

末梢コントラストエコー図法による心室中隔欠損症の左右シャントの検出

Detection of left to right shunts in ventricular septal defects by peripheral contrast echocardiographic techniques

佐々木 昭  
正路浩二郎  
吉田 清  
中東 広志  
田畑 洋司  
丹治 康浩  
斎藤 公男  
上原 偉男  
古谷 四郎\*  
依田 忠雄\*\*

Akira SASAKI  
Kojiro SHOJI  
Kiyoshi YOSHIDA  
Hiroshi NAKATO  
Yoji TABATA  
Yasuhiro TANJI  
Kimio SAITO  
Hideo UEHARA  
Shiro FURUTANI\*  
Tadao YODA\*\*

Summary

In view of the paucity of a report concerning contrast echocardiographic visualization of a "left-to-right" shunt in ventricular septal defect (VSD), 15 patients with isolated VSD aged from 4 months to 69 years old were investigated by peripheral contrast echocardiography.

The conclusions were as follows:

1) A negative contrast echo, which was produced by the non-contrast-containing blood flowing through the interventricular septum and displacing the contrast-containing blood within the right ventricle, was observed in 3 patients.

2) Steep right-upward echo pattern of a flow in the right ventricle during systole reflecting an inter-ventricular left-to-right shunt was observed in 12 patients by M-mode contrast echocardiography.

3) In 15 normal subjects, above-mentioned findings could not be demonstrated.

岡山赤十字病院 内科

\*同 外科

\*\*同 小児科

岡山市丸ノ内 1-6-20 (〒700)

Department of Internal Medicine, \*Surgery and

\*\*Pediatrics, Okayama Red Cross Hospital, Marunouchi 1-6-20, Okayama 700

Presented at the 20th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Nagoya, March 29-30, 1980

Received for publication June 13, 1980

**Key words**

Isolated ventricular septal defect  
Flow patterns

Peripheral contrast echocardiography  
Interventricular left to right shunts

Negative contrast echo

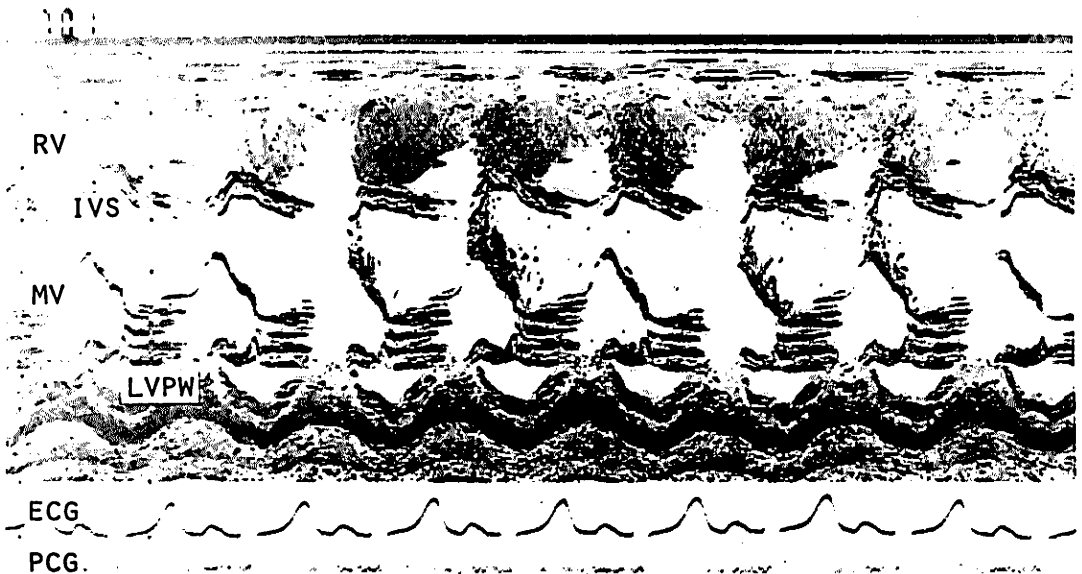
はじめに

Gramiak<sup>1,2)</sup>により始められた contrast echo 法は現在各種心疾患に対して臨床応用されており, ことにシャントを有する先天性心疾患においてその診断的価値は大きい. Contrast echo 法による右左シャントの観察については, 多数の報告が見られる<sup>3-7)</sup>. 一方, 末梢 contrast echo 法による左右シャントに関しては, 心房中隔欠損症 (atrial septal defect: ASD) において, negative contrast echo として左右シャントが観察されているが<sup>8-10)</sup>, 心室中隔欠損症 (ventricular septal defect: VSD) における左右シャントの検出についてはまだ報告がない. 今回我々は, 末梢静脈を用いる contrast echo 法で, isolated VSD 例の左右シャントを negative contrast echo, および右

室内の血流パターンとして観察しえたので報告する.

対象と方法

対象は各種臨床検査により isolated VSD と診断された 15 例で, 年齢は 4 ヶ月から 69 歳 (平均 21 歳) である. 正常対照例として 15 例を選んだ. 観察は主として第四肋間胸骨左縁で行い, 一部の症例では第三肋間胸骨左縁で行った. M モード心エコー図は僧帽弁方向で記録し, 心断層図は左室長軸方向で行った. Contrast echo 法は成人例では 21 ゲージ翼状針を用い, 肘静脈より 5% ブドウ糖液約 5 ml の急速注入を行い, 同一症例につき約 10 回繰り返した. 超音波装置は Alaka 製 SSD-110S で, 探触子は 2.25 MHz, 焦点距離 7.5 cm, または 5 MHz, 焦点距離 5 cm の四面



**Fig. 1.** M-mode contrast echocardiogram in a patient with ventricular septal defect (2-year-old female).

An interventricular left-to-right shunt is demonstrated by a negative contrast echo during systole.

探触子を用い、ポラロイドフィルムおよび strip chart recorder により紙送り速度 25 mm/sec, または 50 mm/sec で記録した。断層図はビデオテープに記録した。

## 結 果

### 1. Negative contrast echo

VSD 15 例中 3 例で negative contrast echo が観察された。Figs. 1, 2 に M モード心エコー図を示す。収縮期に中隔に接した部分で、右室内に contrast echo の欠損像が見られた。Fig. 3 は左室長軸方向の心断層図である。拡張期には右室は contrast echo で満たされ、一方収縮期には欠損孔と思われる部に接して右室内に、negative contrast echo が観察された。

### 2. 右室内血流パターン

左右シャントの血流を反映すると考えられる、M モード心エコー図での収縮期の急峻な右上りの右室内血流パターンは、VSD 15 例中 12 例で

観察された。Fig. 4 は Fig. 1 と同一症例で、ビーム方向をわずかに心尖部方向に向け、心室中隔が連続して観察される方向で記録したものである。ほぼ全収縮期にわたる急峻な右上りの血流パターンが観察された。Figs. 5, 6 でも収縮期、右室内で同様の血流パターンが見られる。Fig. 7 では拡張期に僧帽弁前尖の前方に contrast echo が出現し、右左シャントの存在は明らかである。右左シャントによりいったん左室内に出現した contrast echo が収縮期に左右シャントにより右室に押し戻される像が観察された(図矢印)。その血流パターンと右室内の右上りの血流パターンとは同一であり、収縮期に右室内で観察される右上りの血流パターンは左右シャントを反映しているものと考えられた。Fig. 8(A) は末梢静脈を用いた contrast echo 図で、収縮期に右上りの血流パターンが見られる。Fig. 8(B) は卵円孔をとおり、カテーテルを左房内に置き contrast echo 法を施行したものである。左右シャントにより右室内に

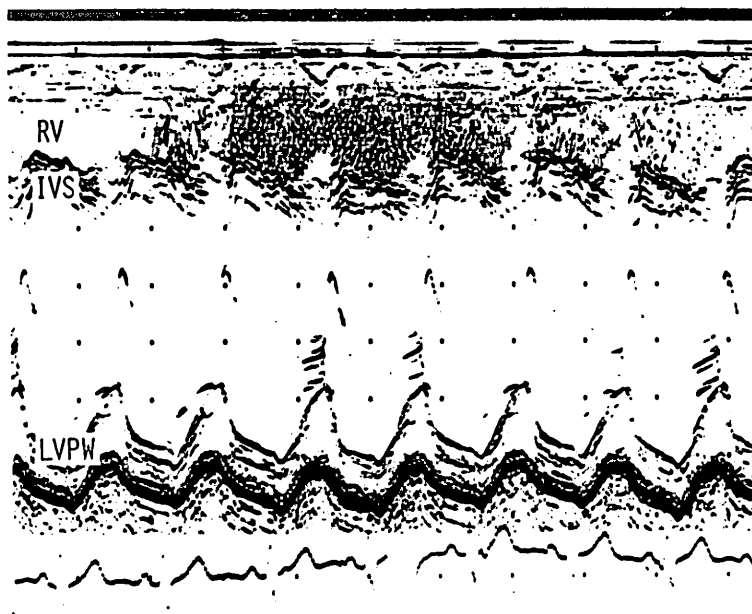
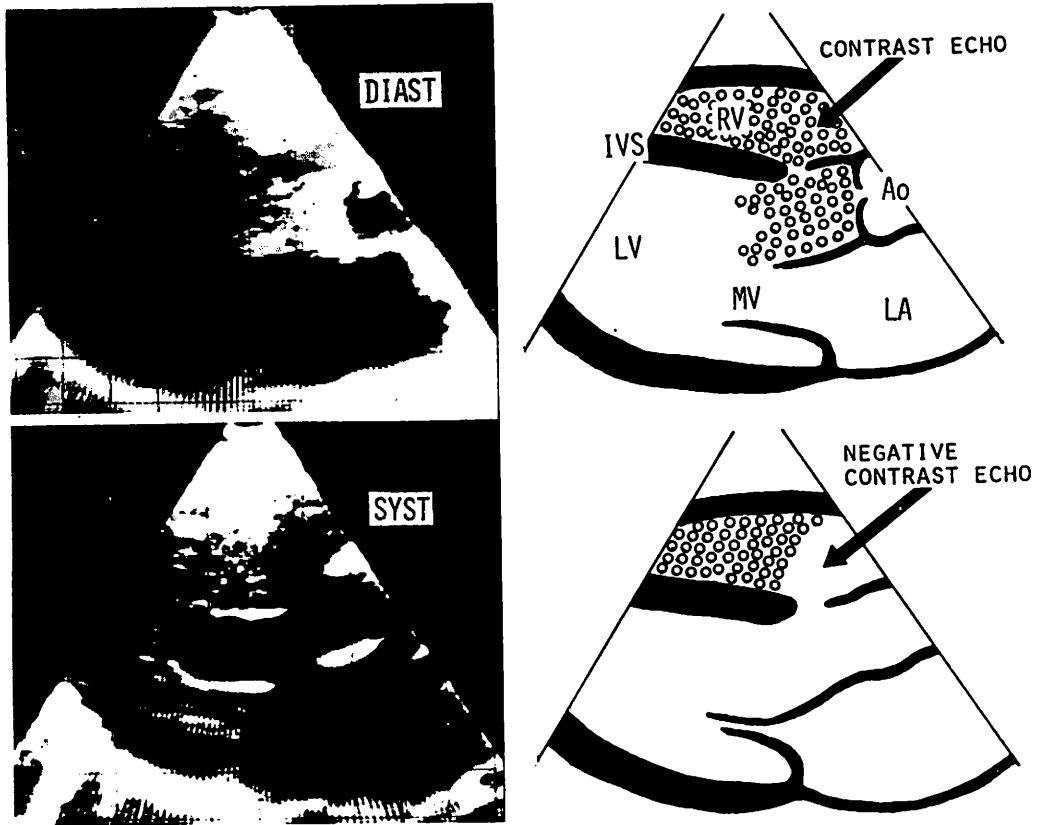


Fig. 2. M-mode contrast echocardiogram in a patient with ventricular septal defect (6-year-old male).

A negative contrast echo is observed in the right ventricle in late systole.



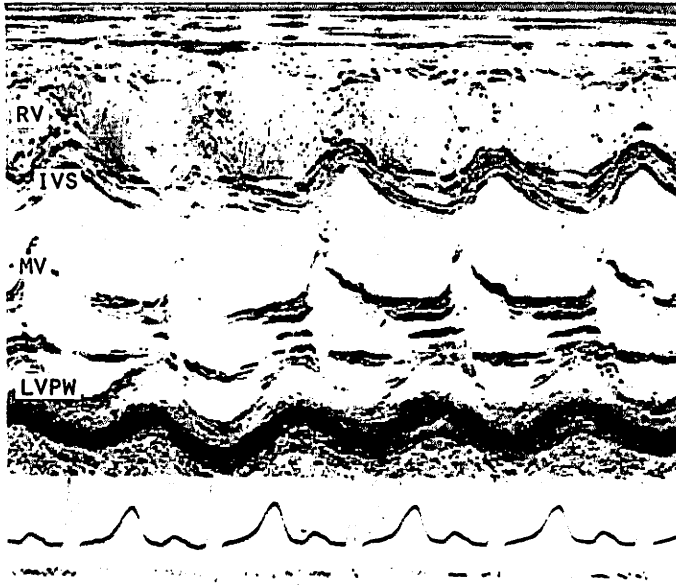
**Fig. 3. Long axis cross-sectional contrast echocardiograms (same patient in Fig. 1).**  
 In diastole (DIAST), the right ventricle is homogeneously filled with contrast material and the echo is also visible in the left ventricular outflow tract by the presence of an interventricular right-to-left shunt. In systole (SYST), a negative contrast echo is observed in the right ventricle.

contrast echo が出現しているが (図矢印), その血流パターンは Fig. 8(A) で見られる血流パターンと同様の像を呈しており, 末梢 contrast echo 法で観察される収縮期右室内の急峻な右上りの血流パターンは, 左右シャントによる血流を反映しているものと考えられる.

### 3. 正常対照例

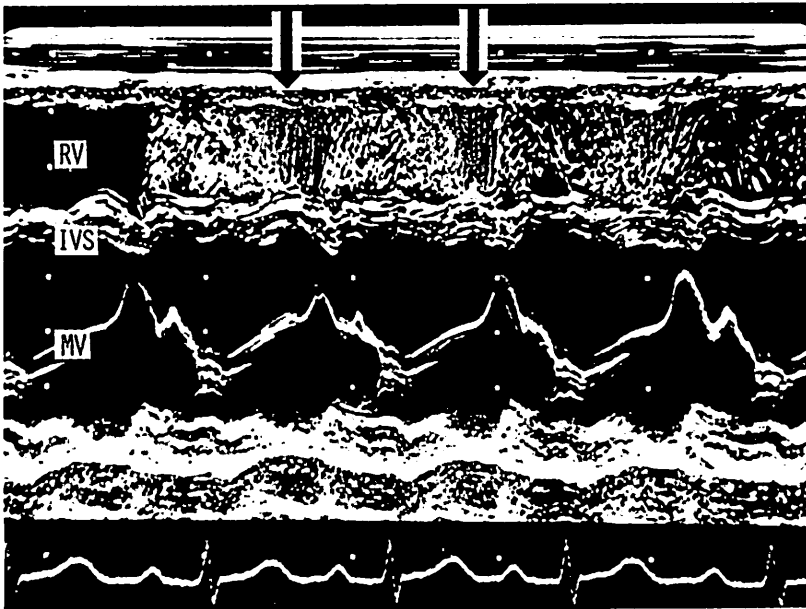
正常対照例 15 例では, M モード心エコー図でも断層図でも negative contrast echo は観察されなかった. M モード心エコー図による右室内の血流パターンは正常例では, 心周期を通じて右上り, 収縮期右下り, 拡張期右上り, あるいは心

周期を通じて右下り等, 種々の血流パターンが観察された. 収縮期に右上りの血流パターンが見られた場合でも, 拡張期の右上りのパターンのほうがより明瞭かつ急峻であり, VSD 例とは明らかに異なっていた. また一部の例で, ビーム方向により, 収縮期の右上りの傾斜が拡張期に比べわずかに大である例も見られたが, VSD 例に見られるほぼ垂直に近い右上りの血流パターンとは異なっており, 鑑別可能と思われた. Fig. 9(A) では拡張早期および収縮期に右上りの血流パターンが見られるが, 拡張期のほうが明瞭かつ急峻である. 第四肋間胸骨左縁の外側寄りから記録すると



**Fig. 4.** M-mode contrast echocardiogram (same patient in Fig. 1).

During systole, steep right-upward echo pattern which is thought to reflect a left-to-right shunt flow is observed in the right ventricle.



**Fig. 5.** M-mode contrast echocardiogram in a patient with ventricular septal defect (4-year-old female).

Black arrows indicate a steep right-upward echo pattern in late systole.

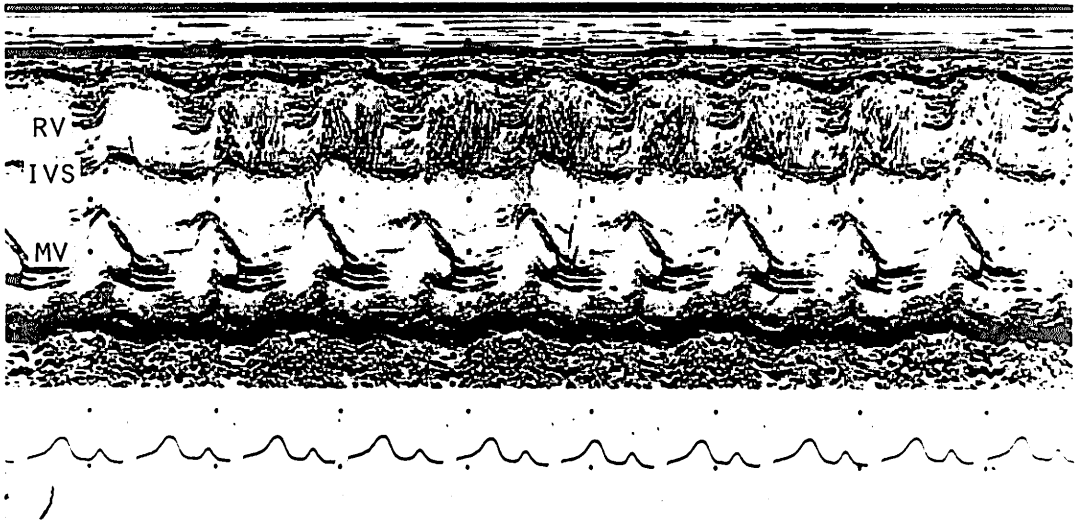


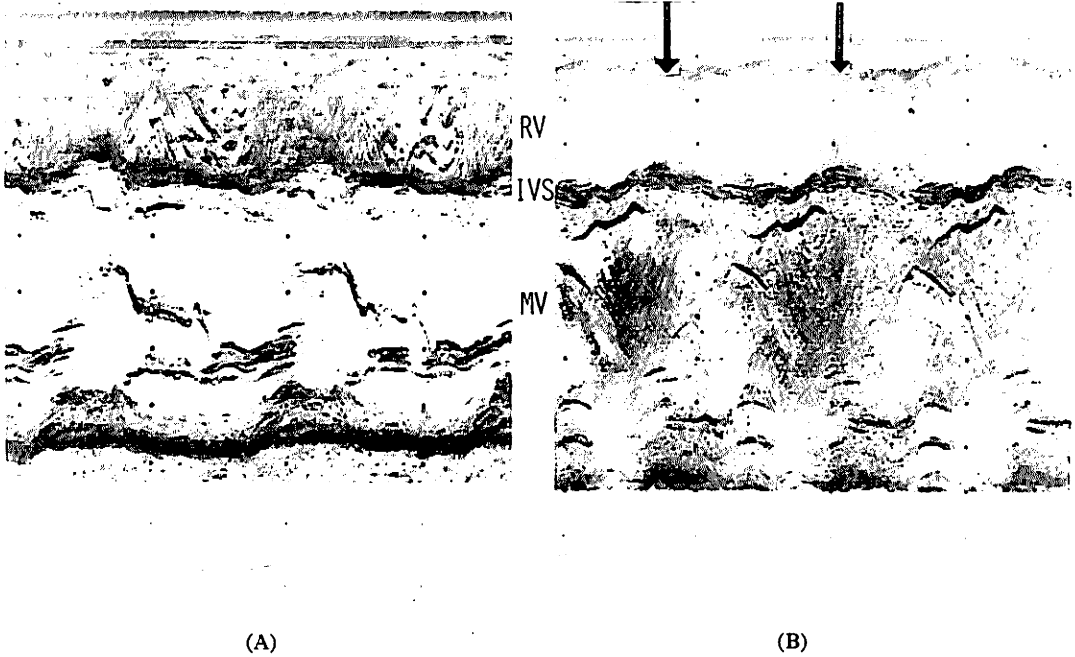
Fig. 6. M-mode contrast echocardiogram in a patient with ventricular septal defect (4-month-old male).

A steep right-upward echo pattern of a flow is observed in the right ventricle during systole.



Fig. 7. M-mode contrast echocardiogram in a patient with ventricular septal defect (same patient in Fig. 6).

During diastole, a contrast echo appears in the left ventricle anteriorly to the mitral valve echo, suggesting a right-to-left shunting at the ventricular level. A contrast echo appeared in the left ventricle is washed back to the right ventricle in systole as indicated by arrows.



**Fig. 8. M-mode contrast echocardiograms in a patient with ventricular septal defect (47-year-old male).**

Panel (A) was recorded by peripheral contrast echocardiographic techniques and panel (B) was recorded after injection of 5% dextrose in water with the catheter tip in the left atrium through the foramen ovale.

During systole, a similar flow pattern is observed in the right ventricle as indicated by arrows.

**Fig. 9(B)**のごとく、心周期を通じて右下りの血流パターンが観察される。**Fig. 9(C)**では収縮期右下り拡張期右上りのパターンが見られる。

### 考 案

VSDの心エコー図法での診断は一般に困難である。左室の容量負荷を示す所見、右室、左房の拡大等の所見が得られることもあるが、これらは非特異的所見にすぎず、またsmall VSDの場合、心エコー法では何ら異常所見を呈さないといわれている。一方、心断層図法で欠損孔を検出するという報告がある<sup>11,12)</sup>が、これはlarge VSDに限られ、また欠損孔の部位による制約も加わるものと思われる。また正常人でも欠損孔があるかのごとく観察される場合もあり、偽陽性例との厳重

な鑑別が必要である。いずれにせよ心エコー図法によるVSDの診断は、現状の装置ではきわめて慎重でなければならないと思われる。今回検討したVSD 15例では、心断層法で欠損孔が明瞭に描出しえた症例は3例であった(**Table 1**)。

Contrast echo法は右左シャントの検出には、きわめて鋭敏な方法である。Sewardら<sup>7)</sup>は、末梢contrast echo法でVSDの右左シャントを観察し、肺高血圧を伴った場合のみ右左シャントが存在すると報告している。またSerwerら<sup>3)</sup>は、VSD例で右左シャントのパターンとQp/Qs、右室圧が相関すると報告している。心室レベルでの右左シャントがあれば、VSDの直接的診断となりうるのであるが、一般にそのような例は少なく、我々の今回の検討でも15例中右左シャントを観

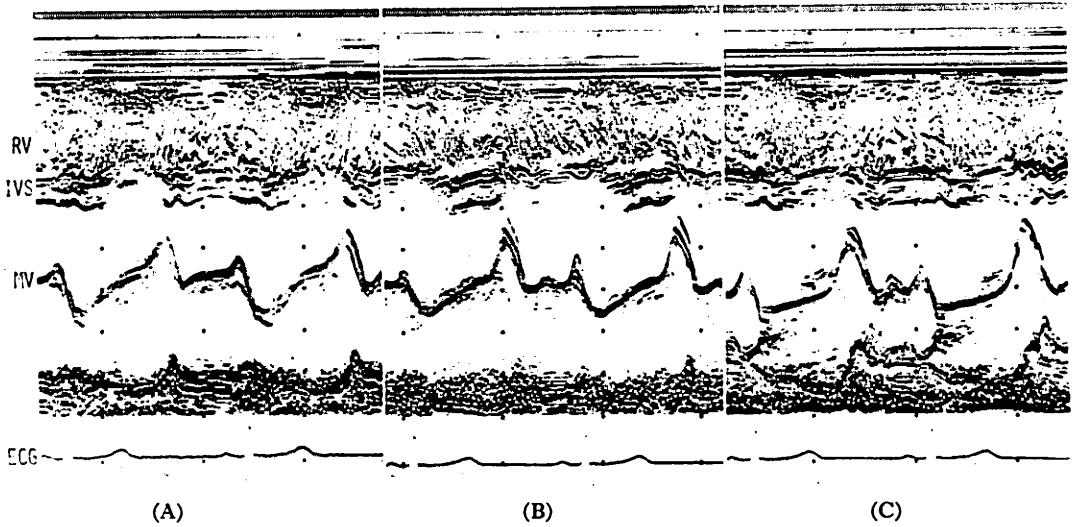


Fig. 9. M-mode contrast echocardiogram in a normal subject (18-year-old male).

Panel (A) and (C) were recorded with the transducer in the fourth intercostal space along the left sternal border. Panel (B) was recorded with the transducer laterally in the fourth intercostal space.

Table 1. Echocardiographic data in 15 patients with ventricular septal defect

Case	Age	Sex	Negative contrast echo	Flow pattern	Visualization of the defect	Contrast echo (LV)	L-R shunt %
1	36	M	—	○	○	○	
2	2	F	○	○	○	○	61
3	6M	F	—	—	—	—	
4	4	F	○	○	—	—	26
5	18	F	—	○	—	—	
6	36	F	—	○	—	—	0
7	48	M	—	—	—	—	17
8	69	M	—	—	—	—	0
9	4M	M	—	○	—	○	
10	1	M	—	○	—	—	
11	6	M	○	○	—	—	
12	6	F	—	○	○	—	
13	2	F	—	○	—	—	
14	47	M	—	○	—	—	17
15	41	F	—	○	—	—	

M= male; F= female.



察しえたのは3例にすぎない (Table 1).

一方、末梢 contrast echo 法による左右シャントの検出については、ASD 例において Weyman ら<sup>9)</sup>により報告されており、心断層図法で左右シャントを negative contrast echo として観察している。しかし VSD の左右シャントの検出に関しては、今まで報告がない。今回我々は、末梢 contrast echo 法で、VSD の左右シャントを negative contrast echo および右室内血流パターンとして観察しえた。Negative contrast echo は VSD 15 例中3例に観察され、また左右シャントの血流を反映すると考えられる M モード心エコー図での収縮期の急峻な右上りの右室内血流パターンは、12例に観察しえた。なお正常対照例ではこれらの所見は観察されなかった。右室内血流パターンは VSD の多くの例で観察され、また酸素飽和度による方法ではシャント率 0 の VSD 例でも検出され、VSD の診断に有用な方法であると考えられた。今回は症例数も少なく、また欠損孔の部位、シャント率等との相関について言及しえなかった。さらに症例を重ね検討したい。

## 結 論

末梢 contrast echo 法で isolated VSD 15 例の左右シャントを検討した。

- 1) Negative contrast echo が3例で観察しえた。
- 2) 左右シャントによる血流を反映すると考えられる、M モード心エコー図での収縮期の急峻な右上りの右室内血流パターンは、12例に観察された。
- 3) 正常対照例 15 例では、VSD で観察されたとき所見は得られなかった。

## 要 約

VSD の左右シャントに関しては今まで報告されているが、左右シャントの検出についてはまだ報告がない。今回、我々は末梢静脈を用いる contrast echo 法で、isolated VSD 15 例(4 ヶ月～

69 歳)の左右シャントを検討し、つぎの結果を得た。

- 1) 心室中隔を通過して流入した、contrast を含まない血液が、右室の contrast を含む血液と置き換えることにより生じる negative contrast echo は3例で観察された。
- 2) 心室レベルでの左右シャントを反映する、収縮期の急峻な右上りの右室内血流パターンは、M モード心エコー図で12例に観察しえた。
- 3) 正常対照例 15 例では、VSD で観察されたとき所見はえられなかった。

## 文 献

- 1) Gramiak R, Shah PM: Echocardiography of the aortic root. *Invest Radiol* 3: 356, 1968
- 2) Gramiak R, Shah PM, Kramer DH: Ultrasound cardiography: Contrast studies in anatomy and function. *Radiology* 92: 939, 1969
- 3) Kerber RE, Kroschos JM, Lauer RM: Use of an ultrasonic contrast method in the diagnosis of valvular regurgitation and intracardiac shunts. *Amer J Cardiol* 34: 722, 1974
- 4) Seward JB, Tajik AJ, Spangler JG, Ritter DG: Echocardiographic contrast studies. Initial experience. *Mayo Clin Proc* 50: 163, 1975
- 5) Valdes-Cruz LM, Pieroni DR, Roland JMA, Varghese PJ: Echocardiographic detection of intracardiac right-to-left shunts following peripheral vein injections. *Circulation* 54: 558, 1976
- 6) Valdes-Cruz LM, Pieroni DR, Roland JMA, Shemotek JP: Recognition of residual post-operative shunts by contrast echocardiographic techniques. *Circulation* 55: 148, 1977
- 7) Seward JB, Tajik AJ, Hagler DJ, Ritter PG: Peripheral venous contrast echocardiography. *Amer J Cardiol* 39: 202, 1977
- 8) Weyman AE, Wann LS, Caldwell RL, Hurwitz RA, Dillon JC, Feigenbaum H: Negative contrast echocardiography: A new method for detecting left-to-right shunts. *Circulation* 59: 498, 1979
- 9) 吉岡史夫, 竹内純孝, 松永伸二, 横地一興, 田中地平, 小池茂之, 加藤裕久: Contrast echoangiography による心内血流診断. *J Cardiology* 9: 675, 1979
- 10) 榊原 博, 別府慎太郎, 永田正毅, 増田喜一, 朴永大, 宮武邦夫, 木下直和, 仁村泰治: エコー造影法による二次口心房中隔欠損短絡血流の検討——高

佐々木, 正路, 吉田, ほか

速走超音波断層法による検索——. 日超医講演論文集 35: 81, 1979

- 11) King DL: Visualization of ventricular septal defects by cardiac ultrasonography. *Circulation* 48: 1215, 1973
- 12) 日比範夫, 伊藤尚雄, 荒川武実, 西村欣也, 立村宏, 石原花子, 三輪 新, 多田久夫, 神戸 忠: 高

速度超音波心臓断層法(第四報). 心室中隔欠損の検出について. 日超医講演論文集 27: 267, 1975

- 13) Serwer GA, Armstrong BE, Anderson PAW, Sherman D, Benson DW, Edwards SB: Use of contrast echocardiography for evaluation of right ventricular hemodynamics in the presence of ventricular septal defects. *Circulation* 58: 327, 1978