

肺動脈楔入部からのコントラスト心エコー図法：方法論の検討

Technical evaluation of pulmonary arterial wedge contrast echocardiography

里見 元義  
高尾 篤良  
南 頼彰  
岩佐 充二  
奈良井 栄  
木藤 信之  
中村 憲司\*

Gengi SATOMI  
Atsuyoshi TAKAO  
Yoriaki MINAMI  
Mitsuji IWASA  
Sakae NARAI  
Nobuyuki KITOH  
Kenji NAKAMURA\*

Summary

Contrast echocardiography with peripheral venous injection is useful for the diagnosis of various congenital and acquired heart diseases. However, the contrast is not detected in the left heart by peripheral venous injection unless there is a right to left shunt. It is reported that the contrast is seen in the left heart by the injection from pulmonary arterial wedge (PA-W) position during cardiac catheterization, but this technique is not widely applied yet. The purpose of this study is to examine the technique and to evaluate the usefulness and complication of PA-W contrast echocardiography.

Thirty-nine patients with various cardiac diseases, mean age of four years and two months, were studied to clarify 1) relationship between types of catheter (Cournand's catheter versus Berman's balloon catheter) and the quality of contrast echo, 2) comparison between indocyanine green (ICG) and cold saline on the quality of contrast echo, 3) relationship between the size of catheter (5F to 8F) and the quality of contrast echo, 4) detection rate of a left to right shunt, and 5) complications.

One ml of ICG or cold saline was rapidly injected by hand followed by 5 ml of 5% glucose, with double syringe technique, while the tip of endhole catheter is adequately positioned at PA-W (Fig. 1). The ultrasonic beam should be directed to the right ventricular outflow tract (RVOT), aorta (Ao), and left atrium (LA) simultaneously aligned in the same beam zone, and to detect the tricuspid valve (TV), interatrial septum (IAS), and LA by adjusting the beam direction adequately. When two-dimensional echocardiography was applied, the apical four-chamber view was used. The quality of the contrast echo was classified into four grades, i.e., (###) as a grade where a chamber was fully opacified by the contrast; (##) as a grade that the contrast was easily recognized; (+) as a grade, the contrast was barely seen; (-) as no opacification.

The results were as follows:

東京女子医科大学日本心臓血圧研究所 循環器小児科  
\*同 内科  
東京都新宿区河田町 10 (〒162)

Department of Pediatric Cardiology, \*Internal Medicine, Heart Institute Japan, Tokyo Women's Medical College, Kawada-cho 10, Shinjuku-ku, Tokyo 162

Presented at the 22nd Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, March 25-26, 1981  
Received for publication May 2, 1981

1) Positive finding (≡ to +) was obtained in 23/26 cases (88%) by Cournand's catheter and 13/13 cases (100%) by Berman's balloon catheter. The grade (≡) was 8/26 cases (31%) by Cournand's catheter, while 2/13 cases (15%) by Berman's balloon catheter (Table 2). The Cournand's catheter seems to be superior to get a better left heart contrast echo.

2) There was no significant difference between ICG and cold saline to have positive result. By ICG, 24/27 cases (89%) was positive and 14/15 cases (93%) by cold saline (Table 3).

3) There was no definite relations between size of the catheter and quality of the contrast echo (Table 4).

4) Detection rate of a left to right shunt by PA-W contrast echocardiography was 3/16 cases (19%) in VSD, 2/5 cases (40%) in ASD, 2/2 cases (100%) in PAPVR, and 1/1 case (100%) in TAPVR. In total, the detection rate revealed lower value in ASD and VSD, but that of TAPVR and PAPVR was all 100% (Table 5).

5) No complication was seen during and after this method.

In conclusion, this new technique is useful for 1) identification of pulmonary venous return (TAPVR, PAPVR etc.), 2) direct visualization of left to right shunt (VSD, ASD etc.), and 3) assessment of left-sided atrioventricular valve (atresia, straddling, double inlet, regurgitation, etc.).

**Key words**

Pulmonary arterial wedge (PA-W) Contrast echocardiography

はじめに

末梢静脈からのコントラストエコー法<sup>1,2)</sup>は日常臨床上で広く用いられており、診断上も有用であるが、この方法では右左短絡がない限りは通常左心系にコントラストエコーを認めることはできない。しかし、右心カテーテル検査中に、肺動脈楔入部よりコントラストエコー法を施行すると、左心系にコントラストエコーの出現を認めることができる<sup>3-6)</sup>。我々は、この方法の手技の確立を目的として本研究を行った。

対象および方法

対象は東京女子医大心研循環器小児科で心臓カテーテル検査を行った、種々の先天性疾患および川崎病後の患者合計 39 例である。男児 22 例、女児 17 例で平均年齢は 4 歳 2 カ月である。疾患は **Table 1** に示したとおりで、左右短絡性疾患は 24 例、その内訳は総肺静脈還流異常症 (TAPVR) 1 例、部分肺静脈還流異常症 (PAPVR) 2 例、心房中隔欠損症 (ASD) 5 例、心室中隔欠損症 (VSD) 16 例である。

**Table 1. Materials**

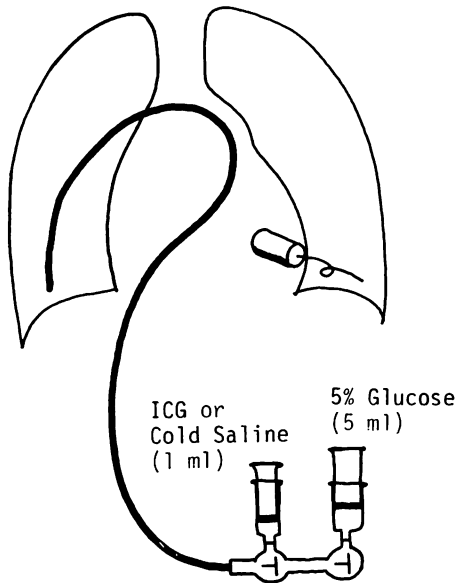
Patients	(PA-W contrast echocardiography)
VSD	16
ASD	5
PS	3
PAPVR	2
MCLS	2
TGA (PO)	2
TOF (PO)	2
TAPVR (PO)	2
RV tumor	2
ECD (PO)	1
TAPVR	1
MR	1
Total	39

mean age: 4y2m  
Male : 22  
Female: 17

L to R shunt: 24

PO=postoperation.

方法は **Fig. 1** に示すとおりで、直孔のカテーテルを肺動脈楔入部まで挿入したのち、超音波診断装置を用いて観察しながら、ダブルシリンジ法を用いて行った。すなわち、二連結にした三方活



**Fig. 1. Method of pulmonary arterial wedge (PA-W) contrast echocardiography.**

Five ml of 5% glucose is injected rapidly by hand following injection of 1 ml of indocyanine green (ICG) or cold saline using double syringe method from the endhole catheter inserted to the adequate PA-W position during observation of M-mode or two-dimensional echocardiograms.

栓の一方には、1 バイアル 25 mg のインドシアニグリーン (ICG) を 10 ml に溶解したものを、または冷却した生食を 1 ml ディスポーザブル注射器に満たして接続し、もう一方には 5% ブドウ糖液 5 ml をディスポーザブル注射器に満たして接続し、最初 ICG または冷却した生食 1 ml を注入し、すばやく三方活栓を操作して 5% 糖液 5 ml で急速におすという方法である。

超音波診断装置は、M モード心エコー図は Irex 製 System III, UCG ポリグラフを、心断層エコー図は ATL 製 Mark III 型メカニカルセクタスキャナーおよび、Aloka 製 SSD-110S メカニカルセクタスキャナーを用いた。

以上の方法で 1) Cournand カテーテルと Berman's balloon カテーテルでの比較検討, 2)

コントラスト物質として、ICG と冷却した生食との比較検討, 3) カテーテルの太さとコントラストエコーの出現の仕方の検討, 4) 左右短絡性疾患におけるコントラストエコーの左心系から右心系への短絡の検出率, そして 5) 合併症について検討を行った。

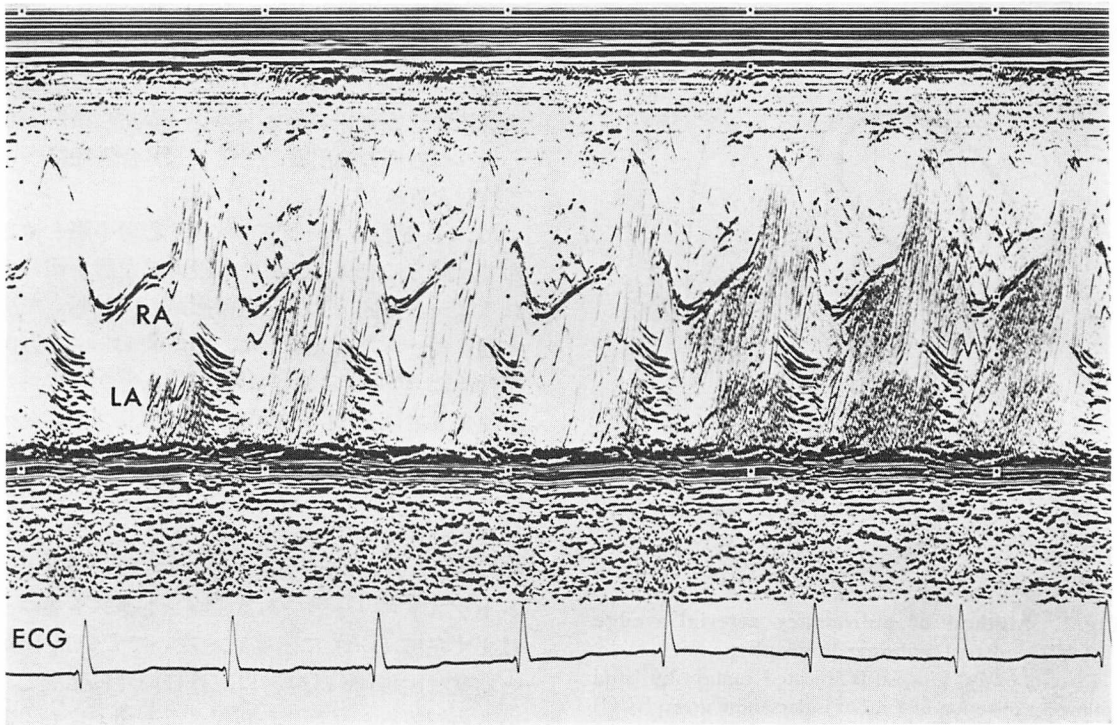
M モード心エコー図では、a) 心房中隔をはさんで、前方に右房、三尖弁、後方に左房が観察されるビーム方向、b) 右室流出路、大動脈、左房を通るビーム方向を用いた。Fig. 2 は a) の方向で行った ASD の症例の肺動脈楔入部からのコントラストエコー (PA-wedge コントラストエコーと略) 図である。コントラストエコーはまず左房 (LA) に出現し、次いで心房中隔を貫いて右房 (RA) に出現しているのが認められた。Fig. 3 は b) の方向で行った VSD の症例の PA-wedge コントラストエコー図である。コントラストエコーはまず左房 (LA) に出現し、次いで大動脈 (Ao) と右室流出路 (RVOT) に、ほぼ同時に出現しているのが認められた。心断層エコー図では心尖部からの four chamber view を用いて行った。Fig. 4 は VSD の症例の PA-wedge コントラストエコー図である。コントラストエコーはまず左房 (LA) に出現し、心室の拡張期に左心室 (LV) に流入し、次の心室の収縮期に一部右心室 (RV) へ出現するのが認められた。

1)~3) については、コントラストエコーの出現の仕方を、chamber 全体がコントラストエコーで充満されてしまうものを (卍), chamber 全体は満たされないが、容易に出現がわかるものを (卍), ほんのわずかにしか出現しないものを (+), 全く出現しないものを (-) として検討を行った。

## 結 果

### 1. カテーテルの違いによるコントラストエコーの出現の仕方の検討

Cournand カテーテルと balloon カテーテルの比較検討を行い、Table 2 に示す結果を得た。すなわち全体としての出現率は 39 例中 36 例 (92%)



**Fig. 2. Pulmonary arterial wedge (PA-W) contrast echocardiogram from a patient with atrial septal defect (ASD).**

Contrast echoes are initially detected in the LA and then seen in the RA through the defect.  
LA=left atrium; RA=right atrium; IAS=interatrial septum.

で, Cournand カテーテルでは 26 例中 23 例 (89%), balloon カテーテルでは 13 例中 13 例 (100%) と有意の差は認められないが, コントラストエコーの出現の仕方を考慮すると, (卍)は Cournand カテーテルでは 26 例中 8 例 (31%), balloon カテーテルでは 13 例中 2 例 (15%) と balloon カテーテルよりも, Cournand カテーテルのほうが幾分良いようである。

## 2. コントラスト物質の検討

コントラスト物質の違いによるコントラストエコーの出現の仕方を ICG と冷却した生食とで比較検討し, **Table 3** に示す結果を得た. ICG では 27 例中 24 例 (89%), 冷却した生食では 15 例中 14 例 (93%) と有意の差は認められなかった. またコントラストエコーの出現の程度を考慮して

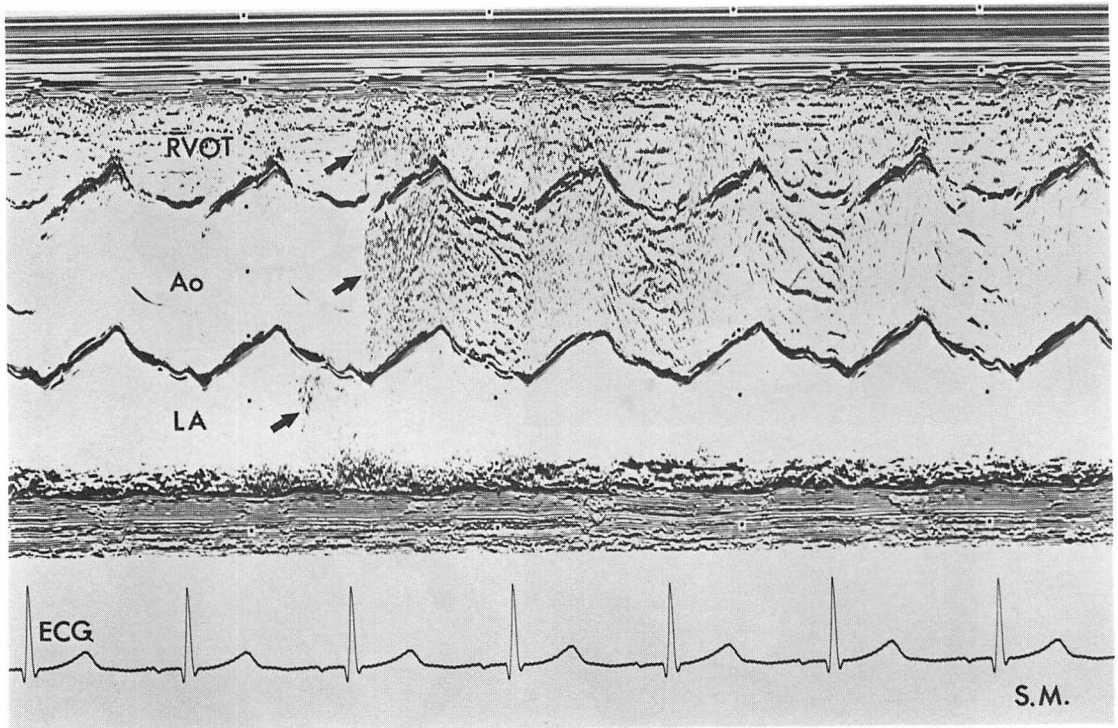
も, (卍)は ICG で 27 例中 5 例 (19%), 冷却した生食で 15 例中 5 例 (33%) と大差は認めなかった. 3 例では両方のコントラスト物質を試みたので, 症例総数は 42 例となっている。

## 3. カテーテルの太さによるコントラストの出現の仕方の検討

カテーテルの太さは対象とした症例の体重または直視下に静脈の太さによって選択し, それぞれの太さにおけるコントラストエコーの出現の仕方を検討し, **Table 4** に示すとおりの結果を得た. すなわち, カテーテルの太さの違いによるコントラストエコーの出現の仕方には有意の関係はないと判断された。

## 4. 左右短絡の検出についての検討

**Table 5** に示すとおり, 左右短絡性疾患 24 例



**Fig. 3. Pulmonary arterial wedge (PA-W) contrast echocardiography from a patient with ventricular septal defect.**

Contrast echoes are initially recognized in the LA and then found in the RVOT and aorta almost at the same time (arrow; contrast echo).

LA=left atrium; RVOT=right ventricular outflow tract.

中左右短絡が検出できたものは8例(33%)であった。各疾患別の検出率はVSDで16例中3例(19%)、ASDでは5例中2例(40%)、PAPVR2例中2例(100%)、TAPVR1例中1例(100%)であった。Fig. 5にTAPVRの症例のPA-wedgeコントラストエコー図を示す。コントラストエコーは左房(LA)には出現せず、右房(RA)に出現した<sup>6)</sup>。

#### 5. 合併症についての検討

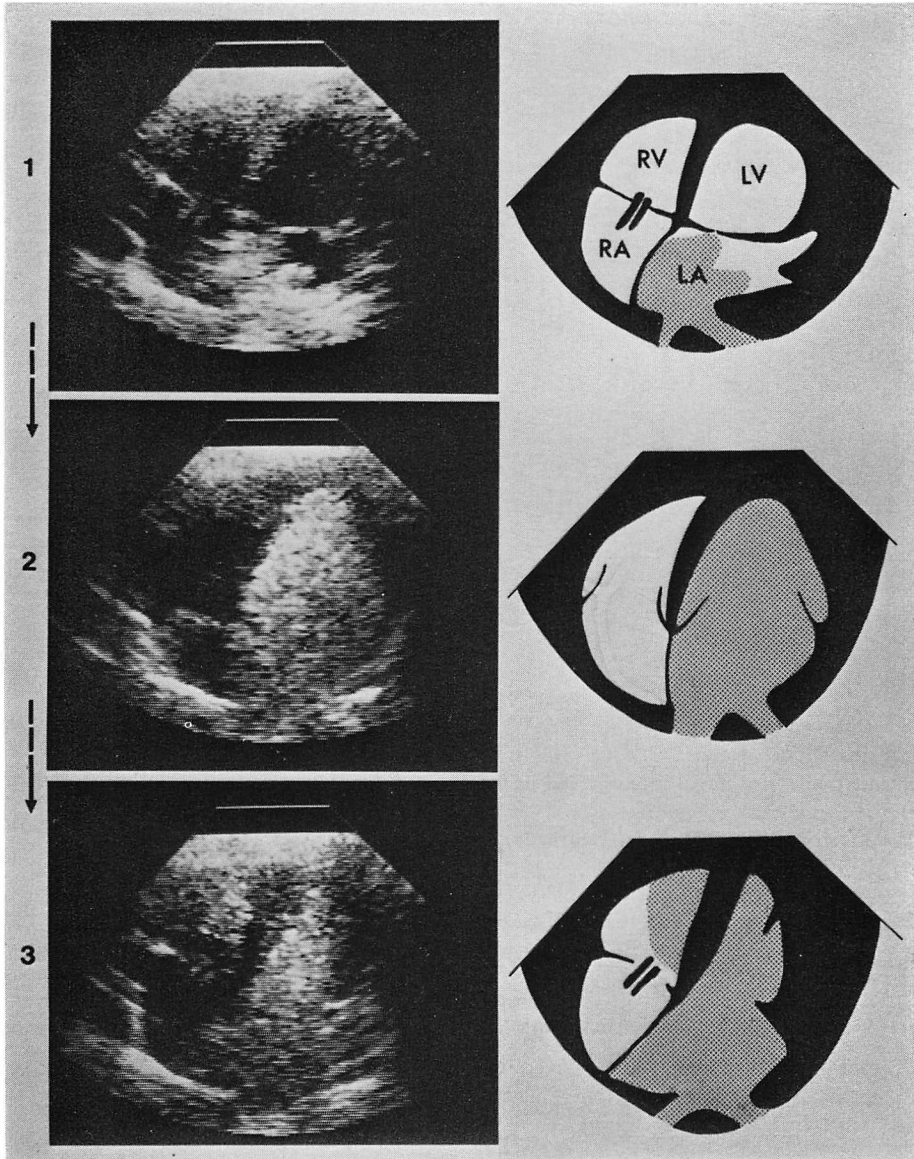
対象とした症例中本法施行中および施行後の合併症は1例も認めなかった。

#### 考 案

肺動脈楔入部からのコントラストエコー法は、

1979年 Bommer ら<sup>3)</sup>が、1980年 Reale ら<sup>4)</sup>が報告し、1980年 Meltzer ら<sup>5)</sup>の記載があるがまだその手技が確立したとはいえず、その有用性も広く知られていない。従来、microcavitationは肺動脈毛細管を通過することができないために、右心系から左心系への出現は通常認められないとされていた<sup>2)</sup>が、このような方法で左心系に出現するのは、楔入部から圧を加えて急速に注入したために、肺動脈の毛細管を通過したためであると考えられる<sup>6)</sup>。

今回の我々の検討では、Cournandカテーテルとballoonカテーテルとの比較では、コントラストエコーの出現の有無だけに関しても大差は認められなかったが、chamber全体が充満さ



**Fig. 4. Pulmonary arterial wedge (PA-W) contrast echocardiograms from a patient with VSD observed by two-dimensional echocardiography.**

Contrast echoes initially appear in the LA in ventricular systole (panel 1), thereafter enter into the LV in ventricular diastole (panel 2) and some of the contrast echoes is detected in the RV in the next ventricular systole (panel 3).

VSD=ventricular septal defect; LA=left atrium; LV=left ventricle; RV=right ventricle.

**Table 2. Relationship between difference of the catheter and quality of the echo**

	‡	‡‡	+	-	
Cournand	8	5	10	3	26
Balloon	2	1	10	0	13
Total	10	6	20	3	39

‡: fully occupied with the contrast; ‡‡: easily recognized; +: seen only a little; -: no appearance.

**Table 3. Effect of difference in contrast material on quality of the echo**

	‡	‡‡	+	-	
ICG	5	4	15	3	27
Cold saline	5	3	6	1	15
Total	10	7	21	4	42

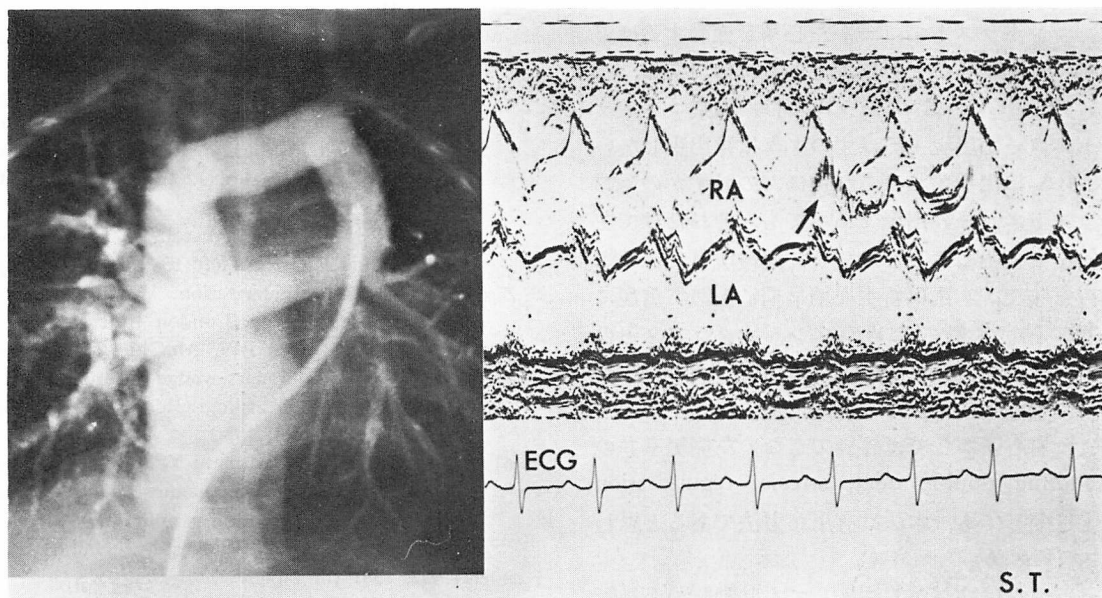
(includes 3 cases examined by both methods)

**Table 4. Relationship between size of the catheter and quality of the echo**

	‡	‡‡	+	-	
8 F	0	0	1	0	1
7 F	5	3	13	3	24
6 F	5	2	6	0	13
5 F	0	1	0	0	1

**Table 5. Detection rate of left to right shunt by pulmonary arterial wedge (PA-W) contrast echocardiography**

VSD	3/16 ( 19%)
ASD	2/ 5 ( 40%)
PAPVR	2/ 2 (100%)
TAPVR	1/ 1 (100%)
Total	8/24 ( 33%)



**Fig. 5. Pulmonary arterial wedge (PA-W) contrast echocardiogram from a patient with TAPVR.**

Left panel shows the angiogram of this patient. Right panel shows that contrast echo is found only in the RA instead of LA.

TAPVR=total anomalous pulmonary venous return; RA=right atrium; LA=left atrium.



れるほど十分に出現させるためには, balloon カテーテルよりも Cournand カテーテルのほうがいくらかよいようであり, Meltzer ら<sup>5)</sup>と同様の結果を得た. これは Cournand カテーテルのほうがより十分な wedge position が得られやすいためであるとも考えられる.

ICG と冷却した生食との比較では, コントラストエコーの出現の仕方には有意の差を認めず, 従ってより non-invasive に近い冷却した生食のほうがよいと思われる.

カテーテルの太さの違いによるコントラストエコーの出現の仕方には大差を認めず, 従ってカテーテルは各症例によって最適の太さを選択すればよいと思われる.

左右短絡の検出については, VSD, ASD については検出率が低く, 検出されれば直接証明となり得るが, 検出されないからといって左右短絡を否定する根拠としては用いることはできない. これは VSD, ASD で左右短絡を証明するためには, コントラストエコーが左心系を充満するほど大量に出現することが要求されるためである. これに対し TAPVR, PAPVR では, 本来コントラストエコーが出現するはずの LA には出現しないで, RA に出現すればこれはほんのわずかのコントラストエコーの出現であっても, それだけで左右短絡を証明したことになり, 異常所見である<sup>6)</sup>. その意味で, 本法は新生児期早期に極めて重症に陥り, 確定診断のためのアンジオグラフィーの後, しばしば状態の悪化を来す TAPVR の新しい確定診断法としても有用である.

また右心系からでは評価できない左側房室弁の straddling, double inlet, atresia, regurgitation などに関しても, 本法は有用な方法であると思われる (Fig. 6).

最近, 末梢静脈から注入しても肺動脈の毛細管を通過するコントラスト法の研究もなされており<sup>7)</sup>, より non-invasive に, より正確な診断法へと進歩しているが, 本法もカテーテル検査という invasive method の中で, 前述のように適応

疾患を選べば有意義な新しい検査法となりうる.

## 結 語

PA-wedge コントラストエコーの方法について検討を行った. 1) カテーテルの種類は, 大量のコントラストエコーを出現させるためには balloon カテーテルよりも Cournand カテーテルのほうが幾分良かった. 2) コントラスト物質としては, ICG と冷却した生食では大差を認めなかった. 3) カテーテルの太さによるコントラストエコーの出現の仕方には差を認めなかった. 4) 左右短絡の検出率は 33% と低かったが, TAPVR, PAPVR ではいずれも 100% で診断的にも有用であった. 5) 合併症は 1 例も認められなかった.

## 文 献

- 1) Gramiak R, Shan PM, Kramer DH: Ultrasound cardiography: Contrast studies in anatomy and function. *Radiology* **92**: 939-948, 1969
- 2) Seward JB, Tajik AJ, Spangler JG, Ritter DG: Echocardiographic contrast studies. *Mayo Clin Proc* **50**: 163-192, 1975
- 3) Bommer WJ, Mason DT, De Maria AN: Studies in contrast echocardiography: Development of new agents with superior reproducibility and transmission through lungs. *Circulation* **59-60** Suppl II. 1979
- 4) Reale A, Pizzuto F, Martuscell E: Echocardiographic visualization of left to right shunt by venous cardiac catheterization. *World Congress of Pediatric Cardiology*. London June 1980
- 5) Meltzer RS, Serruys PW, McGhie J, Verbaan N, Roelandt J: Pulmonary wedge injections yielding left-sided echocardiographic contrast. *Br Heart J* **44**: 390-394, 1980
- 6) Satomi G, Takao A, Minami Y, Iwasa M, Narai S, Kitoh N, Nakamura K: Diagnosis of anomalous pulmonary venous return by pulmonary arterial wedge contrast echocardiography. *Shinzo* **13**: 944-952, 1981 (in Japanese)
- 7) Bommer WJ, Tickner EG, Rasor J, Greh T, Mason DT, DeMaria AN: Development of a new echocardiographic contrast agent capable of pulmonary transmission and left heart opacification following peripheral venous injection. *Circulation*. **62** (Suppl III): 108, 1900 (abstr)