

心エコー図上心室中隔の波動を呈した大動脈弁閉鎖不全症の臨床病理学的検討

A clinicopathological study of aortic regurgitation with septal fluttering on echocardiogram

藤岡 俊宏  
上田 慶二  
大川真一郎  
鎌田千鶴子  
北野 幸英  
伊藤 雄二  
高橋竜太郎  
品川 達夫  
松下 哲  
杉浦 昌也  
村上 元孝  
羽田 勝征\*

Toshihiro FUJIOKA  
Keiji UEDA  
Shinichiro OHKAWA  
Chizuko KAMATA  
Koei KITANO  
Yuji ITO  
Ryutaro TAKAHASHI  
Tatsuo SHINAGAWA  
Satoru MATSUSHITA  
Masaya SUGIURA  
Mototaka MURAKAMI  
Yoshiyuki HADA\*

Summary

Diastolic fluttering of the mitral valve on the echocardiogram is considered to have a diagnostic value in patients with aortic regurgitation, indicating the presence and direction of regurgitant jet. However, clinicopathological correlation study has not been performed in aortic regurgitation with septal fluttering. In this report, we examined autopsied hearts of 5 patients with aortic regurgitation to clarify the genesis of septal fluttering.

In 3 cases, high frequency diastolic fluttering was observed both on left ventricular surface of the septum and on the anterior mitral leaflet. Only mitral fluttering was observed in 2 cases. Septal fluttering was characterized by (1) similar frequency to that of the anterior mitral leaflet, (2) location at the upper septum, (3) commencement in early diastole before the opening of the mitral valve, continuing during most of diastole, and (4) increased intensity of the fluttering septum.

東京都養育院付属病院 内科  
東京都板橋区栄町 35-2 (〒173)  
\*東京大学医学部 第二内科  
東京都文京区本郷 7-3-1 (〒113)

The Department of Internal Medicine, Tokyo Metropolitan Geriatric Hospital (Yoiku-in), Sakaecho 35-2, Itabashiku, Tokyo 173

\*The Second Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, University of Tokyo, Hongo 7-3-1, Bunkyo-ku, Tokyo 113

Presented at the 16th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, March 28, 1978  
Received for publication September 28, 1978

At autopsy, 3 cases with septal fluttering showed jet lesion on the upper left ventricular outflow tract just below the right coronary cusp. But in 2 cases with only mitral fluttering prolapse of the right coronary cusp without jet lesion was found. Therefore, the echo source of septal fluttering with increased intensity was considered to be "jet lesion". In 2 out of 3 cases with jet lesion, site of leakage was found at the commissure between the right and left coronary cusps and in 1 case, the prolapsed right coronary cusp was found.

Correlation between the severity of aortic regurgitation and septal fluttering was not determined. And in 1 case, septal fluttering disappeared when decreased ejection fraction appeared and left ventricular outflow tract was dilated. Therefore, the mechanism to produce septal fluttering on echocardiogram may be related to factors such as the direction of jet stream and the dimension of left ventricular outflow tract.

### Key words

Aortic regurgitation      Mitral fluttering      Septal fluttering      Jet lesion

## はじめに

大動脈弁閉鎖不全症 (AR) の心エコー図 (UCG) において認められる diastolic fluttering は、逆流 jet の存在および方向を示唆する診断的価値の高い所見といえる。この拡張期異常現象に関してはすでに諸家<sup>1-7,11)</sup>により多く記載されているが、いずれも臨床的研究であり、剖検所見との比較検討は現在までほとんどなされていない。

そこで著者らはこの点に注目し、UCG 上僧帽弁および心室中隔左室面 (IVS) に diastolic fluttering を呈した AR について、以下の目的で臨床病理学的検討を試みた。すなわち、大動脈弁逆流口および jet lesion と diastolic fluttering の発生部位との相関性の有無についての検討である。

## 方法および対象

UCG 装置は Aloka 製 SSD-110 で、超音波探触子の記録部位および beam の入射方向は、従来の方法に従い、ポラロイドカメラを用いて撮影した。

対象は AR 5 例 (男 2 例, 女 3 例) で、年齢は 65~80 歳, 平均年齢 73.2 歳である。心音の聴診所見としては、第 2 肋間胸骨右縁より心尖部にかけて全例に逆流性拡張期雑音が聴取され、心音図

上も聴診所見にほぼ一致した成績が得られた。Austin Flint 雑音は 3 例に認めた。胸部レントゲン写真では、心胸郭比 52~70%, 平均 60.8% で、4 例に明らかな心陰影の拡大がみられ、また石灰化を大動脈弓部に 1 例、大動脈弓部より下行大動脈にかけて 3 例に認めたが、上行大動脈に沿った石灰化はみられなかった。心電図では 3 例が洞調律を呈し、心房細動および結節調律を各 1 例に認めた。

病理学的検索は心重量、冠状動脈硬化度、各心腔の大きさ、各弁輪周径を測定し<sup>8)</sup>、ことに大動脈弁については交連部の離開、癒合につき記載し、また弁尖下垂 (prolapse) の有無につき調査した<sup>9)</sup>。老年者の非炎症性 AR の多くは、結合織の変性により、下垂をきたすことを報告したが、かかる病因を変性型 AR とし<sup>9)</sup>、病因分類の参考とした。

## 結 果

### 1. UCG 所見 (Table 1)

僧帽弁拡張期後退速度 (MDDR) は、10~52 mm/sec で、全例において低下し、最大振幅 (C-E amplitude) も 3 例 (症例 1, 2, 5) にて低値を示した。僧帽弁前尖 (AML) が最大振幅を示す部位で計測した左室流出路徑 (LVOTD) は 22~33 mm で、明らかな拡大や狭小化を認めなかった。左室拡張終期径 (LVDd) は 41~60 mm で、2 例

Table 1. Echocardiographic findings

Case	AML		Diastolic fluttering		LVOTD (mm)	LVDs (mm)	LVDd (mm)	EF (%)
	MDDR (mm/sec)	C-E (mm)	AML	IVS				
1	22	17	+	+	33	17	42	82
2	51	16	+	+	23	30	41	72
3	30	20	+	-	22	32	45	64
4	52	23	+	+	29	44	60	62
5	10	15	+	-	27	33	50	71
mean	33	18.2			26.8	31.2	47.8	70.2

AML: anterior mitral leaflet, MDDR: mitral diastolic descent rate, IVS: interventricular septum, LVOTD: left ventricular outflow tract dimension, LVDs: left ventricular dimension in systole, LVDd: left ventricular dimension in diastole, EF: ejection fraction.

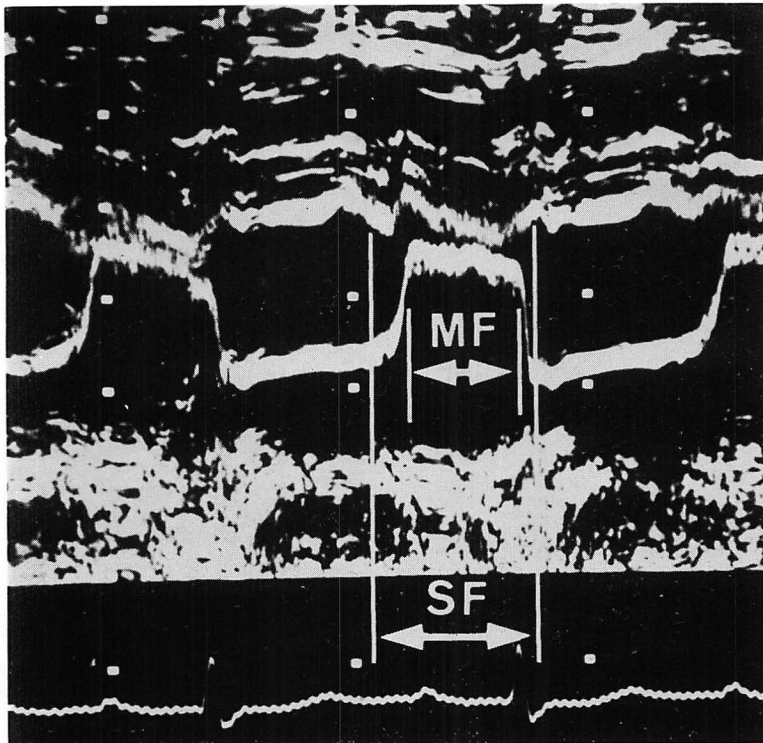


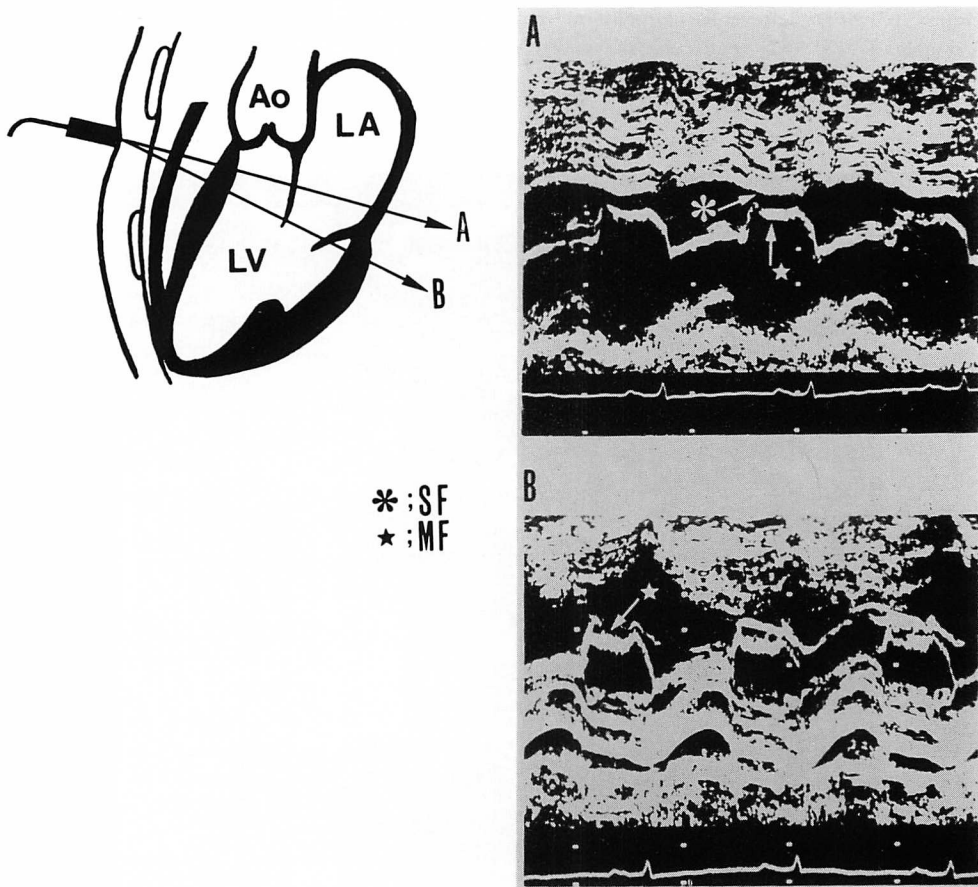
Fig. 1. Typical high frequency diastolic fluttering of the anterior mitral leaflet (MF) with similar fluttering of left ventricular surface of the septum (SF) is shown in this echocardiogram (Case 2).

Septal fluttering can be seen to start early in diastole, prior to the opening of the anterior mitral leaflet.

**Table 2. Pathological findings of the heart**

Case	HW (g)	Etiology of AR	CAR (mm)	Aortic separation	Commissure fusion	Prolapse	Leak	Jet lesion IVS	AML
1	290	Rheumatic?	80	-	+	-	L-R C	+	±
2	320	Degenerative	85	-	±	+	RCC	+	-
3	320	Degenerative	72	-	-	++	RCC	-	-
4	620	Syphilitic	85	+	+	±	L-R C	+	+
5	490	Syphilitic	85	+	-	++	RCC	-	+

HW: heart weight, AR: aortic regurgitation, CAR: circumference of the aortic ring, L-R C: commissure between left and right coronary cusps, RCC: right coronary cusp.



**Fig. 2. Echocardiograms in Case 1.**

In Fig. 2-A, the ultrasound beam (beam A of the schematic diagram) is directed through the ventricle upward from the position, where the peak of the E point of the anterior mitral leaflet is recorded. This echocardiogram shows diastolic fluttering of the anterior mitral leaflet and septum. In Fig. 2-B, (beam B of the schematic diagram), the ultrasound beam passes through the free edge of the anterior mitral leaflet with the greatest amplitude of the motion, but there is no septal fluttering. Intensity of the septum with diastolic fluttering is increased, while in the lower septum without fluttering it remains normal.

(症例 4, 5) にて左室拡大がみられ、また 5 例の駆出率 (EF) は 62~82% (平均 70.2%) で、全例において正常左心機能を示した。Diastolic fluttering は、5 例全例の AML に認め、3 例 (症例 1, 2, 4) において **Fig. 1** に示したような IVS および AML に観察しえた。

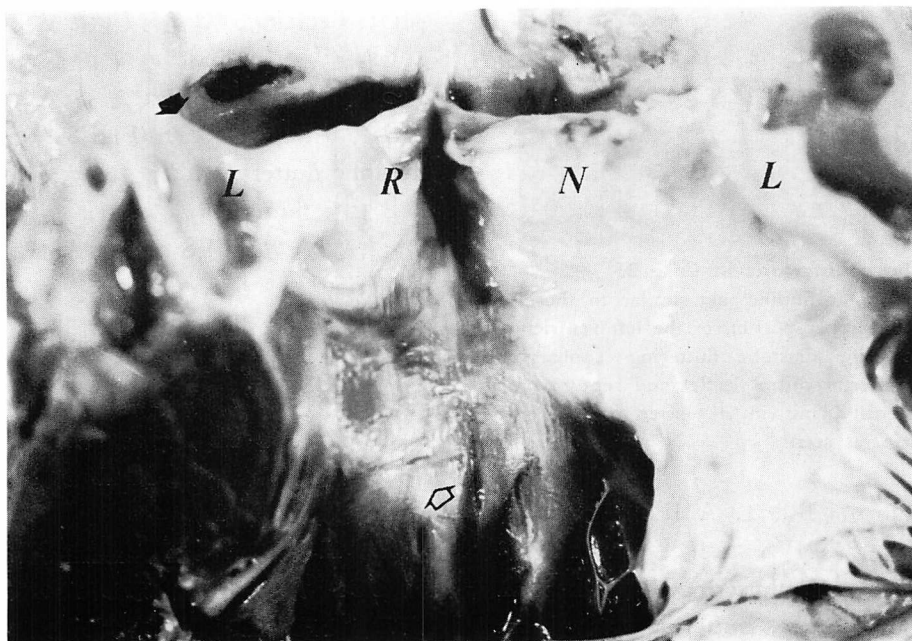
## 2. 心臓病理学的所見 (Table 2)

剖検により精査しえた AR 5 例の成因は、変性型 2 例、梅毒性 2 例およびリウマチ性が疑われたもの 1 例であった。大動脈弁輪周径は 3 例 (症例 2, 4, 5) において、いずれも 85 mm と拡大傾向を示した。大動脈弁尖および弁交連部における形態学的変化としては、症例 1, 4 において右冠尖と左冠尖との交連部に癒合がみられ、また梅毒性 AR の 2 例 (症例 4, 5) にて離開を認めた。症例 4 および 5 の離開部位は、それぞれ右冠尖と無冠尖、右

冠尖と左冠尖間の交連部であった。症例 1 を除く 4 例には、種々の程度の大動脈弁 prolapse を認めたが、いずれも右冠尖の prolapse であった。

大動脈弁口部の逆流様式は、3 例 (症例 2, 3, 5) にて prolapse した右冠尖全体よりの逆流、2 例 (症例 1, 4) が右冠尖と左冠尖間交連部に生じた癒合部からの逆流によってもたらされたものと考えられた。Jet lesion は IVS に 3 例 (症例 1, 2, 4)、AML 左室面において 2 例 (症例 4, 5) に認めた。また、症例 1 の AML 左室面には、jet lesion を疑わせる軽度の線維化がみられた。以下、各例の UCG および心臓病理学的所見との対比について述べる。

**Fig. 2** は症例 1 の UCG であるが、右上段の beam 方向 A は AML が最大振幅を示すに至らない左室流出路上部に向っているが、IVS および AML に diastolic fluttering を認める。右



**Fig. 3. Autopsy findings of Case 1.**

Slight commissural adhesion (black arrow) is present between right (R) and left (L) coronary cusps and the jet lesion (white arrow) resulting from aortic regurgitation is seen on the ventricular septum immediately below the right coronary cusp. Site of leakage in this case is considered to be at the fused commissure. N: non-coronary cusp.

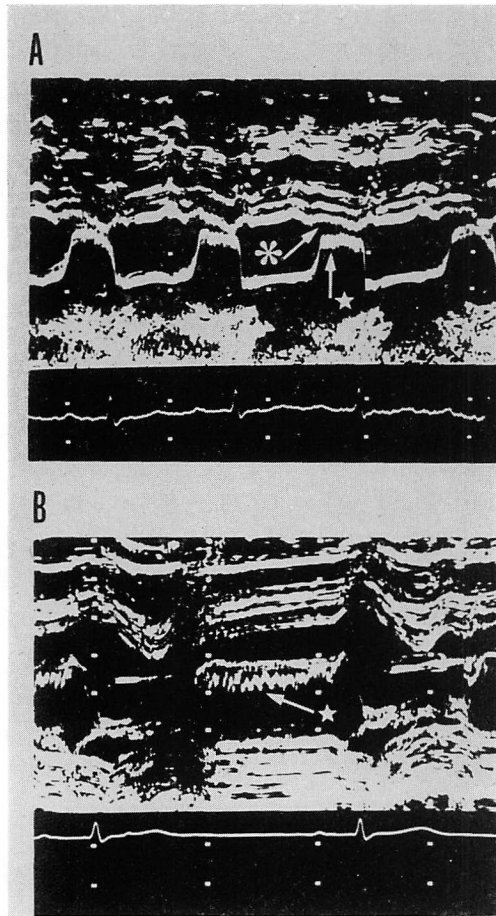


Fig. 4. Echocardiograms in Case 2.

Echocardiographic findings are similar to those of Case 1. In the upper portion of the left ventricular outflow tract, fine diastolic fluttering is observed both in the anterior mitral leaflet and septum with increased intensity, but in its lower portion only mitral fluttering is seen.

下段の beam 方向 B では, AML が最大振幅を示す方向であるが, IVS における fluttering が消失している。また, fluttering を伴う beam A における IVS の輝度は, fluttering のない beam B の IVS に比して高輝度を示した。これと同様の所見は, 心臓の長軸方向に向けて行った M-mode scan においても認められた。症例 1 の剖検所見としては (Fig. 3), 左冠尖と右冠尖間交連

部にリウマチ性変化を疑わせる癒合がみられ, この部位に生じた逆流口の対側方向, すなわち, 右冠尖のほぼ垂直下方の IVS に jet lesion を認めた。また, AML 左室面には, 前述したように軽度の限局性線維化がみられた。

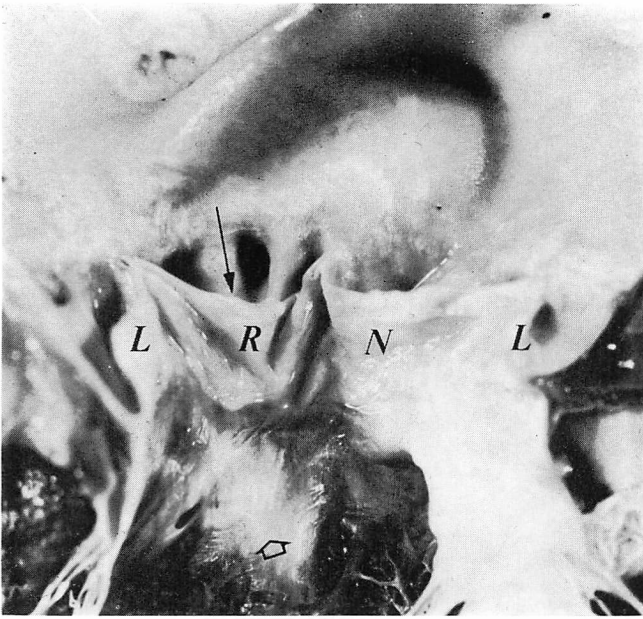
Fig. 4 に示す症例 2 の UCG では, 症例 1 と同様に beam 方向 A にて diastolic fluttering を呈する IVS エコーが, beam 方向 B における fluttering のない IVS に比して輝度増強を示した。

症例 2 の剖検所見では (Fig. 5), 退行変性に基づく右冠尖の軽度 prolapse と左冠尖と右冠尖間交連部に軽度肥厚を認めた。Jet lesion は症例 1 と同様に右冠尖の直下に位置していた。

Fig. 6 の症例 3 の UCG では, beam A および B 方向のいずれにも IVS の輝度増強を伴った diastolic fluttering を認めなかった。剖検では (Fig. 7), jet lesion は IVS および AML 左室面のいずれにもなく, 退行変性によってもたらされた右冠尖の prolapse のみが確認された。

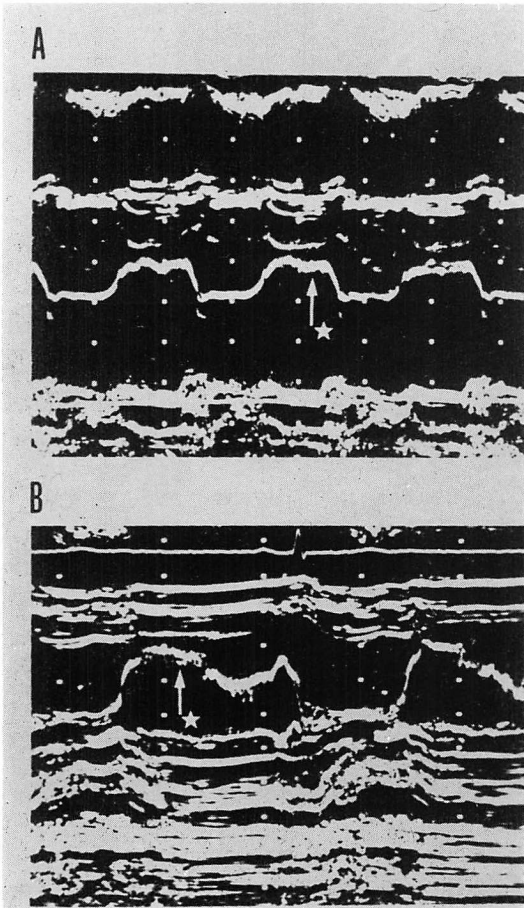
つぎに, 梅毒性 AR と考えられた 2 例 (症例 4, 5) のうち, 症例 4 では (Fig. 8-A), AML の diastolic fluttering に加えて, 大動脈弁直下の IVS にも fluttering がみられ, 剖検では (Fig. 9), 右冠尖下方の IVS および AML 左室面に jet lesion を認めた。そして, その発生には左冠尖と右冠尖間交連部の癒合と離開によって生じた逆流口が関与しているものと考えられた。これに対し, 症例 5 における UCG (Fig. 8-B) では, AML に限局したわずかな diastolic fluttering を呈し, 剖検においても AML のみに jet lesion がみられた (Fig. 10)。

Fig. 11 は症例 2 の心不全発症前後に記録しえた UCG の経時的変化を示したものである。EF が 72% と正常左心機能を有する時期には, AML と IVS のいずれにも diastolic fluttering を容易に観察しうる。しかしながら, 心不全出現以後は LVOTD の拡大に伴って, IVS における diastolic fluttering の消失を認めた。



**Fig. 5. Autopsy specimen of Case 2.**

Autopsy revealed jet lesion (white arrow) just below the right coronary cusp. The right coronary cusp is prolapsed (black arrow).



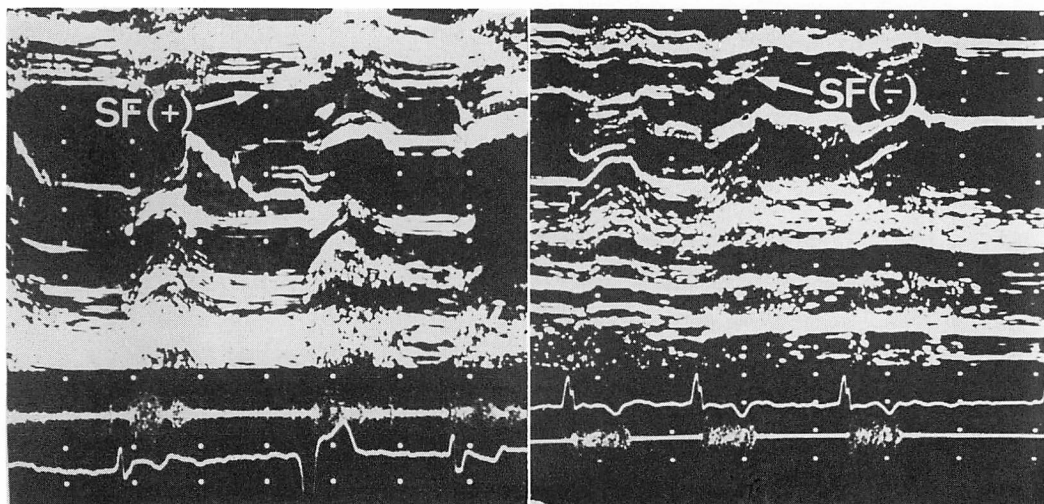
**Fig. 6. Echocardiograms in Case 3.**

Septal fluttering is not recognized both on the upper and lower portions of the left ventricular outflow tract. Intensity of the septum is not increased.



**Fig. 7. Autopsy specimen of Case 3.**

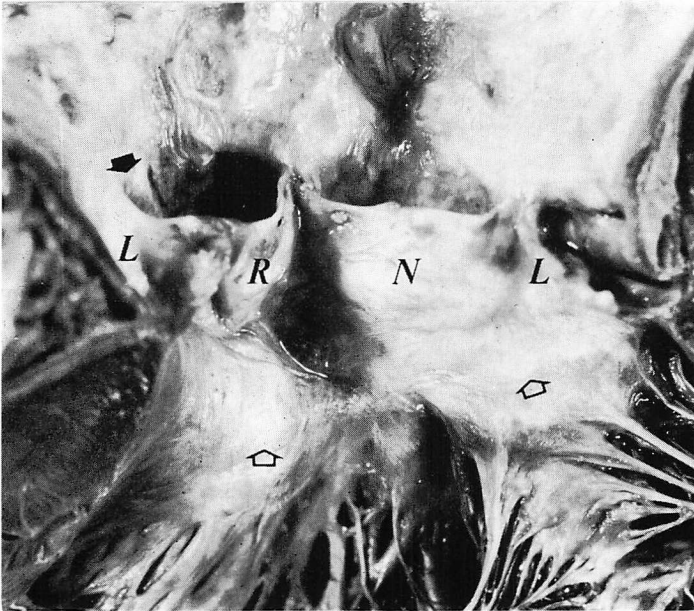
Autopsy reveals that the right coronary cusp is prolapsed (arrow) due to degenerative change of transverse ridge, but jet lesion is not seen both on ventricular surface of the anterior mitral leaflet and septum.



**Fig. 8. Echocardiograms of Case 4 (left) and 5 (right).**

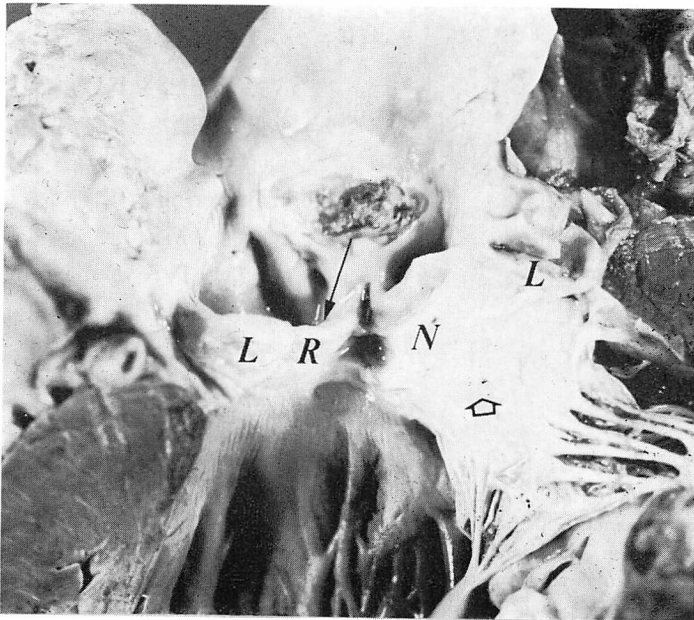
Diastolic fluttering in both the anterior mitral leaflet and ventricular septum is shown in Case 4, but no septal fluttering is observed in Case 5.





**Fig. 9. Autopsy specimen of Cases 4.**

Autopsy reveals commissure fusion and separation (black arrow) between right and left coronary cusps, which is considered to be the site of leakage to produce jet lesion (white arrow) just below the right coronary cusp. Another jet lesion is observed on ventricular surface of the anterior mitral leaflet.



**Fig. 10. Autopsy specimen of Case 5.**

Autopsy shows prolapsed right coronary cusp (black arrow), and jet lesion (white arrow) is seen on ventricular surface of the anterior mitral leaflet but not on the septum.

考 案

AR における逆流 jet は, 大動脈ないし大動脈弁の各種病変によって発生する. したがって, 出現する逆流口の部位に依存して, 逆流 jet は種々の方向を示すことになる. UCG 上, AML や IVS などの左心系組織において, 規則的かつ高周波を呈する diastolic fluttering は, AR の逆流 jet の存在や方向を非観血的に示唆する有用な所見である.

IVS における diastolic fluttering は, 1974 年 Friedewald ら<sup>5)</sup> によって最初に記載された. その出現頻度は, AR 29 例中 14 例 (48.3%) で, 僧帽弁および IVS に diastolic fluttering を呈したものの 6 例 (20.7%) であった. 一方, 同様の報告を行った Cope ら<sup>6)</sup> によれば, 僧帽弁および IVS における diastolic fluttering は, 46 例中 17 例 (37%) にみられ, また D'Cruz ら<sup>7)</sup> によると IVS の diastolic fluttering の発生頻度は, 46 例中 12 例 (26%) であった. この IVS の diastolic fluttering は, 僧帽弁におけるそれと以下の点で異なるとされている<sup>5-7)</sup>. すなわち, 1) そのほとんどが左室流出路を構成する IVS 上部に限局し, 2) 拡張期の開始と同時に出現するとされている.

今回対象とした老年者 AR の 5 例では, diastolic fluttering を 2 例にて AML のみに, 3 例において AML および IVS に認めた. このうち後者の IVS に diastolic fluttering を呈した 3 例では, いずれも上記 UCG 所見に一致する以下のような特徴的エコー像を示した. まず, その第 1 として, IVS における diastolic fluttering は, AML が最大振幅を示す部位より高位の左室流出路に認められ, 第 2 に diastolic fluttering を伴う IVS エコーは, AML の D 点に先行して始まり, ほぼ拡張終期に至る持続を示した. さらに今回の成績において, 第 3 の共通所見として, diastolic fluttering を伴う IVS エコーは, それより低位の diastolic fluttering を伴わない IVS エコーに比して輝度増強を示した. この事実

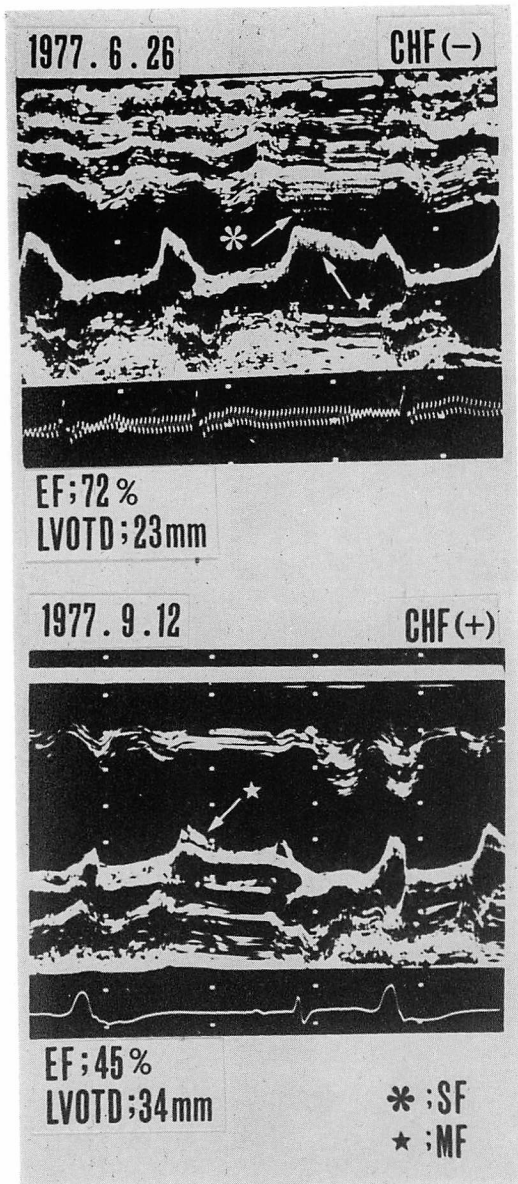


Fig. 11. Echocardiograms of Case 2.

High frequency diastolic fluttering of the septum is observed in the upper panel, which disappears with decreased ejection fraction and dilatation of left ventricular outflow tract due to development of congestive heart failure in the lower panel.

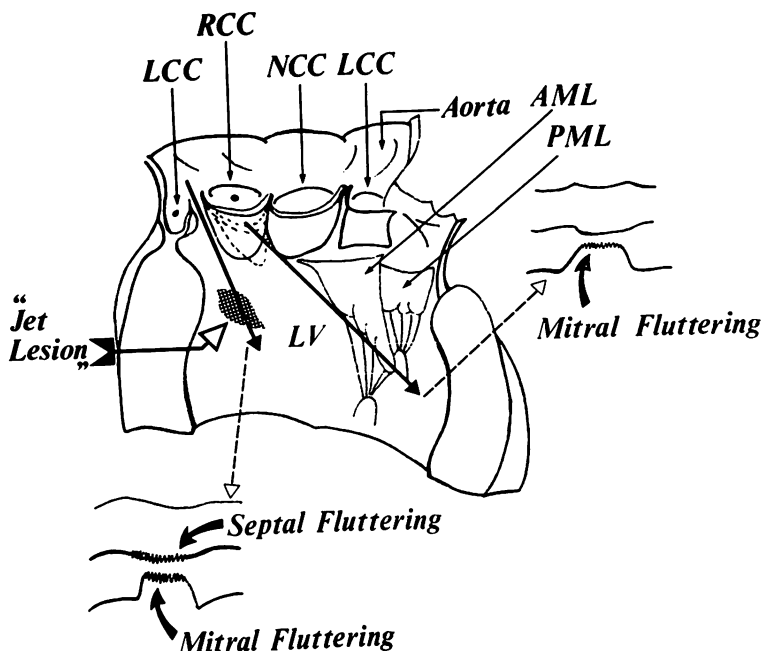


Fig. 12. Summarizing diagram of echocardiographic and pathological findings of 5 cases.

In 3 cases with high frequency diastolic fluttering of the anterior mitral leaflet and septum with increased intensity, jet lesion is found in the upper portion of the left ventricular outflow tract, while the jet lesion is not observed in 2 cases of mitral fluttering without septal fluttering.

に関する記載は、調査した文献の範囲では見当たらなかった。

そこで、この UCG 所見に注目して、心臓病理学的所見との比較検討を行った。その結果、左室流出路上部に限局し、高輝度を示した IVS における diastolic fluttering の 3 例には、剖検上いずれも右冠尖のほぼ垂直下方で IVS 上部に一致して jet lesion を認めた (Fig. 12)。

Jet lesion の成因に関して、Edwards ら<sup>10)</sup>は、異常血流の jet like stream による反復性衝撃によってもたらされる心臓内面における局所性の線維性反応であると記載している。したがって、この jet lesion のもつ組織学的特性を考慮に入れると、超音波 beam がこの部位を通過するさいに生じる音響インピーダンスの変化は、正常心内膜面において生じる音響インピーダンスのそれより

大となることが十分想定される。

以上のことを考え合わせると、左室流出路上部において輝度増強を伴い、diastolic fluttering を示す IVS のエコー源は、左室心内膜面の限局的肥厚、すなわち“jet lesion”を意味するものと考えざるをえない。これを裏づけるものとして、AML のみに diastolic fluttering を示した 2 例には、右冠尖の下方に jet lesion を認めなかった事実があげられる。

一方、対象とした 5 例には、UCG 上全例において AML の diastolic fluttering を観察しえた。しかし、剖検上 AML 左室面に jet lesion を確認しえた症例は、梅毒性 AR の 2 例のみであった。AML にみられる diastolic fluttering の発生機序について、Joyner ら<sup>11)</sup>は、大動脈弁口部よりの逆流 jet と僧帽弁口部より流入する血流との乱

流によって発生するものであろうと記載している。したがって、このような機序が一要因となって、AML における diastolic fluttering と jet lesion との間に相関性を認めなかった可能性が示唆される。

つぎに、IVS における diastolic fluttering の発生機序については、現在主として逆流 jet の方向や速度が関与するとされている<sup>6)</sup>。しかし、その方向を決定づける逆流部位についての具体的記載はない。今回の臨床病理学的検討では、jet lesion を反映すると考えられた IVS に diastolic fluttering を呈した3例の逆流部位は、2例にて jet lesion の対側方向に位置する左冠尖と右冠尖間交連部、残る1例において prolapse した右冠尖と考えられた。症例2は EF の低下や左室流出路の拡大に伴って、IVS の diastolic fluttering の消失を認めた。このことは、fluttering の発生に LVOTD の大きさも関連している可能性を示唆している。一方、AR の重症度は IVS における diastolic fluttering の発生に関与しないとされている<sup>6)</sup>。今回は対象例全例に左心カテーテル法を施行しておらず、逆流量の定量的評価を用いた AR の重症度判定はできなかった。しかし、臨床像および病理所見より推定された IVS の diastolic fluttering 3例における AR の重症度は、軽症と考えられたもの2例、中等度以上と思われたもの1例であった。また、3例における AR の成因は、リウマチが疑われたもの、変性型および梅毒性の各1例であった。したがって、IVS の diastolic fluttering 発生には、成因も関与しないものと思われる。しかしながら、今回対象とした症例数は5例と限られており、IVS の diastolic fluttering 発生に関与する関連因子の役割りおよび jet lesion 発生と逆流部位との関連性については、今後さらに症例を積み重ね検討されなければならない。

## 要 約

Diastolic fluttering を呈した老年者 AR 5例

について臨床病理学的検討を行い、以下の結論を得た。

1) 心室中隔上部に限局して観察された、高輝度を呈し diastolic fluttering を認めた IVS のエコー源は、右冠尖の垂直下方にみられた jet lesion と考えられた。

2) IVS における diastolic fluttering の発生には、右冠尖の直下へ向かう血流、ことに左冠尖と右冠尖間交連部よりの逆流の存在および LVOTD の大きさなどが関与しているが推定され、AR の成因は無関係であるものと思われた。

## 文 献

- 1) Winsberg F, Gabor GE, Hernberg JG, Weiss B: Fluttering of the mitral valve in aortic insufficiency. *Circulation* **41**: 225-229, 1970
- 2) Hernberg JG, Weiss B, Keegan A: The ultrasonic recording of aortic valve motion. *Radiology* **94**: 361-368, 1970
- 3) Pridie RB, Benham R, Oakley CM: Echocardiography of the mitral valve in aortic valve disease. *Brit Heart J* **33**: 296-304, 1971
- 4) Tajik AJ, Gau GT, Ritter DG, Schattenberg TT: Mitral valve motion in severe aortic regurgitation. *Chest* **63**: 271-272, 1973
- 5) Friedewald VE, Futral JE, Kinard SA, Phillips B: Oscillations of the interventricular septum in aortic insufficiency. *J Clin Ultrasound* **2**: 229, 1974 (abstr)
- 6) Cope GD, Kisslo JA, Johnson ML, Myers S: Diastolic vibration of the interventricular septum in aortic insufficiency. *Circulation* **51**: 589-593, 1975
- 7) D'Cruz I, Cohen HC, Prabhu R, Ayabe T, Glick G: Flutter of left ventricular structures in patients with aortic regurgitation, with special reference to patients with mitral stenosis. *Amer Heart J* **92**: 684-691, 1976
- 8) 杉浦昌也, 岡田了三, 飯塚 啓, 飯塚楯夫, 平岡啓佑, 大川真一郎, 嶋田裕之: 老人心の正常性についての臨床病理学的考察. *日老医誌* **6**: 297-307, 1969
- 9) Sugiura M, Okada R, Hiraoka K, Ohkawa S, Shimada H: A new etiological concept of the aortic regurgitation in the aged. Prolapsed cusp due to degeneration. *Jap Heart J* **10**: 20-29, 1969
- 10) Edwards JE, Burchell HB: Endocardial and intimal (jet impact) as possible sites of origin of

murmurs. *Circulation* **18**: 946-960, 1958  
11) Joyner CR, Dyrda I, Reid JM: Behavior of the anterior leaflet of the mitral valve in patients with

the Austin Flint murmur. *Clin Res* **14**: 251, 1966 (abstr)