

図5 房室中隔欠損症の胎児心エコー四腔断面像

房室弁が三尖弁と僧帽弁の2つに分かれず、共通房室弁となっている。21トリソミーの合併がないかを考慮する。

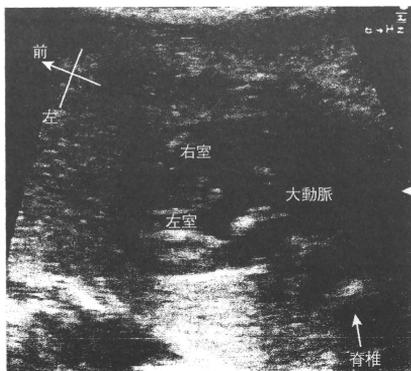


図6 Fallot四徴症の胎児心エコー流出路断面像

大動脈が右室と左室にまたがって起始している（大動脈の騎乗）。Fallot四徴症では、22q11.2欠失症候群の合併を考慮する。この時、胸腺欠失がないかを胎児心エコーで確認することができる。

る。しかし胎児期にはその基礎疾患の存在が判明していないことが多く、これを明確に認識しながら周産期管理を考えていったり、家族への説明を行ったりする必要がある。特に胎児に子宮内発育不全があるときには、基礎疾患の存在を十分疑いながら管理する。

(5) 染色体異常に関連する具体的な対応

まず、それぞれの心疾患と染色体異常との関連を考慮する。房室中隔欠損症(図5)では21トリソミーの合併を、Fallot四徴症(図6)などの流出路や大動脈弓離断などの大血管の異常では、22番染色体長腕の部分欠損(22q11.2)の合併を疑う。21トリソミーを疑う時には、四肢長が短いなどのその他の特徴について産科医に検索を依頼すべきであり、また22q11.2欠失症候群を疑う時には、正常であれば大血管の前面にある胸腺が欠失していないかを確認する。

逆に疾患によっては、染色体異常の合併頻度が低いものもある。無脾症候群や多脾症候群などの内臓錯位症候群では染色体異常の合併は少ないことが知られている。しかし本疾患では、腸回転異常症や胆道閉鎖症など内臓奇形の合併が多く、出生後はこれらへの対応が必要となる可能性を考えておかなければならない。

ところで心奇形や合併奇形などの存在から染色

体異常などの可能性があるとき、実際に羊水穿刺による染色体検査を施行するか、の検討も必要となる。特に本邦では羊水による染色体検査は自費での検査となり、若い夫婦への経済的負担も大きい点も考慮すべきであろう。在胎22週より十分早い段階であれば、今回の妊娠を継続することで母体の精神的な負担が高いか否かを家族と判断していくうえで、染色体異常の有無は重要な情報となる可能性がある。しかし在胎22週以降では、周産期管理のうえで染色体の結果が判明していることでのどのようなメリットがあるのかを熟考して、羊水染色体検査を実施するか家族と話し合う必要がある。

■ 胎児心エコーの胎児治療への応用

(1) 胎児心臓病に対する胎児治療について

(a) 胎児治療を考慮するのはどのような疾患か

心疾患に限らず胎児期にある疾患を診断したときに、多くは出生後に治療を進めていけばよいが、なかにはその疾患について胎児期に治療が可能、あるいは必要な場合がある。このように胎児治療を考える疾患としては、主に二つの適応があり、一つは胎内で死亡する可能性がある疾患、二つ目は、胎児期に病状が進行するため出生後の治療が不可能あるいは困難となる疾患である。

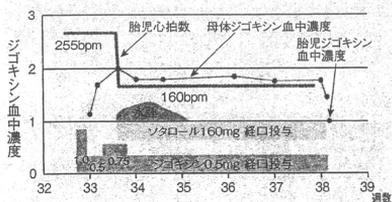


図7 胎児頻脈の出生前治療経過

ジゴキシンを母体に投与し経胎盤の治療を開始したが胎児心拍数は255bpmと改善せず。胎児水腫も出現してきたことから第二選択薬のソタロールを開始。その後速やかに胎児心拍数は160bpmへと低下し洞調律となった。胎児水腫は次第に改善し、満期での経産分娩が可能であった。
bpm:心拍数

一つ目の適応である胎児期に死亡する可能性がある疾患としては、胎児期に心機能が低下するとき、あるいは重度の貧血やシャント血管などにより心拍出量が著明に増加するときなどに、胎児は心不全となり胎児水腫をきたして、そのままでは胎内で死亡する。早期娩出にて新生児治療を選択すると治療可能な場合もあるが、早期娩出では早産に伴う合併症もあり、胎内で治療を行うことで正期産まで妊娠を安全に継続することで、生命予後や神経予後を改善することができる。

二つ目の適応である胎児期に病状が進行し、出生後の治療が不可能となったり困難となったりする疾患としては、例えば横隔膜ヘルニアの時に合併する肺低形成のように、出生後にすでに致死的な肺低形成が存在すれば救命は困難であるが、出生前に治療することで肺の発育が得られる可能性がある。

(b) 胎児治療にはどのようなものがあるのか

胎児治療には、薬剤による内科的治療⁹⁾、直接的治療として、超音波ガイド下の穿刺などを利用した各種インターベンション治療^{10,11)}、胎児手術などの外科的治療、そして近年は子宮鏡を利用したレーザー治療や外科的治療などがある。胎児心疾患に対する胎児治療として現在行われているものには、内科的治療としては、胎児不整脈のときなどで母体に薬剤を投与し、経胎盤的に薬剤を胎児に移行させる胎児治療が行われている。直接的治療としては、超音波ガイド下のインターベンション

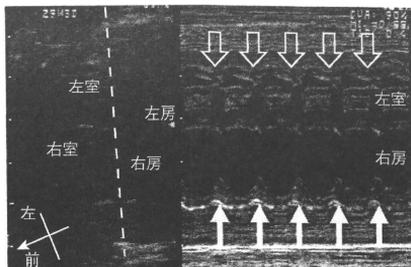


図8 胎児頻脈性不整脈，1：1房室伝導(上室性頻拍)のMモード心エコー図

左の四腔断面像で右房と左室を通る位置にカーソルを置き、右のMモード心エコー図を得た。心房と心室が1：1で関連しており、上室性頻拍と診断された。

としてバルーンカテーテルによる大動脈弁、肺動脈弁の形成術や卵円孔閉塞術がある。また、胎児の直接的な心臓手術も考えられており、人工心肺の開発などの研究も行われている。その他特殊なものとしては、母体への酸素投与による胎児肺血流増加によって左室の低形成進行予防なども試みられている。

(2) 胎児心エコーと胎児不整脈に対する胎児治療

(a) 胎児不整脈の種類と胎児治療

胎児不整脈では、心室拍数が毎分200回以上の胎児頻拍性不整脈や毎分100回未満の胎児徐脈性不整脈に対する胎児治療が行われている。胎児不整脈の診断は、胎児心エコー診断が始まった1980年代の初頭から行われており、特に頻脈では有効性が確立している。2000年代から現在はより有効な治療方法の検証が進んできている。

(b) 胎児頻脈性不整脈の診断と薬物治療

胎児頻脈性不整脈にはWolff-Parkinson-White (WPW) 症候群による上室性頻拍や心房粗動によるものが多い。母体へのジゴキシン投与や、胎児水腫進行例やジゴキシン無効例では、ソタロール、フレカイニド、アミオダロンなどの投与が有効と報告されている^{9,12)}(図7)。

心房と心室が1：1に対応した頻脈性不整脈(図8)は、多くがWPW症候群による房室回帰性頻拍であり、ジゴキシンの有効性が高い。しかし1：1を示す頻脈性不整脈でもその他のものもあり、これらで

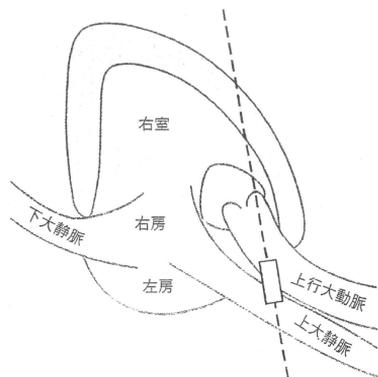


図9 ドブラ法によるVA intervalの計測方法

左図のように上大静脈と上行大動脈が並走する部分で、またがる位置でドブラ波形をサンプリングすることで、右図のように、同時血流波形が得られる(胎児前面からの記録例)。この図では上方に向かう上大静脈波形が途切れて下方に向かう小さな血流があるところが心房収縮による上大静脈の逆行波形であり、ここが心房の収縮が始まった時点(A)と判断できる。下方に向かう大きな波形が上行大動脈の血流波形であり、ここが心室の収縮が始まった時点(V)と判断できる。

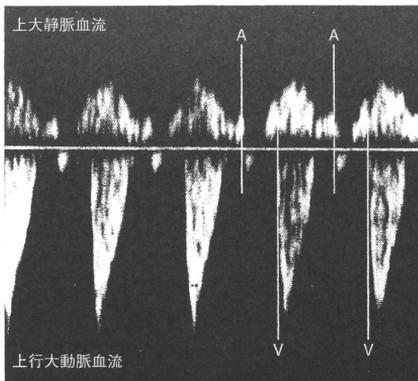
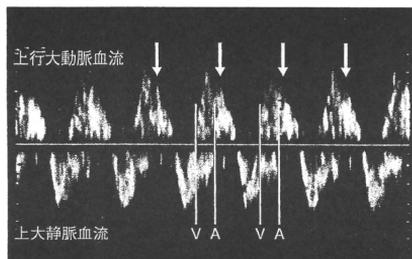


図10 short VAの上大静脈上行大動脈同時血流ドブラ波形

この記録では胎児背側からの記録のため、上大静脈血流が下向き、上行大動脈血流が上向きとなっている。上向きの上行大動脈血流が始まる点(V)から、下向きの上大静脈血流波形が途切れている点(A)までの時間(VA interval)が、その後のAからVまでの時間より短いため、short VAと判断される。short VAの時には、上大静脈のAによる逆流波形が上行大動脈の波形に隠れてしまうことも多いが、この症例のように下向きの順行性血流が途切れるところで、矢印のようにノッチの後に逆流の上向き血流が判断できることもある。



はジゴキシンの無効例が非常に多くなる。そこで、Mモード心エコーやドブラ心エコー法(図9)で心室収縮から次の心房収縮までの間隔(VA interval)を計測し、房室回帰性頻拍の時にみられるshort VA(図10)とは異なるlong VA(図11)を識別し、最初からジゴキシン以外の薬剤を使用するという胎児治療の方法が有効と報告されている¹²⁾。

近年では、心磁図という手法で胎児の心電図波形を記録できるようになり、これを基にした治療が目ざされている。ただし、心磁図をもつ施設は限られており、またリアルタイムに繰り返し施行できる方法ではないため、現時点では、心磁図の所見を基に心超音波診断の精度を高め、より有効な治療方法の開発を行うことが重要である。

(c) 本邦での胎児頻脈性不整脈診断、治療の現状

厚生労働省の研究班(左合班)にて2004~2006年までの3年間、全国すべての周産期管理施設750施設にアンケートを送り、後方視的に症例を収集し、胎児頻脈性不整脈に対する管理の実態を調査した。詳細なデータが検討できた82例の結果を見ると、胎児治療が早産、帝王切開、新生児不整脈を減少させ、胎児水腫に進展した症例の死亡率を減少させる傾向がみられた。しかし一方では多くの軽症例が専門的な診断を受けずに帝王切開で早産で分娩となり新生児集中治療を受けている現状も明らかとなった。

この現状を踏まえて2010年に高度医療として認可され、多施設共同試験が始まった。第一選択薬をジゴキシン、第二選択薬をソタロール、次にフレ

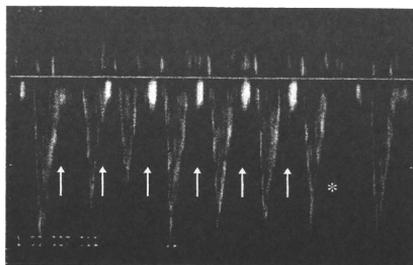


図11 long VAの上大静脈上行大動脈同時血流ドブラ波形

正常の波形に似て、矢印のところの小さな上大静脈血流波形の逆流がVの波形の少し前に認められる。*印のところで心房収縮が欠落し、頻拍が停止していることがわかる。

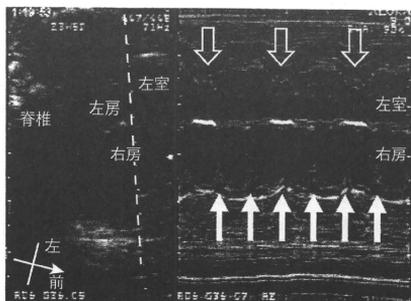


図12 胎児房室ブロックMモード心エコー

下段の心房収縮(矢印)と上段の心室収縮(白抜き矢印)が解離している。

カイニドと使用し、VA intervalを踏まえた薬剤の選択を行う。3年後に50症例を目標に集積し、有効性、安全性の検討結果を世界に発信していく予定である。

(d) 胎児徐脈性不整脈の診断と治療

胎児徐脈性不整脈の大部分は房室ブロックであり(図12)、多脾症候群などの先天性心奇形に合併するものが約半数で、その他の正常心内構造の胎児では、多くが母体の抗SSA抗体に起因するものである。先天性心奇形や胎児水腫の合併例では予後不良といわれている。

胎児治療は、まだ完全に確立されたものはない。胎児治療は、胎児の心拍数自体を上昇させる目的で、 β 刺激薬を母体に投与するもの¹³⁾、自己抗体に起因する房室ブロックに対して母体にステロイドを投与するものが現在行われている¹⁴⁾。先天性心奇形の症例を含めて β 刺激薬で胎児の心拍数が10%程度上昇する症例があり、これにより胎児水腫が改善することもある。一方、ステロイドに関しては、在胎20週頃に抗体が胎盤を通過し始め胎児に房室ブロックを発症した後早期であれば、ステロイドにより房室ブロックの程度が改善したという報告がある。しかし、発症症例の予測や早期発見が困難であること、有効性が明確に証明されていないなど問題点も多い。ただし、自己抗体により同時に発症する心筋炎の進行予防に有効との報告がなされており、今後検証が求められる。

(3) 胎児インターベンション治療

(a) 胎児に対する大動脈弁バルーン形成術

近年注目されている胎児心疾患に対する胎児治療として胎児へのカテーテルインターベンション治療があり、中でも最も進んでいるものが重症大動脈弁狭窄や閉鎖のときのバルーン大動脈弁形成術である^{10,11)}。この疾患では胎児期に左室が発育せず、出生時には低形成となって左心低形成症候群となっているため、難易度の高いNorwood手術を新生児期に施行しなければならなかったり、根治手術もFontan型の単心室としての機能的な根治手術、しかも右室を駆出心室として使用しなければならなかったりと、生命予後や長期のQOLの低下が問題となる。これを胎児期の比較的早い時期に治療できれば、左室が発育し、二心室型の根治手術が可能となり、著しく予後を改善することが見込まれる。

この胎児へのバルーン大動脈弁形成術は、手技的には1990年代から欧米で試みられていたが、成功例が少なく確立した治療方法とはいえなかった¹⁰⁾。しかし2000年代に入ってアメリカのBoston小児病院にて、前方視的なプロトコルに則り系統だって多くの症例に施行し始め、高い成功率、有効率が報告されて注目されている¹¹⁾。彼らの方法は、母体の腹壁あるいは開腹して子宮表面からエコーガイド下に左室を穿刺し、大動脈弁を穿通してガイドワイヤーを通し、そのガイドワイヤーに沿ってバルーンカテーテルを進めて大動脈弁を拡大す

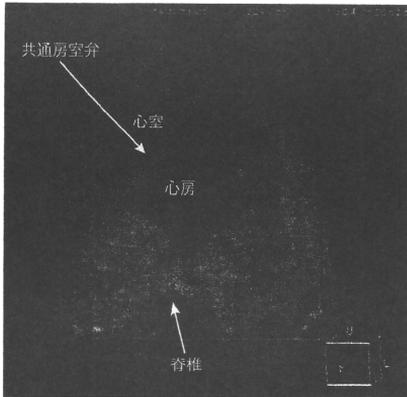


図13 3D胎児心エコー

無脾症候群の共通房室弁を示したところである。この表示方法では、心臓全体の立体的データが取り込まれており、任意の断面を切り出している様子がわかる。側面を見ると胎児を頭側に向かって見上げた断面であることがわかり、これから心尖部は右を向いていることも判断できる。

るというものである。現在、高い有効性の途中経過が報告されており、全世界がその結果に注目している。

(b) その他の胎児心疾患に対するインターベンション治療

肺動脈弁の閉鎖や重症狭窄症に対して、大動脈弁狭窄症と同じ原理、同様な目的で胎児期にバルーン弁形成術を施行することが報告されている。しかし、手技がやや難しいことと、出生後の治療でも比較的良好な疾患であるため、まだ実際に行われている症例は少ない。

胎児期に卵円孔の狭窄をきたす心疾患に対し、卵円孔のバルーン形成術やバルーン裂開術が施行され、実用的な方法として積極的に進められつつある。左心低形成症候群では、胎児期に卵円孔が閉鎖した症例では肺静脈に異常をきたし、きわめて予後不良となる。また、出生直後に通常のバルーン心房中隔裂開術を施行しようとしても、胎児期に閉鎖して長期間経過したものでは、心房中隔はすでに固く、新生児期では裂開できないことも多い。そこで胎児期にこの閉鎖を解除できれば容易に裂開でき、生命予後も改善できるとされ、Boston小児病院では、大動脈弁バルーン形成術と並行して数多く施行され始めている。また、完全大血管転

位症でも胎児期に卵円孔が閉鎖する症例があり予後不良となるため、胎児期にバルーン心房中隔裂開術を行う対象と考えられ始めている。

■ 3D/4D心エコー法

(1) 胎児心エコーによる3D/4D画像の作成方法

胎児心エコーでは、生後の心エコーのようにボクセルとして3Dデータを一度に収集ができないため、spatiotemporal image correlation (STIC)法という特殊な方法を使って3Dデータを収集する¹⁵⁾。生後の心エコーではリアルタイム3D心エコーがすでに使用可能であり、ボクセルとして立体画像を一度に収集できるが、この方法では画角が小さく解像度も低いため胎児の心臓を評価するときには使用しにくい。またこの方法で広い範囲を取り込み3D画像を作成するときには取り込みに心電図同期が必要であり、これが胎児期にはできない。そこで胎児期の3D/4D心エコーでは、超音波画像上の心臓の動きから自動的に胎児の心拍数をカウントする。そしてメカニカルスキャンで2D画像を単に徐々に平行移動させて収集した立体画像データを、その心拍数で一心拍周期ずつ補正しながら、動く心臓の3D画像(4D画像)を作成する(図13)。カラードプラ法のデータも収集し、同時に評価が可能である(図14)。

(2) 胎児の3D/4D心エコー法の有用性

胎児の3D/4D心エコーでは、房室弁など心内構造の立体画像表示も可能ではあるが、解像度がまだ低く実用的とはいえない。特殊な方法で大血管の立体画像を作成することも可能であるが、2D画像からの情報量に付加される情報量としては乏しい。容量や体積の計測は3D心エコー解析の重要な役割であるが、胎児3D/4D心エコーでは、ある程度の正確性の報告はあるものの、解像度からはまだまだ実用的とはいえないのが現状であろう。

現時点で胎児心エコーのSTIC法による3D/4D画像が最も有効性を認識されているものは、3D立体画像の情報データとしてコンピューターの中に記憶できる、ということを使った臨床的使用方法であろう。胎児の心奇形を診断できる専門家がまだ少ない現在、胎児の心奇形を持つ母体は日本全国、多くの場所に住んでおり、すべての母体が専門

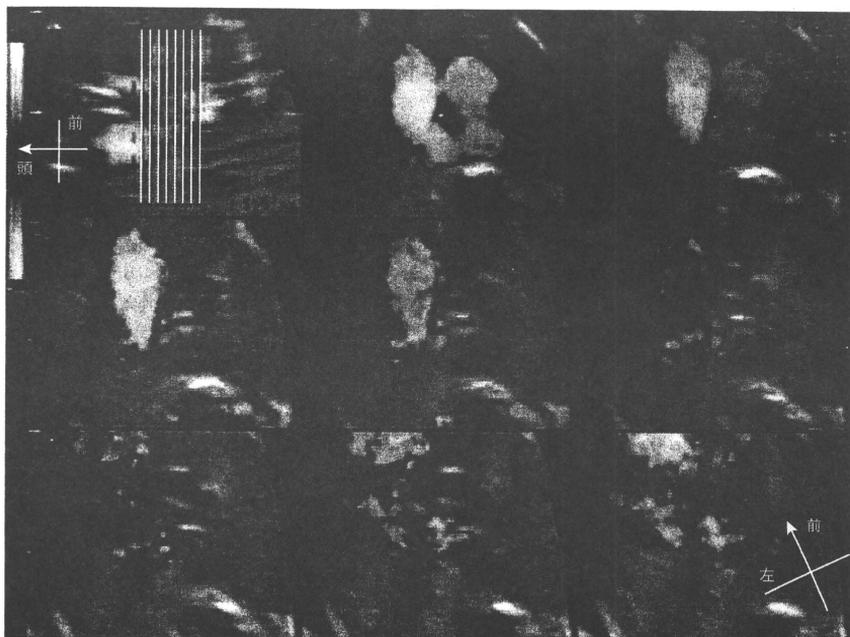


図14 右側大動脈弓に伴う血管輪症例のカラー3D心エコー平行多断面表示

胎児3D心エコーではMRIなどの時のような多断面表示も可能である。左上の画像がreferenceとなる縦断面であり、その右から頭側から順に下に向かい高さの異なる横断面となる。最も頭側(上段中央)で、気管の両側に大動脈弓と動脈管が走行していることがわかる。中段中央に3 vessel viewが、下段右に四腔断面像が表示されている。

家をすぐに受診できるというわけではない状況で、胎児3D/4D心エコーを有効に使用して、スクリーニングや詳細な診断につなげる臨床的応用が始まっている。

(3) 胎児の3D/4D心エコー法による胎児心奇形スクリーニング

(a) 実際の胎児心奇形スクリーニングへの使用

3D立体画像の情報がデータとして超音波診断装置のハードディスクに保存されているため、母体が移動しなくても、専門家がそのデータから必要な2D画像を作成できる。これはスクリーニングに有用と考えられる。超音波診断装置をオンラインで専門家の施設の装置とつなげたり、CDなどの媒体に記憶させて専門家に郵送するなどすれば、専門家はそのデータを使用しながら必要な2D画像を作成して、スクリーニングを行ったり、詳細な診断

を進めることができる。特にこの場合は胎児のデータには胎動がないため、一定の操作方法で必要な断面が必ず作成できるため、胎動や胎向に左右される実際の胎児心エコーよりも詳細な診断が可能な場合もある。これらの情報を基に、母体に遠方の専門施設へ受診が必要か否かを判断できる。これらの3D/4D心エコーを使用したスクリーニング方法は現在すでいくつかの地域で開始されており、全国的な方法へと発展できるか注目されている。

(b) スクリーニングの教育、練習にも有用

さらにスクリーニングの教育、練習にも有用と考えられる。正常胎児や各種心奇形の画像がデータとして保存されているため、そのデータから2D画像を作成することで、実際の心奇形の胎児心エコーを疑似体験することができる。実際に母体が居なくても、そして母体や胎動を気にすることな

く、スクリーニングに的確な2D画像の作成方法について専門家から教育を受けることができる。また、実際に心奇形の症例を経験する機会がきわめて少ない産科医や産科超音波技師にとって、スクリーニングすべき心疾患の画像を実際に作成しながら繰り返し、定期的に経験しておくことは、初めて実際にその症例に出会ってスクリーニングしなければならぬときに、有用と考えられる。

■ 胎児心臓病診断と社会的環境

(1) 出生前診断に対する医療体制整備

本邦では20年以上の長年にわたって、胎児心エコー検査などの胎児に対する診断や治療が実際には日常的に行われている一方で、厚生労働省が認めるところの保険診療などの正当な医療としての位置づけがされていなかった。それが近年大きく体制が展開され、疾病をもつ胎児が一人の患者として認識され、胎児に対する医療が次々と認可され始めた。

2007年に厚生労働省科学研究費による研究事業として「胎児治療」の臨床応用に関する研究が選択され、本邦で初めて胎児に対する医療が、一つの医療として認められる方向へようやく第一歩を歩み始めた。この研究結果を基に、双胎間輸血症候群に対する子宮鏡でのレーザー治療と胎児胸水に対するシャント治療が胎児に対する医療として厚生労働省に認可された。またそれに遅れて2010年に、胎児心臓超音波検査が、胎児に対する診断技術として初めて保険収載されるに至った。さらに2010年7月には「胎児頻拍性不整脈に対する経胎盤的薬物治療」が先進医療に認定され、臨床試験が開始されるに至った。

このようにこの数年で胎児に対する医療が本邦で急速に認知され始めている。しかし一方では胎児診断や医療に関連する実際の医療現場の整備はまだ進んでいない。胎児診断のためには、一般産科でのスクリーニングが必要であるが、このスクリーニングの方法の標準化が必要である。また、胎児診断後の対応として、ソーシャルワーカーや臨床心理士などの導入も進めなければならない。今まで全く未整備であった胎児を取り巻く医療体制を早急に整備することが求められている。

(2) 胎児心疾患のスクリーニング体制

胎児心臓病スクリーニングのガイドラインが、2006年に日本胎児心臓病研究会から発表され、日本小児循環器学会雑誌に掲載された。スクリーニングの実際については別項で述べられている。一方でスクリーニングという性質を考えるのであれば、できるだけ全国すべての妊婦に対して行われるべきものであり、このスクリーニング体制を整備する必要がある。現在本邦では妊娠経過を見ているそれぞれの産科医院で、産科医自身が多忙な外来診療の一部として超音波スクリーニングを行っていることが多い。一方、国際的には、各国で医療体制が異なるが、超音波胎児スクリーニングの専門施設で、胎児の超音波診断を専門にしている超音波技師が、一定の在胎週数を定めて系統的にスクリーニングを行っているところも多い。胎児超音波スクリーニングを検査自体が保険収載されていない本邦の現状で、今後どのように体制を整えていくか、産科医、小児科医などの医師と超音波技師などを含めた各種学会などと連携をとりながら、早急に検討すべき項目である。

(3) 胎児心臓病診断と家族へのサポート

胎児に心臓病を診断された場合、その疾患自体は医師が十分サポートすべきであろうが、その後には家族が治療方針を決定していく過程や精神的負担に対してサポートする体制は全く定まったものはない。医師や助産師ができる範囲で行っている施設が多いようであるが、今後増加してくる胎児診断症例に対して、この体制で十分なサポートをすべての患者に継続していくことは不可能であろう。特に在胎22週以前での診断であれば、家族が妊娠の継続をするかを判断する時期でもあり、診断後の短期間に集中的な密接な関係の確立が必要である。また胎児診断では、診断後に無治療の選択をする家族もあるなど、出生後の診断時以上に個々の家族への対応に時間を要することも多い。さらに重篤な心疾患では出産後に死亡する症例や、死産、あるいは妊娠継続を断念した症例なども多く、後々まで長期にわたって精神的なフォローが必要な家族も多い。

これらのサポートには、助産師や看護師の十分なかわりも必要であり、その他ソーシャルワーカー、臨床心理士の関与は必須と考えられる。しか

し、これらの体制に対する保険診療が整備されていない現在、十分な人員配置が可能な施設はきわめて限られている。現在、心臓病を持つ胎児も一人の患者として診療する医療体制が急速に進んでいる中で、これらの家族へのサポート体制の整備も遅れることなく進めていくことが重要であろう。

開発が進んでいるが、この診断装置から得られた情報を利用して、いかに正確に診断し、判断し、管理していくかも重要であり、この面で、本邦で今後進めるべきことは多い。胎児心臓病診断にかかわる小児循環器医や超音波検査士が増え、このきわめて有用な診断方法をより有効に活用できる体制となるよう希望する。

■ まとめ

胎児の心臓超音波検査では、新しい診断技術の

■ 文献

- 1) Allan, LD et al : Prospective diagnosis of 1,006 consecutive cases of congenital heart disease in the fetus. *J Am Coll Cardiol* 23 : 1452-1458, 1994
- 2) Copel, JA et al : Fetal echocardiographic screening for congenital heart disease : the importance of the four-chamber view. *Am J Obstet Gynecol* 157 : 648-655, 1987
- 3) Carvalho, JS et al : First-trimester transabdominal fetal echocardiography. *Lancet* 351 : 1023-1027, 1998
- 4) Rasiyah, SV et al : A systematic review of the accuracy of first-trimester ultrasound examination for detecting major congenital heart disease. *Ultrasound Obstet Gynecol* 28 : 110-116, 2006
- 5) Maeno, YV et al : Prenatal features of ductus arteriosus constriction and restrictive foramen ovale in d-transposition of the great arteries. *Circulation* 99 : 1209-1214, 1999
- 6) Jouannic, JM et al : Sensitivity and specificity of prenatal features of physiological shunts to predict neonatal clinical status in transposition of the great arteries. *Circulation* 110 : 1743-1746, 2004
- 7) Taketazu, M et al : Spectrum of cardiovascular disease, accuracy of diagnosis, and outcome in fetal heterotaxy syndrome. *Am J Cardiol* 97 : 720-724, 2006
- 8) Head, CEG et al : Timing of presentation and postnatal outcome of infants suspected of having coarctation of the aorta during fetal life. *Heart* 91 : 1070-1074, 2005
- 9) Krapp, M et al : Review of diagnosis, treatment, and outcome of fetal atrial flutter compared with supraventricular tachycardia. *Heart* 89 : 913-917, 2003
- 10) Kohl, T et al : World experience of percutaneous ultrasound-guided balloon valvuloplasty in human fetuses with severe aortic valve obstruction. *Am J Cardiol* 85 : 1230-1233, 2000
- 11) Tworetzky, W et al : Balloon dilation of severe aortic stenosis in the fetus : potential for prevention of hypoplastic left heart syndrome : candidate selection, technique, and results of successful intervention. *Circulation* 110 : 2125-2131, 2004
- 12) Jaeggi, E et al : Fetal brady- and tachyarrhythmias : new and accepted diagnostic and treatment methods. *Semin Fetal Neonatal Med* 10 : 504-514, 2005
- 13) Groves, AMM et al : Therapeutic trial of sympathomimetics in three cases of complete heart block in the fetus. *Circulation* 92 : 3394-3396, 1995
- 14) Jaeggi, E et al : Transplacental fetal treatment improves the outcome of prenatally diagnosed complete atrioventricular block without structural heart disease. *Circulation* 110 : 1542-1548, 2004
- 15) Herberg, U : Echocardiography in the fetus. A systematic comparative analysis of standard cardiac views with 2D, 3D reconstructive and 3D real-time echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2010(Epub ahead)

