

高速度超音波心臓断層法：  
腱索・乳頭筋について

High-speed ultrasono-  
cardiotomography：  
Echocardiographic ma-  
nifestations of papillary  
muscles and chordae  
tendineae

西村 欣也  
榊原 利典  
日比 範夫  
加藤 忠之  
福井 洋一  
荒川 武実  
立松 宏  
三輪 新  
多田 久夫  
神戸 忠  
久永 光造\*

Kinya NISHIMURA  
Toshinori SAKAKIBARA  
Norio HIBI  
Tadayuki KATO  
Yoichi FUKUI  
Takemi ARAKAWA  
Hiroshi TATEMATSU  
Arata MIWA  
Hisao TADA  
Tadashi KAMBE  
Hitsuzo HISANAGA\*

**Summary**

In order to study an interrelationship of mitral subvalvular structures, B-mode echocardiography was performed in 13 patients with ventricular septal defect (VSD) and 15 cases with mitral stenosis (MS). Mitral subvalvular structures were detected by the following method: the cross-sectional plane was at first set along a long axis of the left ventricle and then was moved rightward without changing the initial scanning direction. When the chordal echo was recognized, the cross-section was rotated toward the sagittal plane to detect posterior papillary muscle (PPM). Conversely, anterior papillary muscle (AMP) was detected by moving the cross-section leftward and rotating it counterclockwise. Anterior and posterior papillary muscles were simultaneously detected only in one with VSD and 3

名古屋大学医学部 第三内科  
名古屋市昭和区鶴舞町 65 (〒 466)  
\*三菱名古屋病院 内科  
名古屋市熱田区外土居町 48 (〒 456)

The Third Department of Internal Medicine, Na-  
goya University, School of Medicine, Tsurumaicho  
65, Showa-ku, Nagoya, 466  
\*Department of Internal Medicine, Mitsubishi Na-  
goya Hospital, Sotodoi-cho 48, Atsuta-ku, Nagoya,  
456

Presented at the 13th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, September 25-26, 1976

Received for publication October 18, 1976

cases with MS (in the present study, the posterior papillary muscle was detected in all cases, but the anterior muscle only in one with VSD and 3 with MS). In 3 cases with VSD, when the anterior mitral leaflet (AML) opened to the maximum anteriorly, the chordae tendineae to the AML appeared to be inserting into the surface facing to the left atrium in systole, but in 10 patients the chordae tendineae were inserted into the tip of the AML. In systole, a space between chordae tendineae to the AML and the PML was recognized. The number of the PPM was one in 6 patients and 2 in 6 another patients, but not ascertainable in the remainder one.

Mitral stenosis showed 3 different patterns of subvalvular structures; (A) a column-like complex echo, which connected the confluent point between the AML and the PML with the left ventricular wall (in 4 cases with the PPM), (B) discrete chordae tendineae to the AML and the PML, which made a broad space between them in diastole (in 3 cases with the PPM and 2 with the APM), (C) intermediate pattern between (A) and (B), which showed discrete chordae tendineae and a narrow space between them (in 8 cases with the PPM and one with the APM). In B and C types, a mitral orifice was usually discernible. The subvalvular structures including the APM were detected in 3 cases and showed different pattern from those including the PPM in 2 cases. Although one case showed the similar pattern, anterior and posterior commissures were considerably different from each other.

#### Key words

VSD    Mitral stenosis    Column-like complex    Discrete chordae tendineae    Commissures

### はじめに

心エコー図による診断法は、心疾患の有力な非観血的診断手法となり、心機能や心動態の解析にも応用され、その有益さは益々増大している。しかし、心臓の各組織の検出率は生体側の条件によって異なっている。腱索や乳頭筋はUCG法でかなり検出されるが、本法の方法上、それらを総合的に観察することが容易でないため、まとまった研究は少ない。腱索や乳頭筋は心臓血管造影法でも十分な描写が容易でないため、解明されない点が多々あると思われる。今回、高速度超音波心臓断層法を応用し、これらの組織がどのように観察されるかを調べた。

### 方 法

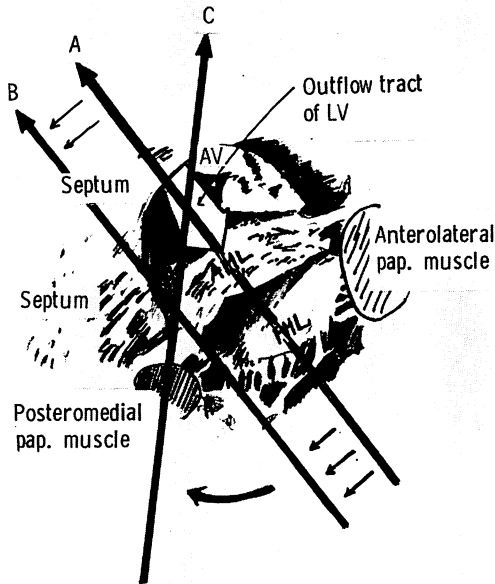
東芝製 SSL-51 H 型 Sonolayergraph<sup>1-4)</sup> を使用し、8mm フィルムに記録した症例から、乳頭筋・腱索が鮮明に記録されているものを選んだ。前・後の乳頭筋の区別に関しては、杉<sup>5)</sup>は方位断層法を用いて、分離・検出している。我々の経験ではこれらの区別には相当な困難さがあり、不明

確さも残されていると思われるが、今回、つぎのごとくにして検出した乳頭筋に関しては前・後の乳頭筋が区別されたものと考えた。この検出法で分離できない乳頭筋は従来から考えられているように、後乳頭筋に含めた。

Fig. 1 は後乳頭筋の検出法を示している。左室長軸面 A をまず最初に検査する。このときには弁尖の中央部を走査しており、弁尖のエコーは検出されるが、腱索とか乳頭筋は検出されない。ついで断面を B の方向に移動させると、弁尖エコーとともに腱索エコーが、あるいはまた、乳頭筋が出現する。この走査面を時計方向回転し、C の方向に調節すると、弁尖、腱索、後乳頭筋が検出される。逆に、左室長軸断面から左方に移動し、走査面を反時計方向に回転すれば、前乳頭筋が検出される。便宜上、前乳頭筋あるいはその腱索を前乳頭筋群、後乳頭筋あるいはその腱索を後乳頭筋群と称する。

### 対 象

対象は心室中隔欠損症 (VSD) と僧帽弁狭窄症 (MS) の 2 群とした。VSD 13 名 (男 9 例, 女 4 例)。年齢 8 ヶ月 ~ 29 歳。2 例を除いて、すべて小学生



**Fig. 1. Detection of papillary muscle and its chordae tendineae.**

A scanning plane is at first set along a long axis of the left ventricle (arrow A). At the time, no echo from papillary muscle and its chordae tendineae is usually recognized. Then, the plane is moved rightward without changing the initial scanning direction (arrow B). Some echoes from chordae tendineae are recorded together with those of leaflets. Thereafter, when the plane is rotated toward the sagittal (arrow C) and is tilted somewhat medially, posterior papillary muscle and its chordae are detected. Conversely, when the scanning plane is moved leftward and is rotated counterclockwise toward the horizontal, anterior papillary muscle and its chordae tendineae are detected. AML: anterior mitral leaflet, PML: posterior mitral leaflet.

以下であった。MS 15名(男7例, 女8例)。年齢 32~59歳。15名のうち, 5名に軽度な僧帽弁閉鎖不全が, 3名に大動脈弁疾患が合併していた (Table 1)。

### 結 果

上述の検出法によって, 前・後乳頭筋が分離されると考えられた症例は VSD 1名, MS 3名であった。

VSD における腱索・乳頭筋について断層図により説明する。Fig. 2 は VSD 5歳男性から得た連続した断層図である。Frame 2 から 7 が拡張期であり, frame 8 から 12 までが収縮期である。拡張期には前尖が開放し前方に移動するが, frame 2, 3 では前尖の先端部は腱索より前方に存在している。腱索はあたかも前尖の左房面に付着するかのとき印象を与える。急速充満期が過ぎ, 前尖が半閉鎖位置にあるときには (frame 4), 前尖とその腱索はほぼ一直線状になっている。再び, 前尖先端部は腱索より前方に移動した (frame 5) 後, 閉鎖位置に戻る (frame 6, 7) が, このときには frame 6 に見るごとく前尖先端部は腱索より後方に存在している。収縮期には, 前尖・後尖に付着する腱索はほぼ平行に位置している。それらの間には間隙が認められる。収縮期が経過するに従い, この間隙は狭小化するが消失することはない, 全収縮期にわたって認められている (frame 8~12)。また, 弁は左房内に反転することはない。本症例では, 乳頭筋の数は 1 つであり, 前・後尖の腱索が同一の乳頭筋に付着している。

この症例のごとく, 拡張早期に前尖先端が腱索より前方に張り出す症例のほかに, 前尖先端部が拡張早期に腱索より前方に出ない症例も存在する。Fig. 3 はそのような症例である (症例 2)。Frame 3 では腱索はほぼ前尖の先端部につながっている。

VSD 13名中, 3名に前者の所見を, 10名に後者の所見を認めた。

乳頭筋の数に関しては症例 1 では 1 つと思われるが, 2 つ存在すると考えられる症例も存在する。Fig. 4 では frame 3, 4 から乳頭筋は少なくとも 2 つは存在すると思われ, 症例 1 とは明らかに異なっている。腱索間隙が左室壁のレベルの近くまで達している症例を乳頭筋が 2 つ以上あると考えると, VSD 13名中, 後乳頭筋に関しては, 1 つのもの 6 例, 2 つ以上のもの 6 例, 確認できないもの 1 例であった。

### 僧帽弁狭窄症の腱索・乳頭筋について

MS 症例の腱索については拡張期の所見により,

**Table 1. B-mode echocardiographic patterns of subvalvular structures in 15 patients with mitral stenosis.**

	NO	CASE	AGE	SEX	DIAG	OPE	COMPLEX	INTERM	DISCRETE	ORIFICE
PPM	1)	M.A.	35	M	MS		+			-
	2)	S.F.	51	M	MS		+			-
	3)	M.A.	32	M	MS	+	+			-
	4)	R.O.	32	F	MSI		+			-
	5)	M.M.	41	M	MS			+		+
	6)	H.I.	34	F	MS			+		+
	7)	T.S.	33	F	MSI			+		-
	8)	T.T.	48	F	MS			+		+
	9)	M.I.	40	M	MS ASI			+		+
	10)	M.A.	33	M	MS ASI				+	±
	11)	S.M.	32	F	MS				+	+
	12)	T.T.	58	M	MSI			+		+
	13)	A.K.	59	F	MSI AI			+		±
	14)	M.Y.	41	F	MSI	++			+	+
	15)	S.O.	44	F	MS			+		±
APM	2)	S.F.	51	M	MS				+	+
	10)	M.A.	33	M	MS ASI				+	+
	11)	S.M.	32	F	MS			+		-

M: male, F: female, OPE: commissurotomy, +: underwent once, ++: twice before the echocardiographic examination, MSI: dominant mitral stenosis associated with mitral incompetence.

Complex: a column-like complex echo defined in Fig. 5. Discrete: discrete chordae tendineae defined in Fig. 6. Interm: intermediate pattern between Complex and Discrete; the chordae tendineae into the AML and the PML are separated but the space between them is narrower than that in Discrete. Orifice: mitral orifice between AML and PML over the subvalvular structures. (-): no mitral orifice is recognized, (+): mitral orifice was demonstrated, (±): whether mitral orifice is present or not is not ascertainable by B-mode echocardiographic findings.

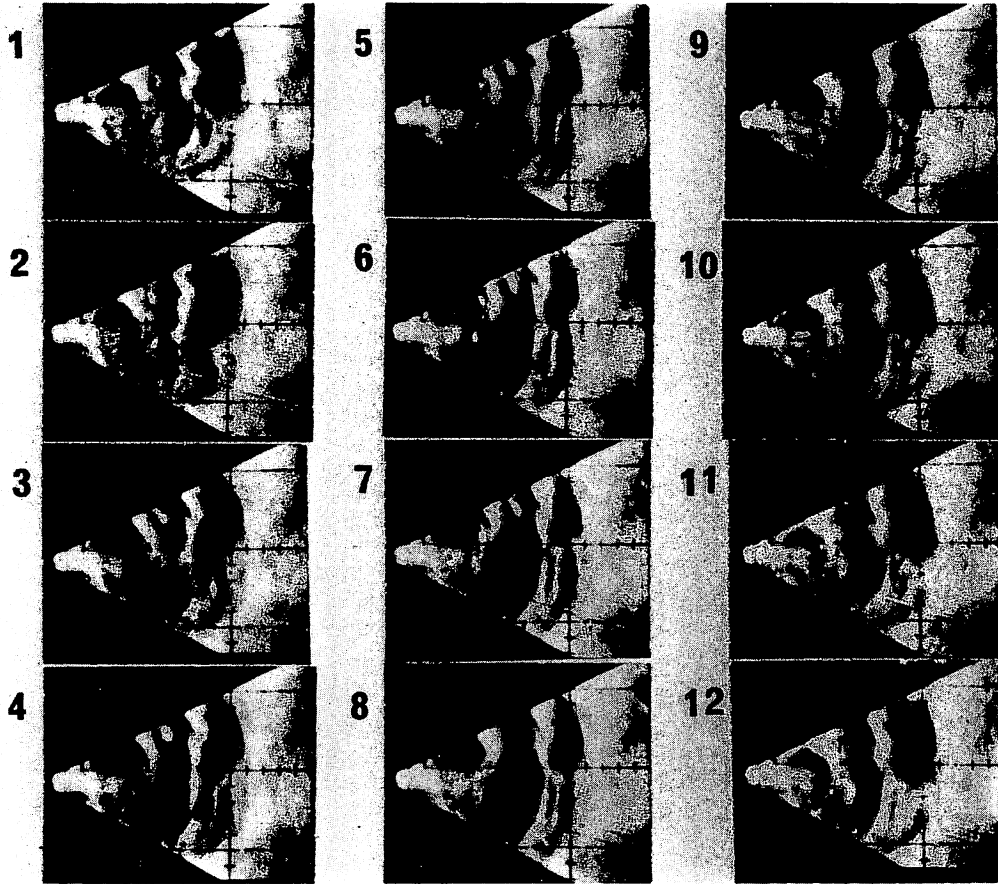
3型が認められた。(A) 柱状型, 柱状エコーを示すもの。(B) 分離型, 両弁尖に付着する腱索が分離され, それらの間隙が広いもの。(C) 中間型, 両者の中間で, 両弁に付着する腱索が分離されるが, それらの間隙の狭いもの。以下に柱状型, 分離型の症例を呈示する。Fig. 5 は 51 歳男性の後乳頭筋群である。拡張期の断層図でみると前尖と後尖の間に弁口は認められず, 両弁尖は癒合している。この癒合した部分と左室後壁を結ぶ柱状エコーが存在している。収縮期像からみると, これは少なくとも 2 つの腱索からなっていると思われる。この柱状エコーではつぎに述べる分離型と異なっており, 拡張期の両腱索の間隙を全く認めないか, または間隙であるかどうか確定できない程度のエ

コーの弱い線状部分を認めるのみである。収縮期には柱状エコーの上部は後方に傾き, 全体として柱状エコーが斜めになっている。

Fig. 6 は 32 歳の女性から得た後乳頭筋群で分離型の例を示す。拡張期の後尖ははっきりしないが, 後尖に付着すると考えられる腱索と前尖に付着する腱索はほぼ平行になっており, 両腱索間の間隙も広い。しかし, この間隙は本症例では収縮期には同定できない。腱索は収縮期に上端が後方に斜めに傾いている。

中間型は呈示しないが先に述べた柱状型, 分離型の中間である。

MS 症例がこの 3 型にどのように分けられるかをみたものが Table 1 に示してある。後乳頭筋



**Fig. 2.** A series of 8-mm frames obtained from a 5-year-old boy with ventricular septal defect.

In the second or third frame, the AML is opened to the maximum anteriorly together with its chorda tendinea, which seems as if it were inserted into the surface of the AML facing toward the left atrium. Frame 4 shows the AML in a semi-open position, arranged linearly with its chorda. In frame 5, the AML is reopened and its tip is anterior to the chorda. Frame 6 shows that the tip of the AML is posterior to the chorda. In systolic phase, the chordae to the AML and the PML are in parallel with each other and make an echo-free space between them, which does not disappear during the whole systole. The upper part of the space is wider than the lower. Two chordae spring from a summit of the papillary muscle.

は15症例にみられ、そのうち、柱状型4例、分離型3例、中間型8例であった。前乳頭筋群は3例にのみ検出が可能であり、柱状型は認めなかった。

柱状型では、弁口がその断面で認められず、分離型および中間型では両腱索の上端の弁尖間に、弁口を認めるものが多かった。

MS症例の前・後乳頭筋群は必ずしも一致した所見を示さず、むしろ、それらの所見は異なっていると考えたほうがよいと思われた。

**Fig. 7** は51歳男性で前記、柱状型を示した症例である。断面Aは後乳頭筋群で柱状型、断面Cは前乳頭筋群で分離型を示した。断面Bは左室長

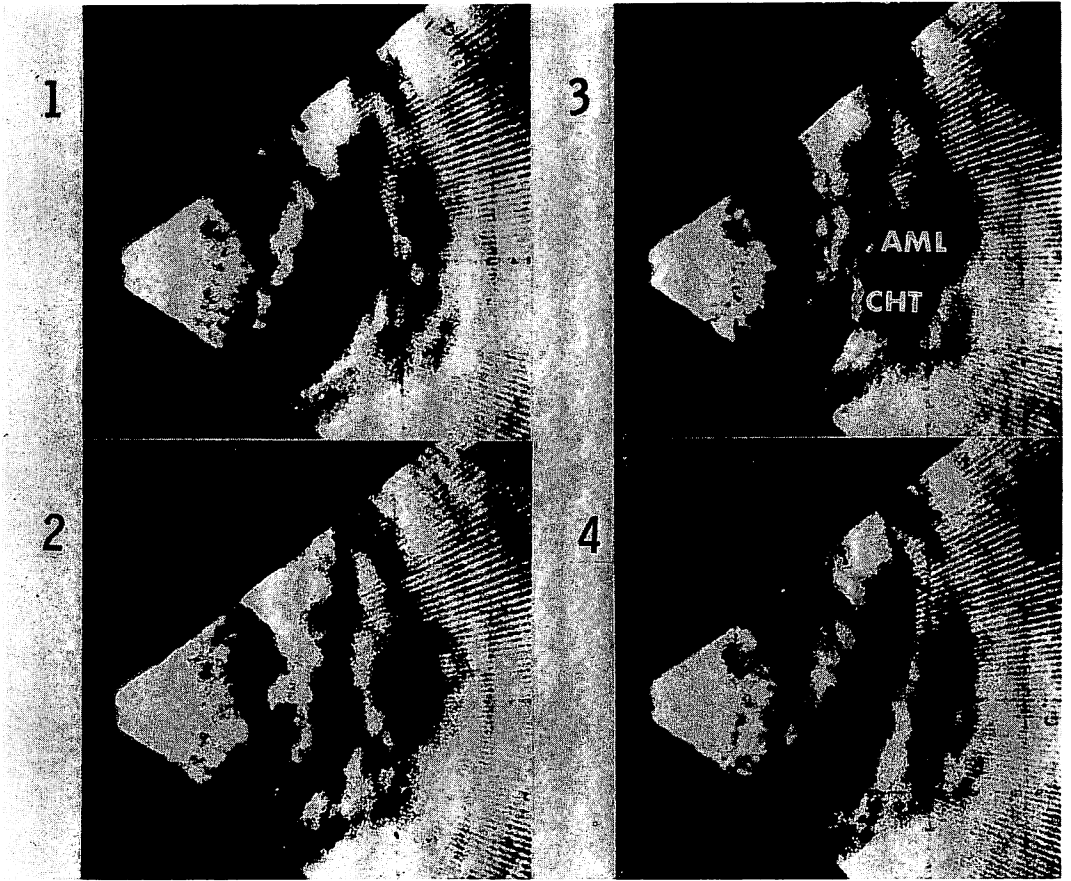


Fig. 3. B-mode echocardiographic frames obtained from a 9-year-old boy with ventricular septal defect.

Frame 3 shows a different interrelationships between the tip of the AML and its chorda tendinea from that in Fig. 2. It seems that the chorda tendinea inserts into the tip of the AML, not into the portion apart from the free edge. AML: anterior mitral leaflet, CHT: chorda tendinea. Frames 1 and 2 are in systole, and frames 3 and 4 in diastole.

軸断面である。

Fig. 8 は33歳男性からのもので、断面Aは後乳頭筋群、断面Bは左室長軸面、断面Cは前乳頭筋群である。前・後乳頭筋群はともに分離型を示しているが、両腱索間の弁口の状態は明らかに異なっている。左室長軸面Bでは前尖には奇妙な形をしたエコーが認められており、石灰化であると思われる。弁口は非常に狭いが開口している。断面Aでは前尖の病変は強く、遠位の半分には達してお

り、石灰化も疑われる。前・後尖の間に線状のエコーの弱い部分を認めるが、実際に間隙が存在するかどうか不明である。断面Cでは弁尖の病変も軽く、弁口もBと比べ広い。

症例によっては非常に強く超音波を反射する腱索がある。Fig. 9 は41歳の女性から得た分離型を示すが、弁尖、心室中隔と比べ、腱索エコーはかなり強い。

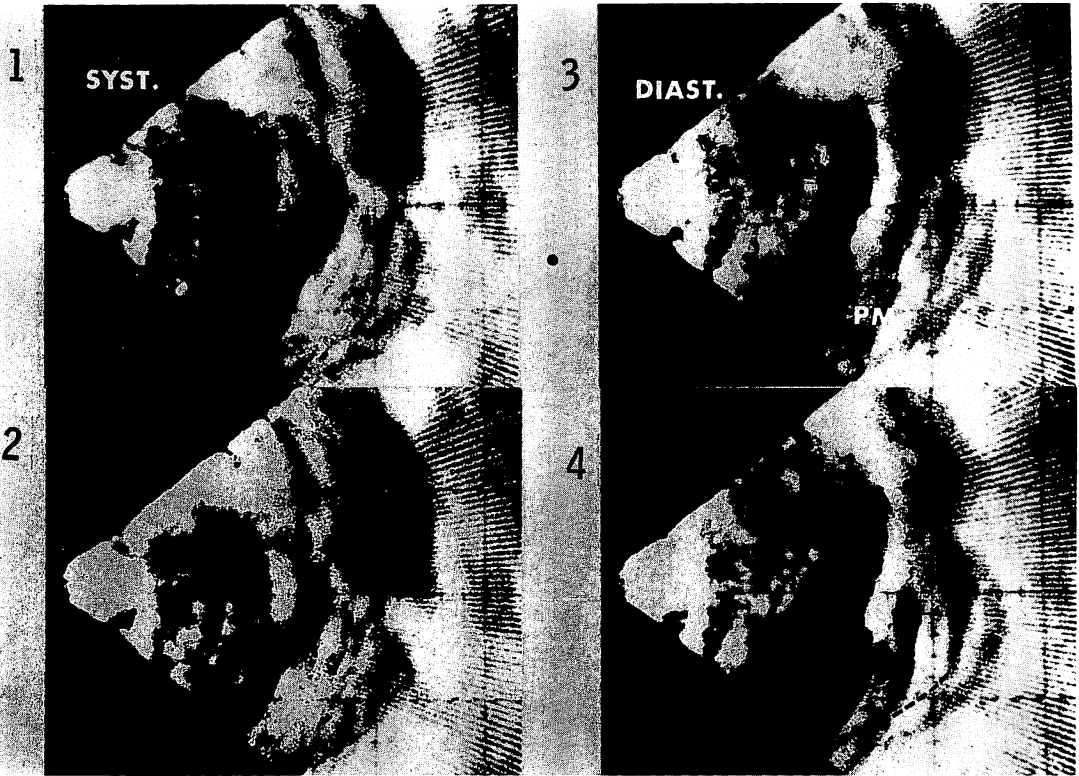


Fig. 4. B-mode echocardiographic frames obtained from a 7-year-old girl.

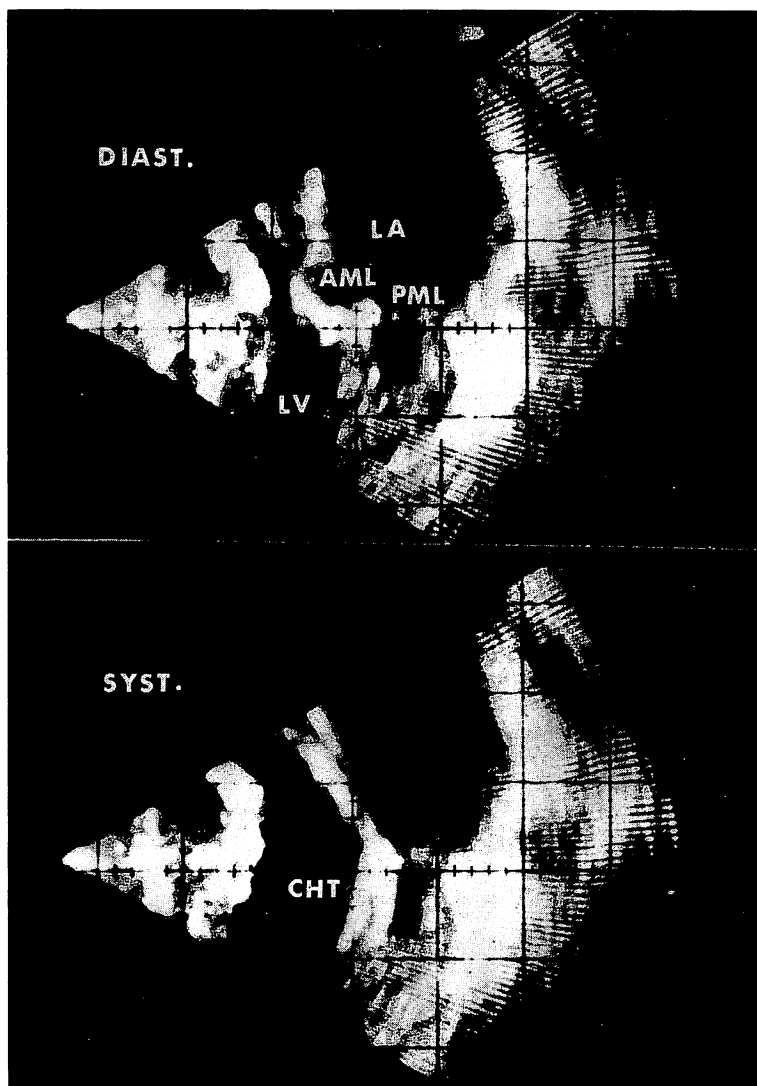
Diastolic frames 3 and 4 demonstrate two posterior papillary muscles. The space between both chordae extends to the assumed, dotted line on the endocardium of left ventricular posterior wall. Thus, it is possible that the posterior papillary muscle is composed of two papillary muscles or more. PM: papillary muscles.

#### 考 察

杉<sup>5)</sup>は方位断層を行うことによって、前・後の乳頭筋を分離・検出することに成功している。解剖学<sup>6)</sup>ならびに左室造影法<sup>7)</sup>によって、前乳頭筋は後乳頭筋の前左方に位置することがすでに明らかにされている。このため、今回、我々が使用した方法、すなわち、腱索の free な弁尖エコーを記録した後、断面を左、右に移動し、乳頭筋を記録すれば、両者の区別が理論上、可能である。しかし、実際には分離できる症例は少なく相当に困難であった。これは前乳頭筋群が検出し難いことによるものと考えられる。さらに、① 心拍動のた

め、必ずしも理論どおりにならない可能性があること、② 記録された乳頭筋の像から、前・後の区別が難しいなどの問題があり、今回は、前・後の区別ができない症例は後乳頭筋として考えたが、安易に後乳頭筋としてよいものかどうか問題を残している。

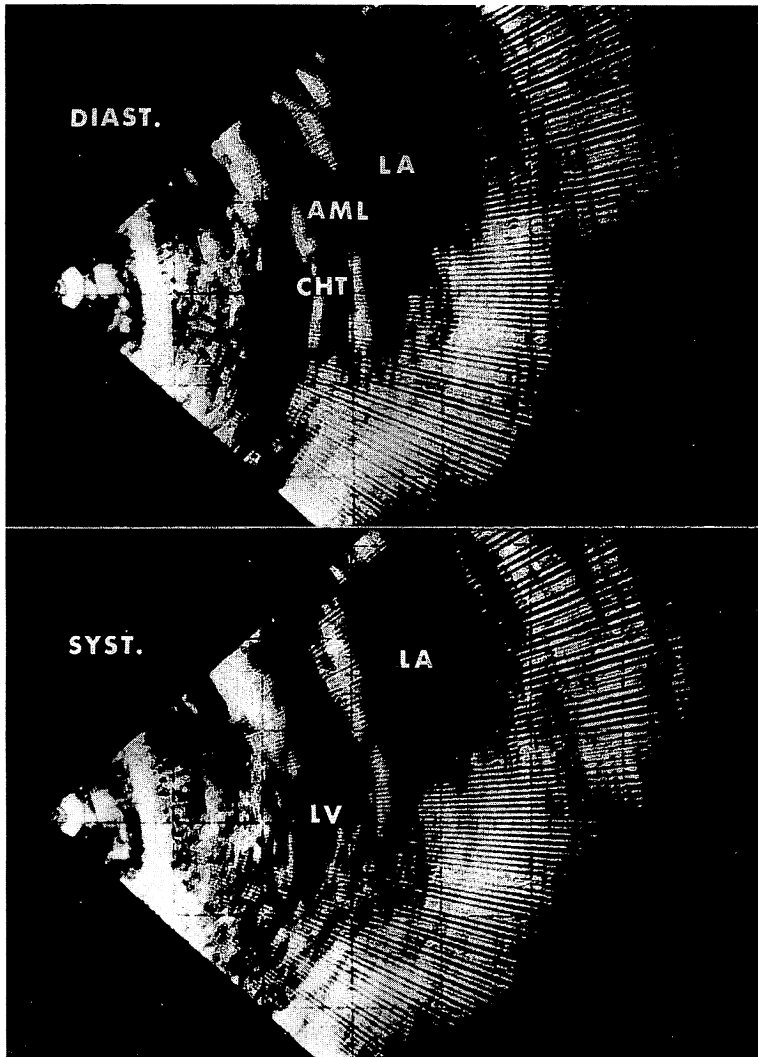
前尖とその腱索との関係については、① 症例1のごとき、拡張期に前尖先端が腱索より前方に移動するものと、② 移動しないものがあったが、これらはすでに UCG<sup>8)</sup> で明らかにされていたものである。南ら<sup>9)</sup>は弁尖と腱索の関係について1つの実験報告をしており、症例1のごとき関係を理解するうえで非常に興味がある。症例1の腱索



**Fig. 5. B-mode echocardiograms obtained from a 51-year-old man with mitral stenosis, showing a typical, column-like complex echo due to the posterior subvalvular structures.**

The main part of the complex may be formed by fused chordae tendineae inserting into the AML and the PML, and the lower is derived from posterior papillary muscle. A mitral orifice between both leaflets is not recognized. In systolic B-mode echocardiogram, an echo-free line in the column-like complex may indicate a space between chordae tendineae, but it is not ascertained by echographic method, because the line does not become wider in diastole than that in systole, which is different from the following case in Fig. 6. The AML is protruded into the outflow tract of the left ventricle, and the PML and the column make a right angle to each other in diastole. AML: anterior mitral leaflet, PML: posterior mitral leaflet, LV: left ventricle, LA: left atrium, CHT: chordae tendineae.





**Fig. 6. B-mode echocardiograms obtained from a 32-year-old woman with mitral stenosis.**

These show the posterior subvalvular structures. Chordae tendineae inserting into the AML and the PML are separated by a broad, echo-free space in diastole. This pattern of chordae tendineae is called discrete type for convenience. AML: anterior mitral leaflet, LA: left atrium, LV: left ventricle, CHT: chordae tendineae.

は前尖先端部より幾分離れた位置に付着しており、2次腱索<sup>6,9-11)</sup>の可能性があり、腱索が付着しない前尖中央部が、拡張期にこの腱索より前方に張り出したとき、超音波ビームが幅をもつため、このように記録された可能性がある。症例2では前

尖が腱索より前方に、実際に張り出していないか、または、弁尖が腱索のため、前方に張りだせない状態を示すものと思われる。収縮期の腱索は①、② いずれでも弁尖の先端より幾分離れた場所に付着しており、1次腱索<sup>6,9-11)</sup>がどのように観察

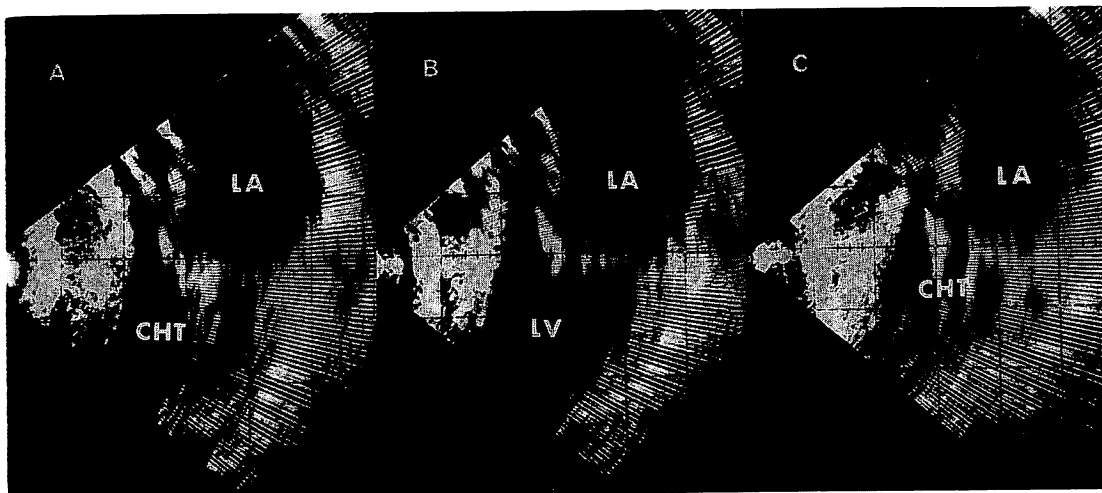


Fig. 7. B-mode echocardiograms obtained from the same patients as shown in Fig. 5.

The mitral change is not always equally severe at both commissures. This 51-year-old man shows different patterns with the subvalvular structures. The cross-section A through the posterior papillary muscle shows a column-like complex without mitral orifice and the cross-section C through the anterior papillary muscle demonstrates discrete chordae tendineae with the mitral orifice. In diastole, the posterior mitral leaflet is approximately at a right angle to the posterior wall of the left ventricle and to the chordae tendineae. The cross-section B shows one through a long axis of the left ventricle. LA: left atrium, LV: left ventricle, CHT: chordae tendineae.

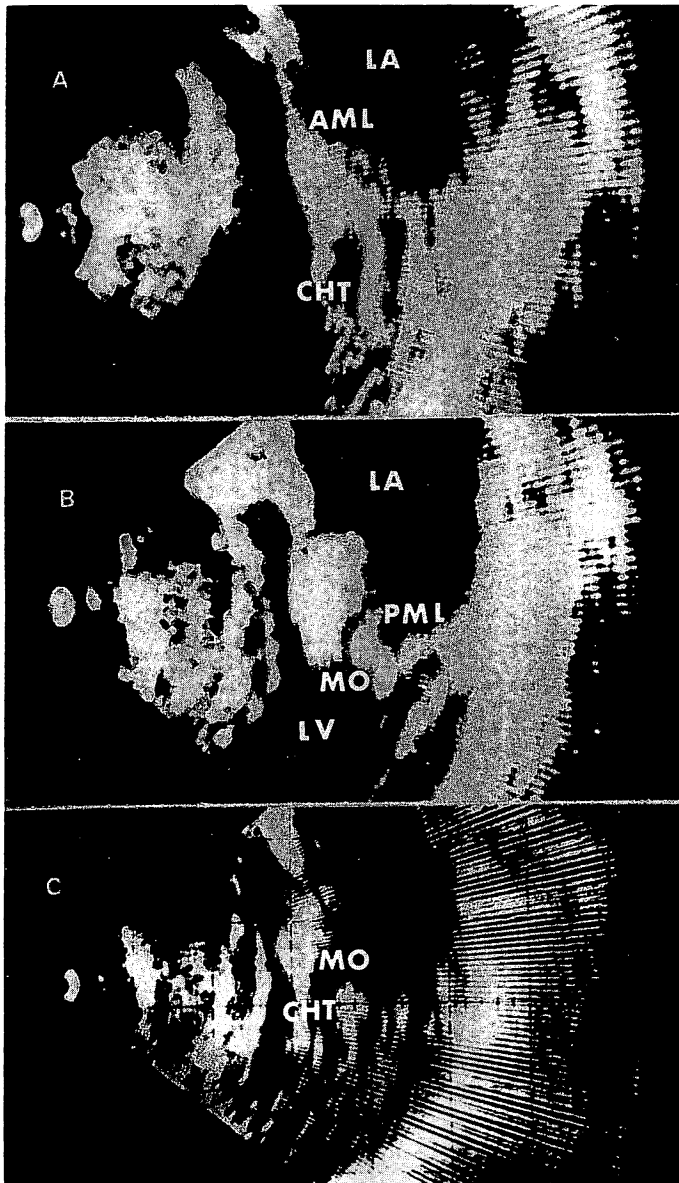
されるか不明であるので、まだ断定はできないが2次腱索の可能性が高い。Fig. 2 からすると、この腱索は収縮期に弁尖が左房内に突出するのを防ぐ上で重要な役割をしているものと思われる。事実、2次腱索の切断は弁尖の左房内膨隆を強めるという報告<sup>10)</sup>がされている。

乳頭筋の数について Rusted ら<sup>12)</sup>は前乳頭筋の3/4はsingleであり、後乳頭筋の2/3がmultipleであると述べており、断層法で乳頭筋の数がわかるかどうか興味のあるところである。両弁尖の腱索の間隙を追求することによって、double(あるいはmultiple)と判断した今回の研究では、後乳頭筋は1/2くらいがmultipleであり、幾分異なった数値を示した。このため、乳頭筋数の判断には、なお、慎重さを要するものと考えられる。

MS症例では弁病変がclosure line<sup>13)</sup>(line of contact)のvegetationから始まるため、rough zone<sup>14)</sup>やfree edgeの癒合、変形をおこし、また

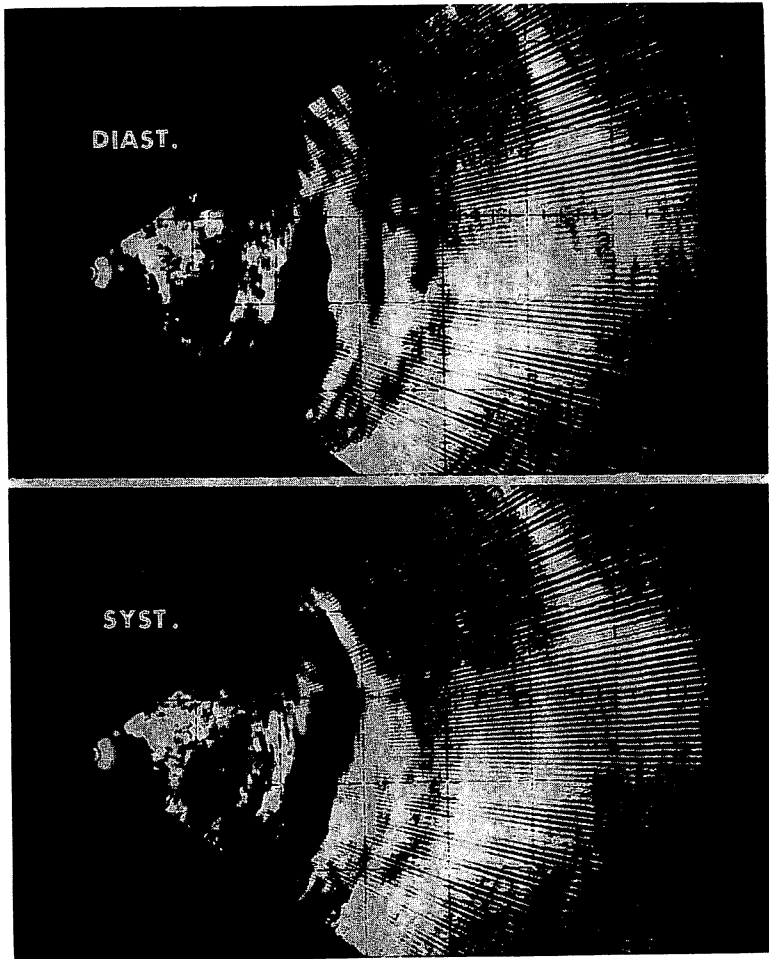
腱索との癒合が生ずる。このため、腱索が弁尖先端部から離れた位置に付着する所見は認められなく、棍棒状に変化すると考えられ、VSDと異なった様子を呈する。また、MSでは両弁尖が交連部で癒合するため<sup>9,13,15)</sup>、弁尖に付着する腱索はたがいに接近し、あるいは、腱索間の癒合を生ずる結果、両腱索は柱状エコーを示すようになると考えられる。また、逆に、柱状エコーを示す症例では、腱索の上部の弁口は消失し、交連部の癒合が推定される。

他方、分離型では、①両腱索が癒合していない、②腱索上部の弁尖の癒合が軽い、または生じていないなどのため、弁尖の先端部に運動性がかなり残されていることを示していると思われる。中間型は、その態度からすると大部分は分離型に分類することが可能であると思われる。これらの腱索の分類が、はたして病理学的な変化に一致するものであるかどうかは今後の検討をまたねばな



**Fig. 8. B-mode echocardiograms of subvalvular structures.**

The mitral change is not always equally severe at both commissures. This 33-year-old man showed discrete pattern of chordae tendineae at both commissures, but there were some differences between them. The cross-section A shows the posterior commissure. The mitral orifice is not ascertainable by echogram although there is an echo-free portion like a stria between the AML and the PML. A strong echo at the AML extends from the tip to middle portion. The PML also reflects a strong echo at the tip. The cross-section B through a long axis of the left ventricle shows a bizarrely shaped echo at the AML, which is very strong and may indicate calcification, and the PML with the strongly reflecting echo at the tip. The cross-section C shows the anterior commissure with mitral orifice which is wider than that in the cross-section B. Chordae tendineae are approximately at a right angle to the PML.



**Fig. 9. B-mode echocardiograms of subvalvular structures.**

This 41-year-old female shows the chordae tendineae with very strong echo. She underwent twice commissurotomy before the present echocardiographic examination.

らない。

僧帽弁疾患ではすでに、病理学的には前・後の交連部の病変の程度が異なることが明らかにされており<sup>15)</sup>、今回の断層法による研究でも同様な結果を示している。このため、超音波断層法によって、前・後交連部の病変の推定を非観血的に行うことができると思われるので、弁口を示すと考えられる transverse section<sup>16)</sup>に加えて、前・後乳頭筋を含む両断層面を検討することが、僧帽弁疾患の診断のためには必要であると考えられる。

#### 要 約

僧帽弁の弁下部を調べる目的で、心室中隔欠損症 13 名、僧帽弁狭窄症 15 名に高速度超音波心臓断層法を施行した。弁下部の検出はつぎのごとくにして行った。まず最初に、左室長軸断面の走査を行い、そのままの走査方向で、スキヤナを右側に移動させる。腱索エコーを認めたら、走査方向を矢状方向へ回転した後乳頭筋を検出する。前乳頭筋は断面を左方へ移動し、ついで反時計方向に回

転させることにより検出した。前・後の乳頭筋が分離された症例は VSD 1 名, MS 3 名であった。今回の研究では分離ができなかった症例は後乳頭筋と考えた。

VSD の 3 症例では僧帽弁前尖が前方に開放するとき、腱索が前尖の左房面に付着するかのように観察された。10 名では腱索は前尖先端に付着していた。収縮期には前尖に付着する腱索と後尖に付着する腱索間に間隙が存在していた。後乳頭筋の数は 1 つのもの 6 名, 2 つのもの 6 名で, 1 例は確定できなかった。

僧帽弁狭窄症の弁下部は 3 つの型を示した。

(A) 柱状型, 前・後尖の癒合部と左室壁とを結んでいる柱状のエコーで, 4 症例の後乳頭筋を含む断面で認めた。(B) 分離型, 拡張期に前・後尖の腱索が分離し, 広い間隙を認めるもので, 3 症例の後乳頭筋を含む断面と, 2 症例の前乳頭筋を含む断面で記録された。(C) 中間型, (A), (B) の中間で腱索は分離されるが間隙の狭いもので, 8 例の後乳頭筋を含む断面と, 1 例の前乳頭筋を含む断面で認められた。(B) と (C) では弁口が認められる症例が多かった。乳頭筋を含む前・後の弁下部は 3 例で分離されたが, 2 症例は前・後で異なった型を示した。また, 同一の型を示した 1 症例でも前・後の交連部の様子はかなり異なっていた。

本報告の一部分は, 日本超音波医学会第 29 回研究発表会 (1976 年 5 月, 東京) にて発表した。

#### 文 献

- 1) 竹村靖彦, 中川和雄, 佐藤 茂, 神宮雅晴, 西村欣也, 日比範夫, 多田久夫, 神戸 忠: 機械走査による高速度超音波心臓断層法. 超音波医学 1: 24, 1974
- 2) 西村欣也, 日比範夫, 神戸 忠, 坂本信夫, 竹村靖彦, 中川和雄, 佐藤 茂: 高速度超音波心臓断層法. 呼吸と循環 23: 923, 1975
- 3) 神戸 忠, 西村欣也, 日比範夫, 加藤忠之, 福井洋一, 荒川武実, 立松 廣, 三輪 新, 多田久夫, 坂本信夫: 高速度超音波心臓断層法の臨床的応用. 臨

牀と研究 52: 3190, 1975

- 4) Nishimura K, Hibi N, Kato T, Fukui Y, Arakawa T, Tatematsu H, Miwa A, Tada H, Kambe T, Nakagawa K, Takemura Y: Real time observation of cardiac movement and structures in congenital and acquired heart diseases employing high-speed ultrasonocardiography. Amer Heart J (in press)
- 5) 杉 春雄: 超音波反射法による僧帽弁膜症の研究. 抗研誌 23: 334, 1971
- 6) Silverman ME, Hurst JW: The mitral complex. Interaction of the anatomy, physiology, and pathology of the mitral annulus, mitral valve leaflets, chordae tendineae, and papillary muscles. Amer Heart J 76: 399, 1968
- 7) 正津 晃, 竹内成之, 石倉義弥, 福田豊紀, 井上正: 左室造影法. その解剖と診断的意義. 心臓 1: 679, 1969
- 8) 南 一明, 立道 清, 三木成仁, 楠原健嗣, 村田雄彦, 鯉江久昭, 増田喜一, 市村礼子, 高丸元代, 梶間清隆: 僧帽弁腱索エコーについての実験的研究. 超音波医学 2: 155, 1975
- 9) Brock RC: The surgical and pathological anatomy of the mitral valve. Brit Heart J 14: 489, 1952
- 10) Frater RM, Ellis FH: The anatomy of the canine mitral valve. J Surg Res 1: 171, 1961
- 11) Lam JHC, Ranganathan N, Wigle ED, Silver MD: Morphology of the human mitral valve. I. Chordae tendineae: A new classification. Circulation 40: 449, 1970
- 12) Rusted IE, Scheifley CH, Edwards JE, Kirklin JW: Guides to the commissures in operations upon the mitral valve. Proc Staff Meet Mayo Clin 26: 297, 1951
- 13) Netter F: The Heart. The Ciba collection of medical illustrations, vol 5. Ciba Pharmaceutical Company, New York, 1969, p 166-175.
- 14) Ranganathan N, Lam JHC, Wigle ED, Silver MD: Morphology of the human mitral valve. II. The valve leaflets. Circulation 41: 459, 1970
- 15) Rusted IE, Scheifley CH, Edwards JE: Studies of the mitral valve. II. Certain anatomic features of the mitral valve and associated structures in mitral stenosis. Circulation 14: 398, 1956
- 16) Henry W, Griffith JM, Michaelis LL, McIntosh CL, Morrow AG, Epstein SE: Measurement of mitral orifice area in patients with mitral valve disease by real-time, two-dimensional echocardiography. Circulation 51: 827, 1975