

左房内血栓の超音波エコー法による検出,ならびに僧帽弁狭窄,閉鎖不全およびその合併時のUCGに関する検討

Echocardiographic studies for detection of left atrial thrombus and for diagnosis of mitral regurgitation with echocardiographic parameters

松尾 裕英
松本 正幸*
別府慎太郎*
永田 正毅*
玉井 正彦*
久堀周次郎*
仁村 泰治*

Hirohide MATSUO
Masayuki MATSUMOTO*
Shintaro BEPPU*
Seiki NAGATA*
Masahiko TAMAI*
Shujiro KUBORI*
Yasuharu NIMURA*

Summary

Detection of left atrial thrombus was performed by echocardiography. In 5 cases out of 9 who had left atrial thrombus proved at operation, the thrombus was detected by echocardiogram. In 3 of 5 cases whose thrombus were detected by echocardiogram, the echoes of thrombi were detected behind the interatrial septum more medial than the mitral orifice where echo of thrombus were often reported to be found (Figure 2, 3, 4). There was a good correspondence between the site of thrombus by echocardiography and operation. The fourth case demonstrated a homogeneous thrombus echo just behind the echo of anterior mitral ring (Figure 1). This thrombus was huge and occupied almost the whole left atrial cavity. The fifth case showed a thrombus echo closely above the posterior left atrial wall and apart from the anterior mitral leaflet.

In 4 cases, echo of thrombus was not detected by echocardiography. These 4 were the cases whose thrombus was found in the left atrial appendage at operation.

Types of mitral valvular diseases were tried to be classified by echocardiography. The mitral diastolic descent rate in cases of mitral regurgitation due to ruptured chordae was over the upper limit of 200 mm/sec of healthy subjects. In mitral regurgitation or combined mitral lesion of regurgitation and stenosis of rheumatic origin, differentiation of these cases from healthy subjects and mitral stenosis was difficult by the mitral diastolic descent rate alone. Other parameters were needed for this differentiation. The existence² of mitral regurgitation

大阪大学 中央臨床検査部中央循環器検査室
*同 阿部内科
大阪市福島区堂島浜通り3-1-2 (〒553)

The Central Laboratory for Clinical Investigation, Osaka University Hospital
*The First Department of Medicine, Osaka University Medical School
Dojimahamadori, Fukushima-ku, Osaka, 553

was strongly suspected in cases either with the dimension of the left ventricular outflow tract represented by the distance from the left side of the interventricular septum to point e of mitral echo curve over 8 mm, or with the one represented from the interventricular septum to point c of mitral echo curve over 36 mm. When the systolic excursion (c-d excursion) was over 6 mm, or when the excursion of posterior wall of left atrium exceeded 11 mm, the existence of mitral regurgitation was also suggested.

Key words

echocardiography
mitral stenosis
mitral regurgitation
left atrial thrombus

はじめに

僧帽弁狭窄症の超音波エコー法(UCG)による所見は, Edler, Hertz^{1) 2)}以来, その診断に極めて有効な方法としてほぼ確立した感さえあるが, なおいくつか本症に関連して検討すべき問題が残されている. 今回はこれらの内, 左房内血栓の検出に関する問題, ならびに僧帽弁狭窄症に対し僧帽弁狭窄兼閉鎖不全, 僧帽弁閉鎖不全の鑑別点とその各々の特徴などについて, 超音波断層法の応用もまじえて検討を加えた.

方法

超音波検査は背臥位, 原則として通常呼吸にて行い, 心電図, 場合によっては心音図も加えて同時記録した. 装置は Aloka 製 SSD-30B で, パルス繰り返し周波数 1500/秒, 使用超音波周波数 2.25 MHz, 振動子 10mm 径平面探触子を用いた. 超音波断層図は上記装置と心拍同期連動装置を組み合わせ, 探触子操作は胸壁にエコー・ゼリーを介して探触子を接触せしめ, これを用手式に操作する contact compound sector scanning によった.

対象

すべて手術ないし剖検(1例のみ)を施行した僧帽弁膜症 58 例を対象とした. 男子 21 例, 女子 37 例で, 年齢は 4 才より 65 才におよび, 平均年

令は 30 才である. 内 2 例は 4 才, 11 才で, 他は 18 才以上である. なおこの 2 例はいずれも腱索断裂例であった.

疾患別には僧帽弁狭窄症(以下 MS と略す) 21 例, 僧帽弁狭窄兼閉鎖不全 22 例, 僧帽弁閉鎖不全症(以下 MI) 15 例(この内には腱索断裂 4 例を含む)である. 僧帽弁狭窄兼閉鎖不全の狭窄, 閉鎖不全の主従判定は主に手術, 剖検時所見により, 一部心血管造影所見を参考として決定した. その結果, 狭窄優位(以下 MSi) 4 例, 閉鎖不全優位(以下 MIs) 13 例, 狭窄, 閉鎖不全いずれが主病変とも決定し難いもの(以下 MSI) 5 例であった.

対象 58 例中, 左房内血栓の有無についての検討は, 少なくとも僧帽弁前尖後方左房腔, 大動脈起始部後方左房腔, 心房中隔後方左房腔の UCG が記録されているものを対象としたので, これに該当したのは 45 例となった. その内訳は MS 21 例, MSi, MSI, MIs 計 17 例, MI 7 例である.

成績ならびに考案

1. 左房内血栓検出について

上記血栓検索の対象 45 例中, 手術ないし剖検時左房内に血栓を証明したのは 9 例であった. この 9 例中, UCG にて血栓を血栓エコーとして記録しえたのは 5 例であった (Table 1).

Effert ら³⁾⁴⁾が最初に記載している僧帽弁前尖

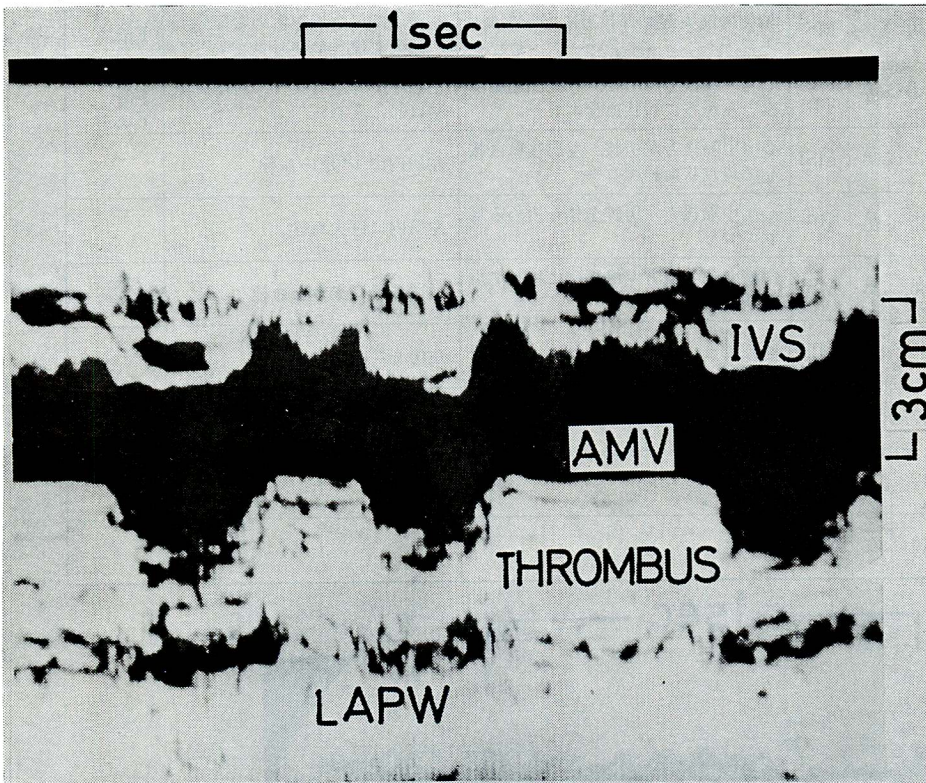


Figure 1. Homogeneous echo of thrombus was recorded behind the mitral ring.
 A huge thrombus occupying almost the whole left atrium was found at autopsy. (T.N., a 30 year-old man. Mitral stenosis)

後方 (Effert らの文献の解釈では左房壁としているが) の多重層状エコーとして記録されたものは今回の症例中にはなく、ややそれに類似するものとして僧帽弁前尖起始部後方に homogeneous なエコーとして血栓が 1 例に記録された (Figure 1)。本例は MS で剖検時ほとんど左房腔全域を占める径 7 cm におよぶ巨大血栓を摘出し、血栓は僧帽弁前尖の背側にまで達していた (Table 2, 症例 1)。

血栓を UCG で認めた他の 4 例はすべて僧帽弁前尖 UCG の背方直後は透亮であった。この内 3 例 (Table 2, 症例 2, 3, 4) は僧帽弁前尖 UCG 記録方向より内下方にビームを向け、三尖弁前尖ならびに心房中隔および左房後壁のやや右寄りの部分を記録する UCG で、左房後壁に付着するが

Table 1.

		THROMBUS ECO IN UCG		No.
		+	-	
THROMBUS AT OPERATION	+	5	4	9
	-	0	36	36
No.		5	40	45

如き血栓エコーを記録した。Figure 2 に Table 2 の症例 2, MSi 兼三尖弁閉鎖不全症の血栓エコーを示す。血栓は手術時、左心耳より左房後壁、右肺静脈開口部にかけて存在していた (Figure 3)。本例では大動脈起始部後方の左房後壁にも血栓エコーが記録されていた。術後これらの血栓エコーは消失した (Figure 4)。

Table 2.

症例	氏名	年齢	性	疾患	血栓エコー像	手術所見	備考
1	西○亘○	30	男	MS	僧帽弁前尖起始部後方に均一な血栓エコー	左房内ほゞ全域を占める径7cmの巨大血栓 (剖検所見)	Fig.1
2	木○千○子	36	女	MSi TI	心房中隔後方左房腔, 大動脈起始部後方左房腔に層状血栓エコー	左心耳より左房後壁, 右肺動脈開口部に存在	Fig.2 Fig.3 Fig.4
3	沢○賢○郎	49	男	MSi	心房中隔後方左房腔, 左房後壁に接して斑点状血栓エコー	左房内に 180gの血栓	
4	中○一○	35	男	MS	心房中隔後方左房腔全体を占める層状エコー	左房内に巨大血栓	
5	熊○蓬○	38	男	MSi	僧帽弁前尖後方左房後壁に接して斑点状エコー	左房後壁に大きな血栓	
6	柳○か○子	35	女	MI	血栓エコー検出せず	左房心耳内に血栓	
7	岩○カ○子	37	女	MSi	同上	同上	
8	皆○喜○子	47	女	MSi	同上	同上	
9	持○英○	40	女	MS	同上	同上	

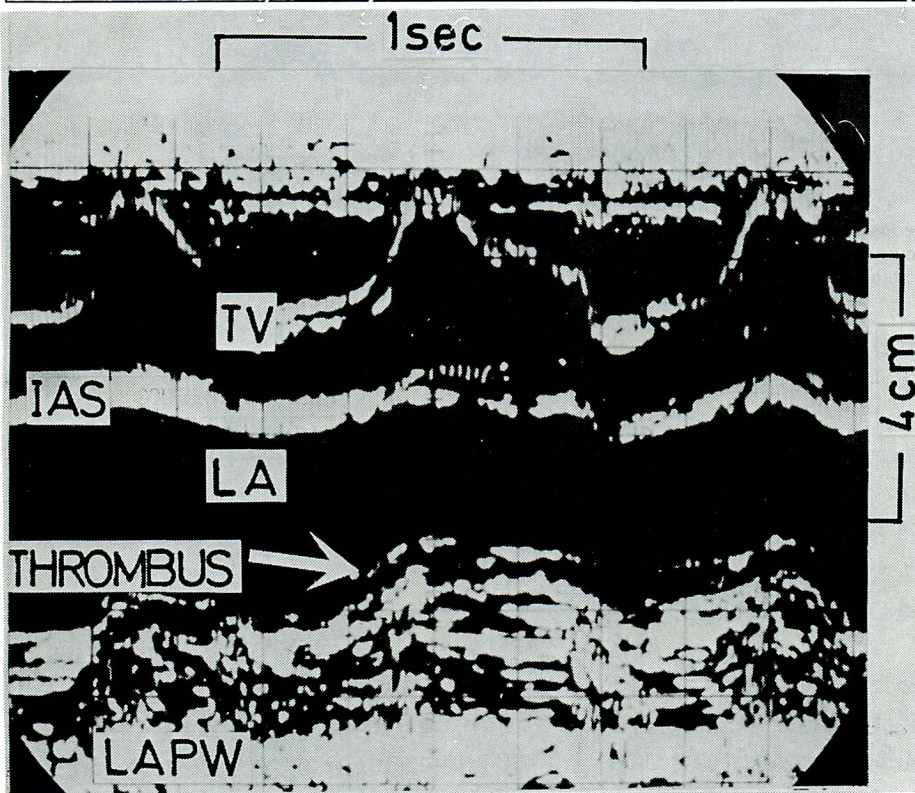


Figure 2. Thrombus echo was recorded in the left atrium behind the interatrial septum with a medially sent ultrasonic beam. The thrombus was recorded as a multilayered echo closely above the posterior left atrial wall. (C.K., a 36-year-old woman. MSi, TI)

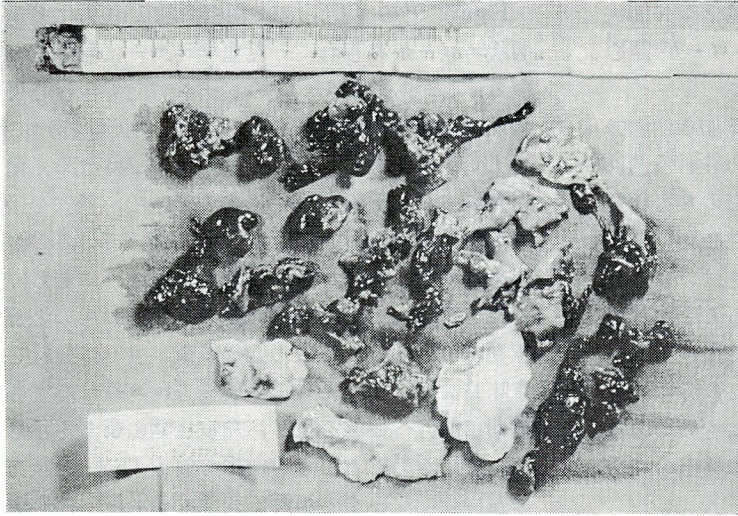


Figure 3. Thrombus obtained from the case of Fig. 2. The thrombi covered almost the whole posterior left atrial wall from the appendage to the ostium of the right pulmonary vein.

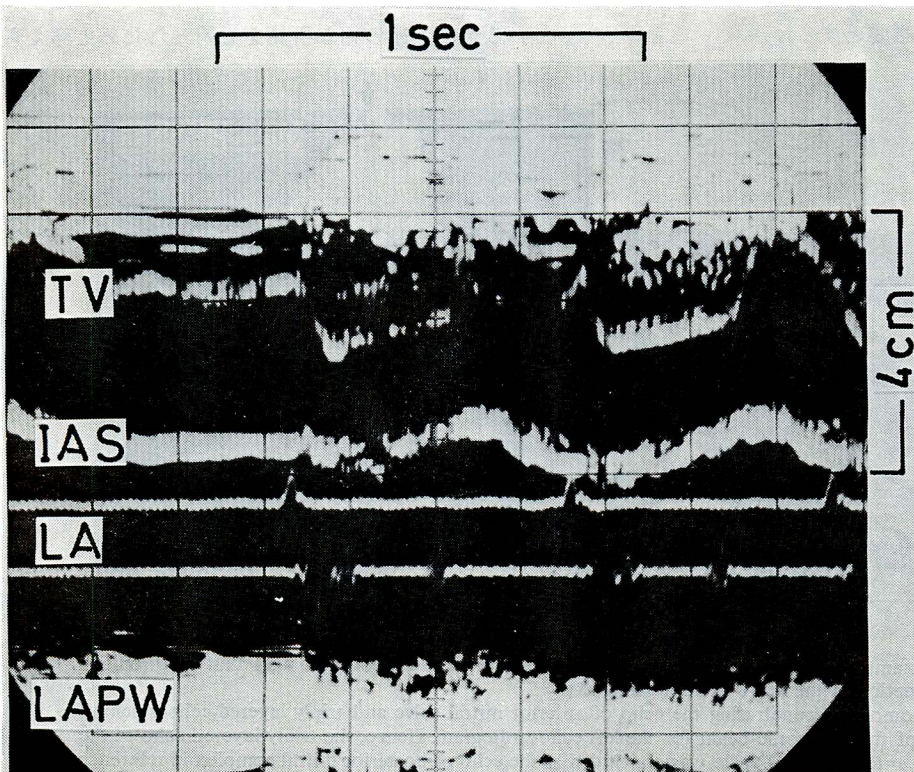


Figure 4. An echocardiogram after surgery of the case of Fig. 2. The thrombus echo was no longer observed.

残りの1例 (Table 2, 症例5) は僧帽弁前尖 UCG 後方の左房後壁に接して血栓エコーが認められた。

かかる成績より従来指摘されている如き僧帽弁前尖直後の層状多重エコーとして認められる例はむしろ少なく, それ以外に, その後方の左房後壁近く, 更に大動脈起始部後方左房腔や心房中隔後方の左房後壁部にも検索を進めなければ, 血栓存在を見逃し, 偽陰性例を増加せしめることになる。

手術時血栓を証明しながら UCG で血栓エコーを記録しえなかった症例は4例で, これらはすべて左房心耳にのみ血栓が局限していたものであった。心耳の血栓検出に対しては別途に検出の仕方を考慮する必要がある。

一方血栓の存在しない症例で UCG にて血栓ありと判定した偽陽性例はなかった。しかし血栓エコーに類似するエコーがしばしばみられる場合があり, 十分な鑑識を必要とする。

Figure 5 の UCG では僧帽弁前尖後方に多重層状エコーがみられ, 一見血栓エコーに類似している。しかしこの UCG のビーム方向を含む心長軸面での超音波断層図をみると (Figure 5 右), この UCG を記録したビームは左房腔ではなく, 僧帽弁後尖から腱索にかけて向っていて, 後尖を接線方向 (tangential) に近い角度で貫いているのが観察される。血栓を思わせる多重エコーは著しく肥厚した後尖, vegetation, 腱索を捉えたものと解釈される。従ってこのような多重エコーは血栓を意味しない。また UCG の最後方エコーは心室収縮期に前方へ偏位を呈し, 左室後壁の動きを示していて, このことから僧帽弁前尖 UCG の後方は左房腔でないことが解る。Tallury ら⁵⁾ は心房内血栓を示唆する UCG を示した5例の内, 3例に血栓を証明したに過ぎなかったことから, UCG が左房内血栓の診断に対し信頼性を欠くと述べているが, 上述の如き所見を見誤ったためと考えら

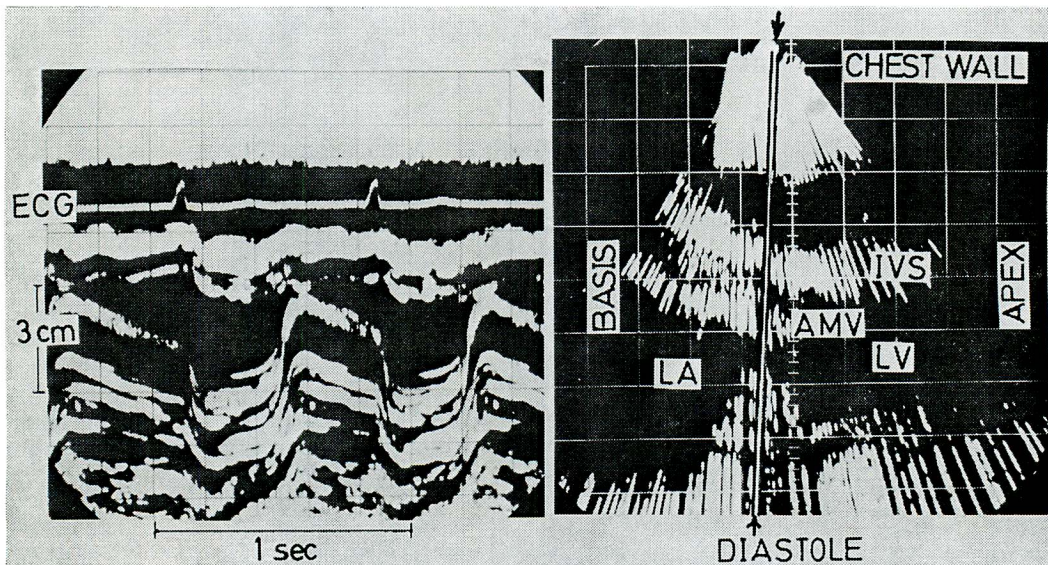


Figure 5. Left: An example of an often confusing echo of deformed mitral complex with that of thrombus. Right: A tomographic section of the heart along the long axis. The white line in this tomogram penetrating the echo of anterior mitral valve and triply layered echoes behind it means the direction of the ultrasonic beam for the left echocardiogram. Hence, the triply layered echo of the echocardiogram behind anterior mitral valve was concluded as the echo of posterior mitral complex in reference to the tomogram. In this case no thrombus was found at surgery. (H.K., a 29-year-old male. MSI, TI)

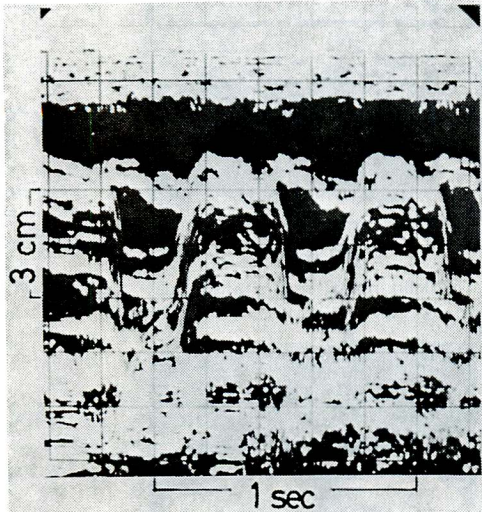


Figure 6. An apparently thrombus-like echo in a case of left atrial myxoma.

In this case, flocculent echoes which are somewhat different from echoes obtained in cases with thrombus were recorded behind the anterior mitral valve. (M.Y., a 39-year-old female)

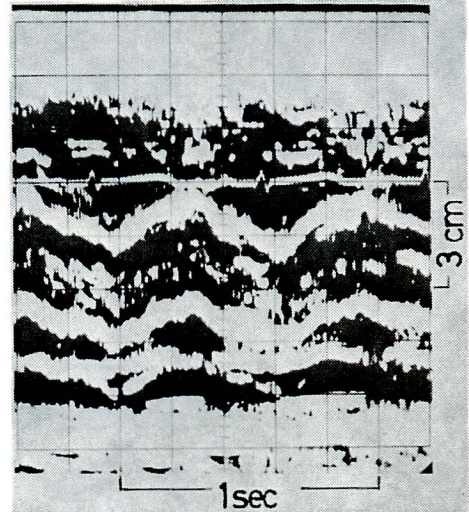


Figure 7. An echocardiogram of a case of cor triatriatum.

An abnormal echo was recorded in the left atrium behind the aortic root. This echo originated from the membranous septum. It is to be differentiated from the thrombus echo. (Y.H., a 7-year-old girl)

れる。

血栓類似エコー像を呈する例として、さらに左房内粘液腫と三心房心が挙げられる。左房内粘液腫は一般には僧帽弁前尖後方に絮状 (flocculent) エコーとして見られ、また僧帽弁前尖に比べて迅速な動きを呈する部分があること、僧帽弁前尖自体のエコー強度が強くないこと⁶⁾などに注目すれば、血栓エコーとの鑑別は可能であった (Figure 6)。大動脈起始部後方の左房腔部分に三心房心の隔膜が捕捉されることがあるが、⁷⁾このような原因による異常エコー出現の可能性を認識していれば、異常像自体は血栓エコーとはかなり異なるので、判別は容易である (Figure 7)。

血栓エコーの判定に際してこれらの点に配慮した結果、偽陽性例をさげえたものと考えられる。

2. 僧帽弁狭窄、閉鎖不全の鑑別、ことに合併時の主従判定について

(1) 僧帽弁前尖拡張期弁後退速度 (mitral diastolic descent rate; MDD) に関して

MIにおける僧帽弁前尖 UCG はそれを来たし

た原因、リウマチ性、腱索断裂、乳頭筋不全症候群、弁輪拡大によるものなどによりさまざまな像を呈する^{8)~11)} (Figure 8)。

Figure 8, 上段左図は僧帽弁前尖につながる腱索断裂例で、MDDは著しく早く、弁振幅も大きい。¹²⁾心筋硬塞後に生じた乳頭筋不全症によるMIでは、弁尖の器質の変化は存在しないと考えられるが、僧帽弁前尖 UCGは健常例に近似し、弁尖は可動性に富み、presystolic peakも認められた (Figure 8, 上段中央図、本例は今回の対象数には含まれていない)。一方、リウマチ性MIにて弁尖の器質の変化の軽い例ではMDDはやや低下し、前尖 UCGは全体に丸味を帯びていた (Figure 8, 上段右図)。リウマチ性重症MIではMDDは遅い (Figure 8, 下段の両図)。

このように僧帽弁膜症、ことにMIのMDDは広い範囲に分布するが、今回の対象全例のMDDをFigure 9に一括して示す。腱索断裂例は4例とも正常の上限200mm/秒を越えていた。その他のMIは正常ないしMSに近いMDDをとり、狭

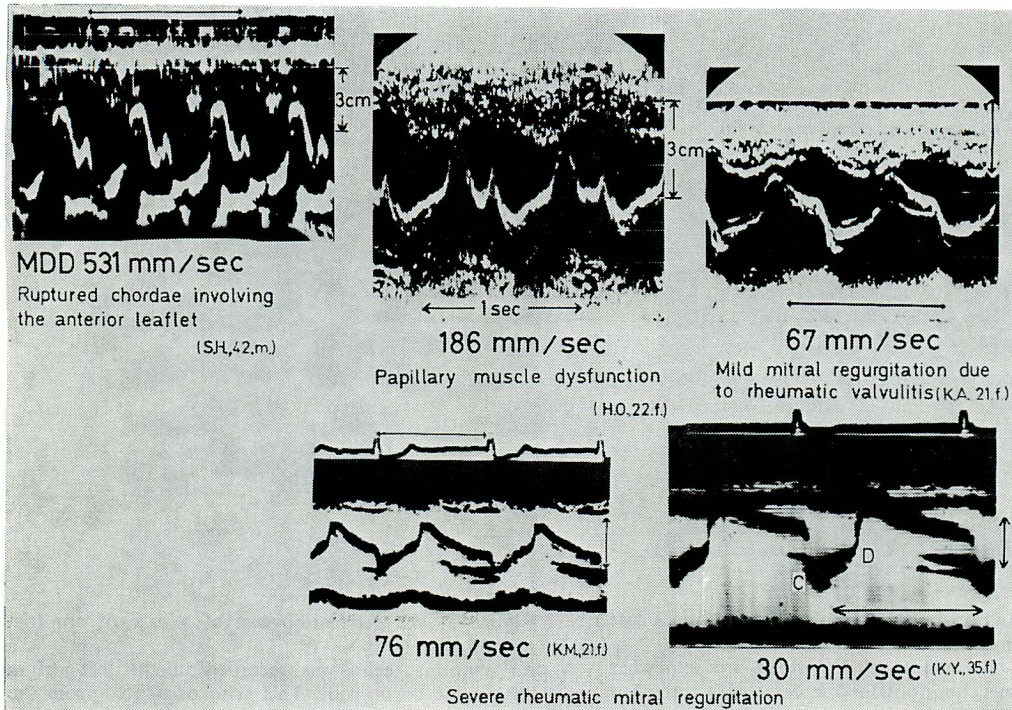


Figure 8. Various types of echocardiogram in cases of mitral regurgitation.

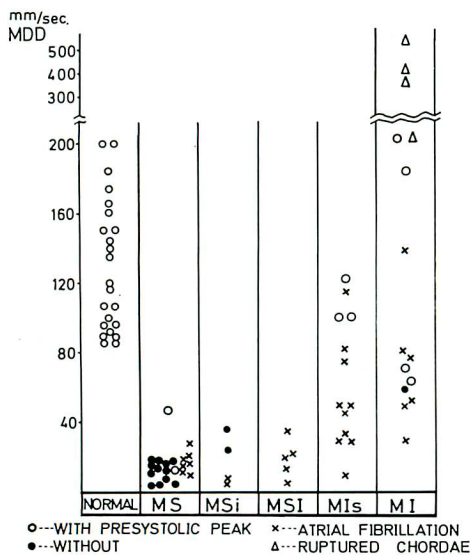


Figure 9. Mitral diastolic descent rate in mitral valvular diseases.

The mitral diastolic descent rate in all cases of ruptured chordae was over the upper limit of healthy subjects. When the mitral diastolic descent rate was under 50 mm/sec, the presystolic peak was noted in some cases of mitral stenosis, but not noted in cases of mitral regurgitation.

窄が加わる程 MDD は低下した。弁尖の可動性の表現の1つと考えられる presystolic peak は、MS では MDD の遅い例でも見られることがあるのに対し、MI が加味した場合には MDD 50mm/秒以下ではみられなかった。従って MI を加味した例の MDD を低下させる因子としては、弁尖の硬化、退縮が大きく作用しているのではないかと考えられる。¹³⁾ 一方これに対し MS では弁尖の器質の変化とともに、弁口が狭いことが相俟って、MDD 低下に影響すると推測される。

このような考察に関連して MI, MIs, MSI の弁輪縫縮術、弁成形術前後における MDD の変化をみた (Figure 10, Figure 11). 術後 MDD は低下するが、その多くは正常平均 130mm/秒以下にまで低下し、また一部は MS の MDD の範囲にまでも低下する例もあった。これらは一見縫縮術により弁口を狭くし過ぎたとも見られるが、術時弁口は 5 cm² としているので、弁口狭窄によるものとは考え難い。弁口面積が矯正され、左室容量負荷による MDD 促進の関与は除外されたが、弁

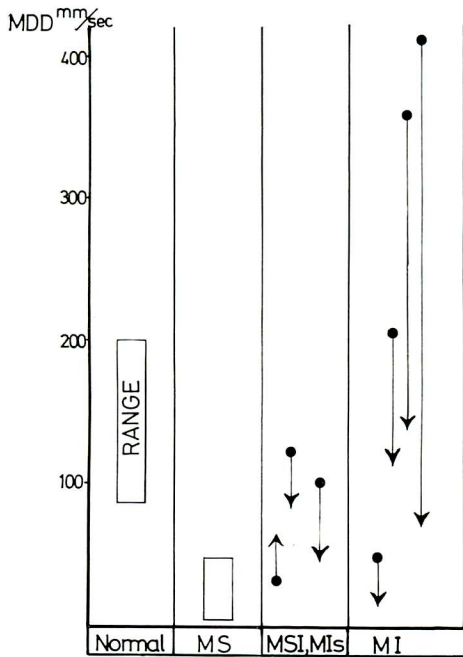


Figure 10. Changes of the mitral diastolic descent rate after annuloplasty and/or valvuloplasty in 4 cases of mitral regurgitation and 3 cases of combined lesion with regurgitation and stenosis.

In pure mitral regurgitation and combined lesion with predominant regurgitation, the mitral diastolic descent rate decreased after surgery. One case of mitral stenosis and regurgitation showed an increase in the rate after surgery. In this case, annuloplasty was performed after commissurotomy. The increase in the rate seemed to be brought by releasing the narrowing of mitral orifice.

尖自体の器質的変化の存続，また縫縮による弁の可動性の制限などがこのような平均以下のMDDの低下という結果をもたらしたものと推測される。術後MDDの増加したMSIの1例は，交連切開術を施行した上で弁輪縫縮を加えたため，狭窄によるMDDの低下せしめる因子が除かれたためと考えられる。

(2) systolic excursion (c-d 偏位)

上述の如くMI, MIs, MSI, MSiなどで正常ないしMSに近いMDDをとる例が多数あり，これらと健常例，MSとの鑑別，またMI, MIs, MSI, MSi間における狭窄，閉鎖不全の主従判定などは，MDDのみからでは十分でない。¹⁴⁾これ

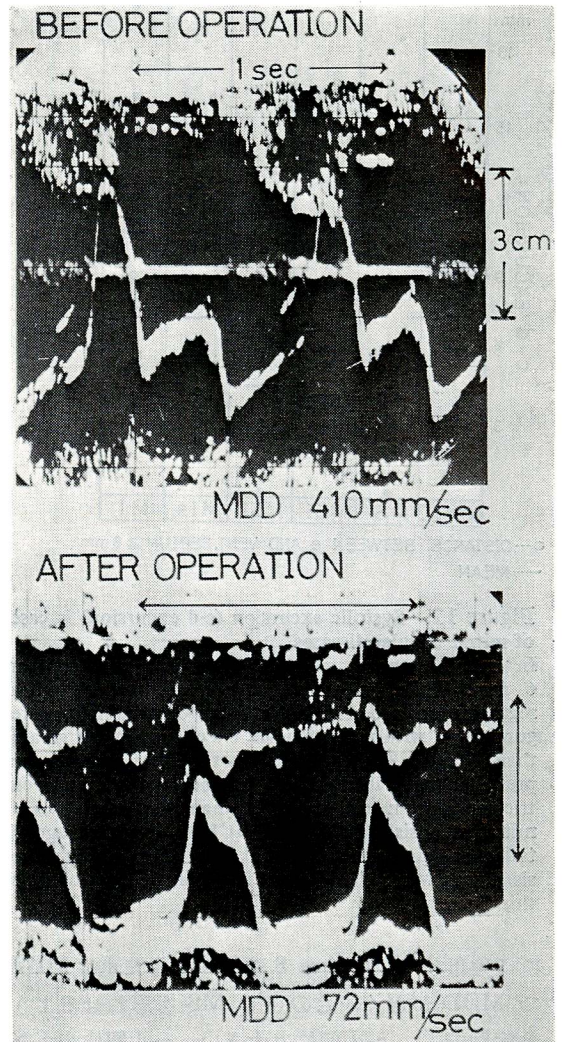


Figure 11. An example showing the change of mitral valve echo curve after surgery in a case of ruptured chordae involving the anterior mitral leaflet.

The mitral diastolic descent rate, the total amplitude of mitral valve and the excursion of interventricular septum decreased after surgery.

らの鑑別，判定に対してはMDDのみでなく，他の所見を加えた総合的な判断を要する。

このようなパラメーターの1つとして systolic excursionについて検討した (Figure 12). MIではc-d偏位は一般に大きい傾向がみられる。狭窄が加味してくるとc-d偏位の小さいMSの領

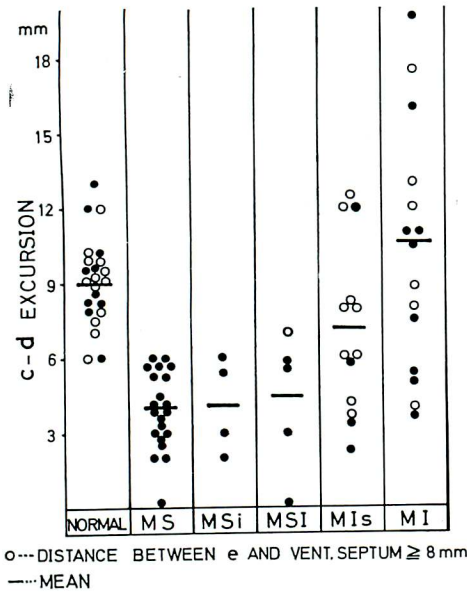


Figure 12. Systolic excursion (c-d excursion) in cases of mitral valvular diseases.

In mitral stenosis, c-d excursion was smaller than 6 mm. While, in three quarters of cases of mitral regurgitation and about half cases of predominant regurgitation with mild stenosis, c-d excursion was greater than 6 mm. The outflow tract of left ventricle represented with the distance between point e and ventricular septum was narrower than 8 mm in cases of mitral stenosis. While in about half of mitral regurgitation and predominant mitral regurgitation with stenosis it was wider than 8 mm, represented open circle in this figure.

域に分布する。Figure 8 下段に示した重症MI例でMDDが遅く、この点でMSを思わせるような症例でも、c-d 偏位は大きい。c-d 偏位が大きいのは、収縮期における弁輪部の前方への偏位の大きいことを意味しており、拡張期にこの偏位分は元に戻ることから、MIでのMDDにはこのような弁輪部の大きな戻りが重畳していることが考えられる。

c-d 部に関して、偏位以外にそのパターンから診断に対して有用な情報が得られることがある。Figure 13 は前尖につらなる腱索の断裂ならびに前尖の一部が伸展して左房内に翻転していた症例のUCG、超音波断層図である。UCGはc-d 偏位の増大とともに、c-d 部の後半に3層のエコーを呈

する。Figure の下段はこのUCGのえられたビーム方向を含む心長軸面での断層図で、収縮期の像にて前尖の一部が左房内に翻転しているのが観察される。かかる所見からUCGのc-d部における3層エコーは、ビームが前尖および翻転した前尖の2カ所を貫らぬき、結果として前尖を3度貫らぬいたことの表現と解釈される。この翻転した前尖の一部は、拡張期には左室腔に戻っている。

(3) 左室流出路

僧帽弁前尖UCG c点より心室中隔に至るまでの間隔をもって左室流出路と見做し、これを測定した。健常例平均34mmに対し、MI、MIsではそれぞれ41mm、38mmと左室流出路の拡大が認められ、左室拡大の1つの表現と考えられる。MS、MSiではそれぞれ28mm、24mmと左室流出路は逆に狭くなっている(Figure 14)。

また僧帽弁前尖UCG e点と心室中隔の間隔をもって測定しても、MSでは全例8mm以下であるのに対し、MI、MIsではそれ以上が多数に見られる(Figure 12中○にて表示)。

かかるMIにおける左室腔の拡大の表現は、左室流出路に限らず、前尖と左室後壁との間隔の拡大としても表われ、前尖は拡大した左室腔に漂うように観察されることもある(Figure 8, 下段左参照)。

(4) 左房後壁

僧帽弁前尖記録ビーム方向で、左房後壁UCGの心周期にともなう最大偏位を測定した。健常平均7.0mmに対し、MI 11.0mm、MIs 13.5mmと左房後壁の動きは大きい(Figure 15)。測定に際し、左房後壁UCGの不鮮明な例は除外したため、MSiでの測定例はなかった。MSでは平均6.6mmで、ほぼ健常例と差がなかった。

要約

超音波エコー法(UCG)を用いて僧帽弁膜症における左房内血栓の検出を試みた。手術、剖検時に血栓を確認した9例中、5例に血栓エコーを検出した。この内3例では僧帽弁前尖UCGの後方

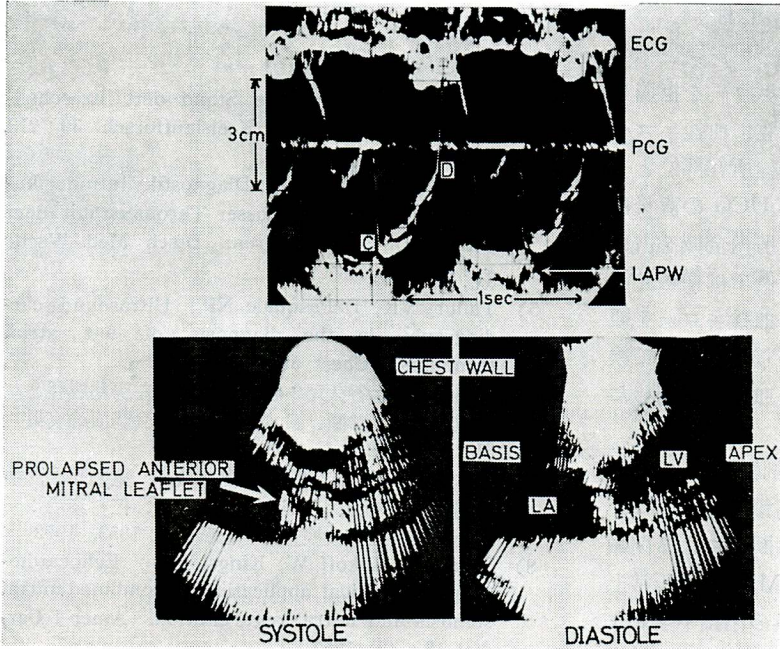


Figure 13. An echocardiogram and an ultrasonocardiogram in a case with prolapsed anterior mitral leaflet. Three layered echoes were observed in the echocardiogram at mid-systole. The ultrasonocardiogram suggested the prolapsing of the anterior mitral leaflet into the left atrium in systole. (M.U., a 11-year-old girl)

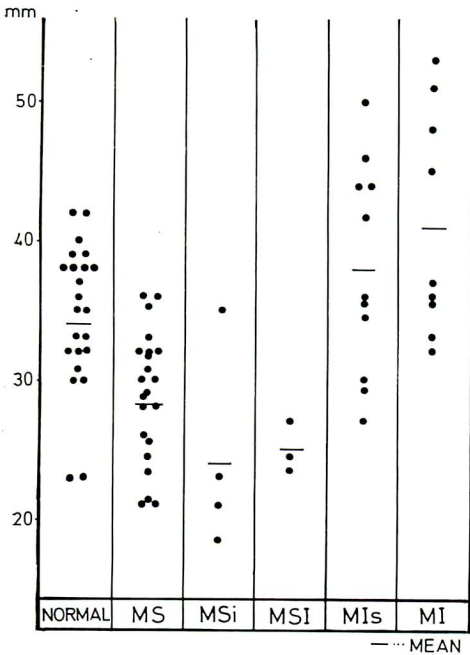


Figure 14. Distance between point c of mitral valve echo curve and the left side of the interventricular septum.

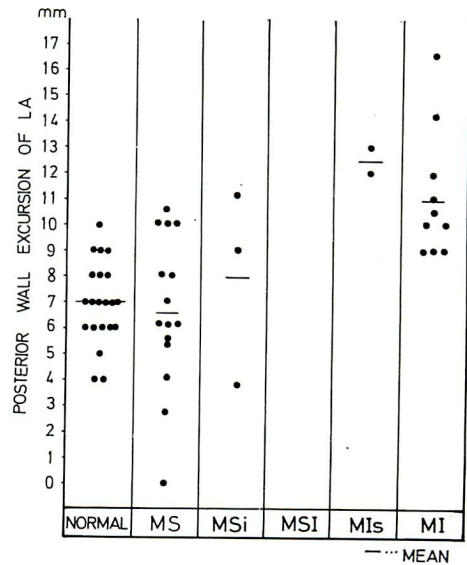


Figure 15. Posterior wall excursion of the left atrium in echocardiogram.

の左房腔は透亮で, ここでは血栓エコーを指摘しえず, 心房中隔 UCG 後方の左房腔に血栓エコーを認めた. またこれは手術時の血栓所在部位と一致していた. 1 例では僧帽弁前尖 UCG の直後に均一な血栓エコーをみ, 剖検時左房内全域を占める巨大血栓を摘出した. 残りの 1 例では僧帽弁前尖 UCG 後方の左房後壁に接して血栓エコーを観察した. 手術時血栓を確認しながら UCG にて検出できなかった 4 例は, 心耳内に血栓が存在した例であった.

次に, 僧帽弁膜症手術ないし剖検例 58 例について, 狭窄, 閉鎖不全, 狭窄兼閉鎖不全の UCG 上の特徴について検討した. 腱索断裂による閉鎖不全は全例, 拡張期弁後退速度 (MDD) が正常上限 200mm/秒を越えた. これ以外の閉鎖不全および閉鎖不全を加味した症例を, MDD のみで健常例, 純狭窄と判別することは一般に困難であるが, MDD が 50mm/秒以上の場合, 狭窄のみでなく閉鎖不全の関与が考えられる. さらに, systolic excursion (c-d 偏位) が 6mm を越える時, 左室流出路が広い時 (e 点より心室中隔まで 8mm 以上, c 点より心室中隔まで 36mm 以上), 左房後壁の心周期にともなう偏位が 11 mm を越えるような場合は, 閉鎖不全の存在の可能性が大きい. 狭窄・閉鎖不全の主従判定には, MDD 以外に, このようなパラメータをも考慮することが必要である.

文 献

- 1) Edler I, Hertz CH: Use of ultrasonic reflectoscope for continuous recording of movements of heart walls. *Kungl Fysiogr sällsk i Lund förhandl* 24 : 5, 1954
- 2) Edler I, Gustafson A, Karlefors T, Christenson B: Ultrasoundcardiography. *Acta Med Scand* 170 (Suppl 370), 1961
- 3) Effert S: Der derzeitige Stand der Ultraschallkardiographie. *Arch Kreislaufforsch* 30 : 213, 1959
- 4) Effert S, Domanig E: Diagnostik intraaurikulärer Tumoren und grosser Thromben mit dem Ultraschall-Echoverfahren. *Dtsch Med Wschr* 84 : 6, 1959
- 5) Tallury VK, DePasquale NP: Ultrasound cardiography in the diagnosis of left atrial thrombus. *Chest* 59 : 501, 1971
- 6) 平田経雄, 金谷久司: 超音波による左房粘液腫と左房血栓の鑑別診断. *日本超音波医学会講演論文集* 21 : 33, 1972
- 7) 松本正幸, 林亨, 北島顕, 島田久子, 鬼頭義次, 中埜肅, 松尾裕英, 西崎宏, 小塚隆弘, 仁村泰治: 三心房心の超音波検査像. *心臓* 4 : 1353, 1972
- 8) Segal BL, Likoff W, Kingsley B: Echocardiography. Chincial application in combined mitral stenosis and mitral regurgitation. *Amer J Cardiol* 19 : 42, 1967
- 9) 藤井淳一, 渡辺瀨, 渡辺坦, 飯沼宏之, 加藤和三: 乳頭筋機能不全症候群, 腱索断裂の UCG による検討. *日本超音波医学会講演論文集* 22 : 161, 1972
- 10) 金炯基, 木之下正彦, 篠山重威, 白浜禧宣, 友永轟, 楠川礼造, 増田喜一, 小木幸人, 石出麗子: 僧帽弁閉鎖不全症の超音波僧帽弁エコーと血行動態との相関の一試み. *日本超音波医学会講演論文集* 22 : 159, 1972
- 11) Burgess J, Clark R, Kamigaki M, Cohn K: Echocardiographic findings in different types of mitral regurgitation. *Circulation* 48 : 96, 1973
- 12) Sweatman T, Selger A, Kamigaki M, Cohn K: Echocardiographic diagnosis of mitral regurgitation due to ruptured chordae tendineae. *Circulation* 46 : 580, 1972
- 13) Winters WL Jr, Hafer J Jr, Soloff LA: Abnormal mitral valve motion as demonstrated by the ultrasound technique in apparent pure mitral insufficiency. *Amer Heart J* 77 : 196, 1969
- 14) 坂本二哉, 松久茂久雄, 林輝美, 安田寿一, 村尾覚: 僧帽弁閉鎖不全における超音波エコー, 心音図, 血行力学の相関について. *日本超音波医学会講演論文集* 22 : 157, 1972