

研修医のための必修知識

B. 産婦人科検査法

Obstetrical and Gynecological Docimasia

12. 胎児発育・児体重測定

Fetal Development and Estimated Fetal Weight

研修医のための必修知識

妊娠後期の胎児発育評価として重要な超音波診断の胎児計測法と胎児推定体重(EFW: estimated fetal weight)算出法とそれらの評価法について述べる。

1. 胎児推定体重(EFW)算出の意義

胎児体重増加が正常であることが評価できれば、胎児発育が正常であることを確認できるとともに、胎児胎盤機能が正常である一つの指標にもなる。しかし、胎児体重はあくまで胎児の発育であり、胎児予後に大きく関与する胎児成熟度とは必ずしも一致しないことは認識する必要がある。

妊婦管理において、①子宮内発育遅延(IUGR)を診断し原因検索や治療などの対策がとれること、②巨大児を予測し肩甲難産など経膈分娩のデメリットを考慮した選択的帝王切開術を選択する機会が生まれること、③早産未熟児出生の際には待ち受ける新生児科医にとって重要な胎児情報になること、④妊婦が母性を育む際に胎児を実感する助けになることなど EFW 算出のメリットは多い。

2. 胎児計測のパラメータ

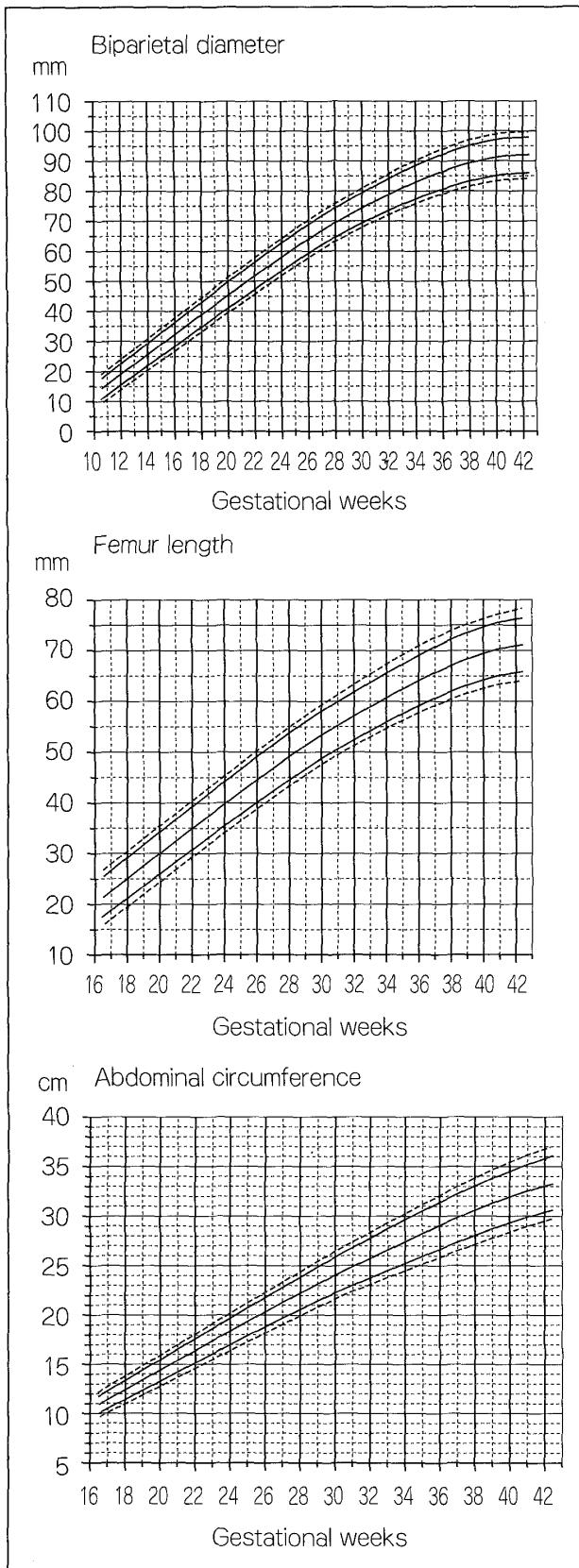
胎児体重推定式に用いられている胎児計測のパラメータの主なものを表1に示す。妊婦健診で毎回のように EFW を算出し胎児発育を評価することは必要ではない。BPD や FL などを測定し正常胎児発育曲線にプロットすることで、正常発育を確認するとよい(図1¹⁾)。

1) 児頭大横径 (BPD)

BPD を測定する児頭横断面描出の指標は Midline echo である。プローブが Midline echo とできるだけ平行になるように腹壁を移動し、頭部前方から大脳鎌、2本の透明中隔、第3脳室、その外側に視床、そして大脳鎌を認める断面を描出する。BPD 計測は腹壁側外側と反対側内側で行う outside-inside method が一般的である。しかし、青木らの推定式では outside-outside method が用いられているので、使用する基準曲線や推定式によって計測方法を確認する必要がある。

(表1) 胎児計測のパラメータ

児頭大横径(BPD : biparietal diameter)
児頭前後径(OFD : occipital-frontal diameter)
躯幹前後径(APTD : anterior-posterior trunk diameter)
躯幹横径(TTD : transverse trunk diameter)
躯幹周囲長(AC : abdominal circumference)
躯幹断面積(FTA : fetal trunk cross section area)
大腿骨長(FL : femur length)
脊椎長(SL : spine length)



(図1) BPD, FL, ACの妊娠週数別基準曲線
 中心線：平均値 実線：±1.5S.D. 点線：±2.0 S.D. (Shinozuka et al.¹⁾)

間違えやすい断面は、正確な断面より頭頂にずれた Midline echo が一直線に描出される側脳室レベルの断面がある。この断面では Midline echo は鮮明であるが、BPD は小さく計測されてしまう。

2) 躯幹計測 (APTD, TTD, FTA, AC)

躯幹を計測する躯幹横断面描出の指標は肝内臍静脈、胃泡、脊柱、大動脈である。胎児長軸である脊柱に直交する面で、腹壁直下から頭側脊椎方向(肝下面)に向かう臍静脈を描出する。この時臍静脈は測定横断面と平行ではないので APTD の約1/3程度の長さで描出されるのが適切である。この断面で胃泡、正円の大動脈が描出されていれば躯幹計測横断面であり、APTD, TTD, FTA または AC の計測を行う。腹壁から脊椎棘突起先端までを APTD、これに直交する横径を TTD とする。青木らの提唱した FTA とはマニュアルで外周をトラッキングし、面積を求めたものである。AC 計測は、マニュアルで外周をトラッキングし周囲長を求める方法と直交する2直線(通常は腹部前後径および横径)から作られる AC 外周の近似楕円の円周を求める方法(エリプス法)がある。マニュアル法による AC はエリプス法より3%大きく計測されるが、それらから算出されるエリア面積は0.9%の差しかない。そのため日本超音波医学会ではエリプス法による外周を AC として推奨している。

間違えやすい断面としては、臍静脈が腹壁から肝下面まで描出されている断面、あるいは大動脈が楕円形に描出されている断面がある。これらは躯幹を斜に計測しているため

APTD が長く、FTA が大きく計測されてしまう。

3) 大腿骨長(FL)

躯幹横断面からほぼ平行に尾側に移動すると FL が描出できる。プローブ接着面とできるだけ平行にし、両端の中央から中央を計測する。FL がプローブに垂直方向に描出された状態で計測すると、短く計測されてしまう。間違いやすい点は、大腿骨像の先端から描出される線状高エコー部分である。この部分は骨端軟骨部をみているので、通常計測には含まない。

4) 脊椎長(SL)

第6胸椎中心から第3腰椎中心の長さを SL とし、胎児体重推定式のパラメータとして用いた試みがある。モデルとしては SL がよいが SL の計測は煩雑で誤差要因が多く難しいため、SL の代わりに FL を用いる考え方が普及している。

3. 胎児体重推定式

胎児体重推定式は、BPD のみあるいは BPD と子宮底長による推定式が1970年代までに考案され、用いられていた。しかし、児頭の大きさと胎児躯幹その他部分の大きさの比率に個体差があり、また子宮底長は羊水量や胎位に影響されることから、そこから導き出される EFW の精度には限界があった。臨床では fetal malnutrition によると考えられる asymmetrical IUGR や巨大児ではより正確な EFW が求められるが、このような症例ほど誤差が大きく問題であった。

現在汎用されている Shinozuka et al. の胎児体重推定式の考え方は、頭部と躯幹というモデルを設定し、新生児の体積、比重の実測値をもとに作成された理論式で、これまで多く発表されてきた超音波計測値からの回帰式ではない。つまり、①頭を球に見立て BPD を3乗し係数をかける。②躯幹を円筒に見立て、腹部断面のパラメータを APTD×TTD またはエリプス法による AC、躯幹縦方向のパラメータを FL としかけ合わせ係数をか

(表2) 代表的な胎児体重推定式

著者(年)	算出式
Warsof(1977)	$\text{Log}_{10}\text{BW} = -1.599 + 0.144 \times \text{BPD} + 0.032 \times \text{AC} - 0.000111 \times (\text{BPD}^2 \times \text{AC})$
箕浦(1979)	$\text{APTD} \times \text{TTD} \times 40 - 244$ $\text{APTD} \times \text{TTD} \times 33 + 247$
Shepard(1982)	$\text{Log}_{10}\text{BW} = 0.166 \times \text{BPD} + 0.046 \times \text{AC} - 0.002646 \times \text{BPD} \times \text{AC} - 1.7492$
Thurnau(1983)	$(\text{BPD} \times \text{AC} \times 9.337) - 299$
青木(1985)	$1.25647 \times \text{BPD}^3 + 3.50665 \times \text{FTA} \times \text{FL} + 6.30994$
Hadlock(1985)	$\text{Log}_{10}\text{BW} = 1.335 - 0.0034 \times \text{AC} \times \text{FL} + 0.0316 \times \text{BPD} + 0.0457 \times \text{AC} + 0.1623 \times \text{FL}$
Hill(1985)	$\text{Log}_{10}\text{BW} = -4.7208 + 1.1933 \times \text{BPD} - 0.0613 \times \text{FL} \times \text{BPD} + 5.9509 \times \text{FL}/\text{BPD} + 0.3339 \times \text{AC}/\text{BPD}$
Woo(1986)	$1.4(\text{BPD} \times \text{AC} \times \text{FL}) - 200$
Shinozuka(1987)	$1.07 \times \text{BPD}^3 + 2.91 \times \text{APTD} \times \text{TTD} \times \text{SL}$ $1.07 \times \text{BPD}^3 + 3.42 \times \text{APTD} \times \text{TTD} \times \text{FL}$
Modified Shinozuka(2000)	$1.07 \times \text{BPD}^3 + 0.30 \times \text{AC}^2 \times \text{FL}$

ける。そして①②を合わせるというものである。この方法により、asymmetrical IUGR などにおいても十分な体重推定精度が得られるように作成されている。

胎児計測のパラメータを組み合わせる胎児体重推定式が多数考案されているが、現在までの計算式では各種パラメータを正確に計測しても、10%程度のEFW誤差は避けきれない。その原因は、第一に頭の形、腹部軟部組織の容積や比重の個体差があること、第二に胎児胎位や圧迫による躯幹の変形などによる測定誤差がでることなどである。

表2に代表的な胎児体重推定式を示したが、人種的な胎児発育の差を考慮すると本邦で作成された推定

式を用いるのがよいと考えられる。日本超音波医学会では、これまで各施設で用いられていた異なった評価法を統一し、同一な基準で胎児発育を評価する目的で、胎児計測の標準化と基準値を推奨している¹⁾。その胎児体重推定式は

$$EFW = 1.07 \times BPD^3 + 0.3 \times AC^2 \times FL \quad (AC \text{ はエリプス法を用いる。})$$

である。このmodified Shinozuka式は、ACの代わりにAPTDとTTDをパラメータに用いたオリジナルのShinozuka et al. の式

$$EFW = 1.07 \times BPD^3 + 3.42 \times APTD \times TTD \times FL$$

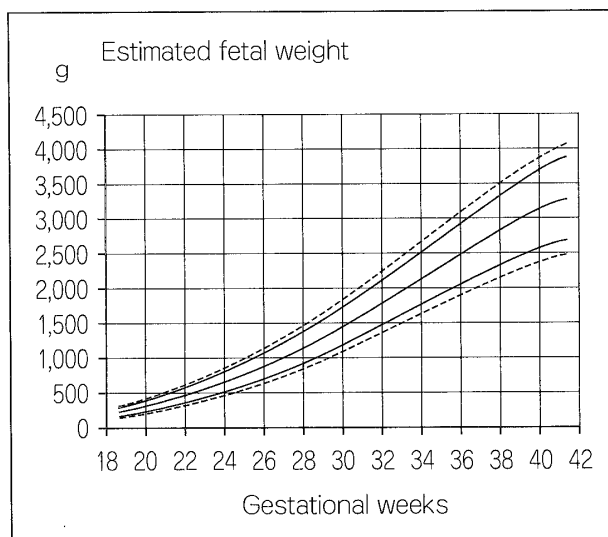
と同等の推定精度なので、オリジナルの推定式を用いても臨床上問題ない。

現在では、三次元超音波断層装置の発達により胎児大腿部や上腕部のvolumetryを行いEFWを推定する試みもなされている。理論的には二次元超音波による胎児推定式より精度が高い値が得られるようになるはずであるが、臨床応用までにはなお時間を要するようである。

4. 正常発育曲線

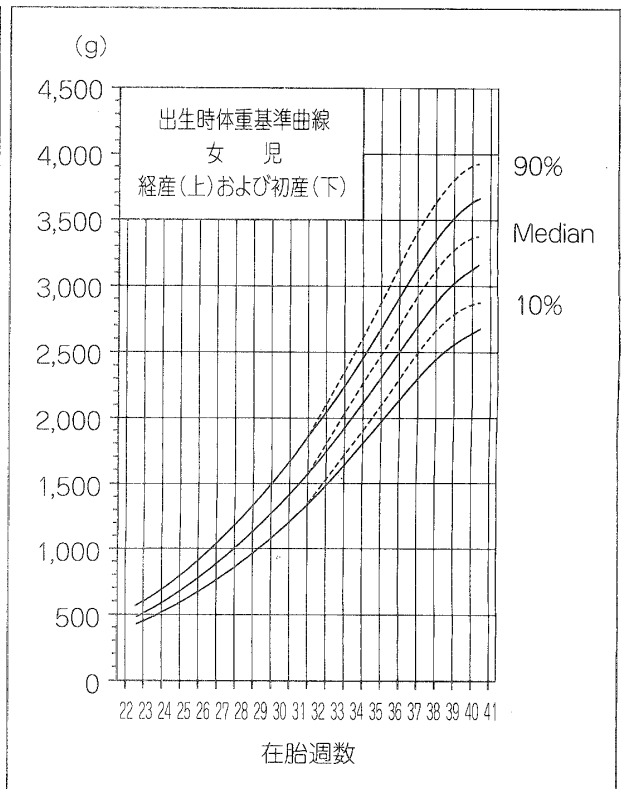
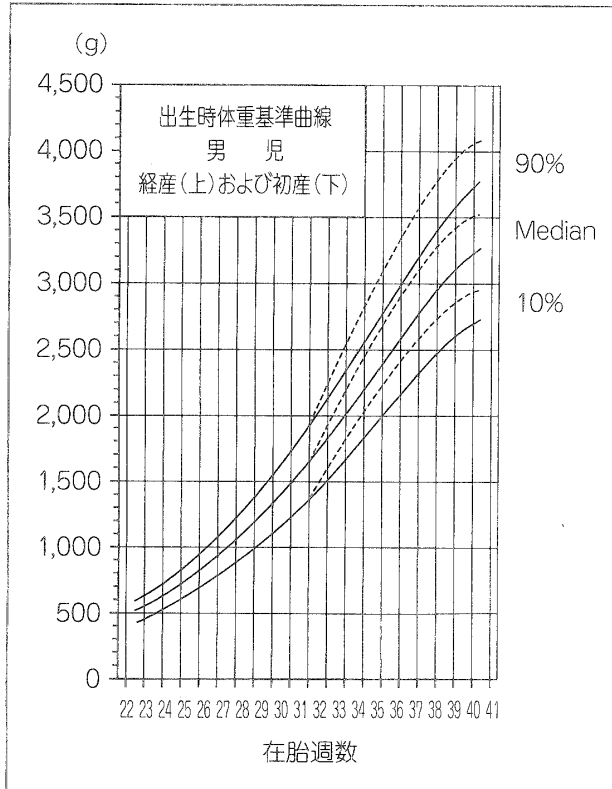
胎児発育を評価する基準は、超音波断層検査による推定体重(子宮内胎児発育曲線)(図2)¹⁾の基準値と出生児体重基準曲線(図3, 4)²⁾による基準値がある。出生児体重基準曲線²⁾では10パーセントイルと90パーセントイルの曲線が採用されている。

EFWの評価は、超音波断層検査によるEFWの基準値で行うべきである。なぜならば、EFWの発育曲線は報告されている出生児体重基準曲線とは30週以前では異なっているためである。その主な原因は、早産児は何らかの異常があり小さく生まれてくる可能性があるが、出生児体重基準曲線はその早産児を含むデータにより作成されていることにあると考えられる。つまり、EFWが子宮内胎児発育曲線でLight for Dateと診断されていて、そのEFWが合っても出生後に出生児体重基準曲線でAppropriate for Dateと診断されることがあり得る。



(図2) 妊娠週数別推定胎児体重発育曲線

中心線：平均値 実線：±1.5S.D. 点線：±2.0 S.D. (Shinozuka et al.¹⁾)



(図3) 日本人男児の出生時体重基準曲線
(点線が経産例, 実線が初産例)
(小川ら²⁾)

(図4) 日本人女児の出生時体重基準曲線
(点線が経産例, 実線が初産例)
(小川ら²⁾)

5. 子宮内発育遅延(IUGR: Intrauterine Growth Retardation)

EFWが10パーセンタイル以下の場合 IUGR と診断される。

IUGRの中にはいわゆる normal small も含まれているが、発育・発達の異常が認められる頻度が高くなるハイリスク群である。したがって IUGR と診断した場合、fetal hypoplasia (symmetrical IUGR, low profile growth, type I IUGR) と fetal malnutrition (asymmetrical IUGR, late flattening pattern, type II IUGR) のどちらのタイプか考えつつ、原因検索をする必要がある。

Fetal hypoplasia は胎児発育初期に障害を受けたもので、染色体異常、母体感染 (TORCH 症候群など)、薬物障害、放射線被曝などで起こるとされ、先天奇形を伴うことも多い。

Fetal malnutrition は妊娠後期に母体合併症(妊娠中毒症を含む)、胎盤機能不全などによる胎児への栄養障害によって起こるとされ、子宮内での慢性低酸素症を伴うこともある。いわゆる brain sparing effect により脳血流を保ち頭部発育は正常で、躯幹の発育が遅延している状態と理解される。

IUGR は胎児の問題に加えて、胎盤機能不全の可能性があるので、羊水量測定や胎児血流計測、胎児心拍モニタリングを行い子宮内胎児死亡や胎児仮死に十分注意しなければならない。

6. 巨大児

出生体重が4,000g以上の児を巨大児と定義しており、巨大児の頻度は2%前後である。巨大児の経膈分娩では肩甲難産が20%以上にみられ危険であるので、胎児体重推定により巨大児出産を疑うことは選択的帝王切開術を考慮するためなどに重要である。臨床において巨大児の推定誤差が大きいという印象は否めないところである。しかしこれは、胎児体重推定式の誤差が±10%あるので4,000g前後での胎児体重は理論上400gの推定誤差が生じることになり、胎児体重推定の現時点での限界であり誤差が大きいわけではない。

《参考文献》

- 1) Shinozuka N, Akamatsu N, Sato S, Kanzaki T, Takeuchi H, Natori M, Chiba Y, Okai T. Ellipse tracing fetal growth assessment using abdominal circumference : JSUM Standardization Committee for Fetal Measurements. J Med Ultrasound 2000 ; 8 : 87—94
- 2) 小川雄之亮, 岩村 透, 栗谷典量, 仁志田博司, 竹内久彌, 高田昌亮, 板橋家頭夫, 井村総一, 磯辺健一. 日本人の在胎別出生時体格基準. 新生児誌 1998 ; 34 : 624—632
(佐藤 郁夫*)

*Ikuo SATOH

Department of Obstetrics and Gynecology, Jichi Medical School, Tochigi

Key words : Estimated fetal weight (EFW) · Biparietal diameter (BPD) ·
Femur length (FL) · Intrauterine growth retardation (IUGR)
