

大動脈弁閉鎖不全症における僧帽弁前尖の echo pattern 分析

Echo patterns of the anterior leaflet of the mitral valve in patients with aortic insufficiency

大木 崇  
松久茂久雄  
露口 直彦  
近藤 千秋  
松村 幸治  
仁木 敏晴  
森 博愛  
沢田 誠三\*

Takashi OKI  
Mokuo MATSUHISA  
Naohiko TSUYUGUCHI  
Chiaki KONDO  
Koji MATSUMURA  
Toshiharu NIKI  
Hiroyoshi MORI  
Seizo SAWADA\*

**Summary**

The purpose of this paper is to assess the severity and hemodynamics of chronic aortic insufficiency (AI) by the echo patterns of the anterior mitral leaflet. Echocardiography (UCG), phonocardiography (PCG) and mechanocardiography (MCG) were performed in 21 patients with AI. In particular, the echo patterns of the anterior mitral leaflet were classified into 4 characteristic types as follows:

- 1) Type A: The diastolic E to F slope (DDR) of the anterior mitral leaflet is greater than normal and the total amplitude CE is increased beyond the normal range.
- 2) Type B: The rate of opening (slope D to E) of the anterior mitral leaflet is reduced and the atrial component (A wave) is very conspicuous.
- 3) Type C: DDR of the anterior mitral leaflet is markedly reduced compared with normal.
- 4) Type D: DDR of the anterior mitral leaflet is relatively rapid and F-F' slope is reduced, i.e., normal pattern.

Left ventricular end-diastolic dimension (LVDd) measured by UCG was significantly increased in all types, particularly in types A and B. Diastolic fluttering of anterior mitral leaflet echo was observed in almost all patients of types B, C and D. In type A, however, this characteristic fluttering was seen in

徳島大学医学部 第二内科  
\*同 付属病院中央臨床検査部  
徳島市蔵本町 2-50 (〒770)

The Second Department of Internal Medicine, and  
\* Department of Clinical Laboratory, Tokushima  
University Hospital, School of Medicine, Tokushima  
University, Kuramoto-cho 2-50, Tokushima 770

only 1 of 5 patients. A/E-O ratio of apexcardiogram in type B was markedly increased and this ratio correlated well with the CA/CE ratio of the anterior mitral leaflet echo. Austin Flint murmur was recorded as mid-diastolic and presystolic components in 7 of 8 patients of types A and B, as only mid-diastolic component in 4 of 7 patients of type C, but no component in type D.

Echo pattern of the anterior mitral leaflet of each type differed in the hemodynamic background in respect to mitral flow and aortic regurgitant flow. Therefore, it is considered that mid-diastolic components in types A and C or presystolic components in types A and B have different hemodynamic meaning in the mechanism of the Austin Flint murmur.

On left ventricular function by MCG, electro-mechanical interval (Q-I interval) showed significant prolongation in types A and B, and so did ejection time (ET) in types C and D. Moreover, from the viewpoint of the severe state of AI in types A and B, it is very interesting that pre-ejection period (PEP) was prolonged in type B, while it was shortened in type A.

Our present study suggests that echo pattern of the anterior mitral leaflet in chronic AI may reflect faithfully the hemodynamic events of the left ventricle, that is, mitral flow from the left atrium to the left ventricle and the aortic regurgitant flow from the aorta to the left ventricle, giving the information on the severity of aortic regurgitation.

#### Key words

echocardiography (UCG)  
anterior mitral leaflet echo  
aortic insufficiency (AI)  
Austin Flint murmur (A-F m)  
left ventricular function

#### はじめに

大動脈弁閉鎖不全症 (以下 AI) は, その特徴的な雑音の聴取により臨床上比較的容易に診断可能であるが, 近年の心臓外科の発達により重症例については外科的治療がなされるようになったため, 治療方針の決定に関してその重症度を判定することは臨床上重要なことである. 一般に AI の重症度の判定は臨床症状, 非観血的および観血的な種々の検査所見を総合してなされているのが現状である.

最近, echocardiography (以下 UCG) の急速な発達により, AI についても非観血的に多くの情報が得られることが判り, 特に僧帽弁前尖echoに種々な所見のみられることが知られている.

今回, 我々は AI における僧帽弁前尖の echo

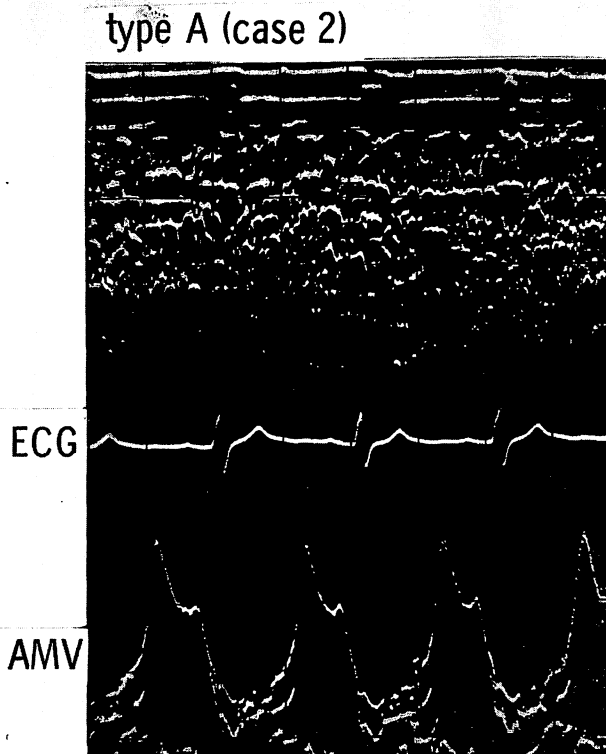
pattern 分析を行い, それを4型に分類し, その重症度および血行動態との関連について比較検討し, 若干の考察を加えたので報告する.

#### 対象と方法

24才から75才までの臨床的に慢性の AI もしくは AIs と診断された21名を対象とし, そのうち type A の4名および type C の2名については大動脈弁置換術を後に施行しており, type A の残り1名は手術前に死亡した. それぞれにUCG, 心音図 (以下 PCG), 心尖拍動図, 頸動脈波を記録した. UCG は Picker 社製 Ultrasonoscope Model 102 で 13 mm, 2.25 MHz の探触子を使用, 紙送り速度を 25 mm/sec とした. 僧帽弁前尖 echo については, 全振幅 CE, E および A

**Table 1. Echocardiographic, phonocardiographic and mechanocardiographic data**

		Type A	Type B	Type C	Type D
UCG	No. of cases	5	3	7	6
	CE (mm)	27.9 ± 6.6	11.1 ± 2.5	23.7 ± 3.1	21.8 ± 3.2
	CA/CE	0.67 ± 0.12	1.48 ± 0.18	0.74 ± 0.09	0.66 ± 0.05
	EF (mm/sec)	104.6 ± 26.5	—	41.1 ± 6.8	63.2 ± 20.5
	LVDs (cm)	5.7 ± 0.8	5.4 ± 0.6	4.7 ± 0.6	4.6 ± 0.4
	LVDd (cm)	7.5 ± 1.0	7.2 ± 0.5	6.3 ± 0.7	5.8 ± 0.7
	Fluttering	+(1/5)	+(3/3)	+(5/7)	+(6/6)
PCG	A-F murmur	MD+PS (5/5)	MD+PS (2/3) MD only (1/3)	MD+PS (1/7) MD only (4/7) no (2/7)	no (6/6)
	MCG	A/E-O (%)	16.5 ± 6.7 (4/5)	21.9 ± 8.2 (3/3)	9.7 ± 1.6 (3/7)
	Q-I (msec)	68.0 ± 11.7 (5/5)	66.7 ± 9.4 (3/3)	63.0 ± 8.7 (5/7)	55.0 ± 6.3 (5/6)
	ET (msec)	370.8 ± 35.6 (4/5)	377.3 ± 26.4 (3/3)	393.5 ± 23.9 (5/7)	399.3 ± 17.4 (4/6)
	PEP (msec)	121.0 ± 36.5 (4/5)	151.0 ± 7.3 (3/3)	131.8 ± 8.8 (5/7)	124.5 ± 6.3 (4/6)

**Figure 1. Echocardiogram of type A.**

The diastolic E to F slope (DDR) of the anterior mitral leaflet is greater than normal (117.6 mm/sec) and the total amplitude CE is increased over normal (29.4 mm). Diastolic fluttering is not seen.

波の振幅比 CA/CE, および拡張早期後退速度 (以下 DDR) について計測し, これらの特徴的 pattern により 4 型に分類した. なお, 僧帽弁前尖 echo は振幅の最も高い部位, 即ち弁尖端部と思われる部位にて記録し, 各名称は Zaky ら<sup>1)</sup>の命名に従った. また, 左室径については拡張および収縮終期径 (以下 LVDd および LVDs) を測定した. 心音, 心機図はフクダ電子製 MCM 8000 により, 同社製加速度型マイクロホン (MA250) を使用, 心電図, 心音図, 頸動脈波, 心尖拍動図を紙送り速度 100 mm/sec で同時記録した. 左心機能の指標として A/E-O 比, Q-I 時間, Q-II 時間, 左室駆出時間 (以下 ET), および前収縮期時間 (以下 PEP) については厚美ら<sup>2)</sup>の補正式にて補正した. なお Austin Flint 雑音については mid-diastolic 成分 (以下 MD) と presystolic 成

分 (以下 PS) に分けて検討した.

### 結果

今回の大動脈弁閉鎖不全症 21 例は, 特に UCG の僧帽弁の echo pattern を中心として 4 型に分類し, それぞれについて Table 1 に示す UCG, PCG, MCG の各項目について計測し type 別に比較検討した.

Type A: 僧帽弁前尖 echo の DDR が速く全振幅 CE が著しく高い型 (Figure 1).

DDR が正常もしくはそれ以上, かつ全振幅 CE が著しい高値を示す型で, これには 21 例中 5 例が含まれた. 他の UCG 所見では左室径は LVDd が  $7.5 \pm 1.0$  cm と 4 型中最も拡大が著しく, 左室容量負荷の程度が強いことが想像された. また AI に特徴的とされている僧帽弁前尖 echo

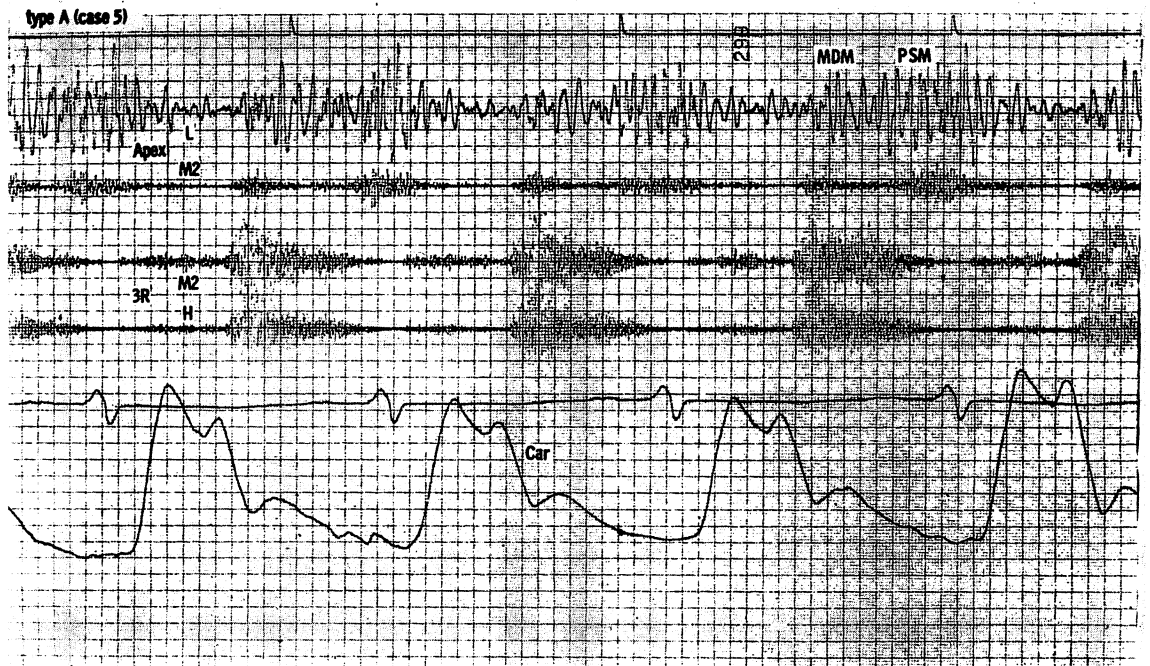


Figure 2. Phonocardiogram of type A with two-components of Austin Flint murmur.

Both the first component (mid-diastolic rumbling) and the second component (presystolic accentuation) are recorded.

MDM: mid-diastolic rumbling, PSM: presystolic accentuation.

の拡張期 fluttering はこの型の5例中1例にのみ記録された。Austin Flint 雑音は MD および PS 両成分共全例に記録された (Figure 2)。左室収縮時間に関しては Q-I 時間が  $68.0 \pm 11.7$  msec と4型の中で最も延長しており、ET は正常より延長しているが type C, D 程著明ではなかった。PEP は  $121.0 \pm 36.5$  msec と非常に低値を示した。

Type B: 僧帽弁前尖 echo の A 波の振幅の増高があり、E 波に比して高い型 (Figure 3)。

この型には21例中3例が分類されたが、最も特徴的な UCG 所見は僧帽弁前尖 echo の CA/CE 比および心尖拍動図の A/E-O 比の著しい高値であった。左室径は type A と同様に拡大がみられた。Austin Flint 雑音は全例に記録できたが1例は MD 成分のみであった。左室収縮時間では ET の延長は type A におけると同様であったが、PEP は4型中最も延長していた。

Type C: 僧帽弁前尖 echo の DDR が著しく低

下している型 (Figure 4)。

この型には21例中7例が属した。DDR は  $41.1 \pm 6.8$  mm/sec と他の3型に比べ著しく低下していたが、左室径の拡大の程度は type A, B 程ではなかった。Austin Flint 雑音は MD 成分のみが7例中4例に記録されたのが特徴的であった (Figure 5)。左室収縮時間は ET の著明な延長以外、特に変化は認められなかった。

Type D: 僧帽弁前尖 echo の EF 間の DDR は比較的速いが FF' 間のそれは緩やかな型: すなわち正常パターンを示す型 (Figure 6)。

この type は21例中6例にみられたが、左室径の拡大な著明でなく、Austin Flint 雑音も全例に記録されなかった (Figure 7)。僧帽弁前尖 echo の pattern は4型の中で最も特徴が少なかったが、拡張期 fluttering は全例に認められた。左室収縮時間については ET の延長、PEP の短縮がみられ、従来、代償性 AI において述べられている最

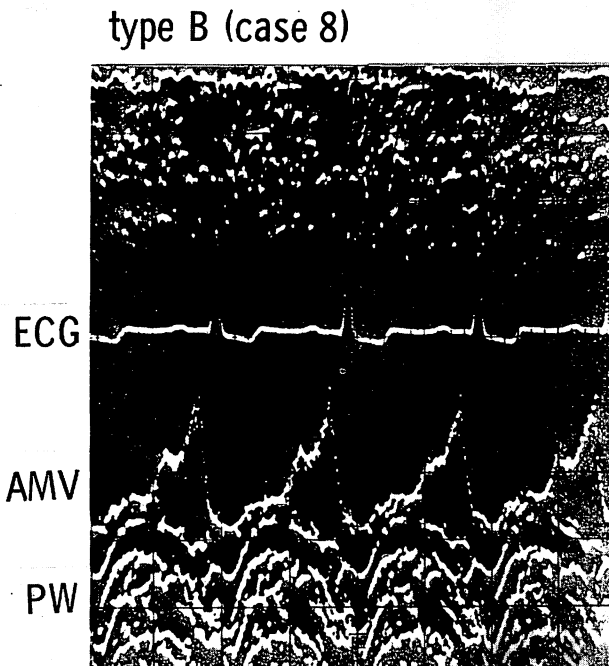
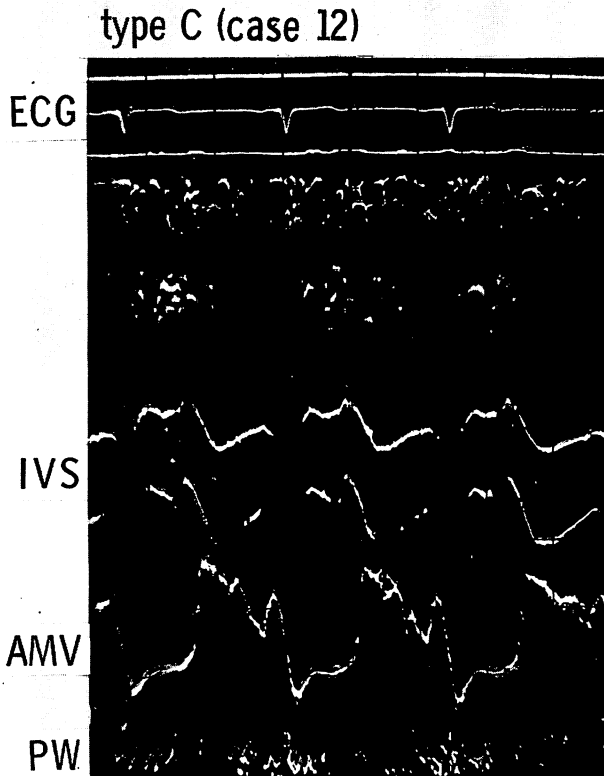


Figure 3. Echocardiogram of type B.

The rate of opening (slope D to E) of the anterior mitral leaflet is reduced and the amplitude of atrial component (A wave) is very accentuated.



**Figure 4. Echocardiogram of type C.**  
The diastolic E to F slope (DDR) of the anterior mitral leaflet is markedly reduced compared with the normal (43.3 mm/sec).

も一般的な所見を示した。

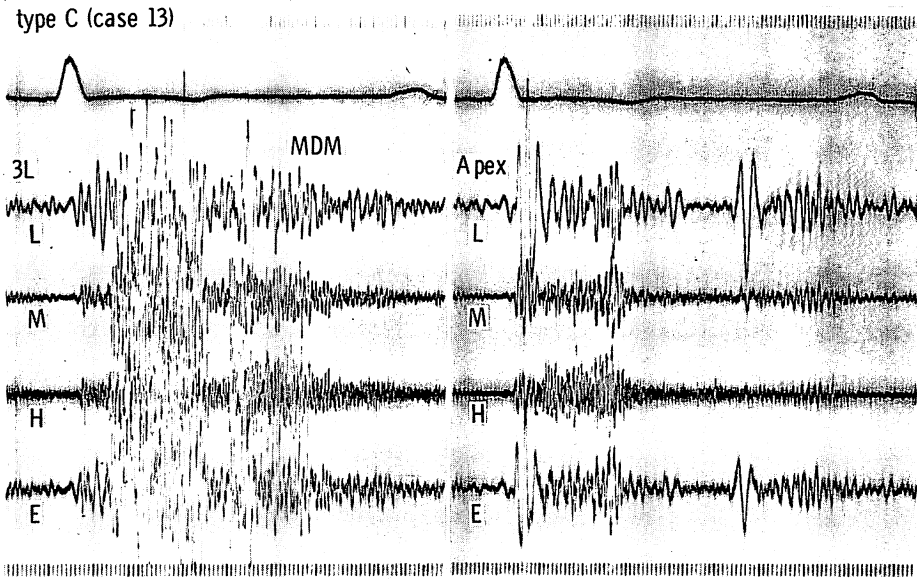
#### 考察

現在, AI の重症度の指標としての UCG, PCG および MCG に関する報告は数多いが, UCG においては僧帽弁前尖 echo の (1) 拡張期後退速度 (DDR),<sup>3)4)5)</sup> (2) 閉鎖時相<sup>6)7)</sup>, (3) A 波の amplitude<sup>8)</sup> および (4) 左室径の拡大<sup>9)</sup>が, PCG および MCG においては (5) Austin Flint 雑音の有無,<sup>10)</sup> (6) A/E-O 比,<sup>11)</sup> (7) Q-I 時間, ET, PEP などの測定による左室収縮時間<sup>12)</sup>などがその指標として用いられている。

今回われわれは, AI の21例について, 僧帽弁前尖 echo の pattern 分析を行い, DDR, 全振幅 CE, A 波高によりこれを4型に分類した。

Type A は僧帽弁前尖 echo の DDR が速く, 全

振幅 CE の著しく高い群であるが, この型にみられた他の特徴的所見は, 収縮および拡張終期の左室径の拡大が著明にあり, 全例に Austin Flint 雑音が記録され, 心尖拍動図では A 波が増大の傾向にあり, 左室収縮時間では ET の延長, PEP の短縮の傾向がみられた。僧帽弁前尖 echo の拡張期 fluttering は5例中1例のみにみられたにすぎなかった。AI における DDR の増大は, 血液が拡張期に左房および大動脈弁口から同時に左室に流入するため, 左室の充満は正常より早くなるためであると考えられている。<sup>3)</sup> この型は左室径がもっとも大きいことから, 左室容量負荷がもっとも強いと考えられ, 逆流量の多いことが示唆される。<sup>9)</sup> また心尖拍動図で A 波の軽度高値を示しており, 左室コンプライアンスの低下あるいは左室拡張終期圧 (LVEDP) の上昇が示唆されるが, 左



**Figure 5. Phonocardiogram of type C with only one component of Austin Flint murmur.**

Although MDM is recorded after the period of rapid ventricular filling, PSM is not seen coincident with atrial systole.

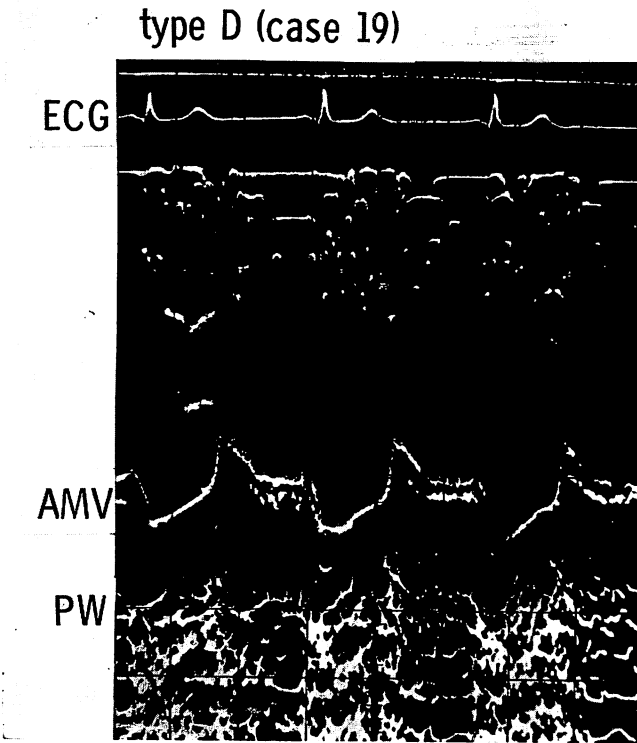
MDM: mid-diastolic rumbling, PSM: presystolic murmur.

室収縮時間で PEP の短縮がみられたことは、収縮能は代償されていると考えられる。

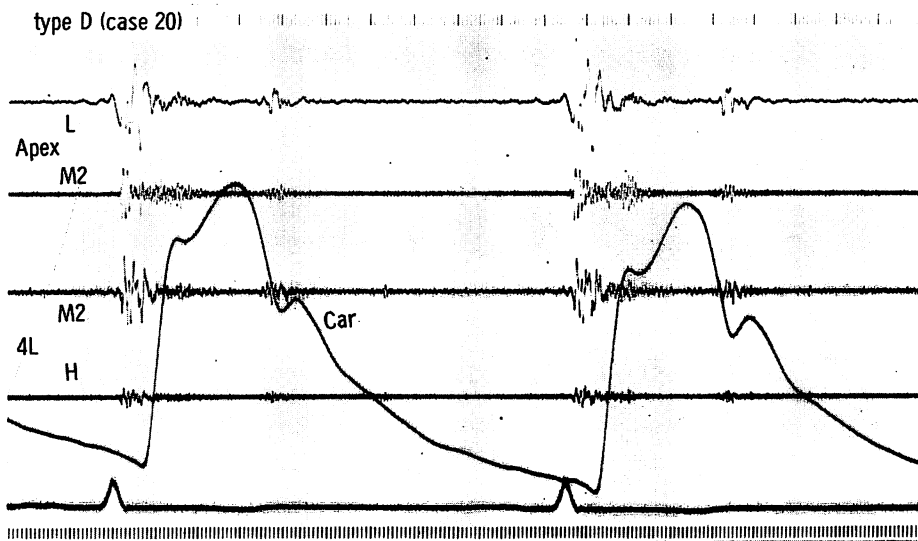
Type B は僧帽弁前尖 echo の A 波の増高がみられた群であるが、この型では他に、収縮および拡張終期における左室径の拡大、また全例に fluttering が認められ、Austin Flint 雑音も記録された。心機図的には、心尖拍動図の A 波増高がみられ、左室収縮時間では PEP の延長がみられた。僧帽弁前尖 echo の A 波の増大は、左室拡張初期圧 (LVIDP) の高い例にみられるといわれ、<sup>8)</sup> 高い左室拡張期圧に抗して僧帽弁が開放するために DE slope の低下、A 波の増高がみられる。この型では、心尖拍動図の A 波の増高がみられることから、LVEDP の増大が示唆され、左室収縮時間で PEP の延長がみられることから、左室収縮能の低下があると考えられ、非代償的な傾向にあると考えられた。

Type C は僧帽弁前尖 echo の DDR の低下がみ

られた群で、21 例中 7 例と比較的多くみられた。この型では左室径は中等度拡大がみられ、fluttering が 7 例中 5 例、Austin Flint 雑音が 7 例中 5 例に記録された。心機図的には心尖拍動図の A 波高は正常、左室収縮時間では ET の延長、PEP の軽度短縮がみられた。AI における DDR の低下は、大動脈弁口からの逆流によって左房から左室への急速流入が妨げられる結果生じると考えられる。<sup>4)10)</sup> 左室径の拡大が type A, B よりは軽度であることから、逆流量は比較的少ないと考えられ、DDR の低下には逆流量の増大も関係するであろうが、逆流の方向がより強く関与している可能性が考えられる。従って AI における僧帽弁前尖 echo の DDR に一定の基準をもたせる事は、逆流血の方向および時相を考慮すると必ずしも妥当でないと思われる。また、この型は心機図的な所見からも type A, B よりは軽症であろうと考えられる。



**Figure 6. Echocardiogram of type D.**  
The diastolic E to F slope of the anterior mitral leaflet is relatively rapid (50.3 mm/sec) and F to F' slope is reduced (5.3 mm/sec), that is, normal pattern.



**Figure 7. Phonocardiogram of type D without Austin Flint murmur.**  
Neither the first component (mid-diastolic rumbling) nor the second component (presystolic accentuation) is recorded.



Type D は僧帽弁前尖 echo の EF 間の DDR は比較的速いが FF' の間のそれは緩やかな群であり、ほぼ正常パターンを示す。この型の左室径は軽度で 4 型の中で最もその拡大度は小であった。しかし fluttering は 6 例全例に認められた。また Austin Flint 雑音は全例に記録されていない。左室収縮時間は ET の延長、PEP の短縮が認められた。この型は他の臨床的検査所見（血圧、心胸郭比、心電図、左心カテ、心血管造影など）でも最も軽症な AI と考えられた。

これらの成績を総合すると、臨床的には type B が最も重症であると考えられ、続いて type A が重症で、type D が最も軽症と考えられた。

次に Austin Flint 雑音の発生機序について、type A と C は 12 例中 10 例に Austin Flint 雑音、殊に MD 成分が出現しているが、僧帽弁口を中心とした血流動態に関してはこの 2 つの type はやや異なると考えられる。即ち、type A では Pridie 等の主張する「DDR の増大」説<sup>9)</sup>からすると、Foutuin の Austin Flint 雑音、特に MD 成分は急速流入期に僧帽弁口を通過する antegrade flow に起因するという観点<sup>13)</sup>になるし、type C では DaCosta の提唱する「僧帽弁の機能的狭窄」説<sup>10)</sup>からすると、大動脈からの逆流血によって左房から左室への急速流入が妨げられ、その結果 DDR が低下し、左房から左室へ向かう血液は僧帽弁口部で異常な流れを生じ、Austin Flint 雑音が発生することになる。従って、type A と C における Austin Flint 雑音の MD 成分の発生機序は異なる様に思われる。また、PS 成分の増強について、Fortuin<sup>13)</sup> は心房収縮の際、(1)僧帽弁は正常に開放するがその期間は短かく、mitral flow の速度の増加による、(2)僧帽弁が完全に開放せずその結果心房収縮の増大と僧帽弁との間で血流の乱れを生じる、という 2 つの条件下で発生すると述べている。もし、type A における PS 成分の増強が前者、type B のそれが後者の条件下で生じると考えると、type B の CA/CE 比が type A に比べはるかに大きく、かつ type B では A/

E-O 比の増大をも観察できたという特徴的所見が一層支持性を増すように思われる。また、type A, B でのほとんどの例で PS 成分がみられたことから、重症例では Austin Flint 雑音のうちで PS 成分の出現がより重要な意味を有すると考えられた。

一方、Austin Flint 雑音と心尖拍動図の A 波<sup>11)</sup> および僧帽弁前尖 echo<sup>9)5)14)</sup> 又は心室中隔<sup>15)</sup>の拡張期 fluttering との関連性については従来報告があるが、A/E-O 比の高い type A, B では全例に Austin Flint 雑音が出現しその関連性が示唆される。しかしながら、fluttering に関しては、type A では 5 例中 1 例にのみ記録され、必ずしも Austin Flint 雑音の出現とは一致せず、この type の血行動態の特異性がよく表現されているようである。

以上、僧帽弁前尖 echo の pattern 分析を行い、慢性の AI における重症度および血行動態について報告したが、今後さらに症例をふやし、臨床検査所見なども総合し、経時的観察を行うことによって、AI の重症度判定に対する UCG の有用性について検討したいと考えている。

## 要 約

慢性の大動脈弁閉鎖不全症 (AI) 21 例における UCG, PCG および MCG を記録し、特に僧帽弁前尖 echo の pattern を次の 4 型に分類し、AI の重症度について比較検討した。

- 1) Type A: 僧帽弁前尖 echo の拡張早期後退速度 (DDR) が速く、全振幅 CE が著しく高い例。
- 2) Type B: A 波の振幅の増高があり、E 波に比して高い例。
- 3) Type C: 僧帽弁前尖 echo の DDR が著しく低下している例。
- 4) Type D: 僧帽弁前尖 echo の EF 間の DDR は比較的速いが、FF' 間のそれは緩やかで、ほぼ正常パターンを示す例。

左室径は type A, B において著しく拡大していたが、type D はその拡大度は小であった。僧帽

大木, 松久, 露口, 近藤, 松村, 仁木, 森, 沢田

弁前尖 echo の拡張期 fluttering は type B, C, D ではほとんど全例に出現したが, type A では 5 例中 1 例にのみ記録された。Austin Flint 雑音に関しては, type A, B, C 共に記録できたが, type D では全例に記録されなかった。Type A では mid-diastolic rumble (MD) および presystolic accentuation (PS) の両成分が出現したのに反して, type C においては MD 成分のみが 7 例中 4 例に記録されており, また type A と B では共に PS 成分が 8 例中 7 例に出現していた。以上の結果と僧帽弁前尖 echo の pattern 各型における違いを加味して考えると, Austin Flint 雑音の両成分の発生機序が必ずしも同一ではない事が示唆された。

心尖拍動図の A/E-O 比は type B に著しく高値を示し, 僧帽弁前尖 echo の CA/CE 比の増高とよく一致した。

以上, AI における僧帽弁前尖 echo の pattern の差異が重症度および血行動態を反映している事を報告した。

#### 文 献

- 1) Zaky A, Steinmetz EF, Feigenbaum H: Role of atrium in closure of mitral valve in man. *Amer J Physiol* **217**: 1952, 1969
- 2) 厚美利行, 松田政勝, 本田由美子: Systolic time intervals の正常値について. *臨床心音図* **2**: 367, 1972
- 3) Pridie RB, Benham R, Oakley CM: Echocardiography of the mitral valve in aortic valve disease. *Brit Heart J* **33**: 296, 1971
- 4) 仁村泰治, 望月茂樹, 松尾裕英, 青木佳寿子, 和田

温教, 植村仁一: エコーグラム—心臓— *内科* **24**: 252, 1969

- 5) 坂本二哉, 吉川純一, 田中忠治郎, 井上 清, 伊藤梅乃, 林 輝美, 松久茂久雄, 大久保重義: 大動脈弁閉鎖不全における僧帽弁運動動態. *内科* **31**: 144, 1973
- 6) Flint A: On cardiac murmurs. *Amer J Med Sci* **91**: 27, 1886
- 7) Botvinick EH, Schiller NB, Wickramasekaran R, Klausner SC, Gertz E: Echocardiographic demonstration of early mitral valve closure in severe aortic insufficiency. Its clinical implications. *Circulation* **51**: 836, 1975
- 8) Konecke LL, Feigenbaum H, Chang S, Corya BC, Fischer JC: Abnormal mitral valve motion in patients with elevated left ventricular diastolic pressures. *Circulation* **47**: 989, 1973
- 9) Gray KE, Barritt DW: Echocardiographic assessment of severity of aortic regurgitation. *Brit Heart J* **37**: 691, 1975
- 10) 上田英雄, 海渡五郎, 坂本二哉: 臨床心音図学, 南山堂, 東京, 1970
- 11) Parker E, Craige E, Hood WP: The Austin Flint murmur and the a wave of the apexcardiogram in aortic regurgitation. *Circulation* **43**: 349, 1971
- 12) Weissler AM: *Noninvasive Cardiology*. Grune & Stratton, 1974, p 301-334
- 13) Fortuin NJ, Craige E: On the mechanism of the Austin Flint murmur. *Circulation* **45**: 558, 1972
- 14) Winsberg F, Gabor GE, Hernberg JG: Fluttering of the mitral valve in aortic insufficiency. *Circulation* **41**: 225, 1970
- 15) Cope GD, Kisslo JA, Jognson ML, Myers S: Diastolic vibration of the interventricular septum in aortic insufficiency. *Circulation* **51**: 589, 1975