

超音波高速度断層法による
心血管系の立体構造の把握：
大血管相互の立体的位置関
係について

Two-dimensional echo-
cardiographic diagnosis
of congenital heart di-
sease (segmental ap-
proach): Spatial interre-
lationship between the
great arteries

里見 元義
清水 克男
小松 行雄*
高尾 篤良

Gengi SATOMI
Katsuo SHIMIZU
Yukio KOMATSU*
Atsuyoshi TAKAO

Summary

It is essential to know interrelationship between the two great arteries for diagnosis of congenital heart disease. M-mode echocardiography has been useful for that purpose, but with a great deal of limitation. To overcome the limitation, real time two-dimensional echocardiography is utilized.

Although there are several interrelationships between the great arteries, they can be simply classified into two basic types, namely spiral and parallel, and this report presents; (1) a method to show such spatial relationships of the great arteries and (2) the result of this new approach on 31 patients with various congenital heart diseases.

The method used was as follows: the semilunar valve of the posterior great artery was identified by the M-mode echocardiography with the probe of two-dimensional echocardiography which was set as a single beam. The probe was placed usually over the third or fourth intercostal space along either side of the sternum, depending on the position of the heart. The mode was then changed to real time two-dimensional echocardiography while keeping the axis of the probe, and then a plane of the beam was rotated until the circular image of the posterior great artery was obtained. This plane was designated *plane 1*, where the echo of the semilunar valve of the posterior great artery was seen clearly. The echo plane was thereafter directed gradually toward the head, where the echo of the semilunar valve of the anterior great artery was clearly obtained. This plane was *plane 2*. A little more cephalic plane, in which the echo of semilunar valve was not demonstrated, was designated *plane 3*.

When spiral was a relationship between the great arteries, the echo of posterior wall of the anterior

東京女子医科大学日本心臓血圧研究所 循環器小児科
*同 循環器内科
東京都新宿区河田町 10 (〒160)

Departments of Pediatric Cardiology and *Cardiology,
The Heart Institute of Japan, Tokyo Women's
Medical College, Kawada-cho 10, Shinjuku-ku,
Tokyo 160

Presented at the 16th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, March 28, 1978
Received for publication May 11, 1978

great artery was distended posteriorly in a manner that the anterior artery went behind the posterior artery as the echo plane was directed from *plane 1* to *plane 3*. When it was parallel, as a rule, echo images from the great arteries were in a constant interrelationship from *plane 1* through *plane 3*. In *plane 3*, the echo of the posterior wall of the posterior great artery may distend posteriorly, or giving off branching image.

Basic patterns described above were confirmed in 31 patients; 17 cases with [S,D,N], 6 cases with [S,D,D], 3 cases with [S,L,L], 3 cases with [I,L,IN], 1 case with [S,D,L] and 1 case with [I,D,D].

An artery, which was distended posteriorly, was confirmed to be the pulmonary artery by contrast two-dimensional echocardiography.

It was shown that this method was very useful in identifying the aorta and the pulmonary artery and in knowing their spatial relationship.

Key words

Two-dimensional echocardiography Segmental approach Spatial interrelationship Spiral type
Parallel type

はじめに

心エコー図 (UCG) による segmental approach¹⁻⁵⁾ は, 先天性心疾患の診断上, 有用な手段の1つとなっているが, Mモードの心エコー図のみでは立体構造, つまり“ねじれの立体的位置関係”を把握することは極めて困難である。し

かしながら, もしこの立体的な位置関係が明らかにできれば, 心臓の発生学的評価とも考え合わせて, 先天性心疾患の診断上, 極めて有力な方法となる。我々は超音波高速度断層法を用いて, この“ねじれの立体的位置関係”を明らかにすることを試みた。今回は第1報として, 2本の大血管の立体的位置関係について検討を行った。

Table 1. Materials

<i>Levocardia (Levo)</i>	
Atrial septal defect (ASD)	5
Ventricular septal defect (VSD)	5
d-transposition of the great arteries (d-TGA)	4
Double outlet of right ventricle (DORV)	3
Tetralogy of Fallot (TOF).....	2
Ebstein's anomaly (Ebstein)	2
Aortic stenosis (AS)	1
Pulmonary stenosis (PS)	1
Anatomically corrected malposition (ACM [S, L, D])	1
Normal	1
	26
<i>Dextrocardia (Dextro)</i>	
Tetralogy of Fallot (TOF).....	2
Ventricular septal defect (VSD [I, L, I, N])	1
Double outlet of right ventricle (DORV [I, D, D])	1
Single ventricle (SV) with atrial septal defect (ASD [S, L, L]) ⁶⁾	1
	5

Segmental terms are named after reference 6 (Terminology of congenital heart disease. Glossary and commentary).

対象および装置

対象は東京女子医大心研循環器小児科を訪れた患児のうち、31名である。その内訳は Table 1 に示す通り左胸心 26 例、右胸心 5 例で、年齢は、3 ヶ月から 15 歳までである。使用機器は、東芝メディカル製 電子セクタスキャン方式 超音波 高速度断層装置試作器、および日立メディコ製 電子セクタスキャン方式超音波高速度断層装置 EUB-10 である。記録は、心室の拡張期に同期させて、ポラロイドカメラで行った。

方 法

2 本の大血管相互の立体的位置関係は、“spiral (ねじれ)”か“parallel (平行)”かのいずれかである。

Spiral: まず正常の大血管の立体的位置関係、すなわち“spiral”の位置関係を示す所見を示す。Fig. 1 は 11 歳の心房中隔欠損症の症例の右室造影と左室造影のアンギオグラフィーを、スーパーインポーズして作製した写真である。肺動脈は大

動脈の左前上方より起始して、大動脈の左側を後方に走行しており、“spiral”の位置関係にある。この症例で本法を示す。

通常トランスデューサーは、心臓の位置に応じて、胸骨左縁あるいは右縁の第 3 ないし第 4 肋間に置いた。

最初に 2 本の大血管を、半月弁のレベルで UCG で確認し、つぎに後方の大血管の半月弁が記録される方向にトランスデューサーを向ける。トランスデューサーの方向はこのままで、今度は超音波高速度断層に mode を切り替える。そしてリアルタイムでエコー像をみながら、この大血管の輪郭がもっとも円形に近く、しかももっとも小さくなるように、トランスデューサーを回転させた。そうすると、後方の大血管を、この大血管の短軸方向に切った平面での断層像が得られたことになる。通常、左前、右後に円形のエコーが認められ、後方の大血管のエコーの中で、拡張期にだけチラッ、チラッと閉鎖した半月弁のエコーが認められる。通常この症例のように、右後の大血管の後方に左心房が認められる。このエコー平面

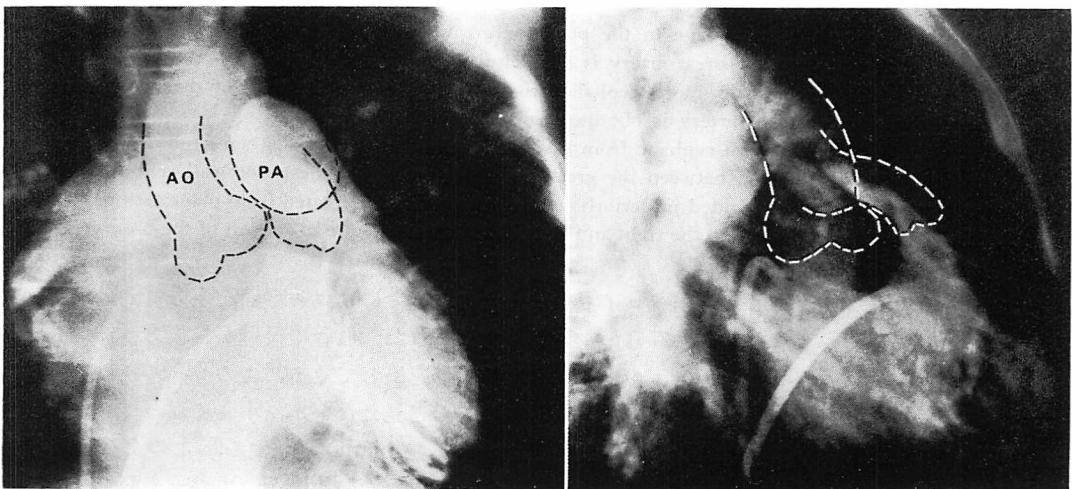


Fig. 1. Angiographic findings of spiral interrelationship between the great arteries.

Photograms made by superimposing right and left ventriculograms from a patient with atrial septal defect [S, D, N]. The pulmonary artery (PA) originates left anterior superior to the aorta (AO) and goes dorsally left side of the aorta.

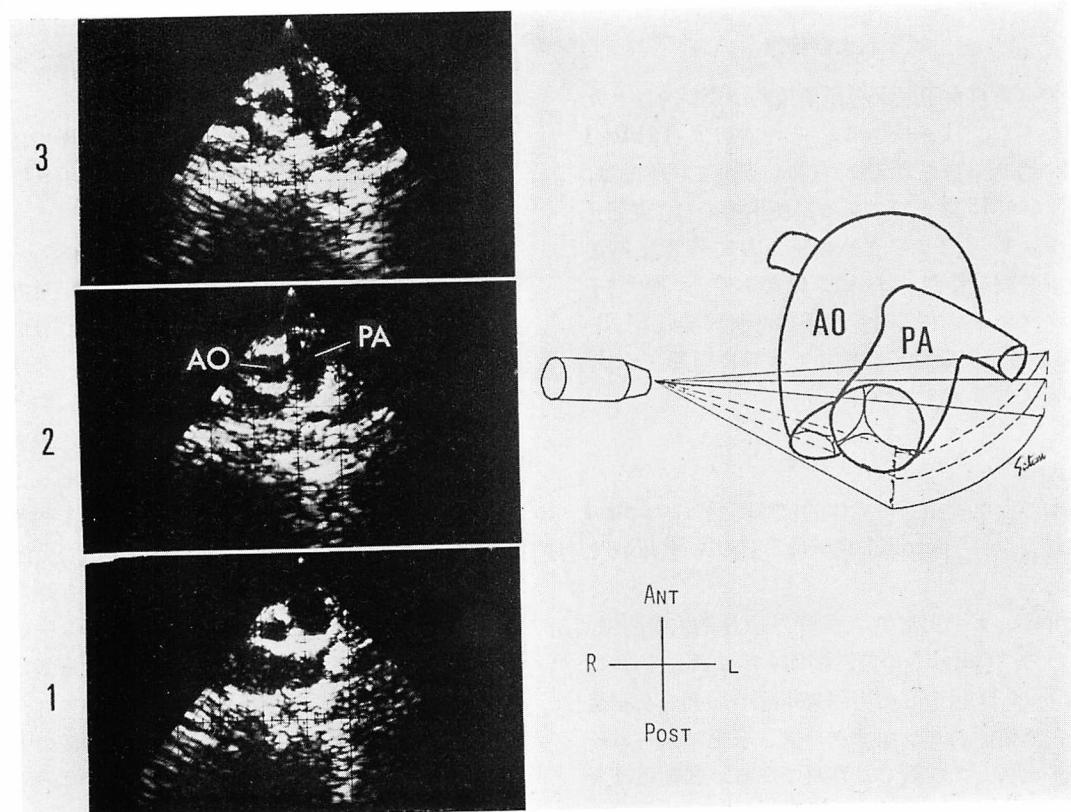


Fig. 2. Two-dimensional echocardiographic findings of spiral interrelationship between the great arteries.

Plane 1: The short axis plane to the posterior great artery, where the echo of the semilunar valve of the posterior great artery is seen clearly.

Plane 2: The plane little more cephalic from plane 1, where the echo of the semilunar valve of the anterior great artery is obtained as well.

Plane 3: The plane more cephalic from plane 2, where the echo of neither semilunar valve is seen. When relationship between the great arteries is spiral, the posterior wall echo of the anterior great artery is distended posteriorly as the echo plane is detected from plane 1 to plane 3. Left-sided structures are to the right and right-sided structures are to the left of the observer.

を便宜的に plane 1 とした (Fig. 2). ポラロイド写真は、すべて写真の右が患者の左側、写真の左が患者の右側、写真の上が患者の前方、下が患者の後方である。この2つの円形を見ながら、後方の大血管の長軸方向に向かって、つまり後方の大血管の円形をできるだけ維持するような方向に、このエコー平面を上げていく。すると、後方の左房腔が狭くなり、前方の大血管の半月弁がよく見えるようになる。このエコー平面を plane 2 と

する。さらにエコー平面を上方に向けると、左前方にあった大血管の後壁が、後方へ伸展してきて楕円形を呈してくる。このレベルでは、左房腔はほとんど見えないか、小さくなってしまふ。このレベルを plane 3 とする。このように、前方にあった大血管の後壁が、エコー平面を上げるとともに後方へ伸展してきて、楕円形を呈するようになるのは、“spiral” の位置関係を示す所見と思われる。

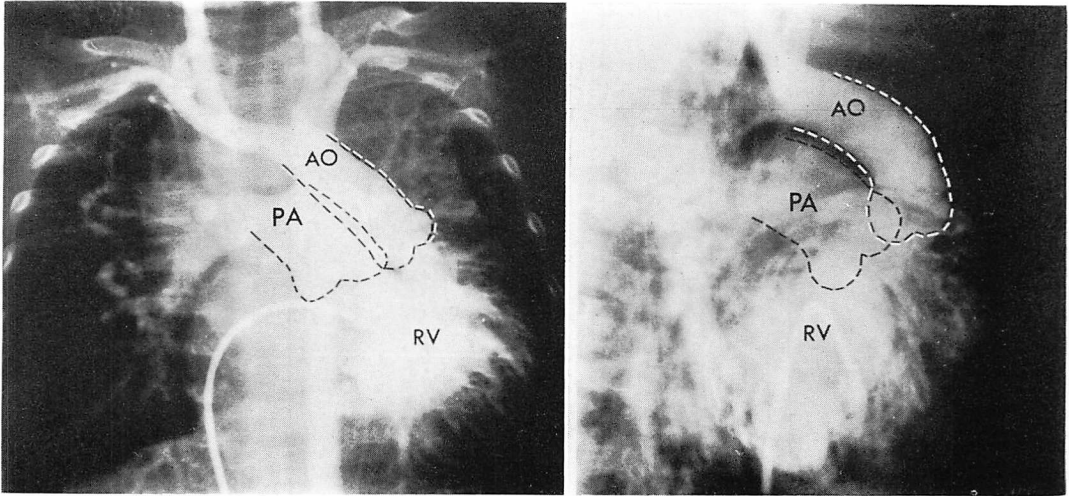


Fig. 3. Angiographic findings of parallel relationship.

Angiograms from a patient with corrected transposition of the great arteries [S, L, L]. Anteroposterior and lateral ventriculograms show the anteroposed aorta (AO) and parallel related pulmonary artery (PA).

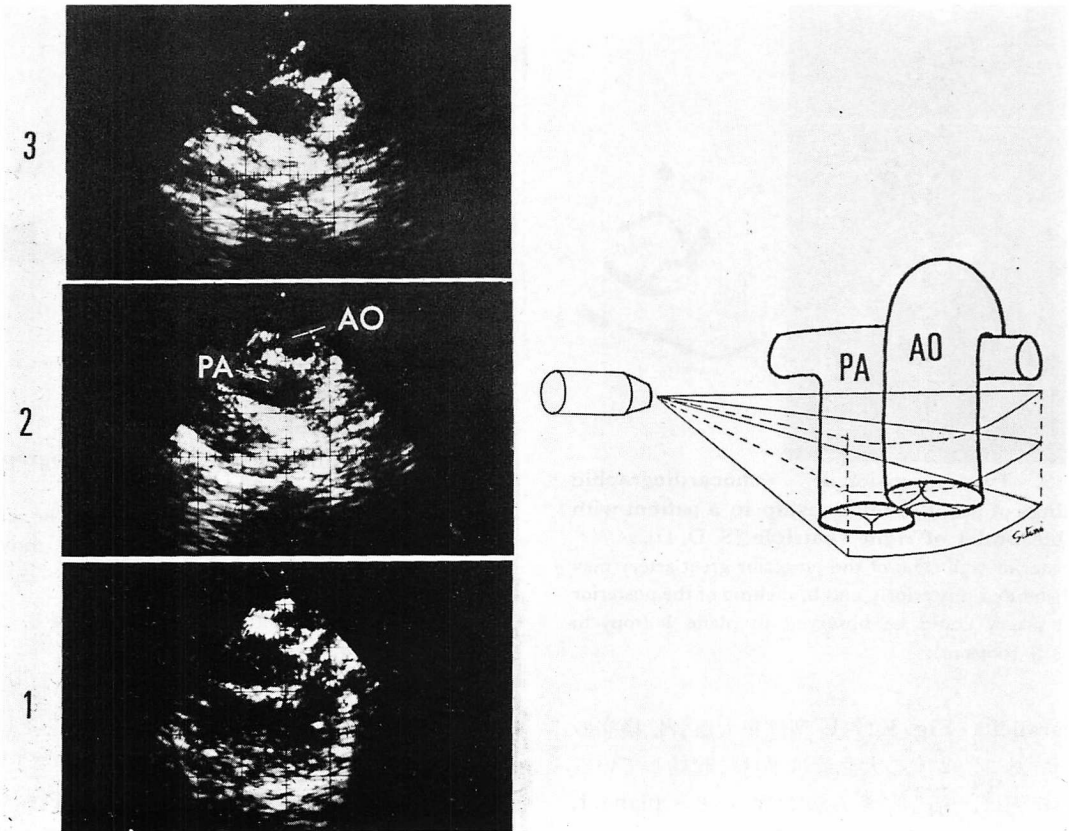


Fig. 4. Two-dimensional echocardiographic findings of the same patient as shown in Fig. 3. Constant interrelationship of the echo images from the great arteries are maintained from plane 1 through plane 3.

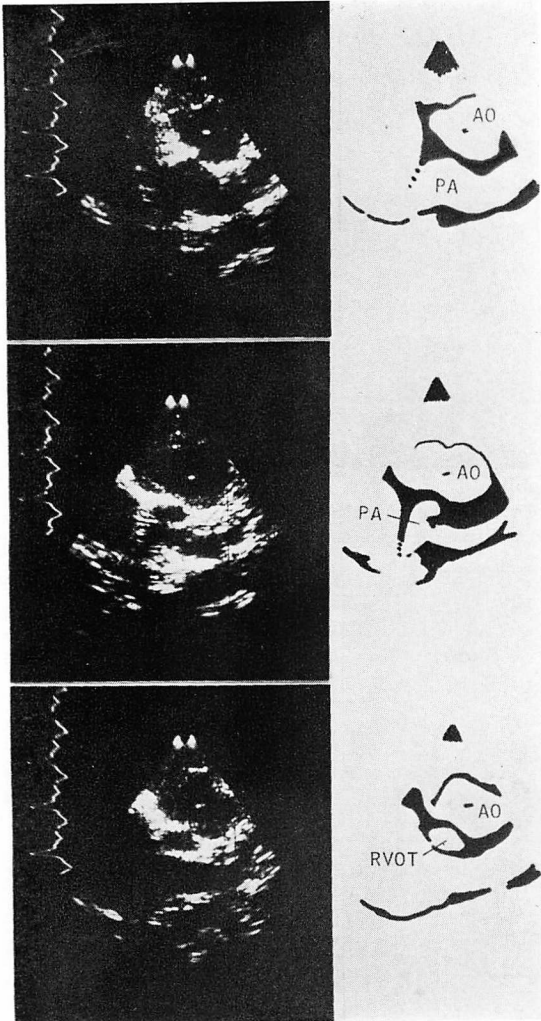


Fig. 5. Two-dimensional echocardiographic findings of parallel relationship in a patient with double outlet of right ventricle [S, D, D].

Posterior wall echo of the posterior great artery may be distended posteriorly and branching of the posterior great artery could be observed in plane 1 (top) to plane 3 (bottom).

Parallel: Fig. 3 は L 型修正大血管転換症の症例である。2 本の大血管は平行に起始している。この症例に、前と同じ方法で行うと、plane 1, plane 2, plane 3 を通じて、左前, 右後の大血管関係が維持されている (Fig. 4)。これは、

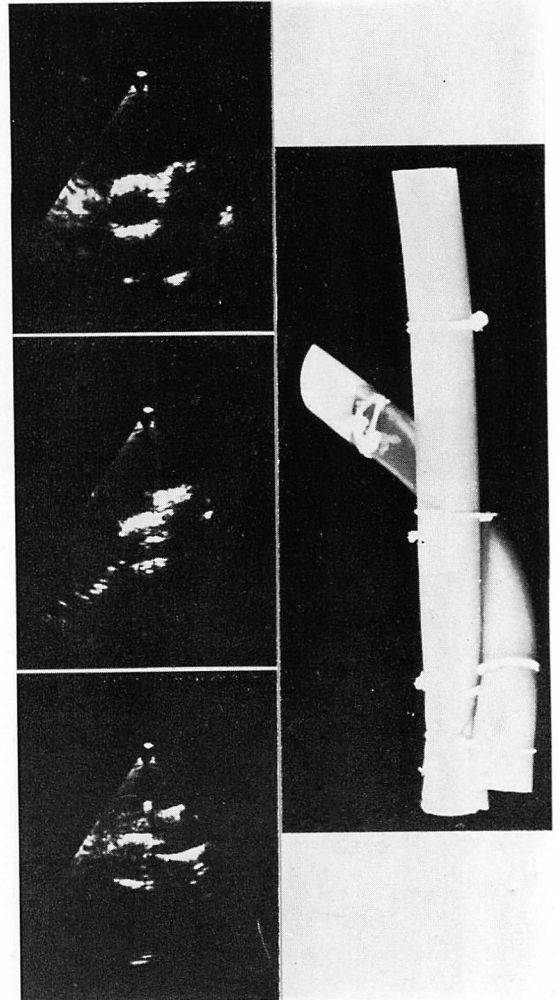


Fig. 6. Two-dimensional echocardiographic images from spiral model.

The posterior contour of left anterior circular image is distended posteriorly from plane 1 (top) through plane 3 (bottom).

“parallel” の大血管関係を示す所見と思われる。また、Fig. 5 に示すように、エコー平面を上に向けていくと、後方の大血管の後壁が後方伸展し、さらに左右に分枝するところまで追える症例もある。このような所見も “parallel” の所見と考えた。

この方法の信頼性を確かめる目的で、“spiral”

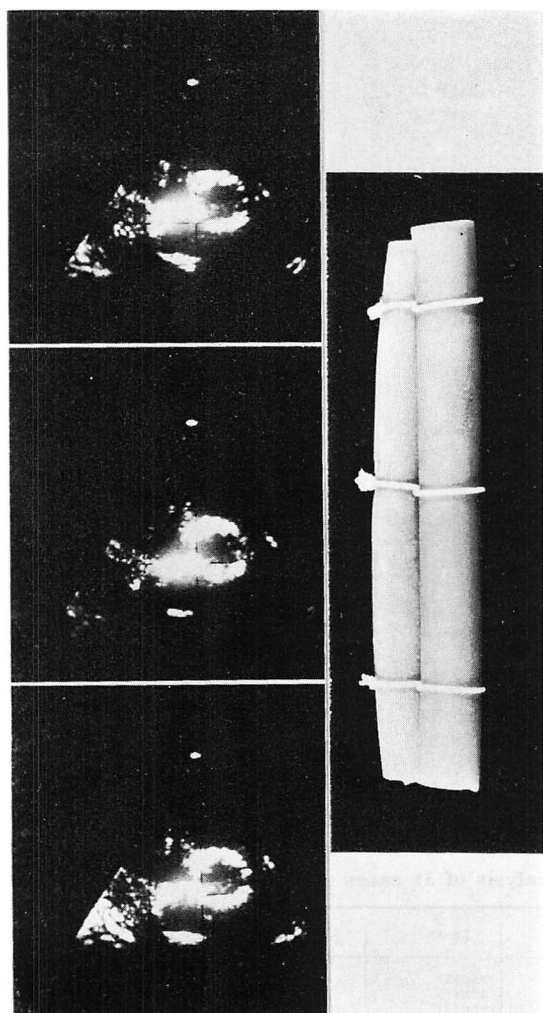


Fig. 7. Two-dimensional echocardiographic images from parallel model.

Constant interrelationship is maintained from plane 1 (top) to plane 3 (bottom).

と“parallel”の模型を作製し、同様の方法で超音波断層法を行ってみた。“spiral”の場合には、左前にあった円形エコーの後壁がしだいに後方へ伸展してくるといふ、前とまったく同様の所見を認めた (Fig. 6)。“parallel”の模型を用いて行くと、上方まで同じ位置関係を保つという、これも実際の症例で認めたのとまったく同様の所見を認めた (Fig. 7)。

前方の半月弁よりも上の平面では、UCG によって部位を同定することは不可能となる。そこで、plane 3 で“spiral”の場合に認められる後方に伸びた楕円形が、肺動脈であることを同定する目的で、contrast echo study を行った。症例は、5歳の男児で小さな左右短絡を有する心室中隔欠損症である。Plane 3 で断層エコーを見ながら、右室内においたカテーテルより、ICG (インドシアニンググリーン) を注入したところ、後方に伸びた楕円形の部分に明らかな contrast echo を認め、この部位が肺動脈であることを同定した (Fig. 8)。

結 果

以上の方法により、前述の対象者 31 名について検討を行ったところ、Table 2 に示す結果を得た。すなわち、“parallel”の症例はすべて兩大血管右室起始症または大血管転換症で、全例アンジオグラフィーの所見と一致していた。逆に、兩大血管右室起始症あるいは大血管転換症で“spiral”を示した症例は 1 例もなかった。

参考までに、inverted normal の“spiral”の症例を提示しておく。症例は右心症のファロー四徴症で、アンジオグラフィー上、大血管の立体的位置関係は正常と鏡像関係の“spiral”を呈している。この症例に本法を行うと、plane 1 で、右前、左後の関係が、今度は、右前の大血管の後壁が後方へと伸展してきている (Fig. 9)。これが、正常と鏡像関係の spiral の所見である。

考 案

大血管の平行起始、すなわち大血管相互のねじれないことが、大血管転換症の定義として用いられた^{7,8)}時代もあり、“spiral”の大血管関係は、原則として正常 [S, D, N]、および鏡像正常 [I, L, IN] 以外には起こりえない。非常にまれな例外として、posterior aorta の大血管転換症⁹⁾があるくらいである。したがって、本法を用いて、大血管が“spiral”であるか、“parallel”であるかを判断すれば、発生学的評価をも合わせて、先天

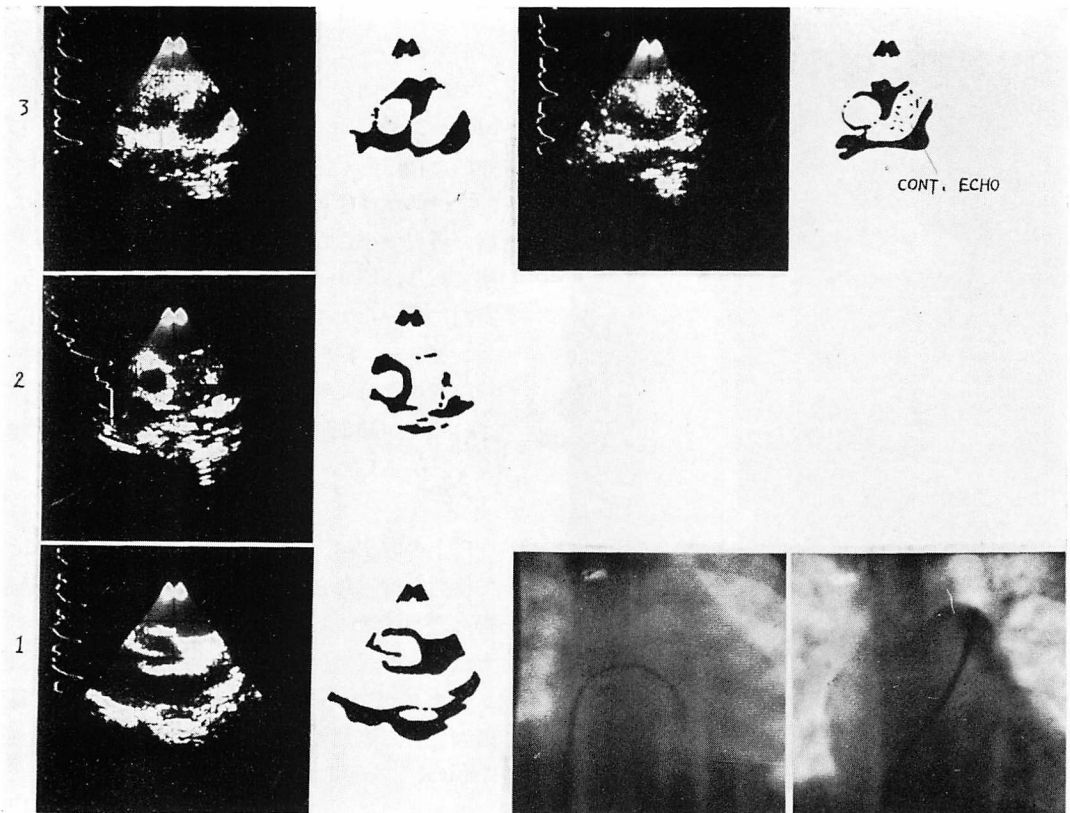


Fig. 8. Identification of the pulmonary artery.

Contrast two-dimensional echocardiograms obtained at the level of plane 3 by dye injection from the right ventricle.

Table 2. Summary of analysis of 31 cases

		Ra-Lp	A-P	La-Rp	
L E V O	Spiral	—	—	VSD (5) ASD (5) TOF (2) Ebs (2) As (1) Ps (1) Normal (1)	17
	Para	d-TGA (3) 3	d-TGA (1) 1	DORV (2) l-TGA (2) AMC [SDL] (1)	5
D E X T R O	Spiral	TOF (2) VSD [ILIN] (1) 3	—	—	3
	Para	DORV [IDD] (1) 1	SVcVSD [SLL] (1) 1	—	2

Levo: levocardia, Dextro: dextrocardia, Ra-Lp: right anterior left posterior relationship, A-P: anteroposterior relationship, La-Rp: left anterior right posterior relationship.

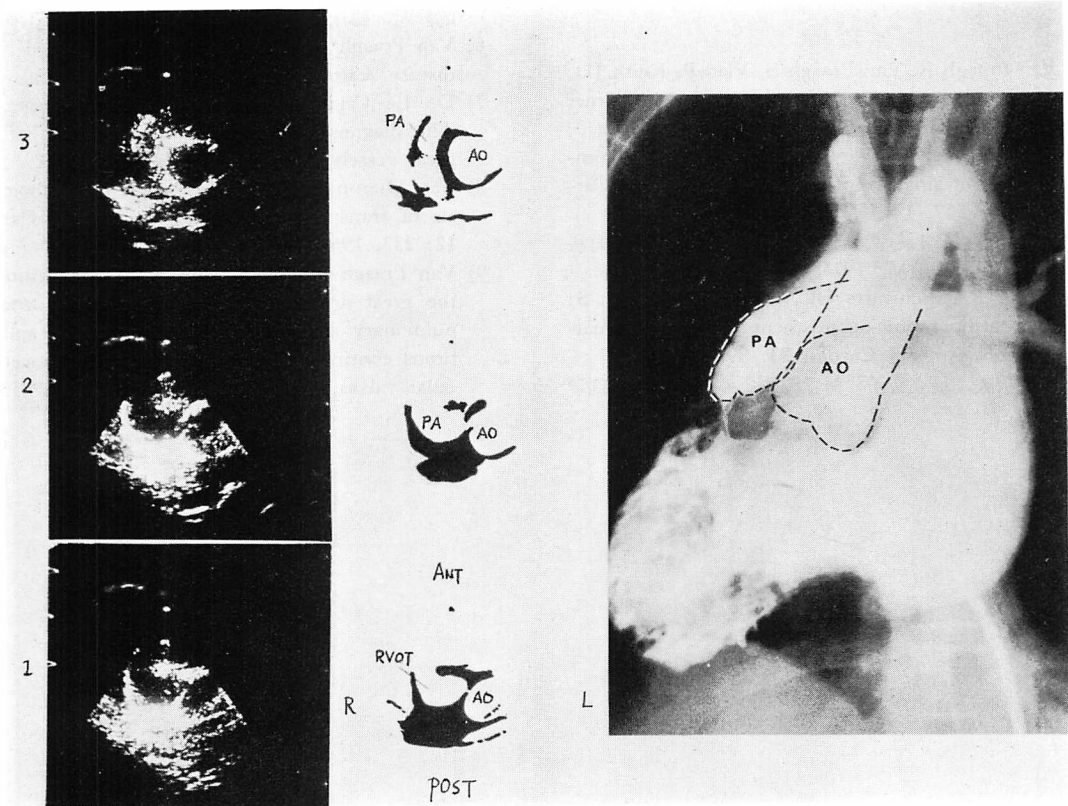


Fig. 9. Two-dimensional echocardiographic images from a patient with tetralogy of Fallot associated with dextrocardia [I, L, IN].

Mirror image interrelationship from normal is presented. The posterior wall of the right anterior circular contour is distended posteriorly. Ventriculogram from this patient is shown on the right panel.

性心疾患の診断に極めて有用である。また, spiral の場合には, spiral を示すほうの血管が肺動脈であり, parallel の場合には, 原則として前の大血管が大動脈で, 後方で同じ位置関係を維持するか, あるいは後方から後方伸展や分枝を示す大血管のほうが肺動脈であるから, 本法を用いて立体的位置関係を明らかにすれば, その結果として, 必然的に2本の大血管のうちどちらが肺動脈でどちらが大動脈であるかということも, カテーテル検査を行わないで推定できることになる。

まとめ

超音波高速度断層法を用いて, 2本の大血管相

互の立体的位置関係を把握することが可能である。後方の大血管を, 半月弁の記録できる位置で大血管の short axis の断層像をとらえておいて, ビーム平面を徐々に上方に向けていったとき, 最初円形であった前の大血管の輪郭が, しだいに後方に伸展してくるのは “spiral” の所見であり, ビーム平面を上方に向けていっても, 最初の位置関係が変わらないか, 後方の大血管が後方伸展や分枝を示す場合は “parallel” の所見である。この立体的位置関係がわかれば, 必然的に, どちらが大動脈でどちらが肺動脈であるかをも推定することができる。

文 献

- 1) Van Praagh R, Van Praagh S, Vlad P, Keith JD: Anatomic types of congenital dextrocardia. *Amer J Cardiol* **13**: 510, 1964
- 2) Van Praagh R, Ongley PA, Swan HJC: Anatomic types of single ventricle in man. *Amer J Cardiol* **13**: 367, 1964
- 3) 安藤正彦: ヒト心臓の形態学的タイプ. 現代小児科学大系. 年刊追補, 1974, b, p 318
- 4) Meyer RA, Schwartz DC, Covitz W, Kaplan S: Echocardiographic assessment of cardiac malposition. *Amer J Cardiol* **33**: 896, 1974
- 5) 長井靖夫, 足立文子: 超音波による心疾患の解剖学的診断. *臨床検査* **21**: 1282, 1977
- 6) Van Praagh R: Terminology of congenital heart disease. *Circulation* **56**: 139, 1977
- 7) De La Cruz, Polansky BJ, Navarro-Lopez F: The diagnosis of corrected transposition of the great vessels. *Brit Heart J* **24**: 483, 1962
- 8) Van Mierop LHS, Wiglesworth FW: Pathogenesis of transposition complexes. *Amer J Cardiol* **12**: 233, 1963
- 9) Van Praagh R, Van Praagh S: Transposition of the great arteries with posterior aorta, anterior pulmonary artery, subpulmonary conus and fibrous continuity between aortic and atrioventricular valves. *Amer J Cardiol* **28**: 621, 1971