

2007 May

5

No.388

New Medicine in Japan

月刊 新医療

総特集

進化し続ける超音波診断の到達点

画像診断機器の中で、長足の進歩を遂げる超音波診断機器の“位置”が変化してきている。その有用性・独自性を積極的に検証する

特集

部門別・目的別に見たIT化の効果



東京・八王子市の北原診療所利根院では、最新の高度超音波診断機器・システムを導入して診療をオープン。北原院長理事表示、本村管理部長表示、沼澤と藤村部長

特別企画

女性医師の座標点を探る [Part2]

「データ」

SPECT/ESWL設置機関名簿

臨床・経営面から超音波の有用性を探る

リアルタイム4次元超音波
外来がもたらす診療の方向性

板橋中央総合病院 産婦人科医長

丸茂元三



●Summary

The direction of medical treatment by the real time four-dimensional ultrasound

The real time four-dimensional ultrasound makes possible to observe the prenatal 3-D picture in the real time, so the pregnant mother or the family can contact an unborn child visually. The visual contact will contribute for mothers to have attachment for their child, to build the bonds of mother and child, to realize pregnancy, and to feel security for the normal growth. The real time four-dimensional ultrasound is certainly valuable for diagnosis; but also it is considered to be highly useful to expect for the secure pregnancy, birth and child care.

や得られる情報も異なる。

要旨：リアルタイム4次元超音波は、胎児の立体画像の動画がその場でリアルタイムに観察できるため、直接、妊婦またはその家族が視覚的に胎児と触れ合うことができる。この視覚的ふれあいは、胎児への愛着、絆の形成、妊娠の自覚、期調を促すに封じての安心感を高めることに大いに役立つ。リアルタイム4次元超音波は、診断の有用性は非常に高いが、大多数の妊婦にとって最も重要なことのひとつである。妊娠、出産、育児を安心と期待をもって進めるために大いに役立つと考えられる。

現在、最も一般的な方法は、コンピュータ処理による方法である。たくさん断層像をコンピュータに取り込み、様々なコンピュータ処理によって、画像化して表示する。その代表的な画像化の方法が3次元像の表示である。胎児像をはじめとして様々な3次元像を作り出すことができ、さらに焦点を変えて異なった方向から観察した像を作ることにも可能である。

もう一つの特徴的な画像化の方法が、任意断面表示である。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る。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る。さらにその任意断面に直交すると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る。この任意断面、また直交3断面は順送りに関連した断面として観察することができるため、診断価値は極めて高い。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ある。臓器、または各部位の体積計測も可能になってきている。

胎児3次元像表示と任意断面表示が可能なリアルタイム4次元超音波

最新の3次元超音波装置は、同時に3次元像を構築できるために、リアルタイムに動く3次元像を観察できるまでになってきている。動く3次元像を4次元像といい、その画像がリアルタイムで見られるため、リアルタイム4次元超音波と呼ばれる。特に、産科領域において胎児観察には有用で、直接お腹の中の胎児を見るように胎児の表面やしぐさが観察できる(図1)ため、胎児行動学の発展はもとより、妊娠やその家族にとって胎児とのきずなや愛着の形成に大いに役立つと

考えられる。

3次元超音波は、近年電子工学の急速な進歩により短時間で明確な3次元超音波像を構築表示できる装置が開発され、今や一般の臨床現場でも手軽に使える時代になってきた。3次元超音波の原理や装置は決して単一ではなく、いくつもの種類があり、表示される像

最新の3次元超音波装置は、同時に3次元像を構築できるために、リアルタイムに動く3次元像を観察できるまでになってきている。動く3次元像を4次元像といい、その画像がリアルタイムで見られるため、リアルタイム4次元超音波と呼ばれる。特に、産科領域において胎児観察には有用で、直接お腹の中の胎児を見るように胎児の表面やしぐさが観察できる(図1)ため、胎児行動学の発展はもとより、妊娠やその家族にとって胎児とのきずなや愛着の形成に大いに役立つと

動きの早い胎位の観察診断は非常に困難であった。しかし、抱えきれない超音波技術の進歩により心臓の4次元超音波診断も可能になってきている。これらの3次元データはデジタル情報であるため、保存して後から繰り返し観察するこ

ともできるし、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利用が可能である。

今回、これらのリアルタイム4次元超音波の特徴について産婦人科領域に因って詳しく述べていきたいと思う。

3次元超音波の産科領域への応用 (胎児診断)

● 体表の3次元像

胎児体表の3次元像では、顔の様子がリア

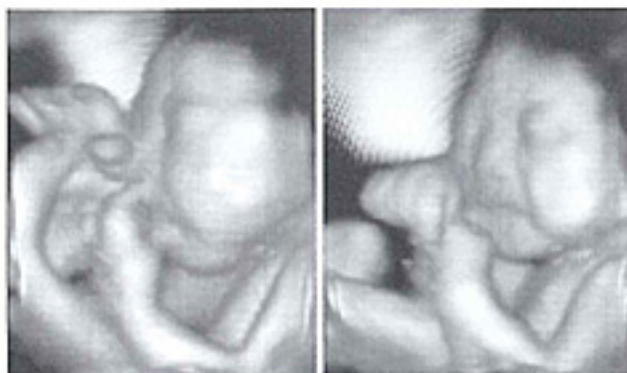


図1 4次元超音波施行中の胎児
A. 顔と手と足 (妊娠33週)
B. 微笑み (妊娠30週)
C.

ルに描出されるため、鼻骨などの顔の形態異常が明瞭になる。また、耳の形や、鼓耳介のような位置異常が明瞭に描出される。指ではオーバークラッピングフィンガー、多指症、合併症、手足見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つ。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が、3次元像により明確に認識することができ。その他にも、外陰部の複雑な形態異常や、膈疝ヘルニア、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ある。ただし、羊水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る。

● 骨格の3次元像

胎児の頸骨や2分脊椎などの脊椎の異常は断層像では見過されやすいが、骨格の3次元像では脊椎全体が表不されるため見落とされる危険が減る。また、骨格の3次元像は胸郭の發育不良や骨格の形成異常、さらに、曲面構造を持つ頭蓋の癒合や鼻門の異常の診断に役立つ。

● 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描出できるため、臓器の形態異常診断も効率的に正確に行うことができる。このことが特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ある。

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と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い。しかし、任意断面表示を行うことにより、矢状断面、冠状断面、水平断面などの任意の断面を容易に得ることができると、脳の異常の診断に非常に有用である。

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たが、最新の超音波技術(STIC)により心臓の任意断面表示が可能になってきている。STICについては項を改めて説明する。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ある。

● 直交3断面表示

直交3断面表示は、任意の断面に直交に交差する2の断面を同時に表示することができる方法である。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ある。特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2)を得ることができ。この基準面により脳の各部位の發育を詳細に観察評価することが可能である。もう一つの複雑な臓器の代表

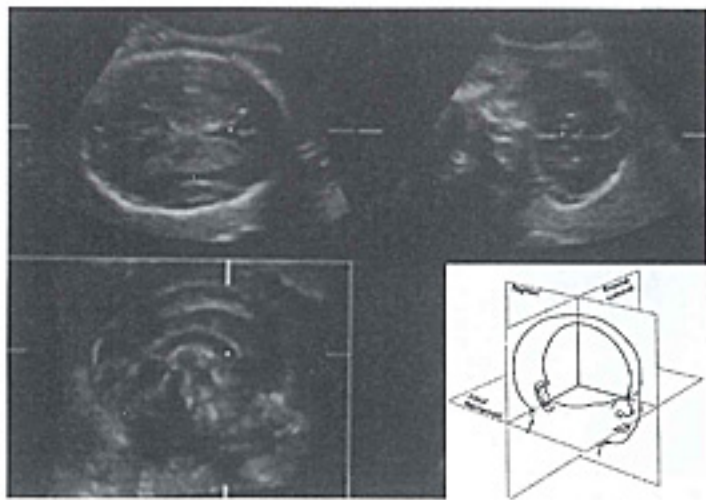


図2 胎児頭部の水平断面、冠状断面、矢状断面とそのシェーマ

である心臓も、STIICにより直交3断面表示が可能になってきている。

● STIIC

これまでの3次元超音波は、3次元データを取り込みに数秒時間を要するため、その間に対象物が動くこと得られる像に歪みが生じる。特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あった。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る。

この技術の原理は心臓の周期的な動きから心臓の周りを読み取り、同一の心時相ごとに心臓の3次元情報を構築するというものである。出来上がった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。

この心臓の内部構造をみるために任意の断面像を構築することができる。このようにして断面を作る技法がSTIIC (Spatio-Temporal Image Correlation) と呼ばれている。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可能である。カラードプラで情報を収集すれば、血流情報のある断面(カラーSTIIC)を表示できる。

● 3次元血流描出

パワードプラやカラードプラ法により血液の流れを描出することができる。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可能となる。血流の3次元像は、胎児形態異常の診断や胎児循環器の異常の診断に役立てることもできる。

● 体積表示

3次元のデータを取り込んでるので、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ある。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る。

3次元超音波の婦人科領域への応用

経膈法により、子宮は詳細に観察することができ、子宮の縦断面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る。3次元超音波を用いると子宮の縦断面、横断面に加えて前額断面を描出することができ、子宮の先天形態異常の診断に有用である。

卵巣に関しては、周囲の腸管像との分離が困難なため、腹水が多量に存在する場合を除いて表面表示は難しい。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ないが、卵巣内の囊状部分における充実部分を立体的に観察するには有用である。また特徴的な管状構造を持つ卵管病変との鑑別にも有用である。通常、卵管や卵巣などの反射体の少ない部分は暗く表示されるが、Inversion Rendering Modeを採れば白黒を反転させ、その立体像を作成することが可能である。これにより、断面像では多寡な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る。

圧倒的に優れた「胎児の立体像」

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ある。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、通常は2次元超音波の重要性を担うものではない。

ところが3次元超音波でなければできない圧倒的に優れている点がある。それは胎児の立体像である。身体の動きはもとより、顔の表情やしきさをリアルタイムで見ることが、検査者よりもより妊婦とその家族に与える感動は図り知れないものである。

実際、当院(板橋中央総合病院産婦人科)

でのリアルタイム4次元超音波外来が、妊婦とその家族に与える心理的効果について検討したので紹介する。

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効果

当院では胎児に対する4次元超音波を希望した妊婦に対し、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やビデオに録画し自宅へ持ち帰ってもらうサービスを03年9月から行っている。この試みが妊婦および家族に及ぼす心理的効果を検討してみた。

方法は05年1月から06年3月までに当院で分娩された1414産例中、調査が可能であった1023産例にアンケート調査を実施した。その結果、1023産例のうち、516(初産278、経産238)例、50%の産例が、妊娠中に4次元超音波画像撮影を希望し施行されていた。

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%であった。画像に「満足」、「ほぼ満足」と答えた産例の割合は87%であった。「やや不満」と答えた産例は5%で、「不満」と答えた産例は皆無であった。妊婦の心理的変化として、「赤ちゃんが周囲に発音していることが分かり安心した」67%、「赤ちゃんに会えることが楽しみなった」61%、「赤ちゃんに親しみ、いとおしさ等の愛着がでてきた」60%、

「妊娠の自覚が強まった」21%、家族の心理的変化として、「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てきた」16%であった。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た。

以上より、妊婦および家族が、妊娠中から、リアルタイム4次元超音波で鮮明で動きのある胎児の画像と視覚的触れ合いを持つことは、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と考えられる。

リアルタイム4次元超音波は、検査はもとより第3者をも客観的に分かりやすく納得させる3次元像と診断能力に優れた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る。産婦人科的には、特に胎児との視覚的触れ合いが妊婦と家族に赤ちゃんとのきずなを深め、安心して出産子育てを迎えることに大いに寄与すると考えられるため、診断用ではなく、妊婦とその家族にとって妊娠出産子育てのこころの準備をするための用途のひとつと見なす必要があります。

参考文献

1 丸茂元三：胎児診断における3次元超音波の新しい応用。月刊産科産婦。産科産婦2000年12月号。
2 Maruno G, Kouma S, Shirai N, Sakurai A, Ohtsu M, Kozuka K, Kudo Y, Kuroki A, Iida K, Ohtsuki T, Takemoto Y: Prenatal evaluation of fetal central nervous system using three dimensional ultrasound. J Mat Ultrasound 27: 427, 2000

3 丸茂元三、上巻忠昭、栗林昭彦、藤井知行、島崎一徳、武井雄二：3次元超音波を用いた胎児中枢神経系の発育評価法の開発と実用例における検討。日本産科婦人学会誌。2005; 115: 1010。
4 丸茂元三、上巻忠昭、藤井昭彦、藤井知行、島崎一徳、武井雄二：3次元超音波を用いた3D-CR産例における胎児発育の評価。日本産科婦人学会誌。2005; 115: 1010。

5 Maruno G, Kouma S, Shirai A, Takemoto Y, Iida K: Prenatal evaluation of fetal brain in TORX by using three dimensional ultrasound. J Mat Ultrasound 29: 427, 2002。
6 丸茂元三、上巻忠昭、武井雄二：UGR時の胎位にみられる発育遅延。産婦人科の世界。2005; 30(2): 203。
7 丸茂元三、上巻忠昭、武井雄二：胎位異常と胎児の脳。産科産婦。2005; 115: 1010。
8 丸茂元三、藤井昭彦、上巻忠昭、牛島真生、石田友彦、藤本一徳、山本幸彦、大橋浩文：産科における3次元超音波外来の実施。日本産科婦人学会。関東連合地方研究会。10月13日発表。
9 丸茂元三、藤井昭彦、上巻忠昭、中村武行、正田裕美、石田友彦、藤本一徳、山本幸彦、大橋浩文：産科産婦が妊婦および家族に及ぼす心理的効果。日本産科婦人学会。関東連合地方研究会。10月13日発表。
10 丸茂元三、藤井昭彦、上巻忠昭、中村武行、正田裕美、石田友彦、藤本一徳、山本幸彦、大橋浩文：リアルタイム4次元超音波画像が妊婦および家族に及ぼす心理的影響。日本産科婦人学会誌。2005; 115: 1010。

丸茂元三(まるも げんぞう) ● 69年長野県生まれ。83年北大理卒。91年旭川医大卒。東大病院産婦人科、浅野総合病院、樋田登戸病院、関東中央病院などを経て、95年から97年まで東大病院助手、98年日立総合病院、99年から03年まで東京大学病院助手を務め、現職。著書(分冊執筆)に「産科産婦学生のための臨床医学」「EJIMを考えた産婦人科ガイドライン」など。