

心房期外収縮 (APC with block, nonconducted APC) とよぶ (図1)。この場合、1心拍前のT波にP波が埋没することがあるので注意を要する。接合部期外収縮は心房へ逆行性に伝導してP波を形成し、心室へ順行性に伝導しQRS波形を形成するが、P波はQRS-T波形に埋没し不明瞭になることが多い。また、接合部期外収縮は逆行性伝導と順行性伝導のいずれもブロックされることがある。

#### 4) QRS波

原則として、心房期外収縮のQRS波形は洞調律時と同様に幅が狭いが、His-Purkinje系の相対不応期にあたると心室内変行伝導 (aberrant conduction) を生じて脚ブロックとなり、幅の広いQRS波形となる (図1)。一般に、年長児では右脚の不応期のほうが長いために、左脚ブロックパターンより右脚ブロックパターンが多いが、新生児においては同程度の頻度である<sup>3)</sup>。

#### 5) T波

脚ブロックのある場合は二次性のST-T変形をきたすが、通常の狭いQRS波形ではT波の変形はない。

#### 4. 鑑別診断

##### 1) 呼吸性変動

とくに年少児では、呼吸での心拍数変化が大きい。吸気時にPP間隔は短縮し、呼気時にPP間隔は延長するが、P波の形態は洞調律のP波と一致する。

##### 2) 洞徐脈、洞房ブロック

APC with blockでは、先行する心拍のT波にP波が埋没して不明瞭となり、洞徐脈や洞房ブロックの心電図と類似することがある (図1)。複数の誘導でT波の形を確認し、埋没したP波を確認する必要がある。

## 心室期外収縮

His東分岐以下の心室側を起源とするものが心室期外収縮 (ventricular premature contraction,

以下VPCと略す) である。学校心臓検診で発見されることが多い。単発の心室期外収縮のみでは血行動態が破綻することはない。動悸などの症状があるが、自覚されないことも多い。小学校低学年では左室起源が比較的多く、年齢とともに右室流出路起源が増える傾向がある<sup>4)</sup>。基礎疾患のない特発性心室期外収縮においては、左側起源の多くは自然経過で消失するが、右側起源のものは消失しにくいという傾向がある<sup>5)</sup>。多くは心疾患のない特発性心室期外収縮で予後良好であるが、危険性のある心室期外収縮がないかをつねに考慮しながら心電図を判読する必要がある。

#### 1. 発生機序

流出路や弁輪部起源の特発性心室期外収縮では、異常自動能の亢進、triggered activityが考えられている。左室中隔起源の特発性心室期外収縮では、リエントリーと考えられている。器質的心疾患に伴う期外収縮は傷害心筋に起因することが多く、いずれの機序でもおこりうる。

#### 2. 心電図判読の要点

##### 1) P波

P波は先行しない。しかし、P波が出現し、その興奮が心室へ伝導する以前に心室期外収縮が出現した場合は、短いPR間隔でP波が先行してみえることもある。心室期外収縮の興奮が逆行性に心房を興奮させ、QRS直後に逆行性P波が出現することもある。

##### 2) RR間隔

連発がある場合、その連結期 (coupling interval) を確認する。連結期が短い場合や、連結期に変動がある場合には注意が必要である。

##### 3) QRS波

興奮は刺激伝導系を経ずに順次、他側の心室筋へ伝導するので、心室内伝導時間が長くなりQRS幅が広がる。しかし、His東近傍起源のものはHis-Purkinje系を経て心室筋を興奮させるために洞調律時のQRS波形に類似し、QRS幅が

狭いことがある。また、新生児の小さな心臓においてもQRS幅は狭くなる傾向がある<sup>3)</sup>。

QRS波形から、ある程度の起源の推定が可能である。左室起源であれば右脚ブロックパターン、右室起源であれば左脚ブロックパターンを

呈することが多く、移行帯がV<sub>1</sub>より右であれば左室起源、V<sub>1</sub>～V<sub>3</sub>では中隔起源、V<sub>3</sub>より左であれば右室起源と推定される。II、III、aV<sub>F</sub>で、すべて陽性であれば前方起源（上方起源）、すべて陰性であれば後方起源（下方起源）と推定

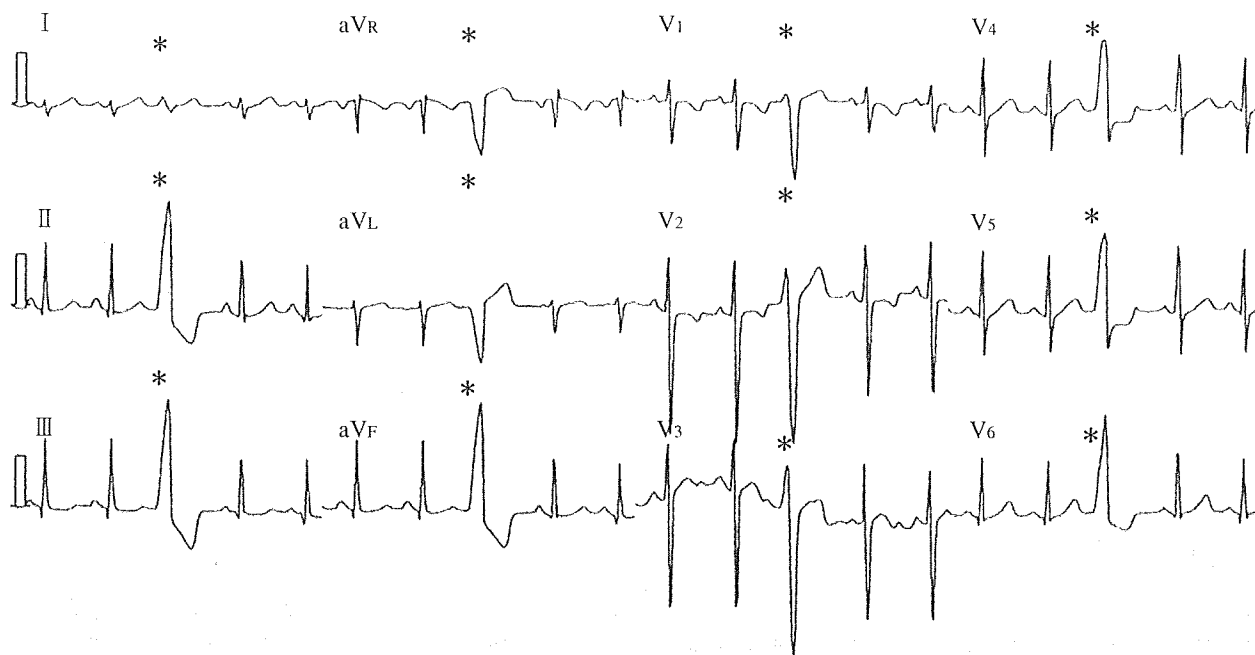


図2 心室期外収縮（右室流出路起源）

洞調律から予想されるタイミングより早期にP波の先行しない幅の広いQRS波形が出現している（\*）。QRSは下方軸で左脚ブロックパターン、移行帯はV<sub>3</sub>～V<sub>4</sub>で右室流出路起源と推定される。QRS波とは反対向きに大きなT波を伴う

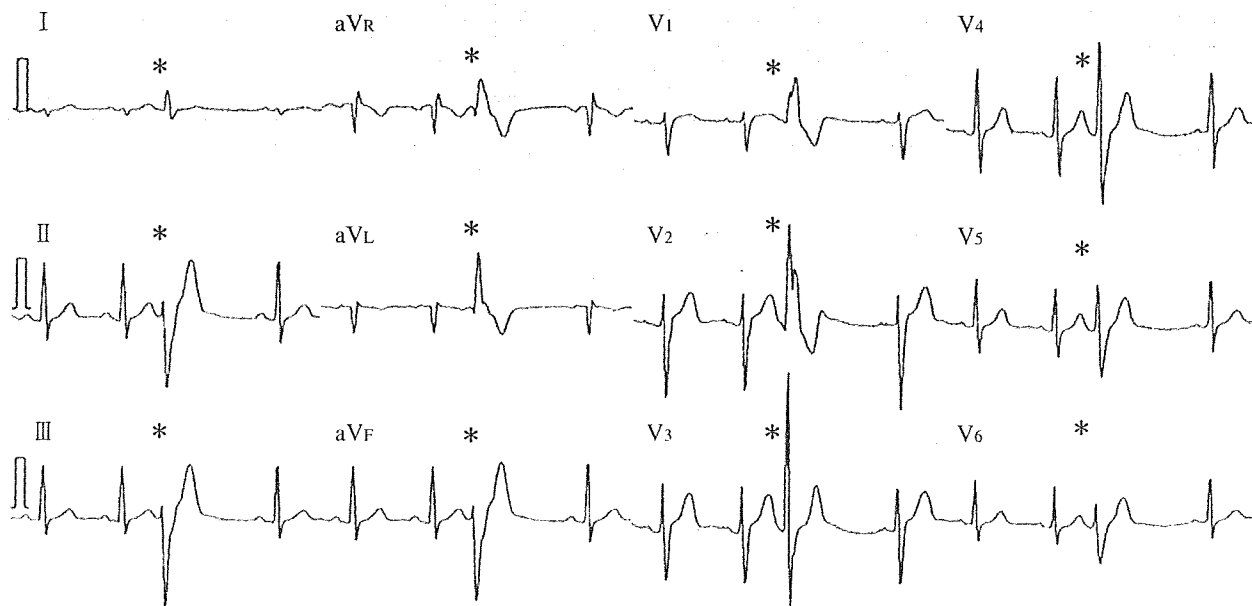


図3 心室期外収縮（左室の左脚後枝起源）

期外収縮は上方軸で右脚ブロックパターン、比較的狭いQRS幅（\*）で左室の左脚後枝起源と推定される

される。カテーテルアブレーションの成功部位の情報から得られたアルゴリズムも考案されており、より詳細な部位推定が可能である<sup>6)7)</sup>。右室流出路起源、左室の左脚後枝起源、僧帽弁輪前側壁起源の典型的な心電図を図2、図3、図4に示す。

#### 4) T波

二次性のST-T変化をきたす。T波はQRS波と逆方向となり、ST成分も偏位する。

### 3. 鑑別診断

#### 1) 変行伝導を伴う上室期外収縮 (図1)

P波が先行するかどうかで判断するが、誘導によって上室期外収縮のP波は見えにくいので、必ず他の誘導も確認する。一般に、心室内変行伝導のほうがQRS波形は狭い傾向がある。

#### 2) 間歇的WPW (Wolff-Parkinson-White) 症候群

とくに、房室弁輪起源の心室期外収縮とQRS波形が類似するため鑑別が必要になるが、P波が先行するかで判断する (図5)。

#### 3) 心室副収縮 (ventricular parasystole)

心室の異常自動能亢進による心室の収縮。不整脈起源の部位へは洞性興奮が入ることができず (entrance block)、洞調律とは関係なく一定の周期で興奮し続ける。先行する洞調律のQRS波との間隔は一定せず、洞調律のQRS波との融合収縮をきたすことがある。副収縮同士のRR間隔は一定であるか、最短のRR間隔の整数倍になる。比較的まれな不整脈であるが、病的意義は小さい。

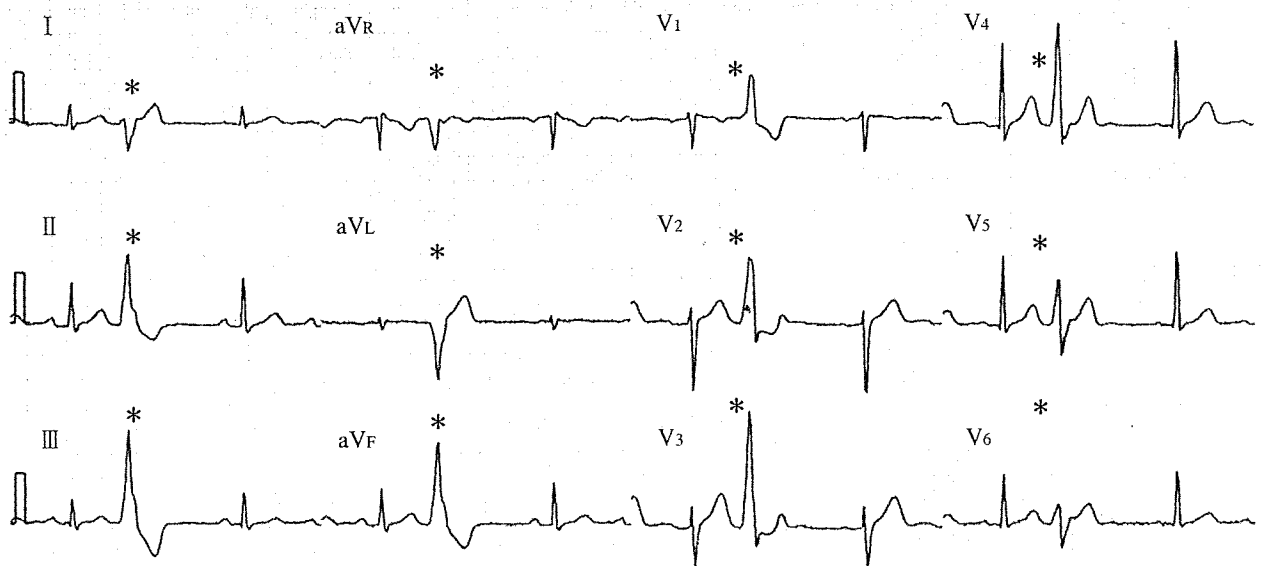


図4 心室期外収縮 (僧帽弁輪前側壁起源)

前胸部誘導QRS波形の移行帯はV1付近、V6でS波があり、下方軸、aVFのR波>1.6mVで (\*), 僧帽弁輪前側壁起源<sup>7)</sup>と推定される

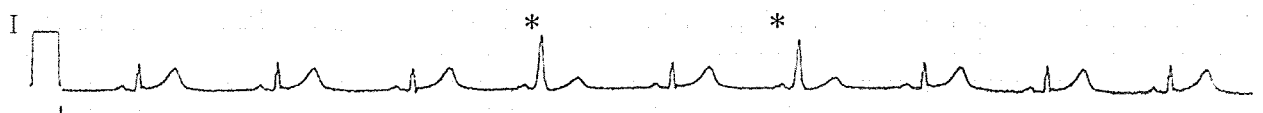


図5 間歇的WPW症候群

幅の広いQRS波形が出現し心室期外収縮のように見える (\*) が、洞調律から予想されるタイミングのP波が先行し、 $\delta$ 波の存在、PR短縮からWPW症候群の融合収縮であることがわかる

4) 促進性心室固有調律 (accelerated idioventricular rhythm: AIVR)

洞調律, 接合部調律の心拍数が減少すると, 補充調律として心室固有調律となる. 心室の自動能が亢進し心拍数が増加すると促進性心室固有調律となり, 50~100 bpmで心室が収縮する. 成人では心筋梗塞 (下壁梗塞) の急性期にみられることが多いが, 小児では学校心臓検診で偶

然発見されたり, 新生児期にもみられることがある<sup>8)</sup>. 心室頻拍が (exit blockを受け) 2~3個おきに出現し心室が収縮している状態とも考えられており, 基礎疾患のある場合には注意が必要であるが, 一般に病的意義は小さい.

4. 注意を要する心室期外収縮

心室期外収縮の重症度を分類するためにLown分類が用いられることがあるが, もともと成人

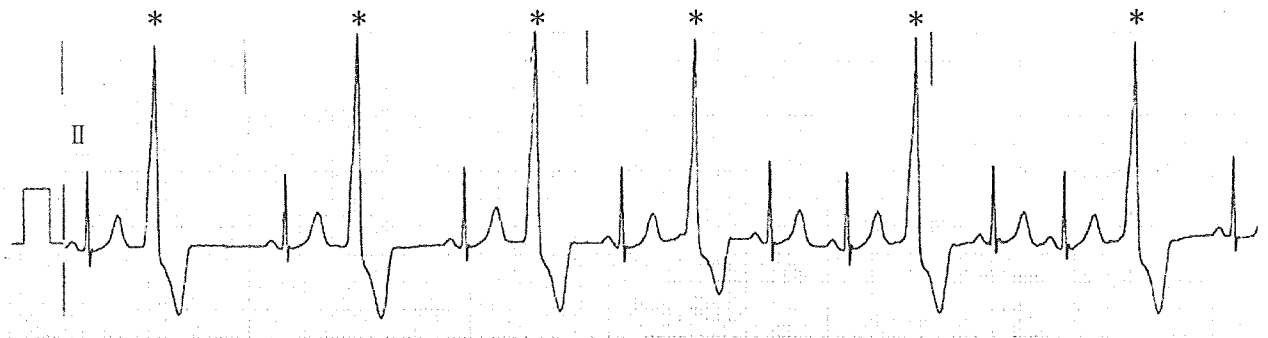


図6 頻発型 (2段脈, 3段脈)

正常な洞調律波形と心室期外収縮 (\*) が1:1で出現 (2段脈) した後, 2:1出現 (3段脈) へ移行している

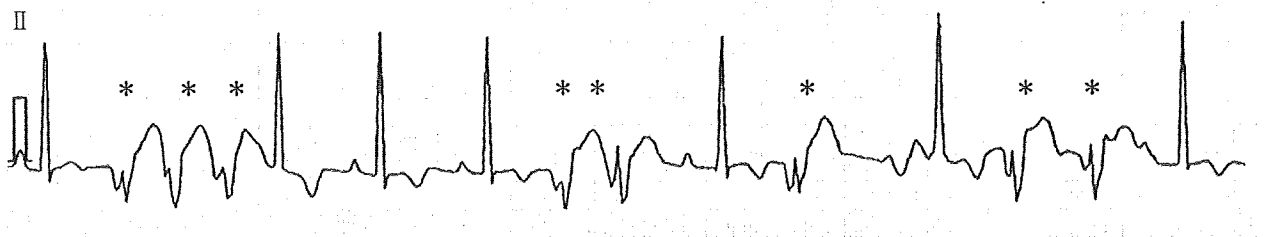


図7 ショートラン型 (coupletとtriplet)

心室期外収縮が2連発 (couplet), 3連発 (triplet) で出現している (\*)

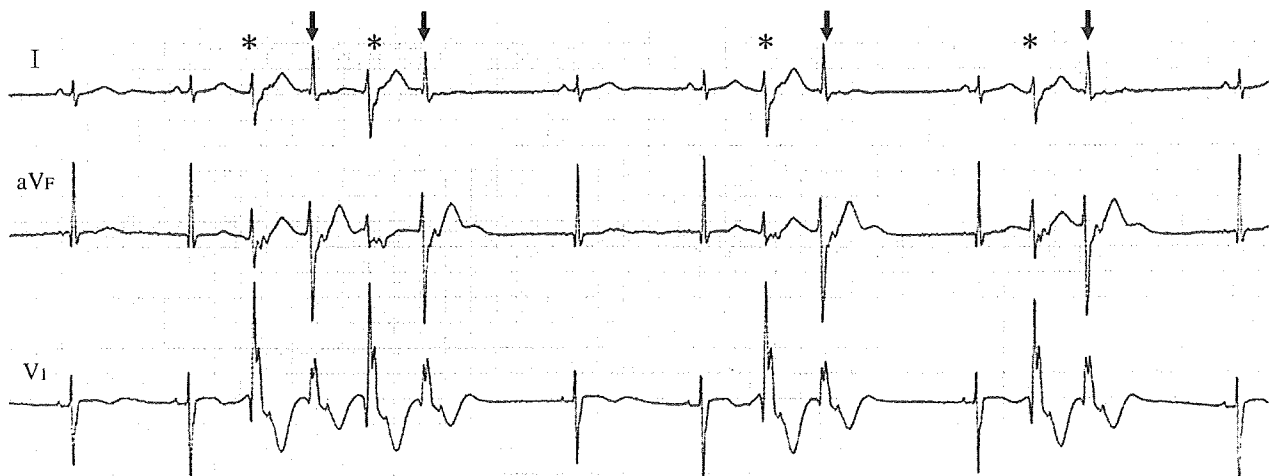


図8 両方向性心室期外収縮

Andersen症候群の患児にみられた2方向性の心室期外収縮. 2種類の心室期外収縮が交互 (\* , ➡) に頻回に出現している

の心筋梗塞後に対して提案されたものであり、小児の心室期外収縮の重症度を必ずしも反映するものではない。小児の心室不整脈の重症度分類や、予後予測の明確な判定基準は現段階ではないが、注意を要すると考えられるタイプを以下にあげる。

### 1) 運動誘発性

期外収縮の多くは心拍数の増加とともに減少するが、運動負荷で増加するものがある。このような症例では運動時に心室頻拍に移行する場合もあり、運動負荷検査などを施行する必要がある。

### 2) R on T型

先行する心拍のT波の頂上付近で心室期外収縮によるR波が出現したもの。電氣的にきわめて興奮性が高い時期 (vulnerable phase) であり、器質的心疾患をもつものではtorsades de pointes型心室頻拍や心室細動などの致死的不整脈に移行する危険性がある。

### 3) 頻発型

Lown分類では1分間に1個、または1時間に30個以上が危険とされているが、小児においてはどれ以上が危険という明確な数値はない。頻回なものに2段脈や3段脈を呈するものがある(図6)。頻回な心室期外収縮自体が心機能の低下や心筋症をきたす可能性も指摘されており<sup>9)</sup>、治療せずに放置してよいかは議論がある。頻発型であっても、心室頻拍への移行のリスクは必ずしも高くない。

### 4) ショートラン型

持続する心室頻拍への移行のリスクがある(図7)。心室頻拍自体も予後良好のものから突然死をきたすものまで大きな幅があり、必ずしも緊急性を要するわけではない。

### 5) 両方向性心室期外収縮

カテコラミン誘発性多形性心室頻拍やAndersen症候群(QT延長症候群7型)などのイオンチャンネル病、器質的心疾患のある症例でみ

られることがあり、心室頻拍への移行の可能性があるため注意を要する(図8)。

### 6) 多源性心室期外収縮

致死的な多源性心室頻拍、心室細動への移行の可能性があり、注意を要する。

## おわりに

学校心臓検診では、右室流出路起源、左脚後枝起源の心室期外収縮が多くみられる。この典型的な2種類の波形に類似し、単発で、頻発せず、運動で抑制されるものは予後良好なことが多い。それ以外のQRS波形、多源性や頻発型、運動誘発性の場合には、より詳細な部位診断<sup>6)7)</sup>や器質的疾患の検索を行うことが望まれる。

## 文献

- 1) Zipes DP, Jalife J: Atrial Tachycardia. Cardiac Electrophysiology: from cell to bedside, 4th ed., Saunders, Philadelphia, 500-511, 2004
- 2) Kistler PM, Roberts-Thomson KC, Haqqani HM et al.: P-wave morphology in focal atrial tachycardia: development of an algorithm to predict the anatomic site of origin. J Am Coll Cardiol 48:1010-1017, 2006
- 3) Schwartz PJ, Garson A Jr., Paul T et al.: Guidelines for the interpretation of the neonatal electrocardiogram. A task force of the European Society of Cardiology. Eur Heart J 23:1329-1344, 2002
- 4) Tsuji A, Nagashima M, Hasegawa S et al.: Long-term follow-up of idiopathic ventricular arrhythmias in otherwise normal children. Jpn Circ J 59:654-662, 1995
- 5) Beaufort-Krol GC, Dijkstra SS, Bink-Boelkens MT: Natural history of ventricular premature contractions in children with a structurally normal heart: does origin matter? Europace 10:998-1003, 2008
- 6) Ito S, Tada H, Naito S et al.: Development and validation of an ECG algorithm for identifying the optimal ablation site for idiopathic ventricular outflow tract tachycardia. J Cardiovasc Electrophysiol 14:1280-1286, 2003

- 7) Kumagai K, Yamauchi Y, Takahashi A et al.: Idiopathic left ventricular tachycardia originating from the mitral annulus. J Cardiovasc Electrophysiol 16:1029-1036, 2005
- 8) 村上 卓, 堀米仁志, 塩野淳子・他: 新生児期の Accelerated Idioventricular Rhythm. 日未熟児新生児会誌 15:99-105, 2003
- 9) Shiraishi H, Ishibashi K, Urao N et al.: A case of cardiomyopathy induced by premature ventricular complexes. Circ J 66:1065-1067, 2002

著者連絡先

〒305-8575 茨城県つくば市天王台1-1-1  
筑波大学大学院人間総合科学研究科  
疾患制御医学専攻小児内科学  
加藤愛章

重要ポイント

- ☞ 期外収縮は临床上、よくみられる不整脈であるが、病的意義の小さいものが多い。
- ☞ 上室期外収縮のQRS波形は通常、洞調律と同じであるが、出現のタイミングが早いと変行伝導により幅の広い右脚ブロック型QRSを呈し、さらに早いとQRSは脱落する。
- ☞ 学校心臓検診でもっとも多くみられる心室期外収縮は右室流出路起源である。QRSが下方軸+左脚ブロックパターンで、R波の移行帯がV<sub>3</sub>~V<sub>6</sub>の波形は右室流出路起源と推定される。
- ☞ 上方軸+右脚ブロックパターンの心室期外収縮は左脚後枝起源と推定される。
- ☞ 運動誘発性、R on T型、多源性の心室期外収縮は心室頻拍への移行のリスクが高く、注意を要する。

第45回日本小児放射線学会学術総会のお知らせ

会 期 2009年6月26日(金)・27日(土)  
会 場 かがわ国際会議場6F  
テ ー マ 「間口をより広く、奥行きを更に深く」  
会 長 大塩猛人(国立病院機構香川小児病院外科)  
教育講演 先天性腎尿路疾患：画像から読む腎機能予後  
胎児診断と治療

演題募集 小児放射線に関するあらゆる演題  
応募期間 2008年12月16日～2009年3月3日 正午

事務局 〒765-8501 香川県善通寺市善通寺町2603  
香川小児病院小児外科内 担当：大塩猛人, 石橋広樹  
TEL 0877-62-0885, FAX 0877-62-5384  
e-mail : [pediatr-surg@kagawasyoni.hosp.go.jp](mailto:pediatr-surg@kagawasyoni.hosp.go.jp)  
URL: <http://www.jspr-net.jp/45jspr/index.html/>

# 胎児心臓スクリーニングのコツ

*Some techniques for effective screening of fetal heart abnormality*

前野 泰樹

*MAENO Yasuki*

永 井 書 店

## 特集 これだけは知っておきたい産科の超音波診断

### 胎児心臓スクリーニングのコツ

*Some techniques for effective screening of fetal heart abnormality*

前野 泰樹

MAENO Yasuki

久留米大学医学部小児科，総合周産期母子医療センター 准教授

胎児心臓病を有効にスクリーニングするためのコツとして，1)超音波の条件設定を一般産科用から胎児心臓用に切り替えること，2)3 vessel view を上手く判定するために，右心室と左心室の流出路が交叉している解剖学的特徴を理解すること，3)判定しやすいように，胸郭に垂直な断面を描出する方法を覚えること，および4)異常を識別するために在胎週数後半で右心室が左心室に比し大きくなる正常変化を知ること，について解説する。

#### Key Words

胎児心エコー，先天性心疾患，スクリーニング，出生前診断，周産期管理

#### はじめに

超音波診断技術の進歩により胎児期から心疾患の詳細な診断が可能となってきた。これに基づく周産期管理を行うことで多くの心疾患の予後が改善される。また，家族にとっても，出生前から複雑な心疾患を理解したり，出産後の治療に向けて準備したりすることが可能となるため，メリットも大きい。しかし，この胎児診断に基づく周産期管理の恩恵を受けるためには，多くの正常の胎児のなかから，この心疾患を有する胎児を見つけ出さなくてはならない。新生児であれば，まずチアノーゼなどの症状や心雑音などをチェックして心疾患の存在を疑い，専門家に紹介できる。ところが胎児となると，これらの症状や診察所見が無いため，一般産科での胎児超音波法によるスクリーニングのみが，異常を疑って紹介できる唯一の手段となる。

そこで，この胎児心臓病のスクリーニングを行

うわけであるが，すべての胎児に対して漏れなく施行することが大前提であるため，本来きわめて単純で簡単な方法であり，判断も容易であるはずである。左右の判定と，胸郭の単純な横断面を3つ(4-chamber view, 3-vessel view, 3-vessel trachea view)見ればよい(図1)<sup>1)</sup>。1～2分で終了する。高度な技術で判定も難しい他の断面は専門家のための断面であり，スクリーニングには全く必要ない。詳細な診断は全く必要なく，単に異常の存在を疑う症例を専門家に紹介できればよい。

ただし，実際に施行してみると，単純な断面といえども慣れるまではなかなかスムーズに描出できないことも多い。また，判定も難しく感じてしまう。そこで，有効にスクリーニングするために，いくつかの「コツ」を知ることは助けになるであろう。本稿では，そのコツとして，超音波の条件設定，3-vessel view の判定方法，判定しやすい断面の描出法(胸郭に垂直な断面)，および異常を正確に識別するためのいくつかの知識(在胎週数による正常変化)について解説する。



胸郭の左右の判定

1. 矢状断面にて画面の右に頭部を描出
2. プローブを反時計方向に90度回転



胸郭を上から見下げる断面となる

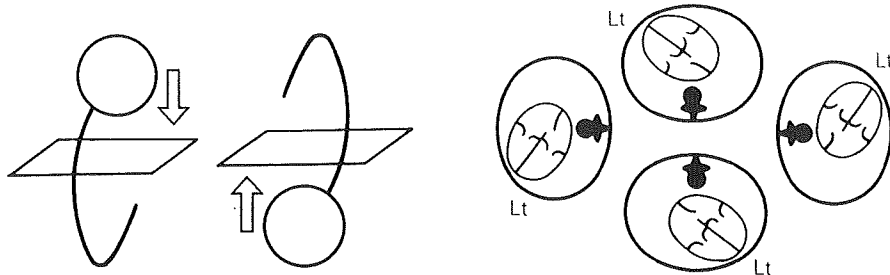
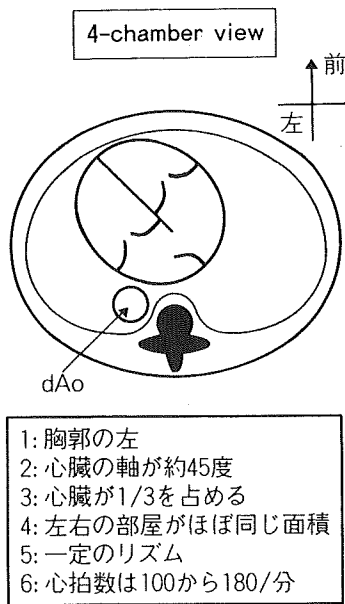


図 1 A



- 1: 胸郭の左
- 2: 心臓の軸が約45度
- 3: 心臓が1/3を占める
- 4: 左右の部屋がほぼ同じ面積
- 5: 一定のリズム
- 6: 心拍数は100から180/分

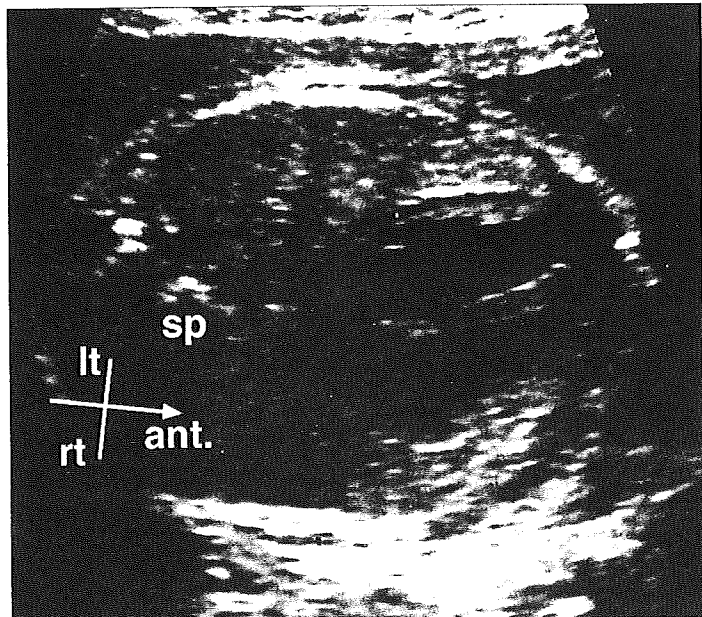


図 1 B

■ ■ ■ スクリーニングに必要な断面

左右の判定と、胸郭の単純な横断面を3つ(4-chamber view, 3-vessel view, 3-vessel trachea view)を行う。簡単に図1に示すが、詳しくは文献を参照して頂きたい<sup>1)</sup>。

■ ■ ■ スクリーニング施行時の超音波の条件設定

1. 胎児心臓検査用の設定

産科で通常の超音波診断を行っていて、そのま

ま胎児の心臓を見てみるとクッキリとした明確な心臓が見えないのに気付かれるだろう。霞の中にモワッと浮かんでいるようである(図2 A)。よく講演などで目にする明瞭な胎児の心臓の画像は、きっとさぞ高機能の超音波装置を使って、スペシャリストが撮ったから出来るのだろう、と考えられている方も多いかもしれない。しかしそうではなく、これは単に同じ超音波機器で、設定を心臓用に行っているからなのである。産科で日頃使用しているときには、細かい動きが無い胎盤や胎児の頭、体、四肢などを明瞭に見るための設定にしてある。この設定で1秒間に3回も収縮するよう

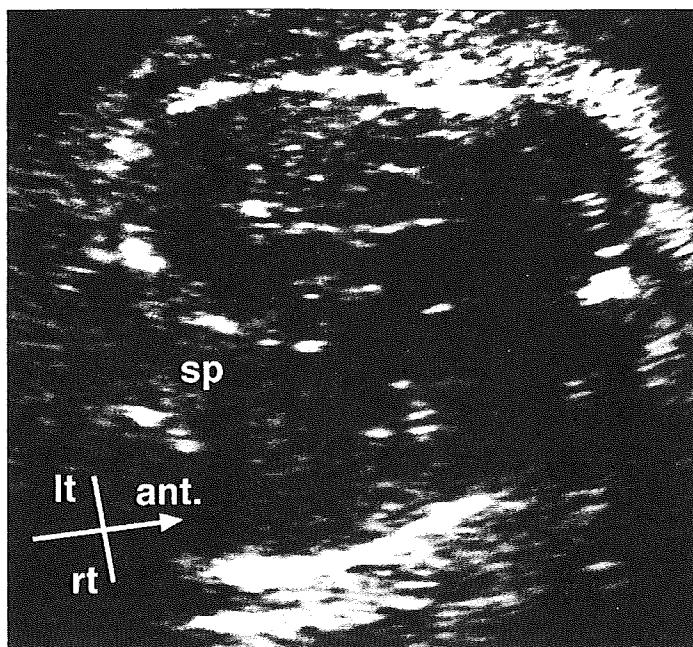
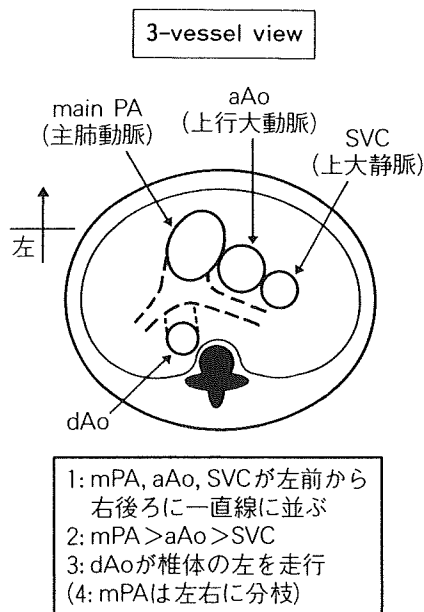


図 1C

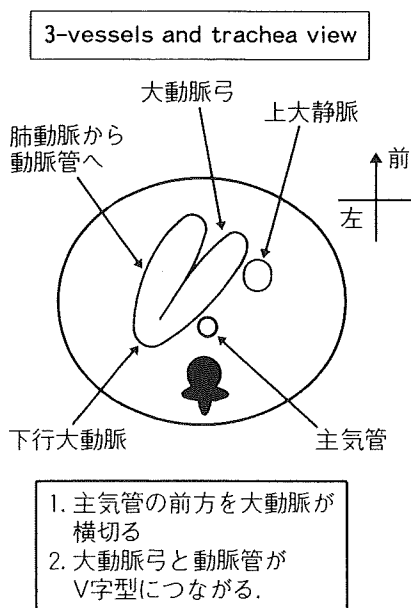


図 1D

図 1 スクリーニングに必要な4つのステップ

な胎児の心臓や弁、それにより細かく拍動する血管を見ると、どんな高価で高機能の超音波機器を使っても、モワツトしか見えてこない。パネルのどこかにある、胎児の心臓用の設定のボタンを一つ押すだけで、これがクッキリと見えてくるようになる(図2B)。また、逆にこの心臓の設定で胎児の脳など他の部分を見ると、ザラついた画像になり、日頃の明瞭な画像が見えてこない。ほかの

部分を見るときには、産科の設定のボタンをまた押して、設定を戻す必要がある。

心臓を見るときの設定とは、フレームレートを早くし、フレームを重ねないようにすることである。カラードプラは、とくにこれが必要である。超音波画像の動画は、映画のように1秒間に何枚もの画像を作成し、それを並べて動いている様子を描出している。フレームとはその1枚1枚の画像である。心臓のように速く動く臓器では、1秒間にたくさんの枚数を作るほうが(フレームレートを上げる)細かい動きがみえる。しかし、1枚1枚の画像はその分少し荒くなる。動かない臓器、胎児のほかの部分では1秒に作る枚数は少なくとも(フレームレートを下げる)よいが、その分1枚1枚の画像を時間をかけてできるだけ詳細に描出するほうがよい。また、動かない臓器では、連続する3枚ぐらいの画像を合わせて平均して処理する(フレームを重ねる)ことでより詳細な画質とする。しかし、速く動く心臓でこれをする、動きがぶれてしまい、ピンボケのようなかすんだ画像になってしまう。一般産科で購入された超音波機器であっても、胎児心臓用の設定ボタンはどこかにはあるはずなので、ぜひ業者に問い合わせ、設定を切り替える方法を教えてもらおうとよいだろう。

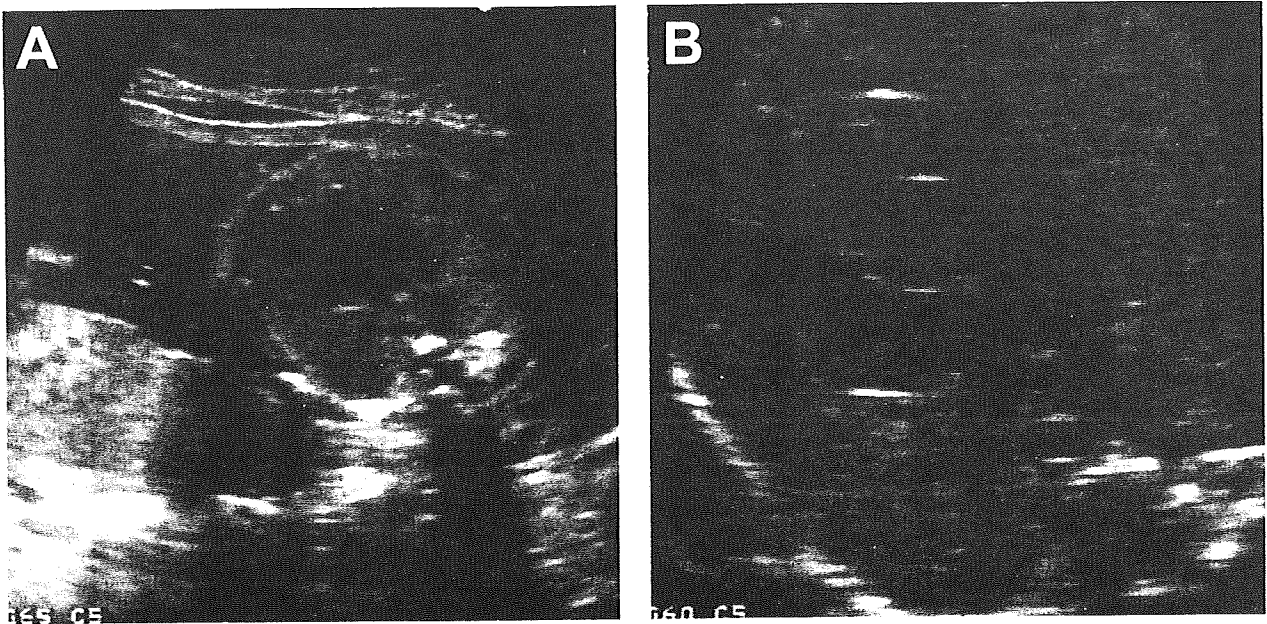


図 2

A：産科的検査の設定。心臓の輪郭や心室と心房の間の弁(房室弁)が明瞭に見えない。さらに検査時に拡大していないため、画面の中に胸郭や心臓は小さくしか見えず、細かい点を評価できない。

B：胎児心臓検査の設定。心臓や房室弁が明瞭に見える。また、画面に十分拡大しており、細かい形態まで詳しく評価できる。

## 2. 施行中の画像条件の注意：拡大する

胎児は本来小さく、その中の心臓はさらに小さい。しかしながら、実際のエコー中に、画面の中までも小さいままで見る必要は全くない(図2A)。どの心エコーの機種でも拡大、あるいはズームの機能が必ずついている。この機能を使い、胎児の胸郭、あるいは胎児の心臓を画面いっぱい引き伸ばして観察したほうがよい(図2B)。そのほうが異常があればすぐに目に付いてスクリーニングできる。また、拡大したときにできる画像は、単に引き伸ばされて大きく拡大された画像が作られるのではなく、より細かい部分まで処理されてより詳細な画像が作られるようになり、より細かい異常も分かるようになる。さらに拡大したほうがフレームレートも速くなり、より詳細な所見が見えるようになってくる。

## 3. カラー Doppler の設定

カラー Doppler は、スクリーニングにおいても使用するとより短時間に詳細な所見を得ることができる。カラー Doppler にはスケールという流速の設定がある。これを見たい血流、部分によって変更

する必要がある。より細かく設定を変更するに越したことはないが、単純なスクリーニングのみでは、動脈用と静脈用の2つの設定のみで十分であろう。動脈のときにはおよそ60cm/分であり、静脈の時にはおよそ20cm/分程度である。また、エコーの機器により差もあるため、おのこの施設の機器で一番見やすい流速の設定を動脈と静脈で見つけておくとよいだろう。

## 3-vessel view の判定方法

3-vessel view は理論的に分かっても、実際に血管の位置関係、前後関係を一つの止まった画像として撮影するのはなかなか難しいことが多い。そこで、4-chamber view から徐々に断面を上に向けていく過程を見て、左心室から大動脈へ、そして右心室から肺動脈へ繋がる様子を観察するようにすると判定しやすい(図3)。

この、心室から血管への繋がりであるが、この解剖学的な位置関係を理解する必要がある。左心室は右心室より左にあるが、これが繋がる大動脈は肺動脈より右にある。つまり、その途中で交叉

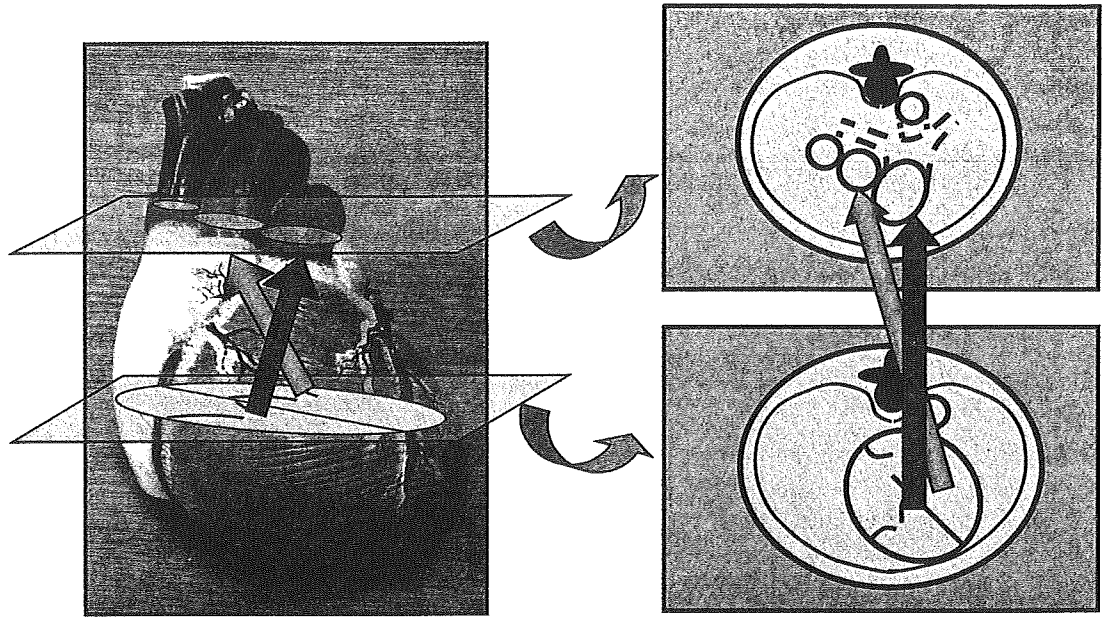


図3 大動脈と肺動脈の立体的位置関係と心エコーの横断面図

4-chamber view から3-vessel view へ徐々に断面を上上げていく過程を評価する。左心室は右心室より左にあるが、これが繋がる大動脈は肺動脈より右にある。つまり、その途中で交叉している。右にある右心室から左にある肺動脈へは、大動脈の前を通過して左に向かう。

していることになる。そして、その交叉のために、右心室から肺動脈へは大動脈の前を通過して左に向かうので、そのために肺動脈は大動脈より左前に位置することになる。慣れるまでは、4-chamber view から3-vessel view の間を何度もゆっくりと上げ下げして、その位置関係をしっかりと理解するとよいだろう。そして、この3-vessel view の重要なポイントは、3つの血管のなかでも、とくにこの肺動脈と大動脈の2つの血管の位置関係が、左前と右後ろ、となっていることを確認することである。

3-vessel view でスクリーニングすべき最も重要な心奇形は、完全大血管転位症である。この画像の特徴をしっかりと覚えておくことも重要である(図4)。3-vessel view の1枚の写真では、最も左の血管が、真ん中の血管より後ろに位置している。左後ろと右前の位置関係になっている。これを、4-chamber view から3-vessel view へ移動する過程での血管の繋がりをみると、正常の交叉が見られずに左心室からそのまま左後ろの血管に繋がり、右心室から右前の血管に繋がる。慣れると、正常の血管走行とあまりにも明瞭に異なるので見つけやすい。これを発見するためにも、

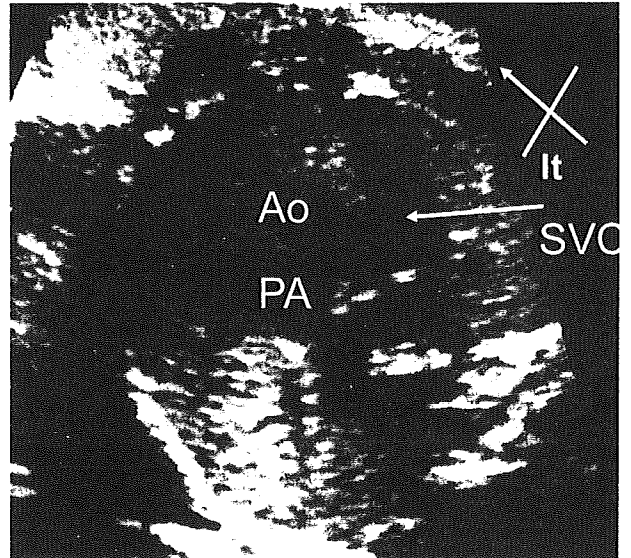


図4

完全大血管転位症の3-vessel view. 最も左にある肺動脈(PA)が、その右にある大動脈(Ao)よりも後方に位置する。このため、PA, Ao, および上大静脈(SVC)が一直線に並んでいない。

まずは普段から正常の交叉するところをしっかりと見慣れておくことが重要である。

■ ■ ■ 判定しやすい断面の描出法：胸郭に垂直な断面

とくに上記の3-vessel view を上手く判定す

判定しにくい断面：  
胸郭に対して斜めの断面

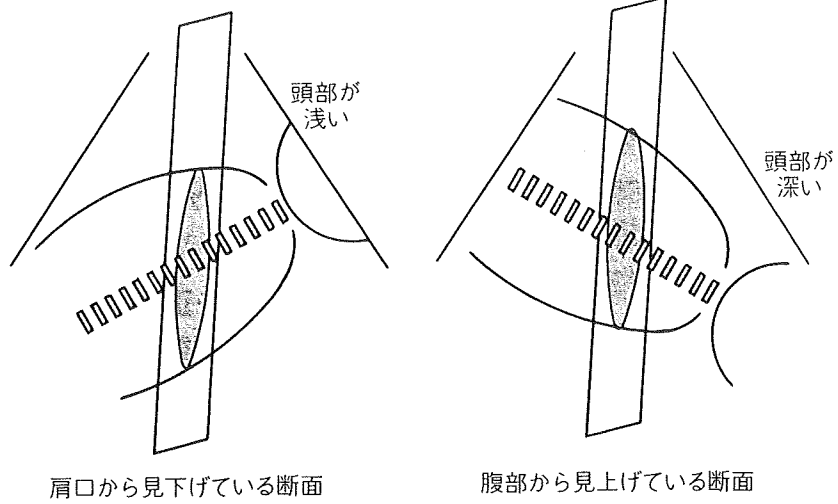


図 5A

- 1) 胎児の縦断面で
- 2) 胸郭が水平となる位置へ、  
プローブを移動

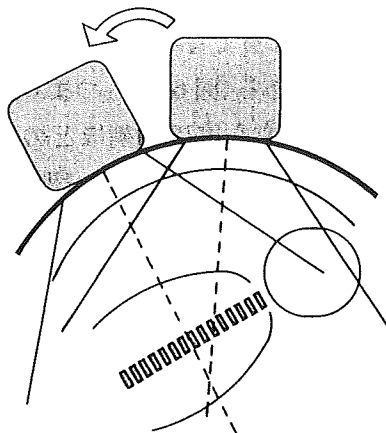


図 5B

- 3) 胸郭の横断面：肋骨に水平

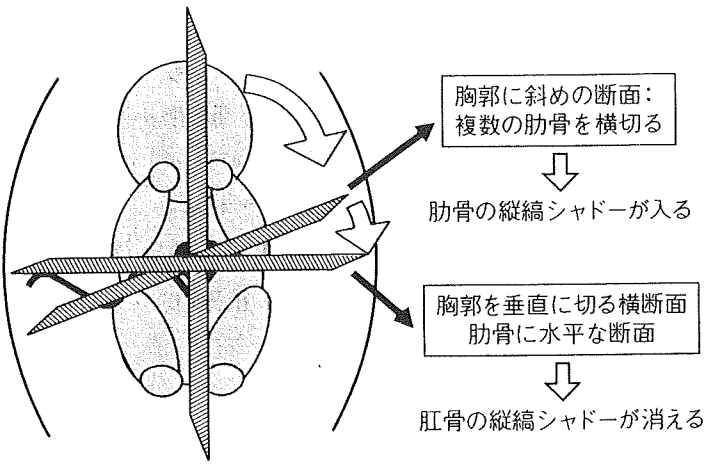


図 5C

胸郭に垂直な断面の作成(まとめ)

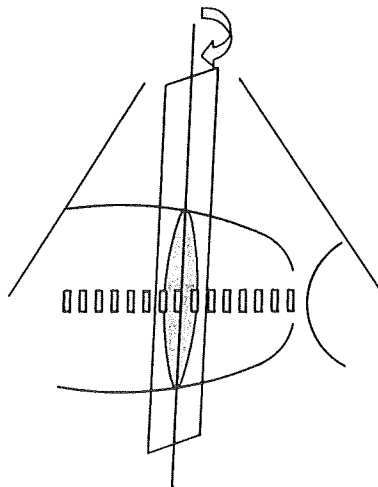


図 5D

1. 胎児の縦断面：
2. 胸郭を画面上に水平に  
描出
3. そこでプローブを90度  
回転する。

肋骨のシャドーが縞状  
に入らないようになる  
まで回転する。

図 5 胎児胸郭に垂直な断面を描出する3つのステップ

るときに、この胎児の胸郭を正確に垂直に切る断面を作ることが重要となる。図で示すように、胎児は母体の子宮の中に水平に居るわけではない。当たり前であるが、頭が浅かったり、深かったり、種々の胎位をとっている(図5)。それを単に母体の腹壁からまっすぐ下向きにプローブを当てて心臓を見ると、胎児の胸郭を斜めに切ってしまうことになる。4-chamber viewのみであれば、これでもある程度は判定できるが、3-vessel viewはこのままでは全く判定できなくなってしまう。

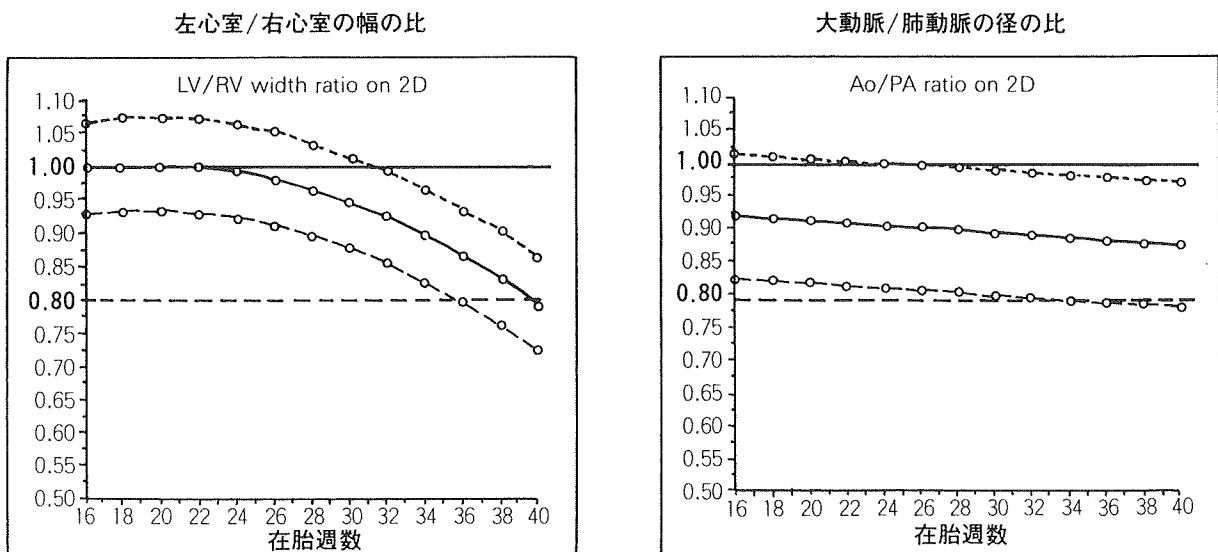
そこで、この胎児の胸郭を垂直に切る断面を作るために、図のように2つの操作を行う。1)まず胎児の縦断面を描出。2)画面上に胎児の胸郭が水平に描出されるところにプローブを持っていく。このとき、心臓付近の胸郭を肋骨のシャドーが垂直に切っていることを確認する。3)その部分でプローブを90度回転する。このとき、肋骨のシャドーが引かなくなるまで回転する。そしてこの2つの操作を、胎児が動いたり3-vessel viewが出なかったりするときなど、胎児心エコーを施行中に何度も繰り返し行い、正確な

垂直な断面からずれていないかを確認する。

この胎児の胸郭を垂直に切る断面で評価することは極めて重要なポイントである。文章で解説するのはかえって複雑となり一見すると理解しにくいとは思われるが、実は極めて単純なことであるので、参照する図を見ながらよく理解していただきたい。

### ■ ■ ■ 異常を正確に識別するための知識： 在胎週数による正常所見の変化

4-chamber viewにてスクリーニングするときに、右心室と左心室の大きさがほぼ同じという点がチェック項目となるが、厳密に言うと若干異なってくる。在胎週数が速いころは確かにほぼ同じ大きさであるが、在胎週数が進むにつれて右心室の方が大きくなり、バランスを見ると左心室が8割ほどの大きさとなってくる。とくに心室腔の横径を見ると顕著である(図6)<sup>2)</sup>。つまり、在胎20週ごろに左心室が右心室の8割ほどの大きさしかなければ異常所見としてとらえ、紹介しなければならない。しかし、満期に近くなれば、その程度のバランスの差はまったく普通に認められ、



Textbook of Fetal Cardiology, 2000

図6 在胎週数による右心系と左心系の大きさの変化

左図：心室では、在胎24週頃には、左心室と右心室はほぼ同じ大きさであるが、在胎週数が進むに連れて、左心室が8割ほどの大きさとなり、右心室が大きくみえる。

右図：大血管の太さは、在胎週数によらず一定して肺動脈のほうが太い。

(Allan Lら：Textbook of Fetal Cardiology. Greenwich Medical Media, 2000<sup>2)</sup>による)。

異常所見ではなく、紹介の必要はない。

一方、大血管に関しては在胎週数によりあまり差はなく、常に大動脈の太さが肺動脈の9割ほどの大きさである。そして、これが3-vessel viewでのスクリーニングで、左前から右後ろにかけて一直線に並んだ血管の太さが、大中小の順である、というチェック項目の理由でもある。

## ■ ■ ■ ま と め

以上、胎児心エコースクリーニングのコツを解

説した。あとは、これらのコツをつかむためには、とにかく繰り返し胎児心臓のスクリーニングを施行することである。また、スクリーニングで得られた所見の正否についてフィードバックを何度も受けることが重要であり、そのため紹介先となる2次、3次施設に胎児心エコー外来を設定してもらうことも有用である。これにより担当の小児循環器医を特定してもらい、通常の産科的異常の紹介と同様に、気軽に紹介、予約を入れる状況にし、密接な関係をつくることである。

## 文 献

- 1) 里見元義, 川滝元良, 西畠 信, 前野泰樹: 胎児心エコー検査ガイドライン. 小児循環器学会雑誌 22: 591-613, 2006.
- 2) Allan L, Hornberger L, Sharland G: Textbook of Fetal Cardiology. Greenwich Medical Media, 2000.

### お詫びと訂正

本誌2009年増刊号 (Vol.98) のP261で著者の所属に誤りがございましたのでお詫びして訂正させていただきます

(誤)

(正)

大阪医科大学 教授 → 藍野学院短期大学 教授

「産婦人科治療」編集部

—胎児疾患の薬物療法—

# 胎児不整脈

前野 泰樹

## はじめに

胎児疾患に対する薬物治療は、有効な治療法と証明されているものは未だ少ないが、その中で胎児の頻脈性不整脈は早くから胎児治療が可能な疾患として認識され治療法が確立されてきた<sup>1,2)</sup>。1980年代から超音波診断装置の進歩に伴い胎児不整脈の胎児診断が急速に普及してきており、その当初から胎児頻脈に対する抗不整脈薬による胎児治療が有効であった症例が報告されてきた。近年では、さらに多施設からの報告に基づき、より有効な胎内治療法の研究が進められている。胎児徐脈に対しても、近年、有効な治療法や周産期の管理が報告され、予後が改善されつつある<sup>3)</sup>。

その一方で、胎児不整脈の薬物治療の現状の問題点は、十分な情報の提供や連係が構築されていないことであろう。このため、それぞれの施設が少ない情報や経験を基に薬物治療の選択や管理をしていることも多く、また薬物治療を考慮せず、単に娩出して出生後の治療に任せるといった選択をされていることも多いのが現状である<sup>4)</sup>。胎児不整脈自体、頻度は比較的少ない疾患ではあるが、我が国では通常の妊婦健診時に胎児心拍モニターあるいは胎児エコーを施行することが広く普及しており、胎児不整脈があればその存在は発見されやすく、管理を行う機会が増加してきている。胎児不整脈の管理は、十分な診断と周産期管理が可能な施設で行われることが望ましい。その上で、

まえの やすき

久留米大学小児科総合周産期母子センター新生児部門  
〒830-0011 久留米市旭町 67

現在までに報告されている情報を有効に使用しながら、それぞれの症例に応じた的確な有効な胎内薬物治療法の選択や、娩出の時期などの管理法を選択し、予後を改善させることが重要となる。

本稿では、胎児頻脈性不整脈と胎児徐脈性不整脈に対して、まず的確な薬物治療の選択のために、現状で要求されると考えられる胎児不整脈の診断について紹介し、次にそれぞれその診断に基づく胎内治療法と管理法およびその予後に関して解説する。

## 超音波検査による胎児不整脈の診断法

胎児不整脈の診断には、通常、超音波検査法が使用される。また、M-mode法およびDoppler法により心房と心室の収縮の間隔や関係を記録して分類を進めていく<sup>2,5)</sup>。

### 1. M-mode法

一般的に利用しやすい胎児不整脈の診断法である。四腔断面像において、M-modeのカーソルを心房と心室の動きが両方同時に記録できるように設定し、心房と心室のそれぞれの収縮の関連を観察する。

### 2. Doppler法

詳細な房室伝導時間の計測や心房収縮と心室収縮の関連を判定することが可能であり、近年注目されてきた。並行して走行する上大静脈と上行大動脈にまたがるようにサンプリングを設定すると、両方のDoppler血流波形が同時に記録でき



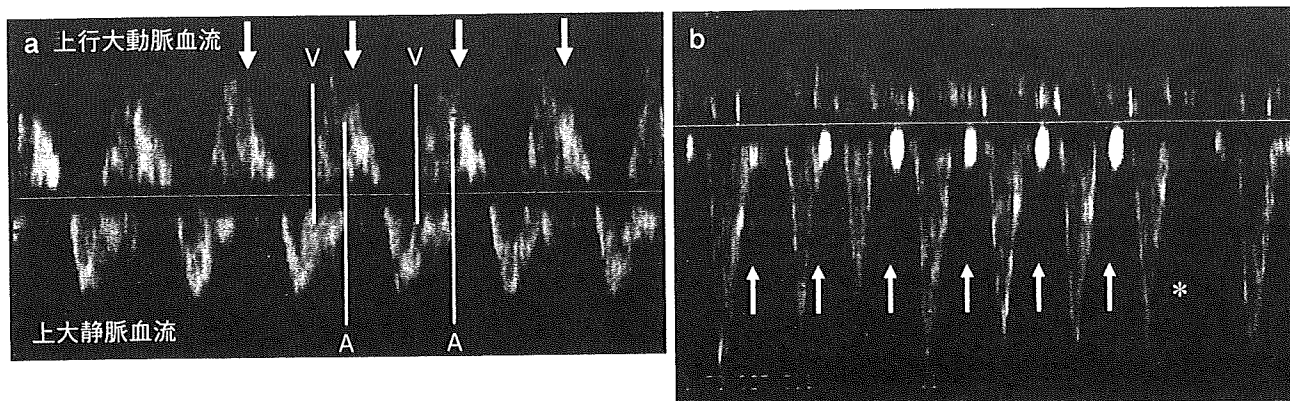


図 Doppler 法による上室性頻拍の分類

- a : Short VA 頻拍の上大静脈上行大動脈同時血流波形。大動脈の血流開始(V)から上大静脈の逆行性血流(A)までのV-A時間のほうが、その後のA-Vの時間より短い。なお、この図のように、short VA 頻拍では、上向きの上大静脈の逆行性血流A波の位置は、その直前の上向きの大動脈の順行性血流の後半に隠れ判断しにくいことも多い。しかしよくみると、上向きの大動脈波形の後半にわずかなノッチ(矢印)があり、輝度が変化している。また、下向きの上大静脈の順行性血流が途絶しているポイントも参考にして、このA波の位置を同定する
- b : Long VA 頻拍の上大静脈上行大動脈同時血流波形。矢印の部分で最初のタイミングが早い下向きの上大静脈の逆流波(A波)つまり早期心房収縮があり、以後頻拍発作へと移行している。下向きの上大動脈血流(V波)開始から次の小さな下向きの上大静脈の逆流(A波)開始までの時間V-A時間が、その後のA-V時間より長く、long VAの頻拍と診断できる。その後、\*印の部で次の上大動脈の血流がなく、頻拍が停止している

る。この波形を利用して房室刺激伝導のタイミングを判定する<sup>6)</sup>。特に胎児頻脈では、より効果的な治療薬を選択するための必須の診断方法となってきた。

### 胎児頻脈性不整脈

著しい頻脈が持続すると、次第に心拍出量は低下し、進行すると胎児心不全により胎児水腫をきたし胎児死亡する。しかし抗不整脈薬による胎内治療の有効性が証明されており、胎内治療や周産期管理が行われる代表的な疾患である。胎内治療は、抗不整脈薬を母体に投与し胎児に移行させる経胎盤治療が一般的であるが、胎児や臍帯を穿孔して直接投与する方法もある。

#### 1. 診断と分類

胎児頻脈性不整脈は、胎児心拍数が毎分200回を超えるもので<sup>2,5~7)</sup>、上記の胎児心エコー検査でのM-mode法やDoppler法にて診断、分類する。心房と心室の収縮時相の関係により、①上室

性頻拍(心房と心室の収縮が1:1で伝導)、②心房粗動(心房収縮が毎分400~500回と著明に増加し、心室に2:1あるいは3:1で伝導)、③心室性頻拍(心房と心室の収縮が解離し心室収縮数が増加)、④多源性心房性頻拍(心房収縮リズムが著明な不整を認める)の四つに大きく分類される。さらに①上室性頻拍は、性質が全く異なる種々の不整脈が含まれているため、心室収縮から次の心房収縮までの間隔が短いshort VA頻拍と、この間隔が長いlong VA頻拍に分類する<sup>6)</sup>(図)。以前は同じ上室性頻拍に分類されていた頻脈であっても、この二つの頻脈は治療に対する効果が全く異なるため、これを正確に診断することは、胎児頻脈の管理上、極めて重要なこととなってきた。

#### 2. 胎内治療・周産期管理の基本的方針

胎児頻脈に対する周産期管理では、まず胎内治療を基本に考える<sup>2,5~8)</sup>。頻脈の持続時間が全体の50%以上は薬物治療の適応となるが、50%未満の場合でも心不全の徴候があれば適応となる。家族に対するインフォームドコンセントの下に周

産期管理を進めるが、その際、在胎週数、胎児頻脈の持続時間、頻脈の種類、胎児水腫の有無などの胎児側の因子や、胎内治療に伴う母体のリスクなどの情報提供が必要である。

胎内の薬物治療では、早産を回避し経膈分娩の率が高くなる<sup>4)</sup>。薬物治療により頻脈が停止し循環状態が改善すると、胎児水腫も消失し妊娠継続が可能となり、分娩中の胎児心拍モニターも判定可能となる。結果的に、神経学的予後の改善やその後のQOLの向上が期待できる。

一方、胎内の薬物治療は母体に対するリスクを考慮する必要がある。抗不整脈薬は新たな不整脈を誘発するという催不整脈作用があり、このリスクを健全な母体に課することとなる。母体の心電図をモニターし、QT時間の延長など抗不整脈薬の影響がないかをチェックしながら胎児治療を行う。

在胎週数については、出生後に児の未熟性が問題となるおよそ在胎34週未満では、胎内での薬物治療をまず選択し早産によるリスクを回避することが推奨される。特に早い週数での胎児水腫症例では安易に早期分娩と判断して予後を悪化することがないように注意が必要である。一方、およそ在胎34週以降で、児が出生後の管理が十分できる状態に成熟していると判断される場合は、胎内での薬物治療か早期娩出による出生後の治療かの選択を行うことになる。各施設の産科、新生児科、循環器科を含めてよく検討し、治療法の選択を行うことが重要である。

胎児水腫症例では、すでに胎児の循環状態の悪化は進行しており、胎内治療の時間的な猶予が少なく、およそ1~2週間以内での頻脈の改善が望まれる。胎児水腫があると、digoxinなどの抗不整脈薬の胎盤移行性が低下するため、薬剤の選択時に注意を要する。

### 3. 抗不整脈薬の投与経路

抗不整脈薬は、母体に経静脈的あるいは経口的に投与し、経胎盤的に胎児へ投与する経胎盤的治

療が一般的である<sup>6,7)</sup>。その他、超音波ガイド下に直接胎児を穿刺する胎児腹腔内注入や胎児筋注、臍帯静脈への静注などの方法もあり、胎児水腫などで薬物の胎盤移行が悪い時や、より早急な効果を期待する時には、これらの直接投与法も考慮できる。

## 4. 使用される薬剤の選択<sup>7)</sup>

### 1) 第一選択薬(表)

現時点では、digoxinが第一選択薬と考えられている<sup>1~8)</sup>。Digoxinは、比較的胎盤移行性がよく、投与開始し2~3日で母体血中濃度の80%程度となる。投与方法は、母体に経口投与することによる経胎盤投与が一般的である。早期の効果を期待する時は、経口的あるいは経静脈的投与による急速飽和を行う。また、超音波ガイド下に胎児への筋肉注射などによる直接投与を行うとの報告もある。

母体の安全性を考慮すると、digoxinは、中毒などの副作用も一般的によく理解されており、母体の血中濃度のモニターも行いやすく使用しやすい。母体の中毒症状に注意しながら母体血中濃度をできるだけ有効濃度上限(2 ng/mL)に近づけるように母体への投与量を調節する。胎児に対して、多くの抗不整脈薬が心筋収縮力を弱めること、が多いのに対してdigoxinは強めることも利点である。

一方、long VAを呈する上室性頻拍症では、digoxinが無効であることが多く<sup>6)</sup>、不整脈の種類によっては効果が期待できない。さらに、胎児水腫を合併していると、digoxinは胎盤移行性が著しく低下し、有効率が低下する<sup>6)</sup>。このような場合には最初からsotalolなどの第二選択薬による治療(単独あるいはdigoxinとの併用)を行う。

### 2) 第二選択薬(表)

近年、digoxinが無効な場合の第二選択薬として、flecainide, sotalol, amiodaroneなどの有効性が報告されてきている<sup>5~11)</sup>。しかし一方では、胎児への催不整脈作用やその他の副作用の報告も

表 胎児頻脈に使用される抗不整脈薬と投与量(里見ら, 2006 より引用一部改変)<sup>5)</sup>

薬品名	投与量		有効血中濃度	その他
	飽和量	維持量		
digoxin	1.0 mg 2×po(初日) または 0.5 mg iv 8 時間後 0.25 mg iv ×2 (8 時間ごと)	0.5~0.75 mg 2×po または 0.25 mg ×2~3 iv	2.0 ng/mL	
flecainide		200~400 mg 2×po	300~800 ng/mL	母体の QT 延長に注意 胎児死亡を示唆する報告あり
sotalol		160~320 mg 2×po		母体の QT 延長に注意 胎児死亡を示唆する報告あり
amiodarone	800~2,400 mg 2×po 2~5 日間	400~800 mg 2×po 3 週間で中止	1.0~2.5 μg/mL	胎児の甲状腺機能低下に注意 新生児に肺線維症の報告あり

あり, 十分適応を検討し注意して治療を開始すべきである。なお心房細動では, amiodarone の有効性は低いと報告されている。

一方, 第二選択薬とはいえ, 胎児水腫があり digoxin の胎盤移行性が悪いことが予測される場合, あるいは long VA の上室性頻拍などで digoxin の有効性が低いと予測される場合は, 最初からこれらの薬剤の単独使用または digoxin との併用を選択することが有効である<sup>6,7)</sup>。

なお, digoxin が無効という判断の基準に関しては, 現在まで大規模な研究報告はなく, 施設間でまちまちであり一定の明確な基準はない。一般的に, 母体の血中濃度が十分に上昇した後数日経過しても心拍数, 頻拍の持続時間, 心不全徴候に全く変化がない場合は無効と判断して, 次の治療を考慮する。

## 5. 予後

胎児頻脈の大部分の頻度を占める上室性頻拍と心房粗動の予後は一般的に良好であり, 胎児水腫を合併した症例も含め死亡率は 10% に満たない<sup>12)</sup>。しかし, 胎児循環不全による中枢神経系の障害をきたしているような症例もあり, 出生後は MRI などの画像診断も含め神経学的な評価も必要である。特に, 胎内薬物治療無効時などで早産となった時の児の神経学的予後も評価が重要であ

る。

出生後は, long QT 症候群などの重症な不整脈の鑑別が重要であり, また WPW 症候群などで出生後に難治性の不整脈を繰り返す症例も多いため, 新生児医と小児循環器医が揃っている専門施設で新生児管理を行うのが望ましい。

## 胎児徐脈性不整脈

房室ブロックが大部分であり, 心奇形や, 母体が SLE やシェーグレン症候群などの膠原病で, 母体の抗 SSA 抗体が胎児に移行して房室結節を障害することに起因する。進行すると胎児水腫となり著しく予後が悪化する。近年, 胎児徐脈に対する胎内治療の有効性を指摘する報告が数多くなされ, 注目されている胎内治療の一つである。

### 1. 診断と分類

胎児徐脈では, 胎児心拍数が毎分 100 回未満であり, 大部分が心房と心室の収縮が解離して心室拍数のみが低下している房室ブロックである<sup>2,5,7,13,14)</sup>。房室ブロックの約半数が先天性心奇形を合併し, 残りの正常心内構造症例のうち, 半数以上が母体の抗 SSA 抗体に起因するものである。

## 2. 胎内治療・周産期管理の基本的方針

胎内の薬物治療は主に二つあり、 $\beta$ 刺激薬などで心室拍数を増加させるものと<sup>15)</sup>、母体の抗SSA抗体に起因する房室ブロックに対しステロイドを投与して房室ブロック自体あるいは合併する心筋炎を治療するものがある<sup>16)</sup>。

ただし、胎児徐脈に対する胎内薬物治療は、胎児頻脈とは異なりその有効性は未だ十分確立されていない。その上、早期娩出してペースメーカーにより直接心拍数を上昇させるという有効な治療法があるため、周産期管理を行う際は、胎内治療か早期娩出かをよく検討し選択することが重要である。

## 3. 胎内治療の実際

### 1) 胎児心拍数の上昇

心室拍数が毎分55回未満の場合は胎児水腫に進行しやすいとされている(ただし心機能や合併心奇形により、限界となる心拍数も異なる)。母体に対し、リトドリン(ウテメリン)、テルブテリン(ブリカニール)、サルブタモール(ベネトリン)などの $\beta$ 刺激薬を投与すると、有効な症例では胎児の心拍数が10~20%増加し、これにより胎児水腫の改善も得られることもある<sup>3,14)</sup>。ただし、胎児のQT延長症候群で房室ブロックをきたしている時には $\beta$ 刺激薬は危険であり、鑑別を要する。

### 2) 母体自己抗体に起因する房室ブロックに対する治療

胎盤移行性のあるデキサメサゾンなどのステロイドを母体に投与することにより、胎児房室ブロックの治療が試みられている<sup>3,7)</sup>。母体の自己抗体は、在胎18週頃から胎盤を通過し胎児の房室結節を破壊し房室ブロックを発症するため、その発症早期であれば、デキサメサゾン4mg/日の投与で房室ブロック自体が改善する可能性がある。

一方、母体自己抗体により心筋炎も少なからず合併しており<sup>16)</sup>、出生後遠隔期に拡張型心筋症や心内膜弾性線維症による致死的な心機能低下をきたす症例が報告されている<sup>17)</sup>。ステロイドによる

胎内治療は、この遠隔期の心機能低下に対して予防的効果の可能性も報告されている。

経胎盤的ステロイド投与を行う時に、投与期間や投与量減量などの具体的な投与方法については定まったものがない。欧米の報告では妊娠期間中を通じてデキサメサゾン4mgの投与を続行するものが多い。当院では在胎30週頃より段階的に減量することが多い。いずれにせよ、出生後は児の副腎機能が抑制されて低下している可能性があり、嚴重な新生児管理が必要である。

母体の抗SSA抗体が陽性的の場合に、予防的なステロイド胎内治療は否定的な報告が多い。母体抗SSA抗体が陽性であっても、胎児房室ブロックの発症頻度は1~1.5%と低いため、ステロイドの胎児への副作用が不明確な現時点では、全例への予防治療には安全性の問題がある。一方、前児が房室ブロックの場合、次児の発症頻度は15~18%であり、予防的なステロイド投与も検討されている。いずれにせよ、ステロイドの母子への副作用も考慮し、十分なインフォームドコンセントを行う。

## 4. 予後

胎児徐脈では、頻脈と異なり予後不良な症例も多い。特に心奇形を合併したものと胎児水腫に進行した症例では予後不良である。しかし、近年、房室ブロックをきたしやすい多脾症候群などの複雑心奇形に対する手術成績が向上しており、さらに心機能を低下させないペースメーカーの研究も進んでおり、今後、その予後の向上が期待されている。

母体抗SSA抗体に起因する房室ブロックでは、以前は胎児水腫に進行するような予後不良な症例も多く、遠隔期の拡張型心筋症や心内膜線維弾性症の合併もあったが<sup>17)</sup>、近年は、早期発見され周産期管理やステロイド治療などが行われるようになり、致死的な重症例が減少していることが報告されている<sup>16)</sup>。