

左室シネアンジオグラムによる僧帽弁閉鎖不全症の左室動態の検討: 特にIII音の成因について

Cineangiographic study of left ventricular function in mitral regurgitation: Especially with regard to hemodynamic significance of the third heart sound

加藤 達治
野坂 秀行
後藤 雅博
伊藤 幸義
高山 幸男
島田 俊夫
村上 知行
松田 博子
川嶋 正男
延吉 正清

Tatsuji KATO
Hideyuki NOSAKA
Masahiro GOTO
Yukiyoshi ITO
Yukio TAKAYAMA
Toshio SIMADA
Tomoyuki MURAKAMI
Hiroko MATSUDA
Masao KAWASHIMA
Masakiyo NOBUYOSHI

Summary

Left ventricular function was studied using cineangiogram in 8 patients with mitral regurgitation (MR) and 7 normal subjects. The former was classified into two groups; myocardial disease group (MD group) including one of congestive cardiomyopathy (CCM) with relative MR and one of papillary muscle dysfunction with anteroseptal infarction, and MR group (5 of rheumatic MR and 1 of mitral valve prolapse).

The results were follows:

- 1) Left ventricular function was markedly reduced in MD group.
- 2) In the rapid filling phase, both $\Delta V/SV$ and $\Delta V/\Delta t$ decreased in MD group, whereas markedly increased in MR group.
- 3) Although the filling was depressed in MD group, the third heart sound was recorded same as in MR group.

小倉記念病院 循環器内科
北九州市小倉北区貴船町 1-1 (〒 802)

Department of Internal Medicine, Kokura Kinen
Hospital, Kifune-cho 1-1, Kokurakita-ku, Kitakyu-
shu, 802

Presented at the 15th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Kyoto, October 15-16, 1977

Received for publication January 30, 1978

- 4) It has been suggested that a compliance might be depressed in case of CCM with relative MR.
- 5) The third heart sound recorded in MD group might be related to the low compliance due to myocardial disease.

Key words

Mitral regurgitation Third heart sound Left ventricular function Cineangiogram

はじめに

僧帽弁閉鎖不全症は、III音を有する代表的疾患である。今回、我々は僧帽弁閉鎖不全症(MR)の左室動態をシネアンジオグラムを用いて検討し、III音の成因について若干の考察を加えたので報告する。

対 象

1975年9月から1977年8月までに当科を受診し、正常洞調律で、心音図上僧帽弁閉鎖不全症と診断された8例を検討した。原疾患は、慢性リウマチ性5例、僧帽弁逸脱症候群1例(以上6例:

MR群)、特発性うっ血型心筋症に僧帽弁閉鎖不全症を合併した1例、前壁中隔梗塞に伴う乳頭筋機能不全症候群1例(以上2例:心筋障害群)である。全例に心音図上II音を認め、うっ血型心筋症(CCM)および乳頭筋機能不全症候群の2例にはIV音をも認めた。一方、正常冠動脈造影および正常左室造影を呈し、心音図上III音を有さない7例(38~58歳)を、正常対照群として検討した。

方 法

左室造影に際しては、施行一時間前に diazepam 10 mg を筋注し、前処置とした。冠動脈

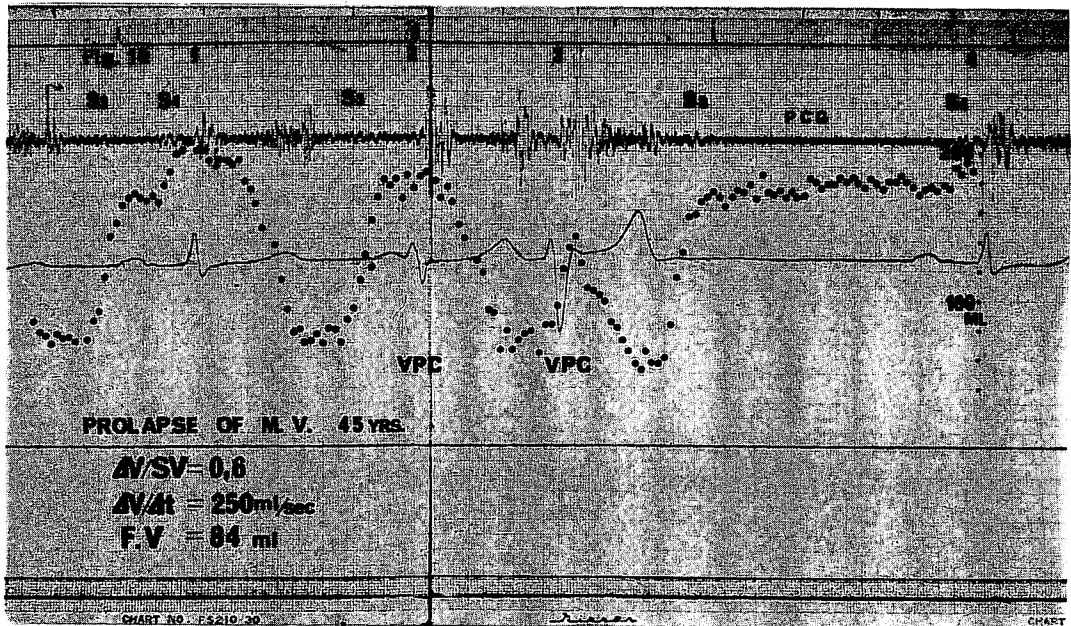


Fig. 1. Left ventricular volume curve in a case of mitral valve prolapse.
In the rapid filling phase after the second ventricular premature contraction (VPC), the filling rate increases and the third heart sound increases in intensity.

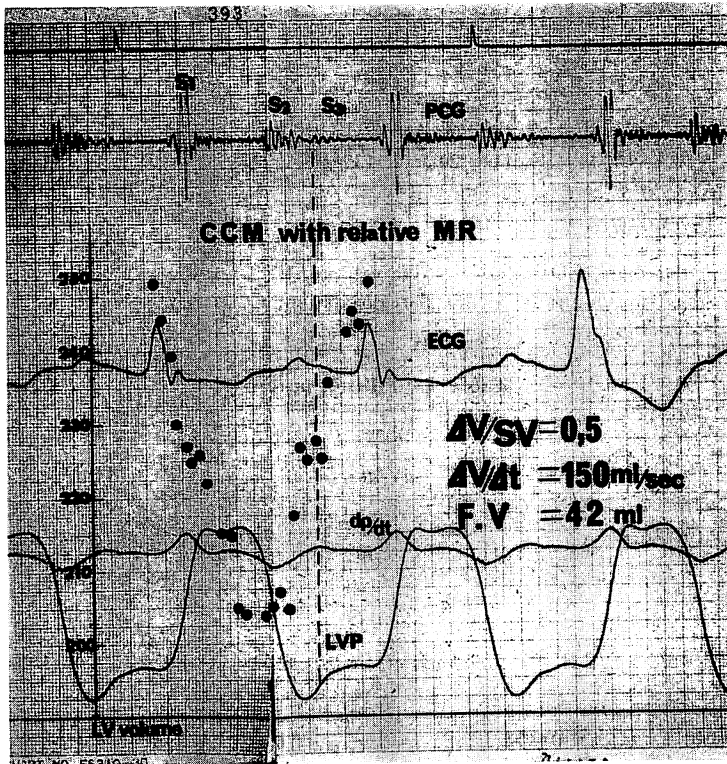


Fig. 2. Left ventricular volume curve in a case of CCM with relative MR.

In spite of the relative small filling rate and the small filling volume, the third heart sound is recorded.

造影を行い、約 10 分後に左室圧曲線を記録した。ついで、心電図第三誘導と心尖部心音図をシネフィルム上にシネトレースし、ミンゴグラフにて同時記録しつつ single plane method RAO 30°, 秒 48 コマにて左室造影を行った。

左室造影による左室容量 (V) の計測には、Dodge ら¹⁾の area-length method を用い、pin-cushion distortion の補正ならびに補正係数の決定は、あらかじめ行ったファントム実験から得た一次式に従って行った。短軸径 (D) は、同様に Dodge ら¹⁾の area-length method に従い、面積 (A) と長軸径 (L) から算出した。また、左室壁厚 (h) は Rackley ら²⁾の方法に従い、前壁心内膜側の心尖部側 1/3 の点で心内膜側 4 cm にわたってプラニメタリングし、その平均値として求めた。

以上の諸計測値は一心周期にわたって算出し、同時記録した心電図、心音図上にプロットし、検討を加えた (Fig. 1, Fig. 2)。左室壁応力は、左室造影直前に記録した左室圧曲線から Mirsky³⁾の方法に従って算出した。なお、造影時と左室圧曲線記録時の R-R 間隔の差は 20 msec 以下であった。左室心筋重量は Rackley ら²⁾の方法に従って算出した。

結 果

Table 1, Table 2 に諸計測値を一括して示す。

左室壁厚と左室心筋重量: MR 群での左室壁厚は、高値をとる傾向を示したが有意差はなく、一方、左室心筋重量は危険率 5% で有意に高値を示していた (MR 群: $144 \pm 20 \text{ g}$, 正常群: $108 \pm 18 \text{ g}$;

Table 1. Hemodynamic values

	Wall thickness (cm)	LVmass (g)	EDV (ml)	EF	mVCF (circ/sec)	Peak systolic stress (g/cm ²)
Normal n=7	0.76±0.10	108±18	89.7±11.5	0.71±0.05	0.73±0.09	174±22
MR n=6	0.84±0.11	144±20	135±21	0.59±0.04	0.92±0.21	183±50
CCM with MR	0.59	130	247	0.17	0.23	270
PMD	0.85	180	198	0.32	0.81	290

LVmass: left ventricular mass, EDV: end-diastolic volume, EF: ejection fraction, mVCF: mean velocity of circumferential fiber shortening, MR: mitral regurgitation, CCM: congestive cardiomyopathy, PMD: papillary muscle dysfunction.

Table 2. Filling pattern

	Rapid filling phase		Atrial contribution	
	$\Delta V/SV$ %	$\Delta V/\Delta t$ ml/sec	$\Delta V/SV$ %	$\Delta V/\Delta t$ ml/sec
Normal n=7	57.4±9.4	201±15	31.1± 6.9	140± 42
MR n=6	68.5±5.9	300±30	18.5±12.1	168±140
CCM with MR	50	150	50	210
PMD	22	79.2	53	383

Abbreviations: see Table 1. $\Delta V/SV$: filling fraction, $\Delta V/\Delta t$: filling rate.

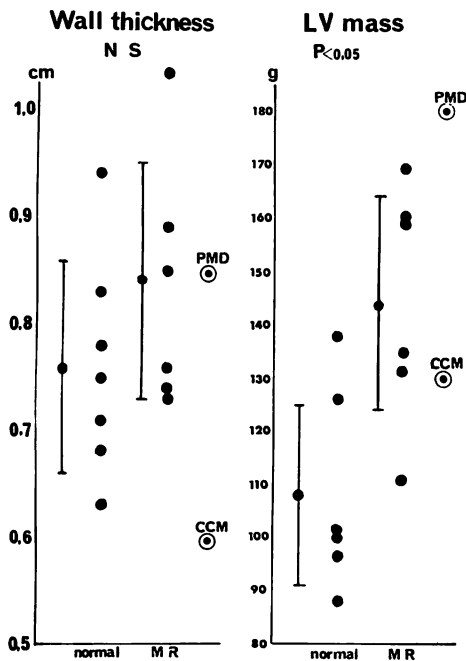


Fig. 3. Wall thickness and LV mass.

The wall thickness is almost equal, but the LV mass increases in MR (eccentric hypertrophy).

$p < 0.05$). MR 群にみられる心筋肥大は eccentric hypertrophy と考えられた. 一方, 心筋障害群のうち, CCM の例では左室壁厚は低値を示し, 左室心筋重量は正常範囲内であった (Fig. 3).

Peak systolic stress: 後負荷を示す指標である peak systolic stress は, MR 群では低値を示すもの 2 例, 高い傾向を示すもの 4 例とまちまちであった. 一方, 心筋障害群 2 例は高値を示した (Fig. 4).

左室拡張末期容量 (LVEDV): MR 群での LVEDV は有意な高値 (MR 群: 135 ± 21 ml, 正常群: 89.7 ± 11.5 ml; $p < 0.01$) を示し⁴⁾, EF は正常群と比較して有意に低値を示した (MR 群: 0.59 ± 0.04 , 正常群: 0.71 ± 0.01 ; $p < 0.01$). 一方, 心筋障害群での LVEDV は著明に増加し, EF は著明に低下していた (Fig. 4).

Midwall mVCF: 大動脈弁開放と一致すると考えられる peak dp/dt と II 音間の短軸変化から得られた midwall mVCF は, MR 群では高い傾向, 心筋梗塞の例はほぼ正常値, CCM では低値

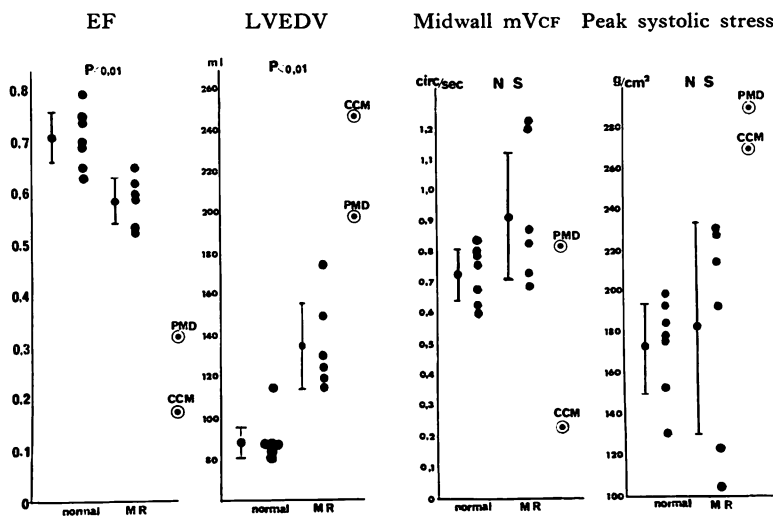


Fig. 4. Left ventricular performance and peak systolic stress. Left ventricular function is markedly reduced in CCM and PMD.

を示した。MR 群における EF と mVCF の食い違いについては、MR 群では短軸方向の壁運動がより亢進していることと駆出時間の短縮が原因と考えられた(駆出時間; MR 群: 0.26 ± 0.04 sec, 正常群: 0.33 ± 0.04 sec; $p < 0.01$)。なお、心筋梗塞の例で mVCF が正常値を示したのは、前壁心尖部に akinesis を有し、短軸方向の壁運動が代償性に亢進していたためと考えられた。

拡張期充満パターン: 容量曲線の上から検討すると、MR 群では一回心拍出量に対する急速流入期の充満量 ($\Delta V/SV$) は正常に比し高値を示し (MR 群: $68.5 \pm 5.9\%$, 正常群: $57.4 \pm 9.4\%$; $p < 0.05$)、充満速度 ($\Delta V/\Delta t$) も有意な高値を示していた (MR 群: 300 ± 30 ml, 正常群: 201 ± 15 ml; $p < 0.01$)。心筋障害群 2 例のうち、心筋梗塞例では $\Delta V/SV$, $\Delta V/\Delta t$ とも著明に低下し、CCM の例では $\Delta V/SV$ は正常範囲内にあったが、 $\Delta V/\Delta t$ は低値を示した (Fig. 5)。

心房収縮期充満パターン: MR 群では、 $\Delta V/SV$, $\Delta V/\Delta t$ とも正常に比して有意差を認めず、一方、心筋障害群では $\Delta V/SV$, $\Delta V/\Delta t$ とも正常に比し高値であった (Fig. 6)。

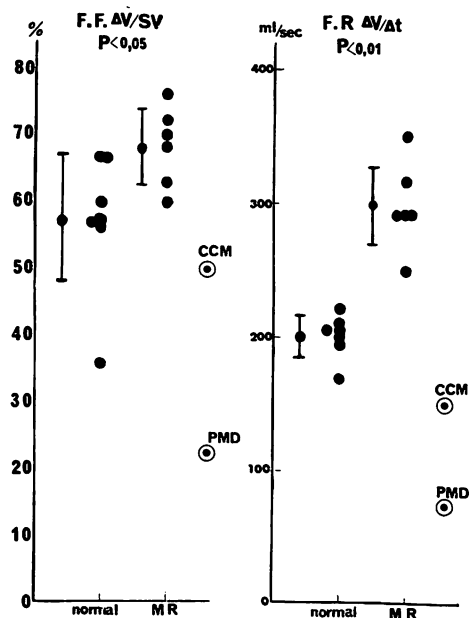


Fig. 5. Rapid filling phase.

Both $\Delta V/SV$ and $\Delta V/\Delta t$ significantly increases in MR, whereas decreases in CCM and PMD.

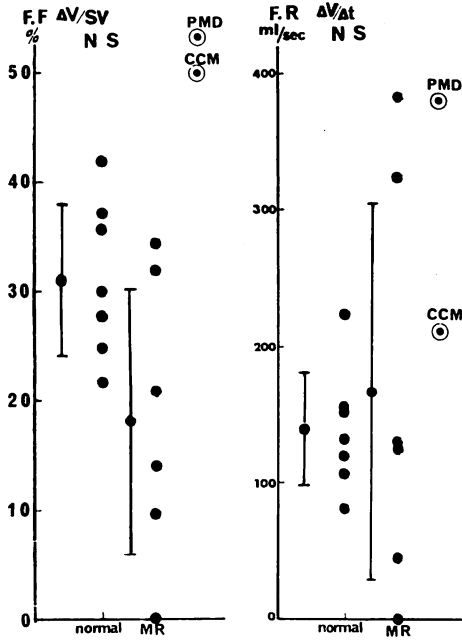


Fig. 6. Atrial contribution.
Both $\Delta V/SV$ and $\Delta V/\Delta t$ increases in CCM and PMD.

容量曲線と III 音の関係: Fig. 1, Fig. 2 に僧帽弁逸脱症候群の例と CCM の例の容量曲線を示したが, 僧帽弁逸脱症候群の例では, 正常洞調律時, 急速流入期に充満量の 60% に当る 50 ml の血液が充満速度 250 ml/sec で流入し, 同時に III 音を記録した. そして, 引き続いて起こる心室性期外収縮後の急速流入期に, 急速な充満を果した後に deceleration を受け, 増強した III 音を記録した. 一方, CCM の例では急速流入期の充満量, 充満速度は比較的小さいにもかかわらず, 同様に III 音を記録した. すなわち, 充満量 42 ml の 50% に当る 21 ml の血液が充満速度 150 ml/sec で流入し, deceleration を受け, III 音を記録している.

Stress-circumferential curve: MR 群は右方に偏位しているものの, スロープについては一定の傾向を見出すことはできない⁶⁾. 一方, CCM の例では, 右方に偏位しつつスロープは急峻で stiffness constant が高値を示すことが予測され, 拡張期コンプライアンスの低下が示唆された

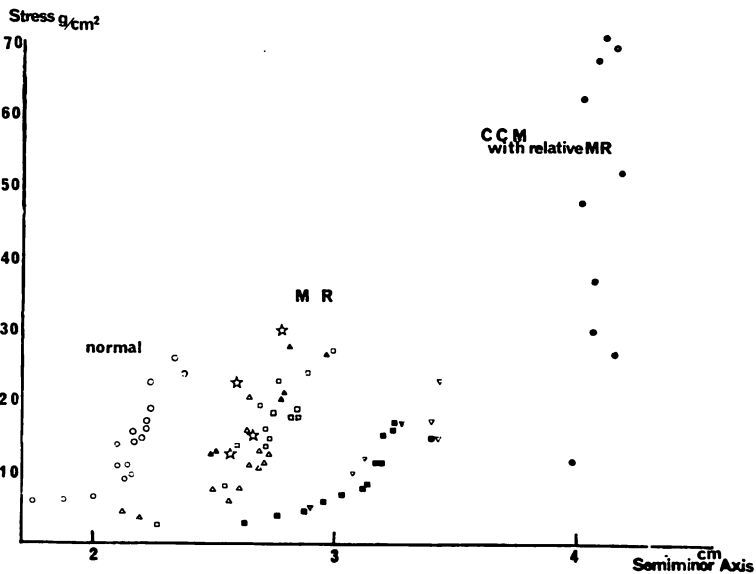


Fig. 7. Diastolic stress-circumference curve.
The curve of CCM with relative MR is deviated to the right and a slope of this curve is steeper. It has been suggested that a compliance might be reduced in CCM with relative MR.

(Fig. 7)⁷⁾. なお、この検討では、心筋梗塞を合併した例では心筋の均一性を欠き、averaged stress の算出が不可能なため検討から除外した。また、正常例は一例を代表としてプロットした。

考 案

今回、我々の行った僧帽弁閉鎖不全症の検討では、明らかに血行動態的にこの疾患を2群に区別できた。すなわち、左室前壁に asynergy を有する心筋梗塞例と左室心筋に病的機転を有し代償性肥厚を欠除した CCM の各1例は、LVEDV, EF などの左室機能を表す諸指標が示すように、明らかに左室機能が低下し、また急速流入期の $\Delta V/SV$, $\Delta V/dt$ も低下を示すという点で、他の6例とは明瞭に区別される。

友永ら⁸⁾は心エコー図を用いて行った拡張期流入速度の検討で、僧帽弁閉鎖不全症での peak dV/dt は著明な増加をみたと報告している。一方、Hammanmeister ら⁹⁾はシネアンジオグラムを用いた検討で、逆流性弁疾患における peak dV/dt は正常群のそれと差がなかったと報告している。今回、我々の行った検討は急速流入期の平均流入速度であるが、心筋障害のない僧帽弁閉鎖不全症では高値を示しており、一方、心筋障害を有する2例では、僧帽弁閉鎖不全症を有するにもかかわらず低下していた。一般的に、僧帽弁閉鎖不全症では、拡張期の流入は左房への逆流血が加算されるだけ増大すると考えられるが⁹⁾、今回、我々が検討したように、その病因あるいは病期などにより逆の状態を示すこともあり、より詳細な検討が必要と考えられた。

僧帽弁閉鎖不全症のみならず、III音の発生には房室血流の増大が深く関与していることはよく知られているが、今回、我々はコンプライアンスの低下が示唆され、房室血流の低下した心筋障害群にも同じようにII音を記録した。上田ら¹⁰⁾は、「心室筋自体に器質的変化があり、その緊張あるいは弾性が低下しているような心室筋では、房室血流の増大しない状態でも十分な負荷をうける状態に

あり、さらに、むしろ、重篤な心不全の存在下で房室血流が減少しているような状態でも、拡張早期奔馬音を発生すると考えられる」と述べている。

CCM の例、心筋梗塞の例は心筋病変を有し、コンプライアンスの低下が考えられ、また、左室機能の低下、房室血流の減少が存在し、上田らが述べるように、このような例でのIII音の発生には心筋障害の存在が深く関与しているものと考えられた。

ま と め

正常洞調律を有し、III音を有する僧帽弁閉鎖不全症(MR)8例の左室動態をシネアンジオグラムを用いて検討し、2群に分類した。すなわち、CCMにMRを合併した例と心筋梗塞に乳頭筋機能不全症候群を合併した例、計2例を心筋障害群とし、他の6例をMR群とした。

1) 心筋障害群では、MR群に比し左室機能は著明に低下していた。

2) 拡張期流入パターンの検討では、急速流入期の流入は心筋障害群では低下する傾向にあったが、MR群では著明に亢進していた。

3) 心筋障害群のうち、とくにCCMの例ではstiffness constantが高値を示し、コンプライアンスの低下が考えられた。

4) 心筋障害群で観察されたIII音には、心筋障害がその成因に深く関与していると考えられた。

文 献

- 1) Sandler H, Dodge HT: The use of single plane angiocardigrams for the calculation of left ventricular volume in man. *Amer Heart J* 75: 325-334, 1968
- 2) Rackley CE, Dodge HT, Coble YD Jr: A method for determining left ventricular mass in man. *Circulation* 49: 666-671, 1964
- 3) Mirsky I: Left ventricular stress in the intact human heart. *Biophys J* 9: 189-208, 1969
- 4) Vokonas PS, Gorin R, Cohn PF, Herman MV, Sonnenblick EH: Dynamic geometry of the left ventricle in mitral regurgitation. *Circulation* 48: 786-796, 1973

加藤, 野坂, 後藤, ほか

- 5) Kaliner JS, Gaut JH, Eckberg D, Mullins CB, Ross J Jr: Mean velocity of fiber shortening—a simplified measure of left ventricular myocardial contractility. *Circulation* **46**: 323-333, 1971
- 6) Lewis BS, Gotsman MS: Left ventricular function during systole and diastole in mitral incompetence. *Amer J Cardiol* **34**: 635-643, 1974
- 7) Mirsky I: Assessment of passive elastic stiffness of cardiac muscle: Mathematical concepts, physiologic and clinical considerations, directions of future research. *Prog Cardiovasc Dis* **18**: 277-308, 1976
- 8) 友永 轟, 楠川禮造, 木之下正彦, 霜野幸雄, 星野恒雄: UCG より得られた dv/dt 曲線と僧帽弁前尖エコーとの対比. *臨床心音図* **5**: 201-210, 1975
- 9) Hammermeister KE, Warbasse JR: The rate of change of left ventricular volume in man. II. Diastolic events in health and disease. *Circulation* **49**: 739-747, 1974
- 10) 上田英雄, 海渡五郎, 坂本二哉: 臨床心音図学. 南山堂, 東京, 1963, p 212