

# 高速度超音波断層法による 僧帽弁狭窄の検討: 弁性状と の対比

# Detection of the struc- tural lesion in the mitral apparatus using real time cross-sectional echocar- diography

陣内 重三  
杉 健三  
板家 研一  
吉岡 春紀  
古賀 義則  
戸嶋 裕徳  
豊増 弘幸\*  
大石 喜六\*  
古賀 道弘\*

Juzabu JINNOUCHI  
Kenzo SUGI  
Kenichi ITAYA  
Haruki YOSHIOKA  
Yoshinori KOGA  
Hironori TOSHIMA  
Hiroyuki TOYOMASU\*  
Kiroku OHISHI\*  
Michihiro KOGA\*

## Summary

In order to detect the structural lesion in the mitral apparatus, real time cross-sectional echocardiographic study was performed using Toshiba Sonolayergraph SSL 51H in 45 cases with mitral stenosis, who underwent open heart surgery subsequently (commissurotomy in 35 cases and valve replacement in 10 cases). For investigation of the mitral lesion, 6 cross-sections were employed; 3 long axis cross-section through center of the mitral valve (Section 1), postero-medial commissure (Section 2) and through anterolateral commissure (Section 3), and 3 short axis cross-sections at the levels of the anterior mitral leaflet (Section 4), the mitral orifice (Section 5) and of the chordae and papillary muscles (Section 6) (Fig. 1).

In these 6 cross-sectional echograms, echo-pattern changes were graded by thickness of the respective echo, comparing with the posterior aortic root echo. The grade of echo pattern showed good correlation with the severity of the structural lesion at surgery in the anterior and posterior leaflets and in the anterolateral and posteromedial commissures. Diastolic configuration of the anterior leaflet (good, fair and poor dome formation) related with severity of the valvular lesion according to Sellors' classification. Cases with subvalvular lesion exhibited anterior shift and restricted systolic posterior excursion

久留米大学医学部 第三内科  
\* 同 第二外科  
久留米市旭町 67 (〒830)

The Third Department of Internal Medicine, and \*the  
Second Department of Surgery, Kurume University  
School of Medicine, Asahimachi, 67 Kurume, 830

Presented at the 15th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Kyoto, October 15-16, 1977  
Received for publication November 14, 1977

陣内, 杉, 板家, ほか

of the mitral orifice.

From the above findings, cross-sectional echocardiogram was proved as a valuable method to detect the structural lesion in the mitral apparatus, when the apparatus was investigated with various cross-sections.

### Key words

Mitral stenosis  
replacement

Cross-sectional echocardiography

Mitral commissurotomy

Mitral valve

## はじめに

僧帽弁狭窄の外科的治療としては交連切開術, 人工弁置換術が行われている。交連切開術ではほとんどの症例で良好な手術結果が得られるのに対し, 人工弁置換術では予後の思わしくない例もみられ, また抗凝固剤の投与など術後管理の問題が残されている。

このような手術術式を左右する最も大きな因子は, 僧帽弁や弁下部の肥厚, 短縮, 石灰化などの病変の程度である。したがって本症患者の手術適応を考えるさいには, 患者の重症度, 内科的治療による予後, 社会的, 経済的立場などを考慮するとともに, 術前に僧帽弁性状を検出し, 手術療法の得失を検討しなければならない<sup>1)</sup>。さらに実際の手術施行時にも, 僧帽弁病変を術前に把握しておくことの意義は大きいものと考えられる。

近年, 心エコー図法の進歩により, 術前に僧帽弁性状の検索が可能になってきたが<sup>2-4)</sup>, 筆者らも M-mode scan 法を用いて僧帽弁および弁下部を広く観察すれば, 弁病変の把握がかなり可能なことを報告してきた<sup>5)</sup>。しかし M-mode scan 法では僧帽弁弁下部を二次元的に直接描写しえないので, 病変部位などの正確な診断は困難であった。そこで本研究では, 高速度超音波断層法を用いて僧帽弁, 弁下部性状を観察し, 手術時の所見と比較検討した。

## 対象および方法

対象は久留米大学第三内科に入院し, 同第二外

科にて直視下手術施行時, 僧帽弁の性状を確認できた弁口面積  $2.0 \text{ cm}^2$  以下の僧帽弁狭窄 45 例である。なお Sellors II 度以上の僧帽弁逆流や, 有意の大動脈弁障害を合併する例は除外した。年齢は 15~57 歳, 平均  $39.7 \pm 9.6$  歳である。手術方法は人工弁置換術 10 例, 開心式交連切開術 35 例で, このうち 6 例は乳頭筋切開が必要であった。

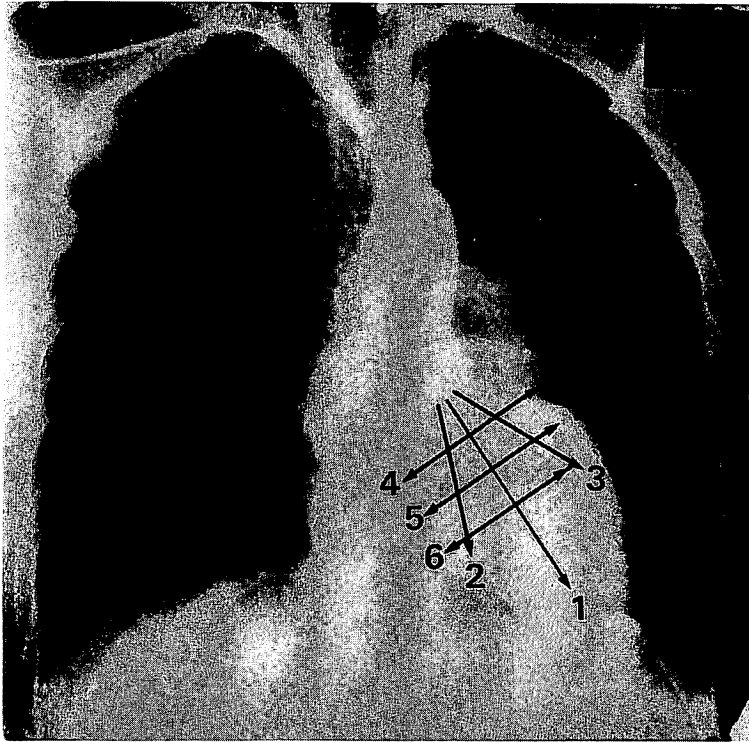
装置は東芝社製 Sonolayergraph SSL51H を用い, 僧帽弁の観察には Fig. 1 に示すように, 左室長軸断面では僧帽弁のほぼ中央部を通る断面 (断面 1), 後内側交連部を通る断面 (断面 2), 前外側交連部を通る断面 (断面 3) を, また短軸断面は前尖弁腹部レベル (断面 4), いわゆる弁口部レベル (断面 5), 腱索乳頭筋レベル (断面 6) の計 6 断面を検索し, 8 mm シネフィルムに記録した。

手術時の僧帽弁病変は, 肉眼的に 1) 軽度肥厚 (slight), 2) 中等度肥厚 (moderate), 3) 高度肥厚 (severe), 4) 石灰化 (calcified) の四段階に分類し, 前尖, 後尖, 前外側交連部, 後内側交連部, 弁下部のそれぞれに分け判定した。また弁全体の性状を Sellors の分類により type I~type III に分類した。

## 結果ならびに考案

### 1. 弁病変

僧帽弁狭窄では, 左室長軸断面で拡張期に僧帽弁前尖の左室側に凸のドーム形成が観察されるが<sup>6)</sup>, このドーム形成の良否は弁性状の良否に大きく左右される。したがって Fig. 2 に示すよ



**Fig. 1. Diagram showing 6 cross-sections employed to detect structural mitral lesion.**

Long-axis cross-section of the left ventricle was performed in 3 directions crossing the center of the mitral valve (Section-1), postero-medial commissure (Section-2) and antero-lateral commissure (Section-3). Short-axis cross-section was undertaken at the levels of the anterior leaflet (Section-4), the mitral orifice (Section-5) and the chordae or papillary muscles (Section-6).

うに、弁中央部を通る長軸断面（断面1）における前尖のドーム形成の形状より、1) 大きくなめらかなドーム形成がみられるもの (good), 2) ドーム形成がやや不良なもの (fair), 3) ほとんどドームを形成しないもの (poor) に分類し、手術時の Sellors の分類<sup>7)</sup>による弁性状と対比した (Table 1 A).

この結果、ドーム形成の良否で Sellors の type I と type II との区別は十分でなかったが、Sellors の type III の症例は比較的よく検出した。またドーム形成、poor の症例では、8例中、7例に弁置換術が施行された。しかしドーム形成

の良否と後述の前尖性状は必ずしも一致せず、前尖が比較的柔らかい例でもドーム形成の不十分な例がみられる。したがってドーム形成には、僧帽弁前尖性状のみならず、弁下部病変の程度も関与しているものと考えられる。このように、前尖ドームの性状は僧帽弁装置全体の病変の程度をよく反映しているものと考えられ、したがって本所見のみでも手術術式を予想しえた。

つぎに、主として僧帽弁中央部を通る断面（断面1）および短軸断面（断面4, 5）を用いて、僧帽弁前、後尖の病変を検索し手術所見と対比した。なお断層図での弁病変の変化は、Fig. 2 に示



**Fig. 2. Configurations of the anterior mitral leaflet (dome formation) in diastole.**

Cases with slight structural lesion of the mitral apparatus show good dome formation (upper echogram), while in cases with severe lesion, dome formation is poor (lower echogram).

Echo-pattern changes (thickness of the mitral echo) are also evaluated, comparing the thickness of the posterior aortic echo as follows: Grade I: echo which is thinner than the posterior aortic echo (upper echogram), Grade II: echo which is thicker than the posterior aortic echo but does not exceed twice of its thickness (middle echogram), Grade III: echo which is thicker than twice of thickness of the posterior aortic echo (lower echogram).

**A** DOME FORMATION vs OPERATIVE FINDINGS (SELLORS)

		DOME FORMATION		
		GOOD	FAIR	POOR
SELLORS	I	5	1	0
	II	17	10(1)	0
	III	0	4(2)	8(7)

( ) : CASES WITH MVR

**B** ECHO PATTERN vs OPERATIVE FINDINGS

		ANTERIOR LEAFLET			POSTERIOR LEAFLET				
		ECHO-PATTERN			ECHO-PATTERN				
		I	II	III			I	II	III
OPE. FINDINGS	SLIGHT	10	5	0	OPE. FINDINGS	SLIGHT	9	1	0
	MODERATE	5	13(4)	0		MODERATE	8	11(2)	0
	SEVERE	0	7(1)	1(1)		SEVERE	0	10(3)	3(2)
	CALCIFIED	0	0	4(4)		CALCIFIED	0	0	3(3)

( ) : CASES WITH MVR

すように、echo pattern の変化で以下のように判定した。

Grade I: 弁エコーの厚さが大動脈後壁エコー以下のもの

Grade II: 弁エコーの厚さが大動脈後壁エコー以上であるが、その2倍以下のもの

Grade III: 弁エコーの厚さが大動脈後壁エコーの2倍以上のもの

**Table 1 B** にその結果を示すが、弁病変が高度となるにつれ echo pattern の変化も強くなり、本方法で弁病変はかなりよく検出するものと考えられた。とくに Grade III の echo pattern の変化を示した例では、前尖で5例中4例、後尖で6例中3例が石灰化弁であった。逆に石灰化弁は全例 Grade III として検出しえ、高度肥厚例でも一部は Grade III として検出された点は注目される。

従来このような弁性状の検討のさいには感度断層法が有用であるとされている<sup>8)</sup>。筆者らも一部の症例で感度断層法を併用しているが、心周期やビームの投入角度の相違によりエコー強度が異なることなどの問題点も残されており、判読が困難なことも多い。これに対して echo pattern の変

**Table 1.**

**A. Relation of the dome configuration of the anterior leaflet to the structural mitral lesion at surgery (Sellors' classification)**

**B. Relation of the echo pattern to severity of structural lesion at surgery in the anterior and posterior leaflets**

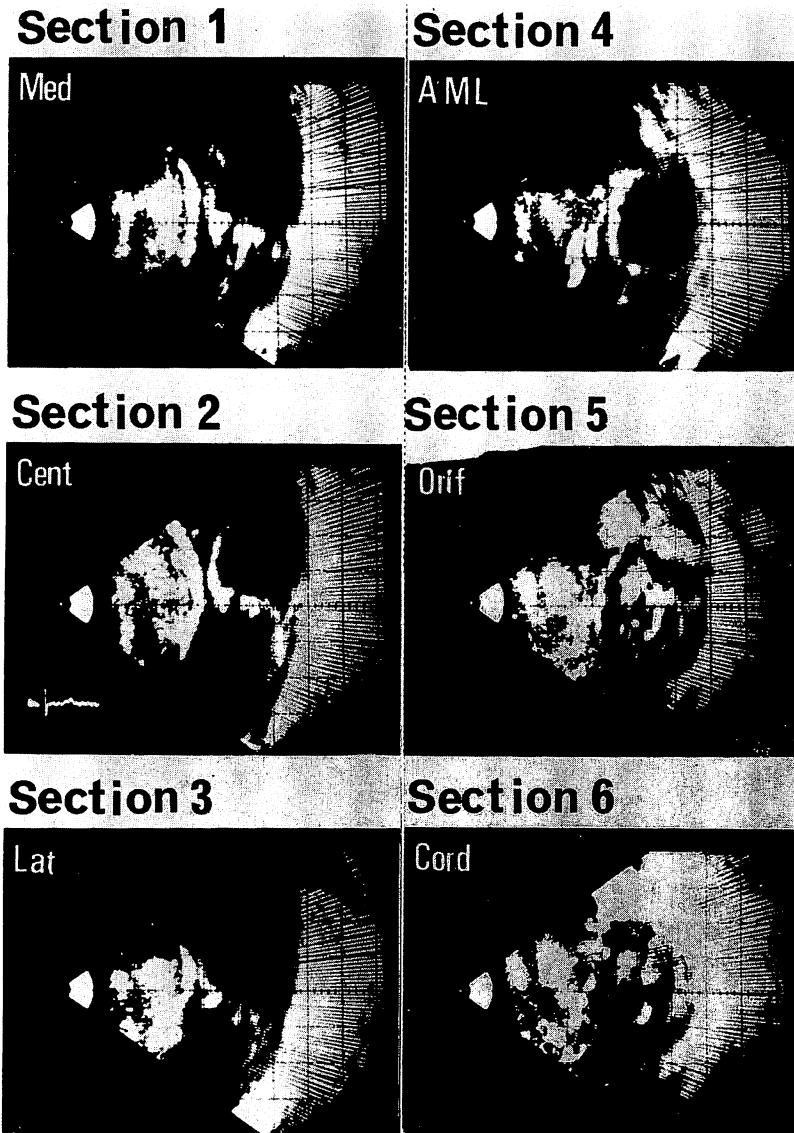
MVR: mitral valve replacement.

化は半定量的ではあるが、一見して弁性状を観察でき、本研究で示されたように、臨床的にはほぼ十分に弁性状を検出する指標として用いるものと考えられた。

**2. 交連部病変**

**Fig. 3** は後内側交連部に石灰化を伴う症例であるが、本図に示されるように、交連部病変の検出には後内側交連部を通る長軸断面(断面2)、前外側交連部を通る長軸断面(断面3)、および弁口部レベル、腱索レベル(断面5、6)の短軸断面など、広く種々の断面で病変を検索することが必要である。なお echo pattern、手術時の弁病変の判定は前述の僧帽弁の場合と同様に行った。

**Table 2** にその結果を示すが、後内側交連部では断層所見と手術所見がほぼ一致し、比較的よく病変を検出しえたが、前外側交連部では、たとえば石灰化例9例中5例しか Grade III として検出しえなかった。これは解剖学的位置関係より前外側交連部への超音波ビームの投入が不十分な例があり、そのため同部の病変の検出率が低下したものと考えられる。僧帽弁狭窄では、交連部の限局的病変のために、交連切開手術が不能な症例がときどきみられるが、この意味でも交連部病変



**Fig. 3. Representative echograms of 6 cross-sections employed for detection of the localized structural lesion.**

These echograms suggest localized severe lesions (Grade III) in the postero-medial commissure.

ANTERO-LATERAL COMMISSURE				POSTERO-MEDIAN COMMISSURE					
		ECHO-PATTERN					ECHO-PATTERN		
		I	II	III			I	II	III
OPE. FINDINGS	SLIGHT	3	0	0	OPE. FINDINGS	SLIGHT	6	1	0
	MODERATE	7	12(2)	0		MODERATE	8	12(4)	0
	SEVERE	1	8(2)	5(2)		SEVERE	1	9(2)	2(1)
	CALCIFIED	0	4(1)	5(3)		CALCIFIED	0	0	6(3)

( ) : CASES WITH MVR

**Table 2. Relation of the echo pattern to severity of structural lesion at surgery in the antero-lateral and postero-medial commissures**

MVR: mitral valve replacement.

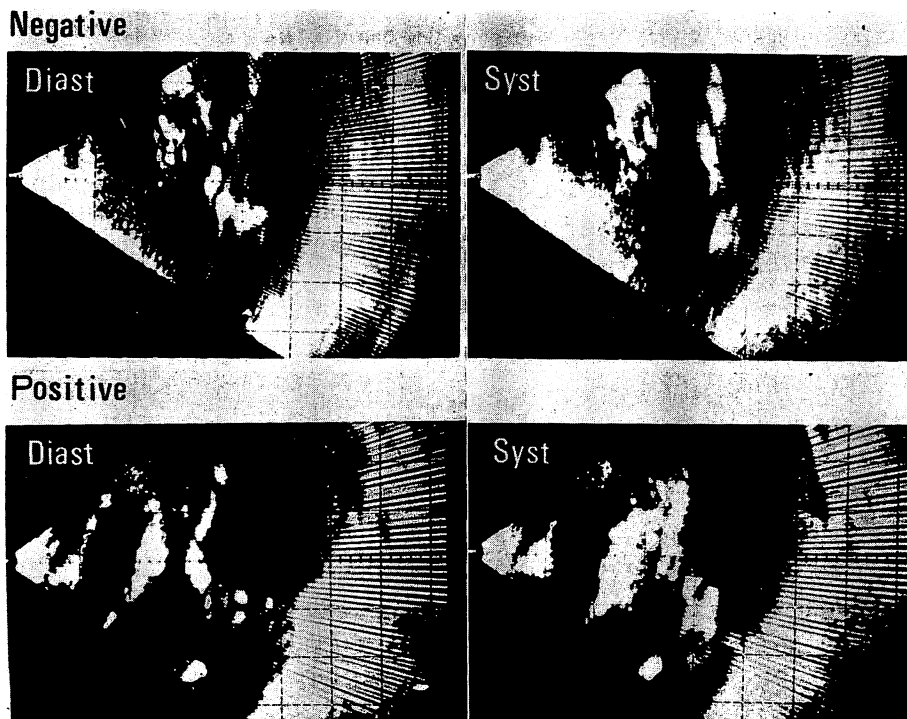
の検索は重要であり、今後さらに検討していきたい。

### 3. 弁下部病変

弁下部病変の検出には 前外側交連部 (断面 3)、後内側交連部 (断面 2) を通る長軸断面や、腱索、乳頭筋レベルでの短軸断面 (断面 6) の検討により直接病変の程度を知りうる例も存在するが、的

確に病変を検出できるように断層面を設定することはかなり困難で、筆者らの経験では判読がかなり難しい。

一方、手術時に腱索、乳頭筋短縮を伴った弁下部病変の強い症例では、僧帽弁口が前方に偏位している症例がしばしば認められる。Fig. 4 にその 1 例を示すが、上段の比較的弁下部病変が軽度な



**Fig. 4. Anterior shift of the mitral orifice.**

In cases with subvalvular lesion, the mitral orifice is shifted anteriorly and its systolic posterior motion is restricted (lower echograms).

ORIFICE SHIFT vs SUBVALVULAR LESION				ORIFICE SHIFT vs OPERATIVE METHOD			
		ORIFICE SHIFT				ORIFICE SHIFT	
		NO	YES			NO	YES
SUBVALVULAR LESION	SLIGHT	18	4	OPERATIVE METHOD	O M C	23	6
	MODERATE	5	7		O M C + PM <sub>TOMY</sub>	1	5
	SEVERE	1	10		M V R	0	10

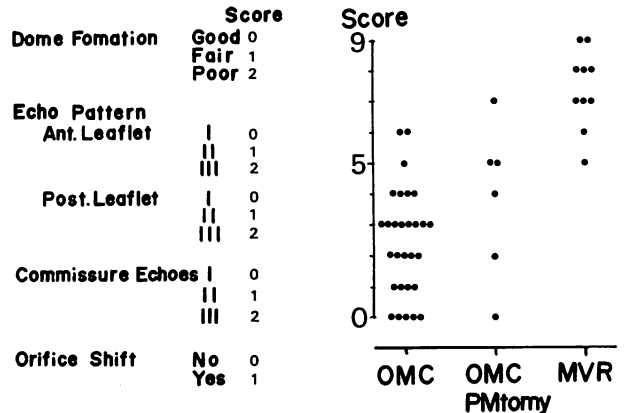
**Table 3. Relation of anterior shift of the mitral orifice to severity of subvalvular structural lesion and operative method**

OMC: open mitral commissurotomy, PM<sub>tomy</sub>: papillary musclectomy, MVR: mitral valve replacement.

例に対して、手術時に強い弁下部病変が認められた下段の例では、拡張期に弁口は前方に偏位し、収縮期にもほとんど動かない。このように、僧帽弁口が拡張期、収縮期ともに弁輪部の後 1/3 より前方にある例を弁口の前方位陽性例とし、弁下部病変および手術術式と対比した (Table 3)。その結果、疑陽性例もみられるが、弁口の前方位陽性例では弁下部病変の強い例が多く、また本所見陽性例 21 例中 10 例に弁置換術、5 例に交連切開術とともに乳頭筋切開術が施行された。このような弁口の前方位をきたす原因としては、弁下部病変のほか、前尖病変、とくに前尖の短縮や左室左房の高度の拡大による僧帽弁口的位置異常が考えられるが、僧帽弁狭窄では左室拡大はなく、また左房も僧帽弁口的位置に変化を及ぼすほど強くは拡大しない。したがって、比較的前尖性状が良好な例 (たとえばドーム形成の good, fair 例) で弁口の前方位がみられれば、弁下部の腱索乳頭筋の肥厚短縮などの病変が示唆されよう。

**4. 総合判断**

以上のように僧帽弁前尖の拡張期ドーム形成の良否、前尖、後尖、交連部の echo pattern の変化、僧帽弁口の前方位などを総合的に判断すると、弁病変の程度や部位がかなりの確に診断できると考えられる。Fig. 5 はこれらの所見を score 表示し、手術術式と比較したものである。人工弁置換例では total score が高く、5 点前後が交連切開術との境界であった。したがって超音波断層法を用いて、弁の形態、動態および echo pattern の変化を観察すれば、かなりの確に僧帽弁および



**Fig. 5. Relation of the score system of the cross-sectional echocardiographic findings to operative methods.**

Using this score system, it would be possible to predict subsequent operative method.

弁下部の病変を把握できるものと考えられる。しかしそのためには、左室長軸、短軸の二断面層のみの検討では不十分であり、本研究で試みたように、種々の断面層を用いて検索することが重要で、しかもこれらの断面層を連続的に記録すれば、より詳細な弁病変の検討が可能になるものと考えられた。

**要 約**

東芝社製 Sonolayergraph SSL51H を用い、弁口面積 2.0 cm<sup>2</sup> 以下の僧帽弁狭窄 45 例につき、術前の僧帽弁超音波断層像と開心術時の弁性状とを比較検討した。超音波断層像は左室長軸方向では、僧帽弁中央部を通る断面、後内側交連部を通る断



面、前外側交連部を通る断面、短軸方向では僧帽弁弁腹レベル、弁口レベル、腱索乳頭筋レベルの計6種の断層像を検討した。僧帽弁エコーの厚さより判定した echo pattern の変化と、手術時の前尖、後尖、後内側交連部の弁性状とはよく一致したが、前外側交連部では病変を検出しえなかった例があった。また弁中央部を通る断面でみられた前尖ドーム形成の良否は、Sellors の分類による弁性状をよく反映し、弁下部病変の強い例では、僧帽弁口の前方偏位と収縮期後方運動の低下が認められた。僧帽弁および弁下部を種々の断層面を用いて詳細に観察し、それぞれの所見を総合的に判断すれば、術前の僧帽弁病変の程度や部位の的確な診断と術式予想が可能であった。

#### 文 献

- 1) 戸嶋裕徳, 大島文雄, 陣内重三, 荒川大郎: リウマチ性心臓病の自然歴と内科的管理上の問題点. 臨床と研究 **53**: 2351, 1976
- 2) Joyner CR, Reid JM, Bond JP: Reflected ultrasound in the assessment of mitral valve disease. *Circulation* **27**: 503, 1963
- 3) Edler I: Ultrasoundcardiography in mitral valve stenosis. *Amer J Cardiol* **19**: 18, 1967
- 4) Gustafson A: Correlation between ultrasoundcardiography, hemodynamics and surgical findings in mitral stenosis. *Amer J Cardiol* **19**: 32, 1967
- 5) 木村 登, 戸嶋裕徳, 古賀義則, 古城正人, 吉岡春紀, 陣内重三: M-mode scan 法による僧帽弁病変の検討—摘出弁との比較検討—. 日超医講演論文集 **27**: 215, 1975
- 6) 西村欣也: 僧帽弁狭窄症の僧帽弁装置について—高速度超音波心臓断層法による観察—. 超音波医学 **3**: 82, 1976
- 7) Sellors TH, Bedford DE, Somerville W: Valvotomy in the treatment of mitral stenosis. *Brit Med J* **14**: 1059, 1953
- 8) 田中元直, 寺沢良夫: 形態計測法としての心断層図の意義. 日本臨床 **32**: 285, 1974

1) 戸嶋裕徳, 大島文雄, 陣内重三, 荒川大郎: リウマ