

大血管の実時間超音波断層
図

Identification of the
great artery relations in
infants by real-time
two-dimensional echo-
cardiography

馬場 清
木幡 達
谷本 猛
越後 茂之
金子 博士
広瀬 修
神谷 哲郎
永田 正毅*
別府慎太郎**
小塚 隆弘***

Kiyoshi BABA
Tohru KOHATA
Takeshi TANIMOTO
Shigeyuki ECHIGO
Hiroshi KANEKO
Osamu HIROSE
Tetsuro KAMIYA
Masaki NAGATA*
Shintaro BEPPU**
Takahiro KOZUKA***

Summary

The evaluation of the great artery relations is important for the diagnosis of congenital heart disease, particularly in infancy. Recently developed real-time two-dimensional echocardiography has been facilitated to detect the aortic arch and its branches as well as the origins of the great arteries, if the transducer was scanned carefully along the planes parallel to the longitudinal axis of the heart toward cephalad. The subjects included 16 infants with the normal great artery relations, 5 cases with d-transposition and one with hypoplastic left heart syndrome (HLHS).

Complete identification of the great artery relations was succeeded in all cases, except for 2 (one with marked chest deformity and the other with HLHS). In these 2 cases, the aortic arch could not be visualized clearly. In the normal relations, it was confirmed that the 2 great arteries crossed immediately above their origins and the posterior one led to the aortic arch. On the contrary, the 2 great vessels left the heart parallel to each other and then the anterior one formed the aortic arch in patients with d-transposition. However, much attention should be paid for cases with large patent ductus arteriosus (PDA), because the main pulmonary artery, PDA and descending aorta resembled the aortic arch.

国立循環器病センター 小児科

*同 内科

**同 研究所

***同 放射線科

吹田市藤白台 5-125 (〒565)

Department of Pediatrics, *Department of Internal Medicine, **the Research Institute, and ***Department of Radiology, National Cardiovascular Center, Fujishirodai 5-125, Suita 565

Presented at the 17th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Sendai, October 20-21, 1978
Received for publication December 8, 1978

Among all, the direct detection of the aortic arch is essential for identifying the great artery relations by real-time two-dimensional echocardiography and the present method might be applicable for the diagnosis of more complex congenital heart disease.

Key words

Real-time two-dimensional echocardiography Great artery relations Aortic arch Transposition
 Congenital heart disease

はじめに

超音波検査法は先天性心疾患の診断に必要不可欠の検査法として確立されてきたが, 実時間超音波断層装置の改良に伴い, さらに新たな知見が得られるようになってきた. しかし, その知見は心内奇型に関するものが大部分で, 大血管についての検討はまだまだ十分とはいえない. しかも, 大血管関係についての現在までの報告は, 同定された大血管の位置関係¹⁻³⁾から, あるいは収縮時相の差⁴⁾などからの推測による間接的な証明であった.

そこで, 大血管の実時間超音波断層図について検討を加えた結果, 大血管関係の診断には大動脈弓すなわち“アーチ”を直接同定することが極めて有用であり, 複雑心奇型の診断をより正確にすると考えられた. 今回は, 主として正常な大血管関係と大血管転位の場合について対比し, 診断的意義について考察を加えた.

対 象

1978年6月から9月までの4カ月間に, 本センター小児科で超音波検査を施行した1歳未満児62例中, 実時間超音波断層法により大血管関係を検討したのは25例で, 超音波検査法による診断は **Table 1** のごとくである. 正常大血管関係16例の内訳は, 心疾患のないもの6例, 動脈管開存4例(うち2例は 2,500 g 以下の未熟児), 心室中隔欠損3例, 大動脈縮窄兼心室中隔欠損2例, および僧帽弁狭窄兼心房中隔欠損1例である.

大血管転位5例の内訳は, 全例 d 型で, 心室中隔欠損のないもの3例, 心室中隔欠損を伴うものの1例, 三尖弁閉鎖および心室中隔欠損に合併し

Table 1. Materials

Analyzed cases	25
Normal relations	16(4)
Transposition of the great arteries (TGA)	5(4)
Double outlet right ventricle (DORV)	2(1)
Hypoplastic left heart syndrome (HLHS)	1(1)
Tetralogy of Fallot (TF)	1
(): No. of cases diagnosed By ACG	

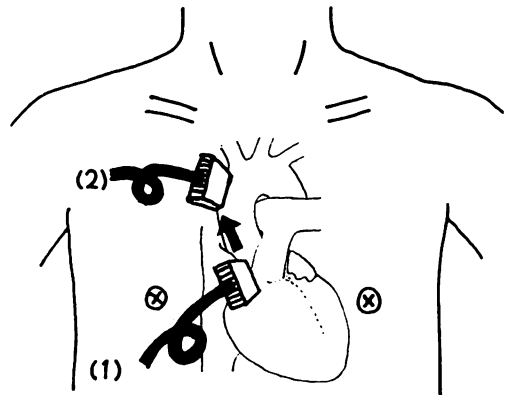


Fig. 1. Schematic diagram of the position and the direction of the transducer for identifying the aortic arch.

たもの1例で, 肺動脈狭窄を合併した症例はなかった.

Table 1 の括弧内には, 心臓カテーテル, 心血管造影検査により診断の確認された症例数を示した.

装置および方法

実時間超音波断層装置は東芝製ソノレーヤード

ラフ SSH-11A を使用した. 2.4 MHz, 33 素子の探触子を用い, 走査角 78°, 走査線 112 本でブラウン管に表示し, それをポラロイドフィルムまたは 8 mm シネフィルムに記録した.

方法は患者を仰臥位とし, まず房室弁, 心房, 心室の位置関係を確認したのち, 探触子を大血管基部, 心室中隔, 後方の房室弁が同時に同定する長軸方向に固定し (Fig. 1 の (1)), 次第に第 2 ないし第 1 肋間へ, 大血管を描出しながら移動していった (Fig. 1 の矢印). そして, “アーチ” を形成する平面と一致するように探触子を振って, 大動脈弓を描出した (Fig. 1 の (2)). Fig. 1 は正常の大血管関係の場合について, アプローチの方向を模式図で示した. この間, 実時間で観察しながら, 分枝の状況なども記録した.

結 果

今回検討した 1 歳未満児 25 例中, 大動脈弓を十分に同定しえなかったのは 2 例で, 1 例は正常例ではあるが胸郭変形のため超音波ビームが十分に入らなかったもの, 他の 1 例は左心低形成症候群であった.

正常の大血管関係の断層図では後方の大血管が

“アーチ” を形成し, 頭側に向かって近位部から順次, 腕頭動脈, 左総頸動脈, 左鎖骨下動脈の分枝を同定することができる (Fig. 2). しかも, Fig. 3 に示すように, ① の方向で大動脈を同定し, ついで ② の方向に探触子を振ると, 主肺動脈が前方から後上方に大動脈と交叉する所見を得ることができる.

大血管転位の断層図では 2 本の大血管が前後に平行して上行し, 探触子を頭側に移動させると, 前方の大血管が “アーチ” を形成するのを同定することができる (Fig. 4). 実時間超音波断層装置で検索したところ, 大血管転位 5 例全例に, この所見を得ることができた.

大動脈弓を直接証明しえなかった左心低形成症候群の断層図は, 肺動脈・動脈管・下行大動脈が一見 “アーチ” を形成するかのような所見を示した. しかし, 動脈管と主肺動脈との間で, 尾側にも分枝を認めることから, 大動脈弓ではないと判断できた (Fig. 5 の (a)). Fig. 5 の (b) は, この症例の心房・心室関係を示した短軸方向の断層図である. 剖検で僧帽弁閉鎖, 大動脈弁閉鎖, 卵円孔早期閉鎖を認め, 上行大動脈および大動脈弓は低形成で, 内径約 2 mm であった.

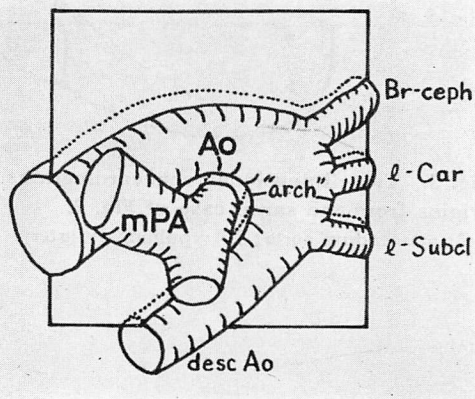
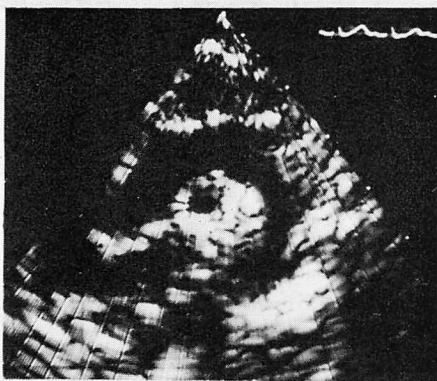


Fig. 2. Long axis two-dimensional echocardiogram of the aortic arch in an infant without heart disease (S.H., 6 m, male).

Ao=ascending aorta; mPA=main pulmonary artery; desc Ao=descending aorta; Br-ceph=brachiocephalic artery; l-Car=left carotid artery; l-Subcl=left subclavian artery.

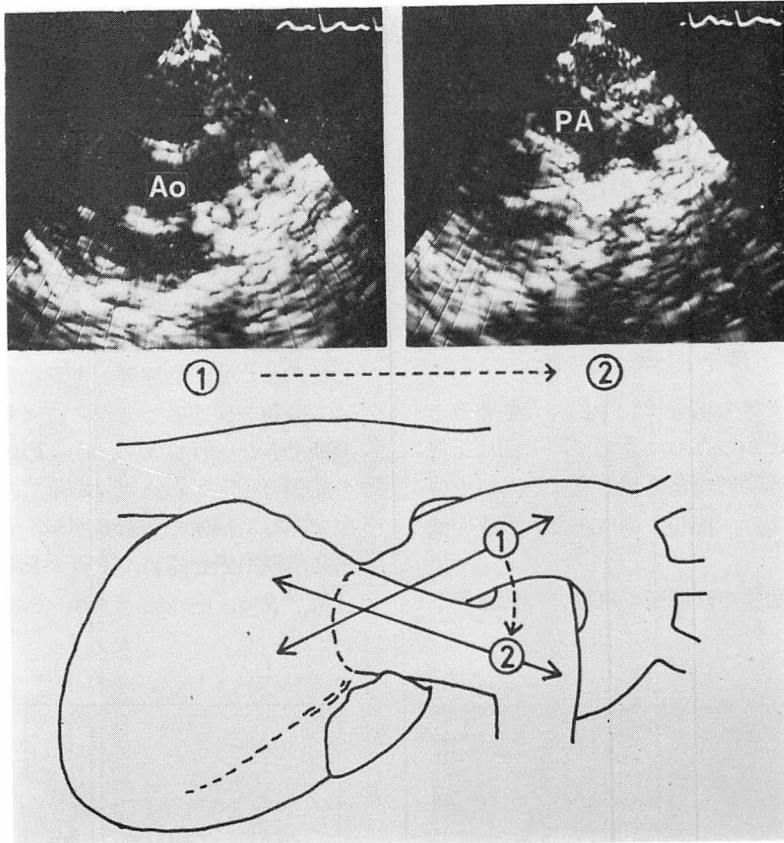


Fig. 3. Two-dimensional echocardiograms of the aorta and pulmonary artery at their origins from the same case of Fig. 2.

Ao=ascending aorta; PA=pulmonary artery.

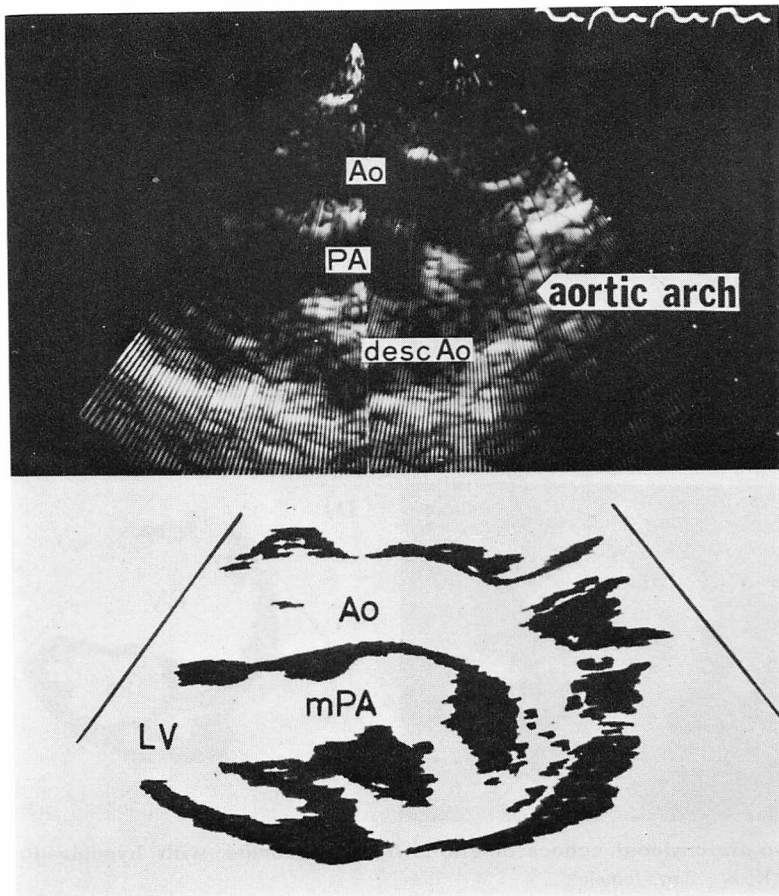


Fig. 4. Long axis two-dimensional echocardiogram from an infant with d-transposition (H. N., 4 m, male).

Ao = ascending aorta ; mPA = main pulmonary artery ; desc Ao = descending aorta ; LV = left ventricle.

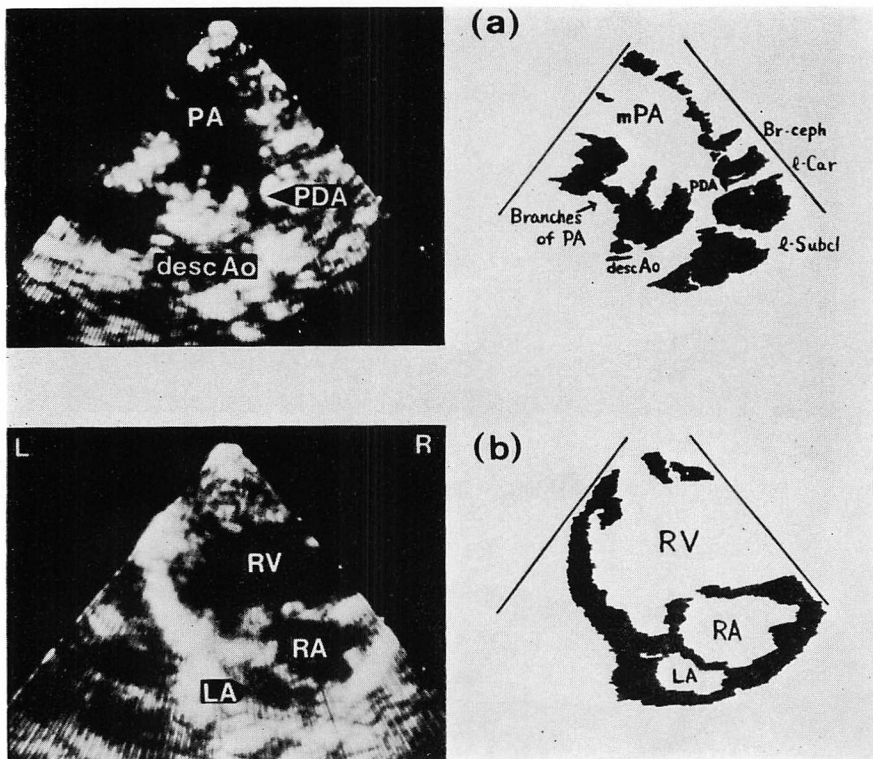


Fig. 5. Two-dimensional echocardiograms from a neonate with hypoplastic left heart syndrome (K. K., 2 m, female).

mPA=main pulmonary artery; PDA=patent ductus arteriosus; desc Ao=descending aorta; Br-ceph=brachiocephalic artery; l-Car=left carotid artery; l-Subcl=left subclavian artery; RV=right ventricle; RA=right atrium; LA=left atrium.

考 察

先天性心疾患，特に複雑心奇型の診断に，大血管関係を確認することは重要である．実時間超音波断層装置の改良に伴い，心血管の位置関係を立体的に把握することが可能となってきた¹⁻³⁾．これまでのところ，心内奇型に関する報告は数多いが，大血管についての検討は少ない．最近，Sahnらが，大動脈縮窄⁵⁾や動脈管⁶⁾を直接証明した報告を出しているが，大動脈弓を直接同定することによって大血管関係を診断しようとする報告は，いまだ見当たらない．

現在まで報告されてきた大血管関係の診断は，Mモード法においては，半月弁の同定される位置関係からの推測によっていた⁷⁻⁹⁾．両半月弁を同時に同定しうる所見も，大血管転位を示唆する有力な所見とされていた⁹⁾ (Fig. 6)．しかし，位置関係からの推測だけでは心臓に回転が加わった場合とか，ループ法則に合致しない場合には誤って診断する可能性がある．また，同時に両半月弁を同定しうる所見も，探触子の位置により正常例

でも認めうる所見である¹⁰⁾．一方，両半月弁の開閉を同定し，両者の収縮時相の差で，大動脈弁か肺動脈弁かを決定する方法もある⁴⁾．しかし，この方法も，肺血管抵抗と体血管抵抗の差がない場合とか，半月弁，特にその開閉の同定が十分できない場合には，診断を決定することができない．

超音波断層図においても，長軸方向では，起始部が“parallel”か，“cross”しているかを，短軸方向では“parallel”か，“spiral”の関係にあるかを証明することによって，大血管関係の診断がなされてきた¹¹⁻¹³⁾．Fig. 7は大血管の短軸方向の断層図で，左に心疾患のない例の“spiral”な関係を，右に大血管転位の“parallel”な関係を示したものである．それぞれ，上段は大血管の起始部を，下段は上段より1肋間頭側に探触子を移動した部位を示したものである．しかし，これらの所見は，大動脈か肺動脈かを直接証明したものではない．

コントラスト法を併用することによって，大血管関係を推定する報告もある¹⁴⁾．Fig. 8は，心室中隔欠損のない大血管転位の長軸方向の断層図

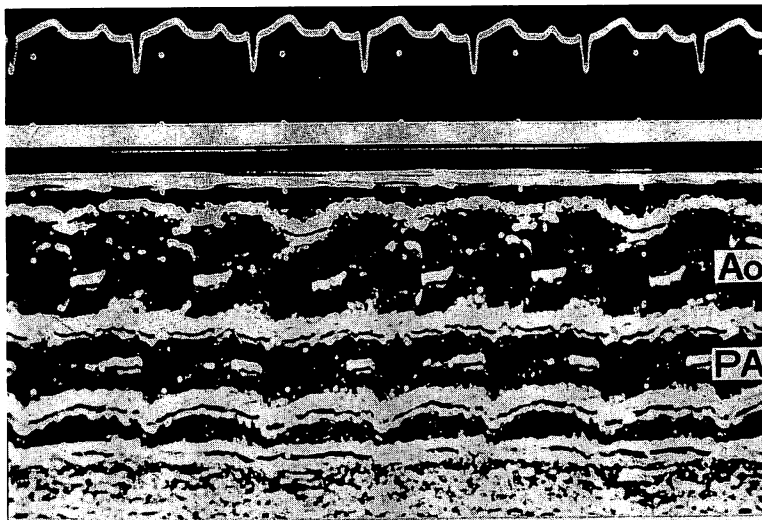


Fig. 6. Simultaneous M-mode recording of the aortic and pulmonary valves in the same case of Fig. 4.

Ao=aorta; PA=pulmonary artery.

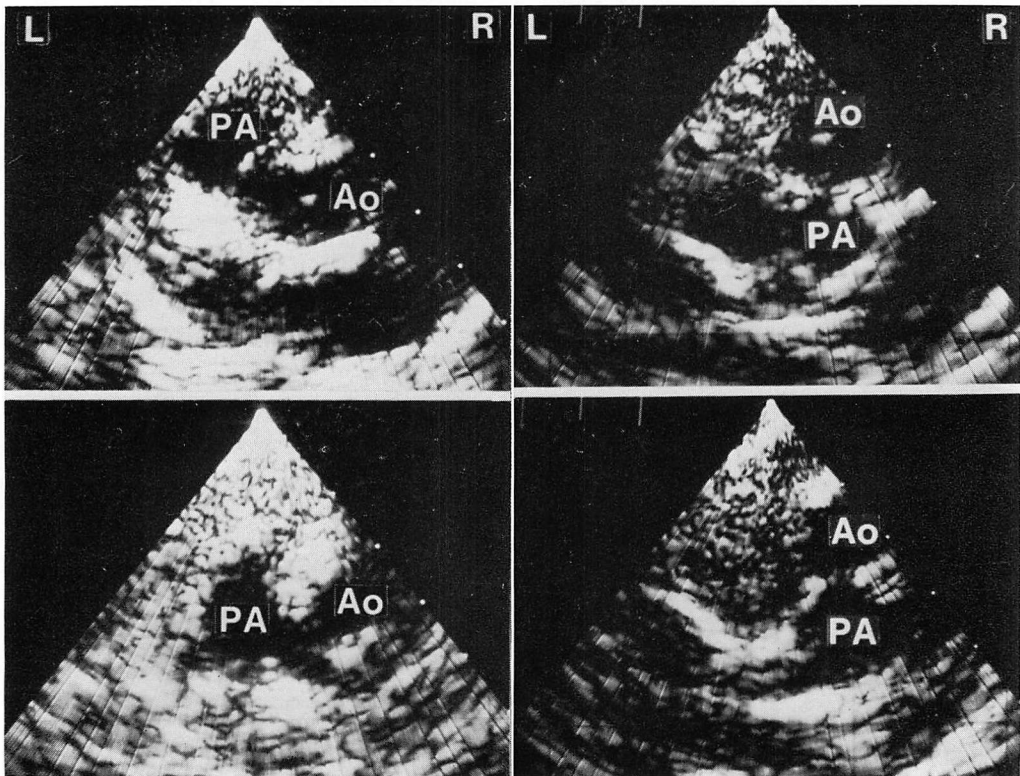


Fig. 7. Short axis two-dimensional echocardiograms illustrating the great artery relations.

Left: normal heart (S. H., 6 m, male). Right: d-transposition (the same case of Fig. 4).

Ao=ascending aorta; PA=pulmonary artery; L=left side of the body; R=right side of the body.

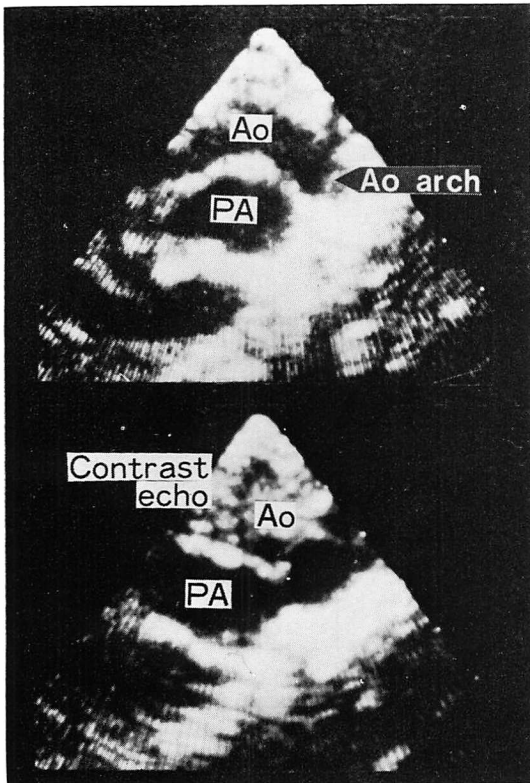


Fig. 8. Long axis two-dimensional echocardiograms from an infant with d-transposition without ventricular septal defect (Y. T., 2 m, male).

Contrast echo is found in the aorta (bottom figure).

Ao=ascending aorta; Ao arch=aortic arch; PA=pulmonary artery.

である。下図に、コントラスト・エコーが前方の大血管に出現した像を示した。しかし、この所見も前方の大血管が大動脈であることの証明にはならず、上図のように前方の大血管が“アーチ”を有することで、大血管転位の診断ができる。

Fig. 9 は、三尖弁閉鎖、心房中隔欠損、心室中隔欠損および大血管転位の症例に、コントラスト法を施行した図である。この場合は、右房、左房、左室に続いて、两大血管にほぼ同時にコントラスト・エコーが出現する。この症例も、**Fig. 10** の上図のごとく、前方の大血管が“アーチ”を形成するのを同定することによって診断を確定す

ることができる。

したがって、大血管関係の診断には大動脈弓を直接同定することが必要と考えられ、この方法によって、大血管転位だけでなく、より複雑な心奇型の診断も正確に下せるようになるものと考えられる。

なお、鑑別診断上、太い動脈管開存がある場合は、一見“アーチ”を思わせる所見を示すので、実時間で注意深く検討する必要があるものと考えられた。

ま と め

新生児、乳児計 25 例について、大血管の実時間超音波断層図を検討した。**Fig. 11** に、大血管の位置関係が正常な場合と、大血管転位(d型)の場合について、診断へのアプローチをまとめ、模式図で示した。大血管関係の診断には我々の示したアプローチにより直接大動脈弓を同定して、大動脈であることを証明する必要がある。今回は、主として大血管転位について報告したが、より複雑な心奇型の診断にも極めて有用であると考えられる。

左心低形成症候群において、一見“アーチ”を思わせる所見を得たので、鑑別診断上、注意を要するものと考えられ、あわせて報告した。

文 献

- 1) Sahn DJ, Terry R, O'Rourke R, Leopold G, Friedman W: Multiple crystal cross-sectional echocardiography in the diagnosis of cyanotic congenital heart disease. *Circulation* 50: 230, 1974
- 2) Sahn DJ, Henry WL, Allen HD, Griffith JM, Goldberg SJ: The comparative utilities of real-time cross-sectional echocardiographic imaging systems for diagnosis of complex congenital heart disease. *Amer J Med* 63: 50, 1977
- 3) Henry WL, Maron BJ, Griffith JM: Cross-sectional echocardiography in the diagnosis of congenital heart disease. Identification of the relation of the ventricles and great arteries. *Circulation* 56: 267, 1977
- 4) Solinger R, Elbl F, Minhas K: Echocardiographic features of the great vessels in the normal neonate

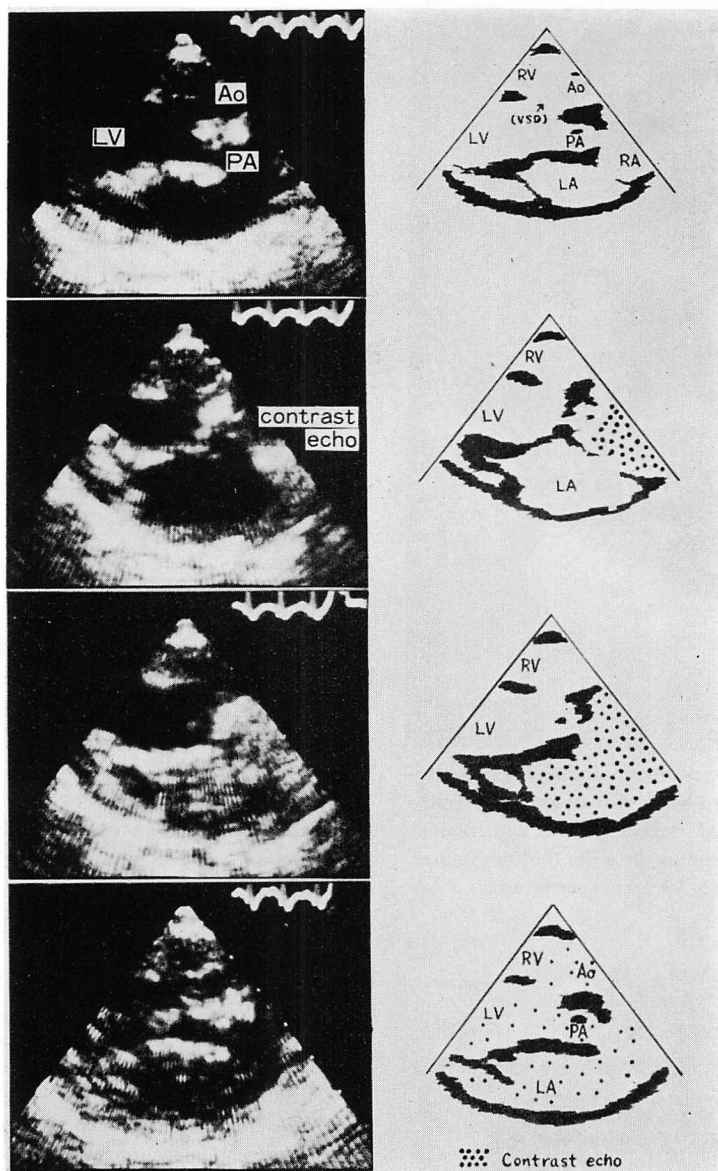


Fig. 9. Two-dimensional echocardiograms from an infant with tricuspid atresia, transposition, ventricular septal defect and atrial septal defect (N. K., 2 m, male).

From the above, the first panel: no contrast-echo; the second panel: contrast-echo in RA; the third panel: contrast echo in LA; the last panel: contrast-echo in Ao and PA simultaneously.

Ao=ascending aorta; PA=main pulmonary artery; RA=right atrium; RV=right ventricle; LA=left atrium; LV=left ventricle; VSD=ventricular septal defect.

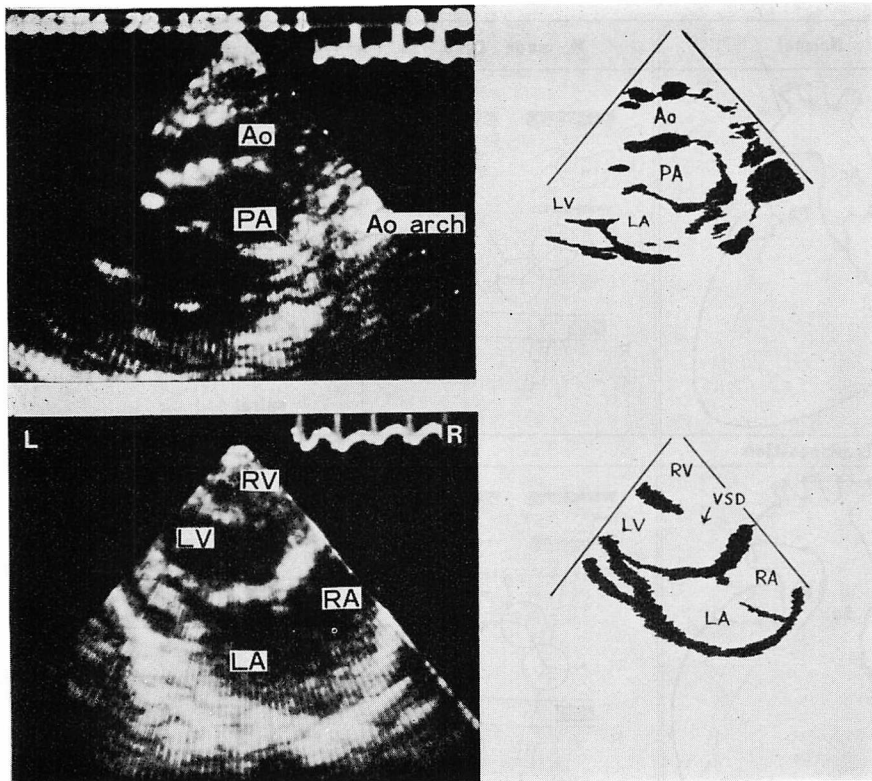


Fig. 10. Two-dimensional echocardiograms from the same case of Fig. 9.

Top: great artery relations. Bottom: atrio-ventricular relations.

Ao=ascending aorta; PA=pulmonary artery; Ao arch=aortic arch; RA=right atrium; RV=right ventricle; LA=left atrium; LV=left ventricle; VSD=ventricular septal defect; L=left side of the body; R=right side of the body.

- and in complete transposition. Clin Res 21: 106, 1973 (abstr)
- 5) Sahn DJ, Allen HD, McDonald G, Goldberg SJ: Real-time cross-sectional echocardiographic diagnosis of coarctation of the aorta. A prospective study of echocardiographic-angiographic correlations. Circulation 56: 762, 1977
 - 6) Shan DJ, Allen HD: Real-time cross-sectional echocardiographic imaging and measurement of the patent ductus arteriosus in infants and children. Circulation 58: 343, 1978
 - 7) Gramiak R, Chung KJ, Nanda N, Manning J: Echocardiographic diagnosis of transposition of the great vessels. Radiology 106: 187, 1973
 - 8) Godman MJ, Tham P, Kidd BSL: Echocardiography in the evaluation of the cyanotic newborn infant. Brit Heart J 36: 154, 1974
 - 9) Dillon JC, Feigenbaum H, Konecke LL, Keutel J, Hurwitz RA, Davis RH, Chang S: Echocardiographic manifestation of d-transposition of the great vessels. Amer J Cardiol 32: 74, 1973
 - 10) Laird WP, Shelton SL: Simultaneous echocardiographic recording of the semilunar valves in patients with normally related great arteries. Radiology 118: 397, 1976
 - 11) King DL, Steeg CN, Ellis K: Demonstration of transposition of the great arteries by cardiac ultrasonography. Radiology 107: 181, 1973
 - 12) Henry WL, Maron BJ, Griffith JM, Redwood DR, Epstein SE: Differential diagnosis of anomalies of the great arteries by real-time two-dimensional echocardiography. Circulation 51: 283, 1975
 - 13) Maron BJ, Henry WL, Griffith JM, Freedom

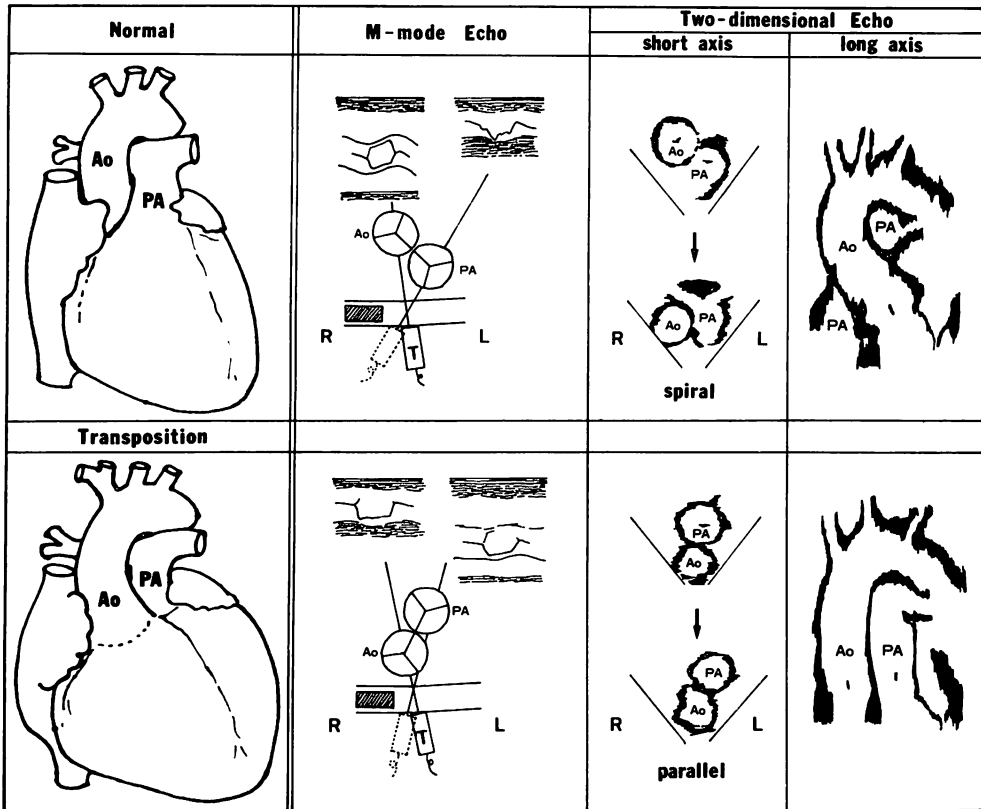


Fig. 11. Echocardiographic comparison of the great artery relations between normal and d-transposition.

Ao=ascending aorta; PA=pulmonary artery; T=transducer; L=left side of the body; R=right side of the body.

RM, Kelly DT, Epstein SE: Identification of congenital malformations of the great arteries in infants by real-time two-dimensional echocardiography. *Circulation* 52: 671, 1975

14) Mortera C, Hunter S, Tynan M: Diagnosis of ventriculo-arterial discordance (transposition of the great arteries) by contrast echocardiography. *Brit Heart J* 39: 844, 1977