

腱索断裂による僧帽弁閉鎖不全症に特異的な傍胸骨拍動：左房拍動について

Left atrial pulse: A specific sign for mitral regurgitation due to ruptured chordae tendineae

麻野井英次
稲坂 暢
村上 哲夫
松沼 恭一
池田 孝之
服部 信

Hidetsugu ASANOI
Tohru INASAKA
Tetsuo MURAKAMI
Kyoichi MATSUNUMA
Takayuki IKEDA
Nobu HATTORI

Summary

To study the incidence and diagnostic value of the left atrial pulse, the parasternal pulsations in 15 patients with mitral regurgitation (MR) due to ruptured chordae tendineae (RCT) were analyzed, and compared with parasternal pulsations obtained from 24 patients with MR due to other etiologies (rheumatic valvulitis: 19, mitral valve prolapse: 3, left ventricular enlargement: 2) and those from 66 patients with right ventricular overload due to various origins. Parasternal pulsations in the third, fourth, or fifth left intercostal space were classified into 4 types; type I: an early systolic outward movement of a short duration followed by a retraction occupying late systole and early diastole, type II: a small early systolic outward movement followed by a late systolic lift of high amplitude with a peak at or just before aortic valve closure and falling to a nadir at the third sound, so called "left atrial pulse", type III: a gentle systolic "heave" with a peak in early-to-midsystole, type IV: a bifid outward movement with peaks in early and late systoles.

Type II parasternal pulsation was recorded in 9 of 15 patients with RCT. Pulmonary wedge pressure was recorded in 3 patients with type II pulsation, and the contour of wedge pressure pulse was very similar in shape to that of parasternal pulsation of each patient. On the other hand, the pulsation of type II was observed in none of the 24 patients with MR of other causes and in only 2 of 66 patients with right ventricular overload. One of these two patients who showed type II pulsation had a ventricular septal defect and the other had an Ebstein's anomaly. The patients with MR except those of RCT showed type I, III, or IV pulsation. All 8 patients with primary pulmonary hypertension and pulmonary stenosis showed type III pulsation, while 20 of the 24 patients with atrial septal defect had type I pulsation. In the patients with RCT, the group with left atrial pulse had a higher pulmonary

金沢大学医学部 第一内科
金沢市宝町 13-1 (〒920)

The First Department of Internal Medicine, School of Medicine, Kanazawa University, Takara-machi 13-1, Kanazawa 920

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

Received for publication May 30, 1980

wedge v wave and a larger flail leaflet size determined by operation or autopsy than the groups without left atrial pulse.

From these observations we conclude that the parasternal pulsation of type II (left atrial pulse) is a specific sign for MR due to RCT of a severe degree and rarely seen in other cardiac diseases.

Key words

Left atrial pulse Ruptured chordae tendineae Parasternal pulsation

はじめに

傍胸骨拍動は通常右室に由来し、右室の圧、容量負荷時にはそれぞれ特徴的な波形を呈する¹⁻³⁾。一方、僧帽弁閉鎖不全症 (MR) では、時に左房に由来する拍動波 (左房拍動) を胸骨左縁に認めるといわれているが⁴⁻⁷⁾、この左房拍動の診断上の意義については十分明らかにされていない。我々は、腱索断裂による MR に左房拍動を高率に認めたことから、傍胸骨拍動が記録できた腱索断裂以外の MR、および種々の右室負荷疾患において、この拍動がどれくらいみられるかについて検討した。また腱索断裂においては、左房拍動の出現の有無に関与する因子について検討した。

対象と方法

対象は腱索断裂による MR 15 例で、うち手術例は 8 例、剖検例は 2 例であった (Table 1)。全例心エコー図より左房径、大動脈径、左室拡張終期径を計測し (左房径は大動脈径に対する比を求めた)、超音波断層法あるいは手術剖検結果より腱索断裂部位を決定した。19 例で Sellers 分類により僧帽弁逆流の程度を判定し、また 8 例について肺動脈楔入圧あるいは左房圧を記録した。腱索断裂による flail leaflet の大きさを 9 例で計測した。計測の方法は、以前我々が報告したように⁸⁾、手術ないし剖検で得られた僧帽弁の摘出標本について、僧帽弁の弁縁の全長に対する flail leaflet の部分の弁縁長の割合を求めた。対照として、傍胸骨拍動が記録できた腱索断裂以外の原因による MR 24 例と、先天性心疾患を含む種々の右室への圧、あるいは容量負荷疾患 66 例、計 90

Table 1. Materials

Subjects	
Ruptured chordae tendineae of mitral valve	
15 cases	{ 8 cases: confirmed by operation 2 cases: confirmed by autopsy
Controls	
MR: Rheumatic valvulitis	19 cases
Mitral valve prolapse	3 cases
LV enlargement	2 cases
MSR+TR	6 cases
Congenital heart disease	56 cases
Miscellaneous	4 cases
	90 cases

MR=mitral regurgitation; LV=left ventricular; MSR=mitral stenosis and regurgitation; TR=tricuspid regurgitation.

例を検討した。

傍胸骨拍動は、仰臥位にて第 3、第 4 ないし第 5 肋間胸骨左縁のもっとも大きな拍動を、フクダ電子製ポリグラフ MCM 8000、または同社製多チャンネル心音心電計を用い、シーメンス製ミンゴグラフ 804、または三栄測器製レコーディングオシログラフにて、紙送り速度 100 mm/sec で心音図、心電図と同時記録した。トランスデューサーはフクダ電子製 TY 303 を用いた。腱索断裂の一部の症例では、心カテーテル検査中肺動脈楔入圧と傍胸骨拍動とを同時記録した。

傍胸骨拍動について、収縮期の波形を Fig. 1 のように 4 つの型に分類した。I 型は収縮早期に持続の短い外方運動を示すもの、II 型は収縮早期に小さな外方運動を示し、その後急峻に立ち上がり II 音あるいはその直前にピークがあり、III 音に一致する拡張早期の谷をもつ、いわゆる左房

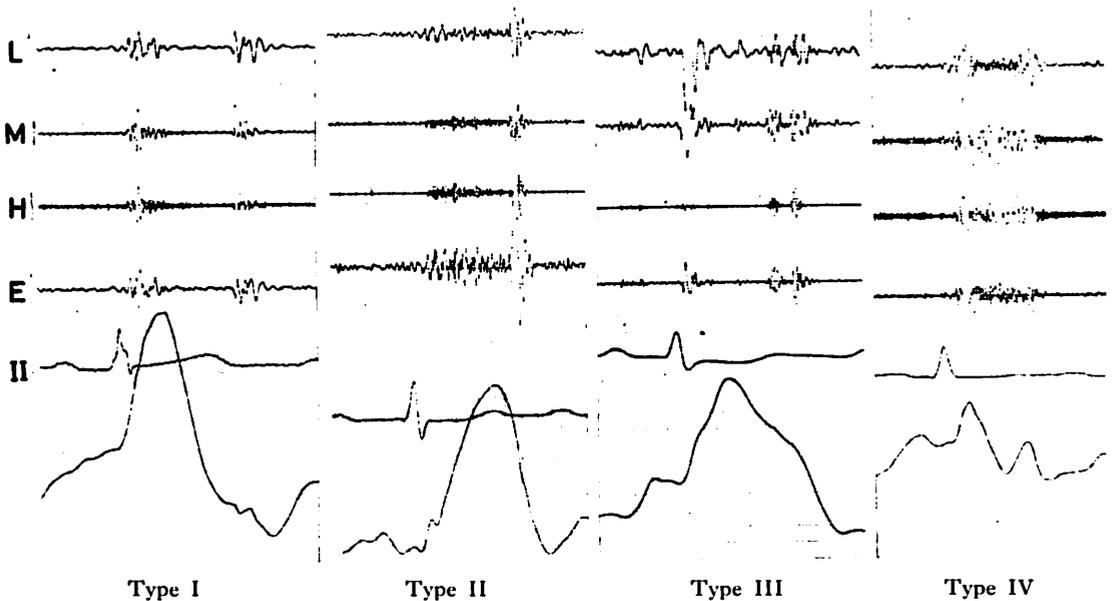


Fig. 1. Types of parasternal pulsation.

L=low frequency; M=middle frequency; H=high frequency; E=ear like frequency; II=lead II.

拍動波に相当するもの、III型は全収縮期性外方運動を示し、そのピークが収縮早期から中期のもの、IV型は収縮早期と後期にピークのある2峰性の外方運動を示すものとした。

成績

腱索断裂 15 例中 傍胸骨拍動が記録できたものは 10 例で、II 型が 9 例 (60%)、III 型が 2 例であり、このうち II 型と III 型の両者が記録できたものが 1 例あった (Table 2)。腱索断裂以外の 90 例中 II 型の傍胸骨拍動は、心室中隔欠損症の 1 例と Ebstein 奇形の 1 例、計 2 例 (2%) に認めたとすぎなかった。

リウマチ性弁膜症、僧帽弁逸脱症および左室拡大による MR では、II 型を示したものは 1 例もなく、I, III, IV 型に分布していた。また心室中隔欠損症や動脈管開存症などの両心負荷疾患も、腱索断裂以外の MR と同様に分布した。僧帽弁狭窄症兼閉鎖不全症と相対的三尖弁閉鎖不全症の合併例、肺動脈弁狭窄症、原発性肺高血圧症など

の右室圧負荷疾患は、いずれも III 型であった。右室容量負荷疾患である心房中隔欠損症では、24 例中 20 例が I 型であり、III 型を示した 4 例はいずれも肺高血圧症があり、うち 3 例では右左シャントを認めた。IV 型は腱索断裂以外の MR、心室中隔欠損症、動脈管開存症などの左室容量負荷を伴う症例に多い傾向があった。

症 例

Fig. 2 は 81 歳の男性例で、前尖中央部の腱索が断裂していた。胸骨左縁第 4 肋間で II 型の拍動が記録され、本例の剖検標本より計測した flail leaflet の範囲は 35% であった。

Fig. 3 は 57 歳の男性例で、II 型の拍動を胸骨左縁第 3 肋間で記録した。本例は前尖と後尖の後交連側の腱索が断裂しており、僧帽弁逆流は Sellers IV 度で、手術標本より計測した flail leaflet の大きさは 32% であった。

Fig. 4 は 54 歳の男性例で、胸骨左縁第 3 肋間で II 型の拍動を記録した。この波形は図下段に

Table 2. Parasternal pulsations in various cardiac diseases

Diagnosis	I	II	III	IV	Total	
MR	RCT		9*	2*	10	
	Rheumatic valvulitis	5		9	5	19
	MVP	2			1	3
	LV enlargement			1	1	2
VSD	6	1	5	3	15	
PDA	4		1	1	6	
Coronary AV fistula			1		1	
MSR+TR			6		6	
PS			6		6	
PPH			2		2	
Thromboembolic PH			1		1	
TOF	1			1	2	
ASD	20		4		24	
TR (CCM)				1	1	
Ebstein's anomaly		1	1		2	

RCT=ruptured chordae tendineae; MVP=mitral valve prolapse; VSD=ventricular septal defect; PDA=patent ductus arteriosus; PS=pulmonary stenosis; PPH=primary pulmonary hypertension; PH=pulmonary hypertension; TOF=tetralogy of Fallot; ASD=atrial septal defect; CCM=congestive cardiomyopathy. See Table 1 for other abbreviations.

*: one patient with MR due to RCT showed both type II and III pulsations.

示す, 術中記録した左房圧波形にきわめて類似していた. 本例は後交連側の腱索断裂で, 僧帽弁逆流は Sellers III 度, flail leaflet の大きさは 30% であった.

Fig. 5 は 63 歳の男性例で, 胸骨左縁第 3 肋間で記録した拍動波と肺動脈楔入圧との同時記録を示す. 肺動脈楔入圧のピークは圧の transmission delay のため, 傍胸骨拍動波のピークよりわずかに遅れているが, 両波形は酷似しており, この拍動波は左房圧 V 波に由来するものと考えられた. 本例は前尖と後尖の前交連側の腱索断裂で, 僧帽弁逆流は Sellers IV 度, flail leaflet の大きさは 23% であった.

Fig. 6 は 58 歳の女性例で, 胸骨左縁第 4 肋間で II 型の拍動を記録した. この拍動は図下段のように, 同時に記録した肺動脈楔入圧波形と類似し, 左房圧 V 波に由来すると考えられた. 本例は前交連側の前尖腱索断裂で, 僧帽弁逆流は Sellers IV 度, flail leaflet の大きさは 22% であった.

III 型の拍動波が記録された 1 例を除く腱索断裂例における左房拍動の有無と断裂部位との関係を Table 3 に示す. 前尖と後尖では差がみられなかったが, 両弁尖に腱索断裂が及んでいるものは全例, 左房拍動波が記録された. またこの拍動波が記録されたものは, されないものより僧帽弁逆流の程度がより強い傾向がみられた (Table 4).

腱索断裂例において, 左房拍動の有無と心エコー図よりみた左房径, 左室拡張終期径, 肺動脈楔入圧または左房圧 V 波の高さ, 腱索断裂による flail leaflet の大きさととの関係を Fig. 7 に示す. 左房拍動波の記録されたものはされないものより, V 波が高く, 左房径や flail leaflet の範囲も大きかった. 一方, 左室径との間には一定の傾向がみられなかった.

考 案

今回我々が検討した II 型, すなわち I 音付近に小さな外方運動を示し, その後急峻に立ち上がり II 音あるいはその直前にピークをもち, III 音に一致した拡張早期の谷をもつ左房拍動波については, 1937 年 Dressler⁴⁾ が初めて報告した. その後 Armstrong ら⁵⁾はこの拍動を left atrial lift と呼び, 僧帽弁逆流による急激な左房の拡張を反映していると述べた. 彼らによれば, この拍動波は重症の MR に多く認めるが, この拍動波形と肺高血圧症の有無, 左房圧 V 波の高さ, および左房の大きさとの間には相関がみられなかったとしている.

一方, Basta ら^{3,6)}は, 腱索断裂例では左房拍動波が左房圧 V 波とよく一致することを観察している. 我々の検討でも, この左房拍動と肺動脈楔

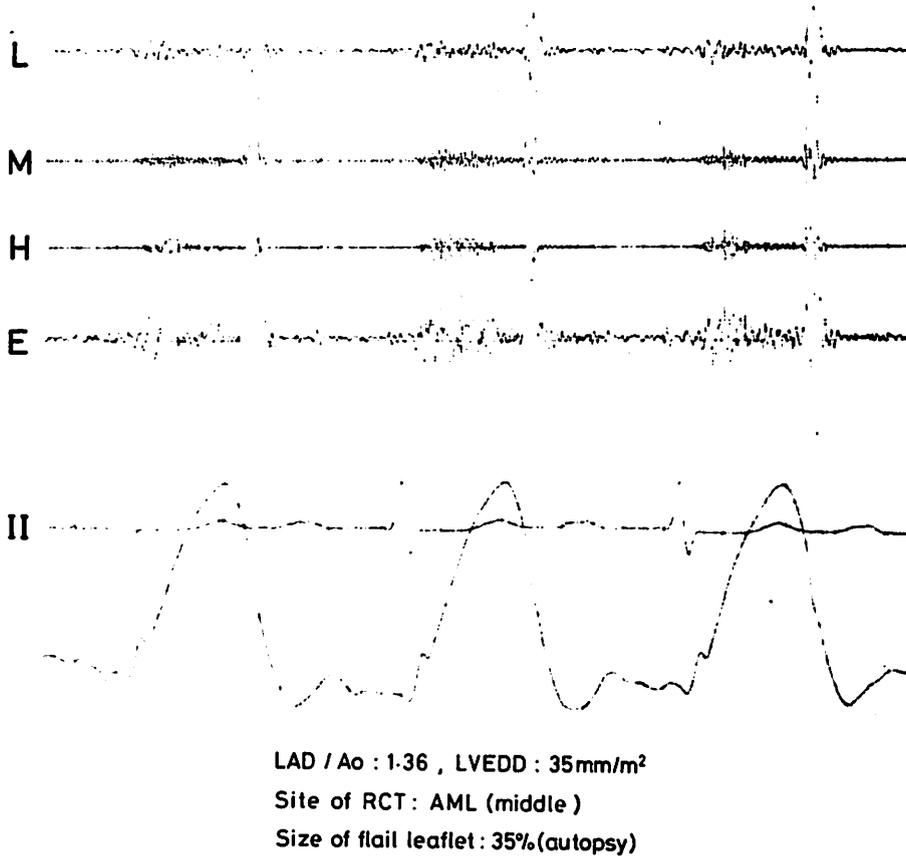


Fig. 2. Parasternal pulsation from a patient with mitral regurgitation (MR) due to ruptured chordae tendineae (RCT) (K. A., 81y.o, male).

Type II parasternal pulsation was recorded in the fourth intercostal space (4LSB) and the phonocardiogram at the apex.

LAD=left atrial dimension; Ao=aortic dimension; LVEDD=left ventricular end-diastolic dimension; AML=anterior mitral leaflet. See Fig. 1. for other abbreviations.

入圧との同時記録で、両波形が類似し、左房拍動は左房への強い逆流による高い左房圧 V 波に由来する胸壁拍動であると思われる。また、この拍動は腱索断裂による MR に高頻度に出現するが、その他の原因(リウマチ性弁膜症、僧帽弁逸脱症、左室拡大)による MR や、右室負荷疾患ではきわめてまれであり、腱索断裂に特異的所見と考えられる。

ところで、Baxley ら⁹⁾は、腱索断裂による MR

はリウマチ性 MR に比べ左房がより小さく、左房圧の上昇と左房 compliance の低下が特徴的であると述べている。この差異は、Roberts ら¹⁰⁾がいうように、MR の進展の速さに関係があり、腱索断裂例のように急激に左房へ多量の逆流が起こる場合には、左房壁は肥厚し、compliance は低下するため、左房圧や肺動脈圧は上昇しやすくなる。一方、リウマチ性 MR のように長期間に MR が進行する場合には、左房壁の compliance

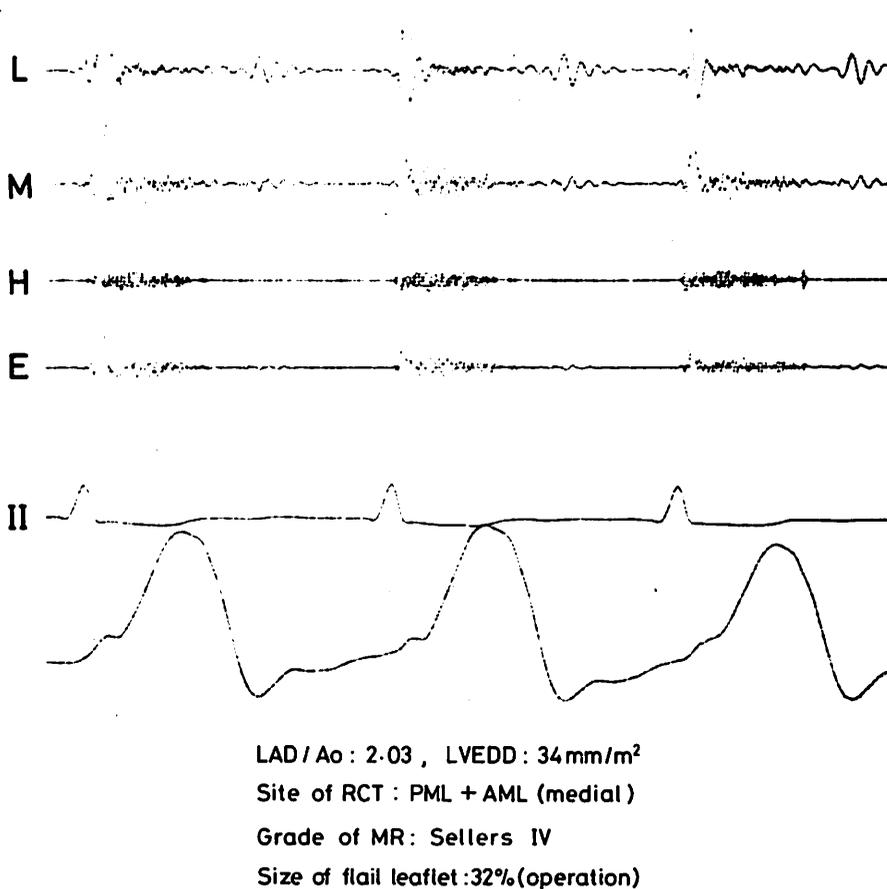


Fig. 3. Parasternal pulsation from a patient with MR due to RCT (J. M., 57y.o, male).

Type II parasternal pulsation was recorded in the third intercostal space (3LSB) and the phonocardiogram at the apex.

PML=posterior mitral leaflet. See Figs. 1 and 2 for other abbreviations.

が増大し、左房圧の上昇が防がれると考えられている。

我々が検討した腱索断裂例では、左房拍動波が記録された症例のほうが、されないものより左房径が大きい傾向があったが、これは逆流量がより多いことによるのであろう。しかし今回検討したリウマチ性弁膜症によるMR例で、僧帽弁逆流がSellers III, IV度のものは、いずれも左房径/大動脈径比が2.0以上(平均値±標準誤差: 2.26±0.09, n=7)であったが、左房拍動が記録され

た腱索断裂例のそれは 1.61 ± 0.07 (n=9)とリウマチ性弁膜症例に比べ有意に小さかった。

したがって同じく重症のMRといっても、Braunwaldら¹¹⁾のいう左房拡大が著しく正常左房圧を呈する症例よりも、左房拡大は軽いが左房圧の上昇しやすい腱索断裂例において、左房拍動が出現しやすいものと思われる。我々の成績でも、支持を失ったflail leafletの範囲が大きく、逆流の程度が強くと、左房圧V波の高い腱索断裂例に左房拍動が記録された。僧帽弁逸脱症や左室拡大

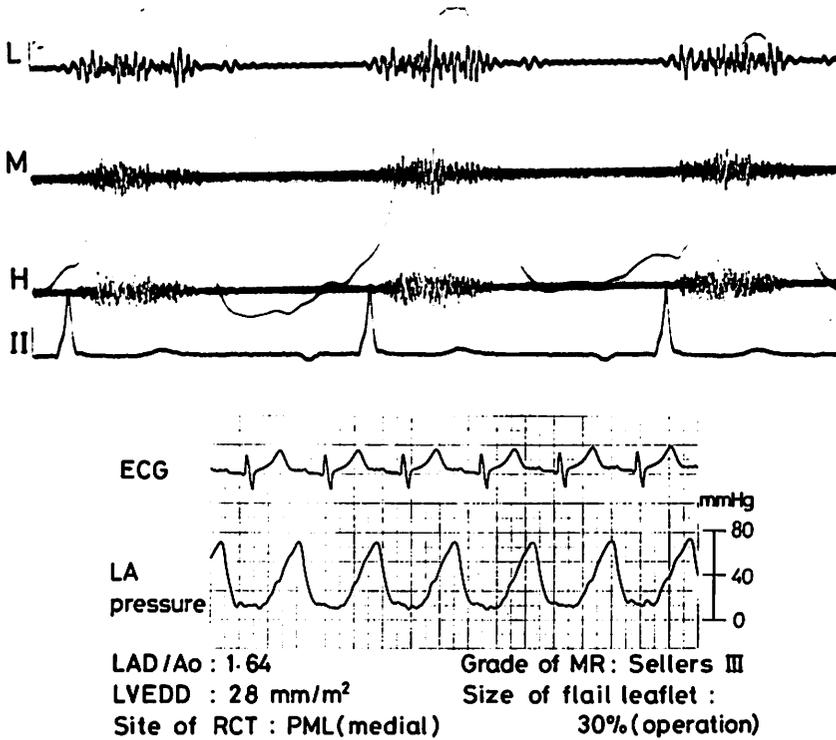
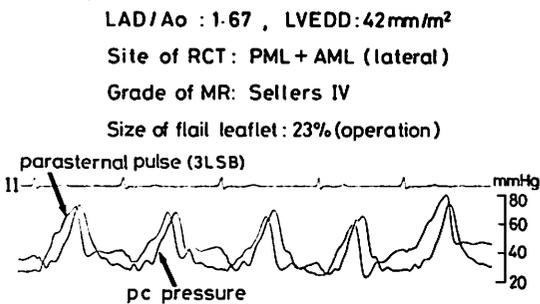


Fig. 4. Type II parasternal pulsation (upper) and left atrial (LA) pressure tracing during operation (lower) from a patient with MR due to RCT (Y. O., 54y.o, male).

The contour of parasternal pulsation is similar to that of the pressure tracing. Parasternal pulsation was recorded in the third intercostal space (3LSB) and the phonocardiogram at the apex. See Figs. 1, 2 and 3 for abbreviations.



←Fig. 5. Simultaneous electrocardiogram (lead II), parasternal pulsation, and pulmonary wedge (pc) pressure recordings from a patient with MR due to RCT (N. H., 63y.o, male).

The parallelism between parasternal pulsation and the wedge pressure tracing is seen. The peak of the v wave is later than that of parasternal pulsation by the delay in pressure transmission time through the fluid-filled catheter. Parasternal pulsation is recorded in the third intercostal space (3LSB). See Figs. 1, 2 and 3 for abbreviations.

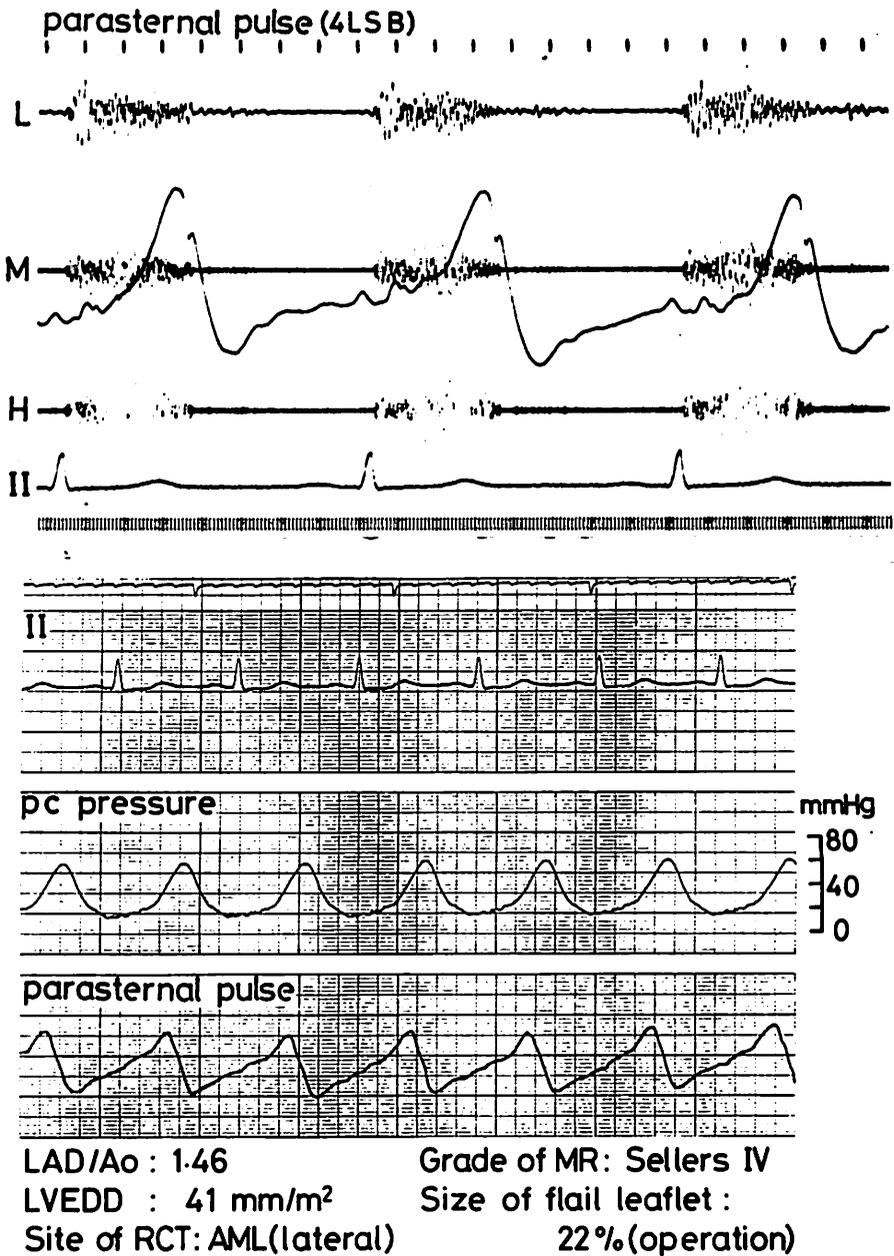


Fig. 6. Type II parasternal pulsation in the fourth intercostal space (4LSB) and phonocardiogram at the apex (upper) from a patient with MR due to RCT (H. M., 58y.o, female). Simultaneous recordings of parasternal pulsation and pulmonary wedge (pc) pressure show the parallelism between the two (lower). See Figs. 1 and 2 for abbreviations.

Table 3. Left atrial pulse and the site of ruptured chordae tendineae (RCT) of the mitral valve

Left atrial pulse	Site of RCT		
	AML	PML	AML+PML
+	2	4	3
-	2	3	0

All 3 patients with torn chordae of both anterior and posterior mitral leaflets show left atrial pulse. AML=anterior mitral leaflet; PML=posterior mitral leaflet; +: present; -: absent.

Table 4. Left atrial pulse and the grade of mitral regurgitation (MR) due to ruptured chordae tendineae

Left atrial pulse	Grade of MR*		
	I, II	III	IV
+	0	1	3
-	0	5	0

Grade of MR in patients with left atrial pulse is greater than that in patients without it. +: present; -: absent; *: Sellers.

に伴う MR では、僧帽弁逆流の程度が軽いものが多く¹²⁾、左房圧の上昇も軽度であるため左房拍動は認められなかったものと考えられる。

右室負荷のさいみられる傍胸骨拍動は、容量負荷では、我々の I 型に相当する収縮早期にピークをもち、収縮後半には陰性化ないしは基線にもどる波形が多く、圧負荷では III 型に相当する全収縮期外方運動を示すことが従来より報告されてい

る¹⁻³⁾。一方、Gillam ら¹⁾は心室中隔欠損症や MR では、この III 型の sustained pattern が必ずしも右室肥大を意味せず、しばしば収縮早期と後期にピークをもつ 2 峰性の波形 (IV 型) を示すことを報告している。彼らは、拡大した左室が通常の右室の位置を占拠するようになることや、MR では拡大した左房がさらにこの傾向を助長することなどが、傍胸骨拍動が必ずしも右室に由来

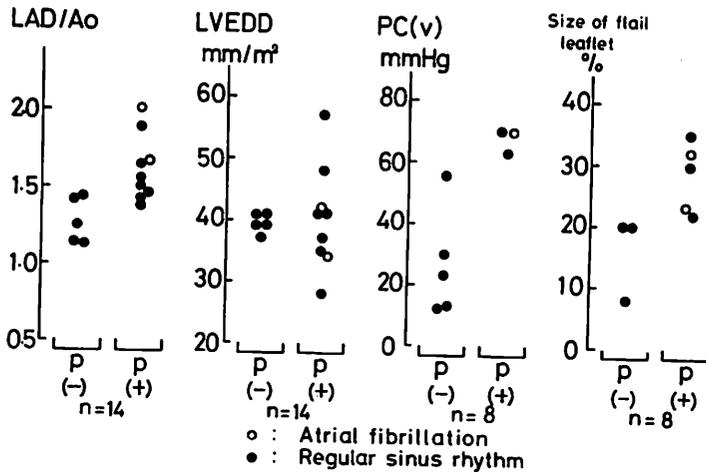


Fig. 7. Left atrial pulse and cardiac measurements in ruptured chordae tendineae of the mitral valve.

Patients with left atrial pulse reveal larger left atrial dimension (LAD) measured by echocardiography, higher amplitude of a pulmonary wedge (pc) v wave, and larger size of the flail leaflet determined by operation or autopsy.

p=left atrial pulse; LVEDD=left ventricular end-diastolic dimension; +: present; -: absent.

しなくなる原因と考えている。

Ewy ら¹³⁾は, MR 患者の傍胸骨拍動を右室圧および左房圧と同時記録することにより, この拍動波の収縮早期成分は右室に由来するが, II 音付近の収縮後期成分は左房圧 V 波に一致し, 左房由来であると報告している。したがって, MR でみられる傍胸骨拍動波が, Ewy らのいうように, 右室拍動と左房拍動の合成波であると考えれば, 両者の強さ関係により種々の拍動波が生じてよいはずであり, 今回検討した I~IV 型の拍動波もこれにより説明できるものと思われる。

すなわち, 比較的軽症の MR では正常者にも認められる I 型をとりやすく, 逆に重症の MR, とりわけ慢性肺高血圧症を伴うものでは, 右室由来の外方運動が大きくなるため^{6,13)}, 右室圧負荷例にみられる III 型, あるいは, 右室拍動と左房拍動の合成波としての III 型ないし IV 型を呈しやすくなるものと考えられる。また II 型の拍動波は, 右室拍動に比べ左房由来の拍動が非常に強く, これが傍胸骨拍動の主体をなすことから, 左房拍動と呼ばれるゆえんと考えられる。一方, 相対的 MR のように逆流の程度が強くなくても, 左室拡大が著しい場合には, Gillam らのいうように III 型あるいは IV 型の拍動波の発生に, 左室が関与している可能性が考えられる。ただし, 我々の成績では, 腱索断裂例における左房拍動の出現の有無と左室径との間には一定の関係がみられず, この拍動の発生への左室の関与は少ないと思われる。

左房拍動は僧帽弁逆流の程度が強く, 左房圧 V 波の著しく高い MR 例において出現しやすいことから, 必ずしも腱索断裂例でなくても認められてよいはずである。しかし実際には, このような条件を満たす MR は, 腱索断裂による急性 MR 以外ではまれであり, 今回の検討でも II 型の傍胸骨拍動は腱索断裂例に限られていた。したがって, 左房拍動はベッドサイドで得ることのできる, 比較的重症の僧帽弁腱索断裂を示唆する所見として診断的価値がある。

要 約

左房拍動の頻度と診断的価値を検討するために, 腱索断裂 (RCT) による僧帽弁閉鎖不全症 (MR) 15 例について, 傍胸骨拍動を分析し, 他の原因 (リウマチ性弁膜症 19 例, 僧帽弁逸脱症 3 例, 左室拡大 2 例) による MR 24 例, および種々の右室負荷疾患 66 例から得られた傍胸骨拍動と比較した。胸骨左縁第 3, 4 ないし 5 肋間の傍胸骨拍動は, 4 つの型に分類された。

I 型: 持続の短い収縮早期の外方運動で, 収縮後期から拡張早期には陰性波へとつながるもの。

II 型: 収縮早期に小さな外方運動を示し, その後大動脈弁閉鎖あるいはその直前にピークをもつ大きな収縮後期の外方運動を示し, III 音に一致した拡張早期の谷をもつ, いわゆる左房拍動に相当するもの。

III 型: نادらかな全収縮期外方運動を示し, そのピークが収縮早期から中期のもの。

IV 型: 収縮早期と後期にピークのある 2 峰性の外方運動を示すもの。

II 型の拍動波は, RCT 15 例中 9 例で記録された。II 型の拍動波をもつ 3 例で肺動脈楔入圧が記録されたが, この肺動脈楔入圧波形は, いずれも傍胸骨拍動波形にきわめて類似していた。一方, この II 型の拍動波は, RCT 以外の原因による MR 24 例では 1 例にも認められず, また右室負荷疾患 66 例ではわずか 2 例に認められたにすぎなかった。この II 型の拍動波が記録された 2 例のうち 1 例は, 心室中隔欠損症で, 他の 1 例は Ebstein 奇形であった。RCT 以外の原因による MR 患者は, I, III ないし IV 型の傍胸骨拍動を示した。原発性肺高血圧症と肺動脈弁狭窄症患者 8 例は, 全例 III 型を示し, 心房中隔欠損症では 24 例中 20 例が I 型を示した。RCT 患者のうち, 左房拍動が記録されたものは, されないものに比べ, 肺動脈楔入圧 V 波がより高く, 手術ないし剖検で確認された flail leaflet の範囲がより大きかった。

以上から、II型の傍胸骨拍動(左房拍動)は、重症のRCTによるMRに特異的所見であり、他の心疾患ではまれであると結論する。

文献

- 1) Gillam PMS, Deliyannis AA, Mounsey JPD: The left parasternal impulse. *Brit Heart J* 26: 726, 1964
- 2) Stapleton JF, Groves BM: Precordial palpation. *Amer Heart J* 81: 409, 1971
- 3) Basta LL, Bettinger JJ: The cardiac impulse: A new look at an old art. *Amer Heart J* 97: 96, 1979
- 4) Dressler W: Pulsations of the wall of the chest. V. Pulsations associated with mitral regurgitation and aneurysmal dilatation of the left auricle. *Arch Intern Med* 60: 663, 1937
- 5) Armstrong TG, Meeran MK, Gotsman MS: The left atrial lift. *Amer Heart J* 82: 764, 1971
- 6) Basta LL, Wolfson P, Eckberg DL, Abboud FM: The value of left parasternal impulse recordings in the assessment of mitral regurgitation. *Circulation* 48: 1055, 1973
- 7) 麻野井英次, 中林智之, 戸島雅宏, 石川忠夫, 中瀬真一, 粕野謙介, 石原和明, 石原茂樹, 中川禎二, 前田昭治, 藤村光夫, 北川正信: 腱索断裂による僧帽弁閉鎖不全症の4例: 左房拍動波の診断的価値と超音波断層法による腱索断裂部位診断について. *心臓* 12: 614, 1980
- 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) Baxley WA, Kennedy JW, Feild B, Dodge HT: Hemodynamics in ruptured chordae tendineae and chronic rheumatic mitral regurgitation. *Circulation* 48: 1288, 1973
- 10) Roberts WC, Braunwald E, Morrow AG: Acute severe mitral regurgitation secondary to ruptured chordae tendineae. *Circulation* 33: 58, 1966
- 11) Braunwald E, Awe WC: The syndrome of severe mitral regurgitation with normal left atrial pressure. *Circulation* 27: 29, 1963
- 12) 藤木明, 稲坂暢, 北村隆, 麻野井英次, 高田重男, 池田孝之: 僧帽弁閉鎖不全症の左室機能と逆流程度の非観血的評価. *J Cardiography* 10: 521, 1980
- 13) Ewy GA, Gomez L, Marcus FI: Left parasternal pulsations in patients with mitral insufficiency. *Circulation* 32 (Suppl II): II-83, 1965