

僧帽弁逸脱症における僧帽
弁逆流の評価：特に超音波
パルス・ドプラー法と心音
図法との比較検討

Phase analysis of mitral
regurgitation in mitral
valve prolapse: Compa-
rison of pulsed Doppler
echocardiography with
phonocardiography

山本 光昭
福田 信夫
浅井 幹夫
大島千寿子
日下 芳子
富永 俊彦
石本 武男
大木 崇
仁木 敏晴
森 博愛

Mitsuaki YAMAMOTO
Nobuo FUKUDA
Mikio ASAI
Chizuko OHSHIMA
Yoshiko KUSAKA
Toshihiko TOMINAGA
Takeo ISHIMOTO
Takashi OKI
Toshiharu NIKI
Hiroyoshi MORI

Summary

The clinical implication of the timing of mitral regurgitation (MR) in mitral valve prolapse (MVP) was investigated by comparison of the phonocardiographic patterns of the regurgitant murmur with either prolapsing phase of the mitral valve determined by two-dimensional echocardiography (TDE) or regurgitant flow patterns by pulsed Doppler echocardiography (PDE). A total of 23 patients (pts) with MVP was classified into five subsets on the basis of the phonocardiographic findings: six pts with a pansystolic murmur, seven with a late systolic murmur, two with an early systolic murmur, three with only a click(s) and five with an angiotensin II-induced regurgitant murmur (provocative MR). A comparative study between the regurgitant murmur and regurgitant flow patterns was also made in 10 pts with MR due to other etiology (four pts of rheumatic MR, three of ruptured chordae tendineae and three of papillary muscle dysfunction). MR was detected at or just above the mitral orifice using a combined system of the PDE and TDE from a transcutaneous approach.

The results obtained were as follows:

1. Phase of MR detected by PDE coincided well in timing with a regurgitant murmur recorded on the phonocardiogram (PCG) except one patient. In four of five pts with provocative MR, abnormal

徳島大学医学部 第二内科
徳島市蔵本町 2-50 (〒770)

The Second Department of Internal Medicine,
Faculty of Medicine, University of Tokushima,
Kuramoto-cho 2-50, Tokushima 770

Presented at the 25th Meeting of the Cardiography Society held in Tokushima, October 9-11, 1982
Received for publication February 15, 1983

Doppler signals indicating MR were detected even at rest and these coincided temporally with a newly developed regurgitant murmur by provocation.

2. Phase of MR detected by PDE was not synchronous with prolapse of the mitral leaflets examined by TDE in five out of 23 pts, suggesting that MR does not necessarily occur in accordance with mitral prolapse.

3. Regurgitant flow patterns examined by PDE in 30 pts including 10 pts of MR due to other etiology were either a widely dispersed dot pattern or a narrow banded reverse flow pattern. Pts with a loud systolic regurgitant murmur (Levine 3/6 or greater) tended to show a widely dispersed dot pattern, and pts with a soft systolic regurgitant murmur (less than Levine 2/6) showed a narrow banded reverse flow pattern.

In conclusion, PDE seems to be more sensitive than PCG for the detection of MR in MVP, and PDE may serve to the qualitative as well as quantitative evaluation of MR in MVP.

Key words

Mitral valve prolapse Pulsed Doppler echocardiography Mitral regurgitation Phonocardiography

はじめに

僧帽弁逸脱 (mitral valve prolapse: MVP) のさいの心音・心雑音の異常^{1,2)}, 僧帽弁動態³⁻⁶⁾および僧帽弁逆流動態⁷⁻⁹⁾に関する報告はすでになされているが, これら3者間の関連性を詳細に検討した報告はみられない。

本研究の目的は, 超音波パルス・ドプラー法により MVP による僧帽弁逆流を検出, 超音波心断層図および心音図所見と対比し, 本症における僧帽弁逆流動態と僧帽弁動態および心音図所見との関連性を明らかにすることにある。

対 象

研究対象は, 心音図および超音波心断層法により診断した MVP 23 例と, その他の原因による僧帽弁閉鎖不全症 (mitral regurgitation: MR) 10 例である (Table 1 上段)。MVP の基礎疾患ないし合併病態としては, 特発性 16 例, 漏斗胸 2 例, 心房中隔欠損症, リウマチ性弁膜症, Ebstein 奇形, Ehlers-Danlos 症候群および甲状腺機能亢進症各 1 例があり, 年齢は 16~66 歳 (平均 41 歳), 性別は男性 11 例, 女性 12 例である。MVP 以外の原因による MR 10 例の基礎疾患ないし基礎病態の内訳は, リウマチ性 4 例, 臍索断裂 3 例および乳頭筋機能不全 3 例で, 年齢は 24~73 歳 (平

均 45 歳), 性別は男性 5 例, 女性 5 例である。

MVP は心音図所見より全収縮期雑音 6 例, 収縮後期雑音 7 例, 収縮早期雑音 2 例, angiotensin II を負荷しても MR が誘発されず, クリックのみを示した 3 例, angiotensin II 負荷により MR が誘発された 5 例 (provocative MR) に分類した (Table 1 下段)。

方 法

1. パルス・ドプラー記録方法

使用装置は方向指示型超音波パルス・ドプラー血流計 (ATL 製 500A: 搬送周波数 3 MHz, 繰り返し周波数 5.5 KHz) とセクター式電子走査型超音波断層診断装置 (東芝製 SSH-11A) の複合システムであり, sample volume は 2×4 mm の涙滴状型を使用した。両装置の2つの探触子はロッドおよびアームにより連結され, 手もとのスイッチにより断層装置とドプラー装置との切り替えを自由に行うことができるよう設計されている。

被検者は仰臥位あるいは左側臥位とし, 原則として心尖部方向からのアプローチで, 左室長軸断層図により sample volume を僧帽弁口部または弁口直上部左房内に設定し, 逆流血流を反映する Doppler sound を聴取しうる部位で逆流血流パターンを記録した。記録には Honeywell 製 strip chart recorder を用い, 50 mm/sec の速度で, 心

Table 1. Subjects and phonocardiographic classification of mitral valve prolapse

Subjects	No. of cases	Sex		Age(yrs.) Range(Mean)
		Male	Female	
MVP	23	11	12	16-66(41)
MR due to other etiology	10	5	5	24-73(45)

Classification of MVP	
Pansystolic murmur	6
Late systolic murmur	7
Early systolic murmur	2
Only click(s)	3
Provocative MR	5

MVP=mitral valve prolapse; MR=mitral regurgitation.

電図および心尖部心音図と同時記録した。

2. 超音波心断層図記録方法

超音波心断層図の記録には、セクター式電子走査型超音波心断層診断装置(東芝製 SSH-11A)を使用し、心電図の R 波から T 波終末部までを収縮早期・中期・後期に 3 分割し、各時期の左室長軸断層図をポラロイドフィルムに記録した。弁逸脱の判定は、従来の報告¹⁰⁾にしたがって、断層図で弁尖部が僧帽弁輪部を結ぶ線より左房側に落ちこむ所見により行った。

3. 心音図記録方法

心音図の記録は、被検者を仰臥位とし、心音計はフクダ電子製 MCM 8000、マイクロフォンは MA 250、記録器は Elema 製 8 素子 ミンゴグラフを用い、呼気呼吸停止時に 100 mm/sec の速度で記録した。

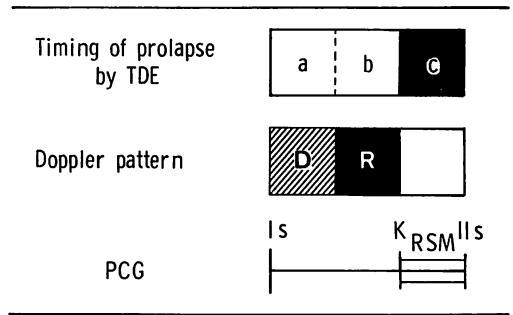


Fig. 1. Methods of description of the prolapsing phase of the mitral valve determined by two-dimensional echocardiography (TDE), phase of mitral regurgitation recorded by pulsed Doppler echocardiography and the timing of a click and a regurgitant systolic murmur on the phonocardiogram.

The timing of prolapse observed by the long-axis TDE is expressed as closed square, and the absence of prolapse is expressed as open square. The pattern of mitral regurgitation with markedly wide scattering of dots by pulsed Doppler echocardiography is expressed as "D", and that with narrowly dispersed dots as "R", the pattern suggestive of reverse flow. No regurgitant signal is expressed as open square. The first and second heart sounds, systolic click and a systolic regurgitant murmur are shown on the schema of the phonocardiogram.

TDE=two-dimensional echocardiography; PCG=phonocardiogram; MVP=mitral valve prolapse; a, b, c=early, mid- and late systolic phase, respectively; D=widely dispersed dot pattern; R=reverse flow pattern; I, II=the first and second heart sounds; K=systolic click; RSM=regurgitant systolic murmur.

成 績

1. MVP のパルス・ドプラー波形, 超音波心断層図および心音図所見

Fig. 1 は超音波心断層図における弁逸脱時相, パルス・ドプラー法における僧帽弁逆流時相および心音図所見の模式的記載方法を示す。超音波心断層図により観察した弁逸脱時相は、3分割した収縮期の各時相 (a, b, c) のうち左室長軸断層図で弁尖逸脱所見を示す時相を closed square (c)

	No.	Case	Prolapsed leaflet	Timing of prolapse by TDE	Doppler pattern	PCG
PSM group	1	K.I.	A			
	2	K.N.	A			
	3	D.Y.	P			
	4	I.M.	P			
	5	N.T.	A+P			
	6	K.K.	A+P			
LSM group	7	M.M.	A			
	8	O.M.	A			
	9	T.M.	A			
	10	M.M.	A			
	11	T.J.	P			
	12	O.M.	P			
	13	H.M.	A+P			

Fig. 2. Schematic representation of the timing of mitral valve prolapse by or mitral regurgitation by two-dimensional echocardiography (TDE), pulsed Doppler echocardiography and phonocardiography in two groups of MVP with either a pansystolic or a late systolic murmur.

MVP=mitral valve prolapse; PCG=phonocardiogram; PSM=pansystolic murmur; LSM=late systolic murmur; A=prolapse of the anterior mitral leaflet; P=prolapse of the posterior mitral leaflet; A+P=prolapse of the both mitral leaflets. Other abbreviations are the same as in Fig. 1.

逸脱所見を認めない時相を open square (a, b) で示した.

パルス・ドプラー法における僧帽弁逆流パターンは, wide band で dot の分散が著明なパターンを認めたものを D, narrow band で reverse flow パターンを認めたものを R で示し, 同時記録した心音図の I 音, II 音間の逆流シグナルを認めた時相を closed square で示した.

心音図所見は I 音, II 音, クリックおよび収縮期逆流性雑音を模式的に示した.

Figs. 2, 3 に MVP 23 例の逸脱弁尖, 超音波心断層図における弁逸脱時相, パルス・ドプラー法における僧帽弁逆流時相および心音図所見の模式図を示す. **Fig. 2** 上段は全収縮期雑音群(6 例), 下段は収縮後期雑音群(7 例), **Fig. 3** 上段は収縮

早期雑音群(2 例), 中段はクリックのみの例(3 例), 下段は provocative MR 群(5 例)である. 各例について, 前尖逸脱は A, 後尖逸脱は P, 両尖逸脱は A+P で示した.

1) 全収縮期雑音群

全収縮期雑音群 6 例の逸脱弁尖は前尖, 後尖, 両尖おのおの 2 例であった. 弁逸脱時相は 5 例で全収縮期逸脱であったが, 症例 5 は収縮中期以後の逸脱を示し, 心音図所見と時相的に解離していた.

パルス・ドプラー波形では全例に全収縮期逆流を認め, 心音図所見と一致した. 逆流パターンとしては, 収縮期後半に MR 雑音の減弱を認めた 3 例では, 収縮早期における著明な dot の分散と収縮中期以後の reverse flow を示し, 全収縮期

	No.	Case	Prolapsed leaflet	Timing of prolapse by TDE	Doppler pattern	PCG
ESM group	14	S.S.	A			
	15	K.R.	A			
Only click(s) group	16	D.T.	A			
	17	I.S.	A			
	18	E.T.	A			
Provocative MR group	19	K.I.	A			
	20	O.H.	A			
	21	S.S.	A			
	22	F.K.	A			
	23	K.S.	P			

Fig. 3. Schematic representation of the timing of MVP or mitral regurgitation by two-dimensional echocardiography, pulsed Doppler echocardiography and phonocardiography in three groups with either an early systolic murmur or only a click (s) or provocative MR.

The schema of the phonocardiogram in a provocative MR group shows the findings after angiotensin II administration.

ESM=early systolic murmur; MR=mitral regurgitation. Other abbreviations are the same as in Fig. 2.

における著明な dot の分散を 1 例に、全収縮期の reverse flow を 2 例に認めた (Fig. 2 上段).

Fig. 4 は全収縮期雑音群に属する症例 4 の超音波心断層図、僧帽弁口部の血流パターンおよび心音図を示す。超音波心断層図で全収縮期性後尖逸脱(矢印)を認めたが、パルス・ドプラー波形でも全収縮期性の著明な dot の分散(矢印)を認め、両者とも心音図所見と一致していた。

Fig. 5 は同群に属する症例 5 の超音波心断層図、僧帽弁口部血流パターンおよび心音図を示す。パルス・ドプラー波形では心音図の収縮中期クリックにほぼ一致して流速が減弱するが、全体としては全収縮期逆流パターンを認め、心音図所見と一致した。超音波心断層図では収縮早期には弁逸脱を認めないが、収縮中期以後に前・後両弁尖の逸脱(前尖は white arrow, 後尖は black arrow)を認め、僧帽弁逆流時相との解離を示した。

2) 収縮後期雑音群

収縮後期雑音群 7 例における逸脱弁尖は、前尖 4 例、後尖 2 例、両尖 1 例であった。弁逸脱時相は、5 例(症例 7~11)では心音図所見と一致して収縮中期および後期以後であったが、2 例(症例 12, 13)では全収縮期性の弁逸脱を認め、心音図所見との解離を示した。

パルス・ドプラー波形では、症例 11 が収縮中期のみに逆流を示し、心音図所見との解離を示したが、その他の 6 例では心音図所見と一致した時相に逆流を認めた。逆流パターンは 7 例のすべてにおいて reverse flow であった (Fig. 2 下段)。

Fig. 6 は収縮後期雑音群に属する症例 8 の超音波心断層図、僧帽弁口部血流パターンおよび心音図を示す。超音波心断層図にて収縮中期以後の前尖逸脱(矢印)、またパルス・ドプラー波形では収縮中期以後の reverse flow パターンの逆流所

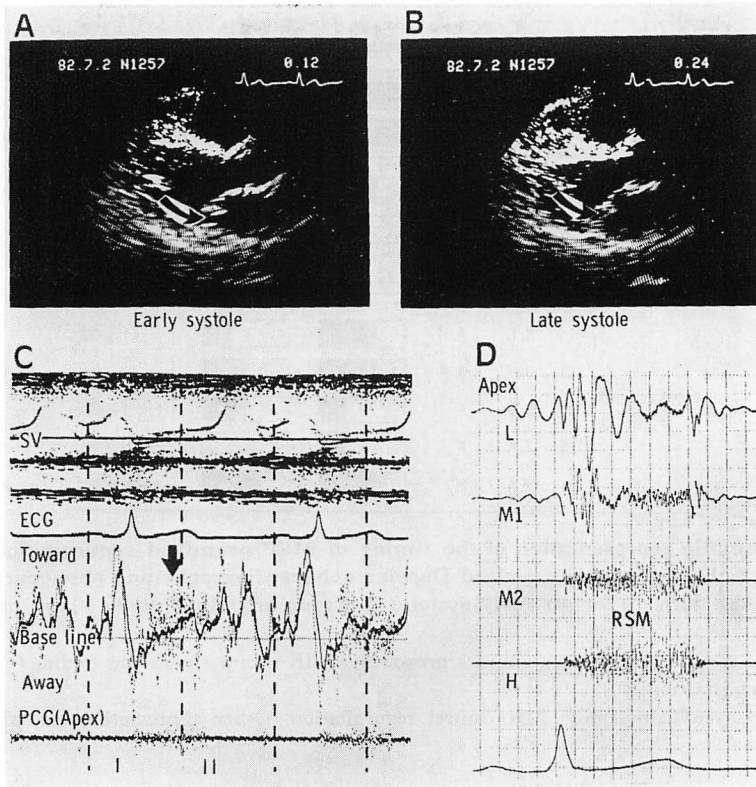


Fig. 4. Two-dimensional echocardiograms, pulsed Doppler echocardiogram and phonocardiogram in a case with a pansystolic murmur (Case 4).

Two-dimensional long-axis echograms (panels A and B) show pansystolic prolapse of the posterior mitral leaflet (black arrows). Flow pattern of the pulsed Doppler echocardiogram recorded at the mitral orifice (panel C) shows a pansystolic mitral regurgitation with widely dispersed dot pattern (arrow). The apical phonocardiogram (panel D) shows a pansystolic regurgitant murmur.

SV=sample volume; ECG=electrocardiogram; RSM=regurgitant systolic murmur. Other abbreviations are the same as in Fig. 2.

見(矢印)を認め、両者とも心音図所見と一致した。

Fig. 7 は同群に属する症例 12 の超音波心断層図、僧帽弁口部血流パターンおよび心音図を示す。パルス・ドプラー波形では心音図の逆流性雑音に一致した収縮後期の逆流所見(矢印)を示したが、超音波心断層図では全収縮期性の後尖逸脱(矢印)を認め、他の所見との解離を示した。

3) 収縮早期雑音群

収縮早期雑音群は 2 例ともに前尖逸脱を示し、

弁逸脱時相は症例 14 では心音図およびパルス・ドプラー所見と一致した。症例 15 では、心音図、パルス・ドプラー波形では収縮早期のみに逆流を認めたが、超音波心断層図では収縮中期まで前尖逸脱を認めた。

パルス・ドプラー所見は症例 14 では reverse flow, 症例 15 では著明な dot の分散を認めた(**Fig. 3** 上段)。

Fig. 8 に同群に属する症例 14 の超音波心断層図、左房内血流パターンおよび心音図を示す。超

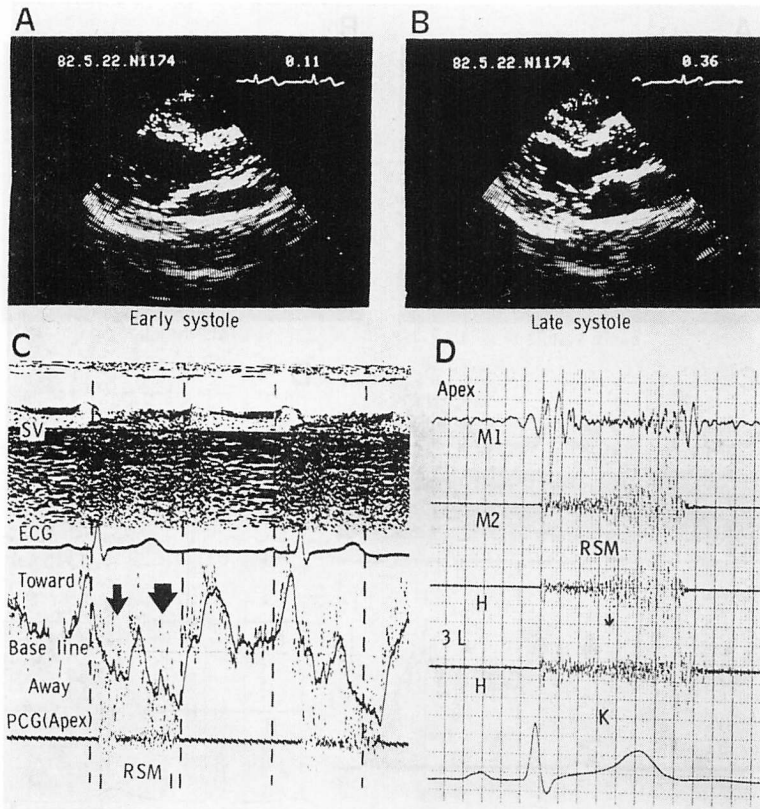


Fig. 5. Two-dimensional echocardiograms, pulsed Doppler echocardiogram and phonocardiogram in a case with a pansystolic murmur (Case 5).

Two-dimensional long-axis echograms (panels A and B) show late systolic prolapse of both mitral leaflets (white and black arrows). However, the pulsed Doppler echocardiogram recorded at the mitral orifice (panel C) shows pansystolic reverse flow pattern with mid-systolic deceleration. The apical phonocardiogram (panel D) shows a pansystolic regurgitant murmur.

K=click. Other abbreviations are the same as in Fig. 4.

音波心断層図では、収縮後期には改善、消失する収縮早期性の前尖逸脱(矢印)を認め、パルス・ドプラー波形では心音図の逆流性雑音に一致して収縮早期より中期にかけての reverse flow (矢印)を認めた。

4) クリックのみを認める群

本群では3例ともに前尖逸脱を認め、症例16, 17は心音図のクリックと逸脱の開始は時相的にほぼ一致したが、症例18では心音図のクリックは収縮中期に、逸脱は収縮後期に認められた。

パルス・ドプラー波形では、いずれの例にも逆流所見を認めなかった (Fig. 3 中段)。

5) Provocative MR 群

本群5例の逸脱弁尖は、前尖4例、後尖1例で、逸脱時相は2例(症例21, 22)を除き心音図所見と一致した。Fig. 3 下段に示した本群の心音図所見の模式図は angiotensin II 負荷後の所見を示す。

パルス・ドプラー波形では症例22を除く4例で、負荷後に出現する逆流性雑音と時相的に一致

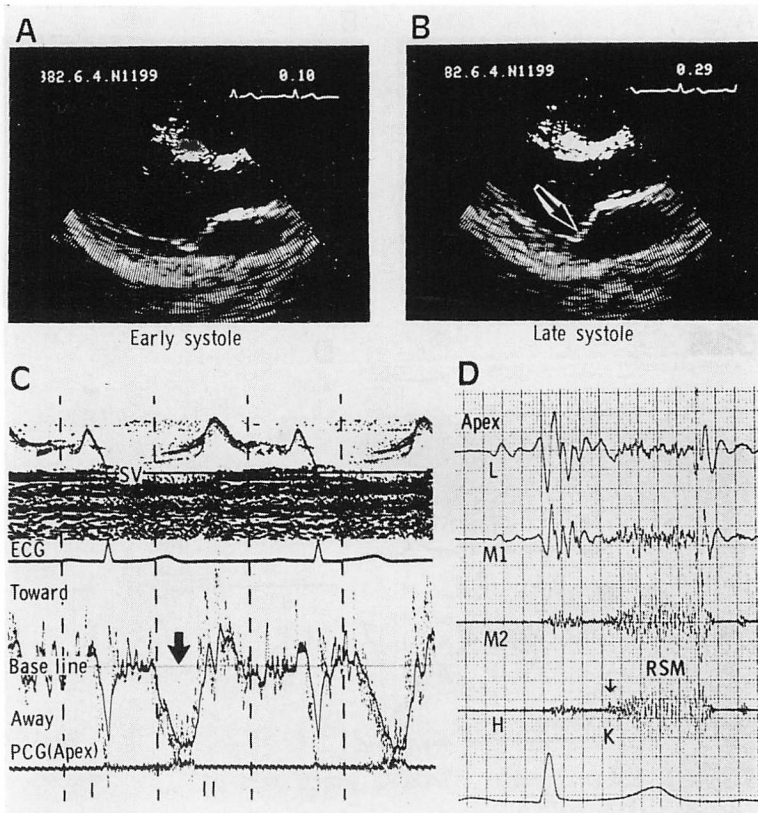


Fig. 6. Two-dimensional echocardiograms, pulsed Doppler echocardiogram and phonocardiogram in a case with a late systolic murmur (Case 8).

Two-dimensional echograms (panels A and B) show late systolic prolapse of the anterior mitral leaflet (black arrow). Mitral flow of the pulsed Doppler echocardiogram recorded at the mitral orifice (panel C) shows also a late systolic regurgitation with reverse flow pattern (black arrow). The apical phonocardiogram (panel D) shows a mid-systolic click followed by a late systolic regurgitant murmur.

Abbreviations are the same as in Fig. 5.

する逆流所見を安静時に認め、全例 reverse flow を示したが、症例 22 ではパルス・ドプラー波形で逆流所見を認めなかった (Fig. 3 下段)。

Fig. 9 は本群に属する症例 20 の angiotensin II 負荷前後の心音図を示す。Angiotensin II 負荷後、血圧上昇とともに逆流性雑音が出現し、クリックの数、出現時相の変化も認められた。

Fig. 10 は本例の超音波心断層図と僧帽弁口部血流パターンを示す。超音波心断層図上、収縮中期以後の前尖逸脱(矢印)を認め、パルス・ドプ

ラー波形では収縮中期クリックに一致して開始する reverse flow (矢印)を認めた。

2. MVP 以外の原因による MR 例のパルス・ドプラー波形および心音図所見

心音図上、収縮後期雑音を示した乳頭筋機能不全の 1 例では、パルス・ドプラー波形は収縮後期の reverse flow を示した。残りの 9 例では全例で全収縮期逆流性雑音を認めたが、パルス・ドプラー波形では 7 例で Fig. 11A に示すような全収縮期の著明な dot の分散を、2 例では Fig.

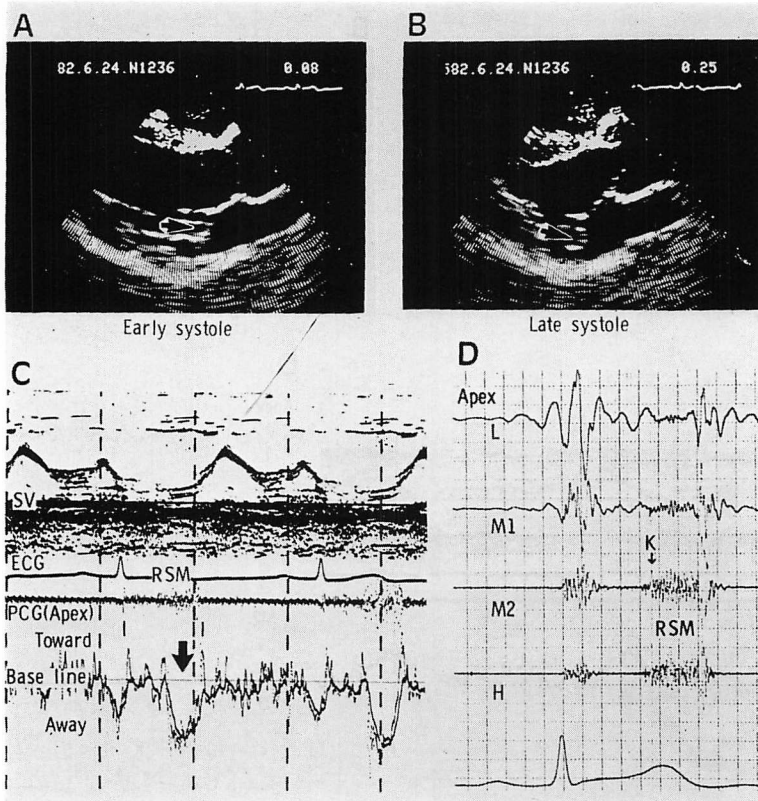


Fig. 7. Two-dimensional echocardiograms, pulsed Doppler echocardiogram and phonocardiogram in a case with a late systolic murmur (Case 12).

Two-dimensional echograms (panels A and B) show pansystolic prolapse of the posterior mitral leaflet (black arrow). But the pulsed Doppler signals at the mitral orifice (panel C) shows late systolic reverse flow pattern (black arrow). The apical phonocardiogram (panel D) shows a mid-systolic click followed by a late systolic regurgitant murmur.

Abbreviations are the same as in Fig. 5.

11C に示すような全収縮期の reverse flow の逆流を認め、すべて心音図所見と一致した。基礎疾患ないし合併病態による差は認められなかった。

3. MR 雑音の音量に対するパルス・ドプラー波形における逆流パターンの関係

MVP 23 例と他の原因による MR 10 例の計 33 例のうち、パルス・ドプラー法により僧帽弁逆流を認めた 29 例のパルス・ドプラー波形における逆流パターンと、逆流性雑音の音量との関係については、逆流性雑音が Levine 3 度以上の例で

は dot の著明な分散を示すパターンが多く (10 例中 7 例, 70%), 逆流性雑音が Levine 2 度以下の例では reverse flow パターンを示す場合が多かった (19 例中 14 例, 74%) (Fig. 12).

しかし、MVP のみに限れば、Levine 2 度以下の例ではほとんどの例が reverse flow パターンを示したが (15 例中 12 例, 80%), Levine 3 度以上の例の逆流パターンは reverse flow パターン 2 例, dot の分散の著明なパターン 1 例, その両パターンを有するもの 1 例であり、必ずしもす

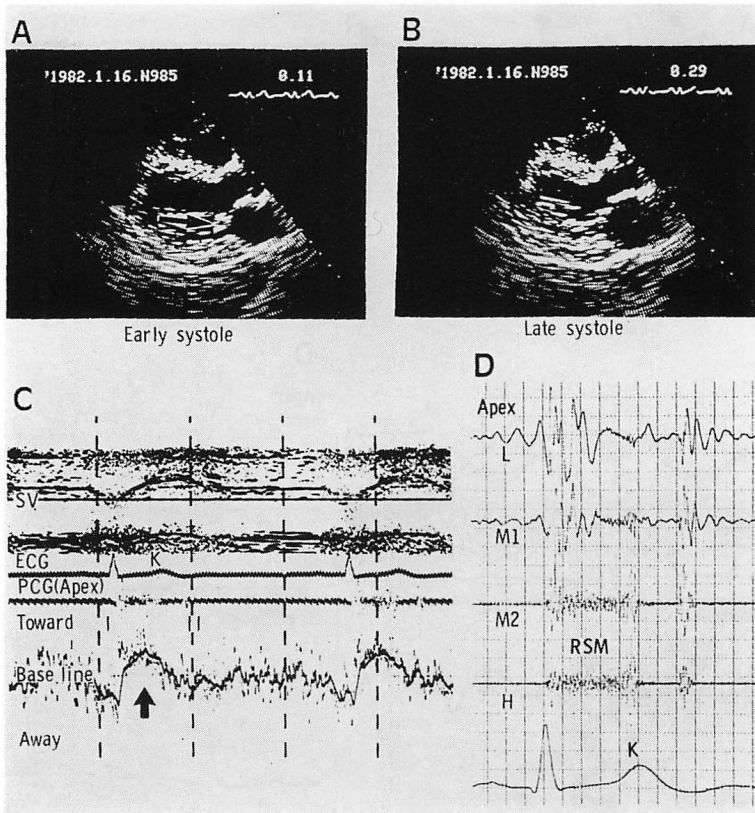


Fig. 8. Two-dimensional echocardiograms, pulsed Doppler echocardiogram and phonocardiogram in a case with an early systolic murmur (Case 14).

Two-dimensional echograms (panels A and B) show early systolic prolapse of the anterior mitral leaflet (black arrow), which is correspondent with an early systolic reverse flow pattern (black arrow) (panel C). The apical phonocardiogram (panel D) shows an early systolic regurgitant murmur terminated at the mid-systolic click.

Abbreviations are the same as in Fig. 5.

すべての例で dot の著明な分散を示すパターンをとるという傾向を認めなかった。

4. MR の逆流時相とパルス・ドプラー法による逆流パターンとの関係

収縮早期性逆流 (全収縮期雑音群 6 例と収縮早期雑音群 2 例, 計 8 例) の逆流パターンは, 8 例中 6 例が dot の分散の著明なパターン, 2 例が reverse flow パターンを示したのに対し, 収縮後期性逆流 (全収縮期雑音群 6 例, 収縮後期雑音群 7 例, provocative MR 群 4 例, 計 17 例) のパター

ンは, 1 例を除き reverse flow パターンを示した。

考 察

近年, 超音波検査法, ことに断層法の進歩により, 僧帽弁逸脱 (MVP) が僧帽弁閉鎖不全 (MR) の原因として重要な位置を占めることが明らかとなった。また超音波パルス・ドプラー法の導入により, 逆流や短絡などの心臓内血流異常を, 非侵襲的かつ直接的に検出できるようになった^{11,12)}。

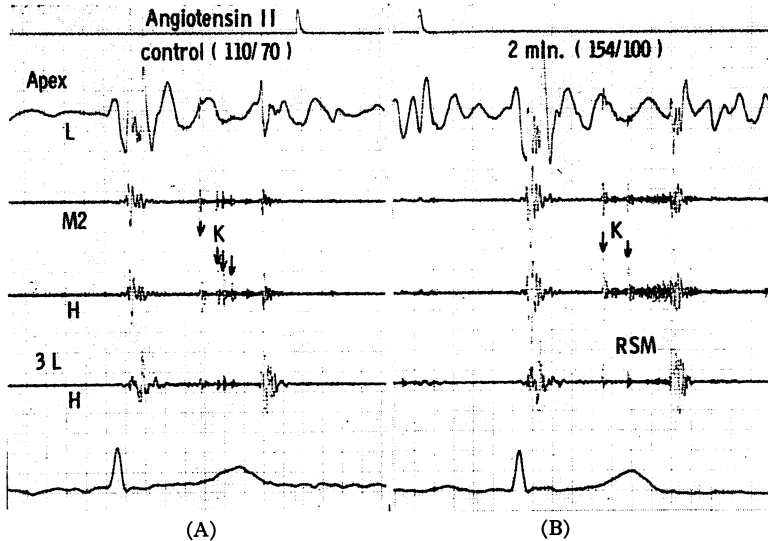


Fig. 9. Phonocardiograms before and after administration of angiotensin II in a case with provocative MR (Case 20).

A late systolic regurgitant murmur is provoked by administration of angiotensin II.

A = control; B = two minutes after administration of angiotensin II; RSM = regurgitant systolic murmur; K = click.

MVP における僧帽弁逆流の検出にもパルス・ドプラー法が有用であることはすでに指摘されているが^{7,9)}, 僧帽弁逆流動態を心音図および超音波心断層図所見と比較した詳細な報告はみられない。

本研究においてパルス・ドプラー法により検出し得た僧帽弁逆流所見は、1例を除き心音図の逆流性雑音と時相的によく一致していた。さらに angiotensin II 負荷により初めて収縮期逆流性雑音が出現した provocative MR 例において、パルス・ドプラー法では負荷前の状態で、負荷後に出現する逆流性雑音と時相的にほぼ一致する逆流所見を5例中4例に検出可能であった。従ってパルス・ドプラー法は MVP における僧帽弁逆流の定性診断に有用であり、また微弱な僧帽弁逆流の検出には心音図法よりも鋭敏であると考えられた。

しかし一方において、provocative MR の1例では、パルス・ドプラー法によっても負荷前に逆流を検出し得なかった。このことは、前胸壁から

アプローチするパルス・ドプラー法での僧帽弁逆流検出の限界を示唆しており、理想的なビーム投入角度と逆流方向の設定には、経食道的アプローチによる検討¹³⁾も必要であると思われた。

パルス・ドプラー法による逆流時相と心音図による逆流性雑音時相の不一致(症例11)が1例に認められたが、その原因としては逆流血の方向や心臓の位置が収縮期の途中で変化し、sample volume が逆流血流から外れることによると考えられる。北畠ら⁷⁾は MVP における僧帽弁逆流の方向が、逸脱の進展とともに変化することを指摘している。我々はこの現象による偽陰性所見を避けるために、原則として僧帽弁口部またはその直上部で記録したが、それでもなお逆流血流の方向から外れる例があり、このこともパルス・ドプラー法の限界を示す一所見と考えられた。

パルス・ドプラー法による僧帽弁逆流時相と超音波心断層図による弁逸脱時相とは必ずしも一致せず、弁逸脱発生後も僧帽弁逆流を認めない例(症例12, 13, 15)や、弁逸脱発生前から僧帽弁逆

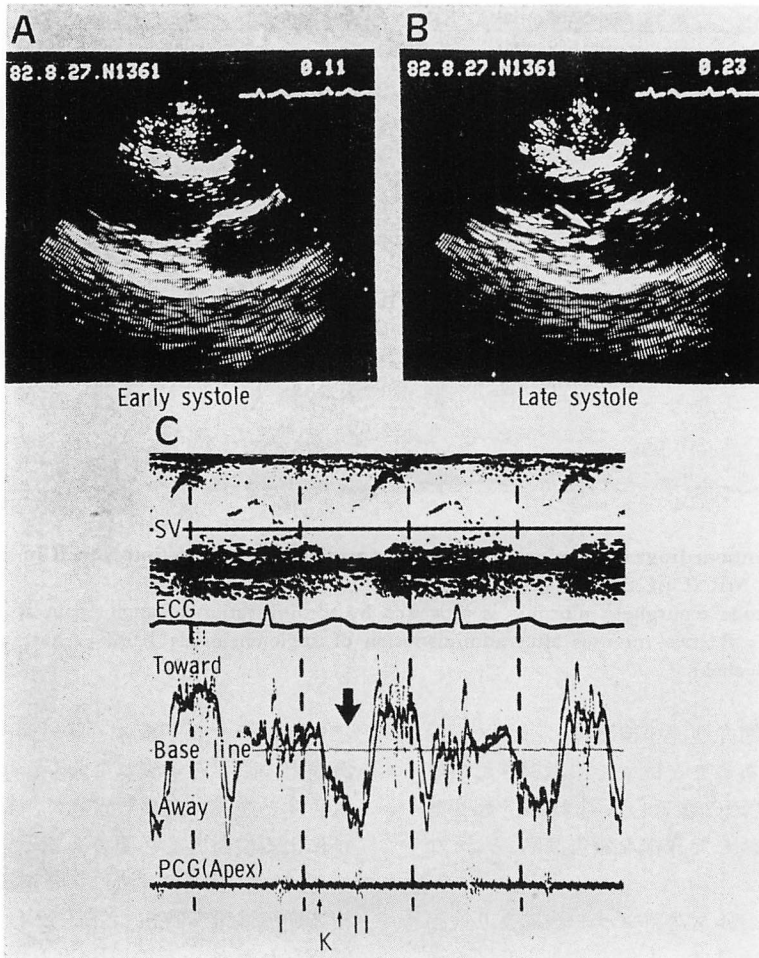


Fig. 10. Two-dimensional echocardiograms and pulsed Doppler echocardiogram in the same case as in Fig. 9.

Two-dimensional echograms (panels A and B) show late systolic prolapse of the anterior mitral leaflet (white arrow), which is also synchronous with late systolic reverse flow (black arrow) (panel C).

Abbreviations are the same as in Fig. 5.

流を認める例(症例5)などが認められた。前者は、従来の報告^{4,14)}のごとく、弁逸脱が生じても両弁尖間の接合が十分であれば逆流を生じないことを示しており、通常のクリック症候群に広く認められる所見である。一方、後者に属する例は、これが音量の大きい全収縮期雑音を有し、かつ長期にわたる弁逸脱例であることを考慮すると、弁尖自

体の器質的変化以外に、弁支持組織の機能不全を起し、そのため両弁尖間の接合不全が弁逸脱発生前より生じたのではないかと考えられる。

パルス・ドプラー法による僧帽弁逆流パターンは、narrow band の reverse flow パターンと wide band で著明な dot の分散を示すパターンとに分類することができた。MVP 以外の原因に

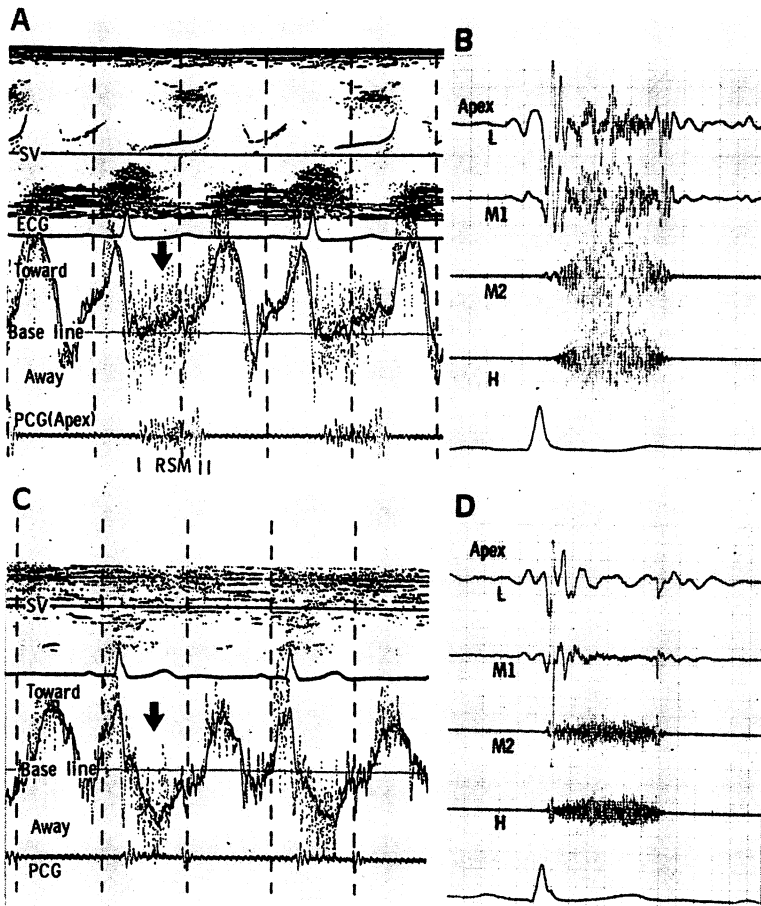


Fig. 11. Pulsed Doppler echocardiograms and phonocardiograms in two cases with mitral regurgitation due to other etiologies.

Panels A and B (chordal rupture): Mitral flow of the pulsed Doppler echocardiogram recorded at the mitral orifice (panel A) shows pansystolic and widely dispersed dot pattern (black arrow) synchronous with an apical pansystolic regurgitant murmur (panel B).

Panels C and D (papillary muscle dysfunction): Mitral flow of the pulsed Doppler echocardiogram recorded at the mitral orifice (panel C) shows pansystolic reverse flow pattern (black arrow), which coincides in timing with an apical pansystolic regurgitant murmur (panel D).

Abbreviations are the same as in Fig. 4.

よる MR も含めると、逆流性雑音が Levine 3 度以上の例は dot の分散の著明なパターンを示し、逆流性雑音が Levine 2 度以下の例は reverse flow パターンを示す傾向が認められた。

従来、房室弁逆流の程度とパルス・ドプラー法による逆流パターンとの関係については、軽度ないし中等度の逆流は弁尖間の狭い間隙からのジェ

ットとなるため広帯域スペクトルパターンの乱れた流れを示し、高度の逆流の際には弁尖間の間隙が十分保たれているために狭帯域スペクトルの層流的流れを示すとされている^{15,16}。本研究における我々の成績は、これらの報告と正反対の結果を示したが、この点に関しては次の2つの点が考えられる。

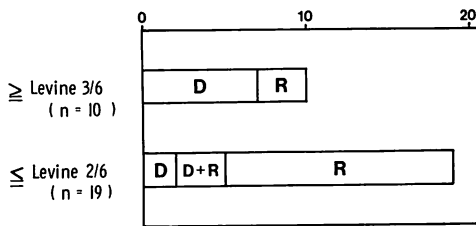


Fig. 12. Relationship between the intensity of a mitral regurgitant murmur and the flow pattern of mitral regurgitation by pulsed Doppler echocardiography.

Most of the cases (7 of 10 cases, 70%) with a louder regurgitant systolic murmur (greater than Levine 3/6) show widely dispersed dot pattern, and most cases (14 of 19 cases, 74%) in whom the intensity of the systolic regurgitant murmur are softer than Levine 2/6 show reverse flow pattern.

D=widely dispersed dot pattern; R=reverse flow pattern; n=number of patients.

① サンプル部位の問題: 弁口直上部で記録した場合, 軽度ないし中等度の逆流でも, 中心流領域で記録すれば, 逆流は比較的均一である¹⁷⁾. 逆に逆流が大量であれば, あらゆる方向への逆流成分を有するために乱れた流れ, すなわち dot の分散が著明なパターンとして記録される可能性がある.

② MVP における僧帽弁逆流の特異性: MVP の場合は, 逆流性雑音の大小にかかわらず reverse flow パターンを示すことが多く, とくに収縮後期性の逆流はすべて reverse flow パターンを示した. 乳頭筋機能不全による収縮後期逆流例も reverse flow パターンを示したことから推察すると, これらの疾患による収縮後期逆流は, 聴診上音量が多少大であっても逆流量は極めて少なく, 弁口直上部では層流的流れになっているのではないかと考えられる. 竹村ら¹⁸⁾は, 心室性期外収縮時の僧帽弁逆流や PQ 延長時の拡張期僧帽弁逆流は reverse flow パターンを示すと報告しているが, この報告は上記の推察を裏づける 1 つの根拠と考えられる.

しかし, パルス・ドプラー法の血流シグナルは

局所的な小範囲内の流れの状況を反映するものであり, またドプラーパターンには超音波ビームと逆流ジェットとの角度の問題などが複雑に関与しているため, 収縮期前半の逆流が dot の分散の著明なパターンを示し易いことも含めて, ドプラーパターンについてはさらに今後の検討が必要であると思われた.

最後に, 収縮早期性雑音を示した 2 例は MVP のカテゴリーとして現在までに報告例がなく^{1,2)}, 極めて興味深い病態である. 僧帽弁逆流がクリック以後に停止する機序についての適切な説明は困難であるが, 新しいタイプの MVP として, 今後注目すべき病態であると考えられた.

要 約

僧帽弁逸脱 (MVP) 23 例を心音図所見により 5 群 [全収縮期雑音群 6 例, 収縮後期雑音群 7 例, 収縮早期雑音群 2 例, クリックのみを認める群 3 例, angiotensin II 負荷により逆流性雑音の出現を認める群 (provocative MR 群) 5 例] に分類し, 各群における心音図所見を超音波心断層法による僧帽弁動態および超音波パルス・ドプラー法による僧帽弁逆流動態と比較し, MVP における僧帽弁逆流 (MR) の評価を行った.

また, MVP と他の原因による MR の心音図所見およびパルス・ドプラー法による僧帽弁逆流動態を比較した. パルス・ドプラー法による MR の検出は, 超音波心断層法との複合システムを用いて, 僧帽弁口部又はその直上部において行った.

1. パルス・ドプラー法における僧帽弁逆流時相は, 1 例を除いて心音図における逆流性雑音の時相と一致した. Provocative MR 群 5 例中 4 例においては, パルス・ドプラー法により負荷後に出現する逆流性雑音と時相的に一致する逆流所見を安静時に認めた.

2. パルス・ドプラー法における僧帽弁逆流時相と超音波心断層法による僧帽弁逸脱時相は 7 例で解離を認めた. このことは, 弁逸脱の有無と MR の出現とは必ずしも一致しないことを示す

所見と考えられた。

3. パルス・ドプラー法における MR のドプラーパターンは、wide band で dot の分散の著明なパターンと narrow band な reverse flow パターンとに分類できた。MVP 以外の原因によるものも含めた MR 29 例では、逆流性雑音が Levine 3 度以上の例では dot の分散の著明なパターン、Levine 2 度以下の例では reverse flow パターンを示す傾向がみられた。

以上の結果から、超音波パルス・ドプラー法は MVP における MR の検出に対し心音図法よりも鋭敏であり、かつその逆流度評価にも有用であると考えられた。

文 献

- 1) Jeresaty RM: Mitral valve prolapse-click syndrome. *Prog Cardiovasc Dis* 15: 623, 1973
- 2) Sakamoto T, Ichiyasu H, Hayashi T, Matsuhisa M: Clinical, electro-, phono-, mechano-, and echocardiographic observations of click syndrome. *Cardiovasc Sound Bull* 4: 507, 1974 (in Japanese)
- 3) Gilbert BW, Schatz RA, VonRamm OT, Behar VS, Kisslo JA: Mitral valve prolapse: Two-dimensional echocardiographic and angiographic correlation. *Circulation* 54: 716, 1976
- 4) Cohen MV: Real-time sector scan study of the mitral valve prolapse syndrome. *Br Heart J* 40: 964, 1978
- 5) Sahn DJ, Allen HD, Goldberg SJ, Friedman WF: Mitral valve prolapse in children: A problem defined by real-time cross-sectional echocardiography. *Circulation* 53: 651, 1976
- 6) Nagata S, Sakakibara H, Mikami T, Beppu S, Park YD, Matsuhisa M, Nimura Y: Idiopathic mitral valve prolapse: Analysis by real-time two-dimensional echocardiography. *Jpn Circ J* 46: 369, 1982
- 7) Kitabatake A, Matsuo H, Asao M, Tanouchi J, Mishima M, Hayashi T, Abe H: Intra-atrial distribution of mitral regurgitation in mitral valve prolapse visualized by pulsed Doppler technique combined with electronic beam sector scanning echocardiography. *J Cardiography* 10: 111, 1980 (in Japanese)
- 8) Miyatake K, Kinoshita N, Okamoto M, Nagata S, Park YD, Sakakibara H, Beppu S, Nimura Y: Non-invasive assessment of localization and direction of mitral regurgitant flow by the combined use of ultrasonic pulsed Doppler technique and two-dimensional echocardiography. *J Cardiography* 11: 21, 1981 (in Japanese)
- 9) Shah AA, Waggoner AD, Young JB, Miller RR, Quinones MA: Mitral regurgitation in mitral valve prolapse: Detection by pulsed Doppler echocardiography versus angiography and cardiac auscultation. Correlation with cardiac arrhythmias by ambulatory monitoring. *Am J Cardiol* 45: 442, 1980 (abstr)
- 10) Yoshikawa J, Owaki T, Yanagihara K, Kato H, Okumachi F, Takagi Y, Yamaoka S: Diagnostic problems of M-mode and cross-sectional echocardiography in mitral valve prolapse. *J Cardiography* 10: 101, 1980 (in Japanese)
- 11) Johnson SL, Baker DW, Late RA, Dodge HT: Doppler echocardiography: The localization of cardiac murmurs. *Circulation* 48: 810, 1973
- 12) Baker DW: The present role of Doppler techniques in cardiac diagnosis. *Prog Cardiovasc Dis* 21: 79, 1978
- 13) Schluter M, Langenstein BA, Hanrath P, Kremer P, Bleifeld W: Assessment of transesophageal pulsed Doppler echocardiography in the detection of mitral regurgitation. *Circulation* 66: 784, 1982
- 14) Cohen MV: Double mitral leaflet prolapse: Echocardiographic-phonocardiographic correlation. *Am Heart J* 91: 168, 1976
- 15) Matsuo H, Kitabatake A, Hayashi T, Asao M, Mishima M, Senda S, Shimazu T, Tanouchi T, Morita H, Abe H: Noninvasive detection of tricuspid regurgitation and pulmonary regurgitation by pulsed Doppler technique. *J Cardiography* 10: 571, 1980 (in Japanese)
- 16) Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N, Ohta M, Kozuka T, Sakakibara H, Nimura Y: Evaluation of tricuspid regurgitation by pulsed Doppler and two-dimensional echocardiography. *Circulation* 66: 777, 1982
- 17) Toguchi M, Ichimiya S, Yokoi K, Nanki M, Itoh K, Matsubara T, Yanagisawa K, Hibi N, Fukui Y, Nishimura K, Kambe T: A study on aortic insufficiency by means of pulsed Doppler echocardiography. *J Cardiography* 10: 557, 1980 (in Japanese)
- 18) 竹村晴光, 大木 崇, 浅井幹夫, 村尾明之, 福田信夫, 大島千寿子, 仁木敏晴, 森 博愛: 不整脈時における左室流入血流パターン: 特に僧帽弁逆流との関連性について. *日超医講演論文集* 38: 39, 1981