoji	OS18-1, OS18-2, OS18-3			Nagata, Shuji	EL11-2
				Nagawa, Keita	PS24-3
Miki, Kotone	OS28-4			Nagaya, Haruka	OS32-5, PS27-6
Miki, Soichiro	OS32-2, 座(PS11-1~7)	Morita, Yu	PS13-5	Nagayama, Yasunori	OS22-2, OS22-3
Miki, Yukio	座(PS26-1~7), 座(LS11-1)	Morita, Yuichi	PS29-1	Nagayoshi, Yu	PS10-4
		Moriwake, Chikako	OS07-5, PS11-6, PS17-2, PS21-5	Naito, Hitoshi	PS09-7
Mimura, Masaru	PS28-1			Naito, Mikoto	OS23-2
Minami, Hiroaki	PS20-5	Moriya, Kazunori	OS06-6, PS16-6	Nakagawa, Sadahiro	PS16-5
Minamikawa, Yuuki	PS27-5	Moriyama, Koki	PS12-3	Nakagawa, Tatsuya	OS22-5, OS22-6
Minamimoto, Takafumi	PS15-1	Moroda, Tomoaki	OS02-4, OS02-6, PS26-1	Nakai, Toshiko	OS26-2, OS26-5
Mitamura, Katsuya	PS19-7			Nakajima, Ai	PS16-3
Miura, Masahiko	PS20-2	Morota, Yuuya	PS13-1	Nakajima, Ryosuke	PS29-6
Miura, Yusuke	OS04-1	Motegi, Shunichi	OS02-5	Nakajima, Satoshi	OS16-4, OS19-6
Miura, Yuusuke	OS02-1	Motomura, Ayumi	PS17-1	Nakajima, Takahito	OS08-2
Miyajima, Atsuko	OS26-2, OS26-5	Motosugi, Utaroh	SY11-2, PS25-2	Nakajima, Yoshikazu	OS30-2
Miyake K, Kanae	OS17-2	Mugikura, Shunji	座(PS26-1~7)	Nakajo, Masanori	OS30-4
Miyamoto, Kentaro	PS11-5	Mukosa, Akitake	OS22-3, OS32-4	Nakamichi, Rei	OS16-2
Miyamoto, Yoshihito	PS14-2	Mukoyama, Masashi	PS10-4	Nakamoto, Atsushi	SY12-3, 座(EL15-1~2), LS01-1
Miyatake, Yuji	OS15-1	Murahashi, Yasutaka	OS04-3, PS12-5		
Miyati, Tosiaki	SY05-3, SY19-3, 座(PS13-1~6)	Murai, Hisayuki	PS28-5	Nakamoto, Yuji	OS10-1, OS10-4, OS10-5, OS16-4, OS17-2, OS19-6, PS11-4
		Murakami, Katsuki	PS16-1		
Miyawaki, Satoru	OS11-4	Murakami, Takamichi	SY16-6, 座(MS03-1~2)		
Miyazaki, Mitsue	OS13-6, 座(OS17-1~6), OS25-3, 座(PS18-1~6)	Murakawa, Keizo	OS19-2, OS27-3, OS27-6, OS29-4	Nakamura, Hiroya	PS10-3
				Nakamura, Kazuhiro	OS05-1, PS01-1
Miyazaki, Osamu	SS01-1	Murakawa, Keizou	OS29-1	Nakamura, Kousuke	PS13-1
Miyazaki, Yuuya	PS21-2	Murata, Katsutoshi	座(OS09-1~7), OS16-1, OS33-5, PS07-3, PS23-1, PS23-2, 座(PS23-1~6)	Nakamura, Masaaki	PS26-5
Miyazaki, Yuya	PS20-4			Nakamura, Teiji	PS14-5
Miyo, Rintaro	OS24-4			Nakamura, Tomoya	PS16-1
Miyoshi, Mitsuharu	OS12-4, OS13-4, OS14-6, OS17-6, PS19-2, PS19-4, PS19-7, PS20-6	Murata, Masaharu	PS22-1, PS22-7	Nakamura, Yuki	OS06-3
		Murayama, Daichi	PS26-2	Nakamura, Yuko	座(SY14-1~6), OS12-5, 座(OS12-1~6)
Mizuguchi, Kouichi	PS19-4	Murayama, Kazuhiro	座(PS14-1~6)		
Mizuno, Akari	PS24-1	Murayama, Keita	SY19-2, OS25-5, PS29-5	Nakamura, Yuta	OS32-2
Mizuno, Naokazu	PS21-7, PS21-8, LS05-1	Muroya, Takanobu	OS09-4	Nakane, Takumi	OS14-7
		Muta, Kanako	OS11-1, OS33-3, PS09-1, PS29-6	Nakane, Toshiki	OS16-2
Mizuno, Ryosuke	PS11-4			Nakanishi, Akihito	OS32-1
Mizuno, Shinya	PS01-5	Mutou, Mirai	PS05-2	Nakanishi, Atsushi	PS03-2
Mizuno, Yuki	PS22-4			Nakanishi, Issei	OS17-1
				Nakanishi, Mitsuhiro	OS07-3, PS12-5

Nakanishi, Shinsuke	OS26-6, OS28-6	Nojiri, Ryuji	OS02-4, OS02-6,	Ohta, Yasutoshi	EL09-1, OS19-2,
Nakanishi, Takashi	PS29-1		PS26-1		OS27-2, OS27-3,
Nakanishi, Tomonori	OS02-3	Nomura, Takakiyo	SY07-1		OS27-5, OS27-6,
Nakano, Atsushi	PS09-5	Nomura, Yukihiro	OS14-4, OS24-1		OS29-1, OS29-3,
Nakano, Tomoe	OS04-2	Norikane, Takashi	PS19-7		OS29-4, OS29-6,
Nakano, Tsubasa	OS30-4	Nozaki, Atsushi	OS12-6, OS15-4,		OS31-1, MS01-2
Nakanosono, Ryota	PS19-5		OS15-5, OS17-3,	Ohtomo, Kuni	PS03-1, PS11-2
Nakao, Takahiro	OS24-1, OS24-2,		OS17-4, OS17-5,	Ohtomo, Satoru	OS30-1
	OS32-2		OS20-3, OS29-6,	Ohzeki, Masayuki	OS09-6, OS28-1
Nakashima, Daisuke	EL09-2, OS33-3		OS32-3, OS32-5,	Oishi, Hidenori	PS14-4
Nakashima, Masahiro	OS19-1		PS08-1, PS11-5,	Oishi, Naoki	OS01-3
Nakata, Sunao	OS15-1		PS14-6, PS27-1,	Oita, Masataka	OS06-4
Nakata, Waka	座(EL12-1~2)		PS27-6	Oitate, Kazuhisa	OS02-3
Nakata, Yasuhiro	PS18-6	Nozaki, Taiki	SY25-2, OS01-5,	Oji, Katsuki	PS18-5
Nakatsuka, Tomoya	OS02-2		OS03-6	Ojiri, Hiroya	座(EL03-1~2), EL14-1
Nakaura, Takeshi	OS22-2, OS22-3,	Nozawa, Kumiko	座(Topics, SS01-1~2)	Oka, Kuniharu	PS13-3, PS21-5
	OS29-5, OS32-4	Numamoto, Hitomi	OS17-2	Oka, Shinichi	PS05-5
Nakaya, Moto	OS25-1, PS08-4,	Numano, Tomokazu	OS01-1, OS01-2,	Okada, Atsuya	PS24-5
	PS09-6, PS09-7,		OS01-4, OS01-6,	Okada, Tomohisa	座(SL01-1~2), OS13-1,
	PS27-7, PS28-4,		座(OS01-1~6),		OS13-2, OS13-3,
	PS29-4		OS03-1, OS03-2,		PS19-1, 座(PS19-1~7),
Nakayama, Rena	OS10-1		OS03-3, OS03-4,		PS25-2
Nakazawa, Hiroyuki	OS02-2, OS04-4		OS03-6	Okada, Yohei	PS12-5
Nakazawa, Tomoko	PS17-4			Okada, Yoshitaka	OS06-2, PS24-3
Namiki, Kunihiro	OS21-1	[O]		Okano, Hideyuki	OS11-1, OS33-3,
Namiki, Takashi	OS07-6, OS29-2	Oba, Hiroshi	座(PS27-1~7)		PS05-3, PS15-6,
Nariai, Tadashi	OS18-4, PS29-3	Obara, Makoto	OS06-6, OS08-4,		PS20-3, PS25-3,
Narita, Masataka	OS15-4, OS15-5,		OS18-1, OS18-2,		PS29-6
	PS08-1, PS27-1		OS18-3, OS32-1,	Okano, Hirotaka James	OS11-1
Nashiki, Kazutaka	OS10-2		OS33-6	Okano, James Hirotaka	PS15-2, PS15-4,
Nauchi, Arihito	OS11-3, OS15-6,	Obata, Takayuki	座(SY02-1~5),		PS15-6
	座(OS23-1~6),		座(SY09-1~5),	Okazaki, Miyu	PS09-1
	OS33-4, PS11-5,		座(SY21-1~4),	Okazaki, Takashi	SY27-5
	PS11-7		OS03-5, OS11-2,	Okazawa, Aika	OS10-1, OS10-4,
Nemoto, Kiyotaka	PS05-7		OS25-4, PS04-2,		PS11-4
Nickel, Dominik	OS02-5		PS08-6, PS15-1,	Okazawa, Hidehiko	座(LS14-1~2)
Nihashi, Takashi	PS17-4		PS15-3, PS20-2	Oki, Maya	PS27-3
Niida, Akira	PS28-1	Ochi, Hisaaki	PS28-3	Oki, Nozomi	SY25-4
Niida, Richi	PS28-1	Ochi, Makoto	PS27-5	Oki, Tatsuya	PS27-3
Niihara, Kinuko	PS23-6	Ochi, Shigehiro	PS26-2	Okita, Yoshiko	OS24-5
Niitsu, Mamoru	座(OS04-1~6),	Ochiai, Hideto	PS14-5	Okizaki, Atsutaka	PS16-5
	OS09-3	Oda, Seitaro	SY16-4, OS29-5	Oku, Ayano	PS29-6
Niiya, Yoshimasa	SY27-1	Oda, Yoshiki	PS23-6	Okubo, Yuya	OS22-5, OS22-6
Ninomiya, Kazuhiro	OS12-3	Oda, Yoshinao	PS19-6	Okuchi, Sachi	OS16-4, OS17-2,
Ninomiya, Masaaki	OS19-4, PS03-7	Oga, Masahiro	PS27-4		OS19-6
Nishie, Akihiro	座(EL13-1~2)	Ogawa, Akiko	PS06-3	Okuda, Shigeo	SY01-5, 座(EL09-1~2),
Nishihara, Takashi	OS12-5, PS21-5	Ogawa, Hikaru	OS02-3		OS03-6
Nishii, Tatsuya	OS27-5	Ogawa, Seiji	SY23-2	Okudela, Koji	OS31-5
Nishikoori, Kenta	PS13-1	Ogawa, Takashi	OS08-3	Okumura, Kenichiro	OS14-3
Nishimura, Haruki	OS11-2	Ogawa, Takumi	PS16-4, PS18-3,	Omatsu, Tokuhiko	PS04-2
Nishimura, Ryohei	PS09-1		PS18-4, PS21-1	Omiya, Yoshie	PS24-4
Nishio, Keisuke	PS11-6, PS13-3	Oguchi, Kazuhiro	OS13-4, PS05-7,	Onishi, Hiromitsu	SY12-3
Nishioka, Masaki	PS26-7		PS19-4	Onishi, Hiroshi	PS24-4
Nishiyama, Sho	OS07-6	Oguchi, Reina	OS26-4	Ono, Kentaro	OS06-1
Nishiyama, Yoshihiro	PS19-7	Ogura, Takashi	OS31-5	Ono, Yumika	PS24-1
Nishizawa, Mitsuo	PS11-1	Ohashi, Isamu	PS14-5	Onoda, Minoru	SY14-1
Nishizawa, Naoto	OS02-3, OS27-1	Ohashi, Kazunori	OS10-3	Onogi, Shinya	OS30-2
Nissan, Noam	OS10-1	Ohashi, Toshio	OS25-2	Ookouchi, Tomohisa	PS02-1
Nitta, Nobuhiro	OS25-4, PS08-6,	Ohashi, Yoshimitsu	OS08-3	Ookuma, Kiyoshi	OS21-1
	PS15-1, PS20-2	Ohki, Kazuyoshi	EL14-1	Oosaku, Yuya	OS04-4
Niwa, Tetsu	座(SY07-1~3),	Ohno, Naoki	SY19-3, OS14-3	Ootuka, Kaoru	OS02-2
	座(SY10-1~4), OS26-5	Ohno, Yoshiharu	OS22-1, OS23-4,	Osada, Kensuke	PS15-3
Noda, Yoshifumi	SY02-4, OS12-1,		座(OS27-1~6),	Osaku, Kenji	PS23-6
	OS12-2, OS15-3,		OS31-3, OS31-4,	Osanai, Miku	PS04-1
	PS22-1, PS22-7		PS24-2, LS06-2	Osawa, Iichiro	OS09-3
Nogami, Munenobu	LS14-2			Osawa, Miwa	PS02-3
Nohara, Ken	OS14-7				

Shinohara, Ikuto	PS12-2	Tachibana, Yasuhiko	SY09-1,	Takeda, Keita	PS26-4
Shinohara, Maiko	OS22-1, OS23-4, OS31-4		座(OS24-1~6), OS25-4, PS04-2	Takehara, Yasuo	座(SY01-1~6)
Shinozaki, Takahiro	OS33-2	Tachiiri, Tetsuya	PS03-5	Takei, Kyoya	PS23-6
Shintaku, Tomohiro	OS17-3	Tada, Akari	OS01-1, OS01-2, OS01-4, OS01-6, OS03-1, OS03-2, OS03-3	Takei, Naoyuki	OS15-4, OS15-5, OS17-4, OS17-5, OS20-3, PS01-2, PS01-4, 座(PS01-1~5), PS08-4, PS14-6
Shiotani, Masaru	OS27-2, OS27-3, OS27-5, OS27-6, OS29-1, OS29-3, OS29-4, OS29-6, OS31-1	Tagawa, Hiroshi	OS16-4, OS19-6	Takei, Takamaro	OS30-2
Shiraga, Kazuhiro	OS26-4	Tago, Masao	PS16-7	Takemoto, Shuhei	PS12-2, PS13-5
Shirai, Toru	EL07-1, OS23-1	Taira, Naoki	OS18-4	Takenaga, Tomomi	OS14-4, OS24-1
Shiraishi, Isao	OS31-1	Taizumi, Tomoaki	PS16-2	Takeshima, Hidenori	座(OS24-1~6), PS25-5
Shiraishi, Kaori	OS22-2	Tajima, Taku	PS03-1, PS11-2	Takeuchi, Mitsuru	OS06-1, OS06-6
Shirakawa, Takako	PS05-4, PS08-4	Tajima, Yu	OS14-5	Takeuchi, Syuhei	PS04-1
Shoda, Shinichi	PS22-1	Takabayashi, Kaito	OS23-5, OS25-1, PS03-3, PS05-4, PS07-4, PS23-2, PS26-7, PS27-7, PS28-2, PS28-4, PS29-1, PS29-2, PS29-3, PS29-4	Takeuchi, Yasuhide	OS10-4
Shoji, Hiroki	PS13-3			Takeyama, Nobuyuki	OS08-3, 座(OS08-1~5), 座(PS04-1~5)
Siotani, Masaru	OS19-2			Takiya, Miyuki	OS16-4, OS19-6
Sofue, Keitaro	SY14-5, 座(OS14-1~7)			Takizawa, Masahiro	OS07-5, OS12-5, OS18-5, OS19-5, OS20-6, PS11-6, PS13-2, PS13-3, PS17-2, PS21-5
Soga, Shigeyoshi	SY07-3	Takada, Masahiko	PS15-1		
Sogame, Taiga	OS04-6	Takada, Masahiro	OS10-4, OS10-5	Takumi, Koji	PS19-3, PS19-5, PS23-5
Somazawa, Fuminori	OS07-1	Takado, Yuhei	座(PS19-1~7)		
Sonoda, Masaru	OS02-2	Takagi, Mika	PS28-5	Tamada, Daiki	SY09-2, OS23-6, PS25-2
Sorimachi, Takatoshi	SY19-2, PS29-5	Takagi, Yukinori	OS26-4	Tamada, Tsutomu	OS06-1, OS06-6, PS04-3, PS16-6, MS03-1
Suga, Mikio	SY03-2, OS03-5	Takahara, Taro	SY13-4, OS08-4	Tamada, Yoshinori	OS20-2
Sugase, Yasuko	PS09-2	Takahashi, Erika	OS24-3	Tamiya, Toshio	PS16-3
Sugaya, Tomoka	PS08-4	Takahashi, Hiroyuki	PS25-1	Tamura, Yoshifumi	PS09-7, PS28-2
Sugeta, Masayuki	OS02-2	Takahashi, Junji	座(SY28-1~6), OS26-3	Tanabe, Masahiro	EL13-1
Sugimori, Hiroyuki	PS12-4	Takahashi, Jyunji	PS25-4	Tanabe, Nobuaki	OS01-1, OS01-2, OS01-4, OS01-6, OS03-1, OS03-2, OS03-3, OS03-4
Sugimoto, Kohei	OS06-4	Takahashi, Katsunori	OS04-3	Tanada, Yasutomo	PS08-2
Sugimoto, Seiichi	OS26-6, OS28-6	Takahashi, Kazuhiro	PS01-1	Tanahashi, Yukichi	OS01-3
Sugimoto, Yuta	OS23-6	Takahashi, Kenichiro	SY01-2	Tanaka, Eliko	OS08-3
Sugimura, Masayoshi	OS12-4, OS14-6	Takahashi, Masamichi	SY18-3	Tanaka, Hajime	OS06-3
Sumi, Misa	PS26-4	Takahashi, Masato	OS24-1	Tanaka, Kentaro	PS08-2
Sumiyoshi, Akira	SY09-3, PS15-3	Takahashi, Masaya	SL01-1, EL06-1, 座(PS28-1~5)	Tanaka, Mayu	PS24-5
Sun, Zhe	SL01-1			Tanaka, Shinji	EL13-2, OS12-6
Sutherland, Kenneth	PS12-4	Takahashi, Mitsuyuki	OS26-3, PS20-5	Tanaka, Tishimitu	OS29-4
Suto, Shiho	PS22-4, PS22-6	Takahashi, Sanae	座(SY27-1~5)	Tanaka, Toshimitsu	OS31-1
Suzuki, Chisato	OS11-3, OS15-6, OS33-4, PS11-5, PS11-7	Takahashi, Satoru	座(SY06-1~2)	Tanaka, Toshiyuki	OS28-1
Suzuki, Daisuke	OS04-5, PS06-5	Takahashi, Tenma	OS15-2	Tanaka, Yoji	OS18-4, OS30-2, PS29-3
Suzuki, Fumio	OS33-2	Takahashi, Tetsuhiko	PS08-3	Tanaka, Yoshiki	OS16-2
Suzuki, Hidesato	OS14-2, PS25-4	Takahashi, Toshiyuki	PS02-3	Tanaka, Yoshitsune	OS29-6
Suzuki, Jun	OS06-2	Takahata, Akiko	EL15-2	Tanaka, Yui	OS19-2, OS27-2, OS27-3, OS27-5, OS27-6, OS29-1, OS29-3, OS29-4, OS29-6
Suzuki, Junpei	ES03-1	Takai, Hiroyuki	PS05-7		
Suzuki, Kohei	PS25-4	Takai, Yuki	OS16-3, OS23-3	Tanaka, Yuya	PS29-2
Suzuki, Makoto	OS10-2	Takakusagi, Yoichi	座(OS13-1~6)	Taniguchi, Takeshi	OS05-3
Suzuki, Masashi	OS09-3, PS23-4	Takami, Yasukage	PS19-7	Taniguchi, Yo	OS11-5, OS19-5, OS20-6, PS08-5
Suzuki, Michimasa	PS01-3, PS14-4, PS21-3	Takanezawa, Daiki	OS33-2	Tanoue, Rika	OS10-2
Suzuki, Saaya	PS15-3	Takano, Nao	PS01-3, PS14-4	Tanoue, Shuichi	OS10-2
Suzuki, Shintarou	PS17-4	Takano, Susumu	SY27-5, OS08-4, 座(PS17-1~5)		
Suzuki, Yuichi	座(SY04-1~2), 座(SY20-1), OS16-5, OS24-3, PS07-2, PS07-3, PS07-5	Takao, Hidemasa	OS11-4, 座(OS20-1~6), 座(PS09-1~7) 座(SY25-1~5)		
Syukuya, Toshirou	OS10-3	Takao, Shoichiro	OS04-6		
		Takao, Shouichirou	OS08-5		
		Takao, Tomoya	SY16-2		
		Takase, Shinchi	PS02-3		
		Takase, Tadashi	PS22-5		
		Takasugi, Nobuhiro	PS16-3		
		Takato, Yuki	OS23-4		
		Takatsu, Yasuo	EL13-2, OS12-6		
		Takayama, Yukihisa	OS12-4, OS14-6		
		Takayanagi, Yuki	PS23-3		
		Takeda, Atsushi			

[T]

Tabata, Hiroki	PS09-7
Tabata, Kosuke	PS19-6
Tabata, Takasumi	OS09-1, OS09-2
Tabe, Kaori	OS14-7
Tabei, Terumi	PS18-6
Tabuchi, Akihiko	PS24-1

Taoka, Toshiaki	座(SY18-1~3), 座(SY22-1~4), SY24-5, 座(SY24-1~6), OS09-7, OS16-2, 座(OS16-1~6), OS25-1, PS10-1, 座(PS10-1~4), PS28-2, PS28-4, PS29-1, 座(PS29-1~6)	Tomizawa, Yuji	OS25-1, PS09-6	Ueno, Akihisa	SY14-2
Tarewaki, Hiroyuki	SY27-3, OS26-1	Tone, Aya	OS02-1, OS04-1	Ueno, Hiroyuki	OS24-4
Tashiro, Yuki	OS08-3	Torinari, Rei	OS05-6	Ueno, Kenichi	OS11-3, OS15-6, OS33-4, PS11-5, PS11-7, MS04-1
Tate, Gensyu	OS08-3	Toya, Ryo	OS08-1	Ueno, Megumi	PS15-3
Tateishi, Emi	OS27-5	Toyama, Hiroshi	OS22-1, OS31-3, OS31-4, PS24-2	Ueno, Yoshiko	SY05-1, EL15-1
Tateishi, Toshiki	OS18-6	Toyofuku, Akira	OS32-6	Uetani, Hiroyuki	SY10-4, OS22-2, OS22-3, OS32-4, PS05-6
Tateishi, Ukihide	OS06-3, OS19-5	Tozawa, Ikki	PS24-2	Ueyama, Tsuyoshi	OS16-5, OS24-3, 座(PS03-1~7), PS07-5
Tateno, Tomomasa	PS14-1	Tseng, Wen-Yih	SL02	Ukai, Katsuyuki	OS25-2
Tateno, Yuka	PS26-3	Tsuboyama, Takahiro	SY12-3, SY27-3	Ukai, Ryo	PS05-5
Tatsumi, Mitsuaki	SY12-3	Tsuchihashi, Toshio	OS21-1, OS26-3	Uma, Numburi	OS33-6
Tatsuo, Soichiro	SY27-4, OS20-2, OS20-3, OS32-3, OS32-5, PS27-6	Tsuchihashi, Saki	PS24-3	Umeda, Masahiro	OS13-5, 座(PS15-1~7)
Tawara, Kazuya	OS26-2, OS26-5	Tsuchiya, Junichi	OS06-3	Umehana, Masaki	OS16-4, OS19-6
Terada, Hitoshi	OS02-2	Tsuchiya, Kazuhiro	OS32-1	Umemura, Shota	OS31-1
Terada, Kojiro	PS05-5	Tsuji, Hideo	OS02-1	Umemura, Syouta	OS29-4
Terada, Masaki	SY01-6	Tsuji, Kazuki	PS11-4	Umemura, Yoshihito	OS20-2, OS20-3
Terada, Yasuhiko	座(EL07-1~2), EL08-2, OS05-2, 座(OS05-1~6), OS09-5, 座(OS22-1~6), OS23-1, OS23-6, OS24-3, PS10-3, PS11-3	Tsuji, Keiho	OS29-2	Umezawa, Eizou	OS23-2
Terakawa, Hirofumi	PS06-2	Tsuji, Yoshinori	OS14-2	Unezawa, Taishi	OS07-6
Teramoto, Atsushi	OS04-3, PS12-5	Tsujikawa, Tetsuya	OS18-6, PS01-2	Unno, Yasushi	PS05-2
Teranishi, Kosuke	PS14-4	Tsukada, Keisuke	OS22-5, OS22-6	Uno, Takashi	OS21-3, OS21-4, OS21-5
Terasawa, Hiroaki	PS10-4, PS23-3	Tsuneta, Satonori	PS21-6	Urayama, Shin-ichi	OS05-5
Terashima, Yuya	PS23-3	Tsurugizawa, Tomokazu	EL05-1, 座(EL05-1~2), PS09-2, PS23-3	Urushibara, Aiko	OS08-2
Terui, Masanobu	OS24-6	Tsurushima, Yasuaki	OS02-4, OS02-6, PS26-1	Urushibata, Yuta	OS10-1, OS10-6, OS13-1, OS13-2, OS13-3, PS19-1
Tha, Khin Khin	SY24-6, OS31-6	Tsushima, Fumiyasu	PS04-5	Ushiku, Tetsuo	OS06-5
Tochibori, Hana	OS23-3	Tsushima, Yoshito	Topics, 座(Topics, SS01-1~2)	Utazono, Yosuke	OS04-1
Toda, Etsuko	PS23-3	Tuji, Hideo	OS04-1	Utsumi, Hideo	SY03-1, PS08-7
Toda, Hiroyuki	OS03-4	[U]		Utsumi, Seiya	OS28-4
Togao, Osamu	座(EL01-1~2), 座(OS15-1~6), OS18-1, OS18-2, OS18-3, OS20-5, PS27-4, LS02-1	Uchi, Takamitsu	OS02-2	Utsunomiya, Daisuke	座(SY16-1~6), 座(OS27-1~6), 座(LS10-1)
Toi, Masakazu	OS10-1	Uchida, Akiko	PS18-2	Uwano, Ikuko	PS13-4
Tokimori, Takao	OS14-2	Uchida, Kakeru	PS02-4, PS02-5	Uzawa, Akiko	PS20-2
Tokusugi, Chika	PS07-1	Uchida, Koji	OS26-3	[V]	
Tokuda, Keita	SL01-1	Uchida, Koji	OS26-3	Van Cauteren, Marc	OS06-6, OS18-1, OS18-2
Tokunaga, Chiaki	OS18-2, OS18-3, PS27-4	Uchida, Wataru	OS19-5, PS03-3, PS05-4, PS07-4, PS09-7, PS26-7, PS27-7, PS28-2, PS29-2, PS29-4	Vargas, Hebert Alberto	SY24-4
Tokunaga, Yudai	OS12-4, OS14-6	Uchida, Yoshihiro	PS06-3	Vucevic, Diana	OS13-6
Tokuyama, Takekazu	PS18-6	Uchino, Motoharu	OS01-1, OS01-2, OS01-4, OS01-6, OS03-1, OS03-2, OS03-3	[W]	
Tomida, Saeko	PS13-1	Uchizono, Yousuke	OS02-1	Wada, Akane	OS08-3
Tomita, Kosuke	SY07-2	Ueda, Hiroyuki	OS11-5	Wada, Akihiko	EL02-1, OS02-2, OS16-1, 座(OS23-1~6), OS25-1, OS32-6, PS03-2, PS03-3, PS07-4, PS09-6, PS09-7, PS11-1, PS14-4, PS26-7, PS27-7, PS28-2, PS28-4, PS29-1, PS29-2, PS29-4
Tomiyama, Hayate	PS22-3	Ueda, Issei	PS05-7, PS15-7	Wada, Tatsuhiro	OS18-1, OS18-2, OS18-3, OS27-1, PS27-4
Tomiyama, Hiroki	PS18-1	Ueda, Katsuhiko	OS05-6	Wada, Yuya	PS08-2
Tomiyama, Masahiko	OS20-2	Ueda, Mitsuharu	OS22-3	Waggoner, Allen R.	OS33-4, PS11-5, PS11-7
Tomiyama, Noriyuki	SY12-3	Ueda, Ryo	PS28-1	Waggoner, R. Allen	OS11-3, OS15-6
Tomiyama, Ryousuke	OS02-2	Ueda, Takahiro	OS22-1, OS31-3, OS31-4, PS24-2	Wakasugi, Kouhei	OS02-1, OS04-1
Tomiyasu, Moyoko	SY10-3, OS25-4, 座(OS28-1~6)	Ueda, Takashi	OS07-1, OS27-2, OS29-3		
Tomizawa, Kazuhito	PS10-4	Ueda, Takashi	OS07-1, OS27-2, OS29-3		
Tomizawa, Nobuo	PS03-2	Ueda, Yasuo	OS08-3		
		Ueda, Yu	SY28-2, OS06-1, OS06-6, OS12-2, OS18-1, OS19-2, PS04-3, PS16-6		
		Ueki, Taisei	PS25-1		
		Uematsu, Akiko	PS07-2		
		Uematsu, Shun	OS16-3, OS22-4, PS03-4		
		Uematsu, Takayoshi	OS10-6		
		Uemura, Miho	OS07-3		

Wakayama, Tetsuya	SY12-3, 座(OS07-1~6), OS11-3, OS12-4, OS13-4, OS14-6, OS15-4, OS15-5, OS15-6, OS17-3, OS17-4, OS17-5, OS17-6, OS20-3, OS32-3, OS32-5, OS33-4, PS01-4, 座(PS03-1~7), PS07-5, PS08-1, PS11-5, PS11-7, PS14-6, PS27-1, PS27-6	Yamaguchi, Masayuki	PS10-3	Yoneda, Tetsuya	座(SY17-1~2, 一般演題1~2), OS16-5, 座(OS20-1~6), PS05-6
		Yamakoshi, Kazunori	PS14-1	Yoneyama, Masami	OS07-6, OS09-3, OS14-1, 座(OS17-1~6), OS18-1, 座(OS21-1~5), OS28-2, OS29-2, OS29-5, OS33-6, PS16-4, PS18-3, PS18-4, PS19-3, PS19-5, PS21-1, PS21-6, PS26-2, PS27-4
		Yamamoto, Akira	OS06-1, PS04-3	Yonezawa, Makoto	PS27-5
		Yamamoto, Akiyoshi	OS19-4, PS03-7	Yorita, Masaki	PS16-7
		Yamamoto, Asako	EL12-1, OS25-3, LS06-1	Yoshida, Hirokazu	OS24-6
		Yamamoto, Kaori	OS22-1, OS23-4, OS31-4, PS24-2	Yoshida, Koji	PS16-6
		Yamamoto, Kie	PS09-1	Yoshida, Masahumi	PS23-6
		Yamamoto, Midori	OS06-1	Yoshida, Naoto	PS18-1
		Yamamoto, Ryo	OS25-2	Yoshida, Rei	EL08-1
		Yamamoto, Shota	OS24-5	Yoshida, Riho	OS03-4
		Yamamoto, Tatsuhiko	OS19-2, OS27-2, OS27-3, OS27-5, OS29-1, OS29-3, OS29-4, OS29-6	Yoshida, Seina	PS07-6, PS15-5, PS23-4, PS27-7, PS28-2, PS29-4
Walpole, Thishuli	PS15-5	Yamamoto, Utako	OS09-6, OS28-1	Yoshida, Soichiro	OS06-3
Wang, Jincheng	OS31-6	Yamamoto, Yasuharu	PS28-1	Yoshida, Takashige	OS29-2, OS31-5
Wang, Wei	PS06-1	Yamamura, Hiroshi	PS13-1	Yoshigoe, Makoto	PS27-3
Wang, Yang	OS16-4, OS19-6	Yamamura, Kentaro	PS08-2	Yoshikawa, Kohki	PS16-7
Waseda, Yuma	OS06-3	Yamaoka, Tetsuji	SY11-4	Yoshikawa, Takeharu	OS14-4, OS24-1, OS24-2, OS32-2, 座(PS21-1~8)
Watada, Hirotaka	PS09-7, PS28-2	Yamasaki, Takayuki	PS20-5	Yoshikawa, Takeshi	OS31-3
Watadani, Takeyuki	座(PS04-1~5), 座(PS16-1~7)	Yamasaki, Yuzo	PS19-6	Yoshimaru, Daisuke	OS11-1, OS20-4, PS05-3, PS09-2, PS15-2, PS15-4, PS15-6, PS20-3, PS25-3, PS26-6, PS28-5
Watanabe, Hidehiro	PS13-6, 座(PS23-1~6)	Yamashiro, Akihiro	PS02-2	Yoshimitsu, Kengo	EL13-2, 座(OS01-1~6), OS12-6
Watanabe, Hirofumi	PS17-4	Yamashita, Atsushi	PS18-2	Yoshimoto, Koji	OS20-5
Watanabe, Hirohisa	SY22-1	Yamashita, Fumio	PS13-4, PS17-4	Yoshimura, Masahiro	PS27-3
Watanabe, Hiromi	OS21-1	Yamashita, Koji	OS18-2, OS20-5	Yoshimura, Yasuyuki	PS20-4, PS21-2
Watanabe, Katsuhiko	OS08-4	Yamashita, Toshihiko	OS04-3, PS12-5	Yoshinaga, Sosuke	座(SY11-1~6), PS23-3
Watanabe, Keita	OS20-2, OS20-3	Yamashita, Yuichi	OS22-2, OS22-3, OS32-4	Yoshinaga, Sousuke	PS10-4
Watanabe, Kota	OS04-3, PS12-5	Yamatani, Yuya	PS03-5	Yoshino, Yuki	OS31-6
Watanabe, Motoko	OS32-6	Yamauchi, Hibiki	OS14-3	Yoshioka, Naoki	OS24-4, PS03-1, PS11-2
Watanabe, Shinnichi	OS07-6	Yamaura, Satoshi	OS10-3	Yoshioka, Tatsuya	OS32-1
Watanabe, Yoshiyuki	座(SY01-1~6), 座(SY09-1~5), PS27-3	Yamazaki, Keigo	PS05-4, PS28-2, PS29-4	Yoshiura, Takashi	座(SY24-1~6), 座(OS16-1~6), OS30-4, PS05-1, PS19-3, PS19-5, PS20-1, PS23-5
Watanabe, Yusuke	OS11-4	Yamazaki, Shunsuke	OS26-2	Yoshizawa, Nobuyuki	OS12-5
Woo, Jun	EL14-1	Yanagitani, Yuichi	PS14-5	Yosida, Takashi	OS14-2
		Yanaida, Nozomu	PS02-4, PS02-5	Yuda, Kohei	OS14-1, OS29-2, OS33-6
[Y]		Yang, Baolian	PS01-4	Yui, Masao	OS22-1, OS31-3, OS31-4, PS24-2
Yabe, Hana	PS22-2	Yang, Jing	PS10-2	Yunaiyama, Daisuke	OS14-5
Yabe, Kunihiro	OS26-3	Yano, Keigo	SY12-3	Yuyama, Kosuke	OS24-4
Yabuuchi, Hidetake	OS02-3, OS18-3, OS27-1, PS19-6, PS27-4	Yano, Kosaku	SY07-2	Yuzawa, Takuya	OS23-5
Yagi, Kazuo	一般演題1, 一般演題2, OS26-6, OS28-6	Yano, Ryutaro	PS03-4, PS04-1, PS12-2		
Yagi, Naoyuki	PS12-1	Yasaka, Koichiro	座(OS22-1~6), PS03-1, PS11-2		
Yagisawa, Fumihiko	PS14-4	Yasuda, Masanori	SY12-1, PS24-3		
Yahata, Noriaki	SY22-3, OS11-2, 座(OS19-1~6), PS08-6	Yasuda, Mitsuyoshi	PS21-4		
Yajima, Daisuke	PS17-1	Yasui, Hironobu	PS22-4		
Yakushi, Kouhei	PS13-1	Yasuie, Masashi	PS08-2		
Yamada, Kei	SY08-2, OS20-2, 座(PS05-1~7), PS08-2, 座(LS02-1~2), 座(LS12-1~2)	Yasutomi, Mika	OS14-5		
Yamada, Makiko	OS11-2	Yatsushiro, Satoshi	SY03-3, SY19-2, OS25-5, OS26-2, OS26-5, PS29-5		
Yamada, Masato	OS19-3	Yazawa, Hiroyuki	PS14-1		
Yamada, Shigehito	OS09-5	Yazawa, Natsuka	PS24-2		
Yamada, Tomonori	PS04-1	Yokohama, Wataru	OS05-3		
Yamada, Yoji	OS01-3	Yokosawa, Suguru	OS16-6, OS23-1		
Yamada, Yosuke	OS10-4	Yokota, Hajime	OS21-3, OS21-4, OS21-5, 座(OS21-1~5), 座(PS07-1~6)		
Yamagami, Takuji	SY07-2	Yokoyama, Kazumasa	OS25-1		
Yamagata, Bun	PS28-1	Yokoyama, Kenichi	OS32-1		
Yamagishi, Yosuke	OS06-2	Yokoyama, Takahiro	PS05-5		
Yamaguchi, Haruomi	OS33-2	Yomo, Shoji	PS19-4		
Yamaguchi, Hitoshi	PS14-5				
Yamaguchi, Ken	EL10-1				

[Z]

Zhang, Hong	OS25-4
Zhang, Ming-Rong	PS15-1
Zhao, Juan	PS10-2
Zhu, Xucheng	OS17-5
Zou, Rui	PS27-7

JSMRM2023 第51回日本磁気共鳴医学会大会 協賛企業一覧

HSD Japan 合同会社	株式会社根本杏林堂
エーザイ株式会社	バイエル薬品株式会社
エーザイ株式会社／ブラッコ・ジャパン株式会社	PDR ファーマ株式会社
株式会社エルエイシステムズ	株式会社フィジオテック
エレクタ株式会社	株式会社フィリップス・ジャパン
キヤノンメディカルシステムズ株式会社	フジデノロ株式会社
ゲルベ・ジャパン株式会社	富士フイルムヘルスケア株式会社
コニカミノルタジャパン株式会社	フヨー株式会社
ザイオソフト株式会社／アミン株式会社	ブルカージャパン株式会社
GEヘルスケア・ジャパン株式会社	株式会社メディアーク
GEヘルスケアファーマ株式会社	メディエ株式会社
シーメンスヘルスケア株式会社	メディカル・エキスパート株式会社
株式会社島津製作所	United Imaging Healthcare Japan 株式会社
株式会社NAMOTO	ユビックス株式会社
日本メジフィジックス株式会社	株式会社レスターコミュニケーションズ
日本ライフライン株式会社	

(2023年9月4日現在 50音順・敬称略)

ご協力ありがとうございました。

2023年9月4日
大会長 阿部 修

お知らせ

2024年度第52回日本磁気共鳴医学会大会について

会期：2024年9月20日(金)～22日(日)

会場：幕張メッセ国際会議場

大会長：小島 隆行(量子科学技術研究開発機構(QST)量子医科学研究所)

2025年度第53回日本磁気共鳴医学会大会について

会期：2025年9月19日(金)～21日(日)

会場：姫路市文化コンベンションセンター「アクリエひめじ」

大会長：三木 幸雄(大阪公立大学大学院医学研究科放射線診断学・IVR学教室)

日本磁気共鳴医学会雑誌

略称：日磁医誌 (JJMRM)

Vol. 43 SUPPLEMENT

2023年9月4日発行

定価 4,000円(税込)

© 編集・発行人 一般社団法人 日本磁気共鳴医学会

代表理事 阿部 修

〒105-0012 東京都港区芝大門2-12-8

浜松町矢崎ホワイトビル2F

TEL: 03-6721-5388

FAX: 03-6721-5433

印刷所 株式会社山菊



ディープラーニング画像再構成技術

AIR™ Recon DL

MRI検査は新たなステージへ

AIR™ Recon DLによる次世代イメージングは、
病院のニーズに合わせた多彩な活用方法を提供します。
検査数の増加、診断の確信度向上、読影負担の軽減など、
MRI検査に革新的な変化をもたらします。

詳しくは、gehealthcare.co.jpをご覧ください。

販売名称: SIGNA Voyager(シグナVoyager) 医療機器認証番号: 228ACBZX00009000

※Deep Learningは製品開発に用いられており、納入後に学習し続ける技術ではありません。

JB05564JA



KONICA MINOLTA

Giving Shape to Ideas

多様な視点で未来をデザインする
RETHINK WHAT'S POSSIBLE



"想い"と"技術"に向き合う コニカミノルタの次世代PACS

—— 温故知新 ——

永年培ってきた技術を集約し、
医療現場の画像診断・管理業務を強力にサポート。
使うほどに馴染むPACSです。

- 1 院内検査データの統合管理が可能
- 2 生産性向上を支援する機能と操作性
- 3 多くの診療科で使えるレポートを搭載
- 4 クラウドサービスとサポート体制も充実

医用画像管理システム

FINO.VITA.GX

★「FINO.View.Pro」は販売名：フィノビータ ビュー（認証番号：301AIBZX00005000）の呼称です。★KONICA MINOLTAロゴ、シンボルマークは、日本及びその他の国におけるコニカミノルタ株式会社の登録商標です。★モニタ画像は、イメージです。実際の画面とは異なります。

製造販売元：コニカミノルタ株式会社 製造販売元：コニカミノルタ ジャパン株式会社 105-0023 東京都港区芝浦 1-1-1 <http://www.konicaminolta.jp/healthcare>



Meet cancer's
biggest threat:

Precision Radiation Medicine.

Elekta Unity が高精度放射線治療を進化させます。
MRI ガイド下の放射線治療によって初めて、体内の
腫瘍の動きと正確な位置を治療中に確認するこ
ができます。これは、個別化放射線治療を実現するた
めに欠かせない機能のひとつです。

elekta.com/unity

エレクタ株式会社 www.elekta.co.jp

〒108-0023 東京都港区芝浦3-9-1 芝浦ルネサイトタワー7F
TEL:03-6722-3808 FAX:03-6436-4231



Focus where
it matters.

Elekta

承認番号: 30100BZX00016000

販売名: Elekta Unity MR リニアックスシステム

e-scan brio
Patient Positional MR



G-scan brio 立位・荷重位撮像MRI

重力と戦う整形外科医の専用機

- ・荷重位撮像でより正確な診断を提供
- ・頸椎、腰椎の痛みの診断に有効
- ・コイル標準8種付属



整形外科専用オープンMRI

EsaoteオープンMRIの特徴

専用コイルで高画質を実現・省スペース設計・低コスト運用可能



O-scan 四肢専用MRI

2台目のMRI・専門医のエントリーモデル

- ・手/肘/膝/足の検査に特化したモデル
- ・超電導MRIとの併用により検査待ち時間の解消に
- ・フルオープン設計のため開放的な環境での撮像が可能



※ポジショニング参考：膝撮像時

製造販売元

株式会社メディアーク
MEDIARK

Email: info@mediark.co.jp
HP: <http://mediark.co.jp>



東京オフィス
〒130-0030 東京都豊田区西池田2-17-3 新田南ビル
TEL: 03-6659-6902 FAX: 03-6659-6903
大阪オフィス
〒541-0003 大阪市天王寺区上本町5-2-11 上本町南ビル
TEL: 06-4305-2270 FAX: 06-4305-1278
福岡支店
〒130-0026 東京都豊田区西池田1-14-7 松井ビル
TEL: 03-6659-6030 (MR27-ビル内)

札幌
〒050-0003 札幌市中央区北3条西7丁目1-1 SAKURA-H3
仙台
〒981-0852 宮城県仙台市宮城野区榴岡4-6-23 今野ビル2F
名古屋
〒451-0075 愛知県名古屋市中区東区東通2-26
福岡
〒815-0001 福岡市中央区天神1-15-5 天神南通りビル702
9F オフィス2F



放射性医薬品/アミロイドイメージング剤 処方箋医薬品[※] 保険未適用

アミヴィッド[®] 静注

AMYViD[®] Injection

放射性医薬品基準フルロベタピル (¹⁸F) 注射液

[※]注意—医師等の処方箋により使用すること。

※効能又は効果、用法及び用量、警告・禁忌を含む使用上の注意等の詳細については、電子添文をご参照ください。

アミヴィッド、AMYViDはAvid Radiopharmaceuticals, Inc. の登録商標です。

製造販売元
PDRファーマ株式会社
文献請求先及び問い合わせ先 TEL 03-3538-3624
〒104-0031 東京都中央区京橋2-14-1 兼松ビルディング

2022年3月改訂

SHIMADZU
Excellence in Science

With Your Stories
lifetime healthcare support

これからの医療現場に 貢献するために。

医療分野においても今後大きな変革をもたらすAIやDX。

島津製作所はこの新たな技術を用いて、「逼迫しない」・「疲弊しない」

医療現場の新しい体制づくりへの貢献を目指しています。

「体内の可視化」が重要な臨床シーンにおいては、AIを用いて

視認性の向上・リアルタイム性を提供し、医療従事者の負担を飛躍的に軽減する。

また、熟練者の技術を共有し手技・検査の高精度化と

高効率化を図り、患者さまの負担軽減へとつなげる。

「簡単に、正確に」が求められる受付・院内業務ではDX化により

患者さまにやさしい製品でスタッフ業務を省力化する。

私たちは、技術と製品を通して、みなさまに「快適さ」をお届けしていきます。

安全で安心なMRI検査をすべての人に

新製品のご案内

2023年
7月リリース

Nextant[®]

医療機器のMR適合性検索システム

■ 検索項目

- ▶ 商品名/販売名、商品コード、留置部位、診療行為、静磁場強度、MR適合性標識など



■ 検索対象

- ▶ 体内に留置される医療機器で金属を含み、MR装置のガントリー内に入る可能性のある医療機器約20万種



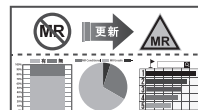
■ 閲覧情報

- ▶ MR適合性標識、各規制値、安全性・有効性を示す試験結果、組合わせ医療機器情報など120項目



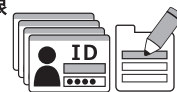
■ 安全情報キャッチアップ

- ▶ MR安全性変更情報お知らせ機能
- ▶ ダッシュボード
- ▶ 検索ランキング



■ 院内コミュニケーション

- ▶ 利用者ID発行数無制限(追加料金なし)
- ▶ お気に入り共有機能
- ▶ コメント入力機能



■ 患者コミュニケーション

- ▶ 医療機器レポート



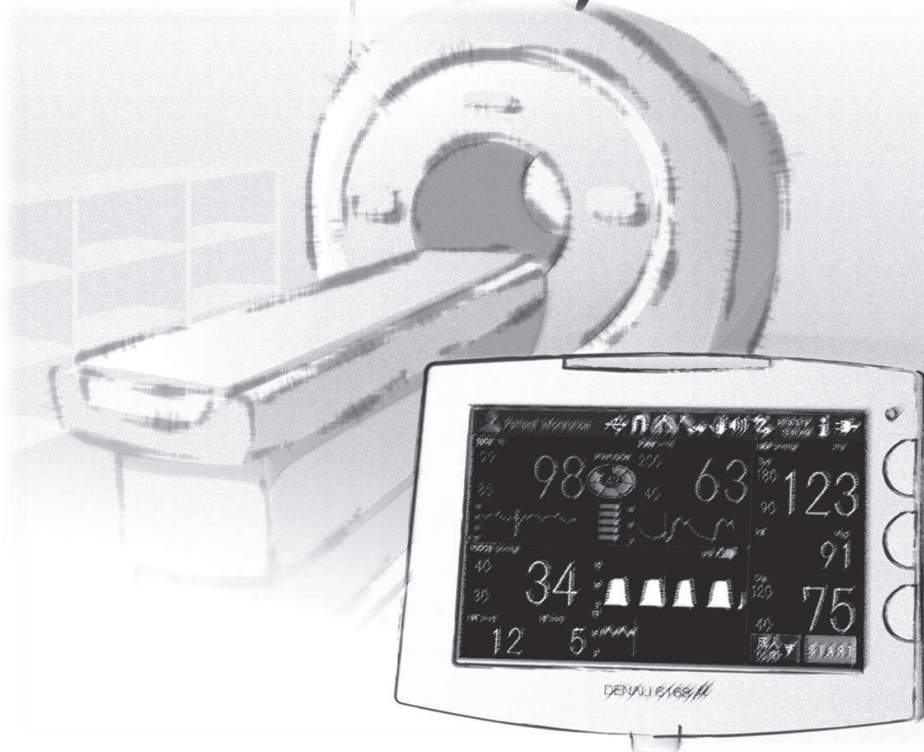
お問い合わせ

URL <https://www.medie.jp/solutions/nextant>
E-mail mrttekigousei@medie.co.jp

medie

メディエ株式会社
東京都中央区入船3-10-9 新富町ビル3F

DENALI 6168 μ



Ubi-X made in Japan

鎮静下や小児対象のMRI検査に安心と安全を。
日本製初、EtCO2測定機能付きのMRI室用生体情報モニタ

ユビックス株式会社
東京都江東区青海2-4-32
TIME24ビル
<http://www.ubi-x.co.jp>

磁気共鳴診断装置

MAGNETOM Free.Max

MAGNETOM Free.Star

High-V MRI Value beyond barriers

www.siemens-healthineers.com/jp



MAGNETOM Free.Max



MAGNETOM Free.Star

ビジュアル内で使用されている臨床画像及び科学的
画像はイメージです。特定個人のものではなく、また
当社製品の使用により得られるものではありません。



デジタルと0.55Tの融合による新しい価値

High-V MRIはデジタルと0.55Tの新しい磁場強度の組み合わせにより、他のMRIにはない特有の臨床的な価値をもたらします。High-V MRIは、日常検査における診断の信頼性を向上させるとともに、新しい臨床的な可能性を持った新時代のMRIです。

SIEMENS
Healthineers

Magnescape®

meglumine gadoterate

Guerbet | 



環状型MRI用造影剤

薬価基準収載

マグネスコープ® 静注38%シリンジ

Magnescape® iv inj. 38% Syringe 10mL, 11mL, 13mL, 15mL, 20mL
ガドテル酸メグルミン注射液



処方箋医薬品^{注)} 注) 処方箋医薬品: 注意 - 医師等の処方箋により使用すること
効能・効果、用法・用量、警告、禁忌(原則禁忌を含む)および使用上の注意等の詳細につきましては、添付文書をご参照ください。

製造販売元 **ゲルベ・ジャパン株式会社** 東京都千代田区麹町6丁目4番6号 <http://www.guerbet.co.jp/>
マグネスコープ、Magnescapeはゲルベ・ジャパン株式会社の登録商標です。

2022年6月作成
MGS220611