

僧帽弁腱索断裂と乳頭筋の
大きさとの関係：断層心エ
コー図による検討

Two-dimensional echo-
cardiographic observa-
tion of ruptured chordae
tendineae of the mitral
valve: Its localization
and uneven development
of papillary muscles

一色 高明
梅田 徹
町井 潔
古田 昭一

Takaaki ISSHIKI
Toru UMEDA
Kiyoshi MACHII
Shoichi FURUTA

Summary

Twenty-three cases with ruptured chordae tendineae (RCT) of the mitral valve and 9 normal control cases were studied by two-dimensional echocardiography. Mitral valve replacement (MVR) was performed in 13 of the 23 cases. The preoperative diagnosis of RCT was proven accurately at operation in all except 2 cases with bacterial endocarditis.

Whether RCT occurred in the antero-lateral or in the postero-medial commissural side could be determined perfectly. RCT was observed in the postero-medial side more often than in the antero-lateral side, i.e., postero-medial side in 16 (9 operated) and antero-lateral side in 5 (2 operated). This tendency has also been noted in other Japanese reports regardless of the cause of RCT.

In the short axis view at the level of the papillary muscles, the area of the posterior papillary muscles was smaller than the area of the anterior papillary muscles in the RCT cases. It is speculated that the smaller size of the posterior papillary muscles has a certain relation with the more frequent RCT in the postero-medial commissural side.

Key words

Ruptured chordae tendineae of the mitral valve

Papillary muscles

Two-dimensional echocardiography

三井記念病院 循環器センター
東京都千代田区神田和泉町1 (〒100)

Center for Cardiovascular Disease, Mitsui Memorial
Hospital, Kanda-Izumi-cho 1, Chiyoda-ku, Tokyo
100

Presented at the 20th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Nagoya, March 29-30, 1980
Received for publication September 12, 1980

はじめに

僧帽弁腱索断裂の心エコー図所見については、すでに多くの報告があり¹⁻⁷⁾、最近では実時間断層心エコー図による断裂部位の診断も試みられている⁸⁻¹¹⁾。しかしながら、従来の報告の多くは前尖、後尖のどちらの腱索に由来するものであるかを観察したものであり、前後どちらの乳頭筋由来の腱索の断裂であるかという検討はほとんどなされていない。我々はこの点に注目し、断層心エコー図によって、前・後尖、前・後乳頭筋のいずれの腱索の断裂であるかの部位診断を試み、それらの断裂部位と、乳頭筋の大きさとの関連性を検討した。また、わが国の僧帽弁腱索断裂例の報告に、統計的考察を加えたので併せて報告する。

対象と方法

断層心エコー図にて僧帽弁腱索断裂と診断された23例と、対照として正常9例について比較検討した (Table 1)。23例中13例は、僧帽弁置換術が施行されており、残りの10例は手術は未施行であった。

原疾患が明らかなものは、手術施行13例中4例で、3例が細菌性心内膜炎、1例がリウマチ性弁膜症であった。手術未施行10例では肥大型心筋症1例のみで、その他の症例では原疾患を明らかにしえなかった。

断層心エコー図の記録は、東芝製SSH-11Aを用い、ビデオテープとポロライド写真に記録したのち、観察と計測を行った。

腱索断裂の部位診断には、第3ないし第4肋間胸骨左縁より、それぞれ僧帽弁正中部、前交連側、

後交連側を通る左室長軸3方向の断層面¹²⁾と、僧帽弁から腱索乳頭筋に至る左室短軸断層面を用いた。

僧帽弁腱索断裂は断層心エコー図の 1) 長軸像における、断裂した腱索の収縮期の左房への回転、2) 短軸像における左右あるいは斜め方向への速い動きをする点状エコー、のうちいずれか一方あるいは両方があるものとした。断裂部位の診断は断裂した腱索による直接所見のみではなく、間接所見としての弁の異常所見、すなわち、弁尖の接合異常や弁帆の左室内膨隆、弁尖の異常振動などが、前・後尖、あるいは前・後乳頭筋側(前・後交連側)のどちらにみられるかを観察して行った。

断裂した腱索が前・後乳頭筋のどちら由来であるかの別と、前・後各乳頭筋の大きさとの関係を考察する目的で、以下の計測を行った。乳頭筋レベルにおける左室短軸像を Fig. 1 の②の方向にてポロライド写真に記録¹³⁾し、収縮末期における乳頭筋断面積を計測し、後乳頭筋、前乳頭筋断面積比 (PPM/APM ratio) を算出した。乳頭筋断面積の計測にさいし、乳頭筋が左室壁に接する部分は、左室内腔の心内膜面を延長した仮想線で分割した。そのさい手術施行例、未施行例中、それぞれ1例ずつは記録不良のため除外した。

成績

僧帽弁置換術を施行した13例中11例では、断層心エコー図による腱索断裂の診断のみならず、前・後交連側に関する部位診断が非常に正確であることが手術時確認された。残りの2例では断裂腱索はみられなかったが、ともに腱索の延長と狭細化が認められ、断裂寸前にあるものと考えられた。この2例はいずれも細菌性心内膜炎の症例で、弁縁の肥厚や変形が認められたが、vegetation はみられなかった。腱索断裂のなかったこの2症例においても、これらの異常がどちらの交連側にあるかの診断は正しかった。

部位診断の結果を Fig. 2 に示す。手術施行例(左側)、手術未施行例(右側)を問わず、明らかに

Table 1. Materials

	Cases	Age	Sex
RCT operated	13	31—67	M: 8, F: 5
RCT not operated	10	12—82	M: 9, F: 1
Normal	9	23—30	M: 9, F: 0

RCT=ruptured chordae tendineae.

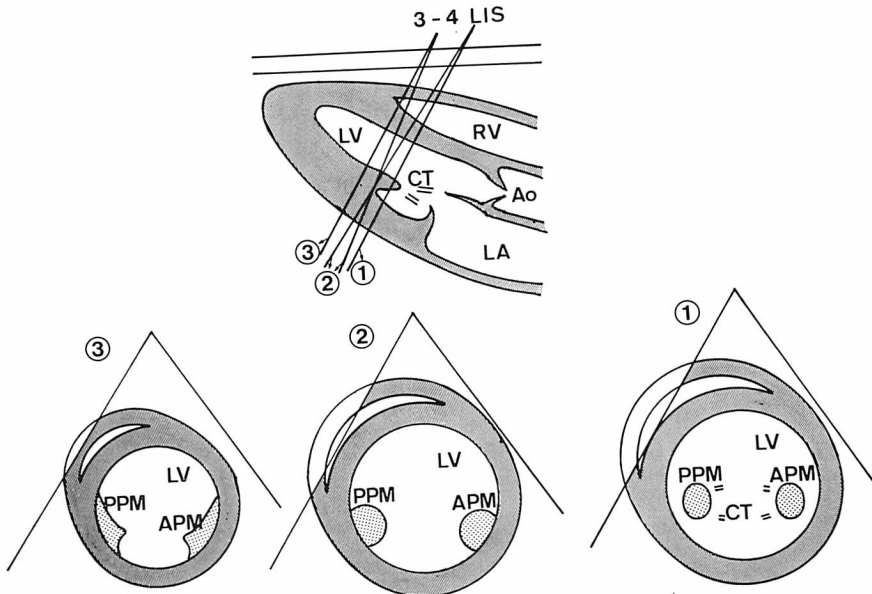


Fig. 1. Short axis views of the left ventricle at the level of the anterior and posterior papillary muscles.

1) The papillary muscles are apart from the left ventricular wall. 2) The papillary muscles are seen in contact with the left ventricular wall. 3) Roots of the papillary muscles are seen in this short axis view.

APM=anterior papillary muscle; PPM=posterior papillary muscle; CT=chordae tendineae; LV=left ventricle; RV=right ventricle; LA=left atrium; Ao=aorta.

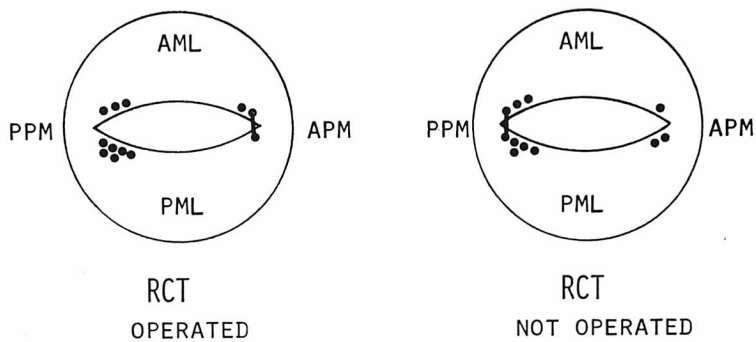


Fig. 2. The sites and the leaflets of ruptured chordae tendineae (RCT) of the mitral valve.

Closed circles represent the distribution of RCT. Connected two circles show two special cases with RCT in both leaflets.

AML=anterior mitral leaflet; PML=posterior mitral leaflet; APM=anterior papillary muscle; PPM=posterior papillary muscle.

後交連側に腱索断裂が多いことが示され, また後尖にやや多い傾向が認められた.

PPM/APM ratio をみると (Fig. 3), 手術施行例, 未施行例をとわず, 有意差 ($p < 0.01$) をもって腱索断裂群のほうが正常群よりも小さい値を示した.

図中 4 例の前乳頭筋腱索の断裂例を * 印で示したが, PPM/APM ratio 上は一定の傾向はみられなかった.

Figs. 4, 5 は 2 症例における長軸 3 方向と, 僧帽弁口および乳頭筋レベルにおける短軸像を示したものである. Fig. 4 の症例は後交連側の腱索断裂で前乳頭筋のほうが大きいものであり, Fig. 5 の症例は前交連側の断裂例で, やはり前乳頭筋のほうが大きい例である.

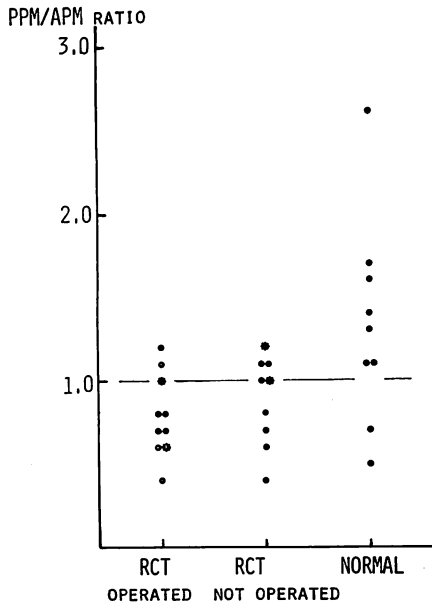


Fig. 3. The ratio of the areas of the posterior papillary muscle and anterior papillary muscle (PPM/APM ratio) in each group.

The ratio in the RCT cases is significantly smaller than that in the normal cases. * shows 4 cases with RCT of the anterior papillary muscles. No significant difference is observed in these 4 cases.

考 案

僧帽弁腱索断裂は, 従来, 原因不明の僧帽弁閉鎖不全症として扱われ, 多くの場合は手術あるいは剖検により診断が確認されていた. 心エコー図の発展に伴い, 術前診断が可能となり, 次第に手術例も増加している. また, 手術方法も種々の工夫がなされ, 現在では ① 腱索の再建または形成, ② 弁尖の plication, ③ 弁輪縫縮, ④ 弁置換, の 4 つ¹⁴⁾ が試みられている. 弁置換を除くと, その他の 3 術式ではいずれも, 正確な部位診断が大きな役割を果たすことは明白である. しかしながら, 従来の報告の多くは, 前尖, 後尖の弁別にとどまり, 前・後交連側を含めた部位診断の記載は, わずかに永田¹⁰⁾ や古川¹¹⁾ が報告しているのみであった. 今回の我々の検討においても, 術前診断と手術所見はほぼ完全に一致することが示され, 断層心エコー図によってなされた部位診断が, 高度の信頼性をもつことが確認された.

本法における診断限界は, 断裂腱索の本数や, 弁尖から乳頭筋に至る腱索のどの部位で断裂したかなどの細かい点においては, 必ずしも正確には評価しえないところであろう. また, 細菌性心内膜炎の 2 例においては, 断裂がみられなかったにもかかわらず, 断層心エコー図上はほとんど鑑別しえないような所見を呈したことから, とくに臨床的に細菌性心内膜炎を疑った場合の腱索断裂の診断は, 心エコー図を用いても, 誤まる可能性があることを考慮する必要があるものと思われる.

さて, 我々の症例では後交連側(後乳頭筋腱索)に断裂のみられた症例が非常に多いことが示されている. Table 2 は一般的な傾向をみる目的で, 我々の調べた範囲内でのわが国における腱索断裂例を, 前・後乳頭筋腱索の記載のあるもののみ選出したものである^{7-11, 14-23)}. 交連側のみ記載されている場合には, 同側の乳頭筋腱索の断裂として扱った. 報告者により若干のバラツキはあるが, 明らかに後乳頭筋側の腱索断裂が多く認められる. また, さらに原疾患の明らかな群と不明の

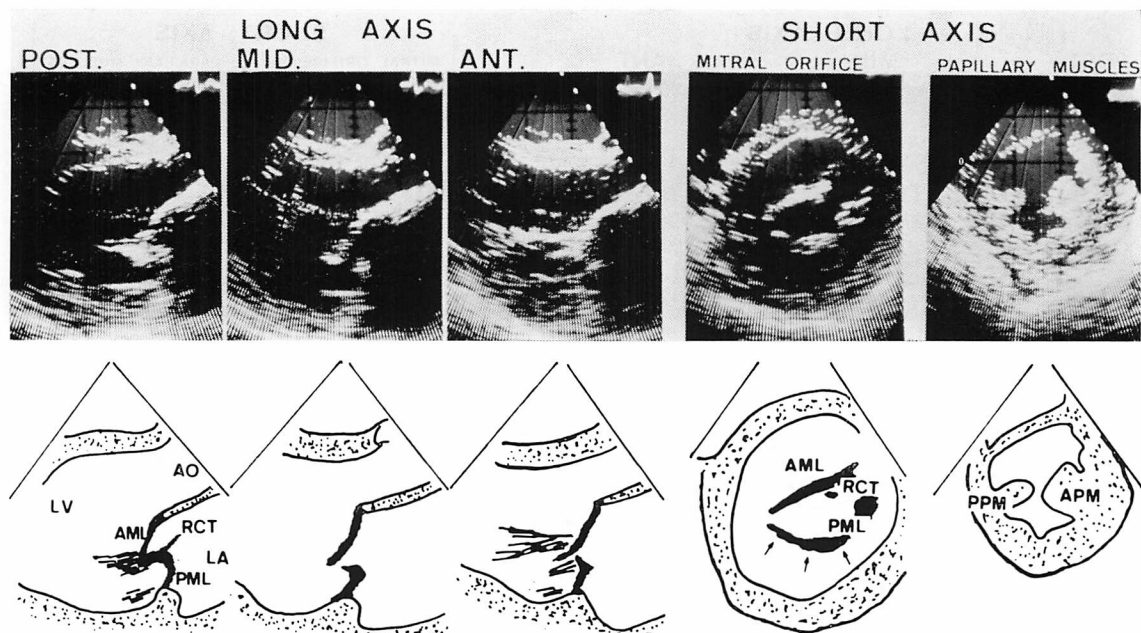


Fig. 4. Two-dimensional echocardiograms and schematic illustrations in a case with RCT of the posterior papillary muscle.

The posterior papillary muscle is smaller than the anterior papillary muscle. Marked prolapse of the posterior mitral leaflet is seen around the posterior commissure. Arrows show the area of abnormal fluttering of the posterior mitral leaflet.

Post.=posterior commissural side; Ant.=anterior commissural side; Mid.=middle of them; LV =left ventricle; LA=left atrium; Ao=aorta; AML=anterior mitral leaflet; PML=posterior mitral leaflet; APM=anterior papillary muscle; PPM=posterior papillary muscle; RCT=ruptured chordae tendineae.

群に分けて比較すると、Table 3 に示すごとく、やはり後乳頭筋側に多く認められた。この結果は腱索断裂は原因のいかんを問わず、後乳頭筋側に多く発生する、すなわち、後乳頭筋腱索のほうが切れやすい、という可能性を示唆しているものと思われる。

欧米の報告も²⁴⁻²⁷⁾、後交連側に多くみられるようであるが、いずれも記載されている報告が少ないうえに、症例数が少なかったり、疾患に偏りがみられ、正当な評価は難しいように思われる。

乳頭筋断面積では、後乳頭筋が前乳頭筋よりも小さい傾向がみられるが、このような乳頭筋発達のアンバランスと、腱索断裂が後乳頭筋側におこりやすいという事実とは、たがいに関連している

可能性があり、注目に値する。術前、後乳頭筋の腱索断裂と診断されて手術の施行された3例において、術中所見として発達の著明に悪い後乳頭筋が確認されており、この事実もまた前記推論を支持するものと思われる。しかしながら、逆に4例という少数ながらも、前乳頭筋腱索の断裂のみられた症例では、必ずしも前乳頭筋が小さいとは限らず、乳頭筋の大きさがすべての症例において、腱索断裂に関与しているとは考えにくい。

その他の因子としては、後乳頭筋はとかく右心系の影響をうけやすい心室中隔側にあることなど、乳頭筋の付着部の問題も考えられるが、推論の域をでない。

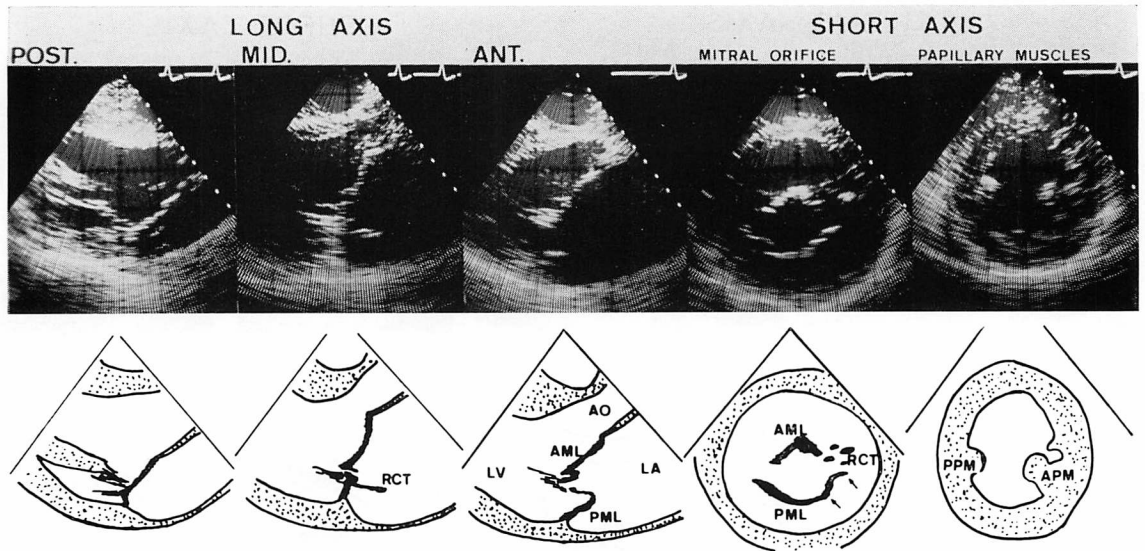


Fig. 5. Two-dimensional echocardiograms and schematic illustrations in a case with RCT of the anterior papillary muscle.

The posterior papillary muscle is smaller than the anterior papillary muscle. Marked prolapse of the posterior mitral leaflets is seen around the anterior commissure. Arrows show the area of abnormal fluttering of the posterior mitral leaflet. At least 4 RCT can be observed in the short axis view at the level of the mitral orifice.

Post.=posterior commissural side; Ant.=anterior commissural side; Mid.=middle of them; LV =left ventricle; LA=left atrium; Ao=aorta; AML=anterior mitral leaflet; PML=posterior mitral leaflet; APM=anterior papillary muscle; PPM=posterior papillary muscle; RCT=ruptured chordae tendineae.

要 約

23例の僧帽弁腱索断裂と、正常9例を対照として、断層心エコー図により、乳頭筋の大きさと断裂部位との関連性を検討した。僧帽弁置換術の施行された13例では術中所見も併せて比較検討した。

断層心エコー図による僧帽弁腱索断裂の診断は、2例の細菌性心内膜炎による症例をのぞいてはきわめて正確であり、前・後尖、前・後交連側の区別などの細かい部位診断も可能であった。断裂部位は、手術例、非手術例をとわず、後乳頭筋腱索によるものが多く、後乳頭筋腱索断裂16例(うち9例は手術施行)、前乳頭筋腱索断裂5例(うち2例は手術施行)であった。この傾向はわが国に

おける報告例にも示されており、原因のいずれをとわず、断裂は後乳頭筋腱索筋におこりやすいことが考えられた。

断層心エコー図による乳頭筋断面積の計測では、腱索断裂群で後乳頭筋断面積が前乳頭筋断面積よりも小さいことが示された。この乳頭筋の大きさの不均等と、腱索断裂が後乳頭筋に多いこととの間に、何らかの関連性が示唆されたが、なお検討を要するものと思われた。

文 献

- 1) Sweatman T, Seltzer A, Kamagaki M, Cohn K: Echocardiographic diagnosis of mitral regurgitation due to ruptured chordae tendineae. *Circulation* 46: 580, 1972
- 2) Burges J, Clark R, Kamagaki M, Cohn K: Echo-

Table 2. Reported cases of RCT in Japan

	Cases	APM	PPM	Both	Unknown
Tamura ¹⁵⁾	2		2		
Cho ¹⁶⁾	2		1	1	
Yamada ¹⁷⁾	1	1			
Miki ¹⁸⁾	8	3	3		2
Shimizu ¹⁴⁾	5	1	3	1	
Takatsu ¹⁹⁾	1		1		
Yamaya ²⁰⁾	2	1			1
Koie ²¹⁾	8	2	6		
Miyawaki ²²⁾	5	3	2		
Asano ⁸⁾	4		4		
Nakamura ⁹⁾	7	7			
Nagata ¹⁰⁾	5		5		
Furukawa ¹¹⁾	3	1	2		
Oiwake ²³⁾	1		1		
Present study	21	5	16		
Total	75	24	46	2	3

These reported cases are classified depending on the site of RCT.

APM=anterior papillary muscle; PPM=posterior papillary muscle.

Table 3. Differentiation of the site of RCT in the Table 2

	APM	PPM	Total
Etiology known	7	14	21
Etiology unknown	9	29	38
Total	16	43	59

Cases classified based on whether the etiology of RCT is known or unknown.

cardiographic findings in different types of mitral regurgitation. *Circulation* **48**: 97, 1973

- 3) Duchak JM, Chang S, Feigenbaum H: Echocardiographic features of torn chordal tendineae. (abstr.) *Am J Cardiol* **29**: 260, 1972
- 4) Meyer JF, Frank MJ, Goldberg S, Cheng TO: Systolic mitral flutter, an echocardiographic clue to the diagnosis of ruptured chordae tendineae. *Am Heart J* **93**: 3, 1977
- 5) 寺沢良夫, 津田克二, 大野健一, 津川光一, 川上昭

子, 吉田太一, 高宮 誠: 腱索断裂による僧帽弁閉鎖不全症の超音波診断. *J Cardiography* **8**: 349, 1978

- 6) Mintz GS, Kotler MN, Segal BL, Parry WR: Two-dimensional echocardiographic recognition of ruptured chordae tendineae. *Circulation* **57**: 244, 1978
- 7) 西村敏弘, 高橋正明, 小坂田元太, 安永公平正, 河合忠一, 琴浦 肇, 小西 裕, 龍田憲和: 僧帽弁腱索断裂症の高速超音波断層図所見. *J Cardiography* **8**: 589, 1978
- 8) 麻野井英次, 稲坂 暢, 沼 哲夫, 高田重男, 大城康彦, 余川 茂, 服部 信, 粕野謙介, 浦岡忠夫: 僧帽弁後尖腱索断裂の部位と大きさの M モード心エコー図による診断: 断層図, 病理所見との対比検討. *J Cardiography* **9**: 113, 1979
- 9) 中村憲司, 小松行雄, 鈴木 紳, 松田隆子, 松村研二, 野田英行, 近藤瑞香, 広沢弘七郎: 僧帽弁腱索断裂の超音波心臓断層所見. *J Cardiography* **9**: 251, 1979
- 10) 永田正毅, 別府慎太郎, 朴 永大, 榊原 博, 仁村泰治: 僧帽弁腱索断裂の超音波断層所見. *日超医講演論文集* **34**: 55, 1978
- 11) 古川重治, 中村一彦, 宮原健吉, 橋本修治, 宮田晃一郎, 藤田虎男: 僧帽弁腱索断裂症の超音波断層像. *日超医講演論文集* **35**: 7, 1979
- 12) 町井 潔, 遠田栄一, 井田喜博, 飯沼一浩: セクター電子走査型装置による心臓の超音波断層法. *超音波医学* **5**: 39, 1978
- 13) Isshiki T, Umeda T, Machii K: Cross-sectional echocardiographic observation of the left ventricle in hypertrophic cardiomyopathy. *Jpn Heart J* **21**: 297, 1980
- 14) 清水幸宏, 宮本 巍, 堀口泰範, 豊坂昭弘, 小澤正澄, 鈴木文也, 大橋博和, 末広茂文, 岡本英三, 山本忠夫, 谷本真穂, 川島康生, 大山朝賢, 松尾裕英: 腱索断裂による僧帽弁閉鎖不全症に対する、弁修復術の検討. *日胸外会誌* **25**: 862, 1977
- 15) 田村正秀, 安田慶介, 久保田宏, 清田典宏, 塚田守雄, 白石俊之, 安野 守, 太田里美, 黒島振重郎, 田辺達三, 杉江三郎: 僧帽弁腱索断裂による僧帽弁閉鎖不全症の診断と外科治療. *胸部外科* **23**: 425, 1970
- 16) 調 丞治, 釘宮敏定, 安中正道, 池田英雄, 木戸正之, 福島建一, 浜崎啓介, 内村元継, 山住輝和, 菅村洋治, 賀来清彦, 橋場邦武, 小野彰夫, 深谷真彦, 所沢 剛: 腱索断裂による僧帽弁閉鎖不全症一弁置換による治験例一. *心臓* **2**: 1147, 1970
- 17) 山田崇之, 谷口興一: 僧帽弁閉鎖不全症の外科治療一僧帽弁所見からみた弁輪形成術の適応と術式一. *日胸外会誌* **21**: 805, 1973
- 18) 三木成仁, 立道 清, 野口一成, 南 一明, 竜田憲

一色, 梅田, 町井, ほか

- 和, 伴 敏彦: 腱索断裂による僧帽弁閉鎖不全症. 胸部外科 **27**: 215, 1974
- 19) 鷹津 正, 長尾 光, 園谷 昇, 中山 康, 田中孝生, 陳 憲雄, 北浦 泰, 栗木興一, 堀健次郎, 塘二郎: 腱索断裂による僧帽弁閉鎖不全症—僧帽弁閉鎖不全症の成因と左室造影および UCG による診断. 日本臨牀 **33**: 2358, 1975
- 20) 山谷和則, 大賀興一, 玉利公正, 中村昭光, 池田識道, 和田行雄, 坂部秀文, 中路 進, 原 智次, 橋本 勇, 古川啓三, 松本慎一: 腱索断裂による急性僧帽弁閉鎖不全症の2手術例. 日胸外会誌 **27**: 943, 1979
- 21) 鯉江久昭, 楠原健嗣, 李 泰興, 松本雅彦, 土田裕一: 腱索断裂による僧帽弁閉鎖不全症の手術について. 胸部外科 **32**: 405, 1979
- 22) 宮脇 仁, 滝沢佐武郎, 蕭 寛叡, 渋谷尚郎, 赤岩洋, 浅尾 学: 前尖腱索断裂による僧帽弁閉鎖不全の外科治療経験. 胸部外科 **31**: 34, 1978
- 23) 追分久憲, 元田 憲, 舟津敏朗, 石瀬冒三, 中山章, 竹田亮祐: 僧帽弁後尖腱索断裂をきたした陳旧性心筋梗塞症の一治験例. 呼吸と循環 **25**: 431, 1977
- 24) Osmundson PJ, Callahan JA, Edwards JE: Ruptured mitral chordae tendineae. *Circulation* **23**: 42, 1961
- 25) Caves PK, Sutton GC, Paneth M: Nonrheumatic subvalvular mitral regurgitation—Etiology and clinical aspects. *Circulation* **47**: 1242, 1973
- 26) Cuasay RS, Morse DP, Spagna P, Fernandez J, Lemole GM: Massive mitral regurgitation from chordal rupture and coronary artery disease. *Ann Thrac Surg* **25**: 438, 1978
- 27) Joseph S, Emanuel R, Sturridge M, Olsen E: Congenital aortic valve disease with rupture of mitral chordae tendineae. *Br Heart J* **38**: 665, 1976