

肺動脈弁閉鎖不全の心エコー  
一図所見

Echocardiographic features of pulmonary insufficiency

吉川 純一  
吉田 清  
大脇 嶺  
加藤 洋  
柳原 皓二  
鈴木 隆夫  
奥町富久丸  
高木 義博  
馬場 國藏\*  
富田 安彦\*  
深谷 隆\*  
草川 実\*\*  
庄村 赤裸\*\*

Junichi YOSHIKAWA  
Kiyoski YOSHIDA  
Takane OWAKI  
Hiroshi KATO  
Koji YANAGIHARA  
Takao SUZUKI  
Fukumaru OKUMACHI  
Yoshihiro TAKAGI  
Kunizo BABA\*  
Yasuhiko TOMITA\*  
Takashi FUKAYA\*  
Minoru KUSAKAWA\*\*  
Sekira SHOMURA\*\*

Summary

Eight patients with pulmonary insufficiency documented by cardiac catheterization, angiography or surgery were studied by echocardiography. There were six congenital isolated pulmonary insufficiency, one associated with tricuspid and aortic regurgitation of undetermined cause and one with pulmonary valve vegetation occurred in ventricular septal defect complicated by bacterial endocarditis. Echocardiographic features of the pulmonary valve which characterized this condition included a) increase of posterior motion during atrial systole (A wave) averaged  $6.2 \pm 2.4$  mm (range 3.5 to 10.0 mm,  $P < 0.01$  versus normal), b) diastolic fluttering (four cases), and diastolic separation (three cases).

In addition, diastolic fluttering of the anterior tricuspid valve leaflet was observed in four cases and interventricular septal abnormality in two cases. None of the cases with isolated pulmonary insufficiency had enlargement of the right ventricle. Infrequency of the abnormal septal motion and lack of the right ventricular enlargement suggest that the right ventricle is less affected by this condition. All patients had at least one of these findings, and seven had more than two. Although some of these findings are nonspecific, the combination of echocardiography provides useful clue to the diagnosis of pulmonary insufficiency.

神戸中央市民病院循環器センター 内科  
\* 同 小児科  
神戸市生田区加納町 1-5 (〒650)  
\*\*三重大学医学部 胸部外科  
津市江戸橋 2-174 (〒514)

Department of Cardiology, and \*Department of Pediatric Cardiology, Kobe Municipal Central Hospital, Kano-cho 1-5, Ikuta-ku, Kobe, 650  
\*\*Department of Thoracic Surgery, Mie University, Edobashi 2-174, Tsu, 514

Presented at the 14th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, April 3, 1977  
Received for publication, April 3, 1977

**Key words**

Aortic insufficiency

Pulmonary insufficiency

Ultrasound

**はじめに**

大動脈弁閉鎖不全症 (aortic insufficiency: AI) における心エコー図所見としては, 大動脈弁拡張期二重エコー, 僧帽弁拡張期細動以外に種々の心エコー図所見が知られており, それらの成因や, 診断的意義について現在まで多くの報告がなされている<sup>1-6)</sup>.

一方, 肺動脈弁に関する心エコー図所見についてはこれまで肺動脈弁狭窄症<sup>7,8)</sup>, 肺動脈弁下狭窄症<sup>9)</sup>, 肺高血圧症<sup>10-13)</sup>に関する諸家の報告がなされている. しかし, 肺動脈弁閉鎖不全症 (pulmonary insufficiency: PI) についての報告はほとんどみられない.

今回の研究の目的は, PI の心エコー図所見を報告し, PI における心エコー図の診断的意義を明らかにすることにある.

**対象と方法**

対象は心音図, 心カテーテル, 心血管造影法により診断された PI 8例で, 男6例, 女2例であり, 平均年齢は22.5歳であった. そのうちわけは isolated PI 6例, 肺動脈弁疣贅および心室中隔欠損症合併例1例, AI と三尖弁閉鎖不全症を合併したものの1例であった (Table 1).

超音波装置は, Aloka 製 SSD-90 で, 2.25 MHz, 直径 13 mm (小児は 10 mm) の探触子を使用した. 患者は背臥位で呼気時呼吸停止, あるいは努めて静かな呼吸を行わせながら, 心エコー図を記録した. 肺動脈弁エコーの記録は, おもに探触子を僧帽弁の記録できる肋間に置く方法 (低位肋間アプローチ) と, それより1肋間上に置く方法 (高位肋間アプローチ) の2種類によった. 低位肋間アプローチとは, 通常第3肋間または第4肋間胸骨左縁に探触子を置き, 僧帽弁を検出した後, 大動脈弁をとらえ, さらにビームをやや外上方に向け

る Gramiak らの方法<sup>7)</sup>と, 僧帽弁を検出した後, まっすぐ上方へスキャンする法をさす. 高位肋間アプローチとは, 上記の部位から1肋間上に探触子を置く方法と, Weyman らの肺動脈拍動の真上に探触子を置く方法をさす. 肺動脈弁エコーの分析はすべて Weyman らの方法<sup>13)</sup>により行った.

以上の方法による肺動脈弁の A 波の深さと肺動脈弁拡張期後退速度 (P-DDR) の最大値, 肺動脈弁二重エコーの有無, 肺動脈弁拡張期細動の有無, さらには三尖弁拡張期細動の有無, 心室中隔運動の動態, 右室径, 左室径について検討した.

**結 果**

心エコー図分析結果をまとめて Table 2 に示す. Fig. 1 に示すような肺動脈弁拡張期二重エコーは8例中3例に認められ, うちわけは isolated PI 2例, 肺動脈弁疣贅合併例1例 (Fig. 2) であった. 肺動脈弁拡張期細動 (Fig. 3) は4例に認められ, すべて isolated PI であった. A 波の深さは  $6.2 \pm 2.4$  mm (mean  $\pm$  SD, range 3.5-10 mm) であり, さらに 7 mm 以上のものが3例認められた. P-DDR は  $56.5 \pm 14.5$  mm/sec (range 38-75 mm/sec) であった.

**Table 1. Eight cases of pulmonary insufficiency (PI)**

Case	Age	Sex	Diagnosis
1	8	M	PI
2	10	F	PI
3	7	M	PI
4	12	M	PI
5	8	M	PI
6	67	M	PI
7	33	M	PI, VSD, PVLvegetation
8	35	F	PI, TI, AI

M: male, F: femal, VSD: ventricular septal defect, TI: tricuspid insufficiency, AI: aortic insufficiency, PV: pulmonary valve.

Fig. 4 に示すような 三尖弁の拡張期細動は 4 例に認められ、すべて isolated PI であった。  
心室中隔異常運動 (Fig. 5) は 3 例に認められ、

2 例は isolated PI で、他の 1 例は三尖弁閉鎖不全症 および 大動脈弁閉鎖不全症合併例であった。  
このうち、奇異性運動は三尖弁閉鎖不全症および

Table 2. Echocardiographic findings of eight cases with pulmonary insufficiency

Case	Pulmonary valve				IVS motion abnormality	TV diast. fluttering	RVID ed	LVID ed
	A wave (mm)	DDR (mm/s)	Diastolic separation	Diastolic fluttering				
1	4.0	48	-	+	+	-	15	31
2	6.5	50	-	+	-	+	11	38
3	4.5	62	+	+	-	+	11	36
4	3.5	75	+	-	-	+	17	42
5	7.0	40	-	-	-	-	12	36
6	(-) atrial fibrill.	38	-	+	+	+	12	41
7	10.0	73	+	-	-	-	20	53
8	9.0	66	-	-	+	-	18	33

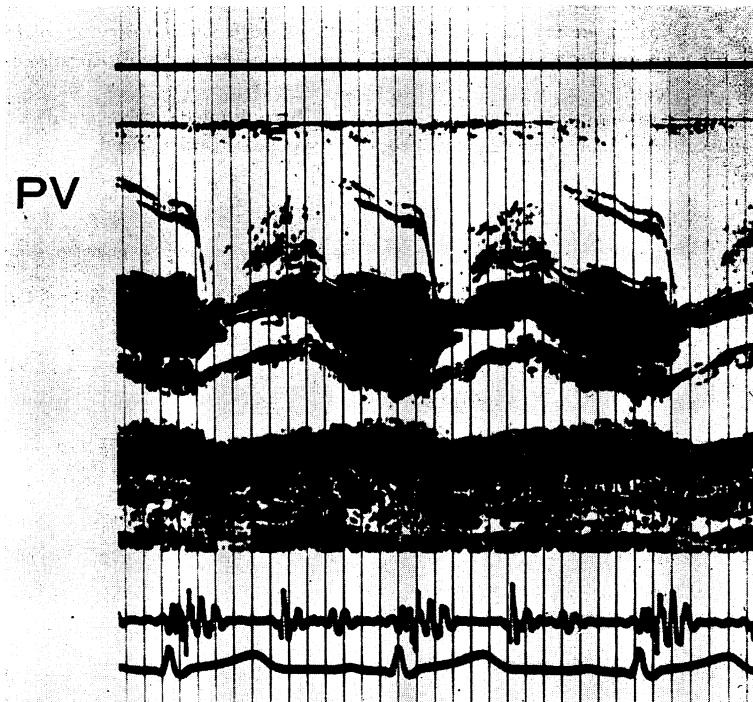


Fig. 1. Pulmonary valve echogram (PV) obtained from a patient with pulmonary insufficiency.

Diastolic separation of the pulmonary valve is observed. Posterior motion of the pulmonary valve during atrial systole (A wave) is normal in this case.

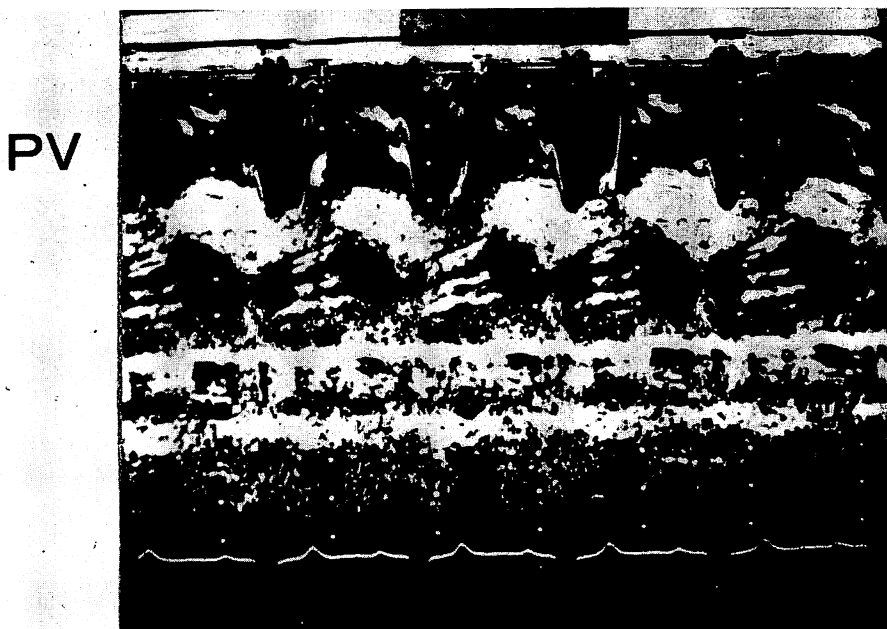


Fig. 2. Pulmonary valve echogram (PV) of a patient with pulmonary insufficiency and pulmonary valve vegetation occurred in ventricular septal defect complicated by bacterial endocarditis.

Diastolic separation and increased posterior motion of the pulmonary valve are observed. In addition, abnormal echoes which may originate from the vegetation are noticed.

大動脈弁閉鎖不全症合併例と, isolated PI の 1 例にみられ, 残る 1 例は平坦型であった。

右室腔は isolated PI においてすべてほぼ正常大であった。左室腔は心室中隔欠損症および肺動脈弁疣贅合併例を除きほぼ正常大であった。

以上の所見のうち, 少なくとも一つは全例に認められ, 8 例中 7 例において複数の所見が認められた。

## 考 案

心エコー図は種々の弁膜疾患の診断に広く利用されている。AI においても例外ではなく, 大動脈弁の拡張期二重エコー, 僧帽弁の拡張期細動, 心室中隔, 左室後壁の過大な動き(左室容量負荷)などが認められ, これらの所見が本症の診断に重要な役割を果たすことが知られている<sup>1-6)</sup>。

今回の研究は, PI においても AI と同様の心エ

コー図所見が出現しうることを示すものである。すなわち, それらは肺動脈弁拡張期二重エコー, 肺動脈弁拡張期細動, 右心容量負荷所見, 三尖弁拡張期細動などである。

以下おのおのの心エコーパターンについて考察を加える。

### 1. 肺動脈弁拡張期二重エコー

大動脈弁拡張期二重エコーは, AI において特徴的であるとされている。今回の結果では PI においても肺動脈弁二重エコーが 8 例中 3 例に認められた。このうち 2 例は isolated PI で, 1 例が心室中隔欠損症および肺動脈弁疣贅合併例であった。この肺動脈弁拡張期二重エコー所見は, AI での同様の所見と同じく, 拡張期の肺動脈弁の不完全な閉鎖を示すといった直接的な所見ではなく, むしろ単に弁の器質的变化(弁の肥厚, 硬化など)を示す間接的な所見にとどまるものと思われる。

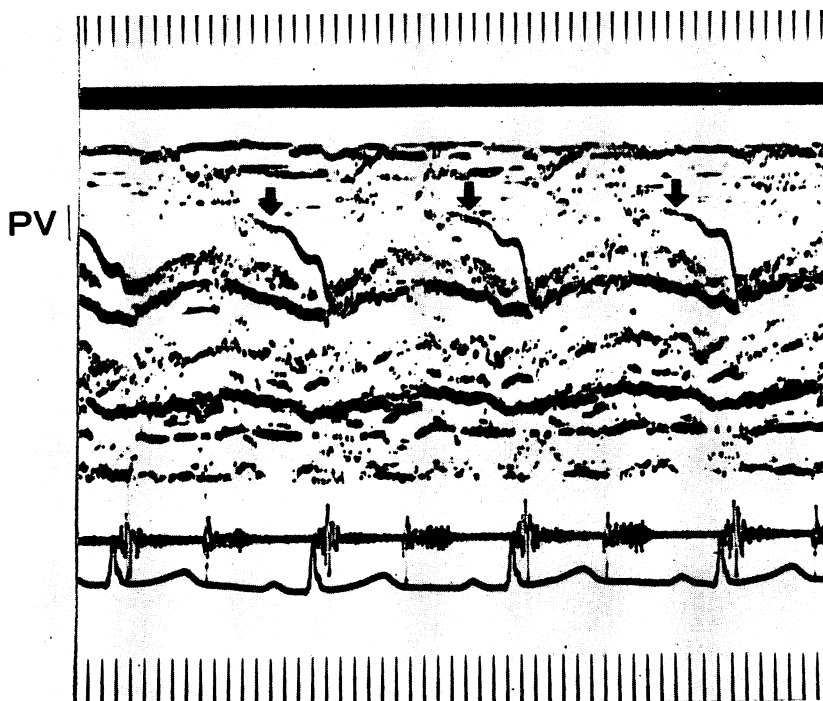


Fig. 3. Pulmonary valve echogram (PV) of a patient with congenital isolated pulmonary insufficiency.

Early diastolic fluttering of the pulmonary valve indicated by arrows is observed.

PI における本所見の程度と頻度は AI と比べて少なく、これは PI における肺動脈弁病変の軽度なことを示すものであろう。本所見は肺動脈弁疣贅<sup>14)</sup>に合併する PI においても認められることが報告されており、我々の肺動脈弁疣贅合併例もそれに一致するものである。肺動脈弁疣贅での本所見の発生機序は単なる PI のそれと異なり、2本のエコーのうちの1本は疣贅を反映するものと考えられる。

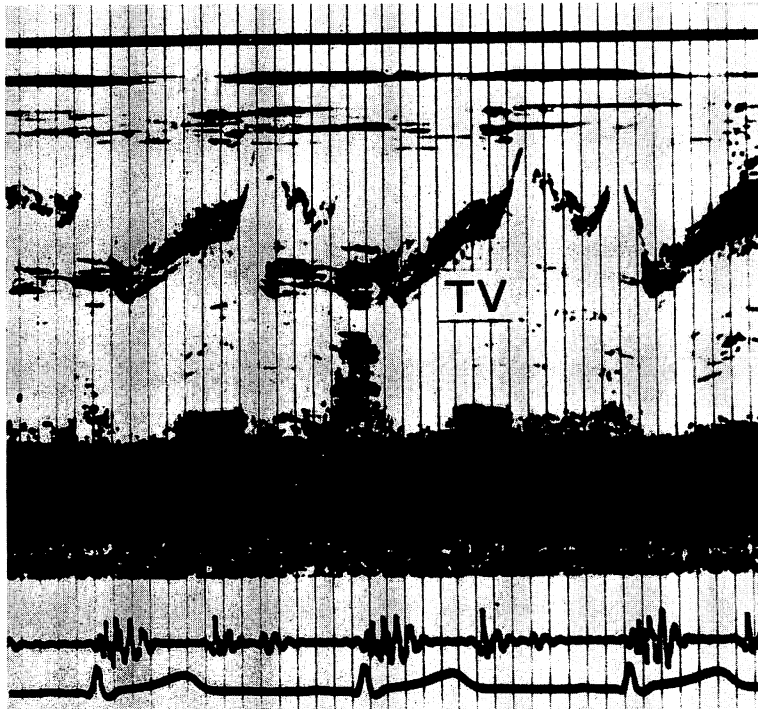
## 2. 肺動脈弁拡張期細動

肺動脈弁の拡張期細動は8例中4例に認められ、すべて isolated PI であった。肺動脈弁拡張期細動は動脈管開存症<sup>15)</sup>や、漏斗部狭窄症<sup>9)</sup>で出現することがあるとの報告があり、大動脈弁の拡張期細動は AI<sup>16)</sup>や大動脈弁疣贅<sup>17-22)</sup>で認められることが知られている。これらにおける弁細動は、いずれも弁周辺での乱流ないしは雑音の発生と関係

するものと考えられており、本症での弁細動も PI 雑音と密接な関係を有するものと思われる。

## 3. 肺動脈弁の A 波の深さ

本症での A 波の深さは  $6.2 \pm 2.4$  mm (mean  $\pm$  SD) であり、この値は Weyman らの正常値  $3.7 \pm 1.2$  mm<sup>13)</sup> よりかなり大であった ( $p < 0.01$ )。さらに、A 波が 7 mm を越える例が3例認められた。肺動脈弁 A 波が心房収縮期における肺動脈圧-右室圧較差を反映するという考え<sup>8-13)</sup>に基づくならば、拡張期肺動脈圧が低下する本症において A 波の増大がみられるのは当然といえる。しかし、A 波が弁の開放を示すものではなく、肺動脈自体の後上方への動きを反映するものにすぎないという考えも存在し、本症における A 波増大の成因を心房収縮期の肺動脈運動亢進に求めることも可能である。



**Fig. 4. Tricuspid valve echogram (TV) of a patient with congenital isolated pulmonary insufficiency.**

Diastolic fluttering of the anterior tricuspid valve leaflet (TV) is observed.

#### 4. 肺動脈弁拡張期後退速度 (P-DDR)

P-DDR に関しては、肺高血圧症において減少することが知られている。また、ビーム方向によりかなり影響を受けることが羽田ら<sup>23)</sup>、つづいて大脇ら<sup>24)</sup>により報告されている。今回の結果では P-DDR は  $55.5 \pm 14.5$  mm/sec で、Weyman らの正常値  $36.9 \pm 25.4$  mm/sec に比べ軽度が増大した ( $p < 0.5$ )。この P-DDR は拡張早期～中期の肺動脈の動きを反映するものと考えられており、今回の結果は、本症での肺動脈運動が軽度が増大することを示唆している。

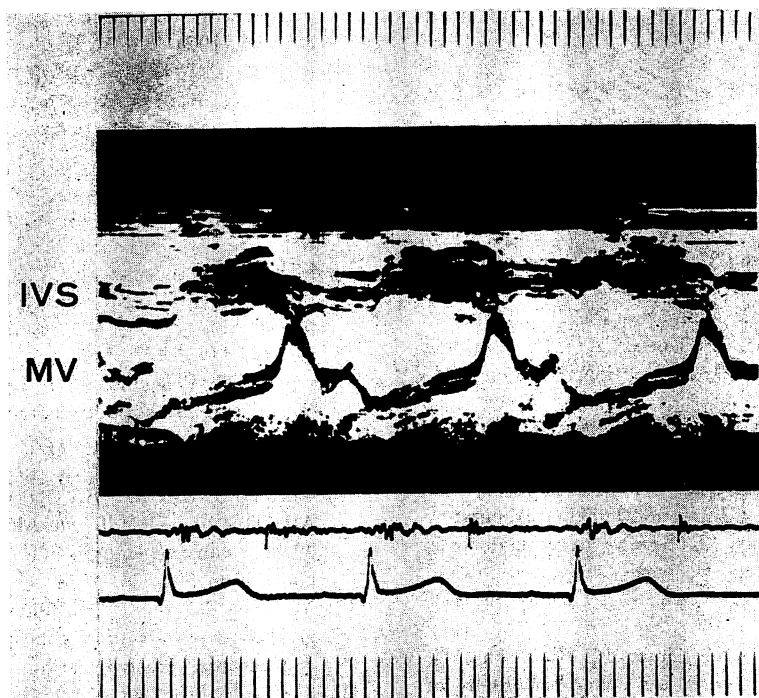
#### 5. 三尖弁拡張期細動

三尖弁の拡張期細動は、三尖弁を通る血流量の増大する疾患<sup>25)</sup>で認められることが知られている。さらに、PI<sup>26)</sup>においても認められることが報告されており、今回の結果では 8 例中 4 例に認めら

れ、すべて isolated PI であった。一方、AI において僧帽弁拡張期細動が認められることが知られており、その機序としては、逆流により生じた僧帽弁周辺の乱流によるものと考えられている<sup>1-3)</sup>。PI における三尖弁拡張期細動も同様の機序で説明できるものと思われる。もちろん、圧ポンプとしての左室、容量ポンプとしての右室を考えた場合、右心系での現象の機序を左心系のそれと同一視できない可能性も存在する。さらに、両心室の流出路の形態学的相違、すなわち、左室の流出路は心室中隔と僧帽弁前尖で形成され、右室の流出路は筒状の漏斗部であるといった点も存在し、本症における三尖弁拡張期細動の機序に関しては、さらに今後検討されるべきであろう。

#### 6. 心室中隔運動

心室中隔異常運動は右心容量負荷疾患を代表と



**Fig. 5. Echocardiogram of a patient with congenital isolated pulmonary insufficiency.**  
The interventricular septum (IVS) moves paradoxically and the right ventricle is not enlarged.  
The mitral valve (MV) appears to be normal.

して、種々の疾患で認められることが知られている。今回の結果では、心室中隔運動は isolated PI 6 例中 4 例で正常であり、わずか 1 例において奇異性運動を、残りの 1 例は平坦型を呈した。今回の結果は本症の右室に与える影響がきわめて軽微なことを示すものであり、また、本症の右室腔がほぼ正常大であることによっても示唆される。このことは本症での右室容量負荷が心房中隔欠損症と比べて小であり、本症の予後が良好なことを示すものである。

以上から、PI に特徴的な所見として、1) 肺動脈弁 A 波の増大、2) 肺動脈弁拡張期二重エコー、3) 肺動脈弁拡張期細動、4) 三尖弁拡張期細動などがあげられる。これらのうち 2) の肺動脈弁拡張期二重エコーの出現頻度は少ないが、もし認められれば PI ないし PI に合併した肺動脈弁疣贅の存在を示す重要な根拠になりうるものと考えられ

る。

今回の症例のうち、上記所見のすべてを欠くものは皆無であり、8 例中 7 例で複数の所見が存在し、心エコー図は PI の診断に重大な役割を果たしうるものと結論される。

#### 要 約

肺動脈弁閉鎖不全症 (PI) 8 例の心エコー図所見について報告した。

6 例が isolated PI であり、1 例が三尖弁閉鎖不全症および大動脈弁閉鎖不全症を合併しており、残りの 1 例に心室中隔欠損症および肺動脈弁疣贅の合併を認めた。

肺動脈弁の拡張期二重エコーは 3 例に、肺動脈弁拡張期細動は 4 例に認められ、A 波の深さは平均 6.2 mm と増大を示した。三尖弁拡張期細動は 4 例に認められた。心室中隔異常運動は isolated

PI の 2 例に認められた。右室腔の拡大は isolated PI では認められなかった。

今回の我々の症例のうち, 上記所見のすべてを欠くものは皆無であり, 8 例中 7 例で複数の所見が存在した。

#### 文 献

- 1) Dillon JC, Haine CL, Chang S, Feigenbaum H: Significance of mitral fluttering in patients with aortic insufficiency. *Clin Res* **18**: 304, 1970
- 2) Hernberg J, Weiss B, Keegan A: The ultrasonic recording of aortic valve motion. *Radiology* **94**: 361, 1970
- 3) Winsberg F, Gabor GE, Hernberg JG: Fluttering of the mitral valve in aortic insufficiency. *Circulation* **41**: 225, 1970 (abstr)
- 4) Feizi O, Symons C, Yacoub M: Echocardiography of the aortic valve. I. Studies of normal aortic valve, aortic stenosis, aortic regurgitation and mixed aortic valve disease. *Brit Heart J* **36**: 341, 1974
- 5) Chandraratna PAN, Samet P, Robinson MJ, Byrd C, Gindlesperger D: Echocardiography of the "floppy" aortic valve. Report of a case. *Circulation* **52**: 959, 1975
- 6) Winsberg F: Aortic valve. *in* *Cardiac Ultrasound* (ed by Gramiak R, Waag RC). CV Mosby Co, St Louis, 1975, p 74
- 7) Gramiak R, Nanda NC, Shah PM: Echocardiographic detection of the pulmonary valve. *Radiology* **102**: 153, 1972
- 8) Weyman AE, Dillon JC, Feigenbaum H, Chang S: Echocardiographic patterns of pulmonic valve motion in pulmonic stenosis. *Amer J Cardiol* **34**: 644, 1974
- 9) Weyman AE, Dillon JC, Feigenbaum H, Chang S: Echocardiographic differentiation of infundibular from valvular pulmonary stenosis. *Amer J Cardiol* **36**: 21, 1975
- 10) Nanda NC, Gramiak R, Shah PM, Robinson T: Echocardiographic diagnosis of pulmonary hypertension. *Excerpta Medica* **277**: 1, 1973
- 11) Nanda NC, Gramiak R, Robinson T, Shah PM: Evaluation of pulmonary hypertension by echocardiography. *J Clin Ultrasound* **1**: 255, 1973
- 12) Nanda NC, Gramiak R, Robinson T, Shah PM: Echocardiographic evaluation of pulmonary hypertension. *Circulation* **50**: 575, 1974
- 13) Weyman AE, Dillon JC, Feigenbaum H, Chang S: Echocardiographic patterns of pulmonic valve motion with pulmonary hypertension. *Circulation* **50**: 905, 1974
- 14) 厚地良彦, 中村憲司, 長井靖夫, 小松行雄, 渋谷実, 広沢弘七郎: エコーグラムによる肺動脈弁疣贅の検出. *心臓* **8**: 294, 1976
- 15) 加藤 洋, 吉川純一, 大脇 嶺, 柳原皓二, 高木義博, 奥町富久丸, 李 英徹, 北原義介, 田中久米夫: 動脈管開存の肺動脈弁エコー. *日超医講演論文集* **28**: 219, 1975
- 16) 田中元直, 香坂茂美, 岡 捨己, 寺沢良夫, 海野金次郎, 仁田桂子, 柏木 誠, 海老名敏明: 拡張期大動脈弁細動を呈した症例について. *日超医講演論文集* **22**: 119, 1972
- 17) Dillon JC, Feigenbaum H, Konecke LL, Davis RH, Chang S: Echocardiographic manifestations of valvular vegetation. *Amer Heart J* **86**: 698, 1973
- 18) Gottlieb S, Khuddus SA, Balooki H, Dominguez AE, Myerburg RJ: Echocardiographic diagnosis of aortic valve vegetations in *Candida* endocarditis. *Circulation* **50**: 826, 1974
- 19) Martinez EC, Burch GE, Giles TD: Echocardiographic diagnosis of vegetative aortic bacterial endocarditis. *Amer J Cardiol* **34**: 845, 1974
- 20) 厚地良彦, 長井靖夫, 小松行雄, 中村憲司, 宮沢要一郎, 渋谷 実, 広沢弘七郎: 大動脈弁 vegetation の UCG その 6 症例の検討. *日超医講演論文集* **28**: 199, 1975
- 21) 田中久米夫, 吉川純一, 大脇 嶺, 加藤 洋, 高木義博, 奥町富久丸, 黒田 昭, 石原享介, 内平文章, 吉栖正之, 庄村東洋, 千種弘章, 平島尚武, 中村隆澄, 井上寛治, 渡部 智: Echocardiography により診断できた aortic valve vegetation. *日超医講演論文集* **27**: 201, 1975
- 22) Yoshikawa J, Tanaka K, Owaki T, Kato H: Cord-like aortic valve vegetation in bacterial endocarditis. *Circulation* **53**: 911, 1976
- 23) 羽田勝征, 鄭 忠和, 一安弘文, 天野恵子, 林 輝美, 坂本二哉: 肺動脈弁エコーに関する研究——超音波ビーム入射部位, 方向による弁動態の差について——. *日超医講演論文集* **29**: 27, 1976
- 24) 大脇 嶺, 加藤 洋, 柳原皓二, 鈴木隆夫, 高木義博, 奥町富久丸, 吉川純一: 心エコー図による肺高血圧症診断の問題点. *呼吸と循環* **25**: 247, 1977
- 25) Nanda NC, Gramiak R, Manning JA: Echocardiographic studies of the tricuspid valve in atrial septal defect. *in* *Ultrasound in Medicine* (ed by White D), Plenum Press, New York, 1975, p 11
- 26) Gramiak R, Nanda NC, Shah PM: Cardiac ultrasonography. A review of current applications. *Radiol Clin N Amer* **9**: 469, 1971