

肥大型心筋症における僧帽
弁閉鎖不全：断層エコー・
ドプラー法による分析

Mitral regurgitation in
hypertrophic cardiomy-
opathy: An analysis
with two-dimensional
ultrasonic Doppler echo-
cardiography

木下 直和
岡本 光師*
宮武 邦夫
永田 正毅
朴 永大
松久茂久雄
松永 至
永江 和孝
榊原 博
仁村 泰治*

Naokazu KINOSHITA
Mitsunori OKAMOTO*
Kunio MIYATAKE
Seiki NAGATA
Yung-Dae PARK
Mokuo MATSUHISA
Itaru MATSUNAGA
Kazutaka NAGAE
Hiroshi SAKAKIBARA
Yasuharu NIMURA*

Summary

Intracardiac blood flow pattern in the left ventricle and left atrium was noninvasively studied by the ultrasonic pulsed Doppler flowmeter incorporated with a real-time, phased array two-dimensional echocardiography in 28 cases of hypertrophic cardiomyopathy. Emphasis was placed on the incidence and characteristic features of mitral regurgitation in this condition. The relationship of mitral regurgitation with an early systolic murmur was also studied.

The results were as follows:

- 1) A mitral regurgitant signal by Doppler technique was noted in all cases of hypertrophic obstructive cardiomyopathy and in half of the cases of hypertrophic nonobstructive cardiomyopathy.
- 2) The Doppler signal of mitral regurgitation began immediately after the first heart sound.
- 3) The mitral regurgitant flow spread over the left atrium or directed toward the posterior half of the left atrium in the obstructive cases. However, it was localized in the vicinity of the mitral orifice in the nonobstructive cases. These findings were different from those in rheumatic mitral regurgitation or idiopathic mitral valve prolapse.

国立循環器病センター 心臓内科
*同 研究所
吹田市藤白台 5-125 (〒565)

National Cardiovascular Center, Division of Cardio-
logy and Research Institute*, Fujishirodai 5-125,
Suita, Osaka 565

Presented at the 23rd Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Kurume, October 8-10, 1981
Received for publication May 4, 1982

4) The findings on mitral regurgitation by the Doppler technique exhibited a satisfactory correspondence to those by left ventriculography.

5) The early part of the systolic murmur in hypertrophic cardiomyopathy was considered to be more closely related to mitral regurgitation than a turbulent forward flow due to outflow obstruction. Therefore, mitral regurgitation might have some contribution in causing a murmur in the latter period of systole.

Key words

Mitral regurgitation

Hypertrophic cardiomyopathy

Two-dimensional Doppler echocardiography

緒 言

肥大型心筋症にはしばしば僧帽弁閉鎖不全が合併するといわれている。しかしその成因についてはまだ明確な結論はなく、心血管造影時に誘発される期外収縮によるなど、なかば人為的なものであるという見方もあり、またその病態生理的な意義や心雑音との関係などについても、種々の論議が行われてきた。この点に関し、今回はできるだけ自然な状態で、まずその閉鎖不全の有無を確認すべく、超音波断層法とパルス・ドプラー血流計の複合法¹⁾を用い、非侵襲的に肥大型心筋症に合併する僧帽弁逆流の検出、逆流の様相の分析を行い、本症における僧帽弁逆流の病態、その意義について検討した。

対 象

対象は WHO 分類による肥大型心筋症 28 例で、内訳は男 21 例、女 7 例、平均年齢は 41 歳である。全例、心音、心雑音などの理学的所見、心電図、心機図、M モードならびに断層心エコー図により診断された。このうち閉塞性(心内腔が狭小化し、僧帽弁 SAM のあるもの) 14 例、非閉塞性(非対称性中隔肥大、非対称性心尖部肥大などがあり、心内腔は狭いが、僧帽弁 SAM は見られないもの) 14 例である (Table 1)。15 例はさらに心血管造影法を行い、それによりこの分類の妥当性が確認されている。

方 法

使用装置は、リアルタイム心断層装置とパルス・

ドプラー血流計を複合した断層エコー・ドプラー装置(東芝製 SSH-11A/SDS 10A) である。

被験者を安静仰臥位とし、心臓前面からアプローチした。断層図をモニターして、全例、心長軸断面によって左房腔内の血流ドプラー信号を検索した。これによって僧帽弁逆流が認められた 21 例中 15 例では、さらに僧帽弁口レベルの短軸面についても検討を行った。検出されたドプラー信号は高速フーリエ解析にて周波数分析し、M モード心エコー図、心音図、心電図とともに並列に記録した。さらに心断層図上に、僧帽弁逆流に由来する異常血流ドプラー信号の検出される範囲をマッピングした^{2,3)}。また左室流出路において、血流の乱れに由来するドプラー信号^{4,5)}(乱流ドプラー信号)の記録も行った。

血流動態の検討には、リアルタイム断層法で同時に観察した僧帽弁、腱索および乳頭筋などの形態、動態を参照した。

結 果

1. 僧帽弁逆流ドプラー信号の検出および逆流の様式
断層エコー・ドプラー法により、閉塞性 14 例全例、非閉塞性 14 例中 7 例に、左房内で僧帽弁逆流

Table 1. Materials in the present study

	No. of cases	Age (yrs) (mean)	Sex M: F
Obstructive	14	18-67 (40.1)	10: 4
Nonobstructive	14	25-62 (42.4)	11: 3

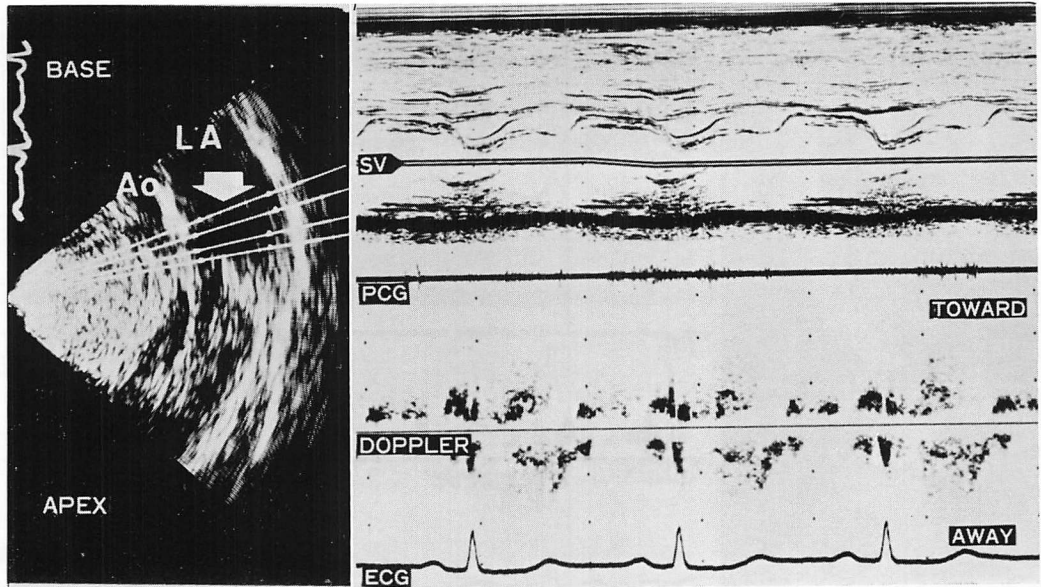


Fig. 1. Distribution of mitral regurgitant flow in the left atrium (I) (obstructive form of hypertrophic cardiomyopathy, T.K., 38 y, male).

Abnormal pansystolic Doppler signal due to mitral regurgitation is recorded in the left atrium. The distribution of mitral regurgitant flow is shown by an area encircled by white dots on the beam lines in the two-dimensional echocardiogram (white arrow). In this case, the mitral regurgitant flow distributes widely over the left atrium.

に由来する異常血流ドプラー信号が検出された。

この異常血流ドプラー信号は、すべて僧帽弁閉鎖のドプラー信号に直ちに引き続いて始まっていた。またこれは一般に収縮期の終りまで持続したが、次項に述べるごとく、異常血流が検出される範囲が狭く、逆流が弱いと考えられる症例では、早期に終る場合もあった。

僧帽弁逆流の及ぶ範囲は、マッピング法により次の3種類に大別された。

- a) 僧帽弁口全体から幅広く左房全体に広範囲に広がるもの (Fig. 1),
- b) 左房中央から後方寄りにかけて広がるもの (Fig. 2),
- c) 僧帽弁口の中央部付近に限局するものである (Fig. 3).

なお、左房の前方のみに向う逆流は認められなかった。

また、僧帽弁口レベルにおける短軸断面での逆流部位の観察では、逆流は弁口中央部ないし弁口全体よりみられ (Fig. 2), 前交連ないし後交連付近に限局する例はみられなかった。

2. 僧帽弁逆流と病型との対応

僧帽弁逆流の様式は前項に述べた a, b, c 分類のごとく、おおむね3種類に大別されたが、aのごとく左房全体に広く広がるのは閉塞性の8例のみで、非閉塞性では1例も認められず、bのごとく左房中央から後方寄りに広がるものは、閉塞性の5例と非閉塞性の2例にみられた。またcのごとく僧帽弁口の中央部付近に限局するものは、非閉塞性の5例と閉塞性では1例のみに認められた (Table 2).

僧帽弁のSAMを有する閉塞性14例中、SAMが腱索のみからなるものが8例、著しい弁帆の形態ないし位置異常によるもの6例が認められた

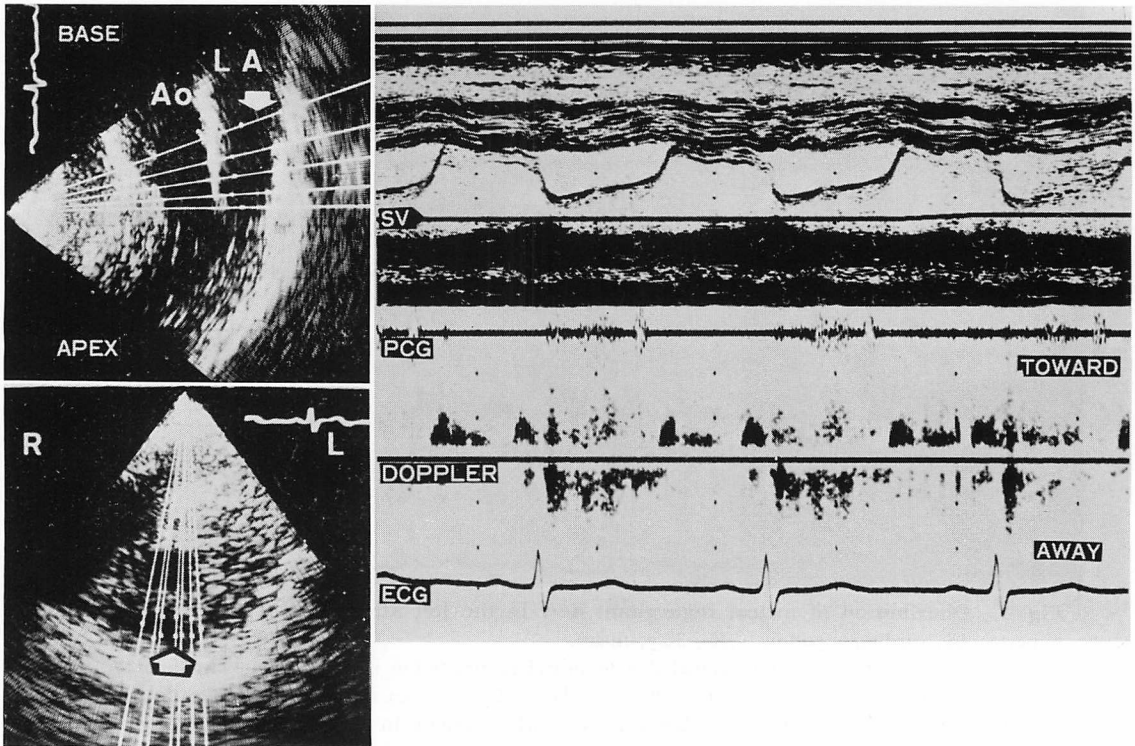


Fig. 2. Distribution of mitral regurgitant flow in the left atrium (II) (obstructive form of hypertrophic cardiomyopathy, H.Y., 33 y, female).

The mitral regurgitant flow distributes over the mid- and posterior part of the left atrium in the long-axis view (left upper panel). The mitral regurgitant flow is shown to direct toward the posterior half of the left atrium from the mitral orifice in the short-axis view (left lower panel).

が、このような SAM の成因^{6,7)}と僧帽弁逆流の様式との間には、なお明らかな関係をみるに至らなかった。

3. 断層心エコー・ドプラー法と左室造影法との対比
左室造影法施行 15 例中 14 例で、僧帽弁逆流が認められた。この 14 例中、軽度の逆流を示した 1 例を除き、13 例では断層心エコー・ドプラー法でも逆流が検出された。逆にドプラー法で逆流を認めたものは、全例左室造影法でも逆流を認めた。左室造影法、ドプラー法ともに逆流を認めないものは 1 例のみであった (Table 3)。

左室造影法による僧帽弁逆流の程度は、14 例中 11 例が Sellers 分類⁸⁾の 1~2 度、3 例が 3 度で

あり、同分類 4 度程度の強い逆流例はみられなかった。逆流の方向は、全例左房中央部ないし左房後方から中央部に旋回して向っており、左房前方に向うものはみられなかった。これらは、ドプラー法による所見とよく対応した。

4. 僧帽弁逆流と収縮期雑音早期部分との対応

今回の対象 23 例中 8 例では、心尖部で I 音に引続く収縮早期の高調な雑音 (Fig. 4) がとくに注目された (Table 4)。このうち 7 例は閉塞性の症例であった。全例にドプラー法で僧帽弁逆流が認められており、かつ逆流ドプラー信号は I 音の直後から始まり、強勢であった (Figs. 2, 5)。

これらの症例では左室流出路において収縮期乱

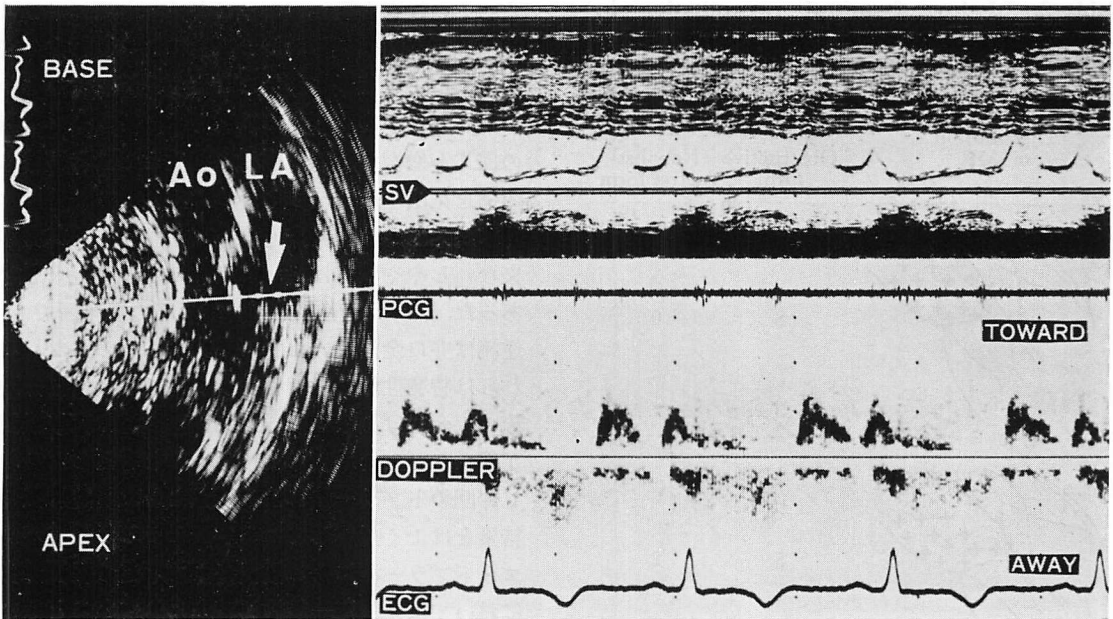


Fig. 3. Distribution of mitral regurgitant flow in the left atrium (III) (nonobstructive form of hypertrophic cardiomyopathy, S.Y., 52 y, male).

The mitral regurgitant flow distributes only in the central part of the mitral orifice.

流ドプラー信号が検出された (Fig. 5 参照) が、この信号の開始は I 音よりやや遅れ、かつそのピークは I 音開始より約 0.1 秒後遅れた (ただし事故のためデータ欠落の 1 例がある)。また非閉塞性の 1 例では、左室流出路での乱流ドプラーは検出されなかった (Table 4)。このことから、収縮期早期部分の心雑音と、早期より強勢な僧帽弁逆流ドプラーとの間の関連がうかがわれた。

他の 7 例では、収縮期早期部分の雑音の有無の判定が不明確であった。このうち 5 例では僧帽弁逆流が検出され、そのドプラー信号は収縮早期より強勢であった。一方、僧帽弁逆流も左室流出路の乱流も検出されないものが 2 例みられた。

また 10 例では、明らかな収縮期早期部分の雑音を認めなかった。この 10 例には、僧帽弁逆流ドプラー信号が早期より強勢のもの (4 例) もあるが、この信号が収縮早期には弱く、やや遅れて強勢になるもの (3 例) (Fig. 1 参照)、あるいは僧

帽弁逆流、左室流出路の乱流ともに認められないもの (3 例) もあった。

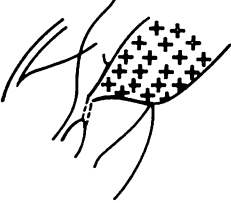
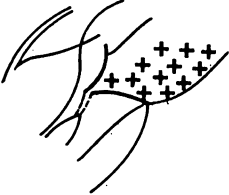
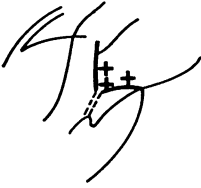
さらに 3 例 (非閉塞性) では、全く収縮期雑音が認められなかった。

考 案

今回、心エコー・ドプラー法により非侵襲的に検討した肥大型心筋症において、閉塞性では全例、非閉塞性では半数例に僧帽弁逆流が検出された。このように高率に僧帽弁逆流が検出されたことは、本症の病態を考える上で注目すべき点と考えられる。

本症において、肥大した乳頭筋の位置、形態や動きに異常がみられ、それが SAM の出現につながることはすでに報告した^{6,7)}。さらに今回の僧帽弁逆流の成因としても、そのような乳頭筋の異常に伴う弁口形態のひずみによる僧帽弁の接合異常が推定される。すなわち、乳頭筋の位置、形態、

Table 2. Modes of mitral regurgitation in reference to the form of hypertrophic cardiomyopathy

Distribution of MR	No. of cases	
	Obstructive form	Nonobstructive form
	8	0
	5	2
	1	5

MR=mitral regurgitation.

Table 3. Doppler echocardiography and left ventriculography in detecting mitral regurgitation in hypertrophic cardiomyopathy

LV Angio.	Doppler	MR (+)	MR (-)
MR (+)		13 cases	1 case
MR (-)		0	1

動きの異常の程度や心筋の肥大度が強いと考えられる閉塞性例において、僧帽弁逆流が全例で検出され、その程度も強いのに対し、乳頭筋の異常の程度などの軽い非閉塞性例では逆流の検出率が低

く、その程度も軽い。このことは、本症における僧帽弁逆流が乳頭筋などの異常による僧帽弁の接合異常により惹起されたことをうかがわせるものである。しかし、今回の検討では、僧帽弁 SAMの様式と僧帽弁逆流の様式、程度との間には特に関係を見出すには至らなかった。

本症における僧帽弁逆流は、閉塞性では左房中央ないしやや後方に向って広く拡がるのが普通であった。また、僧帽弁口レベルでの短軸面でも、逆流は弁口全体ないし弁口中央からみられた。これらは特発性僧帽弁逸脱やリウマチ性の僧帽弁逆流の場合とは異なる傾向であり、逆流の直接成因が異なることを示唆しているものと考えられる。

今回のドプラ法による所見と心血管造影法の結果とはよく対応しているが、しかし超音波パルス・ドプラ法による僧帽弁閉鎖不全の検出感度においては、まだ一般的に確定されているとはいえない。しかし、このようにドプラ法による検出と心血管造影によるそれとがよい対応を示したことは、ドプラ法による僧帽弁逆流の検出感度が一応満足すべきものであるという実績を付け加えることになる。

また一方、従来、肥大型心筋症における僧帽弁閉鎖不全が検出されるのは、もっぱら心血管造影法によってであった。しかし、このさい閉鎖不全が検出されることは、造影剤の注入にさいしての人為的なもの、あるいはカテーテルの刺激による心室性期外収縮に基づくものではないかという考え方もあり、その結論はまだ明確にされているとはいい難かった。今回のドプラ法による非侵襲的な検出によると、やはり僧帽弁閉鎖不全は高率に認められており、したがって従来の心血管造影による所見は、普通は少なくとも人工的なものではなく、実際に閉鎖不全の存在することをよく示していたともいえるであろう。

本症の収縮期雑音の成因として、左室流出路の狭窄部位における乱流、合併する僧帽弁逆流、右室流出路の狭窄による乱流などが考えられているが⁹⁾、まだ十分に分析されていない。今回は収

Table 4. Phonocardiographic and Doppler echocardiographic features of the cases examined in the present study

Case	Systolic murmur	Early systolic murmur	MR Doppler	LVOT turbulent Doppler	
1	Obst.	yes	yes	early	delayed
2	Obst.	yes	yes	early	delayed
3	Obst.	yes	yes	early	delayed
4	Obst.	yes	yes	early	delayed
5	Obst.	yes	yes	early	delayed
6	Obst.	yes	yes	early	delayed
7	Obst.	yes	yes	details lost by an accident	
8	Nonobst.	yes	yes	early	no
9	Obst.	yes	equivocal	early	delayed
10	Obst.	yes	equivocal	early	delayed
11	Obst.	yes	equivocal	early	early
12	Nonobst.	yes	equivocal	early	no
13	Nonobst.	yes	equivocal	early	no
14	Nonobst.	yes	equivocal	no	no
15	Nonobst.	yes	equivocal	no	no
16	Obst.	yes	no	early	delayed
17	Nonobst.	yes	no	early	no
18	Nonobst.	yes	no	early	no
19	Nonobst.	yes	no	early	no
20	Obst.	yes	no	delayed	delayed
21	Obst.	yes	no	delayed	delayed
22	Obst.	yes	no	delayed	delayed
23	Nonobst.	yes	no	no	no
24	Nonobst.	yes	no	no	no
25	Nonobst.	yes	no	no	no
26	Nonobst.	no	no	delayed	no
27	Nonobst.	no	no	no	no
28	Nonobst.	no	no	no	no

LVOT=left ventricular outflow tract; early=Doppler signal arises immediately following the first heart sound; delayed=Doppler signal starts with a short interval after the first heart sound.

縮期雑音の中でも特にその早期の部分に注目し、これが左室流出路の乱流と僧帽弁逆流のいずれに対してより深く関係するかを検討した。この収縮早期の部分は次のごとき特徴を有した。すなわち、

- 最強点が心尖部である。
- 高調である、
- この雑音が明瞭に記録された症例全例で僧

帽弁逆流が検出され、その逆流ドプラー信号は I 音に引続いて強勢である。

d) 同時に検出される左室流出路の乱流ドプラー信号は I 音よりやや遅れて発し、そのピークは収縮中期以降になる。

e) さらにこの乱流ドプラー信号が検出されず、一方逆流が検出される例でも、この雑音が存在する。



Fig. 4. Phonocardiogram in a case of hypertrophic obstructive cardiomyopathy with mitral regurgitation (obstructive form of hypertrophic cardiomyopathy, K.T., 49 y, male).

A high-pitched systolic murmur (arrow) is recorded in the early phase of systole followed by the murmur of ejection type.

などである。以上のごとき特徴から、本症の収縮期雑音の早期部分は、左室流出路の乱流よりも、僧帽弁逆流のほうにより関係が深いものと考えられる。

また、僧帽弁逆流ドプラー信号があっても、収縮早期に強勢でない例や、逆流程度の少ない非閉塞性例では、この収縮早期の雑音を検出しない例が多いことも、この考えを支持する。

なお、収縮中期の部分については、今回は明確な分析はなし得ないが、少なくとも収縮早期の所見から、僧帽弁逆流が雑音の成因となっていることは考えられるので、収縮中期の部分についても、僧帽弁逆流は少なくとも何らかの寄与をしているものと考えられる。

要 約

断層心エコー・ドプラー法により、非侵襲的に肥大型心筋症 28 例(閉塞性 14 例, 非閉塞性 14 例)

における僧帽弁逆流の有無、およびその様相を検討し、次の結果を得た。

1) ドプラー法により、閉塞性では全例、非閉塞性では半数例に僧帽弁逆流が認められた。

2) 僧帽弁逆流のドプラー信号は I 音に引続いて始まっていた。

3) 閉塞性の例では、逆流は僧帽弁口全体から左房内全体ないしやや後半寄りに拡がるものが多く、非閉塞性では、逆流は弁口付近に限局するものが多かった。これらは通常のリウマチ性あるいは特発性弁逸脱のさいの逆流とは異なる傾向であった。

4) 僧帽弁逆流の検出において、ドプラー法と左室造影法とはよい対応を示した。

5) 僧帽弁逆流合併例では、本症の収縮期雑音のうち、収縮早期の部分は左室流出路の乱流よりも僧帽弁逆流により関係が深いと考えられた。したがって、また僧帽弁逆流はそれ以後の雑音の生

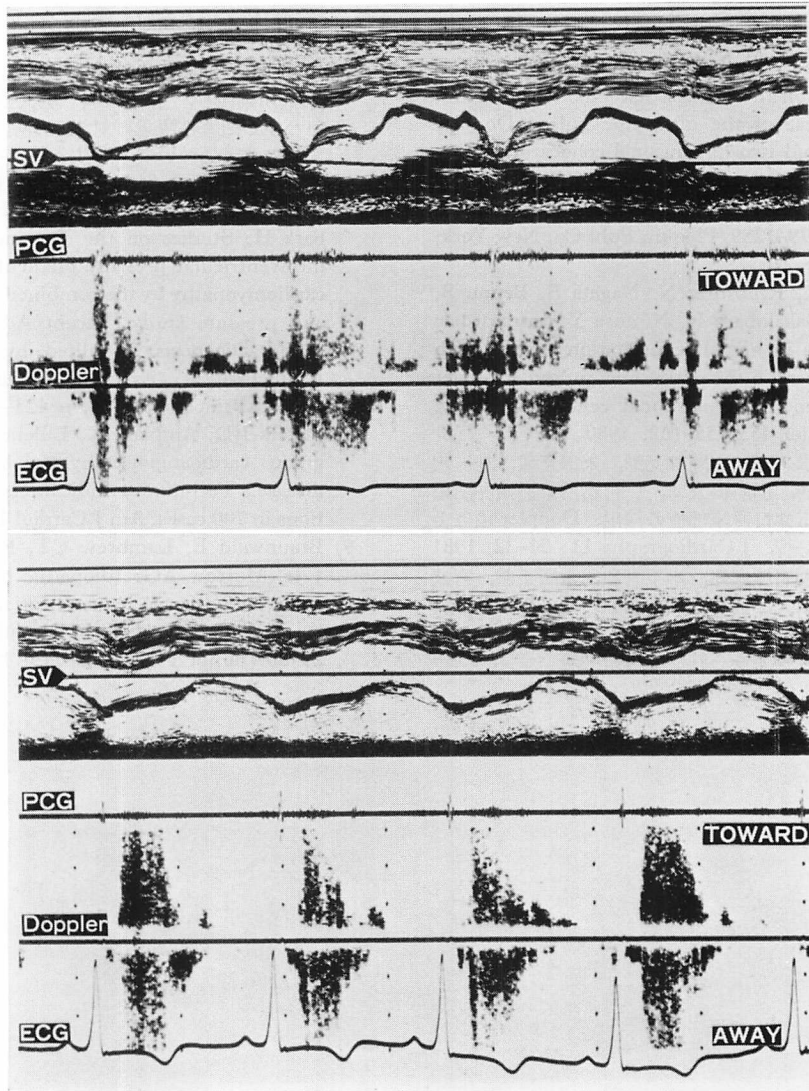


Fig. 5. Mitral regurgitant Doppler signals in the left atrium and Doppler signals of the turbulent flow in the left ventricular outflow tract (obstructive form of hypertrophic cardiomyopathy, T.G., 16 y, male).

The mitral regurgitant Doppler signal arises immediately following the first heart sound (upper panel). The Doppler signal of the turbulent flow in the left ventricular outflow tract starts with a short interval after the first heart sound and exhibits its peak in the midsystole (lower panel).

木下, 岡本, 宮武, ほか

成にも少なくとも何らかの寄与をしているものと考えられる。

文 献

- 1) Nimura Y, Matsuo H, Kitabatake A, Hayashi T, Asao M, Terao Y, Senda S, Sakakibara H, Abe H: Studies on the intracardiac blood flow with a combined use of the ultrasonic pulsed Doppler technique and two-dimensional echocardiography from a transcutaneous approach. *Ultrasound in Medicine*. edited by White D and Brown R, **Vol. 3B**: 1279-1289, Plenum Publ Co, New York, 1977
- 2) Miyatake K, Kinoshita N, Nagata S, Beppu S, Park YD, Sakakibara H, Nimura Y: Intracardiac flow pattern in mitral regurgitation studied with combined use of the ultrasonic pulsed Doppler technique and cross sectional echocardiography. *Am J Cardiol* **45**: 155-162, 1980
- 3) 宮武邦夫, 木下直和, 岡本光師, 永田正毅, 朴 永大, 榊原 博, 別府慎太郎, 仁村泰治: 僧帽弁閉鎖不全における弁口逆流部位の検出. Doppler 法による非侵襲的分析. *J Cardiography* **11**: 21-32, 1981
- 4) 仁村泰治, 別府慎太郎, 木下直和, 永田正毅, 宮武邦夫, 朴 永大, 岡本光師, 榊原 博: 肥大型心筋症における心臓内血流動態とその意義について. 厚生省特定疾患特発性心筋症調査研究班 昭和 55 年度研究報告書: 133-136, 1981
- 5) 木下直和, 宮武邦夫, 岡本光師, 永田正毅, 別府慎太郎, 朴 永大, 榊原 博, 仁村泰治: 超音波パルス・ドプラ法による肥大型心筋症の左室内血流パターンの種々相とその意義について. *日超医講演論文集* **37**: 39-40, 1980
- 6) 仁村泰治, 別府慎太郎, 永田正毅, 朴 永大, 榊原博, 川副浩平, 藤田 毅: 肥大型心筋症における, いわゆる閉塞性現象に対する僧帽弁弁帆, 腱索, 乳頭筋の意義について. 厚生省特定疾患特発性心筋症調査研究班 昭和 55 年度研究報告書: 137-144, 1981
- 7) Nimura Y, Nagata S, Beppu S, Park YD, Sakakibara H: Studies on the site and mechanism on intraventricular pressure gradient in hypertrophic cardiomyopathy by the combined use of ultrasound and pressure study. *Recent Advances in Ultrasound Diagnosis 3*, edited by Kurjak A and Kratochwil A, Excerpta Medica, Amsterdam-Oxford-Princeton, 1981, p 423-427
- 8) Sellers RD, Amplatz K, Lillehei W: Left retrograde cardioangiography in required cardiac disease. Technique, indications and interpretations in 700 cases. *Am J Cardiol* **14**: 437-447, 1964
- 9) Braunwald E, Lambrew CT, Rockoff SD, Ross J Jr, Morrow AG: Idiopathic hypertrophic sub-aortic stenosis: I. A description of the disease based upon an analysis of 64 patients. *Circulation* **29-30** (Suppl IV): IV-3-119, 1964