

## 動脈管開存の超音波断層図

## Real time cross-sectional echocardiography of the patent ductus arteriosus in infants and children

広瀬 修  
斉藤 正一  
羽根田紀幸  
山田 修  
新垣 義夫  
楫野 恭久  
木幡 達  
金子 博志  
神谷 哲郎  
馬場 清

Osamu HIROSE  
Masakazu SAITO  
Noriyuki HANEDA  
Osamu YAMADA  
Yoshio ARAKAKI  
Yasuhisa KAJINO  
Toru KOHATA  
Hiroshi KANEKO  
Tetsuro KAMIYA  
Kiyoshi BABA

### Summary

Cross-sectional echocardiographic visualization of the patent ductus arteriosus (PDA) with various congenital heart diseases in infants and children was reported.

Study population consisted of 73 patients (pts) aged 1 day to 15 years. The diagnosis was confirmed in all pts by angiography. The transducer was usually placed over the left precordium in the second or third intercostal space and the images of PDA were obtained in horizontal and sagittal sections.

PDA was visualized in 38 of 73 pts (13 of 22 pts with simple PDA, 1 of 4 pts with PDA and ventricular septal defect, 5 of 6 pts with PDA and mitral insufficiency, 1 of 4 pts with PDA and transposition of the great arteries, all of 4 pts with PDA and coarctation of the aorta, all of 3 pts with PDA and interruption of the aortic arch, all of 5 pts with PDA and hypoplastic left heart syndrome, 3 of 18 pts with PDA and pulmonary atresia, and 2 of 7 pts with PDA and other cardiac lesions). Also the plug was visualized in all 12 pts with the plug closure of PDA.

The direct imaging of the ductus arteriosus by cross-sectional echocardiography might be useful for the diagnosis of complex congenital heart disease.

### Key words

Cross-sectional echocardiography

Patent ductus arteriosus

Contrast echocardiography

国立循環器病センター 小児科  
吹田市藤白台 5-125 (〒565)

Department of Pediatrics, National Cardiovascular  
Center, Fujishiro-dai 5-125, Suita 565

Presented at the 19th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Kyoto, October 20-21, 1979  
Received for publication January 28, 1980

はじめに

近年, 実時間超音波断層装置の改良により, 先天性心疾患の心内奇形の診断はもとより大血管異常<sup>1)</sup>, 肺静脈還流異常<sup>2)</sup>などの診断も可能となってきた.

今回, 我々は小児期の種々の先天性心疾患に伴

う動脈管開存 (以下 PDA と略) 例において, 超音波断層法により, PDA の描出を行い, その直接証明により診断に有用であったので報告する.

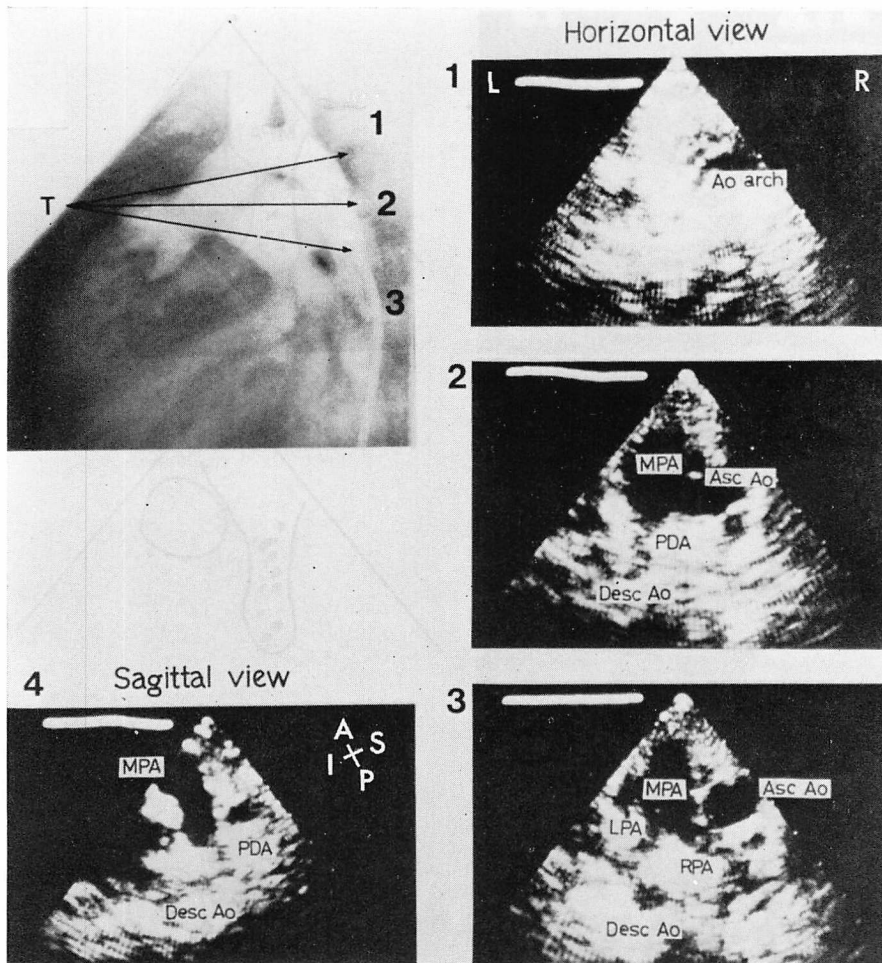
対象と方法

対象は **Table 1** に示すように, 1978年7月より1979年10月までの当センター入院患児で, 生後

**Table 1. Materials (Patients with PDA)**

Complicated cardiac lesions	No. of cases	Age	No. of cases with PDA detected by cross-sectional echo
Simple PDA	22	6m-15y	13
Plug closure of DA	(11)	4y-15y	(6)
VSD	4	3m-3y	1
Plug closure of DA	(1)	3y	(0)
MI	6	10m-3y	5
TGA	4	10d-4m	1
Co/Ao	4	1m-3y	4
Interrupt/Ao	3	16d-2m	3
HLHS	5	1d-2m	5
PA	18	3d-10y	3
PPA	(4)	3d-1m	(1)
T/F	(7)	1m-4y	(1)
TA	(3)	1m-10y	(0)
CAVC	(2)	1m-6y	(1)
Miscellaneous	7		2
Hemitruncus	(1)	4m	(1)
DORV	(1)	1y	(0)
TAPVC	(2)	10d-14d	(0)
ECD	(1)	1y	(0)
SVAS	(1)	15y	(1)
CCM	(1)	4m	(0)
Subtotal	73		37
Control	40	1d-15y	0

PDA=patent ductus arteriosus; VSD=ventricular septal defect; MI=mitral insufficiency; TGA=transposition of the great arteries; Co/Ao=coarctation of the aorta; Interrupt/Ao=interruption of the aortic arch; HLHS=hypoplastic left heart syndrome; PA=pulmonary atresia; PPA=pure pulmonary atresia; T/F=tetralogy of Fallot; TA=tricuspid atresia; CAVC=common atrioventricular canal; Hemitruncus=the right pulmonary artery arising from the ascending aorta; DORV=double outlet right ventricle; TAPVC=total anomalous pulmonary venous connection; ECD=endocardial cushion defect; SVAS=supravalvular aortic stenosis; CCM=congestive cardiomyopathy.



**Fig. 1.** The transducer direction for the imaging of the PDA by cross-sectional echocardiography (Case 1, 10-month-old female with PDA, aortic valve stenosis, mitral insufficiency and pulmonary hypertension).

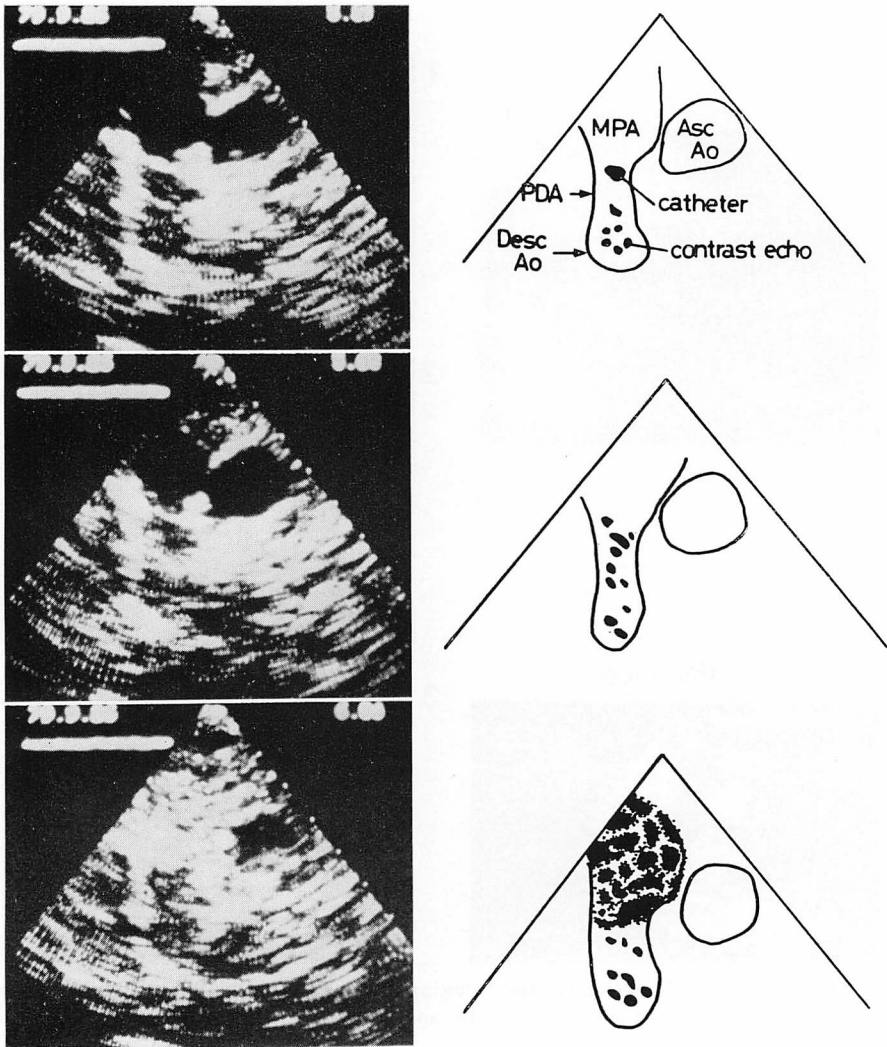
T=transducer; Ao arch=aortic arch; MPA=main pulmonary artery; Asc Ao=ascending aorta; Desc Ao=descending aorta; LPA=left pulmonary artery; RPA=right pulmonary artery; L=left; R=right; A=anterior; P=posterior; S=superior; I=inferior.

1日より15歳までの113例である。全例に超音波検査後、心臓カテーテル、心血管造影を行っており、うちPDAを伴うもの73例を対象とし、PDAを伴わない40例をcontrolとした。

実時間超音波断層装置は東芝製ソノレヤーグラフSSH-11Aを使用した。2.4MHz、32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、8mmシネフィルム、またはビデオテープに記録した。

方法は患者を仰臥位とし、心内および大血管関係を確認した後、通常、探触子を第2、あるいは第3肋間胸骨左縁、あるいはややその外側に置き、**Fig. 1**の3に示すように、セクタービームを水平



**Fig. 2. The identification of the PDA in the horizontal section by contrast echocardiography (Case 2; 1-year-old female with PDA, mitral insufficiency and pulmonary hypertension).**

Five per cent dextrose is hand-injected through a catheter with the tip placed in the descending aorta at cardiac catheterization.

下方に向け、主肺動脈、肺動脈分岐部、左右肺動脈、および下行大動脈の短軸像を描出した。ついで、探触子をゆっくり上方に向け、ビーム1まで、すなわち大動脈弓の下縁を描出するまで振り(Fig. 1の1)、その間ビーム2に示すように主肺動脈の後方と下行大動脈と連らなるPDAの水平断層像を描出した(Fig. 1の2)。このように探

触子を下方より上方に振り、ちょうど右肺動脈がみえなくなるあたりでPDA像が得られた。次に、探触子を同部位に置き、セクタービームを矢状方向に向け、探触子を振って、主肺動脈と下行大動脈とを結ぶPDAの矢状断面像を描出した(Fig. 1の4)。

一方、PDAの同定はFig. 2に示すごとく、右

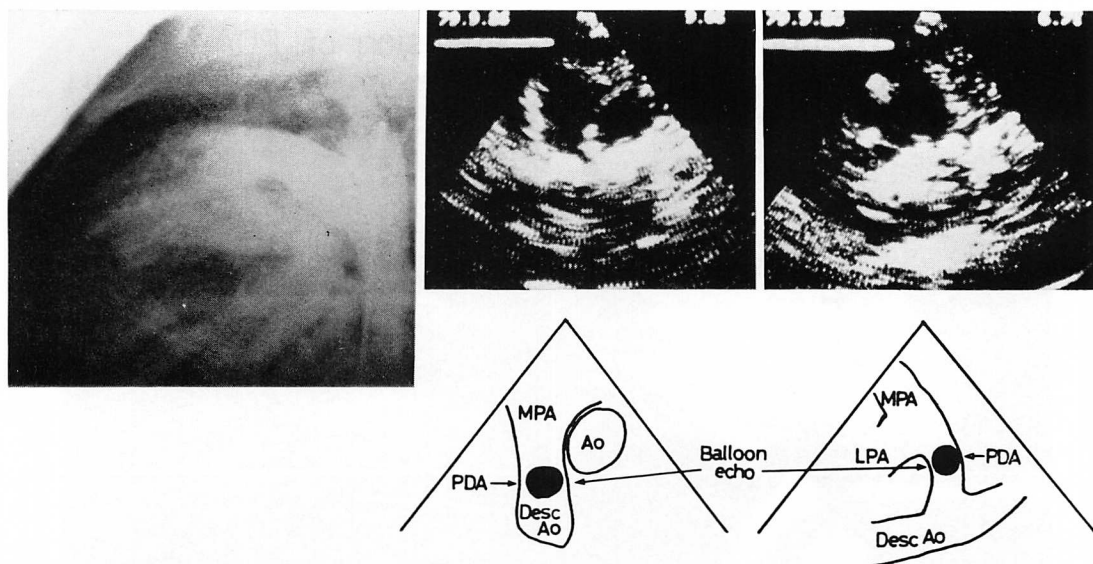


Fig. 3. The identification of the PDA at the horizontal and sagittal sections by cross-sectional echocardiography (Case 2).

Balloon catheter is pulled back from the descending aorta to the main pulmonary artery. The balloon echo in the PDA is demonstrated. Lateral plane angiogram is shown in the left panel.

心カテーテル時に、カテーテルを主肺動脈より PDA を経て、下行大動脈に入れ、前記の方法で duct を描出し、カテーテルに 5% 糖液を急速に注入した。水平方向の超音波断層図でコントラストエコーが下行大動脈より duct を経て、主肺動脈へ流れることにより、その duct を PDA と同定した。矢状方向の超音波断層図では、十分なコントラスト・エコーが得られなかった。つぎにバルーン・カテーテルを使用し、同様に下行大動脈へ入れた後、バルーンを膨ませ、超音波断層を両セクションで行いながら、バルーン・エコーが下行大動脈より duct を経て、主肺動脈に出現するのを描出し、その通過した duct を PDA と同定できた (Fig. 3)。

## 結 果

超音波断層法で PDA を描出しえたのは、Table 1 に示すように、PDA 単独の 22 例中 13 例、心室中隔欠損を伴う 4 例中 1 例、僧帽弁閉鎖

不全を伴う 6 例中 5 例、完全大血管転位の 4 例中 1 例、大動脈縮窄の 4 例と大動脈弓遮断の 3 例、および左心低形成症候群の 5 例中全例であった。肺動脈閉鎖では 18 例中 3 例にのみ、PDA が描出された。計 73 例中 37 例、50% に PDA が描出された。また、Porstmann 法による非開胸的動脈管栓づめを行った 12 例中、全例に栓エコーを描出できた。Control の検討では、40 例中 32 例で juxtaductal area がほぼ明瞭に描出され、それらでは PDA を思わせる像は得られなかった。

造影法による PDA 最小内径が新生児、乳幼児では 2 mm 以上、乳児期以降では 3~4 mm 以上あり、超音波断層法で juxtaductal area が明確に描出される症例では、本法による PDA 描出は走行異常などのある PDA を除いて可能であった。

## 症 例

次に症例を示す。

Case 2 (Fig. 4) は、PDA、1 歳 0 ヶ月の女児。

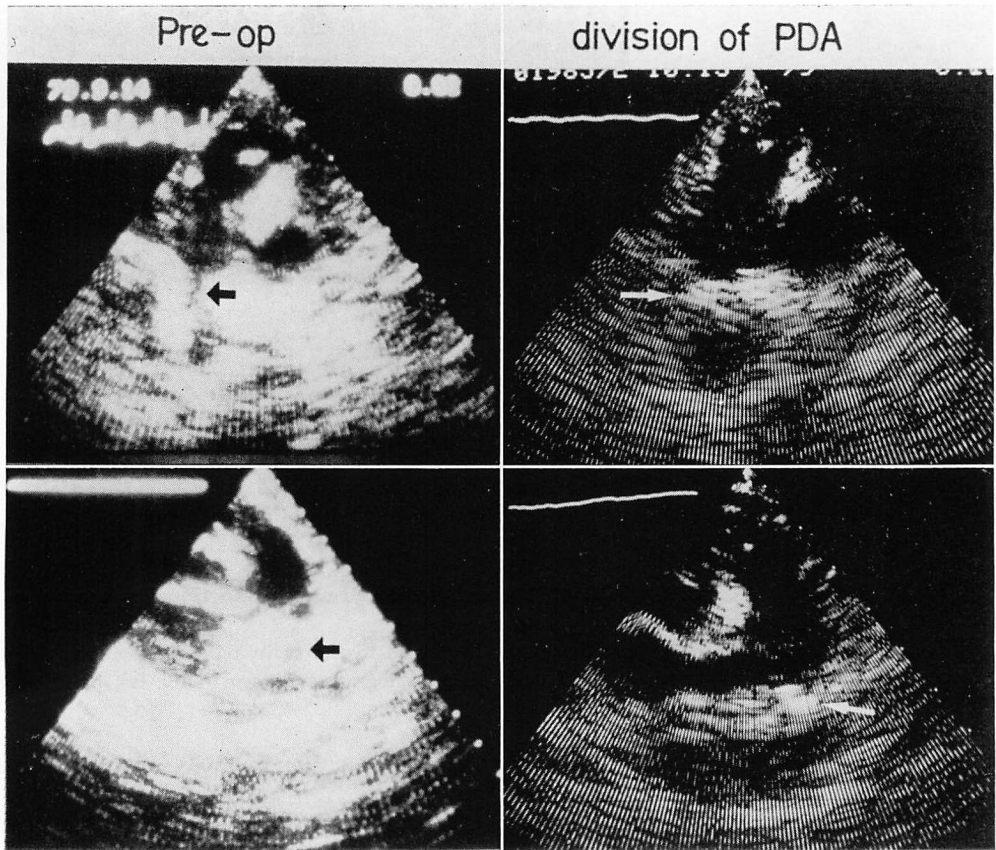


Fig. 4. Cross-sectional imagings of pre-operative (left) and post-operative (right) PDA in the horizontal sections (above) and the sagittal sections (below) (Case 2). Black arrows indicate the PDA and white arrows indicate the division part of the PDA.

僧帽弁閉鎖不全, 肺高血圧の術前, および PDA 離断術後の超音波断層図を示した.

**Case 3 (Fig. 5)** は 7 歳の女児. 左右短絡率は 18% で, 血管造影では PDA 最小径 2 mm で Porstmann 氏法により非開胸的動脈管閉鎖術を行った. 超音波断層法では, 術前 PDA 像を描出でき, 術後 Fig. 5 に示すような栓エコーを得た.

**Case 4 (Fig. 6)** は生後 2 ヶ月の女児, 大動脈弁閉鎖, 僧帽弁狭窄をもつ左心低形成症候群の PDA 像である.

**Case 5 (Fig. 7)** は生後 14 日目の男児, 完全大血管転位, 心室中隔欠損, PDA である. Fig. 7

の左は探触子を第 2 肋間胸骨右縁に置き, 大動脈弓およびそれと平行に上行する肺動脈を描出し, 大血管転位と診断した. 同図右は前述の方法で描出した PDA の矢状断層像である.

**Case 6 (Fig. 8)** は 1 歳の男児で, ダウン症候群に伴うファロー四徴, 肺動脈閉鎖である. 本例は左側大動脈弓で, 探触子を第 2 肋間胸骨右縁に置き, 馬場ら<sup>1)</sup>の方法により大動脈弓を描出し, その内側に PDA を描出した. また同時に末梢性コントラスト・エコー法を行い, 大動脈弓内側より PDA に流れるコントラスト・エコーが記録された. 本例では水平断面で, PDA の描出はできな

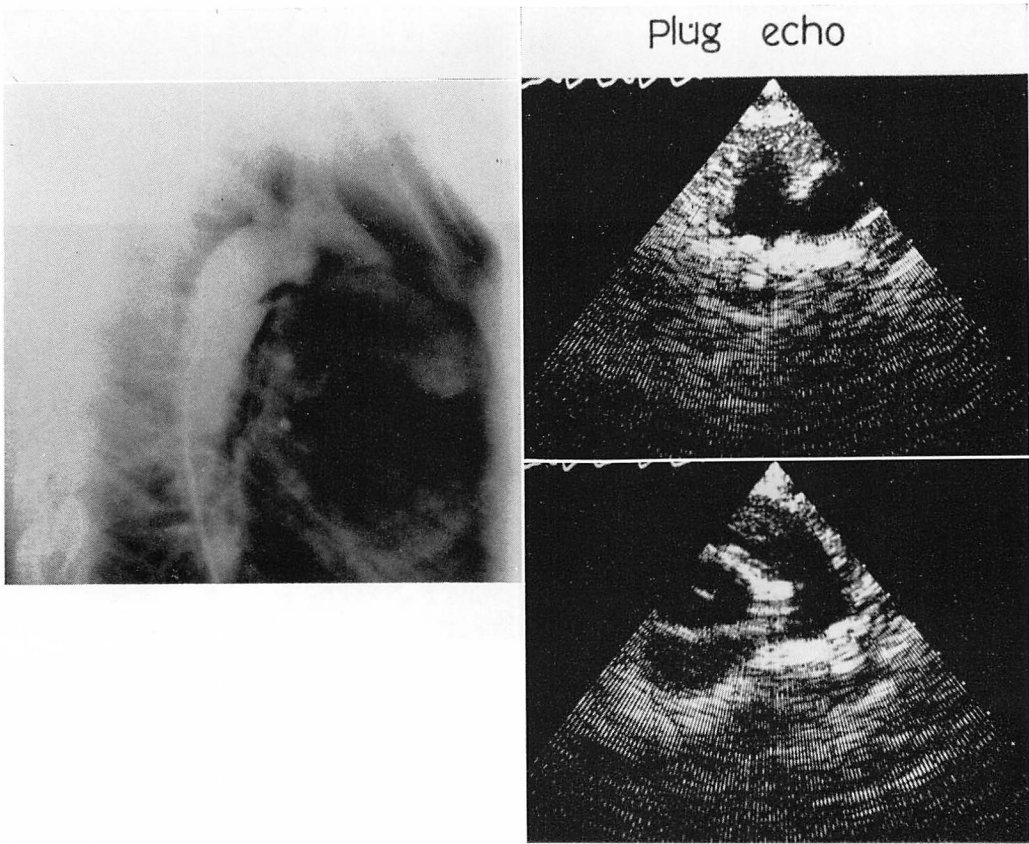


Fig. 5. Cross-sectional imagings of the plug in the PDA after plug closure of the PDA by Porstmann's method (Case 3; 7-year-old female with PDA).

かった。

**Case 7 (Fig. 9)** は5カ月の男児。右肺動脈上行大動脈起始およびPDAで全身チアノーゼを呈しており、末梢性コントラスト・エコー法でPDAを介する逆短絡が認められた。

**Case 8 (Fig. 10)** 1カ月の男児。純型肺動脈閉鎖である。図に示すように、閉鎖した肺動脈弁、大きなPDAが描出され、同時に行った末梢性コントラスト・エコー法で、心房レベルでの右左短絡、三尖弁閉鎖不全、下行大動脈よりPDAを通り、主肺動脈に流れるコントラスト・エコーを認めた。

## 考 案

PDAの超音波断層図の報告は少なく、手元の文献ではSahnら<sup>3)</sup>の報告のみである。彼らのPDA描出の方法は、第3肋間胸骨左縁に探触子を置き、水平断面で行っている。

我々もかねてよりPDA描出を試みていたが、Porstmann氏法による動脈管栓づめ後の栓エコーが、明瞭に描出される探触子のセクタービーム方向を得、その経験より水平、あるいは矢状断面でのPDA描出の方法を確立しえた。

本法によるPDAの描出は、もちろんPDAが太く、年齢が小さいほど容易である。心血管造影

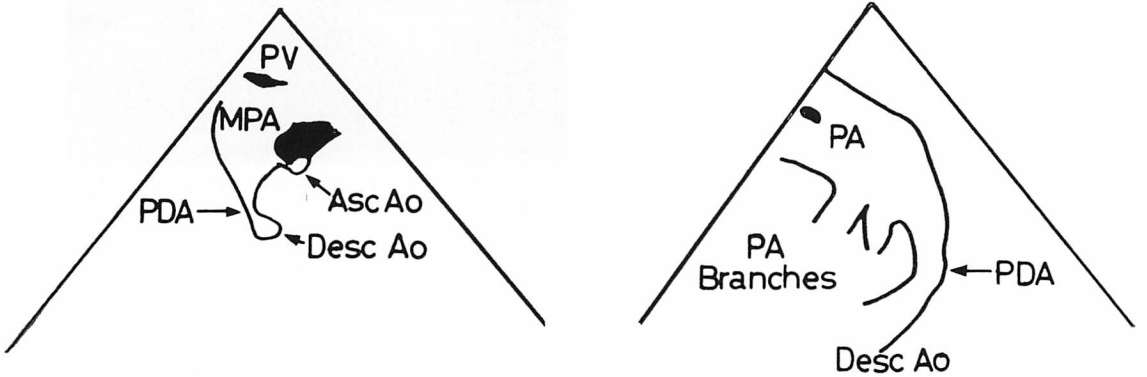
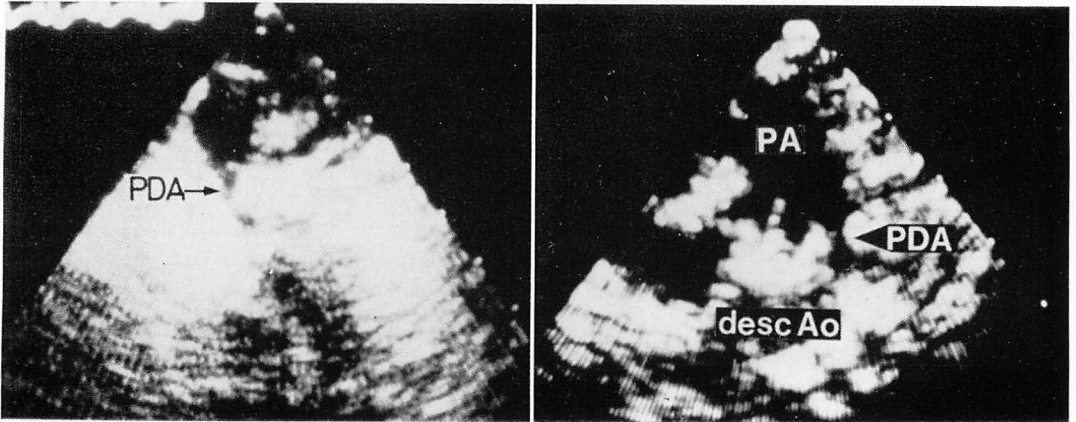
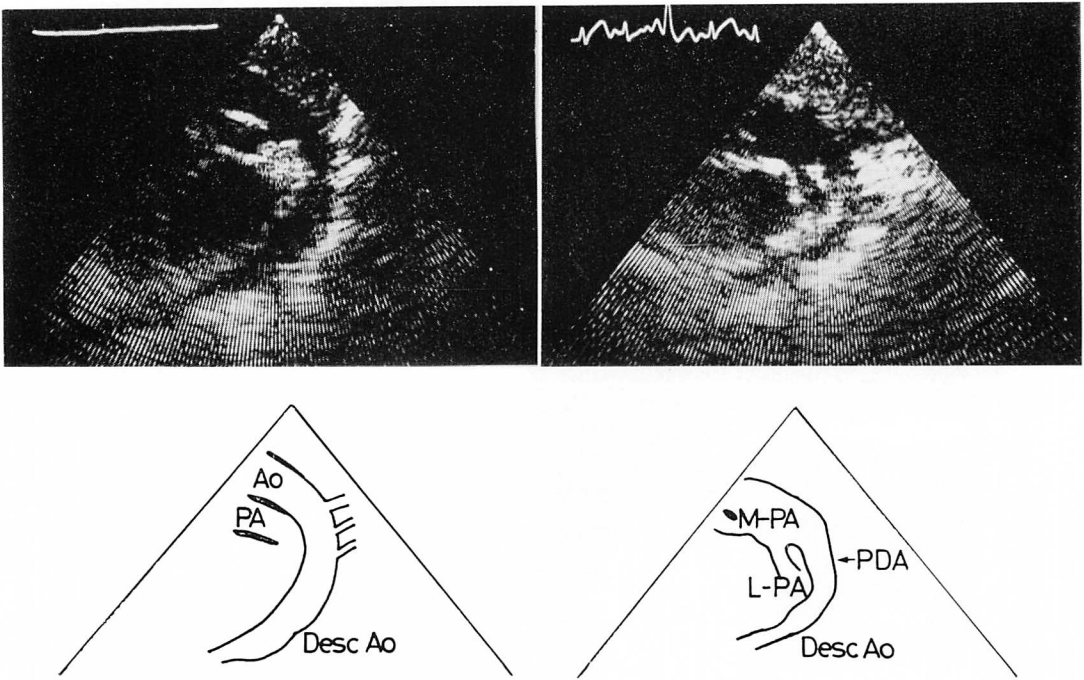


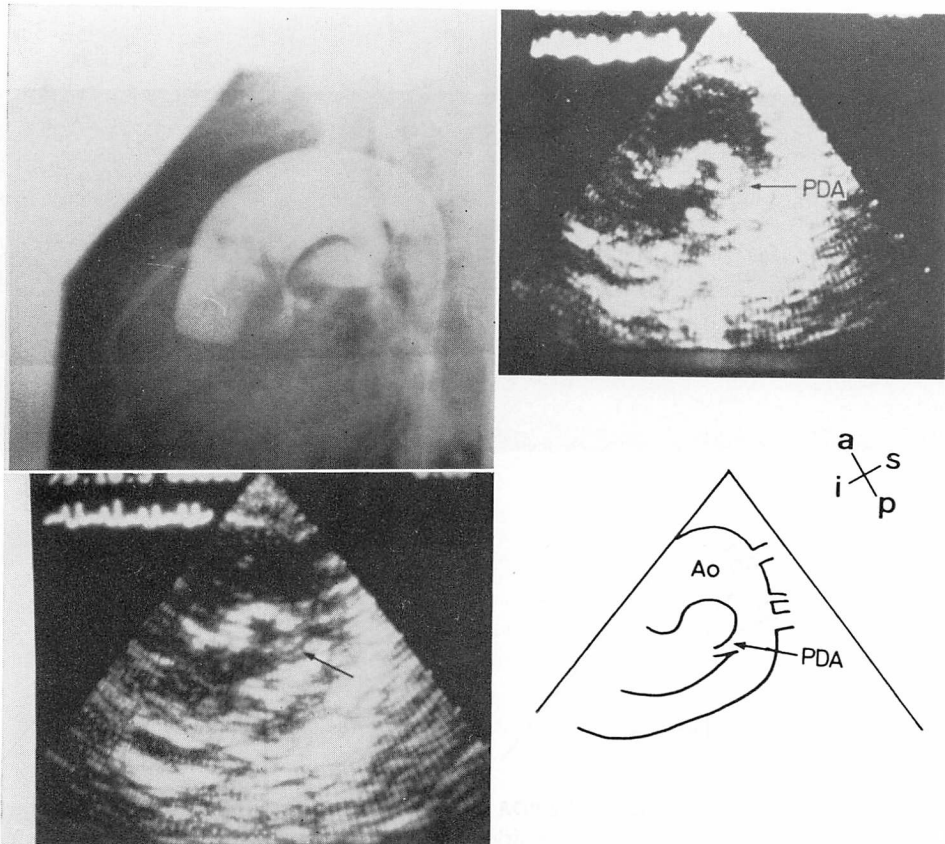
Fig. 6. Cross-sectional imagings of the PDA in a case with hypoplastic left heart syndrome (Case 4; 2-month-old female with PDA, aortic valve atresia and mitral stenosis)  
PV=pulmonic valve.





**Fig 7. Cross-sectional imagings of the PDA in a case with transposition of the great arteries** (Case 5, 14-day-old male with PDA, transposition of the great arteries and ventricular septal defect).

The transducer is placed over the right second intercostal space (left) and the left second intercostal space (right) in the sagittal sections.



**Fig. 8. Cross-sectional imagings and the angiogram of the PDA in a case with tetralogy of Fallot (Case 6 ; 1-year-old female, Down's syndrome with PDA, tetralogy of Fallot and pulmonary atresia).**

The transducer is placed over the right second intercostal space sagittally. The PDA is well visualized on the cross-sectional echocardiogram even before the peripheral contrast injection (right). In the left below figure, the contrast materials flow through the PDA (arrow).

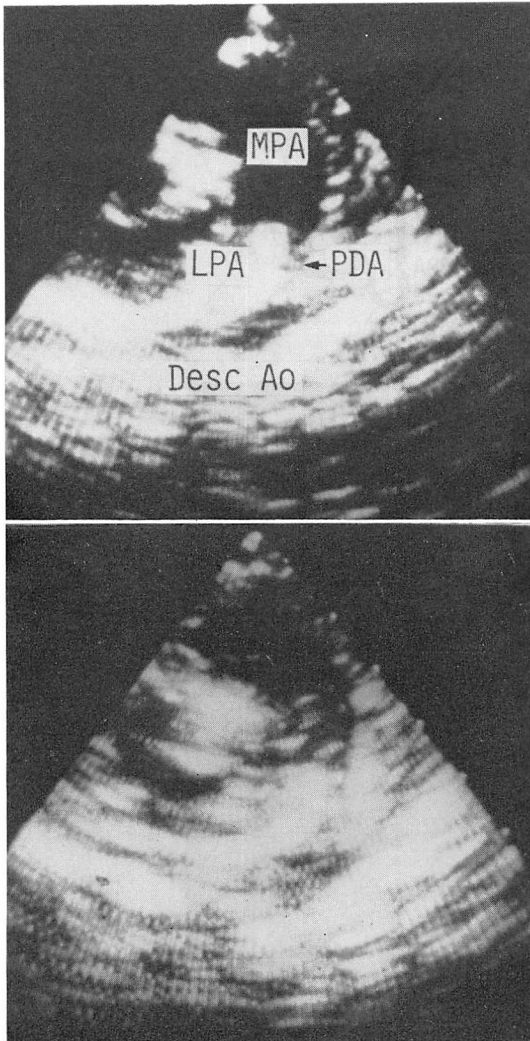


Fig. 9. Cross-sectional imagings of the PDA in a patient with hemitruncus (Case 7; 5-month-old male with PDA and the right pulmonary artery arising from the ascending aorta).

Following peripheral injection of contrast material, the right to left shunt is detected through the PDA in the sagittal section.

による PDA 最小径の計測値を検討すると、新生児期、乳児期では 2 mm 以上、幼児期以降では 3 mm 以上であれば、超音波断層法により PDA は描出可能である。しかし、10 歳のアイゼンメンジャー化した症例では、PDA 最小径は 8 mm であったが、長さが 8 mm と短かく、また主肺動脈の拡張が著しく、主肺動脈と PDA との分離が困難であった。

肺動脈閉鎖に伴う PDA の描出率は悪かった。

Fig. 11 は 2 ヶ月の男児、ファロー四徴、肺動脈閉鎖、右側大動脈弓で PDA は左鎖骨下動脈より起始しており、本例のような PDA の描出は困難である。そこで、我々は大動脈弓が描出される方向により右側大動脈弓の診断を行っており、右側大動脈弓であれば、まず PDA の描出は困難と考えている。

また、新生児期に、臨床上肺動脈閉鎖が疑われ、プロスタグランディンの使用を考慮するさい、PDA の評価は重要であるが、このような症例では、肺動脈は低形成で主肺動脈の描出も困難なことが多く、したがって、PDA の描出は容易でない。

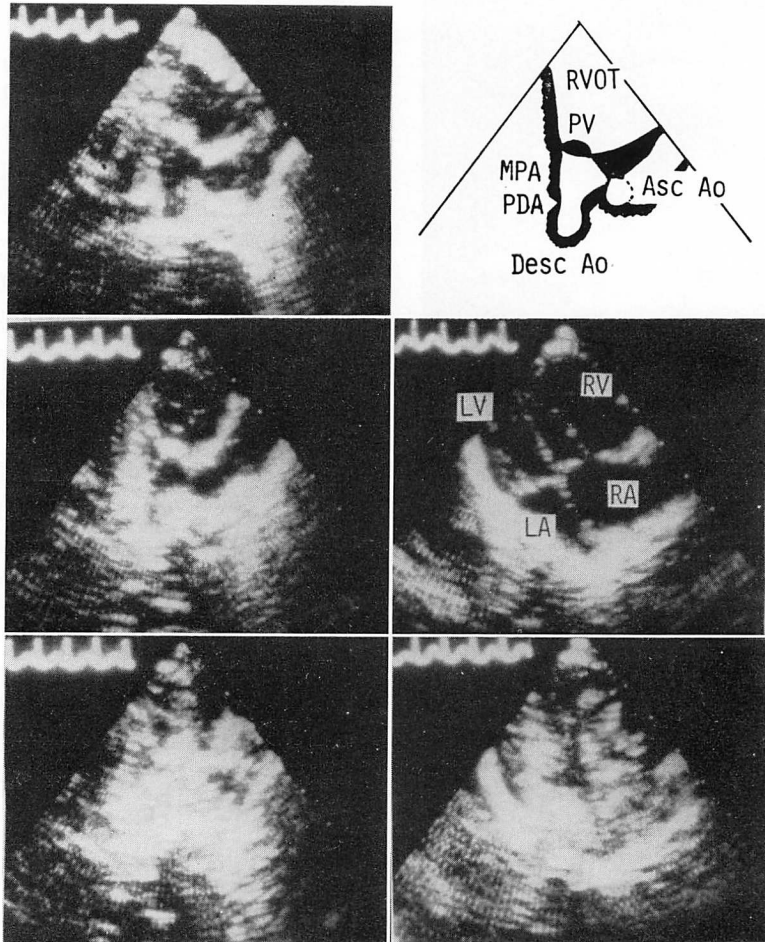
一般に PDA の超音波断層法による描出は、水平断面のほうが orientation がつきやすく、矢状断面より容易であるが、大血管転位など大血管位置異常や、ファロー四徴などでは矢状断面のほうがその描出は容易であった。

## 要 約

超音波断層法による小児の種々の先天性心疾患に合併する PDA の描出について報告した。

症例は生後 1 日より 15 歳までの 73 例で、検査は心血管造影前に行い、診断は全例心血管造影で確められている。PDA の描出は通常、探触子を第 2、あるいは第 3 肋間胸骨左縁に置き、水平、矢状断面で行った。

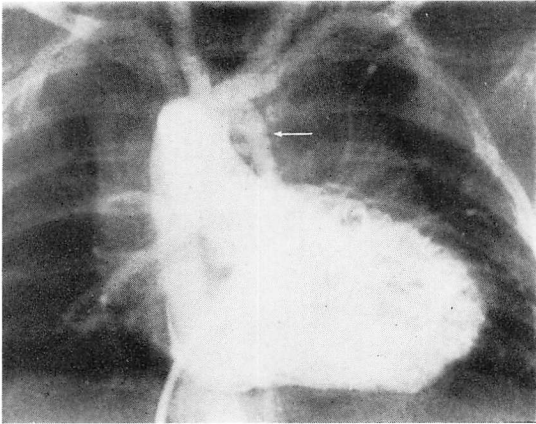
PDA は 73 例中 38 例で描出された。その内訳は PDA のみの 22 例中 13 例、VSD を伴う 4 例中 1 例、MI を伴う 6 例中 5 例、TGA を伴う 4 例中 1 例、大動脈縮窄の 4 例中全例、大動脈弓



**Fig. 10. Cross-sectional imagings of the PDA in a patient with pure-pulmonary atresia (Case 8; 1-month-old female with pulmonary atresia and intact ventricular septum).**

In the left middle still frame, contrast injected peripherally can be visualized in the descending aorta. In the left below still frame, contrast flow can be visualized through the PDA from the descending aorta to the pulmonary artery. Right middle and lower still frames are four-chamber views and in the right below still the right to left shunt is shown at the atrial level.

RVOT=right ventricular outflow tract; PV=atretic pulmonary valve.



**Fig. 11. Angiocardiogram in a patient of tetralogy of Fallot** (Case 9; 2-month-old female with tetralogy of Fallot, pulmonary atresia and right aortic arch).

An white arrow indicates the PDA.

遮断の3例中全例，左心低形成症候群の5例中全例，肺動脈閉鎖の18例中3例，そして，他の心

疾患を伴う7例中2例でPDAが描出された。また，PDAの栓づめを行った12例中全例でPDA内の栓エコーを描出し得た。

超音波断層法によるPDAの描出は，先天性複雑心奇形の診断に有用である。

#### 文 献

- 1) Baba K, Kohata T, Tanimoto T, Echigo S, Kaneko H, Hirose O, Kamiya T: Identification of the great artery relations in infants by real-time two-dimensional echocardiography. *J Cardiology* 9: 159, 1979
- 2) 広瀬 修，齊藤正一，新垣義夫，小口弘毅，羽根田紀幸，神谷哲郎：実時間超音波心臓断層法による総肺静脈還流異常 (supra-cardiac type) の診断。第15回日本小児循環器研究会抄録集，1979
- 3) Sahn DJ, Allen HD: Real-time cross-sectional echocardiographic imaging and measurement of the patent ductus arteriosus in infants and children. *Circulation* 58: 343, 1978