

研修医・助産師・産科にかかる看護師のための週産期ペリネイタル誌

BIRTH

ペリネイタルナーシング

2012年11月号

11
Vol.1 No.8



連載

超音波検査一目瞭然!
-正しい楽しい使い方-

岡本正子先生の
からだのためになるレシピ
声なき声を聴くために
胎児心拍数モニタリング判読塾

超音波検査から 何がわかる?



9

3次元超音波で 何がわかる? どう使う?

丸茂元三

板橋中央総合病院 妊婦人科 医長



POINT

- ① 3次元超音波では胎児の表情やしぐさがわかります!
- ② 3次元超音波の仕組みとその応用方法は?
- ③ 妊婦や家族への心理的影響について考えましょう!

はじめに

最新の3次元超音波装置は、リアルタイムに動く3次元像を観察できます。動く3次元像を4次元像といい、リアルタイム4次元超音波とも呼ばれています。直接おなかのなかの赤ちゃんを見ているかのように、胎児の表情(図1)やしぐさ(図2)が観察できるため、胎児行動学の発展はもとより、妊婦やその家族にとって、胎児とのきずな愛着の形成に大いに役立つと考えられます。もう1つの特徴的な画

像化の方法が任意断面表示です。元の断層像とは異なる任意の断面を生成して表示することができ、通常の断層像では得ることができない断層像も簡単に得ることができます。さらにその任意断面に直交する2断面を同時に表示する直交3断面表示を行うこともできます。この任意断面、また直交3断面は順番に連続した画面として観察することができるため、脳や心臓のように複雑な臓器の診断にはあわめて有効

です。また血流の存在部位をカラー表示する方法を用いると血流の3次元像を得ることも可能です。また、各部位の体積計測も可能になってきています。これらの3次元データはデジタル情報であるため、保存して後から振り返し観察することもでき、また遠方の専門家に転送し、遠隔診断やセカンドオピニオンにも利用が可能です。



図1 妊婦34週表情（笑み）



図2 妊婦30週しぐさ（両手を口元に）



3次元超音波の仕組み

魚群探知機に例えると

超音波検査は魚群探知機と同じ原理です。超音波には、物質の境目で反射する性質があります。船の上から発せられた超音波が魚の群れにあたっても反射して戻ってきます。海底に当たると同様に戻ってきます。超音波が戻ってくる時間によって海面からの魚群の位置、海底の深さが分かります。これを表示断面としてモニターに表示と魚群の広がりや海底の形が分かります。

おなかのなかの胎児も羊水の海にいます。羊水は液体で胎児は固体です。羊水と胎児は物質の差があるので、胎児に当たった超音波は反射して戻ってきます。それを利用して、超音波で胎児を画像化することができるのです。

立体画像は2次元画像の集積

通常の臨床で使われている超音波は2次元超音波で、胎児の断面を見ることがあります。これによりCTスキャ



ンのように体内部の構造を見ることができるのです。しかし、逆にいと2次元の断面しか見ることができません。

では、どうやって3次元超音波は立体画像をつくっているのでしょうか。実は3次元画像も、像全体の各断面を端から端まで集めてそれを3次元データとして取り込んで、画像を表示しています。つまり2次元画像の集積で3次元画像をつくっているのです。

球体を切っていくとどうなる

具体的にお話すると、ある球体の端から断面をみていくと、どうなるでしょうか。一番端の断面は球面に接する点

です。少しずらした断面は小さな円になります。さらに球の中心に向かっていくにつれて、断面の円は大きくなっていきます。そして球の中心で断面の円は最大になりその後、円は小さくなりやがて、球の一一番端で点になります。それぞれの断面をある幅をもつ板とするとき、各断面の円をくり抜いてその板を並べると少しひびつですが球体ができ上がります。この板の幅をどんどん小さくしていくけば、限りなく元の球体に近い立体をつくることができます。このように3次元のデータは2次元の断面の集積によってできあがっているのです（P.13）。

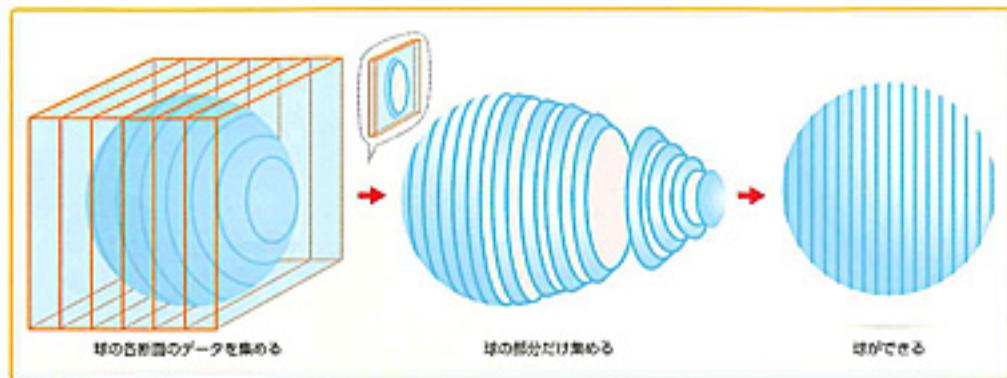


図3 球体に倒えると

立体的に見える原理

ではこの3次元データをどのように表示すれば、立体的に見えるでしょうか。これはヒトがものを見るときのことを考えるとわかります。実は光も超音波と同じです。ものが見えるのは、そのものに当たって戻ってきた光を目の網膜がとらえるからです。3次元超音波で胎児が立体的に見えるのは、石膏像を立体的に描くことと同じ原理によっています。学校の美術室には、真っ白な石

膏像が置いてあったと思いますが、白の絵の具だけでは、石膏像を立体に描くことはできません。光と影を描き出すことによって、はじめて立体的な像として描くことができるのです。たとえば、光が多く当たって戻ってきてているところは明るく見えます。お化粧でいと、顔のおでこから鼻のラインの高い部分の、いわゆるTゾーンです。光があり戻ってこない部分は黒っぽく見えます。まったく光が当たらない部分は、光が戻ってこないので、真っ暗にみえます。同

様に、おなかのなかの胎児も、超音波が多く戻ってくるところは明るく、あまり戻ってこないところは暗く描くと立体的に見えるのです。

きれいな画像を得るためにコツ1
胎児の皮膚像を見るためには、羊水が、見ようとする胎児の前面にあることが必要です。2次元超音波で胎児の表面に羊水があるところを探して、その位置から3次元画像をつくるのがコツです。仰位を少し変えてもらうことで羊水が胎児の前面にくることもあります。

産科領域への応用（胎児診断）

体表の3次元像

胎児体表の3次元像では、顎の様子がリアルに描出されるため、**口唇裂**などの顔の形態異常が明瞭になります（図4）。また、耳の形態や、低耳介のような位置異常が明確に描出されます（図5）。指ではオーバーウラッピングフィンガー、多指症、合指症、手首足首の屈曲では内反足のよう

な3次元的な異常の診断に役立ちます（図6）。四肢短縮症はその短縮の程度を具体的にイメージすることは難しいですが3次元像により明確に認識することができます。その他にも、外陰部（図7）の複雑な形態異常や、さい帯ヘルニア（図8）、腹壁破裂、皮膚の異常な膨隆などの体表の異常の診断に有用です。ただし手本過少の症例などでは、体表の3次元像を得る

ことが困難になることがあります。

骨格の3次元像

胎児の鎖骨や2分脊椎などの脊柱の異常は断層像では見逃されやすいですが、骨格の3次元像では脊柱全体が表示されるため見落とされる危険が減ります。また、骨格の3次元像は胸郭の発育不良や骨格の形成異常、さらに、曲面構造を持つ頭蓋の融合や

衆門の異常の診断にも役立ちます。

任意断面表示

任意断面表示を用いれば、検査時の胎児の向きによらず、診断に適した断面を抽出できるため、臓器の形態異常診断も効率的に正確に行なうことができます。このことがとくに有用と考えられるのは、複雑な立体構造を有する脳と心臓です。脳の異常の診断において必要と考えられる矢状断面は、胎児の向きの関係から通常の超音波断層像では描出困難なことが多くあります。

しかし、任意断面表示を行うことにより、冠状断面、水平断面、矢状断面などの任意の断面を容易に得ることができます。また心臓は絶えず動いているため、脳の異常の診断に非常に有用となります。また心臓は絶えず動いているため、3次元超音波の対象になりにくいといわれていましたが、最新の超音波技術(spatio-temporal image correlation:STIC)により心臓の任意断面表示が可能になってきています。STICについては項をあらためて説明します。これらの任意の断面はCTやMRIのように平行な連続した断面で観察することも可能です。

直交3断面表示

直交3断面表示は、任意の断面に直角に交差する2つの断面を同時に表示することができる方法です。この表示法は複雑な構造を有する臓器を理解するために有効です。とくに複雑な立体構造を有する胎児の脳の評価において、胎位によらず、常に一定した基準断面である水平断面、冠状断面、矢状断面(図9)を得ることができます。この基準面により脳の各部



図4 口唇裂 (妊娠36週)



図5 耳の形態や位置が確認できる (妊娠28週)



図6 指の数や形態が確認できる (妊娠29週)

A 女性外性器 (妊娠28週)

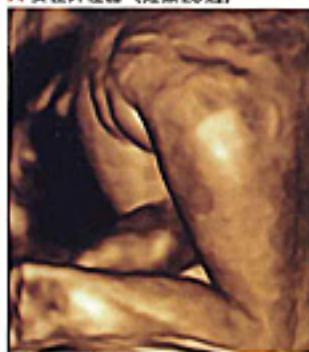


図7 外性器

B 男性外性器 (妊娠27週)



図8 さい帯ヘルニア (妊娠16週)



位の発育を詳細に観察評価することが可能です²⁾。もうひとつの複雑な機器の代表である心臓もSTICにより直交3断面表示が可能になってきています。

STIC

これまでの3次元超音波は、3次元データーの取り込みに数秒時間をするため、その間に対象物が動くと得られる像に歪みが生じていました。とくに動きの早い胎児心臓は歪みが生じるため、3次元像での観察が困難な機器でした。しかし現在超音波技術が進歩して心臓の4次元超音波診断が可能になってきています。この技術の原理は心臓の周期的な動きから心周期を読みとり、同一の心時相ごとに心臓の3次元像を構築するというものです。

たとえば、心臓全体を10秒かけてス

キャンしたとします。そのとき、心臓が0.5秒ごとに拍動していたとしたら、心臓は20回収縮と拡張を繰り返したことになります。心臓全体をスキャンしたデーターの中から、0.5秒ごとの断面を集めると、心臓の同じ状態(同一の心時相)つまり一番収縮した状態ならその状態の断面ばかりを集めることができます。一番拡張した状態なら、拡張した断面ばかりを集めることができます。でき上がった3次元像を連続的に動かすと動きのある3次元像すなわち4次元像となるのです。

この心臓の内部構造を見るために任意の断面像を構築することもできます。このようにして断面をつくる技法をSTICと呼びます。また、任意断面は直交3断面表示と平行な複数の断面で表示することができます。カラードプラで情報を収集すれば血流情報の

ある断面を表示もできます。

3次元血流推出

パワードプラやカラードプラ法により血流の流れを描出することができます。これを3次元表示することにより血管の走行を立体的に観察することができます。血流の3次元像は、胎児形態異常の診断や胎児胎盤両端の異常の診断に役立てることもできます。

体積表示

3次元のデータを取り込んでいるので、観察したい部位または臓器のみを立体構築し、その体積を計測することも可能です。従来、断面像における値の評価しかできていなかったものが体積で評価できることでより診断能力が上がる可能性があります。

A 水平断面



B 冠状断面



C 矢状断面

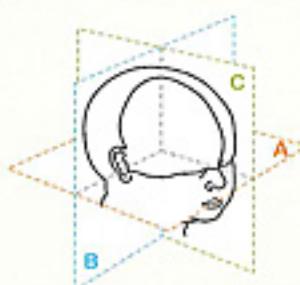


図9 直交3断面
胎児頭部の水平断面、冠状断面、矢状断面とそのシェーマ

きれいな画像を得るためにコツ2

胎児の頭の前には、子宮の壁があり、手が来たり、足が来たり、さいふが来たりします。また、胎児がお母さんの背中側に向いていれば、後頭部しか見えません。そのため顔が見えない場合、軽く胎児の背中をトントンしてあげると、胎児が動いて、見やすくなることがあります。

ここに
注目!



婦人科領域への応用

経診法により、子宮は詳細に観察することができますが、子宮の親断像と横断面しか捉えることができないため、子宮の先天形態異常は診断に苦慮することがあります。3次元超音波を用いると子宮の冠断面、横断面に加えて前額断面を描出することができ、子宮の先天性形態異常の診断に有用です。

卵巣に関しては、周囲の腸管像との

分離が困難なため、腹水が多い存在する場合を除いて表面表示は難しくなります。一般婦人科臨床において卵巣疾患に対する3次元超音波の有用性はそれほど高くありませんが、卵巣内の囊胞部分における充実部分を立体的に観察するのに有用です。また特徴的な管状構造をもつ卵管病変³⁾との鑑別にも有用です。通常、管腔や

卵巣などの反射率の少ない部分は暗く表示されますが、inversion modeを使えば白黒を反転させ、その立体像を作成することができます。これにより断面像では多囊胞構造と区別が付きにくかった屈曲した卵管を立体的に認識することが可能になります。



圧倒的に優れた胎児立体像

このように3次元超音波の診断的価値は非常に高いものです。しかし診断には断面による画像が中心を占めているため、通常の2次元超音波の重要性を折るるものではありません。ところが3次元超音波でなければできない圧

倒的にすぐれている点があります。それは胎児の立体像です。身体の動きはもとより、顔の表情やしぐさをリアルタイムで見ることは、検者はもとより妊娠とその家族に与える感動ははかり知れないものです。

実際、板橋中央総合病院（以下、当院）でのリアルタイム4次元超音波が妊娠とその家族に与える心理的效果、出産の満足度、そして4次元超音波をする最適な時間について検討したので紹介します。

リアルタイム4次元超音波外来が妊婦および家族に及ぼす心理的效果

当院では胎児に対する4次元超音波を希望した妊娠に対し、1回あたり約30分間、リアルタイム画像をお見せするとともに、DVDに撮影し自宅へ持参してもらうサービスを2003年9月から行っています。この試みが妊娠および家族に及ぼす心理的效果を検討してみました。

検討方法

方法としては2005年1月～2006年3月までに当院で分娩された1414症例中、調査が可能であった1023症例にアンケート調査を実施しました。その結果、1023症例のうち、516（初産278/経産238）例、つまり50%の症例

が、妊娠中に4次元超音波画像撮影を施行していました。年齢による施行率は、20歳代前半48%、後半51%、30歳代前半51%、後半53%で、ほぼどの年齢層の方でも同様に4次元超音波を撮っていました。実際は、希望しても手配がつかない方もいたので、希望する妊娠さんはもっと多かったと思



われます。

満足度

画像に「満足」と「ほぼ満足」と答えた症例の割合は87%でした。「やや不満」と答えた症例は5%で、「不満」と答えた症例は皆無でした。

心理的変化

妊娠の心理的变化として、「赤ちゃんが順調に発育していることがわかり

安心した」67%, 「赤ちゃんに会えることが楽しみになった」61%, 「赤ちゃんに親しみ、いとおしさ等の愛着がでてきた」60%, 「妊娠の自覚が強かった」21% (図10) などが多く報告されました。

また家族の心理的变化として、「感銘を受けた」68%, 「出産が待ち遠しくなった」29%, 「夫として父親になる自覚ができた」16%でした (図11)。初産婦、経産婦とも見への愛着感、

妊娠の自覚、父親になる自覚が高まっていました。

まとめ

以上より、妊娠および家族が、妊娠中からリアルタイムで4次元超音波で鮮明で動きのある胎児の画像と視覚的ふれあいを持つことは、見への親しみ、愛情を高めるだけでなく、より安心と期待を持って出産を迎えることができる要因になりうると思われました。

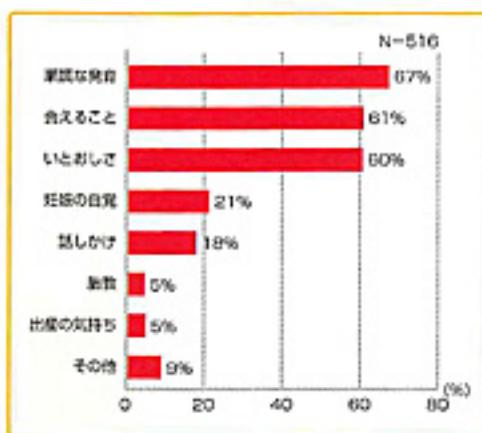


図10 妊婦の心理的変化

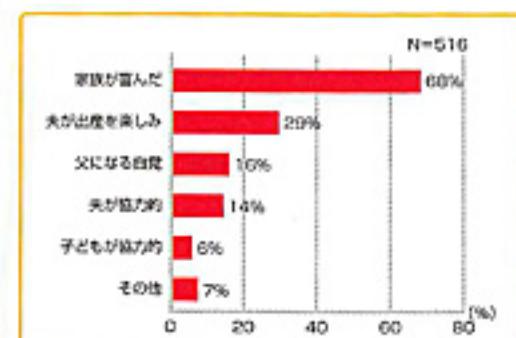


図11 家族の心理的変化

4次元超音波の顔は同じ?

4次元超音波をとっているとき、「まだどちらに似ているかわかりませんよね」とよく聞かれますが、生まれた方のお話を聞くと、全員「4次元超音波とそっくりだった」と言います。



4次元超音波と出産の満足度

2005年1月～2006年12月までの間に、当院で出産された2305症例中、調査可能であった1667 (初産785/経産882) 例を対象にアンケートを実施しました。出産の満足度は「満足～ほぼ満足」が4次元超音波施行群において85.6%, 4次元超音波なし群に

おいて80.0%でした。

出産に対する満足度を決める要因はさまざまあると考えられます。妊娠中4次元超音波施行した症例は、4次元超音波なしの症例より、出産に満足している割合が高いことがわかりました ($P<0.01$)。妊娠中から、鮮明で動き

のある胎児の画像と視覚的ふれあいを持つことにより、見への親しみ、愛情を高めるだけでなく、満足度の高い出産を迎えることができる要因の一助になる可能性が示唆されました¹⁰⁾。

4次元超音波をする最適な時期



図12 妊娠19週(手をたたく)



図13 妊娠27週(足しゃぶり)



図14 妊娠33週(左目を開けて鼻をこする)

2005年1月～2007年6月までの間に、当院で出産された2853症例中、調査可能であった2057(初産968/経産1089)例を対象にアンケートを実施しました。妊娠中に、4次元超音波画像撮影は、926症例(初産517例、経産409例)で施行されていました。4次元超音波画像撮影の妊娠週数別の画像の満足度は、「満足」から「1112満足」が妊娠16～19週(図12)において77%、20～23週において74%、妊娠24～27週(図13)において89%、妊娠28～31週において88%、妊娠32～35週(図14)において84%、妊娠36～39週において83%でした(図15)。

4次元超音波画像撮影の妊娠週数別の心理的影響は、妊娠週数が早いほど、妊娠の自覚、胎児の顕著な発育に対する安心感、胎児に対する愛着、いとおしさの割合が高くなる傾向

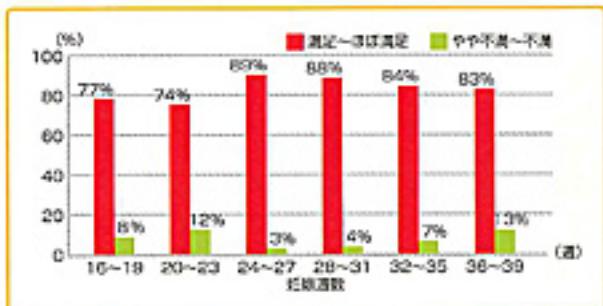


図15 妊娠週数別4Dエコーの満足度

がありました(図16)。逆に妊娠週数が遅いほど、胎児に会えることの期待の割合が高くなる傾向がありました(図17)。

妊娠中から、鮮明で動きのある胎児の画像と親密なふれあいを持つことは、どの妊娠時期においても、胎児の顕著な発育に対する安心感と、見への親しみ愛着を高め、とくに妊娠週数が早い

ほど、その傾向が高いことが示唆されました。また妊娠週数が遅いほど、胎児に会えることの楽しみが高まることが示唆されました。

以上より、4次元超音波の心理的影響は施行時間により異なる面もありますが、全体の満足度からみれば、妊娠24～31週が最適と考えられました^④。



図16 妊娠週数別4Dエコーの心理的影響

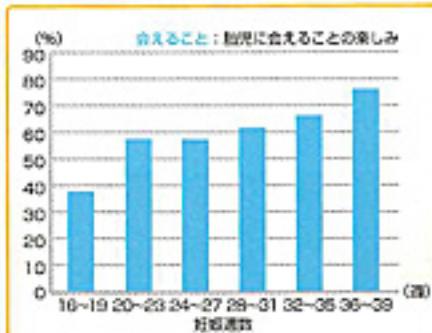


図17 妊娠週数別4Dエコーの心理的影響

おわりに

リアルタイム4次元超音波は、検者はもとより第3者をも客観的にわかりやすく納得させる3次元像と診断能力に優れる任意断面を表示することができるため、臨床活用はますます盛んになると考えられ。その活用法は大きく2つ

に分かれていくと思われます。1つは胎児診断、もう1つは妊娠や家族の赤ちゃんに対する愛着形成です。胎児との視覚的ふれあいが妊娠と家族に赤ちゃんとのきずなを深め、安心して出産予育てを迎えることに大いに寄与する

と考えられます。そのため、助産師外来でも、リアルタイム4次元超音波の活用は、満足の高い出産とスムーズな子育てへ導くうえで、大いに役立つと思われます。

文献

- 丸茂元三：リアルタイム4次元超音波外来がもたらす診療の向性。新医療, 34(5): 56-59, 2007.
- 丸茂元三・土妻志郎・武谷雄二：IUGR時の臍帯周囲にみられる発育遅延。産科婦人科の世界, 54: 975-980, 2002.
- 丸茂元三・土妻志郎・武谷雄二：卵管病変。産科と婦人科, 69: 1478-1481, 2002.
- 丸茂元三・森田豊・石田友彦 ほか：4次元超音波外来が妊娠および家族に及ぼす心理的影響。日本産科婦人科学会学東京地方会会誌, 56: 355-360, 2007.
- 丸茂元三・石田友彦・森田豊 ほか：妊娠中の胎児4Dエコーと昌慶における満足度に関する検討。超音波医学, 35 Supplement: s473, 2008.
- 丸茂元三・森田豊・石田友彦 ほか：胎児の4Dエコー施行における満足な妊娠週数の検討。超音波医学, 36 Supplement: s424, 2009.

Profile

丸茂元三（まるも げんぞう）

板橋中央総合病院産婦人科医長

1960年生まれ。1983年 北海道大学医学部卒業。1991年 東邦医科大学医学部卒業。同年 東京大学医学部附属病院産婦人科入院。1996年 産婦人科助手手帳を経て、2003年 板橋中央総合病院産婦人科勤務し、2004年より現職。

日本産科婦人科学会専門医。日本超音波医学学会超音波専門医。

主要著書：「赤ちゃんはお腹の中で何をしているのか」(著者)『産科婦人科学生のための臨床医学』(分担執筆)