

僧帽弁狭窄症にみられる拡張早期心室中隔後方運動の発生機序:とくに左室流入血流パターンとの対比

Mechanism of an early diastolic posterior motion of the interventricular septum in patients with mitral stenosis: With special reference to left ventricular inflow velocity pattern

富永 俊彦  
大木 崇  
浅井 幹夫  
福田 信夫  
石本 武男  
大櫛日出郷  
田岡 雅世  
日下 芳子  
苜原 恵子  
仁木 敏晴  
森 博愛

Toshihiko TOMINAGA  
Takashi OKI  
Mikio ASAI  
Nobuo FUKUDA  
Takeo ISHIMOTO  
Hidesato OHKUSHI  
Masayo TAOKA  
Yoshiko KUSAKA  
Keiko IRAHARA  
Toshiharu NIKI  
Hiroyoshi MORI

**Summary**

The mechanism of an early diastolic posterior motion of the interventricular septum (IVS) was investigated by means of M-mode, two-dimensional and pulsed Doppler echocardiographies in 53 patients with pure mitral stenosis (MS). Velocity patterns of the blood flow at the inflow tract of the left ventricle (LVIT) were classified into three types as previously reported (*cf.* Fig. 3).

The results obtained were as follows:

1. The mitral valve orifice area (MVA) was significantly smaller in patients with type III of the LVIT flow velocity pattern than in patients with type I ( $p < 0.001$ ).

2. An amplitude ("a") of the posterior IVS motion in systole ( $P_1$ ) was significantly diminished in type III ( $4.2 \pm 1.1$  mm) than in type I ( $6.6 \pm 1.5$  mm) ( $p < 0.001$ ). An amplitude ("b") of the posterior

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

Received for publication July 17, 1983 (Ref. No. 26-44)

IVS motion in early diastole ( $P_3$ ) showed a significant increase in type III ( $7.5 \pm 1.2$  mm) than in type I ( $5.2 \pm 1.5$  mm) ( $p < 0.001$ ). Difference of the amplitude between  $P_1$  and  $P_3$  ("a-b") was significantly greater in type III ( $-3.4 \pm 1.1$  mm) than in type I ( $1.4 \pm 0.9$  mm) ( $p < 0.0001$ ).

3. MVA was correlated statistically with "a" ( $r = 0.58$ ,  $p < 0.001$ ), "b" ( $r = -0.38$ ,  $p < 0.01$ ) and "a-b" ( $r = 0.80$ ,  $p < 0.0001$ ).

4. Deformity of the left ventricular cavity due to the flattened IVS in early diastole was observed in severe MS with an augmented septal  $P_3$  dip.

5. A case of severe MS with type III velocity pattern and an augmented  $P_3$  dip showed type II velocity pattern and a decreased  $P_3$  dip after the attack of acute myocardial infarction.

These findings suggested a close relationship between type III of the LVIT flow velocity pattern and the prominent septal  $P_3$  dip. The importance of diastolic suction of the left ventricle in producing an early diastolic posterior motion of IVS ( $P_3$ ) was discussed.

### Key words

Mitral stenosis      Left ventricular (LV) inflow velocity pattern      Interventricular septum (IVS)  
Early diastolic IVS motion      Pulsed Doppler echocardiography      LV diastolic suction

## はじめに

心室中隔 (interventricular septum: IVS) の運動が各種病態の把握に重要であることは広く知られているが, 僧帽弁狭窄症 (mitral stenosis: MS) における IVS の拡張早期後方運動の発生機序については, いまだ一定の見解が得られていない<sup>1,2)</sup>.

超音波パルス・ドプラー法は非観血的に房室間血流を検討できるため<sup>3-5)</sup>, 最近, 臨床的応用が期待されている検査法である. 本研究では超音波パルス・ドプラー法および超音波断層法を用い, MS における IVS 拡張早期後方運動の発生機序について検討し, その臨床的意義について考察を加えた.

## 対象と方法

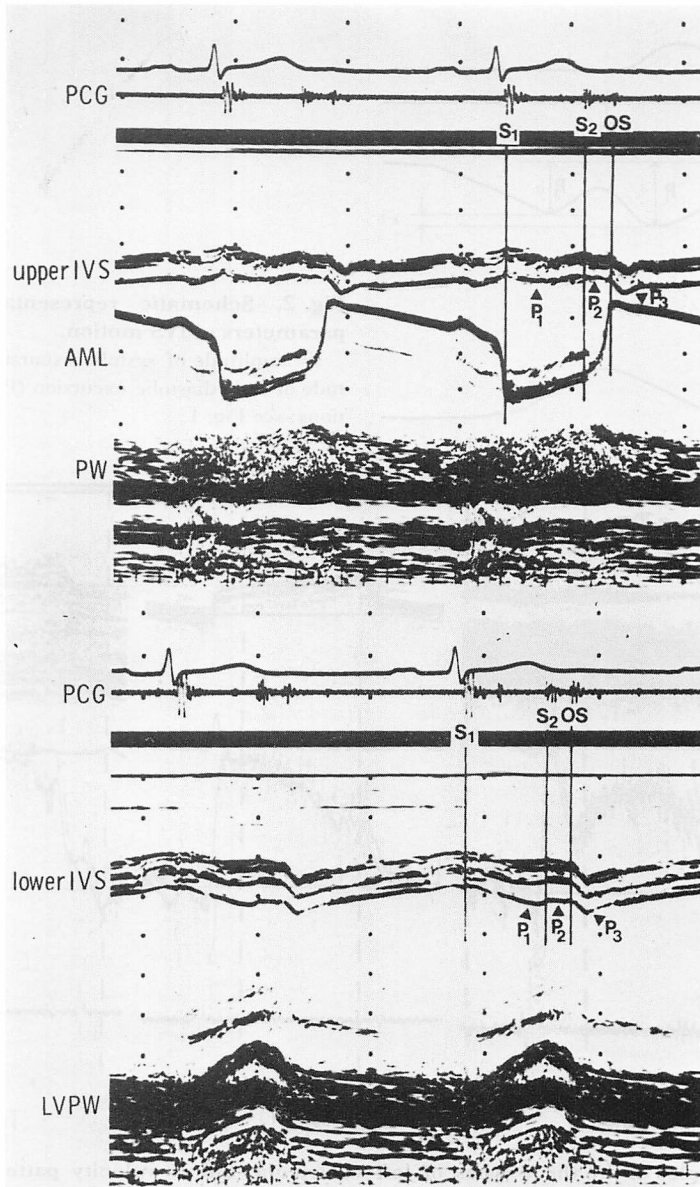
研究対象は心音図法, 超音波法および心臓カテテル法により診断した純型 MS 53 例で, うち洞調律 28 例, 心房細動 25 例である. 性別は男 18 例, 女 35 例で, 平均年齢は  $47.7 \pm 9.8$  歳である.

全例に M モード法による心室中隔・左室後壁エコーグラムを記録した. Fig. 1 は MS 例における IVS 運動を示す. IVS の各後方運動の名称

は大木ら<sup>6)</sup>の報告に従い, 心電図 R 波から II 音までの後方運動を  $P_1$ , II 音から僧帽弁前尖 E 点までの後方運動を  $P_2$ , E 点から左室急速流入終了時までの後方運動を  $P_3$  とした. MS では  $P_2$  が痕跡的となり,  $P_1$  と  $P_3$  からなる 2 峰性パターンを示す傾向があり, 心基部方向では心尖部方向に比べて  $P_1$  は減高し,  $P_3$  は著しく後方に偏位するため, 本研究ではビーム方向を Fig. 1 下段のごとく, 心尖部方向と規定した.

Fig. 2 は IVS の各計測項目を示す. IVS の後方運動の振幅は心電図 R 波に一致した時点からの偏位とし,  $P_1$  の振幅 a (mm),  $P_3$  の振幅 b (mm) および  $P_1$  と  $P_3$  の振幅差 a-b (mm) を計測し, 同時に左室径および右室径についても計測した. これらの計測は, 60~80/分 の心拍数を示す心周期について行い, 心房細動例では安定した R-R 間隔を示す時点で測定した. さらに, 僧帽弁口レベルの左室短軸断層図から僧帽弁口面積 (mitral valve orifice area: MVA) を求め, 乳頭筋レベルの左室短軸断層図から, 左室変形の有無についても観察した.

MS 全例に左室流入血流パターンを記録した. 竹村ら<sup>7)</sup>に従ってこの血流波形を 3 型に分類し, M モード法および断層法から得た各指標と比較した. すなわち Fig. 3 のごとく,



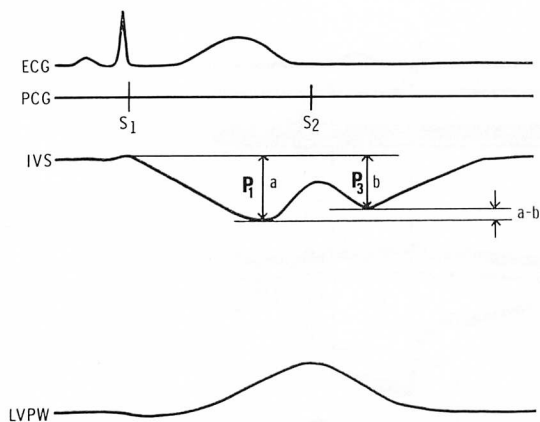
**Fig. 1. Echocardiograms in a patient with mitral stenosis.**

Upper panel (upper IVS):  $P_1$  and  $P_2$  are not clear, but  $P_3$  is prominent.

Lower panel (lower IVS):  $P_1$  and  $P_3$  are clearly observed, but  $P_2$  is not clear.

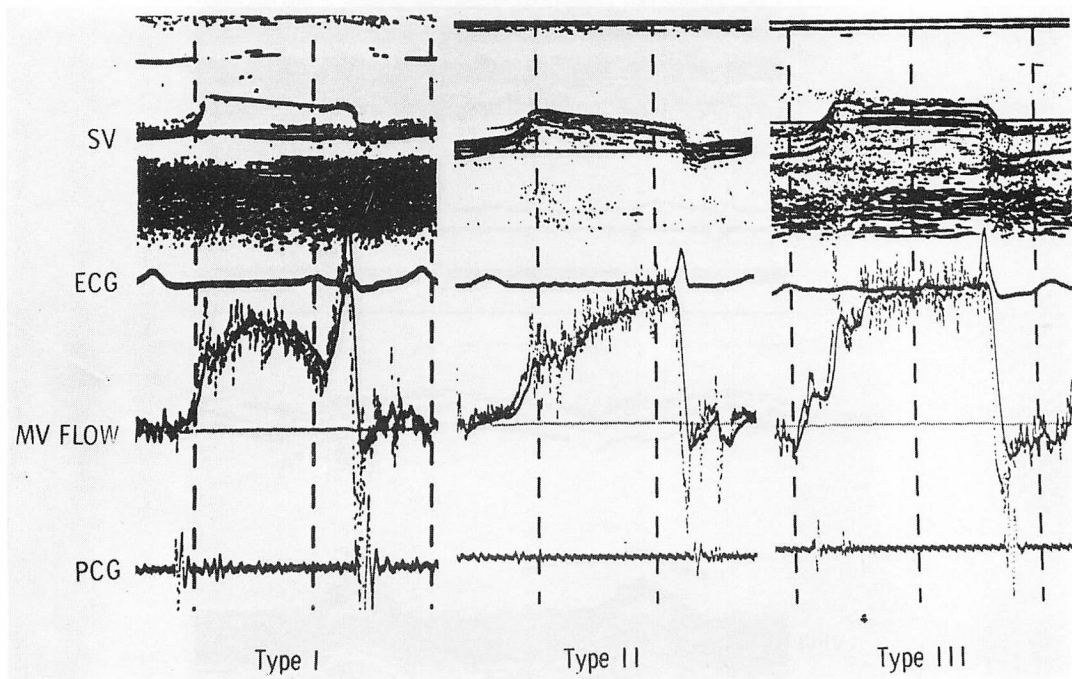
$P_1$  is defined as the posterior IVS motion between the onset of the QRS wave and the onset of the second heart sound.  $P_2$  is defined as the posterior IVS motion between the onset of the second heart sound and the E point of the AML.  $P_3$  is defined as the posterior IVS motion between the E point of the AML and the end of rapid filling of the left ventricle.

IVS=interventricular septum; AML=anterior mitral leaflet; LVPW=left ventricular posterior wall; OS=mitral opening snap;  $S_1$ =the first heart sound;  $S_2$ =the second heart sound.



**Fig. 2. Schematic representation of various parameters of IVS motion.**

a=amplitude of systolic excursion ( $P_1$ ); b=amplitude of early diastolic excursion ( $P_3$ ). Other abbreviations: see Fig. 1.



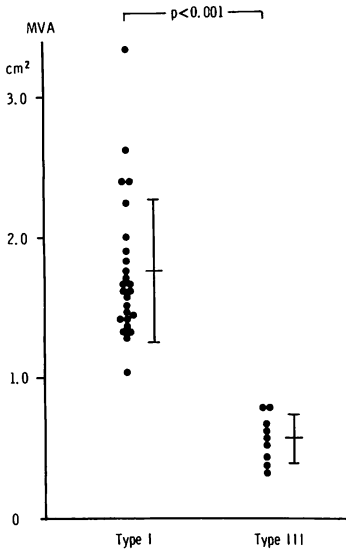
**Fig. 3. Examples of the three types of left ventricular inflow velocity patterns in mitral stenosis.**

Left panel (Type I): Flow pattern is characterized by a relative decrease of rapid filling wave (D wave) compared to atrial contraction wave (A wave) and prolonged deceleration time. This pattern is observed in mild mitral stenosis.

Middle panel (Type II): Flow pattern is characterized by a gradual and irregular ascending slope during diastole without a significant D wave. This pattern is observed in moderate mitral stenosis.

Right panel (Type III): Flow pattern is characterized by a rapid upstroke of flow velocity in early diastole followed by a monophasic plateau pattern. This pattern is characteristic of in severe mitral stenosis.

SV=sample volume; MV=mitral valve.



**Fig. 4. Comparison of mitral valve orifice areas in types I and III of mitral stenosis.**

MVA=mitral valve orifice area.

I 型：心房収縮波 (A 波) に比べて急速流入波 (D 波) の peak velocity の減高を示し, D 波のピークから基線に減速するまでの時間 (deceleration time) が延長するパターン。

II 型：明らかな D 波を認めず, 拡張早期から終期にかけて緩徐で不規則な ascending slope を示すパターン。

III 型：拡張早期に急峻な立ち上がりを持つ flow velocity を示し, その後は plateau 波形を維持するパターン。

本研究においては, これらの血流パターンの中から I 型と III 型に焦点を合わせて検討を行った。なお, I 型は男 8 例, 女 17 例, 計 25 例で, うち洞調律を示すものは 19 例である。III 型は男 4 例, 女 5 例, 計 9 例で, 全例心房細動例である。

使用した装置は Aloka 製 SSD 110 B および ATL 製 500 A 型超音波パルス・ドプラー装置と, 東芝製電子走査型超音波断層装置 SSH-11 A の複合システムで, 記録はポラロイドカメラおよび Honeywell 製 strip chart recorder により行い,

IVS 運動と左室流入血流パターンは 50 mm/sec の速度で記録して検討した。

## 結 果

1. 左室流入血流パターンと左室短軸断層図による僧帽弁口面積 (MVA) との関連性

Fig. 4 は左室流入血流パターン I 型と III 型における MVA の比較を示す。III 型の MVA ( $0.56 \pm 0.17 \text{ cm}^2$ ) は I 型 ( $1.76 \pm 0.51 \text{ cm}^2$ ) に比べて狭小で ( $p < 0.001$ ), 軽症例では I 型, 重症例では III 型の流入血流パターンを示すと考えられた (Fig. 5)。

2. 左室流入血流パターンと心室中隔動態の各指標との関連性

$P_1$  の振幅 a は, I 型 ( $6.5 \pm 1.5 \text{ mm}$ ) に比べて III 型 ( $4.2 \pm 1.1 \text{ mm}$ ) で減少 ( $p < 0.001$ ) を示した (Fig. 6 A)。

$P_3$  の振幅 b は, I 型 ( $5.2 \pm 1.5 \text{ mm}$ ) に比べて III 型 ( $7.5 \pm 1.2 \text{ mm}$ ) で増大 ( $p < 0.001$ ) を示した (Fig. 6 B)。

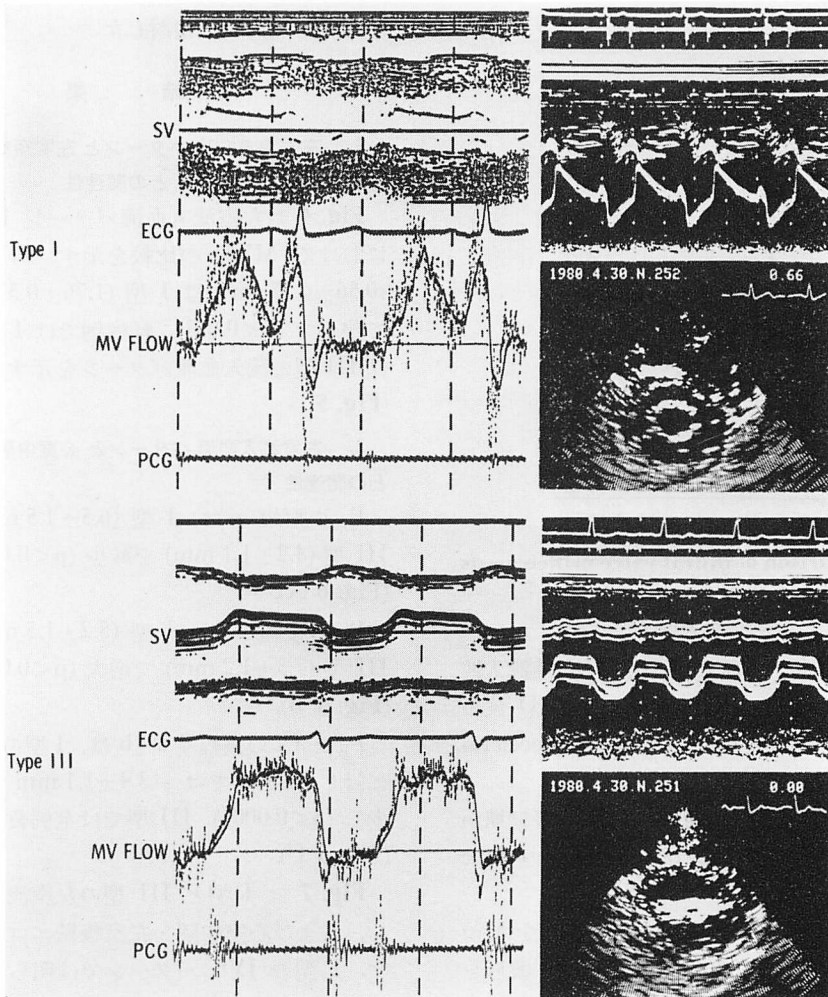
$P_1$  と  $P_3$  の振幅差 a-b は, I 型の  $1.4 \pm 0.9 \text{ mm}$  に対し, III 型では  $-3.4 \pm 1.1 \text{ mm}$  と明らかに減少し ( $p < 0.0001$ ), III 型では全例負の値を示した (Fig. 6 C)。

Fig. 7 は I 型と III 型の左室流入血流パターン, および心室中隔・左室後壁エコーグラムを示す。I 型の IVS パターンでは明らかな  $P_3$  を認めたが, その振幅は小さく, 一方, III 型では,  $P_1$  に比べて明瞭な  $P_3$  を認めた。

3. 僧帽弁口面積 (MVA) と心室中隔運動各指標との関連性

純型 MS 53 例における MVA と, IVS の 3 つの指標 (a, b, a-b) との関係を Fig. 8 に示す。MVA と a との間には正相関 ( $r = 0.58, p < 0.001$ , Fig. 8 A), b との間には負相関 ( $r = -0.38, p < 0.01$ , Fig. 8 B), a-b との間には高い正相関 ( $r = 0.80, p < 0.0001$ , Fig. 8 C) が認められた。

4. 心室中隔運動の各指標と左室径および右室径との関係

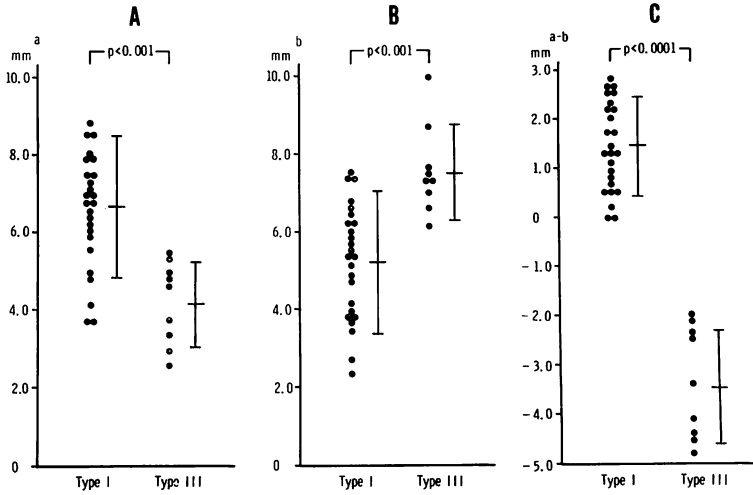


**Fig. 5. Left ventricular inflow velocity patterns, M-mode and two-dimensional echocardiograms in types I and III of mitral stenosis.**

Upper panel (Type I): Left panel shows a biphasic flow pattern characterized by a relative decrease of a rapid filling wave (D wave) compared to an atrial contraction wave (A wave) and prolonged deceleration time. Right panels show a mitral M-mode echocardiogram with slightly reduced diastolic descent rate (DDR) and a short-axis view of the two-dimensional echocardiogram of the left ventricle at the level of the mitral valve orifice in diastole, indicating the mildly stenotic mitral valve.

Lower panel (Type III): Left panel shows a monophasic flow pattern characterized by a rapid upstroke of flow velocity in early diastole. Right panels show a thickened mitral valve with a marked decrease of diastolic descent rate (DDR) on M-mode display and the severely stenotic mitral valve on cross-sectional view.

SV = sample volume; MV = mitral valve.



**Fig. 6. Comparison of various parameters (a, b, a-b) of the interventricular septal (IVS) motion between types I and III of mitral stenosis.**

a=amplitude of a systolic IVS motion ( $P_1$ ); b=amplitude of an early diastolic IVS motion ( $P_3$ ).

$P_1$  の振幅 a と左室拡張末期径 (LVDd) との間には有意の正相関 ( $r=0.46, p<0.001$ ), 右室径との間には粗な負相関 ( $r=-0.28, p<0.05$ ) を認めましたが, 左室収縮末期径 (LVDs) との間には有意な相関を認めなかった。また,  $P_3$  の振幅 b は LVDd, LVDs および RVD のいずれとも有意な相関を示さなかった。

5. 心室中隔運動パターンと左室形態との関連性

Fig. 9 A は  $P_3$  の著明でない軽症 MS, Fig. 9 B は  $P_3$  の著明な重症 MS の左室短軸像を示す。軽症 MS における左室内腔は, 心周期を通じてほぼ円形を示している。一方, 重症 MS では著明な  $P_3$  の出現する拡張早期に一致して, 左室内腔の変形を認めた。

6. 症例の例示

Fig. 10 は経過中に前壁梗塞を起こした重症 MS 例(57歳, 女性)の左室流入血流パターン, および IVS 運動パターンである。梗塞発症前には, 左室流入血流パターンは III 型を示し, IVS の  $a=2.1\text{ mm}, b=6.1\text{ mm}$  で, 拡張早期に明瞭な  $P_3$  を認め, MVA は  $0.7\text{ cm}^2$  で, 高度の弁口狭窄を認めた。

しかしながら, 梗塞発症後には血流パターンが II 型に変化し, IVS 運動は  $a=1.9\text{ mm}, b=2.4\text{ mm}$  となり, 発作前に比べて  $P_1$  はほとんど変化しなかったが,  $P_3$  振幅の著明な減高を示した。

考 察

Hammermeister & Warbasse<sup>8)</sup> は左室造影より得た容量曲線に基づき, また Gibson & Brown<sup>9)</sup> は心エコー図より得た dimension curve から, 僧帽弁狭窄症 (MS) における急速流入期の左室充満の低下を指摘している。Okí ら<sup>10)</sup> は, M モード心エコー図法により, MS の IVS 拡張運動パターンが本症の重症度をよく反映することを指摘している。

以上の報告は本症の僧帽弁口狭窄に基づく前負荷減少に一致するものであるが, MS では, IVS が拡張早期に後方運動を示すことも知られている<sup>1)</sup>。Weyman ら<sup>2)</sup> は, 超音波断層法を用い, 本症では拡張早期に左室短軸の歪みを生じることを認め, 本症にみる IVS の拡張早期後方運動は, early diastole における相対的右室容量負荷によ

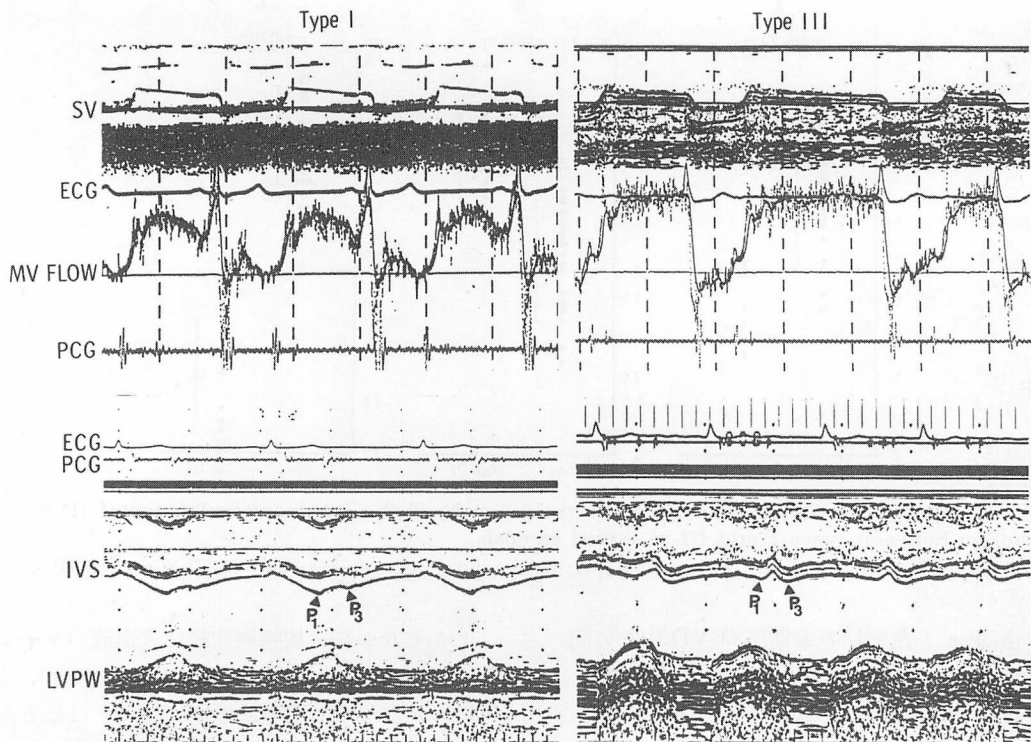


Fig. 7. Left ventricular inflow velocity patterns and IVS-LVPW echocardiograms in types I and III of mitral stenosis (MS).

Left panel (mild MS): Upper panel shows a biphasic flow pattern, type I, characterized by a relative decrease of rapid filling wave (D wave) compared to an atrial contraction wave (A wave) and the prolonged deceleration time. Lower panel shows the IVS pattern with two posterior motions, definite  $P_1$  and small  $P_3$ .

Right panel (severe MS): Upper panel shows a monophasic flow pattern, type III, characterized by a rapid upstroke of flow velocity in early diastole. Lower panel shows the IVS pattern with a marked posterior motion of  $P_3$ .

IVS=interventricular septum; LVPW=left ventricular posterior wall; SV=sample volume; MV=mitral valve.

ると推察している.

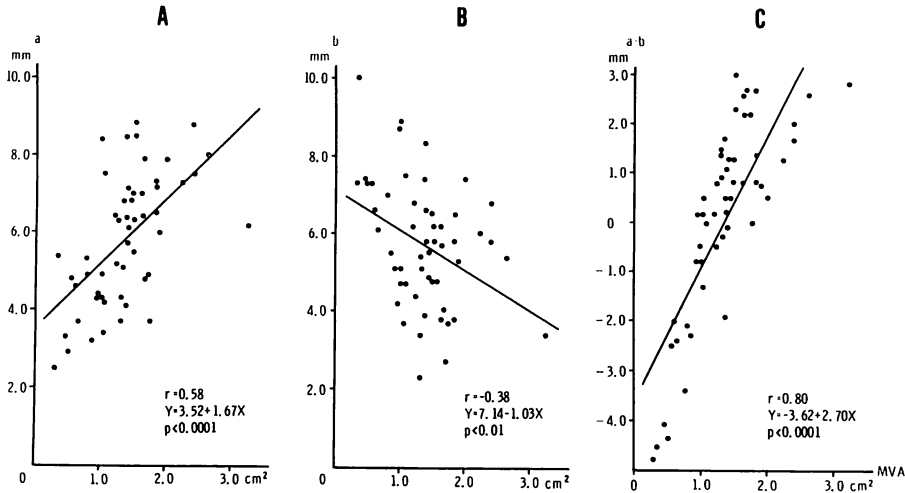
一方, 実験的に僧帽弁口を狭くすると, 拡張期に左室内に陰圧を生じるが<sup>11,12</sup>, その原因として active ventricular relaxation の存在が考えられている<sup>13,14</sup>.

近年, 超音波断層法により得た僧帽弁口面積は, 心臓カテーテル法による僧帽弁口面積<sup>15</sup>および房室間圧較差と高い相関を有することが明らか

となった<sup>16,17</sup>. また超音波パルス・ドプラー法の開発により, 非観血的に心臓内血流波形を得ることが可能となった<sup>3~5</sup>.

このような観点から, 本研究においては, 純型 MS 例における左室流入血流パターン, 僧帽弁口面積および左室形状を観察し, Mモード心エコー図から得た IVS の拡張早期後方運動の発生機序について検討した.





**Fig. 8. Relationship between MVA and three parameters of an IVS motion (a, b, a-b) in mitral stenosis.**

MVA=mitral valve orifice area. Other abbreviations: see Fig. 2.

MS における左室流入血流パターンについてはすでに多くの報告がある<sup>4,5,18,19</sup>。竹村ら<sup>7)</sup>は、僧帽弁口の形状と左室流入血流パターンとの間に良好な相関があることを報告している。本研究では、MS 例での左室流入血流パターンの III 型では明瞭な拡張期後方運動 (P<sub>3</sub>) があり、かつそのような例の MVA は小さく、この点は I 型との大きな差であることが示された。

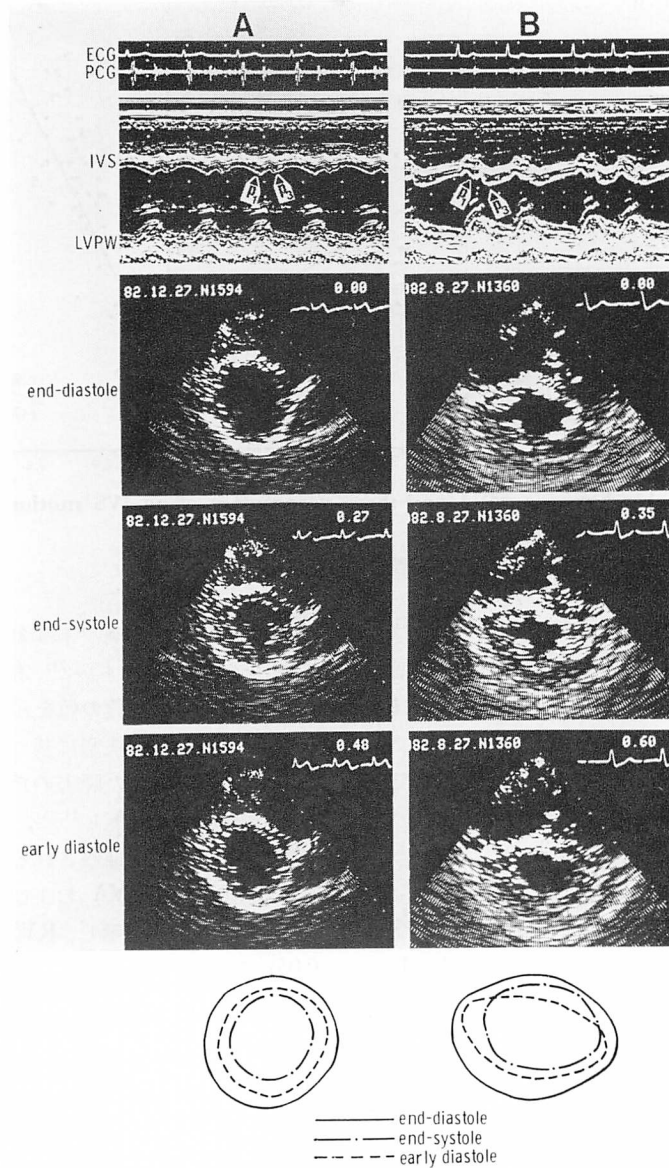
大木ら<sup>9)</sup>は正常者の心尖部方向における IVS 運動について検討し、IVS パターンは、心電図 R 波から心音図 II 音までの収縮期後方運動 (P<sub>1</sub>)、心音図 II 音から僧帽弁前尖 E 点までの拡張期後方運動 (P<sub>2</sub>)、および僧帽弁前尖 E 点から急速流入終了時までの拡張期後方運動 (P<sub>3</sub>) の 3 つより構成されていることを指摘し、明らかな P<sub>3</sub> は正常若年者、僧帽弁閉鎖不全症、心室中隔欠損症、収縮性心膜炎、僧帽弁狭窄症などに出現すると報告している<sup>20)</sup>。

MS の IVS パターンについては、P<sub>2</sub> は痕跡的となり、全体として P<sub>1</sub> と P<sub>3</sub> の二峰性パターンを示す傾向がみられた。収縮期後方運動 P<sub>1</sub> の振幅 a は、従来から左、右の心室の収縮力を反映す

ると考えられている。すなわち左室容量負荷疾患では a の増大を示すが<sup>21)</sup> 右室容量負荷疾患では a は減少あるいは負の値を示す<sup>22,23)</sup>。

MS では、弁口狭窄に基づく前負荷の減少あるいは左室心筋自体の障害のため、左室の ejection performance が低下し<sup>24,25)</sup>、相対的右室容量負荷状態にあることが推察される。本研究においては、振幅 a は MVA および LVDd と有意な正相関 (p<0.001) を示し、RVD と粗な負相関 (p<0.05) を示した。このさい三尖弁閉鎖不全症が合併すると、a はより著明な減高を示すが、本研究においては、53 例中 3 例に軽度の三尖弁閉鎖不全を認めるのみで、この閉鎖不全の影響については結論しえなかった。

拡張早期後方運動 P<sub>3</sub> の振幅 b は、MVA と負の相関を示し、血流パターン III 型において大であった。Holen ら<sup>26)</sup> および Hatle ら<sup>27)</sup> は、超音波パルス・ドプラー法を用い、MS では僧帽弁口最大血流速度と房室間圧較差の間に良好な相関を認め、Whamond ら<sup>28)</sup> は MS 例の僧帽弁口血流速度は正常例に比べて著明な増大を示すと報告している。弁口狭窄の程度が強い重症 MS 例の左室

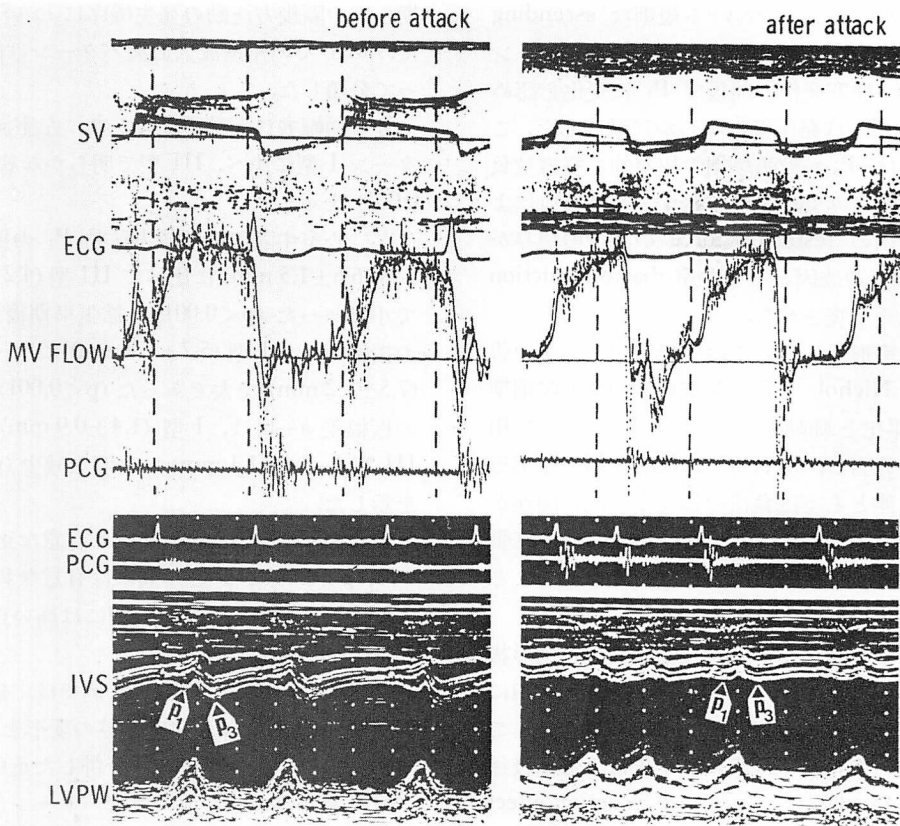


**Fig. 9. IVS-LVPW echograms and short-axis views of two-dimensional echocardiograms in patients with mild and severe mitral stenosis (MS).**

Panel A (mild MS): The IVS exhibits the small septal dip of  $P_3$ . During a cardiac cycle the ventricular wall maintains their normal circular configuration.

Panel B (severe MS): The IVS exhibits the augmented septal dip of  $P_3$ . Deformity of the shape of the left ventricle by flattening the IVS is observed in early diastole.

IVS=interventricular septum; LVPW=left ventricular posterior wall.



**Fig. 10. Left ventricular inflow velocity patterns and IVS-LVPW echograms from a patient with severe mitral stenosis before and after the attack of acute anterior infarction.**

Left panel: The flow pattern shows type III, and a prominent septal dip of  $P_3$  is observed before the attack of acute anterior infarction.

Right panel: The flow pattern changes to type II, and an amplitude of  $P_3$  is decreased after the attack.

Abbreviations: see Fig. 7.

流入血流パターンが、立ち上がりが急峻な flow velocity を示す III 型パターンを示すことは、彼らの報告から説明可能と思われる。

一方, Sabbah ら<sup>29)</sup>は、重症 MS では拡張期左室内圧が陰性となることを報告し、diastolic suction の存在を示唆している。Brecher & Kissen<sup>30)</sup>, Roberts ら<sup>31)</sup>, Hori ら<sup>32)</sup>は、収縮末期左室容積の減少と心収縮力の増大が suction effect を強調させると報告している。また Tyberg ら<sup>14)</sup>は、左室容積が正常な例においても、拡張期に restoring force が存在することを推察している。

MS 例に diastolic suction が存在するとすれば、拡張早期に左室心筋内に発生した力により左室内圧はより低下するため、弁口狭窄が著明なものほど房室間圧較差は大きくなり、そのため左室流入血流速度は増大し、圧の影響を受け易い IVS が左室内に偏位すると考えられる。血流パターン III 型を示す例に  $P_3$  の増高を認めたことはこの考えを支持している。

Fig. 10 に示す例で、心筋梗塞の合併により、左室流入血流パターンは、立ち上がりが急峻な flow velocity を示す III 型から、立ち上がりに

明らかな D 波を認めない不規則な ascending pattern を示す II 型に変化した. IVS パターンについては, 梗塞発作の前後で  $P_1$  に変化を認めなかったが,  $P_3$  は発作後に明らかに減高した. これらの変化は,  $P_3$  が拡張早期の相対的右室容量負荷によることのみでは説明できず, 心筋虚血により左室心筋内の restoring force の減少の関与が考えられ,  $P_3$  の成因として左室 diastolic suction の存在が強く示唆された.

MS の左室形状についてはすでにいくつかの報告がある. Nichol ら<sup>17)</sup>は左室短軸面での収縮期 IVS の偏平化と肺動脈平均圧との間に有意な相関があると報告し, 赤石ら<sup>33)</sup>は拡張末期の左室短軸断面の形態と右室圧負荷の程度との間に関連があると報告している. また, Weyman ら<sup>2)</sup>は拡張早期に IVS が右室側から左室側に偏位することにより, 左室形態が変化すると述べている.

本研究では, 重症 MS の収縮末期の左室形状はほぼ円形を示したが, 著明な  $P_3$  の出現時相に一致して拡張早期の左室内腔の変形を認めた. この左室形状の変化は, IVS の偏平化による前後径の減少と横径の増大によるもので, suction effect による IVS の左室内腔への偏位によると考えられた.

$P_1$  と  $P_3$  の振幅差  $a-b$  は, MVA と高い正相関を示した.  $a$  と LVDd および RVD は有意な相関を示したが,  $b$  は LVDd および RVD と有意な相関を示さなかった. これらのことから, 見かけ上の拡張早期後方偏位 ( $a-b$ ) の増大には, 相対的右室容量負荷と左室の suction effect の 2 要素が関与していると考えられた.

以上の検討成績から, MS における IVS の拡張早期後方運動  $P_3$  の発生機序には, 左室の diastolic suction の存在が示唆された.

## 要 約

純型僧帽弁狭窄症 (MS) 53 例において, M モード心エコー図法, 超音波心臓断層法および超音波パルス・ドプラー法により, 本症に見る拡張早

期心室中隔後方運動の発生機序について検討した. MS での左室流入血流パターンは前報<sup>7)</sup>によって分類した.

1. 僧帽弁口面積 (MVA) は, 左室流入血流パターン I 型に比べ, III 型で明らかな狭小化 ( $p < 0.001$ ) を示した.

2. 心室中隔収縮期後方運動  $P_1$  の振幅  $a$  は, I 型 ( $6.6 \pm 1.5$  mm) に比べて III 型 ( $4.2 \pm 1.1$  mm) で小であった ( $p < 0.001$ ). 拡張早期後方運動  $P_3$  の振幅  $b$  は, I 型 ( $5.2 \pm 1.5$  mm) に比べて III 型 ( $7.5 \pm 1.2$  mm) で大であった ( $p < 0.001$ ).  $P_1$  と  $P_3$  の振幅差  $a-b$  は, I 型 ( $1.4 \pm 0.9$  mm) に比べて III 型 ( $-3.4 \pm 1.1$  mm) で著明な減少 ( $p < 0.0001$ ) を示した.

3. MVA と  $a$  との間には有意な正相関 ( $r = 0.58, p < 0.001$ ),  $b$  との間には有意な負相関 ( $r = -0.38, p < 0.01$ ),  $a-b$  との間には高い正相関 ( $r = 0.80, p < 0.0001$ ) を認めた.

4.  $P_3$  の明瞭な重症 MS 例では, 拡張早期に IVS の偏平化を伴う左室内腔の変形を認めた.

5. 経過中に前壁梗塞を合併した重症 MS 例では, 発作前の左室流入血流パターンは III 型を示し, 明瞭な  $P_3$  を認めたが, 発作後には II 型に変化し,  $P_3$  の減高を認めた.

以上の所見から, 左室流入血流パターン III 型と  $P_3$  との間には密接な関係があることが示唆され, MS における  $P_3$  の発生機序として, 左室 diastolic suction について論じた.

## 文 献

- 1) Feigenbaum H: Echocardiography 2nd ed, Lea & Febiger, Philadelphia, 1976, p 267-296
- 2) Weyman AE, Heger JJ, Kronik G, Wann LS, Dillon JC, Feigenbaum H: Mechanism of paradoxical early diastolic septal motion in patients with mitral stenosis: A cross-sectional echocardiographic study. Am J Cardiol 40: 691, 1977
- 3) Baker DW, Rubenstein SA: Pulsed Doppler echocardiography. Principles and applications. Am J Med 63: 69, 1977
- 4) Kalmanson D, Verat C, Bernier A, Savier CH, Chiche P, Witchitz S: Diagnosis and evaluation

- of mitral valve disease using transeptal Doppler ultrasound catheterization. *Br Heart J* **37**: 257, 1975
- 5) Kalmanson D, Veyrat C, Bouchareine F, Degroote A: Non-invasive recording of mitral valve flow velocity patterns using pulsed Doppler echocardiography: Application to diagnosis and evaluation of mitral valve disease. *Br Heart J* **39**: 517, 1977
  - 6) 大木 崇, 沢田誠三, 河原啓治, 谷口哲三, 坂井秀樹, 仁木敏晴, 森 博愛: 心エコー図による心室中隔運動の再検討. *医学のあゆみ* **112**: 94, 1980
  - 7) 竹村晴光, 大木 崇, 村尾明之, 浅井幹夫, 福田信夫, 大島千寿子, 仁木敏晴, 森 博愛: 超音波パルス・ドプラー法による僧帽弁狭窄症の左室流入血流パターンについて: とくに左房粘液腫との対比. *J Cardiography* **11**: 703, 1981
  - 8) Hammermeister KE, Warbasse JR: The rate of change of the left ventricular volume in man: II. Diastolic events in health and disease. *Circulation* **65**: 739, 1974
  - 9) Gibson DG, Brown D: Measurement of instantaneous left ventricular dimension and filling rate in man, using echocardiography. *Br Heart J* **35**: 1141, 1973
  - 10) Oki T, Sawada S, Kawahara K, Niki T, Mori H: Echocardiographic study on diastolic hemodynamics of the intraventricular septum in valvular heart disease. 4th World Cong Ultrason Med, 1979, p 234 (abstr)
  - 11) Brecher GA: Experimental evidence of ventricular diastolic suction. *Circ Res* **4**: 513, 1956
  - 12) Fowler NO, Couves C, Brewick J: Effect of inflow obstruction and rapid bleeding on ventricular diastolic pressure. *J Thorac Surg* **35**: 532, 1958
  - 13) Brecher GA: Critical review of recent work on ventricular diastolic suction. *Circ Res* **6**: 554, 1958
  - 14) Tyberg JV, Keon WJ, Sonnenblick EH, Urschel CW: Mechanics of ventricular diastole. *Cardiovasc Res* **4**: 423, 1970
  - 15) Gorlin R, Gorlin SG: Hydraulic formula for calculation of the area of the stenotic mitral valve, other cardiac valves and central circulatory shunts. *Am Heart J* **41**: 1, 1951
  - 16) Henry WL, Griffith JM, Michaelis LL, McIntosh CL, Morrow AG, Epstein SE: Measurement of mitral orifice area in patients with mitral valve disease by real-time, two-dimensional echocardiography. *Circulation* **51**: 827, 1975
  - 17) Nichol PM, Gilbert BW, Kisslo JA: Two-dimensional echocardiographic assessment of mitral stenosis. *Circulation* **55**: 120, 1977
  - 18) Thuillez C, Theroux P, Bourassa MG, Blanchard D, Peronneau P, Guermontprez JL, Diebold B, Water SDD, Maurice P: Pulsed Doppler echocardiographic study of mitral stenosis. *Circulation* **61**: 381, 1980
  - 19) 浅生雅人: 僧帽弁狭窄症における房室間圧較差の無侵襲的推定に関する研究—超音波パルス変調ドプラー法を用いて. *日内会誌* **69**: 34, 1980
  - 20) 大木 崇, 河原啓治, 竹村晴光, 村尾明之, 谷口哲三, 福田信夫, 大島千寿子, 上村のみ子, 坂井秀樹, 沢田誠三, 仁木敏晴, 森 博愛: 心室中隔の拡張期後方運動に関する検討: 特に右心系の役割について. *J Cardiography* **10**: 465, 1980
  - 21) 藤野武彦, 伊東盛夫, 金谷庄蔵, 真柴裕人, 平田経雄: 諸種疾患に見られた心室中隔エコーの異常について. (2) 左室負荷, 右室負荷の対比. *日超医講演論文集* **27**: 243, 1975
  - 22) Diamond MA, Dillon JC, Haine CL, Chang S, Feigenbaum H: Echocardiographic features of atrial septal defect. *Circulation* **63**: 129, 1971
  - 23) Meyer RA, Schwartz DC, Benzing G III, Kaplan S: Ventricular septum in right ventricular volume overload. An echocardiographic study. *Am J Cardiol* **30**: 349, 1972
  - 24) Harvey RM, Ferrer MI, Samet P, Bader RA, Bader ME, Cournand A, Richards DW: Mechanical and myocardial factors in rheumatic heart disease with mitral stenosis. *Circulation* **11**: 531, 1955
  - 25) Gash AK, Carabello BA, Cepin D, Spann JF: Left ventricular ejection performance and systolic muscle function in patients with mitral stenosis. *Circulation* **67**: 148, 1983
  - 26) Holen J, Aaslid R, Landmark K, Simonsen S: Determination of pressure gradient in mitral stenosis with a non-invasive ultrasound Doppler technique. *Acta Med Scand* **199**: 455, 1976
  - 27) Hatle L, Brubakk A, Tromsdal A, Angelsen B: Noninvasive assessment of pressure drop in mitral stenosis by Doppler ultrasound. *Br Heart J* **40**: 131, 1978
  - 28) Whamond JS, Taylor DEM: Fluid dynamics of the diseased mitral valve. Kalmanson D ed, *in* The Mitral Valve. Edward Arnold Ltd, London, 1976, p 187-193
  - 29) Sabbah HN, Anbe DT, Stein PD: Negative interventricular diastolic pressure in patients with mitral stenosis: Evidence of left ventricular diastolic suction. *Am J Cardiol* **45**: 562, 1980
  - 30) Brecher GA, Kissen AT: Relation of negative intraventricular pressure to ventricular volume. *Circ Res* **5**: 157, 1957

富永, 大木, 浅井, ほか

- 31) Roberts WC, Brownlee WJ, Jones AA, Luke JL: Sucking action of the left ventricle. Demonstration of a physiologic principle by a gunshot wound penetrating only the right side of the heart. *Am J Cardiol* **43**: 1234, 1979
- 32) Hori M, Yellin EL, Sonnenblick EH: Left ventricular diastolic suction as a mechanism of ventricular filling. *Jpn Circul J* **46**: 124, 1982
- 33) 赤石 誠, 秋月哲史, 半田俊之介, 大西祥平, 後藤敏夫, 小川 聡, 川村陽一, 中村芳郎: 右室負荷疾患における左室の形態と機能. *J Cardiography* **10**: 153, 1980