

運動負荷心エコー図法による僧帽弁狭窄症の左室収縮機能評価の臨床的意義

Value of exercise echocardiography in evaluating left ventricular systolic function in mitral stenosis

北村 浩一  
古川 啓三\*  
盛川 洋一  
小杉 義和\*  
海老沢 哲也\*  
杉原 洋樹\*  
井上 大介\*  
朝山 純\*  
中村 隆志\*  
国重 宏\*\*  
落合 正和  
勝目 紘\*  
伊地知 浜夫\*

Hirokazu KITAMURA  
Keizo FURUKAWA\*  
Youichi MORIKAWA  
Yoshikazu KOSUGI\*  
Tetsuya EBIZAWA\*  
Hiroki SUGIHARA\*  
Daisuke INOUE\*  
Jun ASAYAMA\*  
Takashi NAKAMURA\*  
Hiroshi KUNISHIGE\*\*  
Masakazu OCHIAI  
Hiroshi KATSUME\*  
Hamao IJICHI\*

Summary

Exercise echocardiography was performed for 34 patients with mitral stenosis (MS) to evaluate left ventricular (LV) systolic function. The patients were categorized in three groups according to the work loads attained: Group I, 14 patients who attained 25 watts; Group II, 10 patients, 50 watts; and Group III, 10 patients, 75 watts. Among these groups, there were no statistical differences between the resting echocardiographic LV systolic function and their cardiac catheterization data. Resting LV end-diastolic and end-systolic dimensions (EDD and ESD) did not differ by group. During exercise, EDD and ESD decreased significantly in all groups, but ESD at the maximum exercise in Group I was greater than those of the other groups. The percent fractional shortening of the left ventricle (%FS)

京都府立洛東病院 循環器内科  
京都市東山区東大路通五条上る(〒605)  
\*京都府立医大 第二内科  
京都市上京区河原町広小路(〒602)  
\*\*松下記念病院 第三内科  
守口市日吉町 2-16 (〒570)

The Second Department of Medicine, Kyoto Prefectural Rakuto Hospital, Higashi Oji 5 Jo Agararu, Higashiyama-ku, Kyoto 605  
\*The Second Department of Medicine, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kawaramachi-Hirokoji, Kamigyo-ku, Kyoto 602  
\*\*The Third Department of Medicine, Matsushita Memorial Hospital, Moriguchi 570

Received for publication June 17, 1987; accepted September 4, 1987 (Ref. No. 33-K8)

decreased significantly with exercise in Group I, while it increased significantly in the other groups. The mean velocity of circumferential fiber shortening (mean Vcf) increased significantly in all groups, but the extent was least in Group I. The exercise-induced changes in %FS ( $\Delta\%$ FS) and mean Vcf ( $\Delta$ mean Vcf) correlated closely with exercise duration ( $r=0.80$ ,  $r=0.73$ ), but this was not the case in the mitral valve area.

Postoperatively, exercise echocardiography was also performed for 14 patients with mitral stenosis; two of seven patients in Group I, four of five in Group II, and two in Group III showed significant improvement in exercise tolerance after surgery. However, the other six patients showed no change in their exercise tolerance. The former patients had positive values in  $\Delta\%$ FS and more than 0.5 circ/sec in  $\Delta$ mean Vcf during pre-operative evaluations, while, except one patient, those who did not improve had negative  $\Delta\%$ FS values and less than 0.5 circ/sec in  $\Delta$ mean Vcf.

It was concluded that the change in LV systolic function during exercise echocardiography reflects LV functional reserve in patients with MS, and provides valuable information for evaluating the severity of, indications for and benefits from surgery for MS.

#### Key words

Mitral stenosis

Exercise echocardiography

Left ventricular systolic function

### はじめに

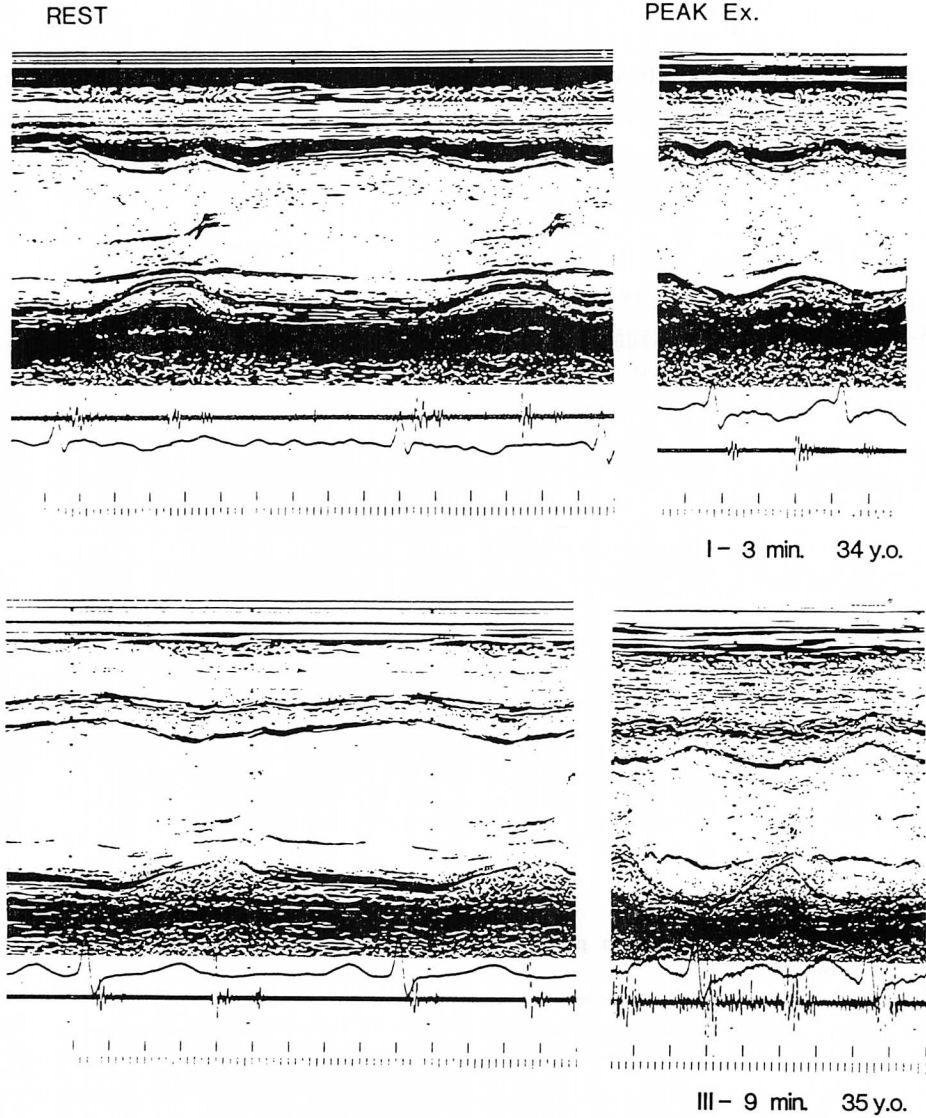
僧帽弁狭窄症 (mitral stenosis : MS) において、血行動態および臨床症状の改善を目的として、僧帽弁交連切開術あるいは弁置換術による狭窄の解除が行われる。しかし、本症患者の心機能分類と僧帽弁口面積 (mitral valve area : MVA) とは必ずしも一致せず<sup>1,2)</sup>、弁口を開大しても臨床症状が改善しない例が少なからず報告され、原因として左室収縮異常の存在が指摘されてきた<sup>3-5)</sup>。本研究では運動負荷心エコー図法を本症患者に施行し、運動耐容能に対する左室収縮機能の重要性を検討した。さらに、僧帽弁交連切開術あるいは人工弁置換術施行の症状改善度に対する術前の左室収縮予備能評価の妥当性を検討し、“どの時点で手術をすれば心機能は正常域にもどるか”について言及した。

### 対象と方法

対象は MS 患者 42 例 (平均 47 歳, 男 12 例, 女 30 例) である。MS における運動時の左室反応性の特徴を明らかにする目的で、対照群として、有意の心疾患およびスポーツ歴のない正常者 10 例 (平均 45 歳, 男 4 例, 女 6 例) を用いた。方法は被

検者を臥位または軽度左側臥位とし、運動負荷には自転車エルゴメーター (Siemens Elema 製) を用い、初期負荷量 25 watt から 3 分毎に 25 watt ずつ増量する多段階亜最大運動負荷試験を施行した。運動負荷の終了点は呼吸困難、全身倦怠感、下肢疲労感等の自覚症状の発現時、あるいは目標心拍数 (220 から年齢を減じた値の 85%) の到達時とした。同時に超音波心断層装置 (東芝製 SSH-11A, 60A) を使用して左室長軸または短軸像を描出し、左室 M モード心エコー図を各負荷終了直前に心電図、心音図とともに、毎秒 10 cm の紙送り速度にて半呼吸停止下に記録した (Fig. 1)。血圧も同様に各負荷終了 30 秒前からマンシェット法にて測定した。

計測は心電図上の R 波の頂点で左室拡張末期径 (end-diastolic dimension : EDD), 心音図上の II 音で左室収縮末期径 (end-systolic dimension : ESD) をそれぞれ計測し、おのおの 5~7 心拍の平均値として求めた。心房細動例については最低 7 心拍以上計測した。左室内径短縮率 (% fractional shortening, %FS) は  $(EDD-ESD)/EDD \times 100(\%)$  として求め、また頸動脈波あるいは大動脈弁 M モード心エコー図より左室収縮時間 (ejection time : ET) を計測し、mean Vcf (circ/



**Fig. 1. Representative M-mode echocardiograms at rest and during peak exercise.**

A patient in Group I (upper panel) shows the deterioration of left ventricular systolic function during exercise; whereas, a patient in Group III (lower panel) shows exercise-induced augmentation of left ventricular systolic function.

sec) を  $(EDD - ESD) / (EDD \times ET)$  として算出した。心臓カテーテル検査は運動負荷終了前後7日以内に施行した。8F Miller 製 microtip manometer を用いて左室圧 (left ventricular pres-

sure) を、また、7F Swan-Ganz catheter あるいは 7F Courmand catheter を用いて肺動脈楔入圧 (pulmonary capillary wedge pressure) を同時に記録し、僧帽弁口圧較差 (mitral valve pressure

gradient) を求めた. 心係数 (cardiac index) は Fick 法により算出した. MVA は Gorlin の方法により算出した. 左室駆出率 (left ventricular ejection fraction) は左室造影像 (右前斜位 30 度, 左前斜位 60 度) から Simpson 法により求めた. 冠動脈造影は全例に施行した.

術後症例: 前述の MS 患者 42 例中, 僧帽弁交連切開術あるいは人工弁置換術後, 1 年以上を経過し, 術前後をともに評価しえた 18 症例 (平均 48 歳, 男 5 例, 女 13 例) についても同様のプロトコールにて運動負荷心エコー図法を施行した. 僧帽弁交連切開術後患者 10 例についての MVA は,

安静時の僧帽弁部の左室短軸断層図より Wann らの方法<sup>6)</sup>に準じて求めた. また, 人工弁置換術後患者 (Björk-Shiley 弁 3 例, St. Jude Medical 弁 5 例) の MVA はサイズにより異なり, また生体内での MVA 測定には問題はあるが, 簡易的に一律に 2.5 cm<sup>2</sup> で表わした.

成績は平均±標準偏差で表わした. 群間比較は分散分析で行ない, さらに 2 群間の平均値の差の検定は Duncan's new multiple range test を使用し, また同一群内では Student's paired t test を使用した. いずれも危険率 5% 以下を有意とした.

**Table 1. Clinical characteristics in three groups of mitral stenosis**

Groups	Age (mean±SD)	Sex	Rhythm	NYHA			Tricuspid regurgitation			
		M : F	NSR : Af	I	II	III	(-) I	II	III	IV
I-3 min (n=14)	52±8	3 : 11	1 : 13	5	9		1	7	5	1
II-6 min (n=10)	44±8	2 : 8	3 : 7	5	5		1	4	5	
III-9 min (n=10)	47±8	5 : 5	7 : 3	2	8		2	6	2	

M=male; F=female; Af=atrial fibrillation; NSR=normal sinus rhythm; NYHA=New York Heart Association functional class.

**Table 2. Hemodynamic data in patients with mitral stenosis and in normal control subjects**

	Mitral stenosis			Control
	Group I-3 min	Group II-6 min	Group III-9 min	
Subjects (No.)	14	10	10	10
Age (yr.)	51 ± 8*	44 ± 8	47 ± 7	45±7
Pulmonary artery wedge pressure (mmHg)	20.3 ± 6.9	16.7 ± 4.7	16.1 ± 6.6	
LV end-diastolic pressure (mmHg)	11.9 ± 2.6	11.5 ± 2.3	12.4 ± 3.7	
Mitral valve pressure gradient (mmHg)	12.9 ± 5.7	8.7 ± 3.6	10.1 ± 3.8	
Mitral valve area (cm <sup>2</sup> )	1.16 ± 0.34	1.29 ± 0.42	1.37 ± 0.37	
LV ejection fraction (%)	51.5 ± 12.0	60.5 ± 9.2	57.8 ± 9.2	
Cardiac index (l/min/m <sup>2</sup> )	2.8 ± 0.6	2.8 ± 0.8	2.9 ± 0.7	

Values represent means±standard deviations.

\*: statistically different from control at p<0.05

LV=left ventricle.

結 果

1. 術前僧帽弁狭窄症患者について

運動負荷試験には、偶発症なく終了した例中、極端な左室形態異常や局所収縮異常例を除き、心エコー図を明瞭に記録しえた34例(平均48歳, 男10例, 女24例)を選択し、到達し得た運動負荷量から25 watt 以上 50 watt 未満 (I: 3 min 群: 平均運動持続時間: 3.5分) 14例, 50 watt 以上 75 watt 未満 (II: 6 min 群: 6.0分) 10例, 75 watt 達成群 (III: 9 min 群: 9.0分) 10例の3群に分別した (Table 1). 性別では III 群に男性が多く, 心房細動, NYHA 心機能分類高度例は I, II 群に多くみられた. 合併する三尖弁逆流は I, II 群に高度例が多い傾向を認めた.

1. 心臓カテーテル検査成績の検討 (Table 2)

平均肺動脈楔入圧は I 群が II, III 群に比し高値の傾向を示したが, 有意ではなく, また左室拡張末期圧も3群間に差はなかった. 僧帽弁口圧較差は I 群が II, III 群に比し高値の傾向を示し, MVA は I 群が他群に比し僅かに小であった. 左室駆出率, 心拍出係数も群間差はなく, 運動耐容能で分類した3群を分別し得る明らかな指標はなかった.

2. 運動負荷時の心拍数, 収縮期血圧変化

心拍数は安静時 (I:  $66 \pm 11$ /分, II:  $67 \pm 13$ /分, III:  $65 \pm 8$ /分), 最大運動負荷時 (I:  $142 \pm 23$ /分, II:  $148 \pm 20$ /分, III:  $141 \pm 17$ /分) とも MS 3群間に差はなく, 収縮期血圧も安静時には3群間に差はなかった (I:  $122 \pm 20$  mmHg, II:  $117 \pm 10$  mmHg, III:  $115 \pm 17$  mmHg). 最大運動負荷時には全例昇圧したが, (I:  $150 \pm 17$  mmHg, II:  $160 \pm 13$  mmHg, III:  $162 \pm 19$  mmHg) その程度は I 群では他群に比し, 軽度であった.

3. 左室内径の検討 (Fig. 2)

左室拡張末期径 (EDD) は運動負荷により正常群では有意に増大したが, MS 群では3群とも有意に縮小した. また, MS 3群間には安静時および最大運動負荷時とも差はなかった. 一方, 左室

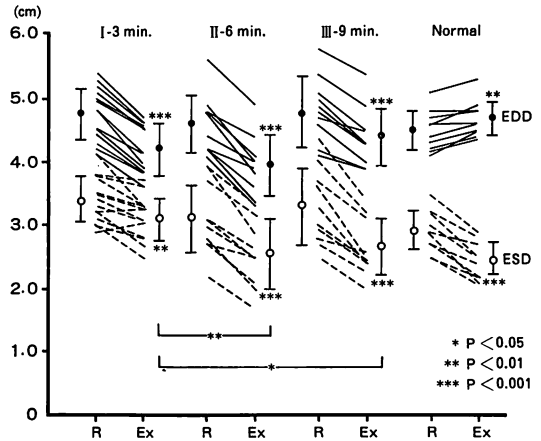


Fig. 2. Left ventricular dimensions at rest and during the peak exercise.

End-systolic dimension (ESD) decreases significantly in all MS groups (dashed lines). ESD in Group I is greater than those of the other two groups. End-diastolic dimension (EDD) decreases significantly during exercise in all MS groups (solid lines). However, there are no statistical differences among groups in EDD at rest or during exercise.

R=rest; Ex=peak exercise.

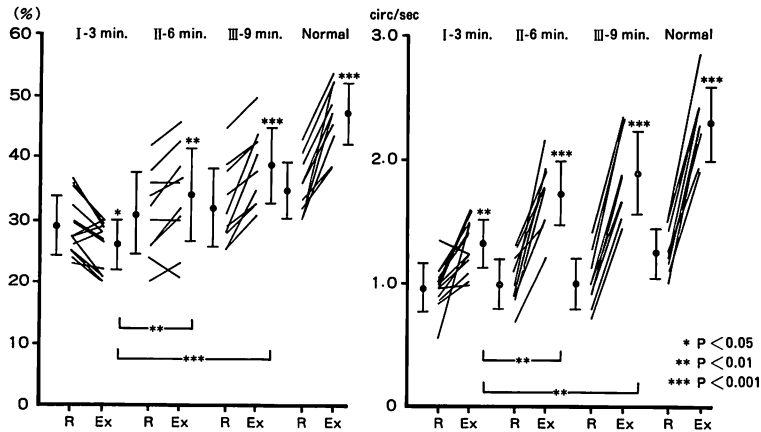
収縮末期径 (ESD) は運動負荷により正常群, MS 群とも有意に縮小した. MS 群間では, 安静時には3群間に差はなかったが, 最大運動負荷時, II, III 群に比し, I 群での縮小の程度は少なく, その差は有意であった.

4. 左室内径短縮率 %FS, mean Vcf の検討 (Fig. 3)

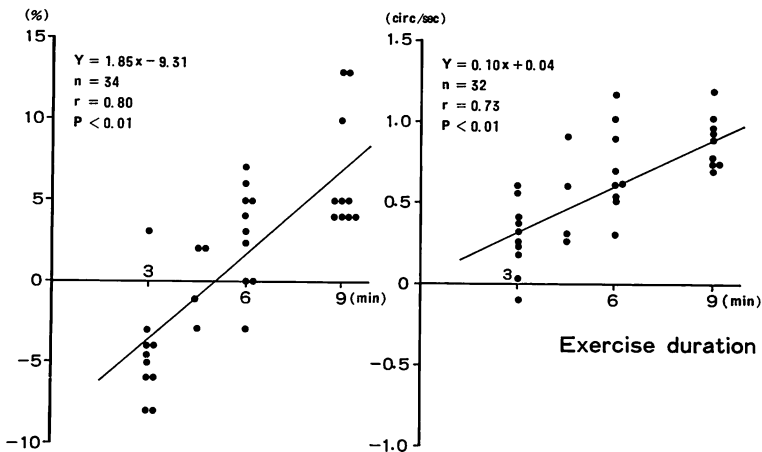
%FS は安静時, MS 3群間に差はなかった. 最大運動負荷時には, I 群では有意に低下したが, II 群, III 群では有意に増大し, 順次, 正常群に近似の動向を示した. Mean Vcf は安静時, MS 3群間に差はなかった. 最大運動負荷時には MS 3群いずれも有意に増大したが, 増大の程度は I 群で小であり, その差は II 群, III 群に比し有意であった.

5. 運動持続時間と運動負荷時における %FS ならびに mean Vcf の変動値との関係 (Fig. 4)

安静時と最大運動負荷時の値の差を Δ%FS お



**Fig. 3.** Left ventricular fractional shortening (%FS: left) and mean Vcf (right) at rest and during the peak exercise.



**Fig. 4.** Correlations between exercise duration and the exercise-induced changes in LV % fractional shortening (left panel;  $\Delta\%$ FS), and exercise duration and the exercise-induced change in mean Vcf (right panel;  $\Delta$ mean Vcf).

$\Delta\%$  FS and  $\Delta$ mean Vcf correlate well with exercise duration ( $r=0.80$  and  $0.73$ , respectively).

よび  $\Delta$ mean Vcf として求め、運動持続時間との関係を検討すると、それぞれ、 $r=0.80$ 、 $r=0.73$  となり、良好な相関を示した。

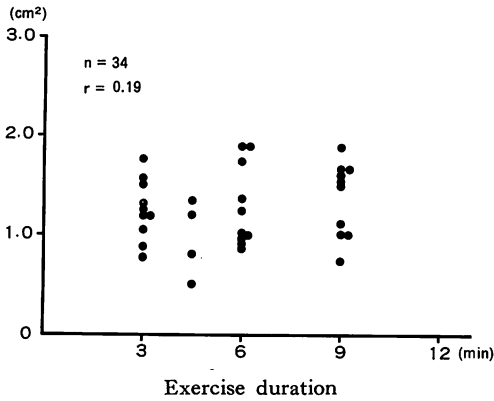
6. 運動持続時間と MVA との関係 (Fig. 5)

運動持続時間と MVA との相関は認められなかった ( $r=0.19$ )。

2. 僧帽弁交連切開術あるいは弁置換術前後の比較検討

1. 術後運動持続時間および NYHA 心機能分類の推移 (Fig. 6)

術前評価をした前述の MS 群中、I 群 7 例、II 群 5 例、III 群 2 例について術後(矢印の方向は術後を示す)の評価を行った。術前、I 群に属した 2



**Fig. 5. Correlation between exercise tolerance (duration) and mitral valve area (MVA).**

There is no correlation between exercise duration and mitral valve area ( $r=0.19$ ).

例, II 群の 4 例, III 群の 2 例(実線で示す)では運動持続時間は改善し,  $6.4 \pm 1.7$  分から  $7.9 \pm 1.8$  分に延長した. それに対し, I 群の 5 例, II 群の 1 例(破線)では MVA の開大にもかかわらず,  $4.0 \pm 1.2$  分から  $3.6 \pm 0.9$  分と不変であり, NYHA 心機能分類の推移でも, 1 例を除き改善は認められなかった.

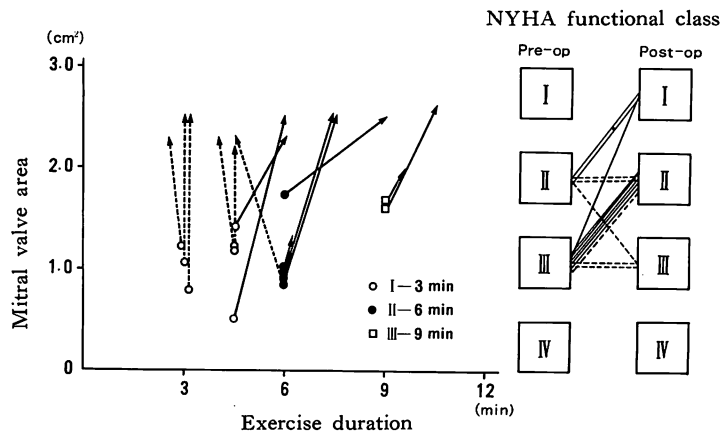
2.  $\Delta\%FS$  および  $\Delta\text{mean Vcf}$  の術前後の推移 (Fig. 7)

Fig. 6 の運動持続時間および, 臨床症状の非改善例の術後の変化を破線矢印の方向で, 改善例を実線矢印で示す. 改善例の  $\Delta\%FS$  は, 術前, 正の値を呈したのに対し, 非改善例では負の値を示し,  $\%FS$  の増加は認められず, 術後においても同様であった. また,  $\Delta\text{mean Vcf}$  も同様の矢印で示したが, 改善例では, 全例, 術前に 0.5 以上を呈したのに対し, 非改善例では 1 例を除き, 0.5 以下を示すにとどまった.

考 察

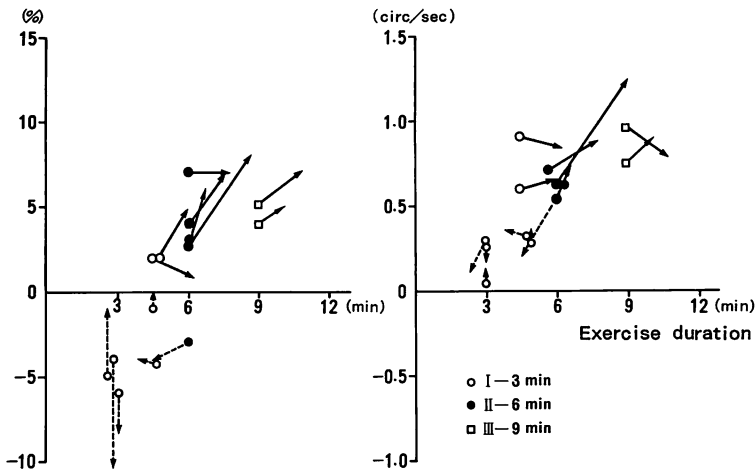
運動負荷試験を含め, 各種負荷試験は心疾患の病態解析や心機能予備能評価に頻用され, 運動負荷心エコー図法についても, その方法論, 精度, 再現性ならびに臨床上の有用性は, 既に確立されている<sup>7-12)</sup>. 我々もこれまでに運動負荷心エコー図法を MS 患者に適用し, 運動耐容能に占める左室収縮予備能の役割について報告してきた<sup>13-16)</sup>.

MS の血行動態の異常は, 第一に左房, 肺血管系へのうっ血をもたらす僧帽弁口狭窄に基因す



**Fig. 6. Individual changes in exercise duration and mitral valve area (left panel) and in the New York Heart Association functional class (right panel) after mitral valve surgery.**

Each arrow indicates a change after surgery. Eight patients showed significant improvement in exercise duration and in clinical symptoms after surgery (solid line). Six patients showed minimal or no improvement (dashed line) post-operatively.



**Fig. 7. Individual changes in  $\Delta\%$ FS (left panel) and  $\Delta$ mean Vcf (right panel) before and after mitral valve surgery (arrows).**

Patients with significant improvement after surgery show a positive value in  $\Delta\%$ FS and  $\Delta$ mean Vcf is more than 0.5 circ/sec except one patient in a pre-operative evaluation.

る。事実、今回、運動時に認められた左室拡張末期径の減少は、主に狭小な弁口面積および心拍数増大による拡張期流入時間短縮が左室充満を制約する結果によるものと考えられる。この点において、弁口面積の狭小化は MS 患者の運動耐容能を規定する一因であるとは考えられるが、僧帽弁口面積と MS 患者の運動持続時間との間の相関は認められなかった。

さらに僧帽弁口面積と運動耐容能との関係を明らかにするため、我々は<sup>15,16)</sup>、弁口面積の影響を除外した僧帽弁交連切開術後患者について、運動負荷心エコー図法による検討を行った。交連切開術による弁口面積増大の意義は、左室流入障害を改善することにより、運動時の左室拡張末期径の減少を軽減し、左室前負荷の点から運動耐容能の増大をもたらすことにあると予想される。しかし我々の検討では、交連切開術により弁口面積はほぼ十分に開大されているにもかかわらず、運動耐容能の低下した一群が存在し、これらは、閉鎖式あるいは開心交連切開術の種類、また術後経過年数に関係はなかった。したがって術後の MS の

運動耐容能は弁口面積のみに依存するものではない。また人口弁も含めた検討においても同様であり、弁口の開大にもかかわらず、術後、運動持続時間の不変である症例の存在が示された。

左室流入障害については、弁口面積に加えて、心房細動の合併による心房収縮の消失が関与する可能性も考えられる。しかし運動耐容能が良好な III 群で安静時と最大負荷時における左室拡張末期径の差をみると、心房細動例で平均 4.7 mm、洞調律例で平均 4.6 mm 縮小したが、両群に特に差を認めず、心房細動による影響は明らかではなかった。

以上から、本症に特徴的な弁口狭窄に起因する左室流入障害という観点からは、今回の主題である“どの時点で手術をすれば心機能は正常域にもどるか”の回答を、僧帽弁口面積に求めることはできなかった。また MS の血行動態評価には安静時の心臓カテーテル検査結果が用いられているが、それによっても、運動耐容能の良否により分別した 3 群を明らかに区別し得る指標は見出さなかった。



各種心疾患において、その手術成績、予後を左右する因子としての左室収縮機能評価の重要性は言うまでもない。一般には、MSの左室では圧負荷および容量負荷は受けにくい。MSの安静時左室収縮機能異常について、Hildnerら<sup>1)</sup>、Harveyら<sup>3)</sup>、Flemingら<sup>17)</sup>は本症症例の3.2~38%に左室収縮異常を認め、これが臨床症状の発現に密接に関与することを指摘した。さらに重要なことであるが、Huikuriら<sup>5)</sup>はMS 28例の心臓カテーテル検査時において、handgrip exercise test 負荷時に左室-左房圧較差が増加しない12例では手術後も症状が改善しないと報告し、左室収縮予備機能評価の重要性を指摘した。

今回、我々が対象とした術前MS例中、運動耐容能の低下したI群はNYHA III度に、良好なIII群はNYHA I~II度に相当したが、これら3群間の安静時心エコー図法(%FS, mean Vcf)および心臓カテーテル検査(左室駆出率, 心拍出係数)における左室収縮機能には差がなかった。しかし、今回の成績では、これらの症例に運動負荷試験を施行すると、左室収縮機能の反応性に明らかな群間差を生じ、 $\Delta\%FS$  および  $\Delta\text{mean Vcf}$  で示される左室収縮予備能の差異が、運動持続時間と密接に関連することが明らかとなった。しかも、これは今回の手術成績にも反映され、術前、 $\Delta\%FS$  が +0% 以上の症例では全例、また、 $\Delta\text{mean Vcf}$  が +0.5 以上の症例では1例を除き、術後における運動持続時間や臨床症状の改善が明らかで、これは交連切開術、人工弁の種類による差はなかった。

本症の左室収縮機能異常の原因として、Harveyら<sup>3)</sup>は慢性リウマチ性心筋炎による心筋因子、すなわち、“myocardial factor”の関与を指摘し、Grahamら<sup>18)</sup>は101例の剖検心の約10%に心筋炎を認め、尾崎<sup>19)</sup>は同様の所見を12例中5例に、さらにリウマチ性心筋炎の後遺症の一つである血管周囲線維症を10例に認めたと報告した。また乳頭筋短縮をはじめとする僧帽弁下部病変の関与も当然考えられ、Kirch<sup>20)</sup>はMSの大半

の剖検心に左室後壁の著明な短縮をみ、HellerとCarleton<sup>21)</sup>は、後乳頭筋側の硬化した弁下組織による壁の短縮、および二次的に生じる萎縮による左室後基部の収縮異常を認めている。さらに、Horwitzら<sup>22)</sup>は前乳頭筋側にも同様の病変が存在し、前壁の壁運動異常を招来して左室収縮末期容積増大、左室駆出率低下を生じると指摘した。

一方、本症は慢性右室負荷疾患であり、二次的に右室機能が低下し、三尖弁逆流の発生、左心拍出量の低下を招くとされ<sup>23,24)</sup>、右室機能の影響も考慮する必要がある。この他、合併する冠動脈硬化症の関与も考えられる。今回の検討では詳細な右室機能の検討は行っていないが、三尖弁逆流はIII群において軽度ではあったが、MS 3群間では明らかな差はなく、冠動脈硬化症についてもIII群の1例を除き有意な狭窄は存在しなかった。

以上の如く、本症における左室収縮異常の詳細は未だに不明であるが、上述のいずれか、あるいはそのいくつかによって左室収縮性が障害されているものと考えられる。さらに、潜在性の収縮不全を有する症例では、運動負荷試験を施行することにより、その収縮予備能の低下が運動耐容能の低下の一因をなしているものと考えられた。

今回はMモード心エコー図法を用いて検討したため、この成績が僧帽弁下部病変中、特に後壁側の影響を強く受けることが問題となるが、以前、我々<sup>14,16)</sup>が報告したように、左室短軸断層図の検討でも、拡張末期面積、収縮末期面積とも、Mモード心エコー図での径と同様な傾向を示し、後者での検討も妥当であると考えられる。

現在、MSの手術は、弁口の狭小度、NYHA心機能分類、肺うっ血、動脈塞栓症の病歴等を基準に、弁口面積の開大を主目的として施行され、手術術式、人工弁、開心補助手段の進歩に伴い、肺うっ血の軽減や塞栓症の頻度の減少に一応の成果を取ってきた。しかし、大動脈弁閉鎖不全症などにみられるように、手術そのものによる左室収縮機能の改善は疑問の残るところであった。

今回の結果のように, MS には高率に左室の収縮予備能の障害がみられ, 交連切開術, 人工弁置換術を問わず, 術後の弁口面積の開大にもかかわらず, 運動持続時間の増加, および NYHA 心機能分類の改善を認めない症例がみられた. そのような例では, 術前, すでに運動時の %FS, mean Vcf の増加がなく, これらで示される術前の左室収縮予備能評価が临床上重要であった.

手術至適時期を決定する基準は前述の如く未だ明らかにはし得ず, 今後の検討が必要であるが, 左室収縮障害の成立機序や成立過程がさらに明らかにされれば, 手術至適時期の決定に参考とし得るものと考えられる.

## 要 約

運動負荷心エコー図法を MS 患者に施行し, 運動耐容能ならびに術後の改善度に対する左室収縮機能の重要性を検討した.

1. 術前 MS 34 例は, 到達し得た運動負荷量から 25~50 watt 負荷 (I) 群 14 例, 50~75 watt 負荷 (II) 群 10 例, 75 watt 負荷達成 (III) 群 10 例の 3 群に区分され, それらについて次の如き結果がえられた.

1) 左室拡張末期径は安静時, 最大運動負荷時とも 3 群間に差はなく, 運動負荷により全群, 有意に縮小した. また, 左室収縮末期径は運動負荷により 3 群とも有意に縮小したが, 最大運動負荷時における値は I 群が他群に比し, 有意に大であった.

2) %FS, mean Vcf は安静時, 群間差なく, 最大運動負荷時には, %FS は I 群では有意に低下, 他群では有意に増大した. Mean Vcf は最大運動負荷時には 3 群で有意に増大したが, 増大の程度は I 群で小であり, 他群に比し有意に低値を示した.

3) 運動時の変化分  $\Delta\%$ FS および  $\Delta$ mean Vcf と運動持続時間とは, それぞれ  $r=0.80$ ,  $r=0.73$  と良好な正相関を示した.

4) 運動持続時間と僧帽弁口面積との相関はみ

られなかった ( $r=0.19$ ).

2. I 群 7 例, II 群 5 例, III 群 2 例について術後評価を行なった.

1) 術前, I 群の 2 例, II 群の 4 例, III 群の 2 例は運動持続時間, NYHA 心機能分類は改善したが, 残りの 6 例では不変であった.

2) 改善例では, 術前, 術後ともに  $\Delta\%$ FS は正の値を, 非改善例では負の値を示し, また,  $\Delta$ mean Vcf も全例, 術前に 0.5 以上を呈した. しかし非改善例での  $\Delta$ mean Vcf は, 1 例を除き, 0.5 以下を示すにとどまった.

以上より運動負荷心エコー図法による左室収縮予備能の評価は, 重症度や手術適応の判断, その効果予測に一つの材料を提供するものと考えられた.

## 文 献

- 1) Hildner FJ, Javier RP, Cohen LS, Samet P, Nathan MJ, Yahr WZ, Greenberg JJ: Myocardial dysfunction associated with valvular heart disease. *Am J Cardiol* 30: 319, 1972
- 2) Selzer A: Cardiac valve replacement: An answered question. *Am J Cardiol* 37: 322, 1976
- 3) Harvey RM, Ferrer I, Samet P, Bader RA, Bader ME, Cournand A, Richards DW: Mechanical and myocardial factors in rheumatic heart disease with mitral stenosis. *Circulation* 11: 531, 1955
- 4) Feigenbaum H, Campbell RW, Wunsch CM, Steinmetz EF: Evaluation of the left ventricle in patients with mitral stenosis. *Circulation* 34: 462, 1966
- 5) Huikuri HV, Takkunen JT: Value of isometric exercise testing during cardiac catheterization in mitral stenosis. *Am J Cardiol* 52: 540, 1983
- 6) Wann LS, Weyman AE, Feigenbaum H, Dillon JC, Johnston KW, Eggleton R: Determination of mitral valve area by cross-sectional echocardiography. *Ann Int Med* 88: 337, 1978
- 7) Sugishita Y, Koseki S: Dynamic exercise echocardiography. *Circulation* 60: 743, 1979
- 8) Crawford MH, White DH, Amon KW: Echocardiographic evaluation of left ventricular size and performance during handgrip and supine and upright bicycle exercise. *Circulation* 59: 1188, 1979
- 9) Stein RA, Michielli D, Fox EL, Krasnow N:

- Continuous ventricular dimensions in man during supine exercise and recovery: An echocardiographic study. *Am J Cardiol* **41**: 655, 1978
- 10) Zwehl W, Gueret P, Meerbaum S, Hol't D, Corday E: Quantitative two-dimensional echocardiography during bicycle exercise in normal subjects. *Am J Cardiol* **47**: 866, 1981
- 11) Sugishita Y, Koseki S, Matsuda M, Tamura T, Yamaguchi I, Ito I: Dissociation between regional myocardial dysfunction and ECG changes during myocardial ischemia induced by exercise in patients with angina pectoris. *Am Heart J* **106**: 1, 1983
- 12) 西田和夫, 古川啓三, 山田千尋, 杉原洋樹, 仁木俊平, 北村 誠, 栗林敏郎, 河野義雄, 松久保晴生, 勝目 紘, 伊地知浜夫: 運動負荷心エコー図法の再現性に関する検討. *日超医講演論文集* **39**: 503, 1981
- 13) 北村浩一, 樋上雅一, 幸田正明, 西田和夫, 古川啓三, 朝山 純, 勝目 紘, 伊地知浜夫, 辻 光, 斎藤良夫, 国重 宏: 僧帽弁狭窄症の左室収縮機能評価における動的運動負荷心エコー図法の意義. *日超医講演論文集* **44**: 67, 1984
- 14) Kitamura H, Furukawa K, Nishida K, Tsuji H, Ebizawa T, Higami M, Kouda M, Morikawa Y, Nakagawa H, Sugihara H, Asayama J, Katsume H, Ijichi H, Saito Y, Kunishige H: Assessment of left ventricular performance in patients with mitral stenosis using dynamic exercise echocardiography. *Jpn J Med Ultrason* **12**: 282, 1985 (in Japanese)
- 15) 北村浩一, 西田和夫, 幸田正明, 樋上雅一, 辻光, 古川啓三, 朝山 純, 勝目 紘, 伊地知浜夫, 斎藤良夫, 国重 宏: 僧帽弁狭窄症の運動耐容能におよぼす左室収縮能の意義——運動負荷心エコー図法による僧帽弁交連切開術後患者の検討——. *日超医講演論文集* **46**: 445, 1985
- 16) Kitamura H: Left ventricular systolic function in patients with mitral stenosis assessed by dynamic exercise echocardiography. *J Kyoto Pref Univ Med* **95**: 611, 1986 (in Japanese)
- 17) Fleming HA, Wood P: The myocardial factor in mitral valve disease. *Br Heart J* **21**: 117, 1959
- 18) Graham GK, Taylor JA, Ellis LB, Greenberg DJ, Robbins SL: Studies in mitral stenosis: II. A correlation of post-mortem findings with the clinical course of the disease in one hundred one cases. *Arch Intern Med* **88**: 532, 1951
- 19) 尾崎治夫: 僧帽弁狭窄症におけるいわゆる myocardial factor に関する研究: 1. 僧帽弁狭窄症にみられる左室壁運動異常についての臨床的検討; 2. 僧帽弁狭窄症の左室心筋病変についての病理学的検討. *日内会誌* **74**: 430, 1985
- 20) Kirch E: Alterations in size and shape of individual regions of heart in valvular disease. *Verh Dtsch Ges Inn Med* **41**: 324, 1929
- 21) Heller SJ, Carleton RA: Abnormal left ventricular contraction in patients with mitral stenosis. *Circulation* **42**: 1099, 1970
- 22) Horwitz LD, Mullins CB, Payne RM, Curry GC: Left ventricular function in mitral stenosis. *Chest* **64**: 609, 1973
- 23) Selzer A, Cohn K: Natural history of mitral stenosis: A review. *Circulation* **45**: 878, 1972
- 24) Hansing CE, Rowe GC: Tricuspid insufficiency: A study of hemodynamics and pathogenesis. *Circulation* **45**: 793, 1972