

## 肥大型心筋症における拡張期ランブルの成因について：超音波パルス・ドプラー法による検討

## Apical mid-diastolic rumble in hypertrophic cardiomyopathy: A pulsed Doppler echocardiographic study

富永 俊彦  
大木 崇  
大櫛日出郷  
石本 武男  
田岡 雅世  
福田 信夫  
三河 哲也  
苛原 恵子  
仁木 敏晴  
森 博愛

Toshihiko TOMINAGA  
Takashi OKI  
Hidesato OHKUSHI  
Takeo ISHIMOTO  
Masayo TAOKA  
Nobuo FUKUDA  
Tetsuya MIKAWA  
Keiko IRAHARA  
Toshiharu NIKI  
Hiroyoshi MORI

### Summary

To investigate the mechanism of an apical mid-diastolic rumble in hypertrophic cardiomyopathy (HCM), we recorded left ventricular (LV) inflow velocity patterns using pulsed Doppler echocardiography and apexcardiography for 10 HCM patients with rumble and 20 HCM patients without rumble. Controls consist of 17 normal subjects, three patients with complete atrioventricular block and two patients with artificial right ventricular pacemakers. The LV inflow velocity profiles were analyzed in terms of acceleration time (AT) and deceleration time (DT) of the rapid filling wave, and the ratio of peak velocity of the atrial contraction wave to that of the rapid filling wave (A/D ratio).

The results were as follows:

1. The apical mid-diastolic murmur in HCM had a crescendo-decrescendo character mainly of medium frequency, and increased in intensity after the inhalation of amyl nitrite.
2. All patients with rumble had asymmetric septal hypertrophy and the five of these had LV outflow obstruction. In six of the 10 patients with rumble, mild mitral regurgitation was detected.
3. In HCM with rumble, the AT tended to be shorter than that of HCM without rumble, but it was significantly longer than the AT of normal subjects.
4. In HCM with rumble, the DT was significantly shorter than that of HCM without rumble, but it was significantly longer than the DT of normal subjects.
5. There was no significant difference in the A/D ratio between the HCM with rumble and the

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, University of Tokushima, Kuramoto-cho 2-50, Tokushima 770

Received for publication December 31, 1984; accepted February 25, 1985 (Ref. No. 29-59)

normal subjects, but the A/H ratio of the apexcardiogram was significantly increased in HCM with rumble as compared with those of HCM without rumble and of the normal subjects.

6. The LV dimension was significantly decreased in HCM with rumble as compared with those of HCM without rumble and the normal subjects.

7. Peak negative VCF was significantly decreased in HCM with rumble as compared with that of HCM without rumble. But there was no significant difference in this parameter between HCM with rumble and the normal subjects.

8. In simultaneous recordings of apical mid-diastolic rumble and LV inflow velocity patterns, the rumble appeared to start after the beginning of the diastolic rapid filling wave and to stop before or at the end of the diastolic rapid filling wave.

9. In patients with complete atrioventricular block and with artificial right ventricular pacemakers, the apical mid-diastolic rumble appeared when the P wave was during the rapid filling phase of the left ventricle. The peak velocity of the diastolic rapid filling wave increased, and AT and DT were shortened.

These findings suggest that the important factors in the genesis of the apical mid-diastolic rumble in HCM are the rapidly accelerating and decelerating LV inflow during rapid filling phase associated with reduced LV compliance and small LV cavity size.

#### Key words

Hypertrophic cardiomyopathy      Apical mid-diastolic rumble      Pulsed Doppler echocardiography  
Left ventricular inflow velocity pattern

### はじめに

肥大型心筋症 (hypertrophic cardiomyopathy: HCM) の基本病態は左室心筋の異常な肥大による心室拡張障害であるとされる。本症の心音図では、拡張期過剰心音および収縮期雑音が重要な所見であるが、拡張期雑音も本症の約 10% に出現することが知られている<sup>1-6)</sup>。しかし、その発生機序についての検討は十分とはいえない。

超音波パルス・ドプラー法による左室流入血流パターンは、左室拡張特性の評価に有用とされており<sup>7,8)</sup>、その臨床的応用が期待されている。本研究の目的は、この方法を用いて、心尖部拡張期ランブルを有する HCM の左室拡張動態を検討し、併せてこの雑音の成因を明らかにすることである。

### 対象と方法

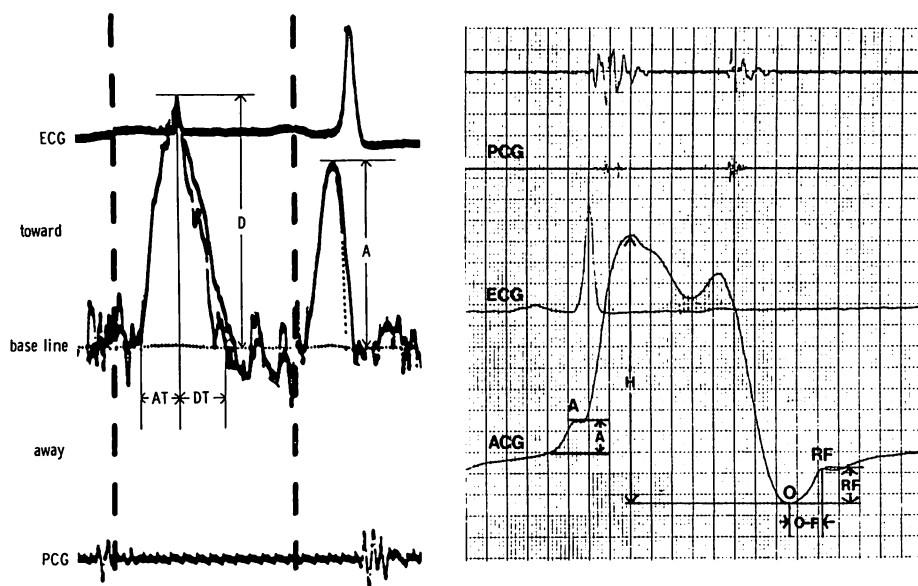
対象は心尖部に拡張中期ランブルを有する HCM (rumble 群) 10 例 (17 歳~66 歳, 平均 40 歳) であり、比較対照として、拡張期ランブルを

有しない HCM (rumble のない群) 20 例 (23 歳~72 歳, 平均 51 歳), および正常者 17 例 (16 歳~64 歳, 平均 40 歳) を用い、また、拡張期ランブルを有する完全房室ブロック例 3 例、右室ペースング例 2 例についても検討した (Table 1)。Rumble 群は閉塞性 HCM 5 例および非閉塞性 HCM 5 例を含み、また rumble のない群は閉塞性 HCM 7 例および非閉塞性 HCM 13 例を含んでいる。

全例に心音図、心尖拍動図、左室流入血流速波形、および M モード心エコー図を記録した。

心音図および心尖拍動図の記録にはフクダ電子製 MCM 8000、記録器にはエレマ製 8 素子ミニンググラフ、ピックアップはフクダ電子製 TY-303、マイクロホンは MA-250 を用い、呼気時呼吸停止にて、100 mm/sec の紙送り速度で心電図と同時記録した。

Rumble 群では拡張期ランブルの性状、出現時期および持続時間について検討し、全例に心尖拍動図の O 点から急速流入波 (RF 波) のピークまでの時間 O-F 時間、全波高に対する RF 波高



**Fig. 1. Parameters obtained from the left ventricular inflow velocity pattern (left panel) and from the apexcardiogram (right panel).**

Left panel: ECG=electrocardiogram; PCG=phonocardiogram; D=amplitude of a diastolic rapid filling wave; A=amplitude of an atrial contraction wave; AT=acceleration time of a diastolic rapid filling wave from baseline to the peak velocity; DT=deceleration time of a diastolic rapid filling wave from the peak velocity to baseline.

Right panel: ACG=apexcardiogram; H=amplitude of a total reflection; A=amplitude of an atrial contraction wave; RF=amplitude of a rapid filling wave; O-F=interval from the nadir "O" to the peak of a rapid filling wave.

**Table 1. Subjects**

Subjects	No. of cases	Age (years)
Hypertrophic cardiomyopathy with mid-diastolic murmur	10	40±16
obstructive (HOCM)	(5)	
non-obstructive (HCM)	(5)	
Hypertrophic cardiomyopathy without mid-diastolic murmur	20	51±13
obstructive (HOCM)	(7)	
non-obstructive (HCM)	(13)	
Normal	17	40±15
Complete atrioventricular block	3	
Artificial right ventricular pacemaker	2	

の比 RF/H および全波高に対する心房収縮波 (A 波) 高の比 A/H を計測した (Fig. 1 右).

左室流入路血流速度波形の記録には、東芝製電子走査型超音波断層装置 SSH-11A と ATL 製 500A 型超音波パルス・ドプラー装置の複合システムを用い、被検者を仰臥位あるいは左半側臥位とし、心尖部からのアプローチを用いた。

左室流入血流パターンの各計測項目を Fig. 1 左に示す。拡張早期波 (D 波) の基線からピークに達するまでの時間を加速時間 (acceleration time: AT)、ピークから基線に減速するまでの時間を減速時間 (deceleration time: DT) として計測し、心房収縮波 (A 波) と D 波のピーク速度の比 A/D についても計測した。また、左室流入血流パターンと心尖部心音図の同時記録を行い、ランブルと

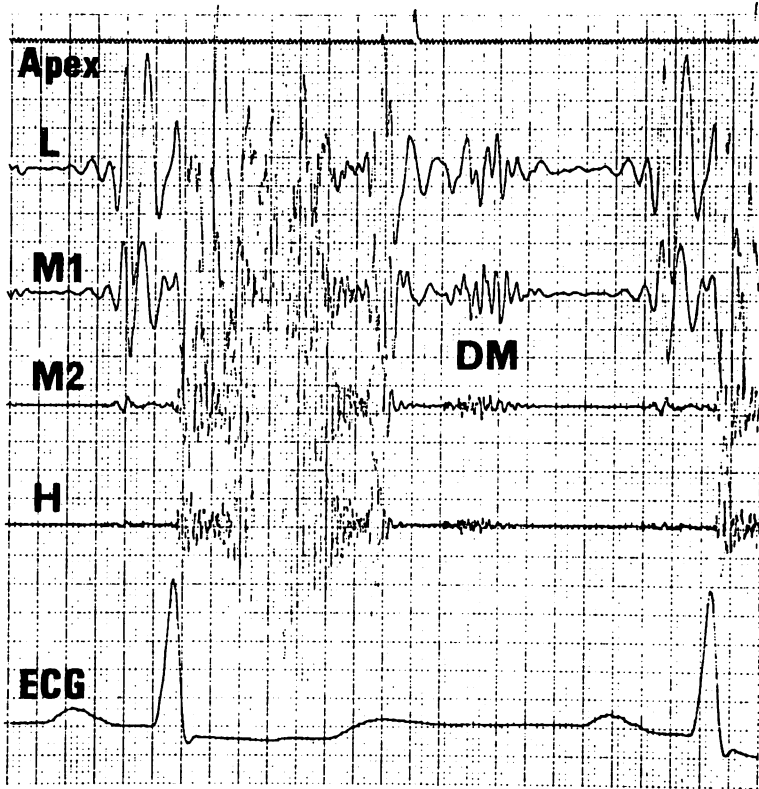


Fig. 2. Phonocardiogram demonstrating a diastolic rumble in a patient with hypertrophic cardiomyopathy.

DM=diastolic murmur.

左室流入血流パターンとの時相的關係についても検討した。

M モード心エコー図の記録には Aloka 製 SSD 110B を用い、僧帽弁前尖エコーグラムから拡張早期弁後退速度 (diastolic descent rate: DDR) を計測、心室中隔・左室後壁エコーグラムから左室拡張終期径、左室収縮終期径を計測し、さらに GOOD MAN 製 Medical Graphics Analyzer のマイクロコンピューターシステム (TEAC PS-80) を用いて、左室最大円周拡張速度 (negative peak VCF) を算出した。

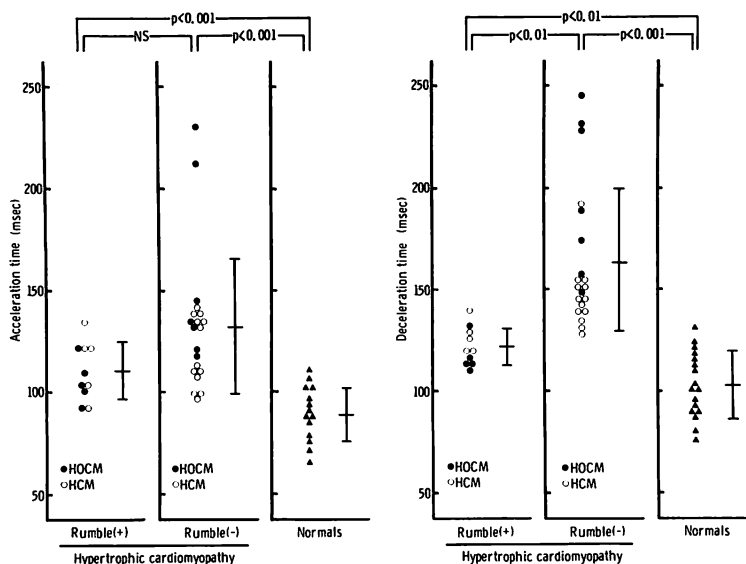
## 結 果

### 1. HCM における拡張期ランブル

拡張期ランブルの聴取部位は、全例で心尖部に限局していた。出現時相は II 音大動脈弁成分より  $130 \pm 36$  msec 後に始まり、平均  $142 \pm 36$  msec の持続を示した。性状は中音域成分を中心とした漸増・漸減型の雑音であった (Fig. 2)。この拡張期雑音は、亜硝酸アミル負荷により明らかに増強した。

### 2. 拡張期ランブルを有する肥大型心筋症の形態的特徴

心尖部に拡張期ランブルを有する HCM の肥厚様式は、非閉塞性および閉塞性 HCM 全例で



**Fig. 3. Acceleration time (left panel) and deceleration time (right panel) in patients of hypertrophic cardiomyopathy with and without diastolic rumble and in normal subjects.**

HOCM=hypertrophic obstructive cardiomyopathy; HCM=hypertrophic non-obstructive cardiomyopathy.

非対称性心室中隔肥厚 (asymmetric septal hypertrophic: ASH) であった。うち、閉塞性 HCM 全例と非閉塞性 HCM 1 例の計 6 例に僧帽弁逆流 (mitral regurgitation: MR) を認めたが、左室造影上、 $II^\circ$  以上の逆流は 1 例で、他の 5 例は  $I^\circ$  以下であった。

### 3. 左室流入血流速波形

1) 加速時間 (acceleration time: AT) (Fig. 3 左)

HCM の AT は、rumble 群  $114 \pm 14$  msec, rumble のない群  $132 \pm 34$  msec で、ともに正常群 ( $87 \pm 13$  msec) に比し有意な延長を示した ( $p < 0.001$ )。Rumble 群の AT は rumble のない群に比べて短縮傾向にあったが有意ではなかった。

2) 減速時間 (deceleration time: DT) (Fig. 3 右)

HCM の DT は、rumble 群  $122 \pm 9$  msec, rumble のない群  $164 \pm 35$  msec で、ともに正常群 ( $103 \pm 16$  msec) に比し有意な延長を示したが

( $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ )、rumble 群の DT は rumble のない群より有意な短縮を示した ( $p < 0.01$ ) (Fig. 4)。

Rumble 群のうち、僧帽弁逆流のある 6 例の DT は  $118 \pm 55$  msec で、逆流のない 4 例 ( $128 \pm 72$  msec) との間に有意差を認めなかった。

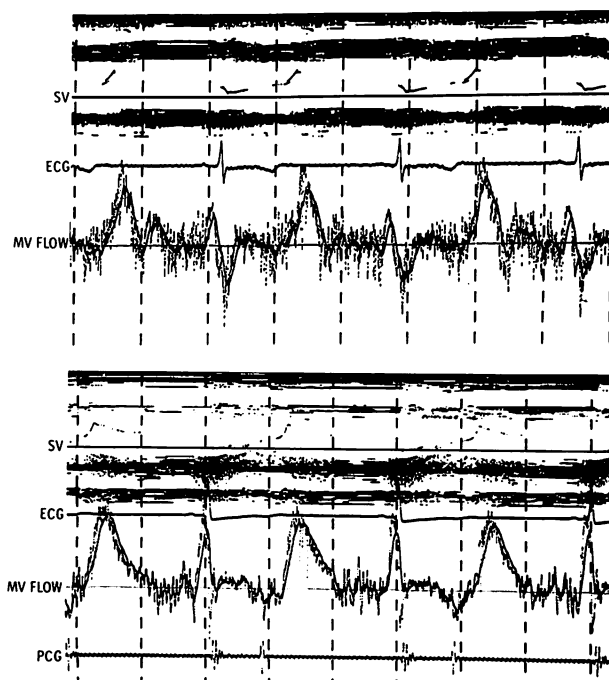
### 3) A/D 比 (Fig. 5 左)

A/D 比は、rumble 群  $0.75 \pm 0.27$ , rumble のない群  $1.00 \pm 0.32$ , 正常群  $0.69 \pm 0.18$  で、rumble のない群の A/D 比は正常群より有意の増大を示したが ( $p < 0.01$ )、rumble 群の A/D 比は正常群と有意差を示さなかった。

### 4. 心尖拍動図

#### 1) A/H 比 (Fig. 5 右)

HCM の A/H 比は、rumble 群  $25.0 \pm 9.4\%$ , rumble のない群  $13.7 \pm 5.7\%$  で、正常群 ( $7.1 \pm 2.6\%$ ) より有意の増大を示し ( $p < 0.001$ )、rumble 群の A/H 比は rumble のない群よりも有意の増大を示した ( $p < 0.01$ )。



**Fig. 4. Left ventricular inflow velocity patterns in patients of hypertrophic cardiomyopathy with and without diastolic rumble.**

Upper panel (HCM with rumble): Acceleration time and deceleration time are normal, but A/D ratio is decreased.

Lower panel (HCM without rumble): Acceleration time and deceleration time are prolonged, and A/D ratio is slightly increased.

SV=sample volume; ECG=electrocardiogram; MV=mitral valve; PCG=phonocardiogram.

## 2) O-F 時間 (Fig. 6 左)

Rumble 群のうち閉塞性 HCM 4 例, 非閉塞性 HCM 3 例では明らかな RF 波を認めなかった。O-F 時間は, rumble 群  $77 \pm 22$  msec, rumble のない群  $47 \pm 14$  msec, 正常群  $65 \pm 11$  msec で, rumble 群の O-F 時間は rumble のない群より有意な延長を示したが ( $p < 0.01$ ), 正常群との差は認めなかった。

## 3) RF/H 比 (Fig. 6 右)

RF/H 比は, rumble 群  $10.6 \pm 6.3\%$ , rumble のない群  $1.9 \pm 1.9\%$ , 正常群  $8.5 \pm 3.2\%$  で, rumble 群の RF/H 比は rumble のない群より有意の増大を示したが ( $p < 0.001$ ) (Fig. 7), 正常群との差は認めなかった。

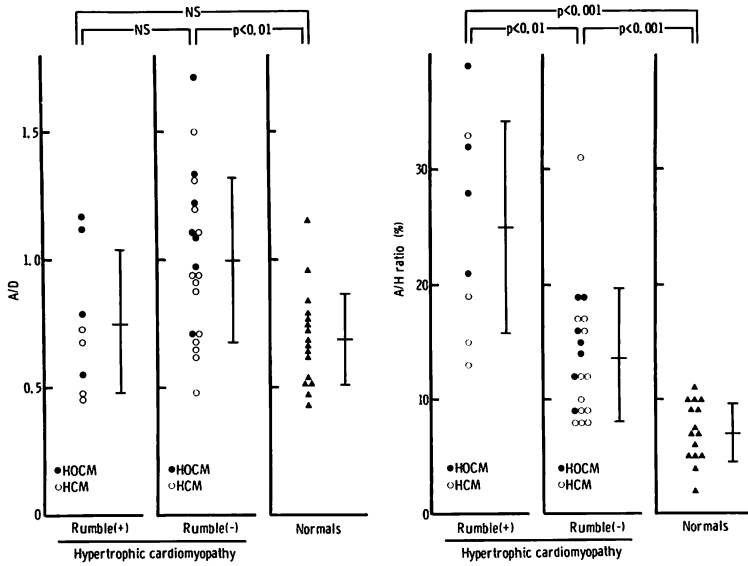
## 5. M モード心エコー図

### 1) 左室拡張終期径 (LVDd) (Fig. 8 左)

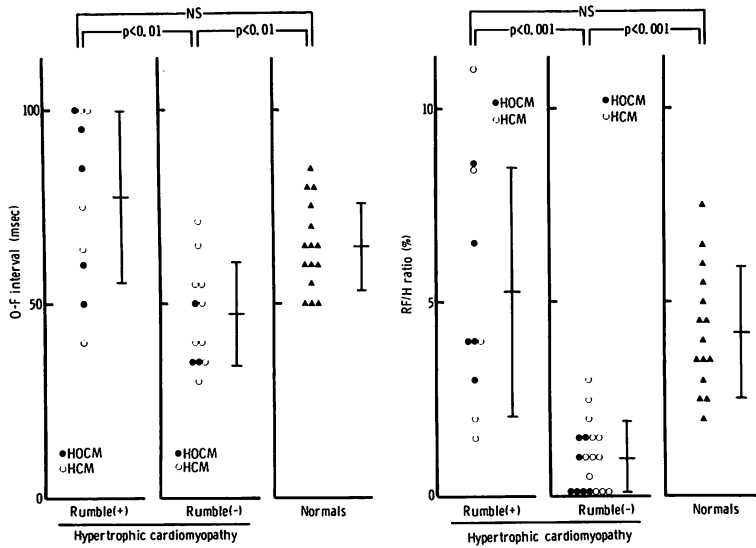
HCM の LVDd は, rumble 群  $3.8 \pm 0.6$  cm, rumble のない群  $4.2 \pm 0.5$  cm で, いずれも正常群 ( $4.7 \pm 0.3$  cm) に比し有意に小さく ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ ), また rumble 群は rumble のない群よりも小さい傾向を示し, 特に非閉塞性 HCM の rumble 例では rumble のない例よりも有意に小さかった ( $p < 0.05$ ).

### 2) 左室収縮終期径 (LVDs) (Fig. 8 右)

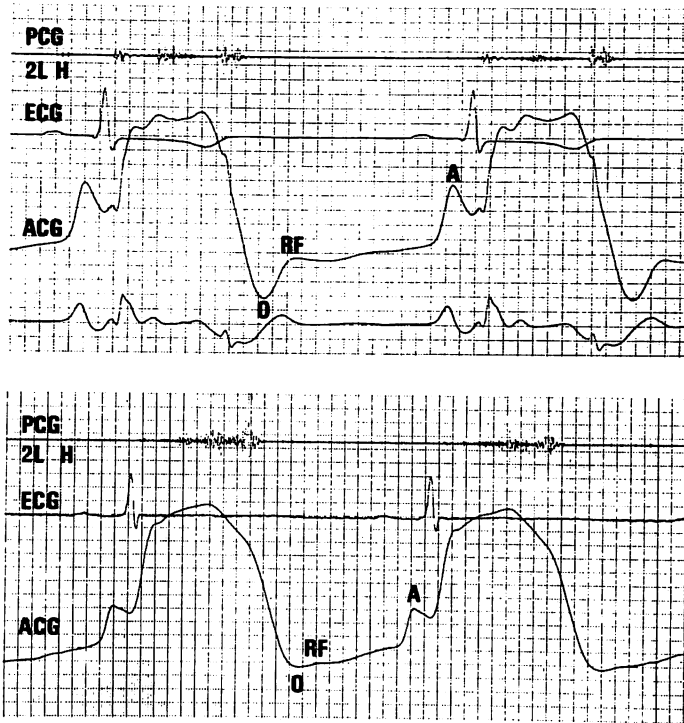
Rumble 群の LVDs ( $1.9 \pm 0.5$  cm) は, rumble のない群 ( $2.5 \pm 0.5$  cm) および正常群 ( $3.0 \pm 0.4$  cm) に比べて有意に小さく ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ ), rumble のない群の LVDs は正常群に比べて有



**Fig. 5. A/D ratio (left panel) and A/H ratio (right panel) in patients having hypertrophic cardiomyopathy with and without diastolic rumble and in normal subjects.**  
Abbreviations are the as in Fig. 3.



**Fig. 6. O-F interval (left panel) and RF/H ratio (right panel) in patients having hypertrophic cardiomyopathy with and without diastolic rumble and in normal subjects.**  
Abbreviations are the same as in Fig. 3.



**Fig. 7. Apexcardiograms in patients having hypertrophic cardiomyopathy with and without diastolic rumble.**

Upper panel (HCM with rumble): Rapid filling wave (RF) and atrial contraction wave (A) are more prominent compared with those of HCM without rumble.

Lower panel (HCM without rumble): Rapid filling wave is diminished, although atrial contraction wave is larger compared with that of normal subjects.

Abbreviations are the same as shown in Fig. 1.

意に小であった ( $p < 0.01$ ). 特に非閉塞性 HCM の rumble 例では, rumble のない例より LVDs は有意に小であった ( $p < 0.01$ ).

3) 拡張早期弁後退速度 (DDR) (Fig. 9 左)

HCM の DDR は, rumble 群  $48.7 \pm 26.7$  mm/sec, rumble のない群  $51.1 \pm 30.0$  mm/sec で, 正常群 ( $104.6 \pm 25.5$  mm/sec) に比べて有意な低値を示したが ( $p < 0.001$ ), rumble 群と rumble のない群との間の差は認めなかった.

4) 左室最大円周拡張速度 (negative peak VCF) (Fig. 9 右)

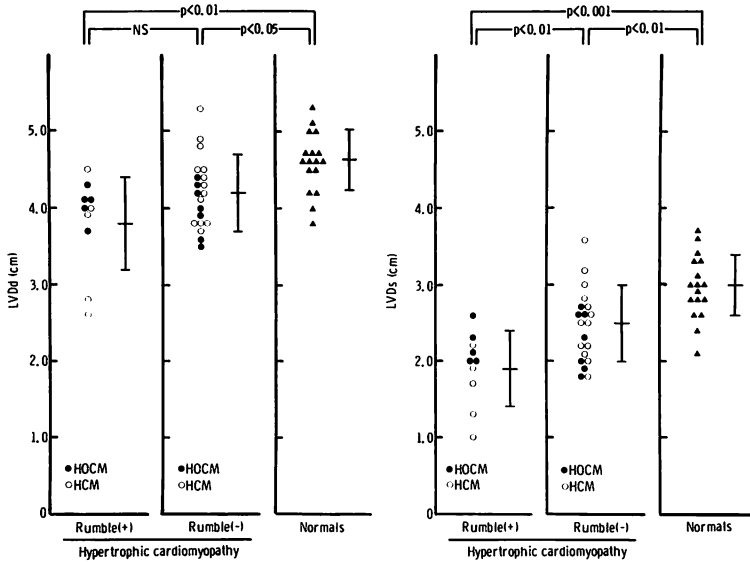
Rumble 群の negative peak VCF ( $-4.4 \pm 1.3$  circ/sec) は, rumble のない群 ( $-3.0 \pm 0.7$  circ/

sec) に比べて有意に小であったが ( $p < 0.01$ ), 正常群 ( $-3.7 \pm 0.6$  circ/sec) とは有意差を認めなかった. Rumble のない群の negative peak VCF は正常群よりも高値を示した ( $p < 0.01$ ).

6. 拡張期ランブルと左室流入血流パターンとの時相的關係

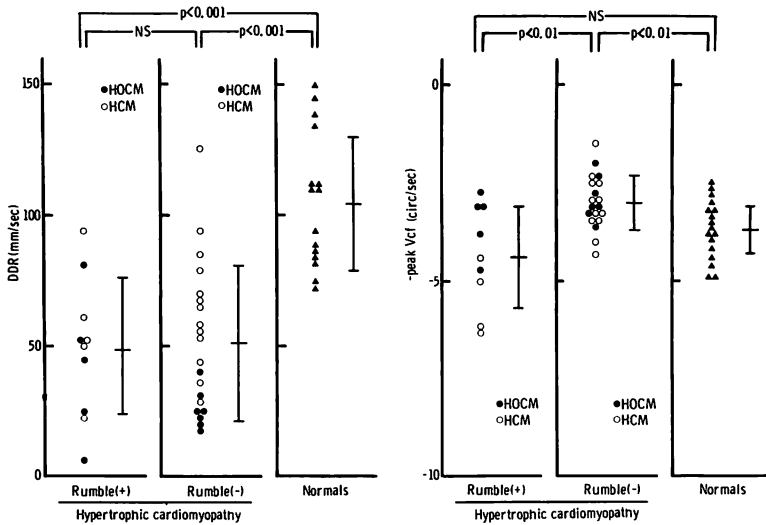
心尖部心音図と左室流入血流パターンの同時記録を Fig. 10 に示す. 拡張期ランブルと左室流入血流パターンとの時相的關係はいろいろで, ランブルの開始が拡張早期波の加速開始に一致するもの (Fig. 10 左), 拡張早期波の加速途中にあるもの (Fig. 10 中央, 右), またランブルの終了が拡張早期波の減速途中にあるもの (Fig. 10 左, 中央),





**Fig. 8. Left ventricular dimension at end-diastole (left panel) and end-systole (right panel) in patients having hypertrophic cardiomyopathy with and without diastolic rumble and in normal subjects.**

LVDd=left ventricular dimension at end-diastole; LVDs=left ventricular dimension at end-systole. Other abbreviations are the same as shown in Fig. 3.



**Fig. 9. Diastolic descent rate haing mitral valve echogram (left panel) and negative peak Vcf (right panel) in patients having hypertrophic cardiomyopathy with and without diastolic rumble and in normal subjects.**

DDR=diastolic descent rate; Vcf=velocity of circumferential fiber shortening. Other abbreviations are the same as shown in Fig. 3.

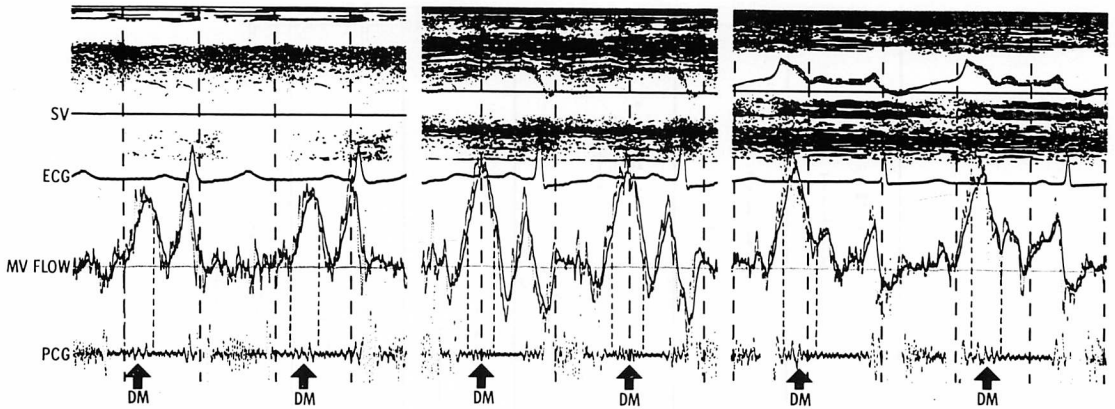


Fig. 10. Simultaneous recordings of apical diastolic rumbles and left ventricular inflow velocity patterns in patients with hypertrophic cardiomyopathy.

Diastolic rumbles appear to start after the beginning of the diastolic rapid filling wave and to terminate at or before the end of the diastolic rapid filling wave. The timing of the two phenomena is variable.

DM=diastolic murmur. Other abbreviations are the same as shown in Fig. 4.

および拡張早期波の減速終了に一致するもの (Fig. 10右) など, 症例により一定ではなかったが, 全例で拡張早期波のピークを中心に急速流入の時間内にランブルが出現した。

#### 7. 完全房室ブロックおよび右室ペースング例における拡張期ランブルと左室流入血流パターン

拡張期ランブルは, 検討した5例全例で, P波が急速流入期に重複した時相にのみ出現し (Fig. 11上), さらにP波が急速流入期に重複する時相では, 左室流入血流パターンの拡張早期波のピーク速度の増大と, 加速時間および減速時間の短縮を認めた (Fig. 11下)。

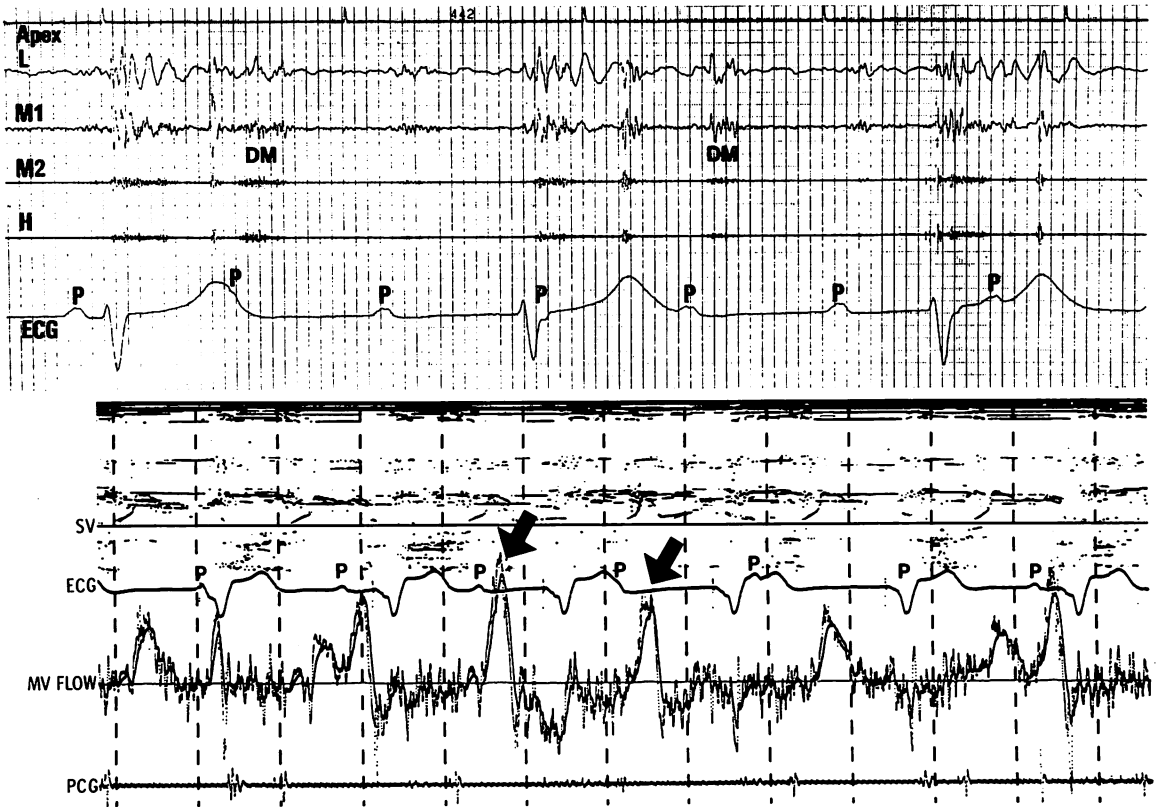
### 考 察

肥大型心筋症 (HCM) における拡張中期雑音は, 左室内閉塞の有無を問わず出現することが知られている。閉塞性 HCM においては, Teare<sup>1)</sup>, Goodwin ら<sup>2)</sup>の報告後, 諸家により拡張中期雑音の存在が報告されており<sup>3-6)</sup>, 非閉塞性 HCM においても Shabetai ら<sup>9)</sup>, Smith ら<sup>10)</sup>, 松村ら<sup>11)</sup>により本雑音の出現することが指摘されているが, その成因についての検討は十分とはいえない

い。

HCM は多彩な左室 geometry を示すため, Mモード心エコー図法や左室造影法から左室流入動態を論じるには問題がある。超音波パルス・ドプラー法より得た左室流入血流パターンは, 左室 geometry の影響を受けず, 左室流入様式の評価が可能である<sup>7)</sup>。このような観点から, 本研究では心尖部拡張中期ランブルを有する HCM の左室拡張動態を分析し, 雑音の成因について検討する上に左室流入血流パターンを用いた。

房室弁狭窄の存在しない状態においても, 拡張期ランブルが出現することは知られている。急性リウマチ熱にみられる Carey Coombs 雑音は臨床に興味深い, その発生機序は完全には解明されていない。一方, 僧帽弁閉鎖不全時においても心尖部拡張期ランブルを認めることがある。Hubbard ら<sup>12)</sup>は, 僧帽弁閉鎖不全の左室および左房内圧を検討し, 拡張期房室圧差の逆転が拡張期ランブルの発生に関与していると述べており, Nixon & Wooler<sup>13)</sup>は, 僧帽弁閉鎖不全の際の心尖部ランブルは, 僧帽弁口が拡大しているときに生じ, 血流増大に起因する雑音であると推察して



**Fig. 11. Phonocardiogram in a patient with complete atrioventricular block (upper panel), and a left ventricular inflow velocity pattern in a patient with artificial right ventricular pacemaker (lower panel).**

Upper panel: The apical mid-diastolic rumble becomes intensified when the P waves occur during the rapid filling phase of the left ventricle.

Lower panel: When the P waves occur during the rapid filling phase of the left ventricle, the peak velocity of the diastolic wave is increased, and the acceleration and deceleration times are shortened.

DM=diastolic murmur. Other abbreviations are the same as shown in Fig. 4.

いる。

先天性心疾患の中でも、左右短絡を有する心室中隔欠損症や動脈管開存症での拡張期ランブルの存在が知られており、その要因として、経僧帽弁口血流の増大と、左室内腔の拡大が重要であるとの報告がある<sup>14)</sup>。Fortuin ら<sup>15)</sup>は、僧帽弁閉鎖不全および左右短絡を有する病態において、僧帽弁エコーグラムと本雑音の時相的検討から、拡張中期雑音の出現には経僧帽弁口血流速度の増大が不可欠であると述べている。

一方、心房中隔欠損症にみられる三尖弁性ランブルの発生機転の場合も、経三尖弁口血流の増大が考えられている<sup>16)</sup>。

Luisada & Dayem<sup>17)</sup>は、アルコール性心筋症、高血圧性心疾患および肺性心などにおいても拡張期ランブルを確認し、これらの例では左(右)室拡張終期圧の上昇、および左(右)室コンプライアンスの低下が本雑音の出現に重要であると報告している。

大動脈弁閉鎖不全における Austin Flint 雑音

の成因に関しては種々の説が提唱されている。Herrman<sup>18)</sup>は aortic regurgitant jet が僧帽弁を半閉鎖位置に保つことにより、左室流入路狭窄が生じることがその成因であると報告し、Segal<sup>19)</sup>は、僧帽弁口が正常であっても、左室径の拡大により相対的僧帽弁狭窄の状態が生じ、さらに左室拡大による相対的僧帽弁閉鎖不全による左室流入血流の増大が、この雑音の発生に関与していると述べている。O'Brien & Cohen<sup>20)</sup>は左房および左室内圧曲線の検討から、Austin Flint 雑音を有する例では、拡張早期に左房圧が左室圧より著明に高く、拡張末期には左室圧が左房圧より高いことが特徴であり、このような例の左室拡張終期圧は著明な高値を示すと報告している。Reddy<sup>21)</sup>は心腔内心音図の記録から、Austin Flint 雑音は左室流入路に限局し、この雑音の発生には経僧帽弁流入血流の存在が重要な役割を演じているとしており、Laniado<sup>22)</sup>も、加速・減速の速い左室流入血流と大動脈弁逆流 jet の存在が本雑音の発生に不可欠であると報告している。田岡ら<sup>23)</sup>も超音波パルス・ドプラー法による左室流入血流パターンの検討から、Austin Flint 雑音の拡張中期成分を有する例では、拡張早期波の加速および減速時間が、これを有しない例より短いことを指摘している。

高齢者の完全房室ブロック例で心尖部拡張期ランブルを認めることがあり、その原因として心房収縮が急速流入期に一致することによる房室間血流の増大が考えられている<sup>24)</sup>。我々の完全房室ブロック例および右室ペースング例の検討では、両時期の重複による房室間血流量の増大に加えて、流入血流速度の増大が、加齢による左室コンプライアンスの低下と合わせて本雑音の出現に重要であると思われた。

以上の諸家の報告から、房室弁狭窄を伴わないいわゆる“functional diastolic murmur”の発生機転としては、房室間血流量および速度の増大、左室内腔の拡大、左室心筋のコンプライアンスの低下、および拡張終期圧の上昇などの因子が

重要であると思われる。

一方、HCM における拡張期雑音の成因に関して、Goodwin<sup>2)</sup>は右室充満時の三尖弁由来の雑音であると推察しており、Shabetai<sup>9)</sup>は心室中隔肥厚による左室流入路の閉塞が僧帽弁狭窄に類似した血行動態を生じ、その結果、拡張期ランブルを生じると報告している。また、吉川<sup>6)</sup>、松村ら<sup>11)</sup>は本症における左室流入抵抗の増大と、僧帽弁逆流による房室血流量の増大が重要な因子であると推察している。

本研究では、心尖部拡張中期ランブルを有する HCM 例における急速流入期の各指標 (AT, DT, O-F 時間, RF/H, negative peak VCF) は比較的良好であり、拡張期ランブルを有しない HCM に比べ、拡張早期の左室内血液流入が必ずしも障害されていないと考えられた。

松村ら<sup>11)</sup>は、非閉塞性 HCM の拡張中期雑音を有する例では僧帽弁後退速度 (DDR) が著明に低下し、拡張能低下による左室流入障害が著明であると述べている。しかし、大木ら<sup>25)</sup>は、非対称性心室中隔肥大型 HCM 例における DDR は必ずしも左室拡張動態を反映しないことを報告しており、本検討でもランブルの有無により、DDR に有意差を認めなかった。

一方、急速流入期の左室拡張動態を評価する際には、僧帽弁逆流 (MR) を考慮する必要がある。事実、ランブルを有する HCM 10 例のうち 6 例に MR を認め、特に閉塞性 HCM では全例に MR を伴っていた。しかし、ランブルを有する HCM のうち、MR の有無により DT に有意差を認めず、また MR が存在しても DT の著明な延長を示す例があること、および MR がなくても拡張期ランブルが存在することから、MR の存在が本症の拡張期ランブルを出現させる必須条件とは考えにくい。

左室流入血流パターンの A/D および心尖拍動図の A/H は、左室拡張終期圧 (LVEDP) および左室拡張終期コンプライアンスの程度を評価する指標とされている<sup>26,27)</sup>。本研究で拡張期ランブル

を有する HCM 例は著明な A/H の高値を示したが、A/D は正常あるいは低値であった。このように、A/H が著明に高値かつ A/D が低値を示す例は 8 例中 6 例に認め、他の 2 例においても、A/D は正常で、A/H は軽度高値を示した。LVEDP が著明に上昇した際には、心房収縮によっても有効な左室充満が得られず、左室流入血流パターンの A/D は逆に低値を示すこと<sup>27)</sup>を考慮すると、拡張期ランブルを有する HCM では、左室拡張終期コンプライアンスが著明に低下していると思われる。

本研究において、拡張中期ランブルを有する HCM の形態的特徴は、全例に非対称性心室中隔肥厚 (ASH) を認めたことであり、したがって左室短径の減少が本雑音の発生に何らかの関連性を有することが示唆される。

Sutton ら<sup>28)</sup>は M モード心エコー図から求めた HOCM の左室最大流入速度は、左室後壁の動態により、増大、正常および低下の 3 つのパターンを示すことを報告し、大木ら<sup>29)</sup>は HCM の肥厚部位による左室流入血流パターンの検討から、ASH 型 HCM の拡張早・中期の左室流入障害は他の部位の肥厚を特徴とする HCM に比べて軽度であることが多く、その原因として左室後壁動態の関与を考えている。

心尖部心音図と左室流入血流パターンの同時記録の検討では、拡張期ランブルは左室流入血流パターンの拡張早期波のピークを中心に急速流入期に出現し、その波形は漸増・漸減型を示すことから、本雑音が急速流入期の左室流入血流と密接な関係にあることは明白である。

完全房室ブロック例や右室ペースング例では、心房収縮が急速流入期に重複する時相で、左室流入血流速度の増大と流入時間の短縮が拡張中期ランブルの発生に関与していると考えられるが、このことは、左室コンプライアンスが低下している病態下での拡張期ランブルの発生機転を示唆していると思われた。

以上の検討から、HCM における心尖部拡張中

期ランブルの発生機序として、左室短径が小さく、左室コンプライアンスが低下した状態に加えて、相対的な左室流入速度の増大と、流入血流の加速・減速が速やかなことが重要な因子であると考えられた。

## 要 約

肥大型心筋症 (HCM) における心尖部拡張中期ランブルの成因を検討する目的で、心尖部拡張中期ランブルを有する HCM [rumble(+)] 群] 10 例、ランブルを有しない HCM [rumble(-)] 群] 20 例、正常健常例 17 例、完全房室ブロック例 3 例、および右室ペースング例 2 例に超音波パルス・ドプラー法より得た左室流入血流速度波形および心尖拍動図を用いて検討し、以下の成績を得た。

1. HCM における心尖部拡張中期ランブルの性状は、中音域成分を中心とした漸増・漸減型の雑音であり、亜硝酸アミル負荷により増強した。
2. 心尖部拡張期ランブルを有する HCM の肥厚様式は、全例非対称性心室中隔肥厚型 (ASH) であり、その内 5 例は閉塞性であった。ランブルを有する 10 例中 6 例に軽度の僧帽弁逆流を認めた。
3. 拡張早期波から得た加速時間 (AT) は、ランブルを有する群 (rumble 群) では rumble のない群に比べて短縮傾向を示したが、正常群に比べて延長を示した。
4. 拡張早期波から得た減速時間 (DT) は、rumble 群では rumble のない群に比べて短縮し、正常群に比べて有意な延長を示した。
5. A/D 比は rumble 群と正常群の間に差を認めなかったが、rumble 群の A/H 比は rumble のない群および正常群よりも高値を示した。
6. Rumble 群の左室径は rumble のない群および正常群に比べて小であった。
7. Rumble 群の左室最大円周拡張速度は、rumble のない群に比べて低値を示したが、正常群との差はなかった。

8. 心尖部心音図と左室流入血流パターンの同時記録による時相的關係では, 拡張中期ランブルは拡張早期波のピークを中心に急速流入期に出現した。

9. 完全房室ブロック例あるいは右室ペースング例では, P 波が急速流入期に重畳した時相に心尖部拡張中期ランブルが出現し, その際, 左室流入血流パターン上, 拡張早期波のピーク速度の増大と, 加速および減速時間の短縮を認めた。

以上の所見から, HCM における心尖部拡張中期ランブルの成因として, 左室コンプライアンスの低下および左室短径の減少という状態に加えて, 左室流入血流の加速 および 減速時間の短縮と, 流入血流の相対的増大が重要な因子であると考えられた。

#### 文 献

- 1) Teare D: Asymmetrical hypertrophy of the heart in young adults. *Br Heart J* **20**: 1, 1958
- 2) Goodwin JF, Hollman A, Cleland WP, Teare D: Obstructive cardiomyopathy simulating aortic stenosis. *Br Heart J* **22**: 403, 1960
- 3) Harvey WP, Perloff JK: The auscultatory findings in primary myocardial disease. *Am Heart J* **61**: 199, 1961
- 4) Frank S, Braunwald E: Idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. Clinical analysis of 126 patients with emphasis on the natural history. *Circulation* **37**: 759, 1968
- 5) Abe M, Nakamura K, Horie T, Komatsu Y, Shibuya M, Hirokawa K: Diastolic murmur in hypertrophic obstructive cardiomyopathy. *Cardiovasc Sound Bull* **4**: 481, 1974 (in Japanese)
- 6) 吉川純一, 田中久米夫: IHSS の拡張期雑音について. *心臓* **6**: 1138, 1974
- 7) Matsuo M, Kitabatake A, Asao M, Terao Y, Mishima M, Senda S, Shimazu T, Tanouchi J, Abe H: Noninvasive evaluation of diastolic properties of the left ventricle by pulsed Doppler flowmetry combined with real-time two-dimensional echocardiography. *J Cardiography* **10**: 697, 1980 (in Japanese)
- 8) Takemura H, Oki T, Murao A, Fukuda N, Asai M, Ohshima C, Sawada S, Niki T, Mori H: Study on flow velocity patterns at the left ventricular inflow and outflow tracts in hypertrophic cardiomyopathy using pulsed Doppler echocardiography. *J Cardiography* **11**: 125, 1981 (in Japanese)
- 9) Shabetai R, Davidson S: Asymmetrical hypertrophic cardiomyopathy simulating mitral stenosis. *Circulation* **45**: 37, 1972
- 10) Smith MR, Agruss NS, Levenson NI, Adolph RJ: Nonobstructive hypertrophic cardiomyopathy mimicking mitral stenosis. Documentation by echocardiography, phonocardiography and intracardiac pressure and sound recordings. *Am J Cardiol* **35**: 89, 1975
- 11) Matsumura J, Fujiyama M, Fukuta Y, Toshima H, Koga T: Diastolic murmur in non-obstructive hypertrophic cardiomyopathy. *J Cardiography* **12**: 171, 1982 (in Japanese)
- 12) Hubbard TF, Dunn FL, Neis LL: A phonocardiographic study of the apical diastolic murmurs in pure mitral insufficiency. *Am Heart J* **57**: 223, 1959
- 13) Nixon PGA, Wooler GH: Left ventricular filling in mitral incompetence. *Br Heart J* **25**: 382, 1963
- 14) Nadas AS, Alimurung MM: Apical diastolic murmurs in congenital heart disease: The rarity of Lutembacher's syndrome. *Am Heart J* **43**: 691, 1952
- 15) Fortuin NJ, Craige E: Echocardiographic studies of genesis of mitral diastolic murmurs. *Br Heart J* **35**: 75, 1973
- 16) Leatham A, Gray I: Auscultatory and phonocardiographic signs of atrial septal defect. *Br Heart J* **18**: 193, 1956
- 17) Luisada AA, Dayem MKA: Functional diastolic murmurs. *Am Heart J* **84**: 265, 1972
- 18) Herrmann GR: The Austin Flint phenomenon: An experimental and clinical study. *Am Heart J* **1**: 671, 1926
- 19) Segal JP, Harvey WP, Corrado MA: The Austin Flint murmur: Its differentiation from the murmur of rheumatic mitral stenosis. *Circulation* **18**: 1025, 1958
- 20) O'Brien KP, Cohen LS: Hemodynamic and phonocardiographic correlates of the Austin Flint murmur. *Am Heart J* **77**: 603, 1969
- 21) Reddy PS, Curtiss EI, Salerni R, O'Toole JD, Griff FW, Leon DF, Shaver JA: Sound pressure correlates of the Austin Flint murmur. An intracardiac sound study. *Circulation* **53**: 210, 1976
- 22) Laniado S, Yellin EL, Yoran C, Strom J, Hori M, Gabbay S, Terdiman R, Frater RWM: Physiologic mechanisms in aortic insufficiency. I. The effect of changing heart rate on flow dynamics. II. Determinants of Austin Flint murmur. *Circulation*

- 66: 226, 1982
- 23) 田岡雅世, 大木 崇, 浅井幹夫, 富永俊彦, 大櫛日出郷, 石本武男, 福田信夫, 仁木敏晴, 森 博愛: パルス・ドプラー法による大動脈弁閉鎖不全症の左室拡張動態に関する検討—Austin Flint 雑音との関連において. 日超医講演論文集 **43**: 635, 1983
- 24) Rytand DA: An auricular diastolic murmur with heart block in elderly patients. *Am Heart J* **32**: 579, 1946
- 25) Oki T, Asai M, Takemura H, Fukuda N, Sakai H, Tominaga T, Murao A, Ohshima C, Kusaka Y, Niki T, Mori H: Pulsed Doppler echocardiographic assessment of diastolic left ventricular hemodynamics in hypertrophic cardiomyopathy: Relationship between the mode of left ventricular filling and distribution of left ventricular hypertrophy. *J Cardiography* **13**: 523, 1983 (in Japanese)
- 26) Voigt GC, Friesinger GC: The use of apexcardiography in the assessment of left ventricular diastolic pressure. *Circulation* **41**: 1015, 1970
- 27) 富永俊彦, 大木 崇, 浅井幹夫, 石本武男, 大櫛日出郷, 田岡雅世, 福田信夫, 仁木敏晴, 森 博愛: 種々病態における拡張終期左室流入様式の差異: 左室流入血流パターンと心尖拍動図による検討. 日超医講演論文集 **44**: 503, 1984
- 28) St John Sutton MG, Tajik AJ, Gibson DG, Brown DJ, Seward JB, Giuliani ER: Echocardiographic assessment of left ventricular filling and septal and posterior wall dynamics in idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. *Circulation* **57**: 512, 1978