

# 重症新生児心疾患の診断： 心エコー図の効用

# Echocardiography of critically ill neonate: Problem oriented ap- proach

加藤 裕久  
吉岡 史夫  
横地 一興  
田中 地平  
小池 茂之

Hirohisa KATO  
Fumio YOSHOKA  
Kazuoki YOKOCHI  
Chihei TANAKA  
Shigeyuki KOIKE

## Summary

Cyanosis, respiratory distress and heart failure are common symptoms of newborn infants not only with cardiac lesions but others such as pulmonary disease, infection, metabolic disorders and central nervous disease. The facts render differentiation of cardiac and other lesions more difficult in this age group. Also about one-thirds of the newborn with congenital heart disease die in the first month of life. Correct definitive diagnosis without delay is essential for the effective treatment.

Recently new technique of echocardiography has been attempted to resolve these complex problems. We tried to solve 4 important problems in echocardiography of the newborn infant.

**PROBLEM #1:** Technical problem in echocardiography of the newborn infant. Small, high frequency transducer (5 MHz, 10 mm in diameter) should be employed to evaluate the small cardiac structures of newborn infant. Long strip chart recording is also beneficial for sector scanning to various directions to detect the position of cardiac segments and the relations between them.

**PROBLEM #2:** Normal values in echocardiogram of newborn. Twenty-five normal infants within 7 days of age were examined, and normal values in echocardiograms were presented.

**PROBLEM #3:** How to approach to the structural evaluation by echocardiography. Segmental approach is important to evaluate the major cardiac structural anomaly by echocardiography to determine the ventricular loop, the relation of great arteries to the ventricle, major anomalies of valves and the atrioventricular alignment. Most of the critical heart disease in neonate, such as hypoplastic left heart syndrome, tricuspid or pulmonary atresia and transposition of great arteries, have major echocardiographic anomalies, therefore rapid and easy diagnostic evaluation for these lesions was possible by echocardiography.

**PROBLEM #4:** Evaluation of cardiac function to differentiate congenital heart disease with minor structural anomalies from nonstructural heart disease.

Large PDA or VSD in premature infant and respiratory distress syndrome with PDA have large L-R shunt in newborn period though do not present the major echocardiographic anomaly, but increased LA/Ao ratio suggests the presence of a large L-R shunt. In nonstructural heart disease such

久留米大学医学部 小児科  
久留米市旭町 67 (〒830)

Department of Pediatrics, Kurume University School  
of Medicine, Asahi-Machi 67, Kurume 830

Presented at the 13th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, September 25-26, 1976

Received for publication September 14, 1977

as neonatal myocarditis and cardiomyopathy due to hypoglycemia of newborn, LA/Ao ratio was also increased. Mean VCF and PEP/ET by echocardiography were are useful to evaluate the cardiac function of newborn and possible to differentiate both lesions.

**Key words**

Echocardiography      Congenital heart disease      Nonstructural heart disease      Newborn infant

はじめに

新生児期は心疾患以外の肺疾患, 代謝疾患, 中枢神経異常, 感染などでもチアノーゼ, 呼吸障害, 心拡大などを示す, いわゆる non-structural heart disease も多く (Table 1), 先天性心疾患があるのかどうか判断に迷うことも少なくない. またこの時期は胎生循環から成人循環へと移行する, きわめて特殊な時期にあり, 先天心疾患のあ

る種のもは, 卵円孔の閉鎖や, 動脈管, 静脈管などの閉鎖に対して, adaptation できずに重篤な hypoxia や, 心不全をおこし死亡するものも多く, 緊急の診断が必要とされる. 心エコー図は, 心臓の構造異常を迅速に, しかも危険なく判断でき, 新生児におけるこれらの困難性を解決できる有効な方法として注目されてきている<sup>1-5)</sup>.

ここでは, 新生児期に重症の心不全や hypoxia を示した先天性心疾患 45 例, non-structural

**Table 1. Cardio-pulmonary syndrome in neonate (Kato)**

I. Noncardiac problems Cyanosis Respiratory distress	Intracranial hemorrhage
	Neonatal sepsis
	Respiratory distress syndrome (RDS)
	Hyperviscosity syndrome Methemoglobinemia
II. Nonstructural heart diseases Cardiomegaly Heart failure Respiratory distress	Neonatal hypoglycemia (idiopathic, infant of diabetic mother)
	Hypocalcemia
	Neonatal myocarditis (Coxsackie virus)
	Neonatal thyrotoxicosis
	Congenital A-V block
	Severe anemia
	A-V fistula (intracranial etc.)
	RDS with PDA (delayed closure) Persistent fetal circulation
III. Congenital heart diseases Cyanosis Heart failure	Hypoplastic left heart*
	Pulmonary atresia*
	Tricuspid atresia*
	TARVD (with PV obstruction)
	TGA*
	Large VSD or PDA in premature infant
	Coarctation syndrome Ebstein anomaly*

\* With major echocardiographic anomaly

heart disease 10例, および正常新生児 25例を対象とし, 以下の問題に対しアプローチを行った.

### Problem #1 新生児心エコー図記録にさいしての方法の問題

#### 1. トランスジューサー

新生児の正常心は鶏卵の約  $1/2 \sim 2/3$  の大きさであり, 成人の心エコー図に standard として用いられている 2.25 MHz, 直径 10 mm のトランスジューサーが新生児に適当でないことは想像される<sup>6)</sup>. このさい, トランスジューサーの周波数と, 直径( $\phi$ )が問題となる. 2 MHz 10 mm $\phi$ , 3 MHz 5 mm $\phi$ , 4 MHz 5 mm $\phi$ , 5 MHz 5 mm $\phi$  の4種のトランスジューサーを同一新生児に用い, 比較検討した.

新生児では, 周波数の高いものほど解像力が良く, とくに右室前壁など明瞭に記録することができた. これは, 新生児の心臓が前胸壁より浅い位置にあり, しかも, 左室後壁まで約 3~4 cm し

がなく, 浅い位置の解像力が良い 5 MHz などの高周波数のトランスジューサーが適しているものと考えられる. また, トランスジューサーの径の問題に関しても, Fig. 1 に示すように, 径の大きいものを用いると, 新生児心においては心臓の広い部分からエコーをひろい, たとえば, 大動脈と肺動脈が正常の位置関係にありながら, あたかも前後, しかも同じ高さにあるように記録され, あやまった判断がされる落とし穴がある<sup>7)</sup>. しかも多くの部位よりのエコーをひろうため, 像が不鮮明になり, 計測上の誤りもおかすことになる. 以上より, 新生児においては, 5 MHz 5 mm $\phi$  のトランスジューサーがもっとも適しているとの結論に達した.

#### 2. 記録方法

大きくは, ポラロイドフィルムと strip chart 記録の2種類がある. ポラロイドフィルムは軽便で, すぐ記録を見て判断できる長所がある. しかしながら, あとで述べるように, 新生児心疾患の構造異常の評価には, 心臓の major segments,

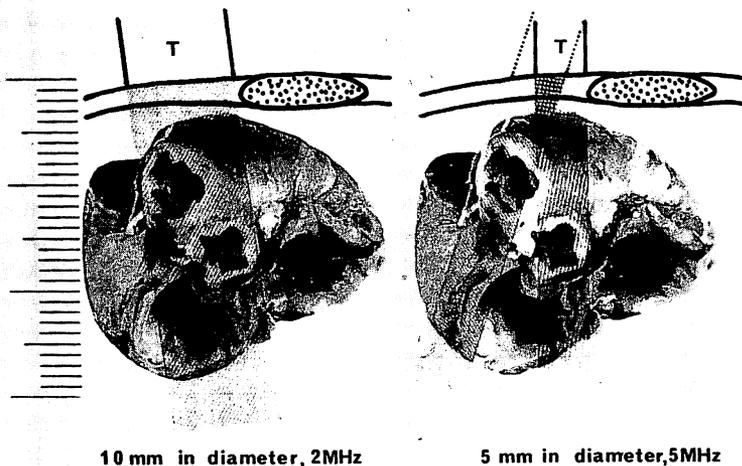


Fig. 1. Transducer for a newborn infant.

It is important to select the transducer appropriate for the size of the patient to evaluate the accurate structural anomaly. The transducer of higher frequency (5 MHz) and of smaller diameter (10 mm) should be employed for echocardiographic evaluation of small cardiac structures in the newborn infants.

房室弁, 半月弁の位置やつながり関係を, 各方向へのセクタースキャンによって見る必要がある。できれば, それらの位置関係を一枚の連続した記録紙上に記録できると, もっとも診断的である。その意味ではポラロイドフィルムは, 一枚のフィルムに記録するのに時間的制約があり不適で, strip chart 上に long recording ができると必要となる。

**Problem #2 正常新生児の心エコー図の特徴**

正常新生児の心エコー図による計測値に関しては, 多くの報告がみられる<sup>8-11)</sup>。我々も, 生直後より生後1週までの正常新生児25例について, 計測を試みた。その正常値と±2SD値はTable 2に示すが, 正常新生児において, 年長児や成人に比べ特徴的なことは, 以下のとおりである。

**Table 2. Normal values for echocardiographic measurement of neonate**

n=25	Mean	± 2 SD
Age	0-7 days	
Body weight	3,100 gr	± 600
BSA	0.20 m <sup>2</sup>	± 0.03
PAD	1.1 cm	± 0.25
RVDd	0.9	± 0.2
LVDs	1.1	± 0.25
LVDd	1.55	± 0.3
LVPW	0.36	± 0.05
IVS	0.55	± 0.08
AoD	0.94	± 0.07
LAD	0.7	± 0.08
RVD/LVD	0.58	± 0.05
IVS/LVPW	1.53	± 0.5
LAD/AoD	0.75	± 0.16
ET	210 msec,	± 30
PEP	80	± 15
PEP/ET	0.38	± 0.1
Mean Vcf	1.4	± 0.25

- 1) RVD/LVD が  $0.58 \pm 0.05$  で, 比較的右室が大きい。
- 2) LAD/AoD が  $0.75 \pm 0.16$  で, 比較的左房径が小さい。
- 3) IVS/LVPW が  $1.53 \pm 0.5$  で, 比較的心室中隔が厚く, asymmetric septal hypertrophy (ASH) の基準である1.3をこえるものがむしろ多く, 生理的に心室中隔が厚いといえる。

**Problem #3 構造異常に対するアプローチ**

Van Praagh<sup>12)</sup>による心臓の形態学的診断における segmental approach の考えを, Solinger<sup>13)</sup>は心エコー図にも導入し, 系統的な心エコー図による形態診断を試みた。この方法によって, 基本的な心形態の異常が診断でき, 複雑心奇型にも応用できるようになった。とくに, 以下に述べる ventricular loop, conotruncus, A-V valve および atrioventricular alignment の異常は, echocardiographic major anomaly ともいえるものである。

**1. Segmental approach**

まず, 3つの major cardiac segments とそのつながりを分析する。

**1) Viscero-atrial situs**

正位 (situs solitus), 逆位 (situs inversus), 非定位 (situs ambiguus) があり, ごくまれに内臓心房関係不一致 (viscero-atrial discordance) がある。心エコー図で, situs をきめる情報は与えられないので, 胸腹部レントゲンによる, 心・胃・肝・気管の位置関係や心電図のP波電気軸によって決定する。さらには, アンジオにより, 下大静脈の位置や心耳の形態によってきめられる。

**2) Ventricular loop**

D-loop と L-loop があり, D-loop では右室が右, 左室が左方にあり, L-loop で反対になる。心エコー図からの心室 loop の判断はつぎのことによって決定される。

- i) 2つの房室弁エコーがあった場合, 通常三

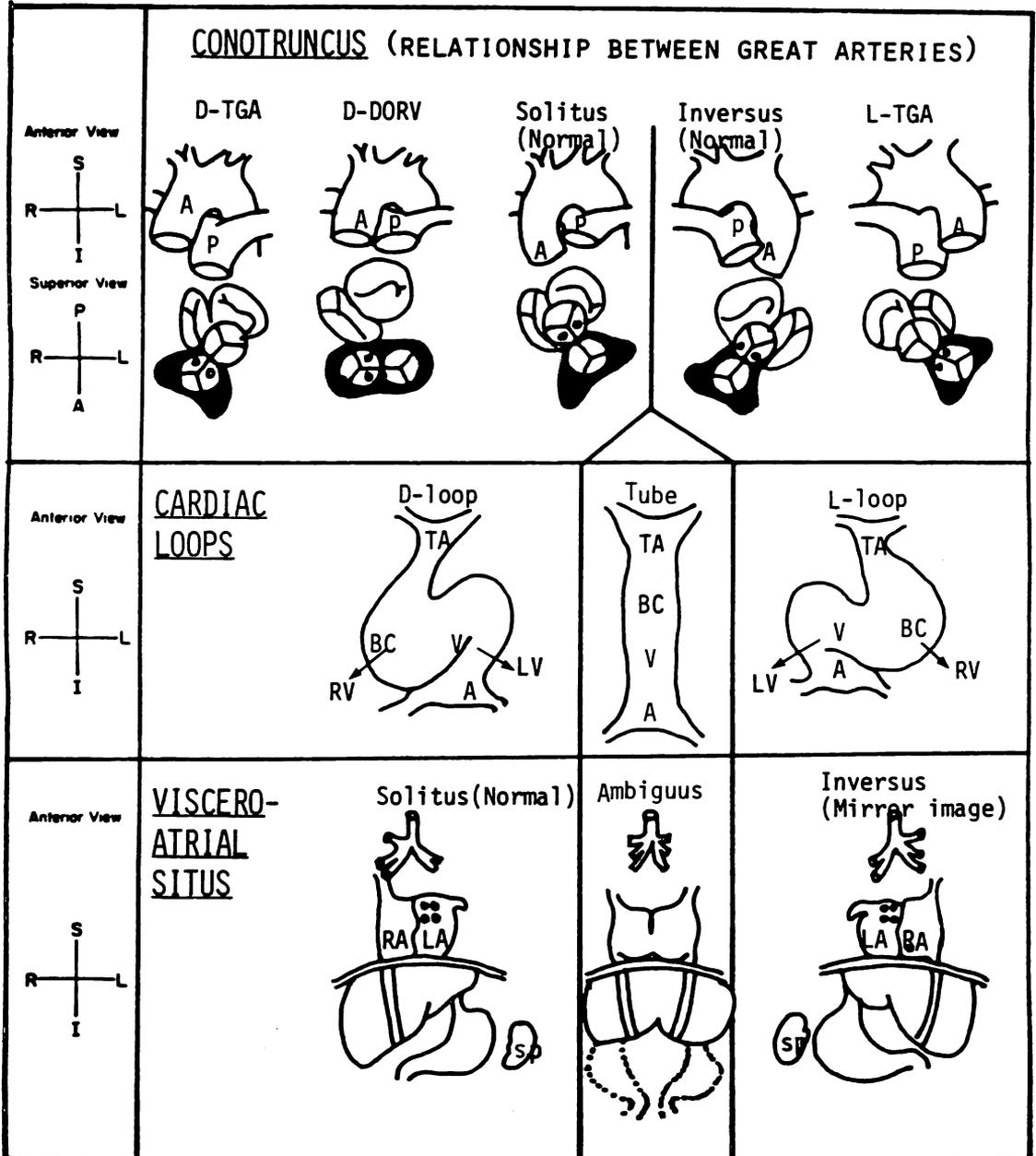


Fig. 2. Segmental approach to congenital heart disease.

尖弁が前方に位置するので, 前方の房室弁が後方の房室弁より右方にあれば D-loop, 左方にあれば L-loop.

ii) 房室弁と半月弁の間に連続性があれば, その房室弁を持つ心室は左室であり, この心室が左後方にあれば D-loop となる.

iii) 2つの半月弁を記録できた場合, 通常, 弁閉鎖の遅れるほうが肺動脈弁で, 早いほうが大動脈弁である. この大動脈が, 他の動脈より右方にあれば (D-loop), loop rule より心室は D-loop で, その逆は L-loop である.

3) Conotruncus (大血管の位置および心室とのつながり)

2つの半月弁を記録し, その前後, 左右, 上下関係をセクタースキャンによって決定する.

i) もし前記のように心室 loop が決まっていれば, D-loop では右方の血管は大動脈, 左方の血管が肺動脈といえる. L-loop では逆になる.

ii) 半月弁の弁開閉運動を記録し, 普通, 弁閉

鎖の遅いほうが肺動脈である<sup>14)</sup> (高度の肺高血圧がある場合は, 弁閉鎖の時間的ずれがないことが多い).

このように, 3つの major segments を心エコー図から検討し, 2つの房室弁, 2つの半月弁のエコーをとらえて, その位置関係およびつながり方を, セクタースキャンによって分析する<sup>15,16)</sup>.

#### 4) Valve and atrio-ventricular alignment

房室弁の atresia や共通房室弁などに代表される房室弁や半月弁の major anomaly, および心室とのつながりの異常 (単心室, straddling A-V valve など) も重要で, 新生児期に問題となる CHD の多くがこのグループにはいる. 弁の形態に関する心エコー図からの情報は有益で, しばしば, 他の検査法をしのぐものがあるが, 新生児や乳児では, 房室弁, 半月弁が正常に機能していれば, かならず心エコー図上に記録できるので, それらの弁エコーがとらえられない場合は, atresia の可能性が強く, 診断的である. ただこのグルー

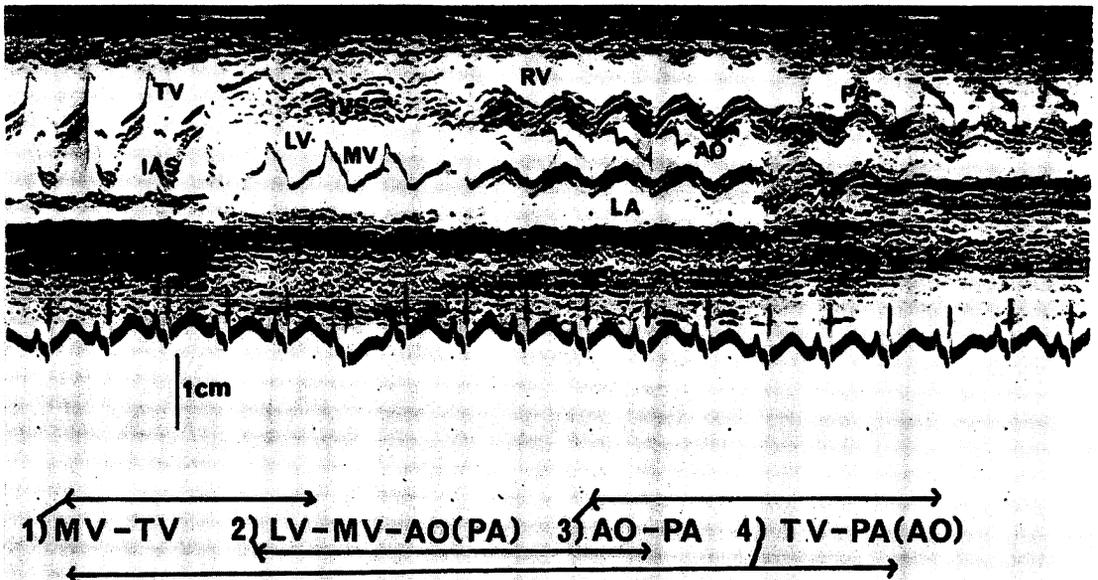


Fig. 3. Echocardiogram of a 6 day-old normal newborn infant.

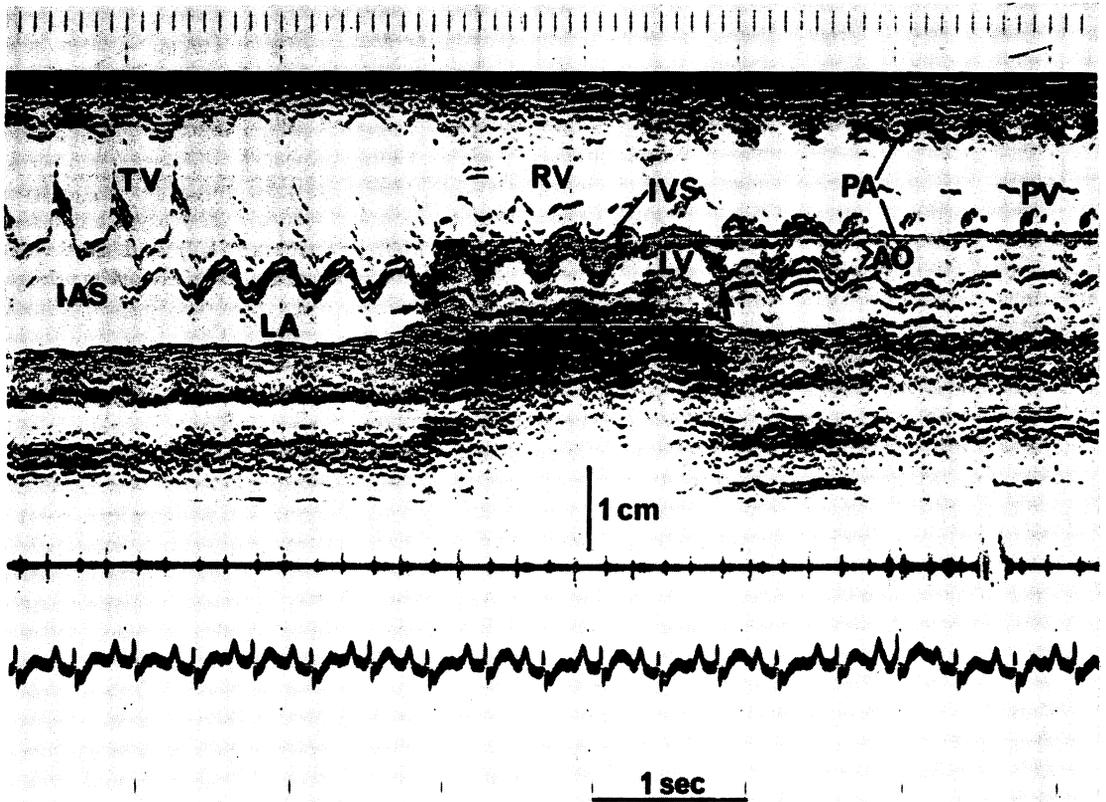
Echocardiographic sweep from the tricuspid valve to the mitral valve, the aortic valve and the pulmonary valve.

プでは、房室弁が1つしか記録されないもの、半月弁が1個しか記録されないもの、心室が1つしか記録されないものなど、心エコー図上類似した所見を呈することが多く、鑑別が重要である。

## 2. 正常新生児の心構造

Viscero-atrial situs を、胸部レントゲンその他の方法で、situs solitus であることを確認し、2つの房室弁と、2つの半月弁の存在と位置を確かめる。通常、僧帽弁が最も検出しやすいが、新生児では他の弁も検出は容易である。それぞれの弁の位置がわかると、つぎにこれらの弁どうしのつながりをセクタースキャンによって分析する。

**Fig. 3** に正常新生児の1例を示す。まず図の左側より、浅い位置に房室弁エコーがあり、ビームを左側外方に向けてると、もう1つの房室弁が後方にある。前方の房室弁が三尖弁であるので、後方の房室弁は僧帽弁で、しかも左側にあるため、心室の loop は D-loop となる。ビームをさらに右側上方に向けてると、僧帽弁エコーと線維性に連続を示す大血管、半月弁がある。これが大動脈か、肺動脈かはすぐに判断できないが、ビームをさらに左側上方に向けてると、もう1つの半月弁が浅い位置にあり、心室が D-loop であるため、右側の血管(僧帽弁と連続性のある血管)が大動脈で、左



**Fig. 4. Echocardiogram of a 4 day-old infant with hypoplastic left heart syndrome.**

The large right ventricle and the tricuspid valve of large amplitude are recognized. The aortic root arises from the tiny left ventricle in which the mitral valve motion is absent. The aortic valve motion is also absent. The large pulmonary artery is located in the left anterior direction to the aorta, which suggests the normal relation of the great arteries.

大側前方にある大血管は肺動脈ということになり, 心房, 心室, loop, 心室大血管関係はすべて正常で (S・D・N), 心臓形態の major anomaly はないと診断できる. このように (Fig. 3) いくつかのセクタースキャンを連続的に, しかも系統的に行って, strip chart 上に記録すると, 一枚の心エコー図で心構造の状態が一目で理解できる.

3. 新生児期に問題になる先天性心疾患

Table 1 に示すように, 新生児期に問題となる CHD の多くは, major cardiac segments, 弁の major anomaly などの major echocardiographic anomaly をもつものが多く (Table 1 \*印), 心エコー図が診断上有用である.

1) Hypoplastic left heart syndrome (HLHS)

僧帽弁閉鎖や大動脈弁閉鎖があり, 左室, 大動脈の低形成を伴うもので, 新生児早期より強い心不全をおこし, 予後の短い疾患である. 僧帽弁閉鎖や大動脈弁閉鎖の有無, VSD の有無, 大血管の位置関係などの組み合わせで, 種々の spectrum がある<sup>17)</sup>. 7 例の HLHS につき, 心エコー図所見と剖検所見を対比した (Fig. 4).

i) 僧帽弁: 僧帽弁閉鎖を伴うものは全例僧帽弁エコーが検出できなかった. 大動脈弁閉鎖があり, 僧帽弁狭窄を伴う例では, 僧帽弁の開閉運動は小さいながらも記録されたが, DDR 7 mm で狭窄パターンを示した.

ii) 左室: 全例において, 小さいながらも左室腔が検出でき, 左室径 (LVDd) は 2~8 mm の間にあり, 新生児の正常値  $15.5 \pm 0.3$  mm に比べ, きわめて小さく, Meyer ら<sup>20)</sup>も 9 mm 以下であったと報告している. 心エコー図による LVDd と剖検による計測ではほぼ一致したが, 心エコー図のほうが全例に若干大きな値を示した (Fig. 5).

iii) 大動脈弁および大動脈: 大動脈弁閉鎖を伴う例では, 大動脈弁エコーが検出できなかったが, 1 例において大動脈弁エコーに類似した所見がみられた. 剖検により, この例は膜様の大動脈弁閉

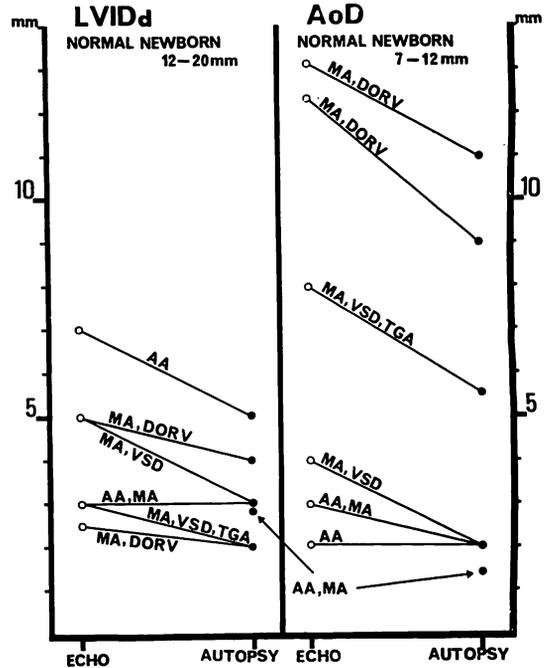


Fig. 5. Left ventricular (LV) and aortic (AO) dimensions in hypoplastic left heart syndrome.

鎖があり, エコービームが心時相で当たる部位が変わり, 弁エコー様に記録されたものと考えられ, 注意が必要である. 大動脈径 (AoD) は, 剖検による計測とほぼ一致したが, 心エコー図のほうが大きい値を示した. なお, 大動脈径が正常の大きさを示した例は 3 例あり, いずれも DORV, d-TGA を伴っていた.

iv) 左房: 左房径 (LAD) は全例とも正常範囲にあった.

v) 右室, 三尖弁: 全例に右室の拡大, 三尖弁エコー振幅の増大がみられた. 心室中隔の奇異運動が 3 例にみられた.

心エコー図による各例のタイプ分類の診断は, 剖検診断とほぼ一致し, HLHS のタイプ分類が心エコー図によって可能と考えられ<sup>19)</sup>, この疾患が high risk で, しかも手術効果が良くないことを考え合わせると, 心臓カテーテル検査は必要な

Table 3 Echocardiographic classification of hypoplastic left heart syndrome

Aortic, mitral valve	Type of HLHS			Echo findings			
	VSD	Relation of great artery	Aortic valve echo	AoD (mm)	Mitral valve echo	LVD (mm)	Others
Aortic atresia	-	Normal	-	Very small ( $\leq 2$ mm)	+ Small	Small ( $\leq 8$ mm)	
Aortic, mitral atresia	-	Normal	-	Very small ( $\leq 3$ mm)	-	Very small ( $\leq 3$ mm)	
Mitral atresia	+	D-TGA	+	Normal	-	Small ( $\leq 5$ mm)	Dextroposition of the anterior great artery
		Normal	+ , - or small	Small ( $\leq 4$ mm)	-	Small ( $\leq 5$ mm)	
	-	DORV	+	Normal	-	Very small ( $\leq 3$ mm)	Both great arteries anterior & side by side

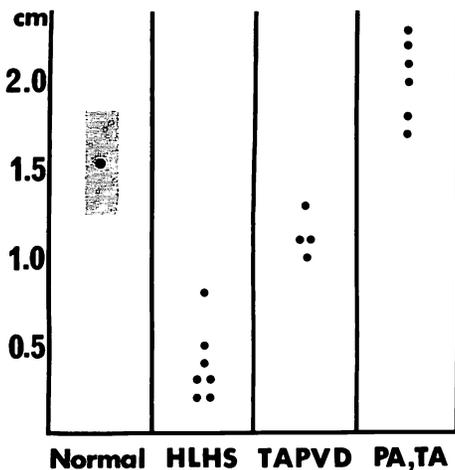


Fig. 6. Left ventricular dimension in newborn infant with congenital heart disease.

HLHS: hypoplastic left heart syndrome, TAPVD: total anomalous pulmonary venous drainage, PA: pulmonary atresia, TA: tricuspid atresia.

いと考えられる。我々の例のうち臨床所見と心エコー図のみで診断し、手術を行った1例を経験した (Table 3)。

## 2) Total anomalous pulmonary venous drainage (TAPVD)

新生児期には肺静脈閉塞を伴った type が問題

となり、前述の HLHS や RDS と鑑別が必要となる。4例について検討した。心エコー図上の構造の major anomaly はみられず、2つの房室弁、2つの半月弁は、それぞれ正常の位置で記録された。

i) 左室、僧帽弁：左室は4例中3例が正常下限以下であったが、HLHS より大きい値を示した。僧帽弁エコーは全例記録されたが振幅は小さかった (Fig. 6)。

ii) 右室、心室中隔：右室は著明に拡大し、心室中隔の paradoxical movement が3例にみられた。三尖弁の振幅が増大している。

iii) 大動脈、肺動脈：両者の位置関係は正常の D-position で cardiac loop, conotruncus の異常はない。肺動脈は大きく拡大していた。

iv) 左房：全例に左房 LAD が正常下限にあった (Fig. 7)。

v) 総肺静脈幹：4例中2例に左房後壁の後方に free space が記録され、総肺静脈幹 (CPVC) と思われる。

以上より TAPVD の決定的な心エコー図上の所見は少ないが、心不全、肺血流増加を伴う肺うっ血所見、軽いチアノーゼがあり、心エコー図で僧帽弁、大動脈弁は存在するが、左心系が小さい場合は、TAPVD がもっとも考えられ、HLHS

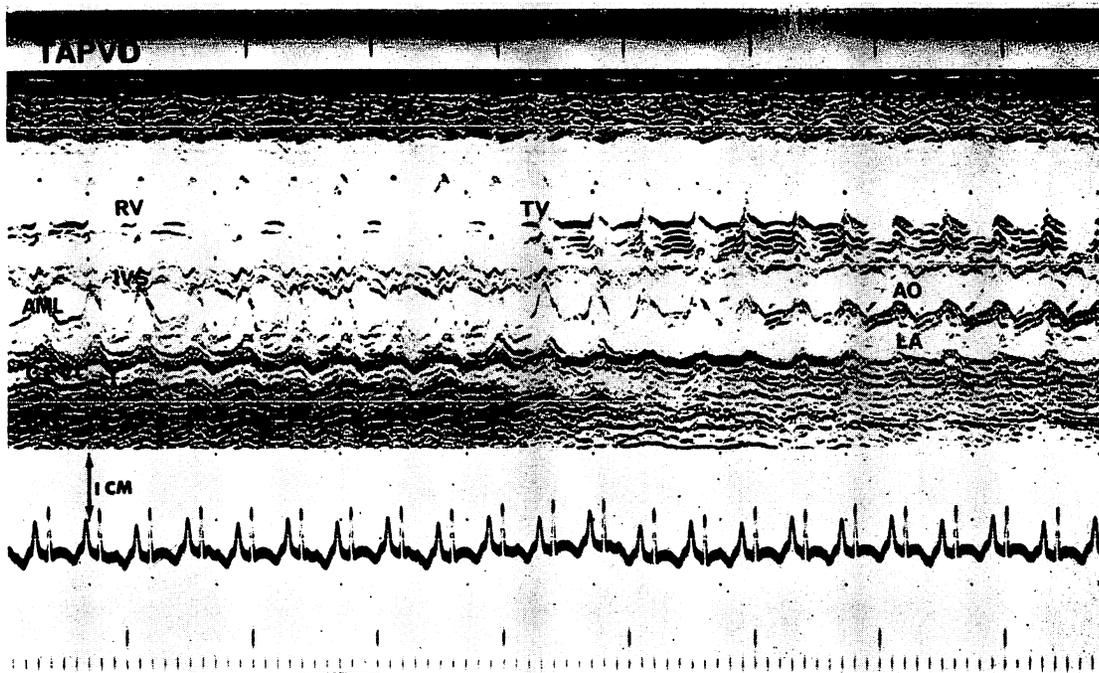


Fig. 7. Echocardiogram of a 20 day-old infant with total anomalous pulmonary venous drainage.

The large right ventricle and the tricuspid valve of large amplitude are recognized. The left ventricle, the left atrium and the aorta are small, but in which mitral and aortic valve motions can be seen. Common pulmonary venous connection is recorded behind the left ventricular posterior wall.

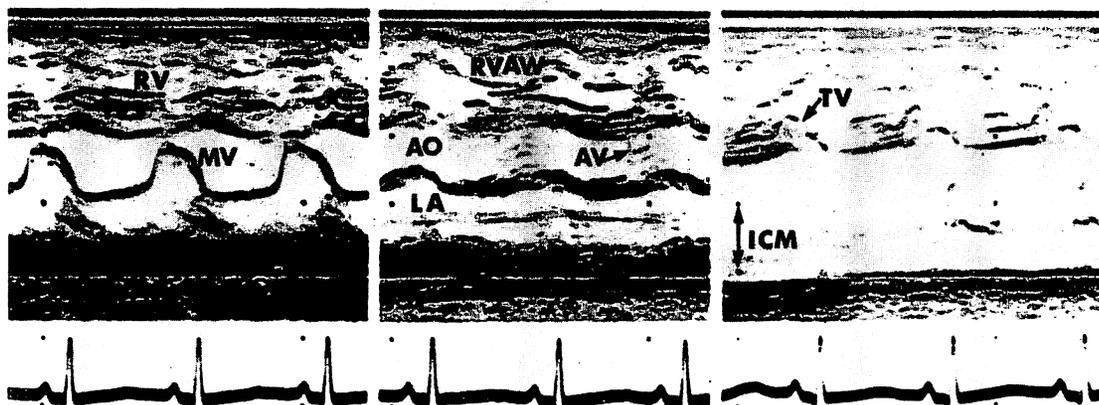


Fig. 8. Echocardiogram of a 4 day-old infant with pulmonary atresia with intact ventricular septum.

The small right ventricle and the large left ventricle are recognized. Tricuspid valve motion is small and pulmonic valve motion can not be recorded. The right ventricular anterior wall is thick.

とは鑑別できる。左房後壁の後方に、総肺静脈幹の free space が記録できれば、さらに診断的である<sup>20)</sup>。ただ総肺静脈幹は、症例によってその位置がかなり異なるので検出できないこともあり、ビームを左房に向け、そこより上下、左右方向にセクターキャンにて捜すことが必要である。

### 3) Pulmonary atresia with intact septum (PA)

右室の低形成を伴う3例と、三尖弁閉鎖不全を伴い、右室が比較的大きい1例につき検討した。

i) 肺動脈弁, 三尖弁: 肺動脈弁は全例で検出できなかった。三尖弁は、右室の低形成のある1例でのみ検出できず、他の2例では小さい振幅の三尖弁エコーが記録できた。三尖弁閉鎖不全を伴う例では、三尖弁エコーは容易に検出できた。

ii) 右室, 心室中隔: 右室低形成のある3例中1例にのみ、小さな右室が検出できた。また三尖弁閉鎖不全を伴う例では、比較的大きい右室が記録され、心室中隔は奇異性運動を示した。

iii) 左室-大動脈: 全例とも左室, 大動脈のつながりは正常で、左室径 (LVDd) は正常の上限

か、それ以上の値を示した (Fig. 6)。

以上より、チアノーゼ, 心不全, 肺血流減少があり、心エコー図で肺動脈弁が検出できず、三尖弁エコー, 右室が小さく、左室が拡大し、左室-大動脈関係が正常の場合、本症が診断できる<sup>15)</sup>。また、右室の低形成の type と、三尖弁閉鎖不全を伴った、右室の低形成のない type との鑑別ができる。

### 4) Tricuspid atresia (TA)

i) 三尖弁, 肺動脈弁: 三尖弁は、全例に検出できなかった。肺動脈弁は、大血管が正常関係で、肺動脈狭窄を伴う例で検出できなかったが、肺動脈狭窄のない例では記録された。

ii) 右室: 全例で小さい右室が記録され、正常値以下であった (Fig. 9)。

iii) 左室, 左房: 左室径, 左房径とも正常の上限か、それ以上の値であった。また僧帽弁は全例で容易に記録され、振幅が大であった。僧帽弁と半月弁の連続性はみられた。

iv) 大血管関係: 肺動脈狭窄を伴う例では、大動脈弁のみ検出できたので、大血管関係は不明で

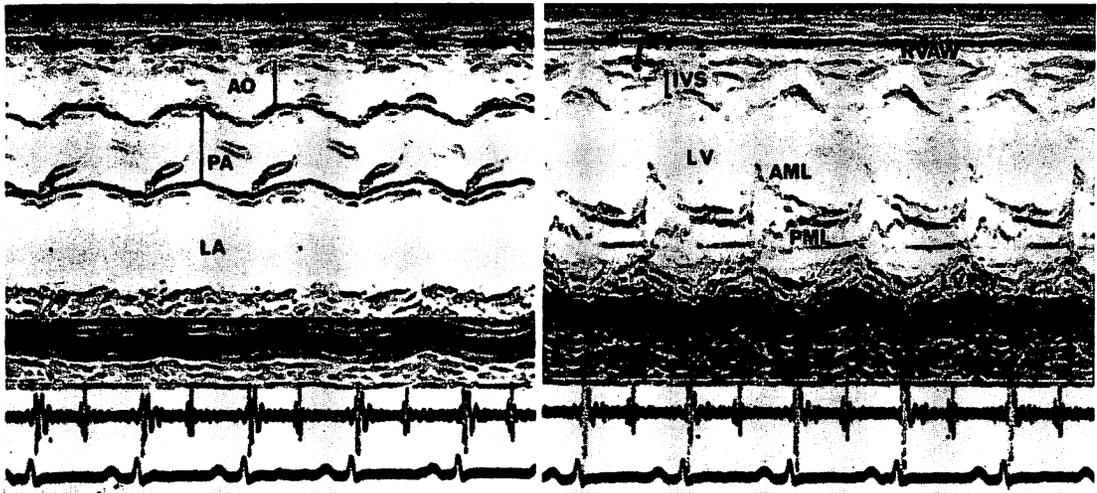


Fig. 9. Echocardiogram of a 15 day-old infant with tricuspid atresia and transposition of great arteries.

The right ventricle is very small in contrast to the large left ventricle and the enlarged left atrium. The aorta is recorded simultaneously with the pulmonary artery which has fibrous continuity to the mitral valve.

あったが、肺動脈狭窄のない type, および大血管転位を伴う例では、2つの半月弁が検出でき、前者では、前方の大血管が左方の正常関係で、後者では前方の大血管が右方にあり、D-TGA が診断できた。

以上より、チアノーゼがあり、心電図 QRS 軸が左軸で、心エコー図上、三尖弁エコーが検出できず、右室が正常より小さく、逆に左房、左室が大きく、僧帽弁・半月弁の連続性がみられるときは三尖弁閉鎖が考えられる。大血管転位を伴う場合は、容易に2つの半月弁が検出できるので、両者の位置関係から、後方で左方の大血管(僧帽弁と

連続性のある)は肺動脈と診断できる。

共通房室弁を持つ単心室は、本症ときわめて類似したエコー所見を示し<sup>21)</sup>、鑑別が困難だが、最近、我々は contrast 心エコー図により鑑別が可能と考えている。

#### 5) Transposition of the great arteries (TGA) 13例の TGA について検討した。

i) 大血管関係: 2つの半月弁は全例に記録できた。第3肋間胸骨左よりビームをやや左方向にかけると、13例中10例で2つの半月弁(2つの大血管)が同時に記録された (Fig. 10)。また、他の例でも、わずかにビーム方向を変えるのみで、2

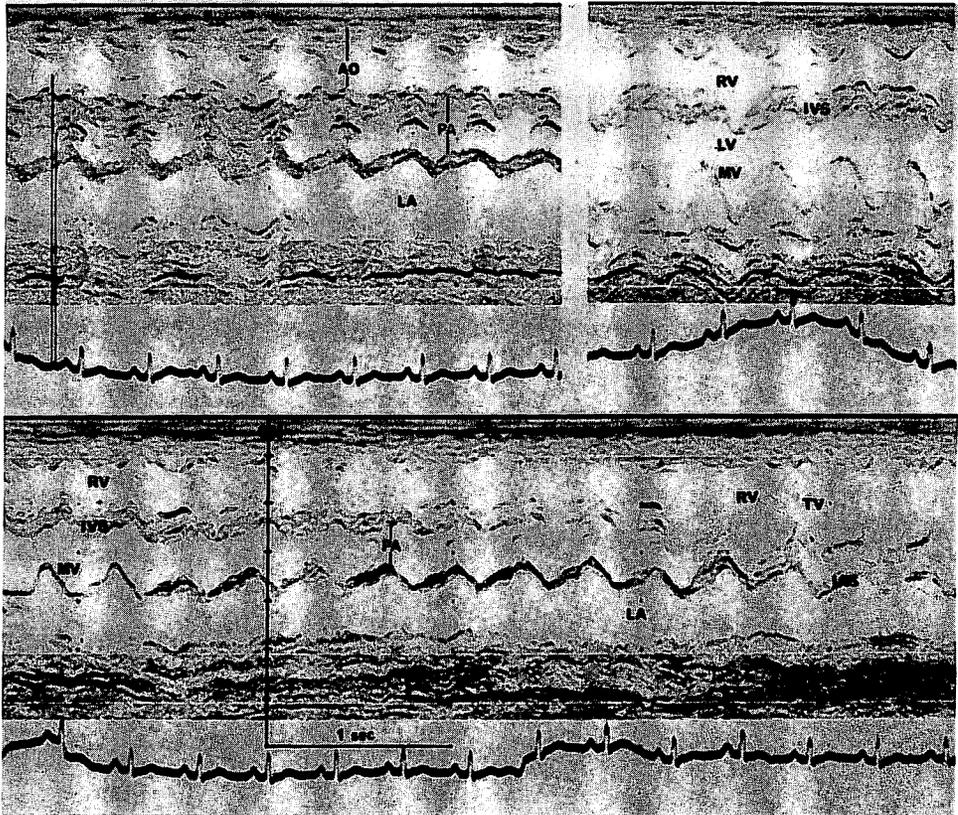


Fig. 10. Echocardiogram of a 7 day-old infant with D-transposition of the great arteries.

Both semilunar valves are simultaneously recorded by pointing the transducer slightly leftward at 3 LIS, which suggests that the anterior semilunar valve is right-sided to the posterior semilunar valve. The anterior atrio-ventricular valve is located in the right-side by moving the echo beam to rightward from the posterior A-V valve. This suggests the ventricular D-loop.

つの半月弁が記録された。これは **Fig. 11** のように、TGA の場合、大動脈が右前方、肺動脈が左後方にならぶため、1つのビーム方向で、2つの半月がとらえられることによる<sup>22,23)</sup>。しかも、右方の半月弁(大動脈)は、左方の半月弁よりやや高い位置で記録された。2つの半月弁の開閉が8例に同時に記録され、弁の開鎖点を比べると、全例で左後方の半月弁が遅延していたことから、肺動脈弁ということが出来る<sup>14)</sup>。とくにI型TGAでその差が著明であった(**Fig. 11**)。

ii) 房室弁: 2つの房室弁が全例に記録され、前方の房室弁は右方にあった。このことは、ventricular loop がD-loopであることを示す。僧帽弁と肺動脈弁は連続性があり、肺動脈が左室起始であることがわかる。

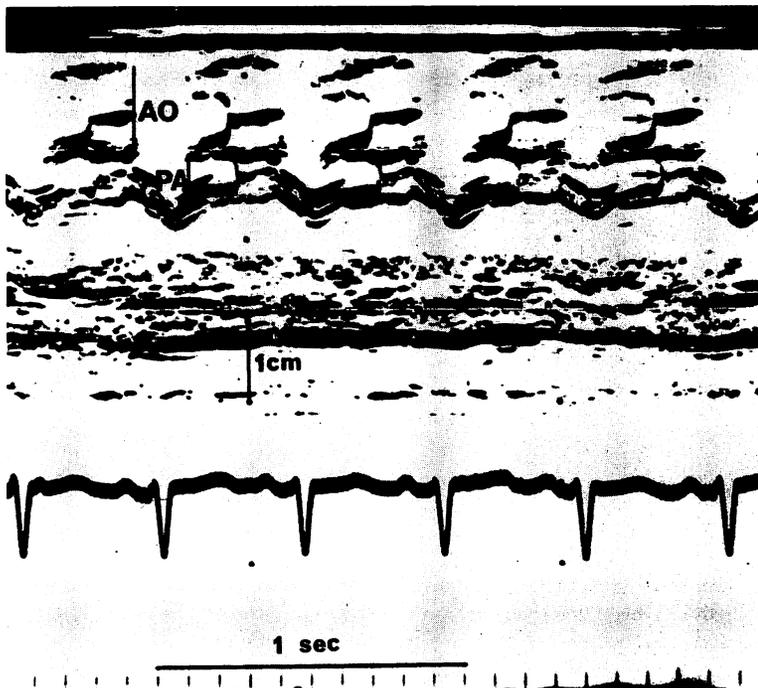
iii) 心室中隔: II型TGA(VSDを伴うもの)

7例中3例に心室中隔エコーのdropping outがみられ、VSDの存在が考えられた。

初期の検討では、成人用のトランスジューサー(2MHz, 10mm径)を用いたため、正常新生児でもしばしば2つの半月弁が同時に記録された(前述のトランスジューサーの項参照)。しかし、直径5mm, 5MHzのトランスジューサーに変えてこの問題は解決され、正常の大血管関係と、TGAがはっきり区別できるようになった。

#### 6) Asplenia

無脾症候群は、脾が欠損し、心臓や内臓の situs が不定で、大血管転位、肺動脈閉塞(狭窄)、単心室、共通房室弁、肺体静脈還流異常を伴う複雑心奇型である<sup>24)</sup>。チアノーゼがあり、胸部レ線で中心肝、赤血球にHowell-Jolly bodyがあれば本症を疑うが、心エコー図で、大きな1つの房室弁、



**Fig. 11. Echocardiogram of D-transposition of the great arteries.**

Both semilunar valves are simultaneously recorded. The identification of the anterior valve as the aortic valve and of the posterior valve as the pulmonic is suggested by the later closure of the posterior semilunar valve (arrow).

心室中隔エコーの欠如, 前方に大きな大血管があり, もう1つの大血管が検出できないときは, 本症が診断できる.

#### Problem #4 心機能評価を加えた構造異常の診断

前述のように, 心エコー図上, 構造の major anomaly を示す先天性心疾患については, 心エコー図が診断的で, 有用である. しかし, 先天性心疾患の中には, 心エコー図上の major anomaly を示さないものもあり, とくに左右短絡疾患群がこれにはいる. 普通これらの疾患は, 新生児期に症状を示すことは少ないが, 未熟児の PDA や VSD<sup>25)</sup>, coarctation syndrome などは, 新生児期に問題となる. また先天性心疾患ではないが,

respiratory distress syndrome の軽快期に, 閉鎖の遅延した動脈管のため左右短絡が生じ, 心不全をきたす現象や<sup>26)</sup>, persistent fetal circulation<sup>31)</sup> とよばれる病態も最近問題にされている. また, nonstructural heart disease とよばれる新生児の2次性の心筋疾患 (低血糖, 心筋炎など) も, 心構造の major anomaly はなく, これらの疾患と鑑別が重要となる (Fig. 12).

最近, RDS に伴う PDA の左右短絡が, LAD/AoD の計測により診断できるという報告<sup>27,30)</sup> があり, 新生児期の左右短絡 (PDA, VSD) の診断に用いられている. そこで, PDA を伴う RDS, 未熟児の large VSD などの左右短絡を伴う新生児6例と, 新生児低血糖に伴う心不全, 新生児心筋炎, 心内膜線維弾性症などの nonstructural

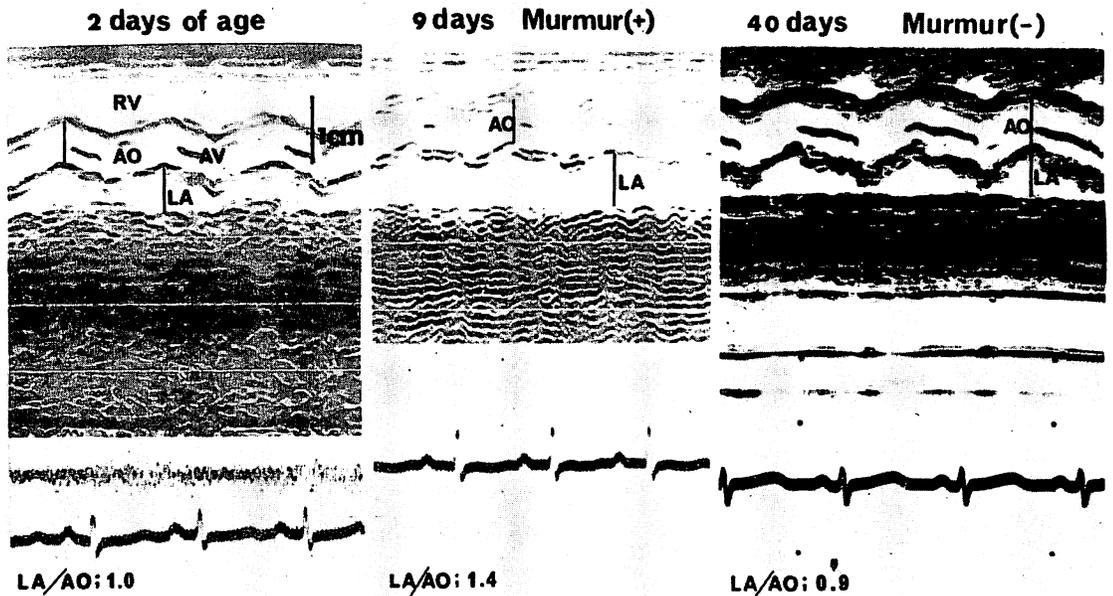


Fig. 12. An infant with respiratory distress syndrome complicating ductus patency.

This infant (birth weight: 1,760 grams) showed severe respiratory distress soon after birth and was treated by intensive respiratory care. At that time, the echocardiogram showed the normal sized left atrium. At 9 days of age when respiratory distress was improved, the infant had a continuous murmur at the second interspace along the left sternal border and fell into severe congestive heart failure. The echocardiogram showed the markedly enlarged left atrium, which suggested the presence of a large left-to-right shunt due to the decline of the pulmonary vascular resistance and ductus patency. At 40 days of age the heart murmur disappeared and the LA/Ao ratio became within normal limit, suggesting that the ductus arteriosus had closed.

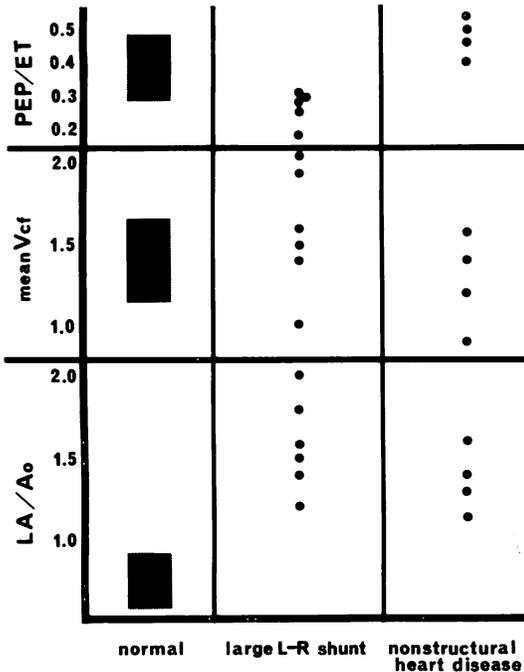


Fig. 13. Difference between large L-R shunt and nonstructural heart disease (NSHD) in neonate.

Normal: 0-7 days of age, Large L-R Shunt: RDS with PDA and large VSD in premature, NSHD: hypoglycemia, neonatal myocarditis and EFE.

heart disease (NSHD) 4例につき、LA/Ao比、mean Vcf、PEP/ETを測定した。LVDDは心電図R波の頂点で、LVDsはLV後壁が最も前方に近づいた点で計測し<sup>29)</sup>、ejection timeは大動脈弁の開閉で計測した (Fig. 13)。これによると、LA/Ao比は、左右shunt群、NSHD群ともに正常より高い値を示し、前述の左右shuntの存在を診断することはできるが、shuntがなくても心筋疾患で、強い心不全がある場合も同様の傾向を示すことがわかった。すなわち、LA/Ao比の増大は、左右短絡に特有の所見ではない。

Sahnら<sup>29)</sup>は、mean Vcfがその鑑別に有用であると報告しているため、mean Vcfをみると、shunt群での1例をのぞいて正常平均値より高い

値を示し、左室のhyperkinetic stateがあることを示している。それに対し、NSHDでは正常値より低値を示すものが2例みられた。これは心筋疾患のため、心ポンプ機能の低下があることを示しているが、2者間で有意の差は示さなかった。そこで我々は、大動脈弁エコーよりejection time (ET)、preejection period (PEP)を計測し、PEP/ET値をみたところ、左右shunt群で正常より低値を示し、NSHD群では高値を示した。これは左右shunt群では、PDAの例が多いため、大動脈拡張期圧の低下によるafterloadの減少が、PEPの短縮およびPEP/ETの低下をきたし、一方NSHDでは、心筋機能の低下のためPEP/ETが高値を示したものと考えられる。したがって、Sahnら<sup>29)</sup>のようにmean Vcfを用いるより、新生児では、弁の開閉が心エコー図で容易に記録できることを考慮に入れると、PEP/ETの計測のほうがこれらの疾患群の鑑別に有用であろうかと考える。

#### 文献

- 1) Meyer RA, Kaplan S: Noninvasive techniques in pediatric cardiovascular disease. *Prog Cardiovasc Dis* 15: 341, 1973
- 2) Solinger R, Elbl F, Minhas K: Echocardiography: Its role in the severely ill infant. *Pediatrics* 57: 543, 1976
- 3) Sahn DJ, Allen HD, Goldberg SJ, Solinger R, Meyer RA: Pediatric echocardiography: A review of its clinical utility. *J Pediat* 87: 335, 1975
- 4) 加藤裕久, 小池茂之, 横地一興: 小児の心エコー図. *臨床成人病* 6: 253, 1976
- 5) Yokochi K, Kato H, Koike S, Tanaka C, Yoshioka F: Echocardiographic evaluation of critical heart disease in neonate. *Kurume Med J* 22: 269, 1975
- 6) Goldberg SJ, Allen HD, Sahn DJ: *Pediatric and Adolescent Echocardiography. A Handbook.* Year Book Publ, Chicago, 1975
- 7) Feigenbaum H: *Echocardiography.* Lea & Febiger, Philadelphia, 1972
- 8) Solinger R, Elbl F, Minhas K: Echocardiography in the normal neonate. *Circulation* 47: 108, 1973
- 9) Godman MJ, Tham P, Kidd BSL: Echocardiography in the evaluation of the cyanotic newborn

- infant. *Brit Heart J* **36**: 154, 1974
- 10) Lundström NR: Clinical applications of echocardiography in infants and children. *Acta Paediat Scand* **63**: 23, 1974
  - 11) Hagan AD, Deely WJ, Sahn D, Friedman WF: Echocardiographic criteria for normal newborn infants. *Circulation* **48**: 1221, 1973
  - 12) Van Praagh R: The segmental approach to diagnosis in congenital heart disease. In, Bergsma D (ed): *Fourth Conference on the Clinical Delineation of Birth Defects*. Williams & Wilkins, White Plains, New York, 1972, p 4
  - 13) Solinger R, Elbl F, Minhas K: Deductive echocardiographic analysis in infants with congenital heart disease. *Circulation* **50**: 1072, 1974
  - 14) Hirschfeld S, Meyer R, Schwartz DC, Korfhagen J, Kaplan S: Measurement of right and left ventricular systolic time intervals by echocardiography. *Circulation* **51**: 304, 1975
  - 15) Meyer RA, Schwartz DC, Covitz W, Kaplans S: Echocardiographic assessment of cardiac malposition. *Amer J Cardiol* **33**: 896, 1974
  - 16) 長井靖夫: 先天性心疾患の Echocardiogram. *呼吸と循環* **23**: 899, 1975
  - 17) Rowe RD: Serious congenital heart disease in the newborn infant: Diagnosis and management. *Pediat Clin N America* **17**: 967, 1970
  - 18) Meyer RA, Kaplan S: Echocardiography in the diagnosis of hypoplasia of the left or right ventricles in the neonate. *Circulation* **46**: 55, 1972
  - 19) Farooki ZQ, Henry JG, Green EW: Echocardiographic spectrum of the hypoplastic left heart syndrome. *Amer J Cardiol* **38**: 337, 1976
  - 20) Paquet M, Gutgesell H: Echocardiographic features of total anomalous pulmonary venous connection. *Circulation* **51**: 599, 1975
  - 21) Chestler E, Jaffe HS, Vecht R, Beck W, Schrire V: Ultrasound cardiography in single ventricle and the hypoplastic left and right heart syndromes. *Circulation* **42**: 123, 1970
  - 22) Dillon JC, Feigenbaum H, Konecke LL, Keutel J, Hurwitz RA, Davis PH, Chang S: Echocardiographic manifestation of d-transposition of the great vessels. *Amer J Cardiol* **32**: 74, 1973
  - 23) Gramiak R, Chung KJ, Nanda N, Manning J: Echocardiographic diagnosis of transposition of the great vessels. *Radiology* **106**: 187, 1973
  - 24) Van Mierop L, Gessner IH, Schiebeler GL: Asplenia and polysplenia syndrome. *Birth Defect* **8**: 74, 1972
  - 25) Danilowicz D, Rudolph AM, Hoffman JIE: Delayed closure of the ductus arteriosus in premature infants. *Pediatrics* **37**: 74, 1966
  - 26) Kitterman JA, Edmunds LH Jr, Gregory GA, Heymann MA, Tooley WH, Rudolph AM: Patent ductus arteriosus in premature infants: Incidence, relation to pulmonary disease and management. *New Engl J Med* **287**: 473, 1972
  - 27) Silverman NA, Lewis AB, Heymann MA, Rudolph AM: Echocardiographic assessment of ductus arteriosus shunt in premature infants. *Circulation* **50**: 821, 1974
  - 28) 加藤裕久, 小池茂之, 田中地平, 横地一興: 小児の左心機能, 心エコー図による検討. *小児科臨床* **30**: 578, 1977
  - 29) Sahn DJ, Vaucher Y, Williams DE, Allen HD, Goldberg SJ, Friedman WF: Echocardiographic detection of large left to right shunts and cardiomyopathies in infants and children. *Amer J Cardiol* **38**: 73, 1976
  - 30) Lewis AB, Takahashi M: Echocardiographic assessment of left to right shunt volume in children with ventricular septal defect. *Circulation* **54**: 78, 1976
  - 31) Gersony WM: Persistence of the fetal circulation. A commentary. *J Pediat* **82**: 1103, 1973