

先天性心疾患の心断層エコー図：
剣状突起下からの frontal approach

Subxiphoid frontal approach of two-dimensional echocardiography

里見 元義
岩佐 充二
中村 憲司*
南 頼彰
足立 文子**
高尾 篤良

Gengi SATOMI
Mitsuji IWASA
Kenji NAKAMURA*
Yoriaki MINAMI
Fumiko ADACHI**
Atsuyoshi TAKAO

Summary

One hundred and fifty patients, aged 8 days to 52 years, were studied by subxiphoid frontal approach of two-dimensional echocardiography. The probe was placed over the subdiaphragm on the appropriate site according to cardiac position. Then, the echo plane was directed toward the head and shifted gradually backward.

The echo plane where the outflow tract of the anterior great artery was well seen was designated plane F₁. The echo plane where the outflow tract of the posterior great artery was well visualized was determined to be plane F₂. Slightly backward plane from the plane F₂ where the echo images of both atrioventricular valves were obtained was named plane F₃. More backward plane from plane F₃ where the anterior atrioventricular valve ring instead of atrioventricular valve was visualized was designated plane F₄ (Fig. 1).

The corresponding sections of normal canine heart was compared with these echo planes anatomically. These echo planes were similar to frontal views of angiocardiograms.

The finding of crossing outflow tract shows the spatially spiral interrelation of the ventricular outflow tract, and the parallel image shows the spatially parallel interrelations. This approach was found to be diagnostic in 80% (57/70) of the patients below 5 years of age.

In the cases of endocardial cushion defect, a new finding of "two-dimensional echocardiographic goose-neck deformity" was visualized just like the frontal view of the left ventriculogram in plane F₂ using this approach.

In a case of right coronary artery to left ventricle fistula, the peripheral portion of the dilated right coronary artery was visualized at right atrioventricular groove in plane F₄ using this approach.

In a case of right coronary artery aneurysm associated with mucocutaneous lymph node syndrome (MCLS), a coronary artery aneurysm of peripheral portion of the right coronary artery was thought

東京女子医科大学日本心臓血圧研究所 小児科

*同 内科

**同 超音波検査室

東京都新宿区市ケ谷河田町 10 番地 (〒162)

Department of Pediatric Cardiology, *Cardiology and

**Laboratory of Echocardiography, The Heart Institute of Japan, Tokyo Women's Medical College, Kawada-cho 10, Shinjuku-ku, Tokyo 162

Presented at the 19th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Kyoto, October 20-21, 1979

Received for publication November 30, 1979

to be visualized at plane F_4 using this approach.

This approach is very useful not only as a part of serial method of two-dimensional echocardiography but as planes which provide some specific findings.

Key words

Subxiphoid frontal approach
right coronary artery

Spatial structure

Goose neck deformity

Peripheral portion of

はじめに

乳幼児期の先天性心疾患児の心断層エコーにさいして、心臓が探触子に近すぎるために、診断上困難を感じることをしばしば経験する。我々はこのような乳幼児に対して、横隔膜下からの frontal approach を試み、同時に正常イヌ心を用いて、これらの断層面の解剖学的裏づけを行い、ヒト心断層エコー図と比較検討を行った。その結果、これらの断層面が、先天性心疾患の系統的診断¹⁾において非常に有用であること、また、乳幼児のみならず学童期の小児にもこの approach が利用でき、今までに報告されていないいくつかの特徴的所見を得たので報告する。

対象および方法

対象症例は東京女子医科大学日本心臓血管研究所以循環器小児科において、心断層エコー図検査を行った連続 150 例である。年齢は日齢 8 日から 52 歳までである。

使用機器は東芝メディカル製、電子セクターキャン方式超音波心断層診断装置 SSH-10A、超音波周波数 2.4 MHz、探触子は 32 素子、描出角度は 78 度で、記録には ITV カメラを通して、テープ幅 3/4 インチのビデオテープレコーダーを用いて行い、また所要所の撮影にはポラロイドカメラを用いた。

解剖学的検討には正常イヌ心を脱血後アルコール固定したものを用いた。

本法に使用した心臓の断層面は Fig. 1 に示すように定めた。探触子を心臓位にしたがって適当な位置の横隔膜下に置き、できるだけ身体の

frontal plane と平行になるように超音波平面を投入し、まず前方の大血管の流出路のみ見えるエコー平面を探し、この平面を plane F_1 とした。このあと、エコー平面を少しずつ背側に倒していくと、今度は後方の大血管の流出路がよく見えるようになる。このエコー平面を plane F_2 とした。もう少し背側に倒すと、両方の房室弁がよく見えるようになり、このエコー平面を plane F_3 とした。さらに背側に倒すと、前方に位置していたほうの房室弁の動きがなくなり、弁輪の動きだけ

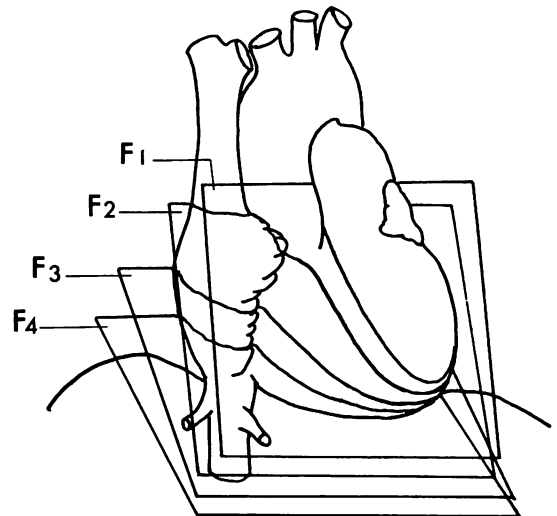


Fig. 1. Schematic illustration of echo planes used for this study.

Plane F_1 : the plane where the outflow tract of the anterior great artery is well visualized. Plane F_2 : the plane where the outflow tract of the posterior great artery is well seen. Plane F_3 : the plane where both atrioventricular valves are in good views. Plane F_4 : the plane where only the anterior atrioventricular valve ring is visualized.

になる。このエコー平面を plane F₄ と定めた。上記の対象例において、これら plane F₁~F₄ の section で心断層エコー法を施行し、この描出頻度とエコー像のパターンを分析し、その解剖学的裏づけを、同一断面で切った正常イヌ心の解剖と比較検討して行った。

結 果

1. 正常イヌ心の各断面における解剖

正常イヌ心における plane F₁~F₄ の各 section を、心断層エコー図で見たのと同じ方向から観察して、その解剖学的位置を検討した。したがって、各写真の上方が心臓の下方、下方が心臓の上方、各写真の左側が心臓の右側、右側が心臓の左側となっている。

Plane F₁ (Fig. 2): 正常イヌ心の同一 section では、右室流出路 (RVOT) から主肺動脈 (mPA) の経路がよく見えている。肺動脈弁は右側 (写真の左側) に無中隔尖 (NSC)、左側の心室中隔より左中隔尖 (LSC) が見えており、肺動脈のすぐ

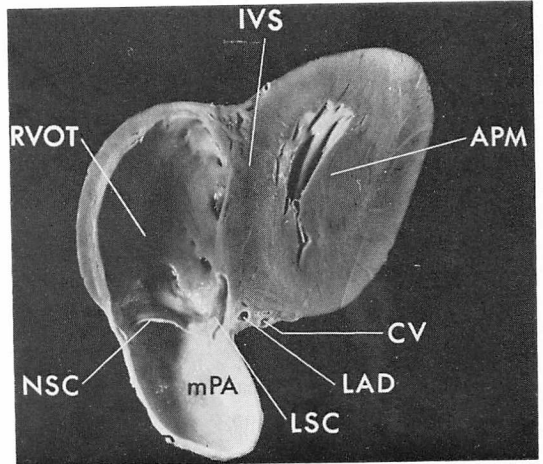


Fig. 2. The corresponding section of the normal canine heart with plane F₁.

mPA=main pulmonary artery; NSC=non septal cusp; LSC=left septal cusp of the pulmonary valve; RVOT=right ventricular outflow tract; IVS=inter-ventricular septum; APM=anterior papillary muscle; CV=cardiac vein; LAD=left anterior descending branch of the left coronary artery.

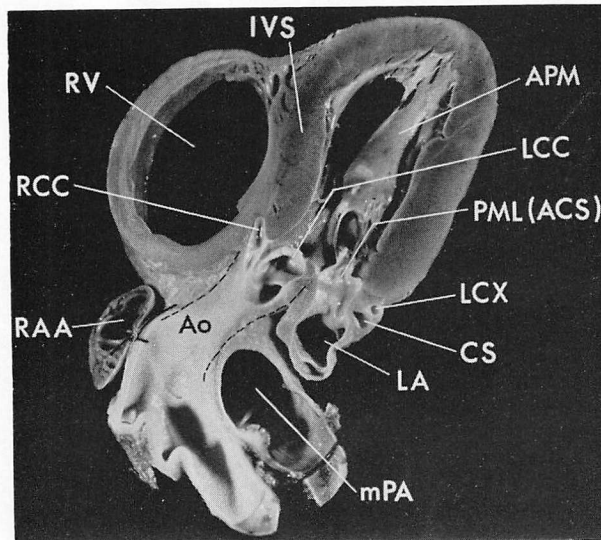


Fig. 3. The corresponding section of the normal canine heart with plane F₂.

Ao=aorta; RAA=right atrial appendage; RCC=right coronary cusp; RV=right ventricle; LCC=left coronary cusp; PML (AC)=posterior mitral leaflet (anterolateral commissural scallop); LCX=left circumflex branch of the left coronary artery; CS=coronary sinus; LA=left atrium.

左側に左冠動脈前下行枝が冠静脈と平行して、短軸方向に切れている。心室中隔を隔てて、左室内腔はこの plane では小さく切れ、前乳頭筋 (APM) が切れている。

Plane F₂ (Fig. 3): 正常イヌ心の同一 section では、Fig. 3 に示すとおり、左室流出路 (LVOT) から大動脈 (Ao) の経路がよく見えている。大動脈弁は右側 (写真の左側) の心室中隔より右冠尖 (RCC)、左側に左冠尖 (LCC) が見えており、僧帽弁はこの断面に平行して後尖 (PML) の anterolateral commissural scallop (ACS) が認められる。左房左室間の房室間溝には、心尖部から左冠動脈回旋枝、冠静脈洞の順に並走しているのが短軸方向に切れている。大動脈の左上方、左房の上方には、主肺動脈 (mPA) が斜めに切れ、大動脈の右方には右心耳 (RAA) が切れている。

Plane F₃ (Fig. 4): 正常イヌ心の plane F₃ と同当の section を Fig. 4 に示す。右側心室内に

三尖弁が、左側心室内に僧帽弁が認められ、三尖弁はこの断面では右側 (写真の左側) に三尖弁後尖 (PTL)、左側の心室中隔側に三尖弁中隔尖 (STL) が切れ、三尖弁前尖 (ATL) はこの断面よりもやや腹側に認められている。右房右室間の房室間溝には、右冠動脈末梢部 (RCA) が短軸方向に切れている。僧帽弁は右側 (写真の左側) で心室中隔より僧帽弁前尖 (AML)、左側に僧帽弁後尖 (PML) が認められ、左側房室間溝には心尖部から、左冠動脈回旋枝 (LCX)、冠静脈洞 (CS) の順に並走して、短軸方向に切れているのが認められる。左房には心房中隔のすぐ左側上部で右肺静脈上葉枝 (ruPV) が流入しているのが認められる。右肺静脈の左側で左房の上方には、右肺動脈 (rPA) が円形に切れているのが認められる。

Plane F₄ (Fig. 5): plane F₄ では右房、右心室間には三尖弁は認められず、三尖弁輪 (TVR) が切られている。右側房室間溝にはやはり右冠動

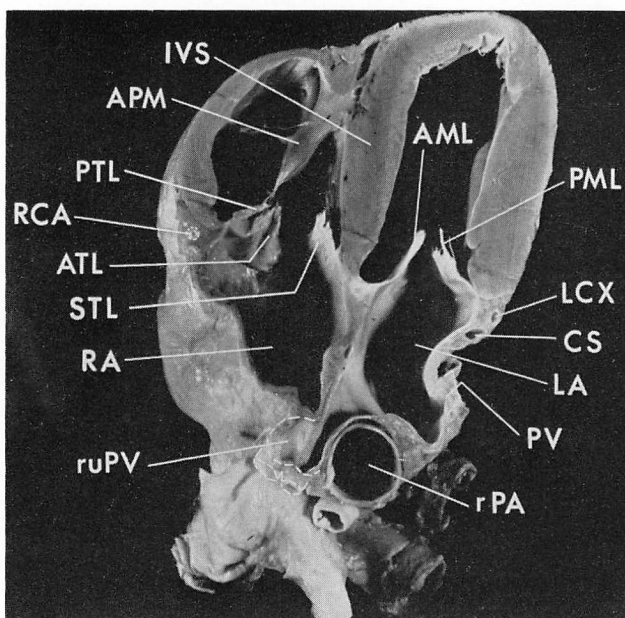


Fig. 4. The corresponding section of the normal canine heart with plane F₃.

ruPV=right upper pulmonary vein; RA=right atrium; STL=septal tricuspid leaflet; ATL=anterior tricuspid leaflet; RCA=right coronary artery; PTL=posterior tricuspid leaflet; AML=anterior mitral leaflet; PML=posterior mitral leaflet; rPA=right pulmonary artery.

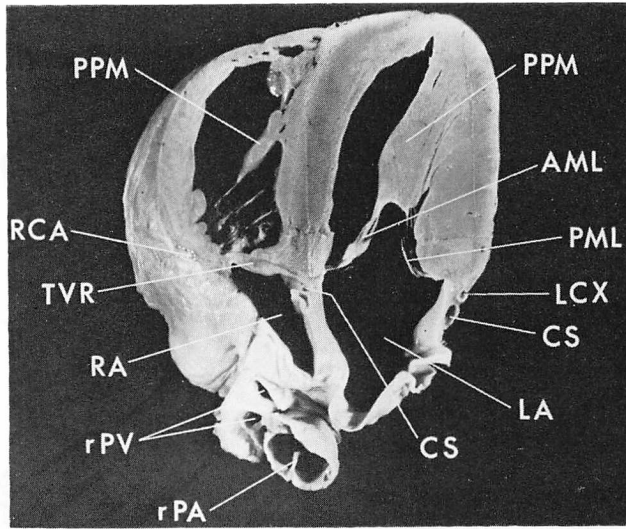


Fig. 5. The corresponding section of the normal canine heart with plane F_4 .

rPV=right pulmonary vein; RA=right atrium; TVR=tricuspid valve ring; PPM=posterior papillary muscle.

脈末梢部 (RCA) が円形に切れている。左心室内ではこの section でも僧帽弁が、右側 (写真の左側) の心室中隔より前尖 (AML)、左側に後尖 (PML) が切れ、左側房室間溝にはこの section でもやはり心尖部から左冠動脈回旋枝 (LCX)、冠静脈洞 (CS) の順で並走して、円形に切れている。心房中隔の三尖弁輪よりには、ちょうど冠静脈洞 (CS) の右房への開口部が見えている。右房の上方 (写真の下方) には右肺静脈、右肺動脈が、円形ないし楕円形に切れて見えている。

2. ヒト正常心の各断層面における心断層エコー図 (Fig. 6)

ヒト正常心における plane $F_1 \sim F_4$ の心断層エコー図を Fig. 6 に示す。Plane F_1 では右室流出路 (RVOT) から肺動脈 (PA) の経路が右下方から左上方へとよく描出され、plane F_2 では今度は plane F_1 でみた流出路の経路と交叉するような方向で、左下方から右上方へと、左室流出路 (LVOT) から大動脈 (Ao) の経路が描出される。Plane F_2 では正常心においては、僧帽弁は tangent に切れることはなく、イヌ心標本でみた

ように、後尖の一部がエコー平面に平行に位置しており、心周期につれてエコー平面の中に入ってきたり、出たりする像が認められる。Plane F_3 では三尖弁および僧帽弁がともによく描出される。Plane F_4 では僧帽弁はみえてはいるが、三尖弁は弁輪の動きだけとなって弁尖は認められない。Plane F_3 から F_4 では心房中隔がよく見えている。

3. d型大血管転換症の各断層面における心断層エコー図 (Fig. 7)

Plane F_1 では右側の右心室流出路 (RVOT) から、大動脈 (Ao) への経路がほぼ下方から上方へと描出され、plane F_2 では左側の左心室流出路 (LVOT) から肺動脈 (PA) への経路が、大動脈の流出路と交叉することなく平行して、下方から上方へと描出される。Plane F_2 で後方の大血管は起始後直ちに分岐しているの、肺動脈であることが分る。Plane F_3 では三尖弁と僧帽弁がともによく描出され、plane F_4 では三尖弁の動きがなくなり、弁輪の動きだけとなる。

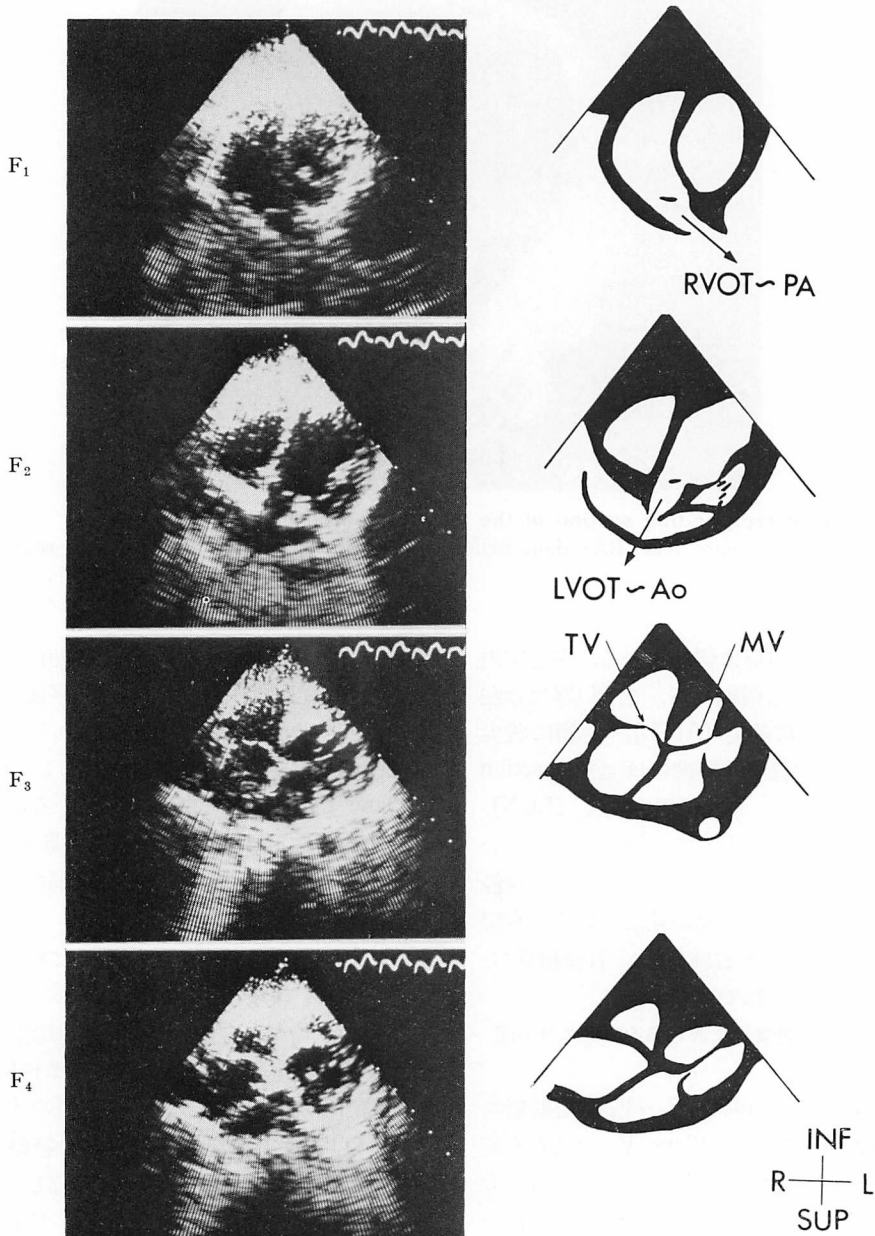


Fig. 6. Two-dimensional echocardiographic views of different frontal planes from the normal human heart (plane F₁ to plane F₄).

RVOT=right ventricular outflow tract; PA=pulmonary artery; LVOT=left ventricular outflow tract; Ao=aorta; TV=tricuspid valve; MV=mitral valve.

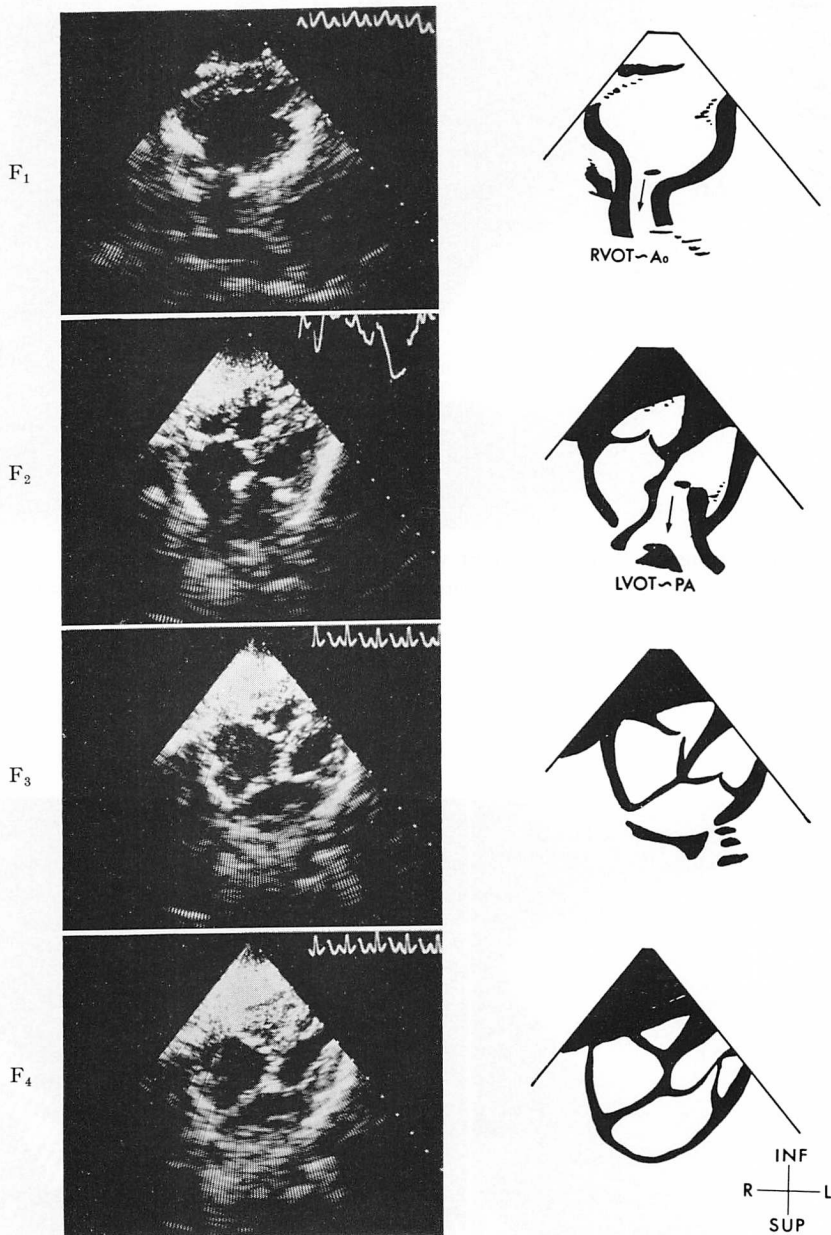


Fig. 7. Two-dimensional echocardiographic views of frontal planes from a patient with complete transposition of the great arteries (plane F₁ to plane F₄).

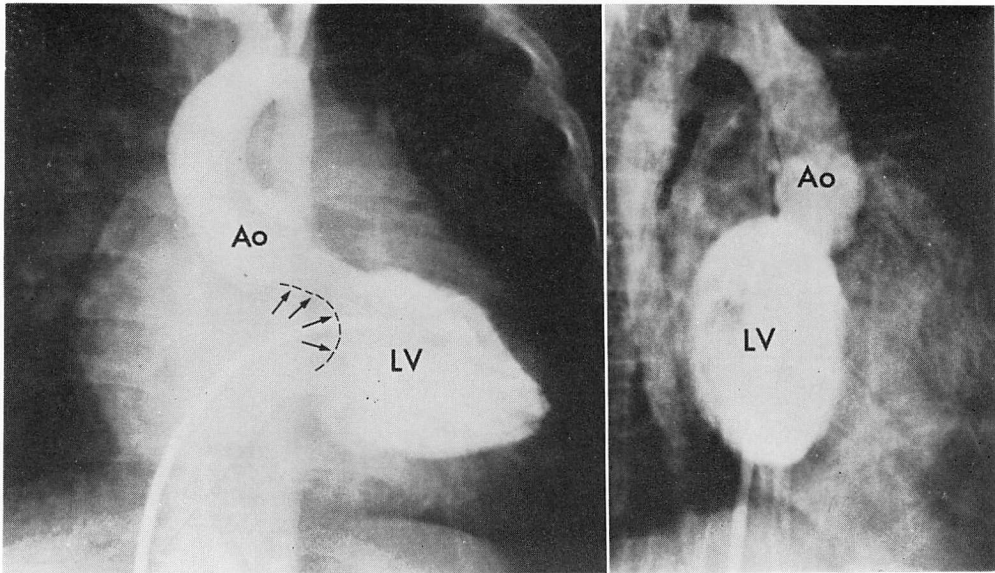


Fig. 8. Left ventriculogram from a patient with endocardial cushion defect.

The left panel shows frontal view and right panel shows lateral view. Typical "goose neck sign (arrows)" is visualized.

Ao=aorta; LV=left ventricle.

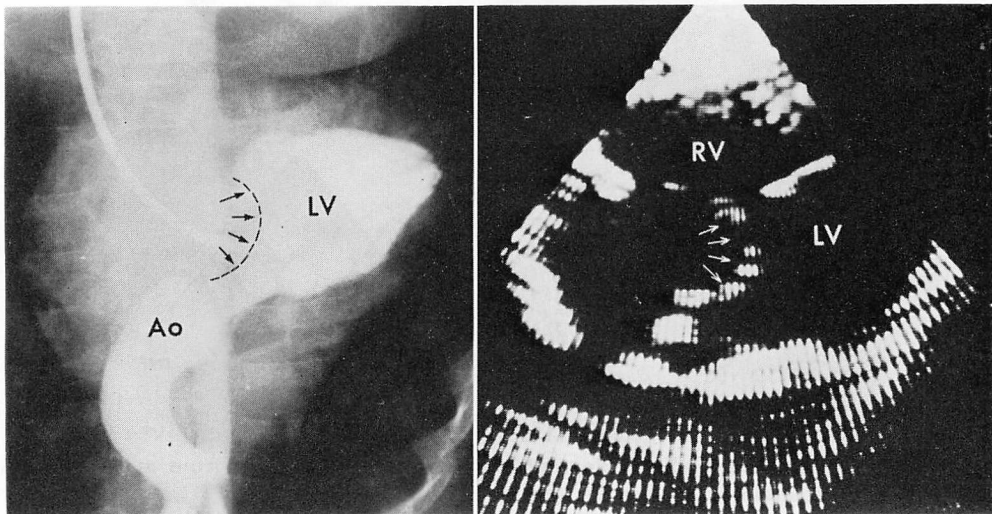


Fig. 9. Comparison of frontal two-dimensional echocardiogram of plane F_2 from a patient with endocardial cushion defect with left ventriculogram of the same patient.

Arrows show "goose neck deformity" revealing their resemblance.

3. 各断層面における特徴的所見

1) Goose neck sign

Fig. 8 に心内膜床欠損症の左心室造影の正面像、および側面像を示す。正面像で本症の特徴的所見とされる goose neck sign が認められる(矢印)。同一症例を本法で観察すると、**Fig. 9** に示すように、plane F₂ で左室造影正面像の goose neck sign と極似の所見として認められる。矢印の部分は実時間で観察すると、明らかに房室弁の動きを示している。

2) 右冠動脈 (RCA) 末梢部の描出

Fig. 10 は右冠動脈左室瘻の症例の大動脈造影で、右冠動脈は拡大蛇行して、正常の右冠動脈の走行をとり、左室後壁内側へと流入している。この症例に本法を試みると、plane F₄ でちょうど右側房室間溝にそって、**Fig. 11** に“f”で示すような楕円形のエコー像を認めた。

Fig. 12 は6ヵ月の川崎病 (MCLS) 症例で右

冠動脈末梢部に冠動脈瘤を認めた症例であるが、本法を用いて、plane F₄ で右側房室間溝に沿って楕円形のエコー像を認めたため、アンジオ前から右冠動脈末梢部の冠動脈瘤の存在を prospective に予想しえた症例である。

4. 本法の描出率

本法の描出率は **Table 1** に示すとおり、5歳以下の小児においては80%以上の高率であり、疾患名、心臓位、胸郭変形の有無に関係なく、探触子をおけばまず記録可能である。年長になると次第に描出率は低下した。

考 案

正常心では、左前方の大血管すなわち肺動脈は右前方の右心室から起始し、右後方の大血管すなわち大動脈は左後方の左心室から起始する。したがって、心室の流出路から大血管にかけて、ねじれ (“spiral”) の空間的位置関係にある。大血管

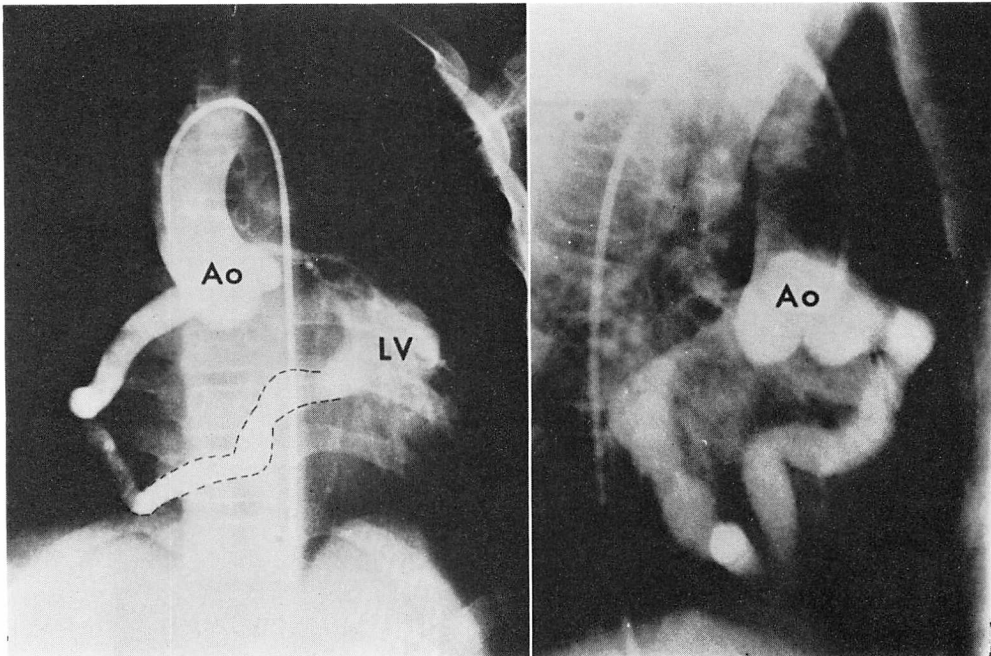


Fig. 10. Aortogram from a patient with right coronary artery to left ventricular fistula (H. N., 12 y-o).

A tortuous and dilated right coronary artery is seen.

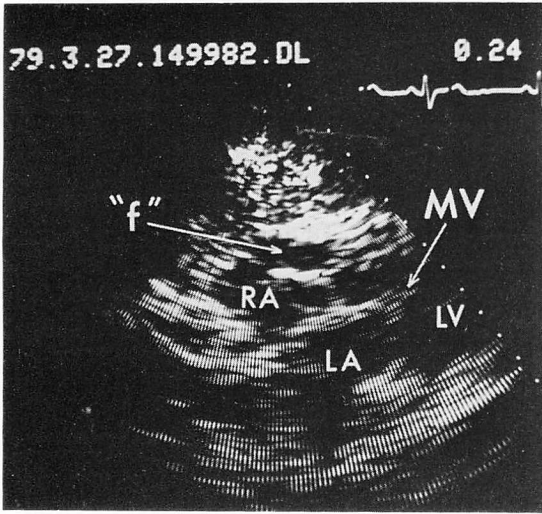


Fig. 11. Frontal two-dimensional echocardiogram, plane F_4 , from the same patient as in Fig. 10.

The elliptical echo image is seen at the portion of right atrioventricular groove.

"f"=fistula; RA=right atrium; LA=left atrium; LV=left ventricle; MV=mitral valve.

Table 1. Success rate of performing this procedure in different age groups

Age (year)	Success rate (%)	Cases
~ 1	81	21/ 26
1~ 5	82	36/ 44
6~10	49	18/ 37
11~15	23	7/ 30
16~	23	3/ 13
Total	57	85/150

の空間的位置関係は我々が前に 発表した方法²⁻⁵⁾でよくわかり, 臨床上も非常に有用である. 心室の流出路に関しては, 本法を用いて plane F_1 ~ F_4 へと連続的な像の変わり方を観察すればよくわかる. すなわち, 流出路が spiral の空間的位置関係にある場合には, 両方の大血管の流出路は plane F_1 と plane F_2 で互いに交叉して認められる (Fig. 6). また, 流出路が空間的に parallel に位置しているときには, 両方の大血管の流出路

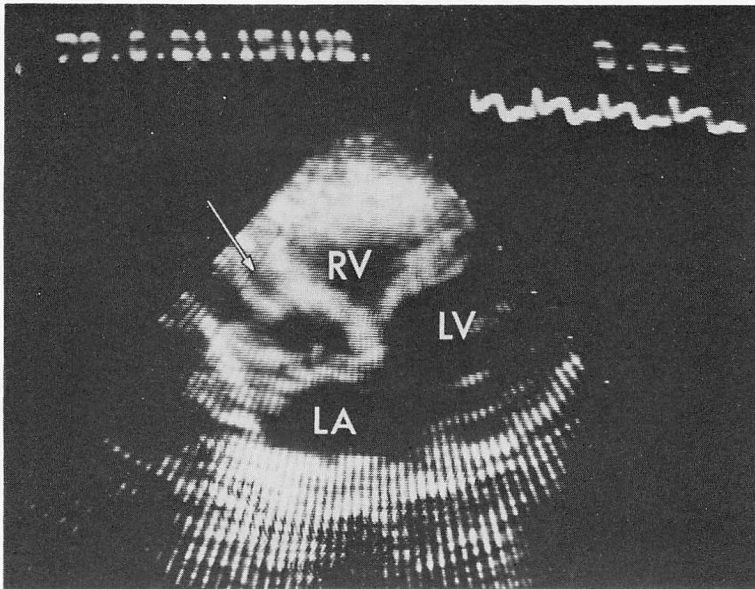


Fig. 12. Frontal two-dimensional echocardiogram, plane F_4 , from a patient with MCLS who has an aneurysm of the peripheral portion of right coronary artery.

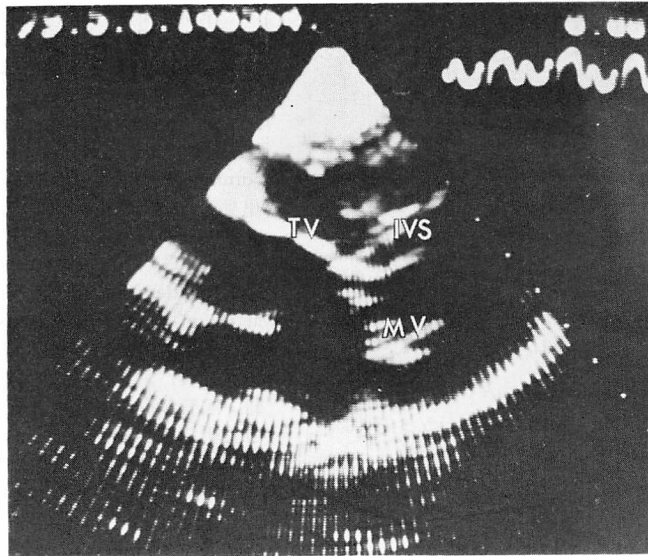


Fig. 13. Frontal two-dimensional echocardiogram, plane F_3 , from the same patient as Fig. 9.

TV=tricuspid valve; IVS=interventricular septum; MV=mitral valve.

は plane F_1 と plane F_2 において互いに交叉せず、平行起始しているように認められる (Fig. 7). これらの所見は完全大血管転換症、修正大血管転換症、两大血管右室起始症などの診断にさいして非常に有用である。

また本法に用いる断層面は、frontal plane に近いことから、レントゲン写真およびアンジオグラフィの正面像に近い像が得られる。その結果、今までに知られていなかった、いくつかの特徴的所見が得られる。心内膜床欠損症では本症の左室造影上特徴的所見とされる goose neck sign を本法を用いることによって、左室造影正面像のそれと極似の所見としてとらえることができる (Fig. 9). 正常心においては、plane F_2 では左室流出路から大動脈が描出され、僧帽弁は後尖の一部がこの平面と平行に位置しており、この断層面で僧帽弁が tangent に切れることはない (Fig. 3). しかし、心内膜床欠損症においては僧帽弁の異常中隔付着により plane F_2 において、僧帽弁の component が tangent に切れ、これによって

goose neck sign が認められる。実時間で観察すると、この左室流出路に突出した部分は明らかに房室弁の動きを呈している。我々は現在までに、完全型心内膜床欠損症 4 例、不完全型心内膜床欠損症 3 例の計 7 例に本法を施行し、全例で明らかにこの所見を認めた。また、今回検討した 150 例のうち本症以外の疾患では、この所見は認めず false positive も false negative も 1 例もなく、きわめて精度の高い有用な所見と思われる。本症において、plane F_2 から F_3 へとコエー平面をやや背側に倒すと、通常 apical four chamber view でみるのと似た、心房中隔下部が欠損し、房室弁がおち込んだ所見^{6,7)}が得られる (Fig. 13).

右冠動脈左室瘻の症例においては、正常心ではこのような所見を認めないことと、解剖学的位置関係から、この楕円形のエコー像が拡大した右冠動脈の末梢部をみていると判断される。また、川崎病における右冠動脈末梢部の冠動脈瘤の発見には、plane $F_3 \sim F_4$ は有用である。Plane $F_3 \sim F_4$ では、左側房室間溝に左冠動脈回旋枝が円形に切

れ, また, plane F_1 では左冠動脈前下行枝が切れているのが各 section の標本で同定されている. 川崎病における冠動脈瘤は, 左右冠動脈の main portion のものは心断層エコー図で認められる^{8,9)} ことはよく知られているが, これらの解剖学的位置関係をふまえた上で, 本法を用いて検索すれば, 前記のように右冠動脈末梢部の冠動脈瘤の発見も可能であり, 将来, 左冠動脈末梢側の冠動脈瘤の描出も可能であると考えられる.

今回の検討は連続した 150 症例について行ったもので, 必ずしも良い条件でとれたものばかりではない. とくに乳児期の症例については, ゆっくり眠らせて記録すれば当然とれたであろうと思われるが, 外来患者であったり, 啼泣していたりしたために記録不能の群に入ってしまったものもある. これらのことを含めても, 5 歳以下の乳幼児では 80% 以上 (50/70 例) に, 本 approach が可能であった. また, 10 歳までの症例ならば, まず意図すれば半数には本 approach が可能であった. その意味で本法は必ずしも乳幼児に限らず, 前胸部からの approach の困難な症例ではとくに, またほかからの approach の可能な症例でも, より多面的な視野からながめて立体構築を理解する上で, 臨床上非常に有用な方法である.

文 献

- 1) 里見元義: 先天性心疾患診断のための心断層エコー図. 東京女子医科大学雑誌 50: 1-22, 1980
- 2) Satomi G, Shimizu K, Komatsu Y, Takao A: Two-dimensional echocardiographic diagnosis of congenital heart disease (segmental approach): spatial interrelationship between the great arteries. J Cardiography (in Japanese with English summary) 8: 557-566, 1978
- 3) 里見元義, 高尾篤良: 先天性心疾患の心エコー図. —チアノーゼ性—. 臨床医 5: 75-84, 1979
- 4) Satomi G, Komatsu Y, Takao A: Echocardiographic identification of aorta and main pulmonary artery in complete transposition (correspondence). Brit Heart J 41: 356-359, 1979
- 5) 里見元義, 清水克男, 中沢 誠, 高尾篤良, 小松行雄: 超音波高速度断層法からみた先天性心疾患の区分分析法. 心臓 11: 1048-1054, 1978
- 6) Hagler DJ, Tajik AJ, Seward JB, Mair DD, Ritter DG: Real-time wide-angle sector echocardiography: Atrioventricular canal defects. Circulation 59: 140-150, 1979
- 7) Lange LW, Sahn DJ, Allen HD, Goldberg SJ: Subxiphoid cross-sectional echocardiography in infants and children with congenital heart disease. Circulation 59: 513-524, 1979
- 8) Yoshikawa J, Yanagihara K, Owaki T, Kato H, Takagi Y, Okumachi F, Fukuya T, Tomita Y, Baba K: Cross-sectional echocardiographic diagnosis of coronary artery aneurysms in patients with the mucocutaneous lymph node syndrome. Circulation 59: 133-139, 1979
- 9) Hiraishi S, Yashiro K, Kusano S: Noninvasive visualization of coronary arterial aneurysm in infants and young children with mucocutaneous lymph node syndrome with two-dimensional echocardiography. Amer J Cardiol 43: 1225-1233, 1979

1) 里見元義: 先天性心疾患診断のための心断層エコー