

表9. 院外出生児 紹介医別の診断精度

	T	F	O	U	NC	ND
小児科	6	0	0	0	0	0
新生児	9	3	1	3	1	2
小児循環器	19	0	0	0	0	0
産科	2	0	0	0	1	16*
計	66	3	1	3	2	18

\*p<0.01

表10. 院外出生児 紹介医の違いによる管理,  
治療方針への影響

	有り	無し
小児科	0	6
新生児	8	11
小児循環器	0*	19
産科	17*	2
計	10	53

\*p<0.01

リアルタイム心エコー動画像による遠隔診断のための診断方法と用語の基準化の試み

分担研究者 富松宏文 東京女子医科大学循環器小児科助教

【研究要旨】

リアルタイム心エコー動画像を用いて危急的心疾患を有する新生児の診療に当たるためには、先天性心疾患に対する経験や知識にばらつきのある医師が担当することが多い。そこで、小児循環器の専門医でなくても一定の精度の診断ができるように、心エコーの検査方法の基準化を試みた。ここで提案した。

A. 研究目的

リアルタイム心エコー動画像における危急の新生児の心疾患をスクリーニングするための検査方法を確立すること。

B. 研究方法

東京女子医科大学で過去に経験した新生児期発症の先天性心疾患のエコー画像を後方視的に検討し、新しい心エコー検査方法を考案した。

（倫理面への配慮）

画像情報のみを用いることにより、個人の特定はできないように配慮した。

C. 研究結果

リアルタイム心エコー動画像による診断は小児循環器を専門としていない新生児科医、小児科医（送信側）が

実際の検査を行い、その画像をリアルタイムで小児循環器科医（受信側）が受信し診断するものである。したがってその診断精度は受信側の医師の能力に影響を受けるだけでなく、送信側の医師の技術や知識に大きく左右される。さらに、送受信の医師の関係が固定している場合は学習効果が上がり診断精度が容易に向上することが期待できる。しかし、送受信者の関係が一定でない場合にはその診断精度に問題が起こることが懸念される。

そこで、小児循環器科医が専門的に診断する方法ではなく、小児循環器の知識がない場合でも大きな誤りを来さない検査方法を提案し、誰が検査しても一定の精度を持った画像が得られるようにすることが必要である

と考えられる。すなわち検査方法の基準化をはかることが望ましい。

ここではその検査手順と検査に用いる用語の統一を提案するとともに、新生児期危急的心疾患の遠隔診断のポイントについて述べる

### I. 探触子を当てる場所（音響窓）（図1）

図に示すように一般に言われている音響窓があるが、新生児では超音波透過性が良好であることから、胸骨左縁と心窩部を基本とする。

### II. 探触子の当て方と動かし方

超音波検査の大きな利点として、探触子を自由に動かし、任意の断面を得ることにより詳細な情報を得ることにある。しかし、一方では断面が一定せず、実際に探触子を持つものでなければわからないような画面が多々出現し、第3者が判読することが困難になることがある。したがって、任意の断面を得ることができるがかえって、検査の精度を低下させたり、誤判断の元になったりする。

そこで、ここでは断面の任意性を犠牲にして、決まった当て方をするものとする。

また、探触子の動かし方について、基本的用語を統一することにより、共通のイメージが得られるようにすることが必要である。そこで、図に示すよ

うに基本の動かし方を1. 傾ける、2. まわす、3. スライドさせる、に分けて表現する（図2）

すなわち

1. 傾ける（図3）とは、探触子が皮膚に接している部分はそのままにして、皮膚の表面に対して垂直に当てることを基本の位置とし、探触子を寝かせてその先端（超音波ビーム）が頭方向に向かうように寝かせることを、“頭方向へ傾ける”と呼ぶ。したがって頭方向へ傾けることにより心臓の基部（大血管など）の方を観察することになる。同様に左右に傾けることもある。

2. 回す（回転）（図4）とは、傾けるのと同様に、探触子を垂直に皮膚に当てて、接触部位は変えずに、上から見て時計方向、もしくは反時計方向に回転させることを言う。このとき、探触子の位置がずれたり、傾きが変わったりしないようにすることが大切である。

3. スライド（図5）とは探触子をはじめに当てた状態から、皮膚に対する角度や方向を一定にして接触面をずらせることを言う。

以上熟練者はこの3つの動きを同時に行うことにより任意の断面を得るようにしているが、基本的な動かし方について約束事を決めることにより、

受信側の医師が送信側に医師に対して的確に探触子の動かし方を指示することができると考えられる。

### III. 実際の手順

#### ステップ1. (図6、7)

探触子の位置：心窩部

探触子の当て方：

##### 1. 水平断面

超音波ビームが体の水平断面になるように、マーカが体の左側に来るようにして当てる。正常心で得られる画像は真ん中に椎体が見え、その右側に下大静脈が、左側に下行大動脈が丸く見える。このとき、動脈は拍動していること、静脈は呼吸でサイズが変わることで判る。また、この断面でカラードプラを行うと、動脈の方は拍動性に血流シグナルが赤と青の半円が合わさったように認められる。

そのまま、探触子を頭方に傾けると、心臓が見えてくる。これで心臓の位置や心尖部の方向がわかる。

##### 2. 矢状断面

超音波ビームが矢状断面になるように、探触子のマーカが上になるように探触子を回す。その後探触子を左右それぞれの方向に傾ける。正常心では右に向けると下大静脈が、左に向けると下行大動脈が長軸

に観察される。

#### ステップ2 (図8、9)

探触子の位置：胸骨左縁、肋間

探触子の当て方：

探触子を肋間に置き、超音波ビームが体の水平断面になるように、マーカが体の左側に来るようにおく。低い肋間から順に高い肋間へスライドさせる。

これにより、CT画像と同様に心内構造物が水平断面で観察される。

#### ステップ3

ステップ1、2で心臓の大まかな構造を観察し、さらに通常の基本断面の検索を行う。通常の基本断面は心室短軸断面、大血管短軸断面、心尖部四腔断面、左室長軸断面などであるが、これらの詳細は成書に譲る。以上のような手順を基本とし、断層図を描出できれば次いでそこにカラードプラ表示を加える。

### VI. 新生児期危急的心疾患の遠隔診断の手順 (図10)

新生児期に緊急的処置を要する疾患を大別すると、1. 体循環の全てもしくは一部が動脈管に依存するもの、2. 肺循環が動脈管に依存するもの、3. 体循環と肺循環の交通が生命維持に必須のもの、4. その他 に大別す

ることができる。したがって、新生児の心エコーを行うときその患者がこれらのいずれに属するかを始めに見極めることが重要である。

まず、着目点としては大血管が二つ観察できるかどうか、もし二つあるならその大きさに明白な差(目安として直径が倍以上異なる)があるかどうか、である。ここで大血管が一つしか認められない場合や倍以上の太さの差がある場合は、その大血管もしくは太い血管が大動脈であるか、肺動脈であるかを鑑別する。その大血管が肺動脈である場合には、体循環は動脈管に依存する可能性が高く、逆にその大血管が大動脈である場合には、肺循環が動脈管に依存する可能性が高い。したがって、いずれにしてもこれらの場合には動脈管の閉鎖が生命を脅かすことになるため、プロスタグランジン製剤の投与を考慮すべきとなる。その大血管が肺動脈であるか大動脈であるかの鑑別は専門医にゆだねてもいいかも知れない。

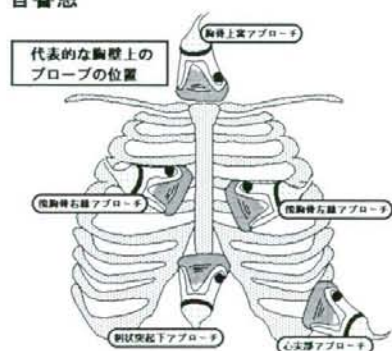
一方、大血管が二つ明瞭に認められ、<sup>1-45</sup> その大小差があまり大きくない場合には、①基本構築が正常である場合(VSD, ASD など)にくわえ総肺静脈還流異常症、②完全大血管転換症を考える。この中で完全大血管転換症と総肺静脈還流異常症は体循環と肺循環の間の交通が生命維持に必須となる。①

②のいずれであるかの鑑別には、大血管の位置を見る。大血管関係が正常である場合なら①を、大血管関係で前後関係が逆なら②を考える。ついで①ならで心房中隔欠損孔の血流が左房から右房なら正常、その逆なら総肺静脈還流異常症を疑う。なお、ここで大動脈と肺動脈の鑑別は高位肋間から水平断面で血管をみると、肺動脈は左右に分岐していることで同定できる。

#### D. 結論

上に述べた診断手順は可能な限り簡略化したものであり例外が存在することはもちろんであるが、診断医や検査医の能力に左右されず新生児期の危急の心疾患を見落とさないようにするためには有用な手順だと考えられる。

図1 音響窓



## 図2 フローベの動かし方について

フローベの動かし方には次の3種類がある

1. 傾ける(傾斜)  
 足方向へ：フローベの先端が頭の方へ向かうように  
 足方向へ：フローベの先端が足の方へ向かうように
2. 回す(回転)  
 時計方向、反時計方向
3. スライド

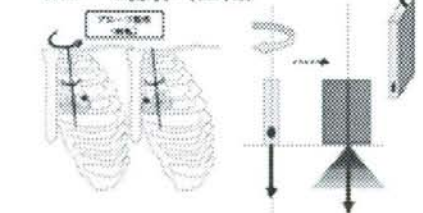
胸壁に当たる角度、方向は同じで 接触面だけを動かす。

## 図3 フローベ操作(傾斜)



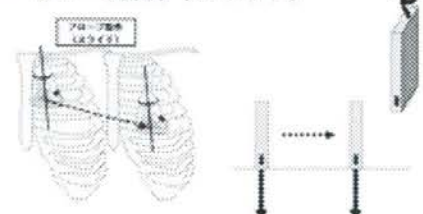
胸壁上的にいたフローベ位置をずらすことなく、接触面の最近方向を支点として、フローベを傾けること。断面の前後方向を調整するのに使用される。

## 図4 フローベ操作(回転)



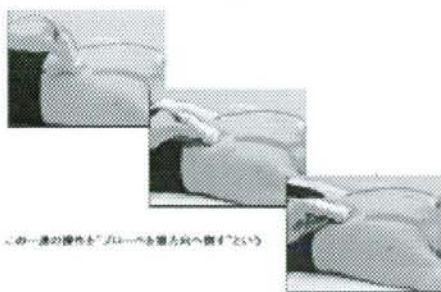
胸壁上的にいたフローベ位置をずらすことなく、接触面の中心を支点として、フローベを回転させること。断面の鉛直線上の横方向を多角的に調整するのに使用される。

## 図5 フローベ操作(スライド)



胸壁上的にいたフローベ軸を変化させず、接触面を体表面に沿って、フローベを平行移動させること。(傾斜、回転を伴わない)

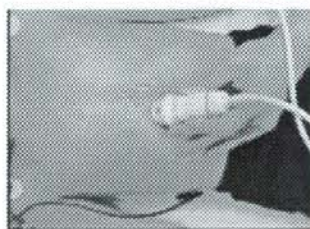
## 図6 ステップ1-1 おなかから



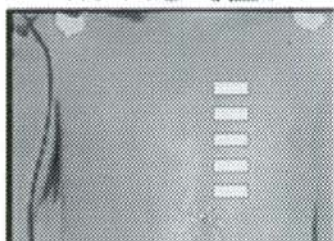
この一連の操作は「フローベを腹方向へ傾けたい」といふ

## 図7 ステップ1-2 おなかから

体の矢状断面を出す。  
 このときフローベの先端はやや頭方向に向ける



## 図8 ステップ2 胸壁から



胸骨左縁に沿ってフローベを  
 垂直に体に当てて、体の横断面を見る

## 図9 ステップ2 胸壁から

はじめは体に垂直にフローベを当てて  
 体の横断面を見る  
 低い肋骨から順に高い肋骨へスライドする。

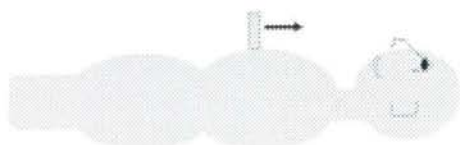
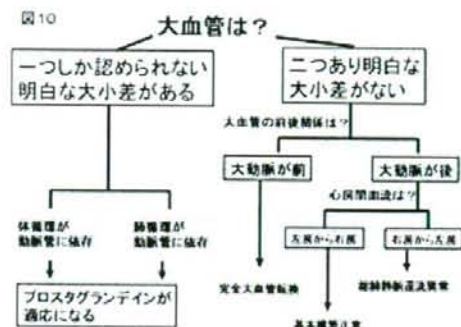


図10



【文献】

1. Zartner P, Handke R, Photiadis J, Brecher AM, Schneider MB. Performance of an autonomous telemonitoring system in children and young adults with congenital heart diseases. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2008 Oct;31(10):1291-9

2. McCrossan BA, Grant B, Morgan GJ, Sands AJ, Craig B, Casey FA. Diagnosis of congenital heart disease in neonates by videoconferencing: an eight-year experience. *J Telemed Telecare.* 2008;14(3):137-40.

3. Mulholland HC, Casey F, Brown D, Corrigan N, Quinn M, McCord B, Rogers J, Craig BG. Application of a low cost telemedicine link to the diagnosis of neonatal congenital heart defects by remote

consultation. *Heart.* 1999 Aug;82(2):217-21.

4. Sable CA, Cummings SD, Pearson GD, Schratz LM, Cross RC, Quivers ES, Rudra H, Martin GR. Impact of telemedicine on the practice of pediatric cardiology in community hospitals. *Pediatrics.* 2002 Jan;109(1):E3.

5. Casey F, Brown D, Corrigan N, Craig BG, Quinn M, McCord B, Rogers J, Mulholland HC. Value of a low-cost telemedicine link in the remote echocardiographic diagnosis of congenital heart defects. *J Telemed Telecare.* 1998;4 Suppl 1:46-8.

6. Grant B, Wallace JG, Hobson RA, Craig BG, Mulholland HC, Casey FA. Telemedicine applications for the regional paediatric cardiology service in Northern Ireland. *J Telemed Telecare.* 2002;8 Suppl 2:31-3.

7. Widmer S, Ghisla R, Ramelli GP, Taminelli F, Widmer B, Caoduro L, Gallino A. Tele-echocardiography in paediatrics. *Eur J Pediatr.* 2003 Apr;162(4):271-5. Epub 2003 Feb 25.

8. Casey F, Brown D, Craig BG, Rogers J, Mulholland HC. Diagnosis of



- neonatal congenital heart defects by remote consultation using a low-cost telemedicine link. *J Telemed Telecare*. 1996;2(3):165-9.
9. Geoffroy O, Acar P, Caillet D, Edmar A, Crepin D, Salvodelli M, Dulac Y, Paranon S. Videoconference pediatric and congenital cardiology consultations: a new application in telemedicine. *Arch Cardiovasc Dis*. 2008 Feb;101(2):89-93.
10. Awadallah S, Halaweish I, Kutayli F. Tele-echocardiography in neonates: utility and benefits in South Dakota primary care hospitals. *S D Med*. 2006 Mar;59(3):97-100.
11. Sable C, Roca T, Gold J, Gutierrez A, Gulotta E, Culpepper W. Live transmission of neonatal echocardiograms from underserved areas: accuracy, patient care, and cost. *Telemed J*. 1999 Winter;5(4):339-47.
12. Lewin M, Xu C, Jordan M, Borchers H, Ayton C, Wilbert D, Melzer S. Accuracy of paediatric echocardiographic transmission via telemedicine. *J Telemed Telecare*. 2006;12(8):416-21.
13. Kosutic J, Rigby ML, Mijin D, Weatherburn G, Jowett V, Vukomanovic V, Rakic S, Markovic G. Low-bandwidth teleconsultations for patients with complex congenital heart diseases. *J Telemed Telecare*. 2007;13(3):113-8.
14. Cotton JL, Gallaher KJ, Henry GW. Accuracy of interpretation of full-length pediatric echocardiograms transmitted over an integrated services digital network telemedicine link. *South Med J*. 2002 Sep;95(9):1012-6.
15. McCrossan BA, Grant B, Morgan GJ, Sands AJ, Craig B, Casey FA. Home support for children with complex congenital heart disease using videoconferencing via broadband: initial results. *J Telemed Telecare*. 2008;14(3):140-2.

#### E. 研究発表

##### 1. 論文発表

1. リアルタイム三次元経食道心エコーで観察した冠静脈洞型心房中隔欠損 *Jpn Med Ultrasonics* vol 35. no4 p455-457. 2008.

## 2. 学会発表

1. 小児腎透析患者における左室拡張能の評価 日本心エコー図学会 学術集会抄録集 p122. 2008.
2. 先天性心疾患の日常心エコー検査におけるピットホール 日本超音波医学会 第7回教育セッション p57, 2008年
3. 小児慢性腎不全患者における左室拡張能の評価 日本小児循環器楽学会雑誌 抄録集 p473. 2008年。
4. チアノーゼの2症例 日本心エコー図学会 第6回秋期講習会 p131. 2008年
5. 身体特徴の異常の4症例 日本心エコー図学会 第6回秋期講習会 p137. 2008年。

ーで観察した冠静脈洞型心房中隔欠損 Jpn Med Ultrasonics vol 35. no4 p455-457. 2008.

## 3. 執筆(分担)

1. 症状と所見から考える 心・血管エコー 竹中克編集 中山書店、東京、2008年。
2. 先天性弁疾患 in 目で見る最新の超音波診断 小児科診療 vol 71 suppl p73. 2008年。
3. 心エコー キーワード index 赤石誠、石塚尚子、岩永史郎、他編集 メジカルビュー社、東京、2008年。
4. リアルタイム三次元経食道心エコー