

## 卒後研修プログラム

## 2. 胎児超音波スクリーニング

香川大学医学部母子科学講座  
周産期学婦人科学教授  
秦 利之

座長：福島県立医科大学教授  
佐藤 章

## 超音波の安全性

最近、超音波がマウス胎仔脳神経細胞に与える影響についての報告があり<sup>1)</sup>、ヒト胎児に対しても ALARA (As Low As Reasonably Achievable) principle<sup>2,3)</sup>を守り、妊娠中の超音波の安全な使用に心がけることが大切である。すなわち、出力をできるだけ低く設定し、検査時間をできるだけ短くし、 unnecessary 検査をしないことである。一方、超音波検査の安全性の指標としてサーマル・インデックス (Thermal Index, TI) とメカニカル・インデックス (Mechanical Index, MI) があり、通常の超音波検査ではともに 1 未満にして装置を使用することが大切である。また検査時間は TI および MI が 1 未満であれば 30 分を目安とし、TI=2 では予定検査時間を 5 分、TI=3 では 1 分までとすべきである<sup>4)</sup>。

## 妊娠初期

経腔超音波法を用いると胎嚢 (gestational sac, GS) は早ければ妊娠 4 週はじめに、遅くとも妊娠 5 週には子宮内に確認できるようになる。その後 GS 内には卵黄嚢、これに接して胎芽心拍動を認めるようになる。次いで頭臀長計測が可能となり、羊膜も確認できるようになる。正常な GS は妊娠 5 週までは一定の厚みをもった均一な構造 (白いリング状の構造) であるが、妊娠 6 週頃から部分的に肥厚した絨毛膜有毛部と菲薄化した無毛部に分かれる。

経腔超音波法で胎児心拍動を検出できるのは、早ければ妊娠 5 週のはじめ、遅くとも 6 週末には全例に確認でき、胎児頭臀長 (crown-rump length, CRL) が 2mm から可能となる。しかし、経腔超音波法の場合、胎児心拍動確認後の流産率が 16~36% と高いため、たとえ胎児心拍動が確認されてもその時点での児の生存は証明できるが、その後の妊娠継続への言及については慎重でなければならない<sup>5)</sup>。

正常胎児心拍数の推移については、妊娠 5 週に 90~100bpm で始まり、9 週までほぼ直線的に増加し、9 週中頃に 170~180bpm のピークを示し (CRL, 35mm)、9 週以降漸減し、16 週には 150bpm となる。

## Fetal Sonographic Screening

Toshiyuki HATA

Department of Perinatology and Gynecology, Kagawa University School of Medicine,  
Kagawa

**Key words** : Fetal growth · Fetal abnormality · Ultrasound · Screening ·  
Prenatal diagnosis

妊娠初期の胎芽不整脈のなかで最もよく経験するのが徐脈である。徐脈を認めた場合流産率が高くなることが報告されており、注意深い観察が必要である。胎芽頻脈は非常に少ないが、予後の悪い場合もある。一方、他の胎芽不整脈も予後の悪いことが多い。

妊娠週数を推定するための胎児計測には、GS径、CRL、児頭大横径(biparietal diameter, BPD)、大腿骨長(femur length, FL)などがあるが、妊娠初期のCRL計測が最も信頼性が高い。CRLは真の妊娠週数との誤差が大体4日ぐらいとされており、最終月経起算の妊娠週数とCRLからの妊娠週数に4日以上乖離がある場合は、CRL起算の週数を使用することが薦められている<sup>6)</sup>。経腔超音波法では、走査断面の制約から前額断面で計測せざるをえないことも少なくないが、正確に計測するには矢状断面で行うことが望ましい<sup>7)</sup>(図1)。妊娠11週(CRLで約60mm以上)以降は、CRLによる妊娠週数修正の精度は低下してくる。そのため、妊娠12週頃からはBPDを計測して修正する。

一絨毛膜性双胎は二絨毛膜性双胎に比べて胎児奇形、双胎間輸血症候群、双胎児一児死亡などの合併症が多い。したがって、妊娠初期に双胎妊娠と診断した際には一絨毛膜性双胎か二絨毛膜性双胎の膜性診断をしておくことが重要である。一絨毛膜性双胎ではGS内に2つの胎児が認められ、二絨毛膜性双胎ではGSが2つ存在し、それぞれのGSのなかにひとつずつ胎児が認められる。また、一絨毛膜性双胎ではひとつのGSのなかの羊膜、卵黄囊の数で一羊膜性、二羊膜性を診断する<sup>9)</sup>。

生理的臍帯ヘルニアは、妊娠8週から10週頃にしばしば観察されるが、妊娠12週になると腹腔内に還納される(図2)。

妊娠10週から14週において、胎児後頸部に認められる一過性の皮下浮腫をnuchal translucencyという(図3)。異常肥厚を3mm以上とする報告がほとんどで、染色体異常の検出率は28~100%とばらついている<sup>10)</sup>。検出できる染色体異常は、ダウン症候群、13トリソミー、18トリソミー、ターナー症候群などであるが、そのなかでもダウン症候群の検出に優れているといわれている。Nuchal translucencyにより染色体異常をある程度の確率で予測



(図1) 妊娠9週4日の胎児矢状断像。CRLの計測は矢状断で行うことが望ましい。



(図2) 生理的臍帯ヘルニア(矢印)の超音波断層図。

できれば、胎児に対しては早期診断を行うことによって予後を改善し、また母体に対しては早期からのカウンセリングを行うことにより精神的負担を軽減し、さらには無用な侵襲的検査による肉体的負担も回避することができる。しかしながら、その精度や取り扱いについてはいまだ議論の余地があり、慎重な対処が望まれる。

最近、妊娠初期の胎児鼻骨(nasal bone)の同定が21トリソミーの検出に有用であるとの報告が相次いでいる<sup>11)</sup>(図4)。妊娠11週から14週では21トリソミーの60~70%で鼻骨が見えない、あるいは妊娠15週から20週では21トリソミーの37%で鼻骨が見えないと報告されている。また妊娠15週から22週で、21トリソミーの61.8%で鼻骨低形成が認められるのに対し、正常胎児ではわずかに1.2%であった。今後、従来の検出法と組み合わせることによって、21トリソミーの検出率の向上が期待されるところである。しかしながら、その同定には検者の経験が必要とされており<sup>12)</sup>、nuchal translucencyと同様にその取り扱いについては慎重でなければならない。

胎児形態異常の妊娠早期診断報告例は、大体妊娠10週から15週の間である<sup>9)</sup>。とくに中枢神経系異常、嚢胞性ヒグローム、胎児水腫、腹壁破裂、羊膜索症候群(図5)、body stalk anomaly、ポッター症候群など生命予後不良のものが多いようである<sup>7)</sup>。

### 妊娠中・後期

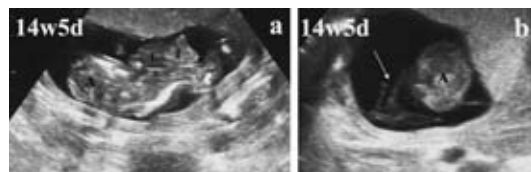
妊娠中・後期で胎児計測の最も重要なパラメーターはBPD、腹部周囲長(abdominal circumference, AC)、FLである。BPDとFLは妊娠週数の推定に有用であり、ACは胎児推定体重との相関が強い。胎児の体重推定を行う際、体重推定式のパラメーターの数が増加するほどその精度は増加してくる。しかしながら、パラメーターの数が3つになるまではその精度は増加してゆくが、それ以上にパラメーターの数が増えてもその精度は



(図3) Nuchal translucency(\*)の超音波断層図。AM:羊膜。



(図4) 正常胎児鼻骨(矢印)の超音波断層図。



(図5) 羊膜索症候群の超音波断層図。無頭蓋症(A)と腹壁破裂が明瞭に認められる。I:腸管, L:肝臓, 矢印:羊膜索。

増加しない<sup>13)</sup>。理想的な体重推定式のパラメーターの組み合わせは、BPD、AC、FLの3つを組み合わせ合わせた場合に得られる<sup>14)~16)</sup>。従来、種々の体重推定式が報告されてきたが、日本人胎児においてはShinozuka et al.の推定式<sup>17)</sup>が最も精度が高く、日本超音波医学会もその変法を推奨している<sup>18)</sup>。

胎児頭部では、頭蓋内構造と顔面の観察を行う。脳室拡大あるいは水頭症の診断のパラメーターとして、側脳室/大脳半球比(lateral ventricular ratio, LVR)と側脳室三角部幅(atrial size, AS)(図6)がある。LVRは妊娠25週以降は50%以下であり、ASは妊娠期間を通じて一定の値(10mm未満)をとる。

胎児胸部では心臓の位置、肺の異常エコー像の有無などを観察する。胎児心臓では、四腔断面、左室長軸断面、右室長軸断面、短軸断面、three-vessel viewなどを同定する(図7)。

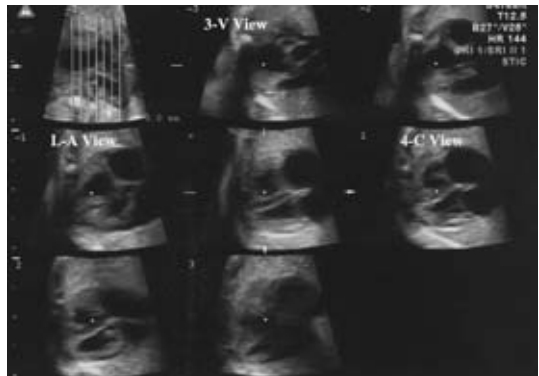
胎児腹部では、胃胞の有無および位置の確認、左右の腎臓の確認および腎盂の拡大の有無、腸管の拡大の有無、膀胱の確認などを行う。

胎児付属物では、胎盤の位置および内部構造の観察、臍帯の血管数の同定などを行う(図8, 図9)。

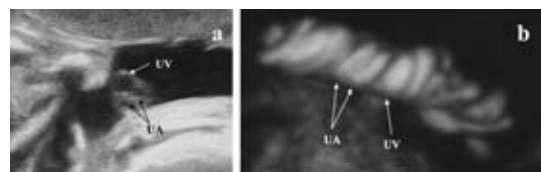
羊水量のチェックは羊水ポケット、あるいはamniotic fluid index(AFI)を用いて計測を行う。羊水ポケットでは羊水過多は8cm以上、羊水過少は2cm未満、AFIでは羊水過多は24cm以上、羊水過少は8cm未満である。



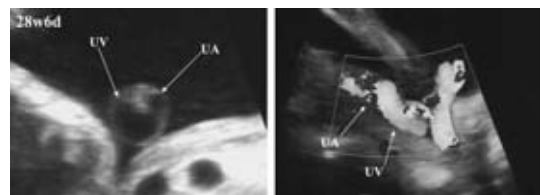
(図6) 胎児側脳室三角部(\*).



(図7) 胎児心臓のtomographic ultrasound imaging.



(図8) 正常臍帯. UA: 臍帯動脈, UV: 臍帯静脈. a: 二次元超音波像, b: B-flow imaging.



(図9) 単一臍帯動脈. UA: 臍帯動脈, UV: 臍帯静脈. a: 二次元超音波像, b: カラー Doppler 像.

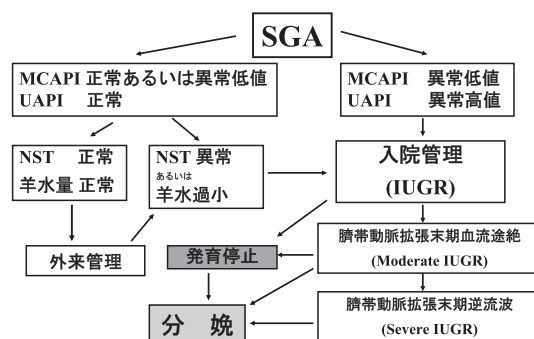
## 胎児血流計測

種々の胎児血管の血流計測が行われているが、臨床的に重要な血管は中大脳動脈(MCA)と臍帯動脈(UA)である。胎児血管は細く蛇行しているため血流量や血流速度などの絶対値は計測誤差が大きい。通常はインデックス(pulsatility index, PI; resistance index, RI; S/D ratio)を求めて用いる。これらのインデックスはドプラの計測部位よりも末梢の血管抵抗を表す指標として臨床的には用いる。最近、MCAの収縮期最高血流速度が胎児貧血の予測に有用であることが知られている<sup>19)</sup>。

## 胎児の発育評価—IUGRの診断と管理—

従来より、出生体重が10パーセントイル未満の新生児を small-for-gestational age (SGA)と呼んでいるが、その児が本来備えている発育のポテンシャルよりも実際の発育が下回ってきたものを intrauterine growth restriction (IUGR) または fetal growth restriction (FGR) と呼ぶべきである<sup>20,21)</sup>。しかしながら、日常診療において SGA と IUGR (FGR) を区別することはしばしば困難である場合が少なくない。SGA で出生した新生児が妊娠中より特に合併症もなく、単に小さいというだけで正常発育児と同様に良好な経過をたどることは日常診療においてしばしば遭遇する事実である。いわゆる normal small と呼ばれる児である。しかしながら、SGA でも血流速度波形異常や胎児機能不全(胎児シストレス)徴候、あるいは羊水過少などを示す胎児では嚴重な周産期管理が必要とされ、いわゆる IUGR (FGR) の範疇に含まれるようになってくる<sup>22)</sup>。

IUGR (FGR) の同定には、まず最初に超音波断層法による胎児推定体重の計測を行う。この場合、妊娠週数が正確であることが前提条件となる。妊娠週数を確かめる場合、最初の超音波計測による妊娠週数を採用すべきであり、けっして2回目以降の超音波検査による妊娠週数補正を行ってはならない<sup>13)</sup>。ファースト trimester における CRL 計測、あるいはセカンド trimester 早期における BPD 計測より妊娠週数の補正を行うことが望ましい。次に日本人胎児の基準発育曲線<sup>18)</sup>より10パーセントイル未満の SGA を同定する。ここで重要なことは、どの基準発育曲線を使用するかである。従来の基準発育曲線は出生した新生児の実測値より求められた基準値である。しかしながら、実測値は推定体重よりも18%も重く、したがって、推定式より求めた児体重をその基準値に当てはめると大きな誤差が生じることになる<sup>23)</sup>。しかも37週未満で出生した児は早産児であり、けっして正常児とはいえない。したがって、超音波計測値より求められた推定体重の基準値が必要となってくる。2003年、日本超音波医学会より日本人胎児の推定体重の基準値<sup>18)</sup>が公示され、今後大いに活用

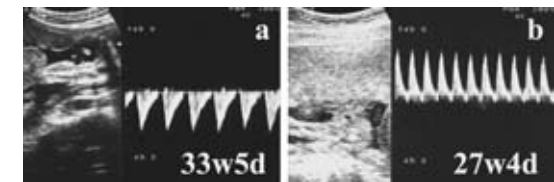


(図10) 子宮内胎児発育遅延(IUGR)の管理方針。SGA, small-for-gestational-age fetus; MCAP, middle cerebral artery pulsatility index; UAP, umbilical artery pulsatility index。(秦 利之: 日本産科婦人科学会香川地方部会雑誌 2005; 7: 1-5 より引用<sup>24)</sup>)

されるべきである。

SGAを同定したのちのセカンドステップとして、超音波ドプラ法による胎児血流計測を行う。胎児血流計測はMCA, UAで行う。得られた血流速度波形よりPIを求め、その値が異常値を呈した胎児をIUGR(FGR)と診断する。また羊水量のチェック、nonstress test(NST)も合わせて行う。

IUGR(FGR)の管理方針(図10)<sup>24)</sup>としては、超音波断層法による胎児推定体重が10パーセントイル未満であっても、MCA, UAのPI値が基準範囲内であれば、とくに問題にないSGAと考え、通常の外来での妊婦健診で様子を観察する<sup>25)</sup>。ただし、外来でNST、羊水量のチェックを行い、non-reassuring fetal heart rate pattern、あるいは羊水過少が認められれば入院管理とする。胎児低酸素症では、いわゆる血流再分配(brain sparing effect)の状態となり、MCAのPI値は異常低値を示し、UAのPI値は異常高値となる。このような状態では入院のうえ積極的かつ厳重な周産期管理が必要で、急速遂娩術となることもしばしばである。さらに、臍帯動脈拡張末期血流途絶は中等度のIUGR(FGR)、拡張末期逆流波は高度のIUGR(FGR)と考えられ、ともに胎児の状態は切迫した状態である(図11)。臍帯動脈拡張末期血流途絶は数日から数週間て拡張末期逆流波へと移行することが予想され、ステロイド療法のために待機できる状態と考えられる。臍帯動脈拡張末期逆流波は数週間以内に子宮内胎児死亡を起こす可能性が高く、逆流波が出現した場合には分娩の方向へと持ってゆく。上記以外に、推定体重の増加が認められない場合(3週間以上)にも娩出を考慮する。また、頭囲の発育停止は神経学的予後不良の危険性が高くなることが報告されており、その場合も娩出を考える<sup>26)</sup>。



(図11) a:臍帯動脈拡張末期血流途絶, b:臍帯動脈拡張末期逆流波。

#### 《参考文献》

1. Ang ESBC Jr, Gluncic V, Duque A, Schafer ME, Rakic P. Prenatal exposure to ultrasound waves impacts neuronal migration in mice. PNAS 2006; 103: 12903—12910
2. AIUM. Medical Ultrasound Safety. (Laurel, Maryland: American Institute of Ultrasound in Medicine) 1994
3. Kremkau FW. Contemporary ultrasound technology. Ultrasound Obstet Gynecol 1995; 6: 233—236
4. 前田一雄. 超音波検査の安全性. 日産婦医会報 2007; 683: 10—11
5. 秦 利之, 青木昭和. 心拍動. 臨婦産 1997; 51: 1046—1049
6. 名取道也. 妊婦の超音波診断とそのチェックポイント. 産婦人科治療 2000; 80: 129—134
7. 竹村秀雄. 経膈超音波による妊娠初期の胎児スクリーニング. 小児科診療 2000; 63: 311—315
8. 秦 利之, 秦 幸吉, 北尾 学. GSの異常. 産婦実際 1995; 44: 1783—1788
9. 竹村秀雄. 妊娠初期異常と超音波診断. 産婦人科治療 2000; 80: 717—722
10. 秦 利之. 胎児ダウン症の超音波スクリーニング. 産科と婦人科 1996; 63: 1647—1654

11. Shin JS, Yang JH, Chung JH, Kim MY, Ryu HM, Han JY, Choi JS. The relation between fetal nasal bone length and biparietal diameter in the Korean population. *Prenat Diagn* 2006 ; 26 : 321—323
  12. Cicero S, Longo D, Rembouskos G, Sacchini C, Nicolaidis KH. Absent nasal bone at 11-14 weeks of gestation and chromosomal defects. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003 ; 22 : 31—35
  13. Benson CB, Doubilet PM. Fetal measurements : normal and abnormal fetal growth. In : Rumack C, Charboneau W, Wilson S, eds. *Diagnostic Ultrasound*. St. Louis : Mosby-Year Book, 1992 ; 723—728
  14. Hadlock FP, Harrist RB, Carpenter RJ, Deter RL, Park SK. Sonographic estimation of fetal weight : the value of femur length in addition to head and abdomen measurements. *Radiology* 1984 ; 150 : 535—540
  15. Hadlock FP, Harrist RB, Sharman RS, Deter RL, Park SK. Estimation of fetal weight with the use of head, body, and femur measurements : a prospective study. *Am J Obstet Gynecol* 1985 ; 151 : 333—337
  16. Vinzileos AM, Campbell WA, Rodis JF, Bors-Koefoed R, Nochimson DJ. Fetal weight estimation formulas with head, abdominal, femur, and thigh circumference measurements. *Am J Obstet Gynecol* 1987 ; 157 : 410—414
  17. Shinozuka N, Okai T, Kohzuma S, Mukubo M, Shih CT, Maeda T, Kuwabara Y, Mizuno M. Formulas for fetal weight estimation by ultrasound measurements based on neonatal specific gravities and volumes. *Am J Obstet Gynecol* 1987 ; 157 : 1140—1145
  18. 日本超音波医学会. 超音波胎児計測の標準化と日本人の基準値. *超音波医学* 2003 ; 30 : J416—J440
  19. Mari G, Deter RL, Carpenter RL, Rahman F, Zimmerman R, Moise KJ, Dorman KF, Ludomirsky A, Gonzalez R, Gomez R, Oz U, Detti L, Copel J, Bahado-Singh R, Berry S, Martinez-Poyer J, Blackwell SC. Noninvasive diagnosis by Doppler ultrasonography of fetal anemia due to maternal red-cell alloimmunization. *N Engl J Med* 2000 ; 342 : 9—14
  20. Hata T, Deter RL, Hill RM. Individual growth curve standards in triplets : Prediction of third-trimester growth and birth characteristics. *Obstet Gynecol* 1991 ; 78 : 379—384
  21. Ariyuki Y, Hata T, Kitao M. Evaluation of perinatal outcome using individualized growth assessment. *Pediatrics* 1995 ; 96 : 36—42
  22. 妹尾大作, 秦 利之, 青木昭和, 秦 幸吉, 北尾 學. Appropriate for gestational age(AGA)baby 並びに small for gestational age(SGA)baby における子宮内胎児発育の差異に関する検討. *日本新生児学会雑誌* 1996 ; 32 : 459—463
  23. Doubilet PM, Benson CB. Sonographic evaluation of intrauterine growth retardation. *Am J Roentgenol* 1995 ; 164 : 709—717
  24. 秦 利之. 子宮内胎児発育遅延の診断および管理指針. *日本産科婦人科学会香川地方部会雑誌* 2005 ; 7 : 1—5
  25. 田中宏和, 秦 利之. IUGR の胎内管理と娩出時期. *周産期医学* 2004 ; 34 : 299—302
  26. 徳久琢也, 茨 聡. 胎児発育遅延(IUGR). *産婦人科の実際* 2004 ; 53 : 1283—1292
-