

仙台市立病院小児科における 超音波心臓検査の現状

阿部 淳一郎, 小泉 善嗣, 工藤 充哉
中川 洋, 渡辺 修一, 加藤 義明

はじめに

近年超音波医学の進歩は目を見張るものがあり、各分野に多大なる恩恵を与えている。小児科領域では先天性心疾患、後天性心疾患、更には新生児、未熟児の分野においても医療の進歩にともない波及する種々の問題にたいしても対応が可能となってきている。本法は非侵襲的であること、繰り返し行なえること、更には bed side で行なえることにより日常診療には欠かせなくなっている。今回、我々は最近使用が可能となった血流イメージング超音波診断装置、東芝社製 SSH-65A の使用経験をもとに症例を提示しその有用性について報告したい。

対象及び方法

対象は 1986 年 7 月より 10 月までに経験した在胎 30 週 0 日の極小未熟児から 13 才までの 70 例である。使用装置は東芝社製セクタ式電子操作型超音波断層装置 SSH-65A である。表示モードは B モード、M モード、D モード (FFT ドプラ) であり D モード表示はパルスドプラ及び連続波ドプラである。使用探触子は 2.5 MHz, 3.75 MHz 及び 5.0 MHz, セクタ角度は 30 度, 45 度, 60 度である。

基本的には、本装置によりまず B モードにて主要心区分分析法 (segmental approach) を用い基本的な心内構造、及び大血管の位置関係を把握した後、M モードにより左室長軸断面を描出し左室内径、心室中隔の厚さ、および左室後壁の厚さを記録し、systolic time interval を求め左室収縮能

として mVcf, shortening fraction, ejection fraction を求めた。また大血管レベルの短軸像から右室 systolic time interval を求めた。コントラストエコー法は静脈系に生食などを急速に注入するが左右短絡群よりも、胎児循環遺残症などの右左短絡群の方が診断価値は高く心房中隔レベル、動脈管レベルでの異常血流が明瞭に抽出された。次に、D モードではまずパルスドプラにて左房流出路、左室流入路、左室流出路、大動脈、右房流出路、右室流入路、右室流出路、肺動脈におきそれぞれ flow pattern を記録した。ここでは基本的には層流か乱流かを調べ、短絡血流の有無、狭窄、逆流の有無を判定し、positive な場合には異常 signal の検出範囲から逆流の程度の推測を行なった。また欠損孔の明らかでない場合や、PDA などでは sample volume を移動させ、異常 signal を検出し確認した。PDA の場合は肺動脈内、あるいは直接に動脈管内に sample volume をおいて flow を検出した。連続波ドプラでは今回は大血管内の flow velocity を計測し圧格差の推測を行なった。また、VSD のある症例では欠損孔の flow を記録し peak flow velocity より圧格差を測定した。これにより右室圧の推測が可能であった。断層ドプラ方では、心内血流を toward flow を青、away flow を赤で表現する。これにより、心房中隔欠損症、心室中隔欠損症、動脈管開存症、Fallot 四徴症などの短絡血流を確認した。また、憎帽弁逆流症、三尖弁逆流症、肺動脈狭窄症などの観察を行なった。

症例

今回、施行した中から典型的な症例を選び、提示する。症例 1 は在胎 32 週 0 日の未熟児の女児であるが Bomsel II 型の RDS であり、生後 40 時間で Levine 2 度の収縮期雑音が聴取され超音波検



図1. short axis view

大動脈、肺動脈は正常の位置関係を示し、動脈管は左右の肺動脈とは別に描出され、主肺動脈と連続する cavity で下行大動脈と連なるように描出される。PDA の flow は赤で表示され、右室からの駆出血流は青で表示される。

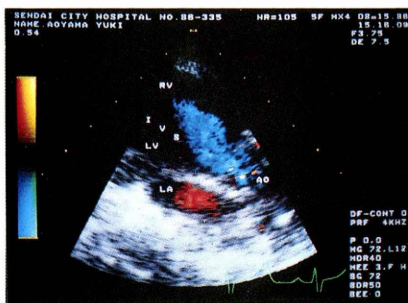
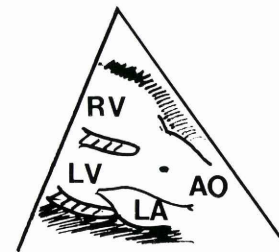


図2. long axis view

大動脈の前方への malalignment があり、大動脈騎乗、VSD を認める。前方にある右室の駆出血流は青で表示され、大動脈へと流れ込むのが観察される。



査を行なったところ LA/AO 比は 1.8 であり左房の著しい拡大を認めた。B モードで従来は確認が困難であった PDA を直接に描出し^{1),2)} その内径は 5 mm であった。断層ドプラ法では左肺動脈よりの主肺動脈内に赤で示される短絡血流を検出した (図 1)。メフェナム酸 2 mg/kg を 12 時間間隔で 2 回投与したところ心雑音は増減を繰り返しながら消失した。後日行なった検査では PDA は肺動脈側が閉じており内腔はもやもやとなり短絡血流も認められなくなった。症例 2 は、1 才 2 か月の女児で、Fallot 四徴症である。B モードにて心室中隔欠損、大動脈騎乗、肺動脈狭窄をみとめ、短軸像にて左室が右室による圧排があり上記と診断した。断層ドプラ法では収縮期に左室からの駆出血流とともに右室からの駆出血流が認められた (図 2)。本症例は肺動脈の発達が悪くないが、漏斗部狭窄が強く肺動脈内の flow pattern は turbu-

lent pattern~mosaic pattern であり赤~青が混在している。連続波ドプラでは sample volume を主肺動脈内におき、最も早い速いピーク流速を得るようにして記録した。flow velocity は 3.3 m/sec であり pressure gradient はおよそ 44 mm Hg と推測された。症例 3 は 4 か月の男児であり肺動脈狭窄症である。心電図上明らかな異常所見は認められない程度の患児である。B モードでは肺動脈の拡張がありこれは post stenotic dilatation と考えられる。肺動脈弁エコー輝度が強く弁性狭窄を示している。パルスドプラ法では肺動脈内に turbulent flow を認め連続波ドプラ法では flow velocity は 2.9 m/sec であり、pressure gradient はおよそ 34 mmHg と推測された (図 3)。症例 4 から症例 6 は VSD である。症例 4 は出生 4 日目から心雑音にて気付かれた症例である。当日検査を行なったが B モードで大血管の位置

関係、その他に問題はなく、径約2 mmのVSDと判断した。左室長軸像では大動脈弁の直下に描出され、短軸像では肺動脈弁から離れて right coronary cuspの上に描出され subaortic type VSDと診断した。パルスドプラ法では sample volume をVSDの右室側に置くと短絡血流を検出した。連続波ドプラ法では sample volume を欠損孔となるべく直行するようにおいて、もっとも速い peak flow velocity をえて左室-右室間の pressure gradient を推測した。本症例は計算上はおよそ15 mmHgであったが、1か月後の検査では40 mmHgとなり初回の検査時は肺血管床の圧が下がる過程と思われた(図4)。症例5は生後6日目に心雑音にて気付かれた女児の症例である。Bモードでは左室長軸像で欠損孔は認められず、左室短軸像で三尖弁の中隔尖直下にあり、四腔像では atrioventricular septum が存在するために subtricuspid type VSD と診断した。本症例の

VSDはおよそ6 mmであり、パルスドプラ法、および連続波ドプラ法でも容易に短絡血流を検出した。断層ドプラ法で左室から右室への短絡血流が mosaic pattern で抽出された(図5)。症例6は1才10か月の女児である。Bモードでは左室長軸像ではVSDは見えず、やはり左室短軸像でVSDを認め、症例5同様に subtricuspid type VSD と診断した。本症例は三尖弁中隔尖から心室中隔へ伸びる膜様構造物により、VSDは被われ一部に孔がありここから短絡血流が認められ連続波ドプラ法により peak flow velocity が3.11 m/secであり左室-右室間の pressure gradient はおよそ40 mmHgと推測した。本例の膜様構造物はVSDの閉鎖過程に見られることがある PSL-Pauch formation of the septal leaflet である(図6)。

考 察

超音波医学の進歩により緊急を要する心疾患の

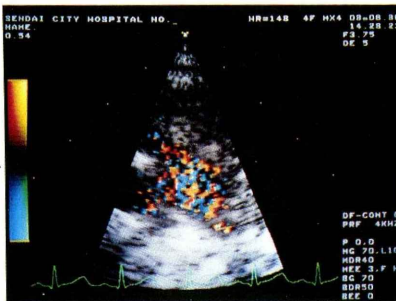


図3. short axis view

肺動脈弁のエコー輝度は強く、弁輪部は狭く見える。主肺動脈は拡張し、poststenotic dilatationがある。主肺動脈内の血流は赤、青の混在するモザイクパターンを示す。

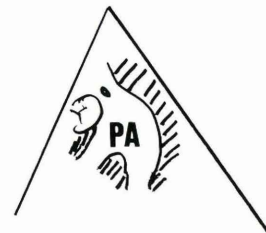
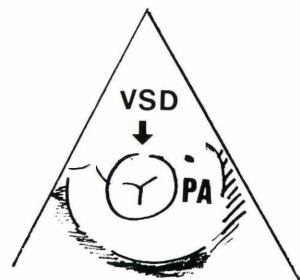


図4. short axis view

VSDは肺動脈弁との間には円錐部が存在し、high defectは否定された。収縮期にVSDを介する短絡血流が赤で表示されている。



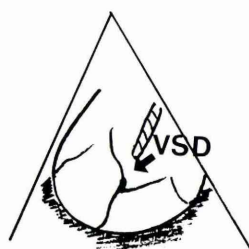


図5. 4-chamber view
VSDはsubtricuspid portionにあり、収縮期にVSDを介する短絡血流がモザイクパターンで表示されている。

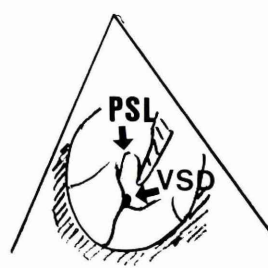


図6. 4-chamber view
VSDは症例5と同様にsubtricuspid portionにあるが、三尖弁中隔尖よりVSDを被うような膜様構造物がある。
短絡血流はVSDを通過したのちこの構造物に添って流れ、一部から吹き出すように流れる。

管理は格段に安全になってきている。純型肺動脈閉鎖症，総肺静脈還流異常症，大血管転位症，三尖弁閉鎖症，左心低形成症候群などの疾患はかならずしも心雑音が明らかであるわけではなく，ダラダラとしてチアノーゼが主訴となる場合もある。一旦，このような疾患が疑われれば一般検査とともに超音波検査も行なってしまえば的確な血行動態の把握が可能である。例えば，上記の疾患群は診断が下された時点において，prostaglandin E₁の投与により肺循環或は体循環が確保され劇的な改善を見ることがある。しかし，投与に当たっては投与の適応か否かの判断が必要であることはもちろんである。当院においては，循環器外科は開設されておらず，出来るだけ早期診断を行ない，少しでも良い状態で循環器外科医の元へ送り込むのが第一である。本年は緊急を要したものとしては総肺静脈還流異常症，大動脈離断症候群を経験

した。また外来においてはVSD, ASD, PSなどの患児の経過を見ているが手術適応を考慮する場合には症例のなかで一部紹介致したように，従来のfailure to thriveの有無，心電図，胸部X線での異常の有無からの判断に加え，非観血的な圧の推測により的確な管理が可能となった。これは小児循環器科医にとっては長年の夢であるが体血圧からの推測としても大きな進歩である。連続波ドプラ法は簡易ベルヌーイ式から圧格差を求められる(図7)。

$$P_1 - P_2 = 1/2 \rho V_2^2$$

$$\rho = 1,050 \text{ kg/m}^3 \quad 1 \text{ mmHg} = 133 \text{ N/m}^2$$

(血液の密度)

$$P_1 - P_2 = 4 V_2^2$$

以上から圧格差は狭窄部の flow velocity V₂から簡単に求められる。本年の第22回日本小児循環

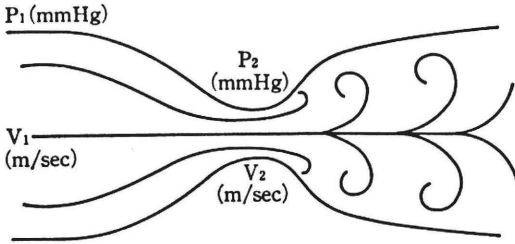


図7. Bernoulliの式およびその簡易式
ベルヌーイの式:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(V_2^2 - V_1^2)$$

$$\approx \frac{1}{2}\rho V_2^2 (V_2 \gg V_1)$$

ここで $\rho = 1,050 \text{ kg/m}^3$ (密度)
 $1 \text{ mmHg} = 133 \text{ N/m}^2$

$$P_1 - P_2 \approx 4 V_2^2 \text{ (mmHg)}$$

(簡易ベルヌーイの式)

器学会においてもこうして求められたデータの妥当性に付いて多くの討論がなされているが、観血的方法との比較ではおおむね良好な相関が得られている³⁻⁵⁾。当科においては観血的には現在は測定しておらず個々の患者について経過を見てゆくのを利用していく予定である。パルスドプラ法による圧の推測は著者らが既に報告しているが⁶⁾、動脈管の開存している場合にはflow patternより圧の推測が可能である。

圧格差の評価以外の面でも断層ドプラ法の導入により病変部の確実な描出が可能となった。VSDにおいては欠損孔の位置、大きさが重要であるが^{7,8)} Bモードに加え、断層ドプラ法を加えることにより、よりの確にそして将来問題となりやすい大動脈弁閉鎖不全症の診断及び重症度の評価が可能である^{9,10)}。今後もこれらの機能を十分に活用し未熟児、新生児から長期に経過を追う必要のある患児迄よりよい医療を提供して行きたいと考える。

結 語

仙台市立病院小児科における超音波心臓検査の現状について述べた。今回は触れなかったが川崎病も含めるとかなりの検査数になるが、ME機器

万能とせずに自分の感覚を磨いていく努力を忘れないようにして行かなければならない。

最後に常日頃なかなか寝てくれない子供たちのためにいつもニコニコ、ご配慮を頂いている中央検査室と5西のスタッフの皆様へ深謝いたします。

文 献

- 1) 阿部淳一郎, 吉田芳郎, 尾形 寛他: 経過中に Large Persistent Ductal Arteriosus の血行動態へ移行した Persistent Fetal Circulation の1例. 小児科臨床, **38**, 1787, 1985.
- 2) 阿部淳一郎, 尾形 寛, 小原敏生他: 胎児循環遺残症における動脈管の消長. 小児科診療, **48**, 1567, 1985.
- 3) 三ヶ島尊利, 坂元博文, 豊田 温他: ドブラー心エコー図による右心系心内圧の評価. 日本小児循環器学会雑誌, **2**, 16, 1986.
- 4) 深谷 隆, 馬場国蔵, 山川 勝他: 連続波ドプラ法による圧格差の非観血的計測. 日本小児循環器学会雑誌, **2**, 16, 1986.
- 5) 新垣義夫, 土屋恵司, 佐藤 勇他: 心室中隔欠損への超音波ドブラー法の総合的な応用とその問題点. 日本小児循環器学会雑誌, **12**, 17, 1986.
- 6) 阿部淳一郎, 吉田芳郎, 尾形 寛他: 経過中に large PDA の血行動態に移行した PFC の1例, 第29回日本未熟児新生児研究会, 神戸, 1984.
- 7) Capelli, H. et al.: Classification of the site of ventricular septal defect by 2-dimensional echocardiography. Am. J. Cardiol., **51**, 1474, 1983.
- 8) Cheatham, J.P. et al.: Ventricular septal defect in infancy: Detection with two dimensional echocardiography. Am. J. Cardiol. **47**, 85, 1981.
- 9) 幸田正明, 北村浩一, 古川啓三他: 大動脈閉鎖不全症におけるリアルタイムドブラー断層心エコー図法の映像定量化の試み. 日本超音波医学会第46回研究発表会講演論文集, 467, 1985.
- 10) 松村 誠, 許 俊鋭, 高本真一他: ドプラ断層による大動脈弁閉鎖不全の重症度の検討一特に, 逆流血流方向における問題点について: 日本超音波医学会第46回研究発表会講演論文集, 473, 1985.

(昭和61年11月4日 受理)