

先天性僧帽弁閉鎖不全症に対する僧帽弁輪縫縮術の効果 とくに、心エコー図による術後追跡調査について

京都大学医学部外科学教室第2講座（指導：日笠頼則教授）
滋賀医科大学外科学教室第2講座（指導：岡田慶夫教授）

南 一 明

〔原稿受付：昭和54年1月25日〕

Echocardiographic Follow-up Study on Congenital Mitral Incompetence after Mitral Annuloplasty

KAZUAKI MINAMI

The 2nd Department of Surgery, Faculty of Medicine, Kyoto University
(Director : Prof. Dr. YORINORI HIKASA)

The 2nd Department of Surgery, Shiga University of Medical Science
(Director : Prof. Dr. YOSHIO OKADA)

Mitral annuloplasty (MAP) has been performed on 17 cases with congenital mitral incompetence (MI) except endocardial cushion defect. In these patients, pre- and post-operative and long-term (less than 7.2 years) echocardiograms have been recorded and compared serially. The factors which are selected and employed for this present evaluation are amplitude (Amp) and diastolic descent rate (DDR) of the mitral valve, interventricular septal excursion (IVSE), left ventricular outflow tract dimension (LVOTD) and left atrial dimension (LAD) in the echocardiogram. These factors are compared also with the grade of MI determined by left ventricular angiography.

Conclusions : 1) The characteristic echo pattern of the mitral valve after MAP reveals very similar to the pattern of mitral stenosis (MS). MS-like changes of pattern are more clearly found by high degree MAP, and are diminished gradually in a few years : 2) Echocardiography is very useful and may be alternative for angiography on follow-up study of congenital MI, if the echocardiographic evaluations are performed on the base of the characteristic postoperative change of factors as follows, Amp, DDR, IVSE, LVOTD, LAD, and so on. 3) The degree of mitral ring stenosis which was created by MAP is not increased and most of the cases have been in the favorable hemodynamics in this present

Key words : Echocardiographic follow-up study, Congenital mitral incompetence, Mitral annuloplasty, Growth, Residual regurgitation.

索引語：心エコー図による予後追跡調査，先天性僧帽弁閉鎖不全症，僧帽弁輪縫縮術，成長，遺残逆流

Present address : The 2nd Department of Surgery, Faculty of Medicine, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto, 606, Japan.

follow-up study.

On echocardiographical follow-up study of the MAP in childhood, it should be taken into account that the mitral valve followed annuloplasty itself enlarges also with physical growth.

I 緒 言

先天性僧帽弁閉鎖不全症(先天性 MI)は、単独にみられることは稀であるが、心内膜床欠損症(ECD)、修正大血管転位症(C-TGA)、心房中隔二次孔欠損症(ASD)、心室中隔欠損症(VSD)、あるいは動脈管開存症(PDA)などの左→右短絡を有する心疾患や心筋症などにしばしば合併してみられる疾患である。現在では、このような小児の先天性 MI に対しては弁形成術を行なって治療し、できるだけ弁置換術¹⁴⁾¹⁹⁾は避けることが原則とされている⁵⁷⁾。しかしながら、弁形成術の遠隔成績は報告者によって差があり、その評価はいまだに一定していない。一方、MI の診断とその逆流の程度の判定には左心室造影所見が最も重要視されている。しかしながら、Sellers の分類⁴⁶⁾のⅡ～Ⅲ度以上の逆流がみられる症例では、心エコー法でもかなり正確な診断が下せる。さらに、高速度超音波断層法(Real Time Cross-sectional Echocardiography)によれば、弁尖の動きや接合の様子が明確に捕えられ、逆流を評価することも可能である。心エコー法は再現性が高く、記録も容易で、しかも、非観血的に外来でも手軽に行える利点があり、診断面では勿論のこと、弁手術の術後追跡調査の面でもきわめてすぐれた検査法である。

著者は、先天性 MI に対する僧帽弁形成術、とくに弁輪縫縮術(Mitral Annuloplasty-MAP)の治療成績を評価する目的で、左心室造影所見などと対比しながら術前および術後各時期における心エコー図を検討した。その結果、先天性 MI に対する MAP が、血行動態のうえで満足すべき成績を示すことが判明したので報告する。

II 研究対象ならびに研究方法

1968年9月から1977年11月の間に天理よろづ相談所病院心臓血管外科において、MAP を受けた先天性 MI の症例は27例である。その内で、術前、術後を通じて2回以上超音波検査を行った17例を研究対象とした。

その詳細は表1の通りである。

年齢は、最低1才6ヶ月、最高14才で、平均6.0才である。術後観察期間は、3ヶ月から7年2ヶ月に及んでおり、平均5.0年である。心血管造影法から判定した術前の MI の程度は、全症例が Sellers の分類⁴⁶⁾でⅢ度以上である。術後は0度が2例、1度が6例、Ⅰ～Ⅱ度が1例、Ⅱ度が5例、Ⅲ度が1例、Ⅳ度が1例、心不全による死亡が1例である。合併心疾患についてみれば、孤立性 MI は4例で、他の13例はいずれも合併心疾患を有し、PDA 合併が4例、VSD 合併が7例、VSD・大動脈弁閉鎖不全症(AI)合併が1例、VSD・PDA 合併が1例である。

手術時の僧帽弁の所見では、弁輪拡大が11例、前交連尖の形成不全が1例、後交連尖の形成不全が9例、前弁尖腱索付着異常のために前弁尖の一部が左房へ回転し逆流をきたしたものが6例、腱索の延長または短縮が8例、cleft の存在したものが2例であった。

なお、以下の3群を対照として検討した。

1) 後天性 MI 群：これには腱索断裂による MI 5例、弁輪拡大による二次性 MI 2例、リウマチ性 MI 4例の計11例が含まれており、年齢は18～46才に亘っている。なお、AI 兼三尖弁閉鎖不全症(TI)合併1例を含む。

2) VSD 群：孤立性 VSD 15例が含まれており、年齢は1～15才(平均7.2才)であるがその内1例に術後39%の遺残短絡を認めた。

3) MI 非手術群：Ⅱ度以下のMIを合併した VSD または PDA で、VSD または PDA のみ手術を行い MI を放置した6症例が含まれている。年齢は6ヶ月～5才(平均2.7才)である。短絡率は59～80%で、短絡量が過多のため Fick 法では計算不能のものも2例含まれている。

超音波検査には、日本無線医理学研究所製 Aloka SSD-3 および Aloka SSD-90W を用いた。また、探触子には2.25MHz の10mm 径、または3.5MHz の5mm 径を使用した。いずれの症例でも被検者を仰臥させ、探触子を第4または第3肋間で胸骨左縁上に

表1 先天性僧帽弁閉鎖不全症一覽表

症例	年齢	性	心血管造影法 MIの程度	心臓カテーテル検査法			手術		結果	
				肺動脈楔入圧	Pp/Ps	短絡	弁口径	弁所見		
MI	1	2.5	♀	Ⅲ→Ⅰ	V ₂₃ 18 → V ₉ 8 mmHg	0.42 →0.23	0	27→21 mm	1 3 5	良
	2	8.3	♀	Ⅲ→0	V ₁₅ 10 → V ₁₁ 10	0.28 →?	0	28→22	4 5 (6)	優
	3	11.10	♀	Ⅲ→Ⅰ	V ₂₅ 15 → 15	0.39 →0.32	0	38→29	5	優
	4	1.10	♀	Ⅳ→Ⅳ	22 → 12	1.35 →?	0	30→15	1 3 4 6	死
MI PDA	5	14.1	♀	Ⅲ→Ⅲ	? → V ₁₅ 11	0.50 →0.31	72%	43→30	3	可
	6	1.7	♀	Ⅳ→Ⅰ-Ⅱ	27 → 8	0.91 →0.40	67%	34→14	3 5	優
	7	10.4	♂	Ⅳ→<Ⅰ	18 → 9	0.93 →0.38	66%	—	1 3	良
	8	3.5	♀	Ⅳ→0	25 → 20*	0.81 →?	59%	26→15	1 2 4 5	優
MI VSD	9	10.0	♀	Ⅳ→Ⅰ-Ⅱ	? → 9	0.94 →0.34	65%	60→30	3 (5)	良
	10	6.6	♂	Ⅲ→Ⅱ	22 → 8	0.61 →0.28	70%	29→18	1 (3)	良
	11	2.4	♂	Ⅳ→Ⅳ	3 _{1(16)*} → 2 _{4(20)*}	0.85 →0.52	47%	30→18	1 4 5	可
	12	2.3	♀	Ⅲ→<Ⅰ	12 → 9	0.62 →0.30	78%	22→11	1	優
	13	2.6	♂	Ⅲ→Ⅰ	V ₂₀ 15* → V ₁₅ 14*	0.43 →0.31	36%	35→15	3 4	優
	14	1.6	♂	Ⅳ→<Ⅰ	V ₃₀ 18 → V ₁₀ 7	0.83 →0.37	15%	27→17	1 (3)	優
	15	3.4	♀	Ⅳ→Ⅰ-Ⅱ	12 → 25*	1.0 →0.45	64%	35→15	1 4 5	優
MI-VSD AI	16	10.5	♂	Ⅳ→Ⅰ	22 → 6	0.67 →0.27	66%	60→30	1	良
MI-VSD PDA	17	12.1	♂	Ⅳ→Ⅰ	V ₃₆ 20 → 6	0.80 →0.36	53%	52→26	1 3	優

弁所見：1 弁輪拡大 2 前交連尖の形成不全 3 後交連尖形成不全 (4)前弁尖腱索附着異常のため前弁尖の一部が左房へ翻転 5 腱索の延長又は短縮 6 cleft * 手術場測定

おき、ビームを垂直方向ないし内上方に向けて、僧帽弁前尖エコーが最大振幅を示す方向で心エコー図を記録した。僧帽弁前尖振幅 (C-E Amplitude, Amp)、僧帽弁前尖の拡張期後退速度 (Diastolic Descent Rate, DDR)、心室中隔の動き (Excursion of Interventricular Septum, IVSE)、左房径 (Left Atrial Dimension, LAD)、左室流出路径 (Left Ventricular Outflow Tract Dimension, LVOTD) などの計測は、各心エコー図から町井の記載²⁷⁾に従って行なった。

Ⅱ 研究結果

A. MAP 術後にみられる典型的な心エコー図

MAP 術後の心エコー図 (Mモード) の推移を比較

検討するために、標準的な心エコー図の2, 3を提示する。

症例10：6才男児、VSD+MI+PH (肺高血圧症) との診断のもとに開心術を行なった。VSD はパッチで閉鎖した。僧帽弁は後交連尖の形成不全であったので、後交連部に MAP を施行した。術後Ⅱ度の逆流を残した。術後の心エコー図では、最初 図1のように軽度上昇したF点も1年たつと下降し、ほぼ正常な波形となっている。

症例11：2才4ヶ月男児、VSD+MI+PH との診断のもとに開心術を施行した。VSD はパッチで閉鎖した。僧帽弁には弁輪拡大、前弁尖の腱索附着異常がみられたので、両交連部に強力な MAP を施行した。

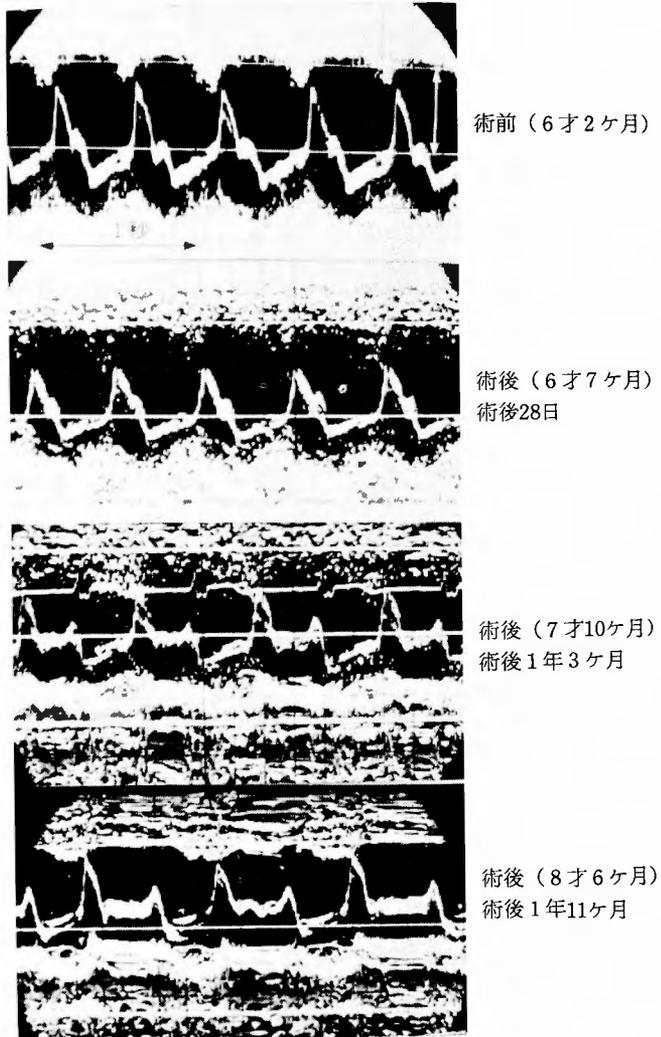


図1 症例10 VSD (Ⅱ)・MI (Ⅲ度) 6才男児

しかし、術後Ⅳ度のMIを残した。術後の心エコー図では、図2のように、DDRはよく減少しているがAmp, LAD, IVSE, LVOTDには殆んど変化が認められない。波形はやや矩形波に変形し、前弁尖に振盪がみられる。弁輪が十分に縮小されているにもかかわらず、逆流が残存していることが判る。5年後でも、心エコー図の上でMAPの影響がみられた。

症例：18才男子、腱索断裂にてⅣ度のMIをきたした症例である。両交連部に強力なMAPを、また後弁尖の腱索断裂部にはMcGoon³¹⁾の方法により弁尖の縫縮を行なった。術後に逆流は認められず、図3のよ

うにAmpおよびDDRは著明に減少し、F点は上昇して“洞調律を保った状態のMS”様の矩形波を呈している。しかし、弁尖のエコー強度は正常範囲内である。また、後尖弁輪は前方に突出して図上で判別しやすく、前尖および後尖の動きの対称性が部分的に障害されている。LAD, IVSE, LVOTDも減少し、MAPの効果は良好である。

B. MAP 術後の心エコー図諸値の変化

MAP 術後の心エコー図上の変化を各測定値別に検討すると以下の通りである。

1. 僧帽弁前尖振巾 (Amp)

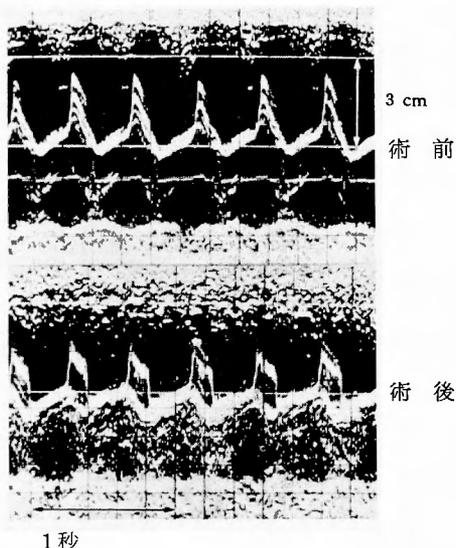


図2 症例11 VSD (I)・MI (IV度) 2.4才男児

Amp の測定値を比較するに当っては、年齢による差を考慮して体表面積で除した指数値 (mm/M^2) を用いた。図4は先天性MI群の術前、術後、遠隔期および後天性MI群、VSD群、MI非手術群の術前、術後におけるAmpの変動を示している。Ampは先天性MI群とMI非手術群とは術前に、それぞれ46.1、47.5と高い値を示したが、術後はそれぞれ35.5、37.1と著明に減少している。これに反し、VSD群では術前値(33.2)と術後値(32.9)との間にほとんど差がみられない。後天性MI群では、術前21.6であるが、17.2と軽度の減少がみられる。先天性MI群ではAmpは術後急激に減少し、その後も緩徐に減少を続け、術後3年内外でほぼ安定する。

なお、Ampの実測値で比較すると、図5のように、術後急激な減少をきたしそのあと緩徐な増加傾向がみられる。前述のように、年齢を考慮した算定を行えばAmpは一定して減少の傾向をたどる。

小児の成長に伴って僧帽弁自体も成長するからAmpの変動を比較検討するには、年齢的要素を考慮した著者の方法がより適当であると考えられる。

2. 僧帽弁前尖の拡張期後退速度(DDR)

先天性MI群の術前、術後、遠隔期のDDRの推移

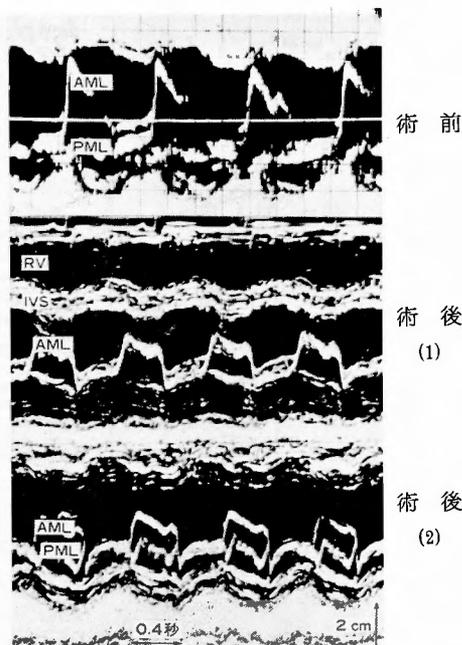


図3 高度の弁輪縫縮術による心エコー図の変化 18才男児 腱索断裂によるMI (IV度)

をみると、図6のように、術後急激な減少をきたし、そのあとまもなく上昇の傾向を示すようになる。遺残MIの程度によるDDR値の相違はみられない。後天性MI群では、術前のDDRは128.7であるが、術後は72.6と減少し先天性MI群の場合とほぼ同様の減少がみられる。VSD群では、術前のDDRは100.7であって術後も104.0とほとんど差がみられない。

MI非手術群では、術前のDDRは91.3で術後には88.5と減少しているが、先天性MI群に比べると術前後の差は顕著ではない。

3. 左房径(LAD)

LADもAmpと同様に年齢を考慮して指数化して比較した。先天性MI群では、図7のように、術前58.3であったが術後は35.3と著しく縮小している。その後も縮小傾向は継続し、3年前後で安定する。そして、大部分の症例が30以下となり正常値の範囲内に入る。図からも3年を経た時点では、LAD値は遺残MIの程度にほぼ対応した値をとっていることがわかる。

後天性MI群では、術前29.0であったのが、術後20.1に縮小している。VSD群では、術前28.0であったのが、術後30.2と軽度拡大しているが、短絡が遺残した1例を除けば、術前後の差は殆んどみられない。

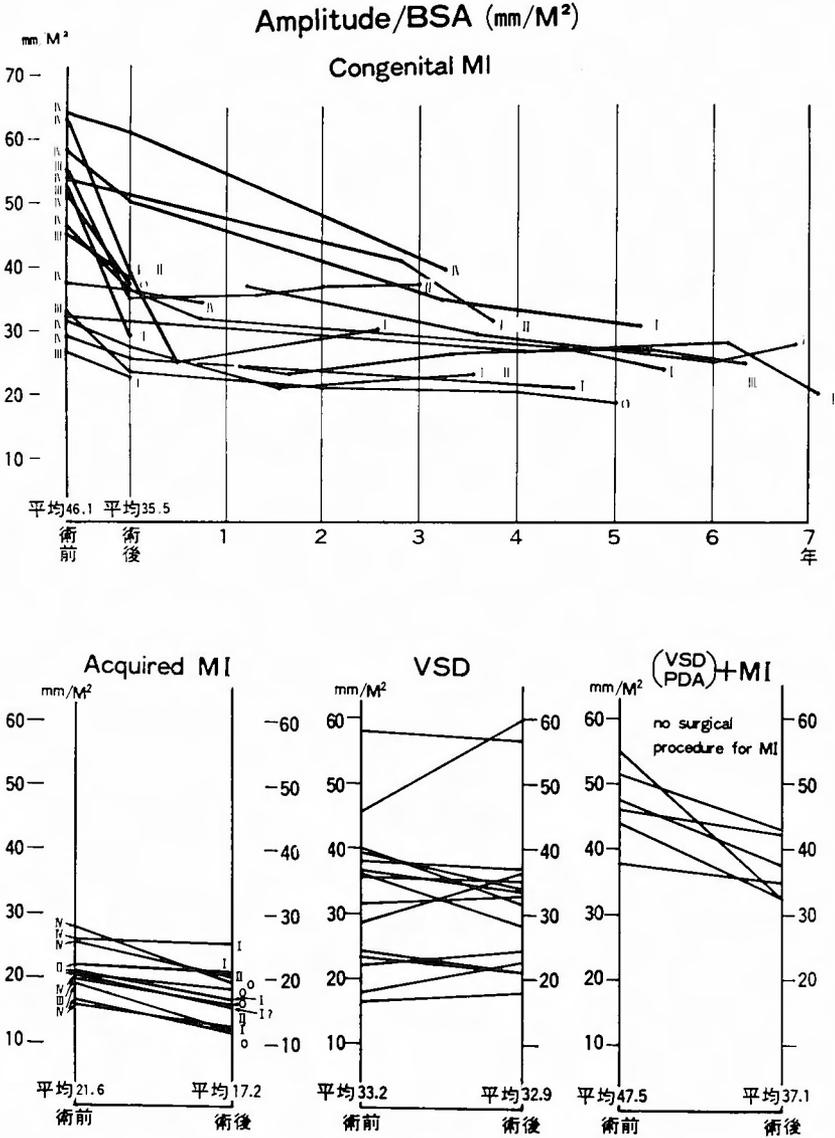


図4 弁輪縫縮術後の Amp の変化 ローマ数字は sellers 分類による MI の程度を示す (以下の図もすべて同じ)

MI 非手術群では術前49.3であったのが、術後31.7に縮小している。

4. 心室中隔の動き (IVSE)

IVSE についても、Amp と同様に年齢を考慮して指数化した。先天性 MI 群では、図8のように、IVSE は術前16.8であったのが、術後9.5に減少している。その後はほぼ安定した状態を維持しており、遠隔期の

IVSE は遺残 MI の程度をおおむね反映している。なお、術後1ヶ月で10以上の値を示した症例は、遺残 MI IV度の症例11の1例のみである。VSD 群では、術前後の IVSE 値にはほとんど差がみられない。MI 非手術群では、術前16.7であったのが、術後12.5に減少している。すなわち、先天性 MI 群では MAP による IVSE の減少が、他の対照群と比較して最も顕

前弁尖振巾 (mm)

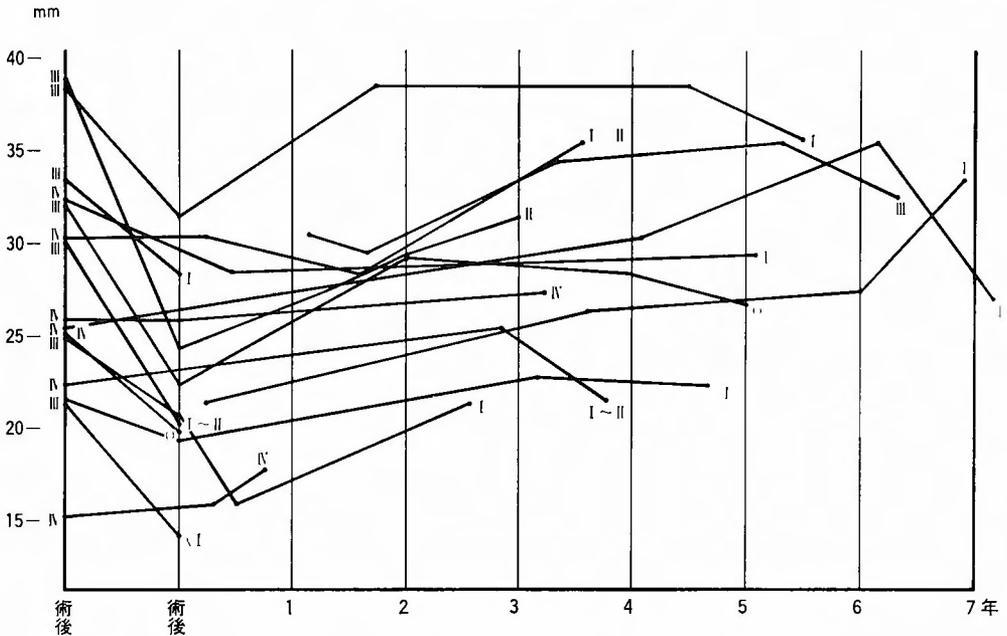


図5 先天性MIにおける弁輪縫縮術後の Amp の変化 (実測値)

著にみられる。

5. 左室流出路経路 (LVOTD)

LVOTD も前者と同様に指数化した。先天性 MI 群では、図9のように、術前6.66を示したのが、術後4.92と減少しその後は安定している。遺残 MI がⅣ度の症例では $5\text{cm}/\text{M}^2$ を越え、明らかに高値を示している。

一方、VSD 群では術前4.45であったのが術後3.87と僅かに減少し MI 非手術群では術前7.42であったのが、術後5.34と、先天性 MI 群と同程度の減少を示している。しかし、後天性 MI 群では、術前2.63で術後2.27とほとんど変化がみられない。

6. 弁輪縫縮の程度と各パラメーターとの関係

図10は、弁輪縫縮の程度と各パラメーターとの関係を示したものである。弁輪縫縮の程度は、術前の弁口面積に対する術後のその比でもって示し、各パラメーターの変化についても、術後：術前の比でもって示した。図中、先天性 MI 群は○印で、後天性 MI 群は●印で示した。また、遺残 MI の程度はローマ数字で示した。

a. 弁輪縫縮の程度と Amp の減少程度との関係

弁輪縫縮の程度は、大部分が50%以下で、平均34.6%であった。先天性 MI 群の場合、弁輪縫縮の程度と Amp の減少程度との間には、はっきりした相関はみられない。すなわち、 $r=0.24$ $p>0.1$ であった。遺残 MI の程度がⅡ～Ⅲ度以上の結果不良群では、Amp の減少は90%以上にどまっており、遺残 MI Ⅱ度以下のものとは明らかに差がみられた。

b. 弁輪縫縮の程度と DDR の減少程度との関係

術後16日目の1例を除けば、両者の間には比較的はっきりした相関がみられ、 $r=0.60$, $P<0.05$ である。しかしながら、弁輪縫縮の程度と遺残 MI との間には、全く相関々係はみられない。

c. 弁輪縫縮の程度と LAD の減少程度との関係

結果不良群を除いた先天性 MI 群では、両者の間に相関が認められ、 $r=0.63$, $p<0.05$ である。後天性 MI 群では、縫縮が行なわれても LAD は期待されたほど、減少しない。これは、小児と成人とで、左房壁の弾力性や復元性に差がみられるためであろう。

d. 弁輪縫縮の程度と IVSE の減少程度との関係

両者の間には相関がみられず、 $r=0.33$, $p>0.1$ である。術後の IVSE は大部分が70～30%の減少範囲内

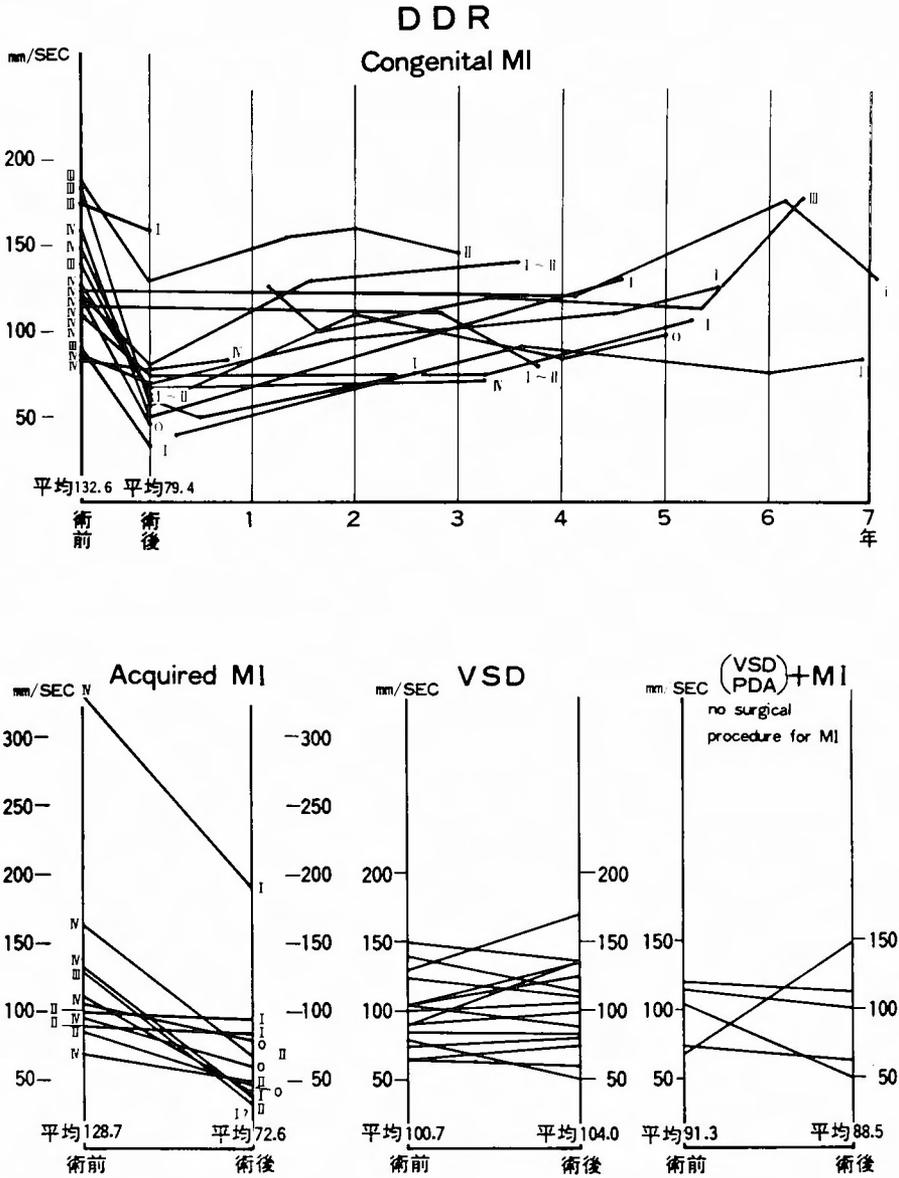


図6 弁輪縫縮術後のDDRの変化

に入っている。

e. 弁輪縫縮の程度とLVOTDの減少程度との関係
両者の間には、はっきりした相関はみられず、 $r=0.50$, $p>0.1$ である。これは、遺残MIの影響が大きいためであろう。

IV 考 按

後天性MIは、主として病理学的原因によって招来されるが、先天性MIは先天的な解剖学的異常にもとづいており、両者の原因は本質的に異なっている。先天性MIの解剖学的所見は多くの人々によって詳しく

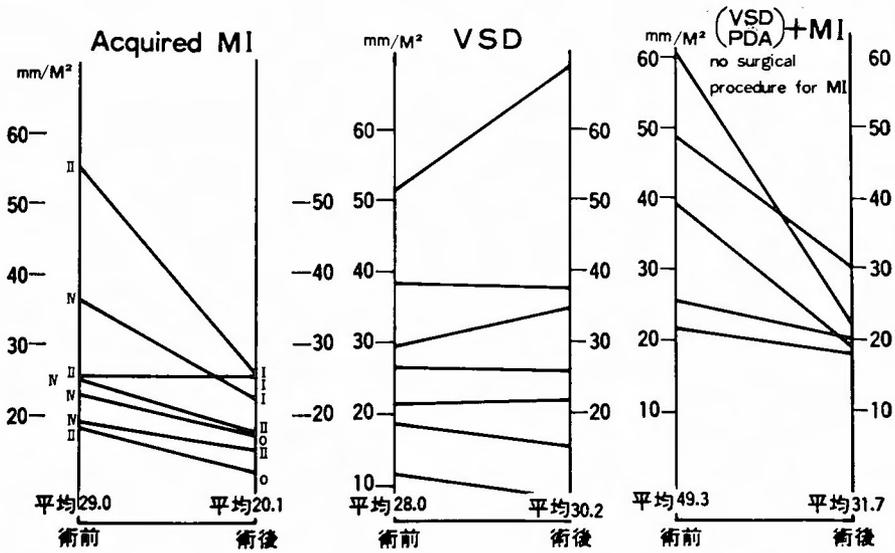
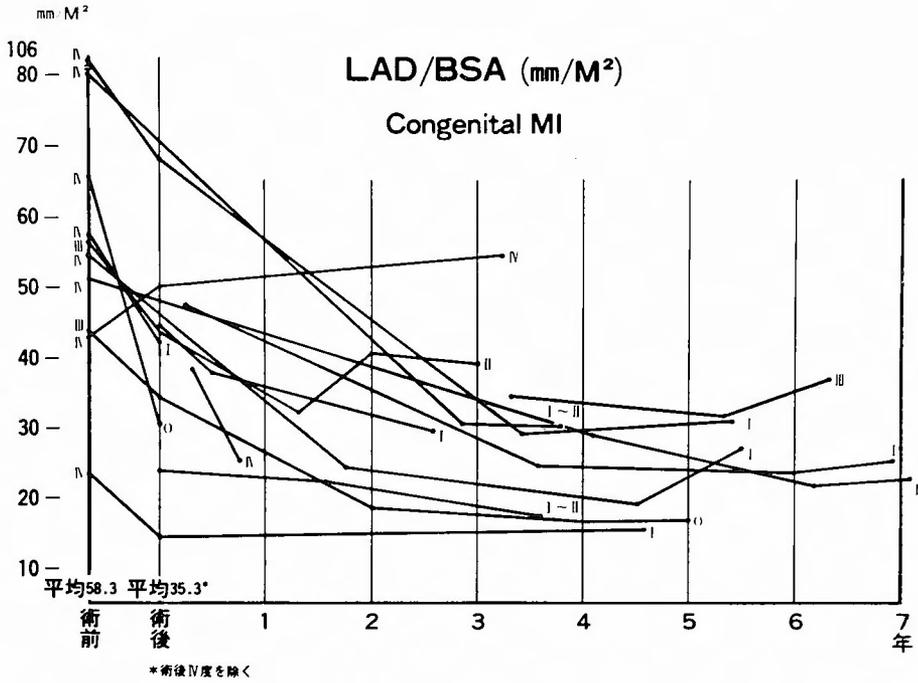


図7 弁輪縫縮術後の LAD の変化

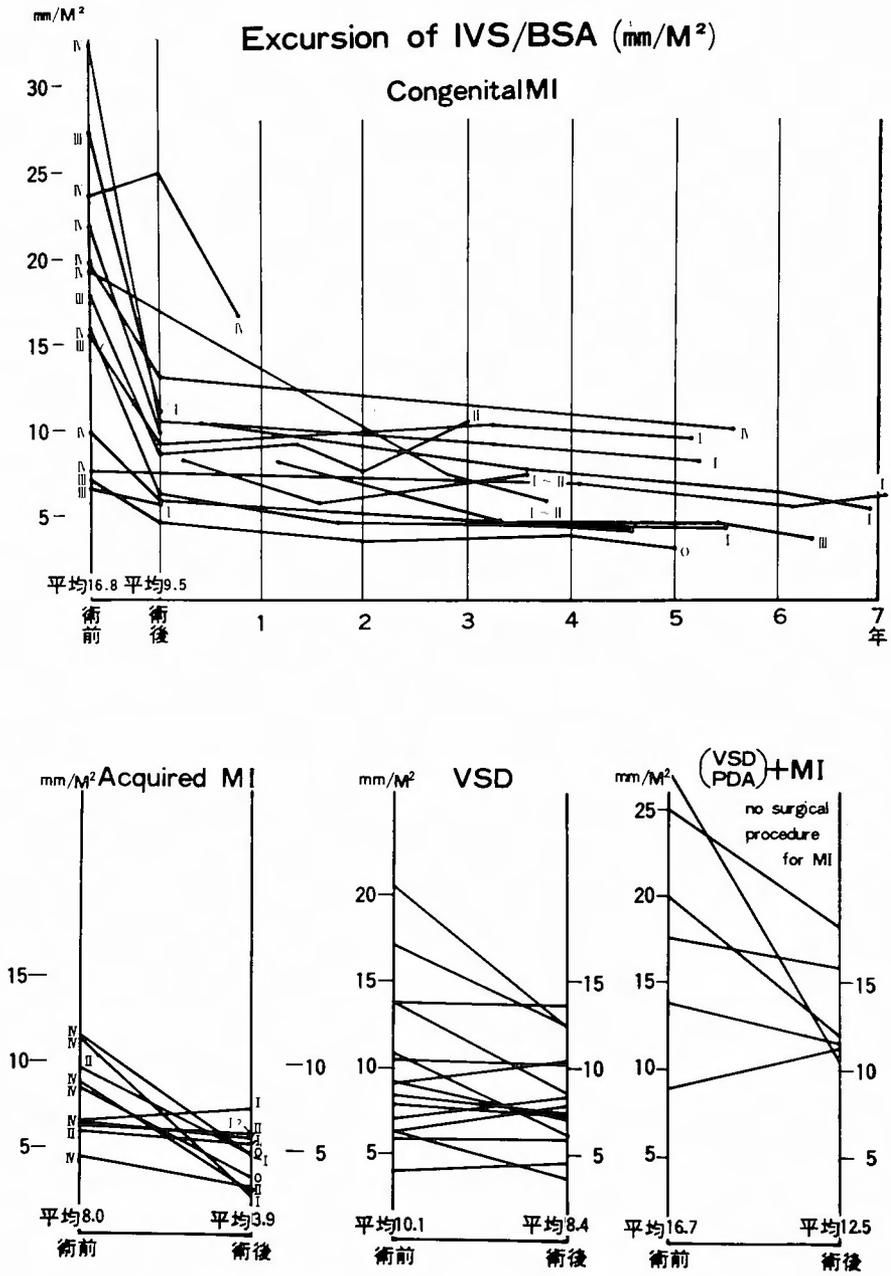


図8 弁輪縫縮術後のIVSEの変化

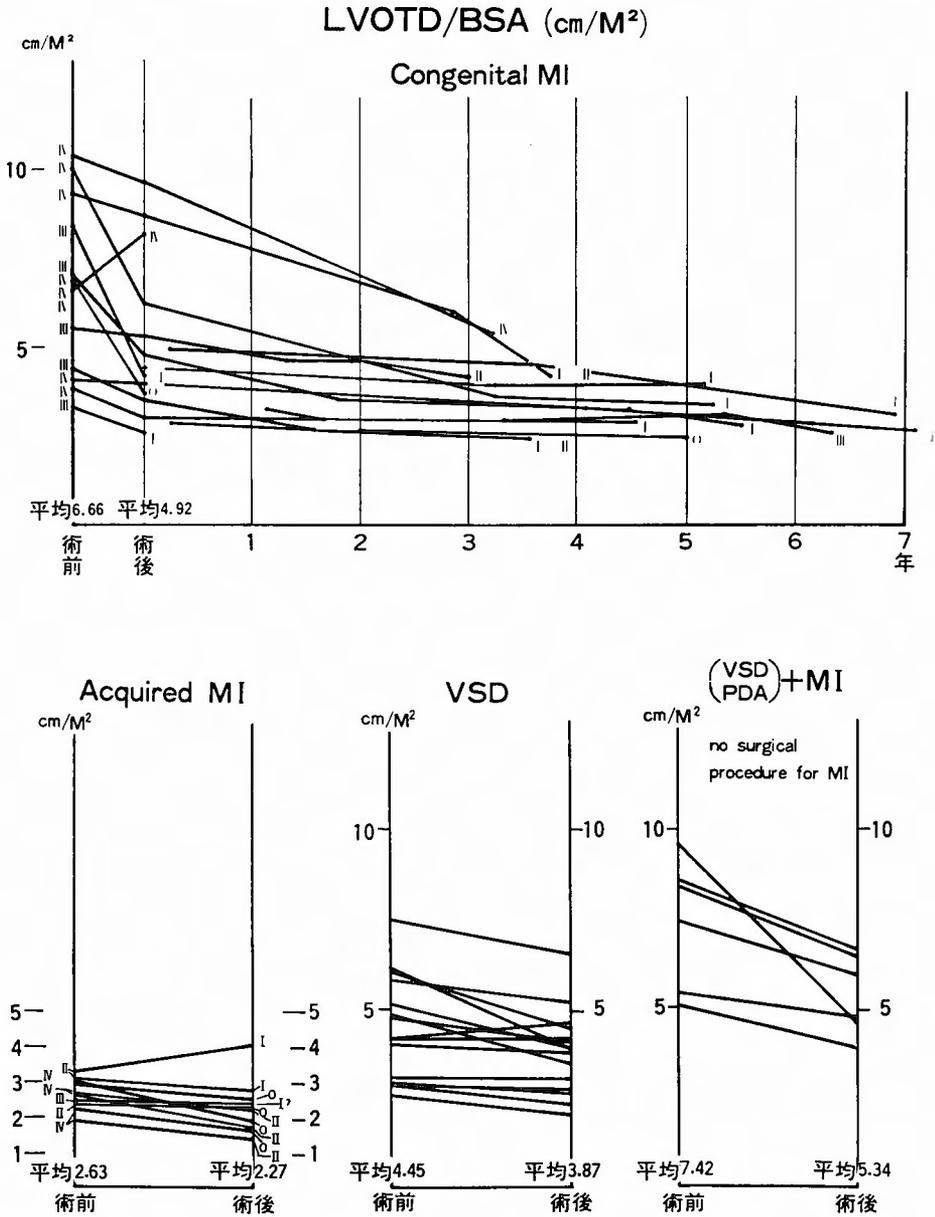


図9 弁輪縫縮術後のLVOTDの変化

検討され、分類されているが、今回の研究の対象になったものには、以下の病型のもが含まれている。すなわち、1) 弁輪の拡大¹³⁾⁴⁹⁾、2) 前交連尖又は後交連尖の形成不全³⁾¹⁷⁾⁵⁶⁾、3) 前弁尖腱索の附着異常により前弁尖の一部が左房へ翻転¹³⁾¹⁸⁾⁵³⁾⁵⁹⁾、4) 腱索の延長または短縮¹⁾⁶⁾¹³⁾¹⁷⁾⁵³⁾、5) cleft 形成³⁾¹¹⁾¹³⁾¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾⁴⁷⁾⁵⁹⁾などである。

弁輪拡大は、今回の症例の過半数、すなわち65%を占めている。Flege¹³⁾が指摘しているように、弁輪拡大だけが逆流の原因で、他に要因のみられない症例はごく稀である。弁輪拡大以外の主な原因としては、弁尖の形成不全および cleft 形成、腱索の弁尖への附着異常および長さの異常などがあげられる。中でも、弁尖の cleft 形成がみられた症例は最も多く報告されて

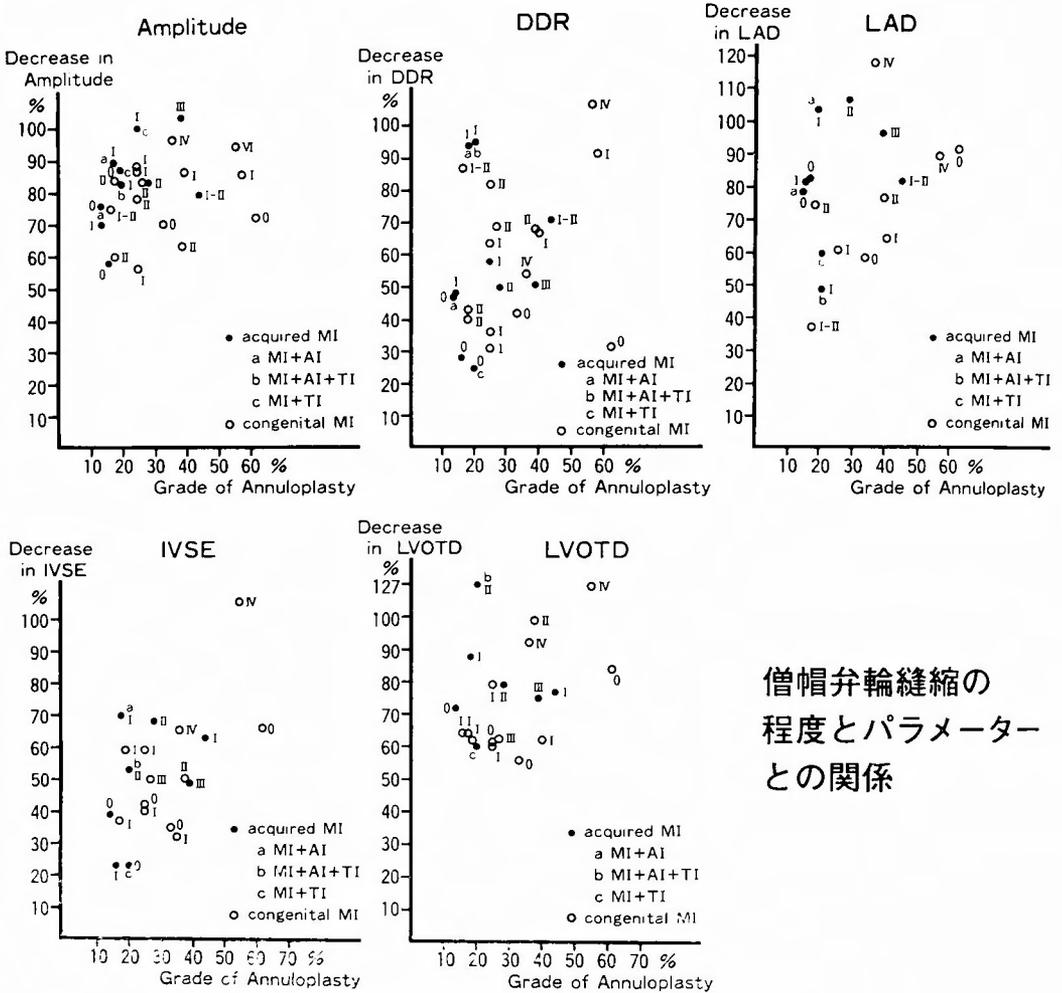


図10 僧帽弁輪縫縮の程度とパラメーターとの関係

僧帽弁輪縫縮の程度とパラメーターとの関係

いる。しかし、そのような症例は自験例では17例中2例に認められたにすぎない。

また、腱索の附着異常例としては、腱索が相対する弁尖に附着して重複弁口あるいは副弁口を形成している症例³⁾⁶⁾⁴²⁾⁵⁸⁾、弁尖の穿孔¹³⁾¹⁶⁾¹⁷⁾、および Anomalous mitral arcade²⁵⁾ など種々の型のものが報告されている。ただし、三木³²⁾も指摘しているように、これらの異常所見の解釈は報告者によって個人差があり、いささか混乱している。

先天性MIに対する手術方法は、1) 拡大した弁輪の縫縮、2) 翻転する弁尖の縫縮、3) 腱索の再建・形成術、4) cleft の縫合、5) 弁置換術などに大別され

る。

拡大した弁輪に対しての弁輪縫縮術には、Kay²¹⁾の後尖弁輪を縫縮する方法、Reed⁴³⁾の両交連部に縫合糸をかけ、前尖側および後尖側弁輪を一定の弁輪長に縫縮する方法、および Carpentier⁷⁾の人工弁輪を用いて弁輪を均等に縫縮する方法などがある。先天性MIの逆流の原因は多彩で、これらMAPのみで逆流を防止し得る場合は少なく、翻転する弁尖の縫縮¹¹⁾やcleftの縫合¹¹⁾などの併用を必要とする場合が多い。腱索の再建ないし形成術はその効果が不定で、その評価はまちまちである。

今回、研究対象とした先天性MI症例に対しては、

Kay²¹⁾ や Reed⁴³⁾ の方法による MAP に加えて、回転する弁尖の縫縮や cleft の縫合などを行ない、できるだけ逆流を防止するよう努力した。しかし、完全に逆流を防止し得た症例は、17例中 2 例のみであり、Berghuis³⁾, Sanchez³²⁾, 島倉⁴⁷⁾ らも述べているように、弁形成術や弁輪縫縮術は、なお完全なものとはいえない。従って、術後経過を追って弁機能の状態を観察することがきわめて重要であり、non-invasive に手軽に、外来でも施行出来る心エコー法は、この目的のために有用な検査方法である。

先天性 MI に対する弁形成術の遠隔成績についての報告はきわめて少なく、腱索断裂例を主とした後天性 MI に対する弁形成術に関するものが若干みられる程度である。清水⁴⁸⁾ は、欧米における腱索断裂による MI に対する弁修復術の報告をまとめている。それによると逆流の遺残および再発が少なからずみられる。これらの事実から、小児期に形成術をうけた弁が成長に従って狭窄状態に移行しないか¹⁴⁾、あるいは遺残逆流の経過や再発の頻度はどうかなどの疑問が起ってくる。

MI に対する弁形成術の臨床的および血行動態の遠隔成績は Bigelow⁴⁾, Manhas²⁸⁾ らの報告にみられるが、心エコー法によって術後追跡調査したものは数少ない²⁹⁾⁴⁵⁾⁵⁶⁾⁶⁰⁾⁶³⁾。しかも、年余に亘る追跡調査は、わずかに渡辺⁶¹⁾, 三木³³⁾ の報告をみるのみである。

先天性 MI の心エコー図所見については、わずかに Cosby¹⁰⁾, Mary²⁹⁾, 琴浦²³⁾, 立道⁵⁶⁾ らが報告しているが、一般的な MI のそれとの顕著な差異はほとんど指摘されていない。

MI の一般的な心エコー図所見を述べる。

僧帽弁前尖エコーの波形では、Amp および DDR の増大³⁷⁾⁴⁵⁾⁶⁰⁾⁶³⁾、急峻な弁開放、尖鋭な E 波形成などがあげられる。DDR は正常範囲内のものが多いのに対し、Amp は正常範囲を越えるものが多く、特に、収縮期 C-D 間の振巾が増大しているものが多い。Chakorn⁹⁾, Mary²⁹⁾ など指摘しているように、これは左室容量負荷の現われであり、また、僧帽弁輪部の収縮期下行運動の増大に負うところ大である。先天性 MI では、洞調律が大部分で、弁エコーの波形は MS と異なり正常な波形と大差がない。しかし、弁エコー強度は正常範囲内である。立道⁵⁵⁾ が指摘しているように、僧帽弁の波形は脈拍に影響されるところが少なくないので、この点は、先天性 MI の診断に当たって十分考慮すべきである。

IVSE および左室後壁の振巾は、MI による左室容量負荷の現われとして、左室の拡大とともに増大する。これらは、特に収縮期および拡張早期の動きが急峻である。

LVOTD も、MI による左室拡大とともに増大するが、AI の場合に比較すれば程度は軽い。LAD も MS の場合と同様に増大するが、MI, MS を問わず病恟期間の長いもの程、増大の程度は大きく、且左房後壁の動きは小さくなる。

以上述べた一般的 MI の心エコー図所見は、実験的に腱索を切断して作成した MI にて確かめられている³⁹⁾⁶⁵⁾⁶⁶⁾。

MI に対して適確な MAP が行なわれた場合、術後の心エコー図所見には、以下のような変化がみられることは、すでに、諸家²⁾²⁰⁾²⁹⁾³⁵⁾³⁶⁾³⁷⁾⁴⁵⁾⁴⁸⁾⁵⁴⁾⁵⁶⁾⁶¹⁾ の報告にもみられるところである。すなわち、Amp の減少、DDR の減少、波形の MS 様化、LAD の縮小、心室中隔および左室後壁の動きの低下、左室容積の減少、左室拍出量の減少、拍出係数の低下などである。こうした変化は、三尖弁の弁輪縫縮術、すなわち、後尖弁輪を縫縮し、三尖弁を前尖と中隔尖の二尖化する Kay の方法などでもみられる³⁴⁾。

さらに、超音波断面法⁵¹⁾によれば、MAP の術後には、長軸断面図の収縮期像で、前後尖がかなり広い部分で接合するようになり、拡張期像で後尖が前方へ突出し、その開放制限が認められている。また、短軸像では、両交連部の開放制限が認められ、弁輪の縫縮が高度であれば、前尖には Dome 形成が認められるようになるという。

前述のように、著者らは、先天性 MI に対する MAP の術後経過を追跡するに当たって、各種パラメーターの中でとくに僧帽弁の Amp, DDR, LAD, IVSE, LVOTD などに注目し、これらの術前、術後および遠隔期における値を比較した。以下、これらの諸要素の個々について検討を加えることにする。

1) Amp

図11は各年令層の健常者について、体表面積 (BSA) と Amp [mm/BSA (M²)] との関係のみたものである。BSA は昭和46年厚生省調査の体重(W), 身長(H)の数値にもとずき、高比良の式 $BSA = 72.4 \times W^{0.425} \times H^{0.725}$ より算定した。加齢による BSA の増加は図のように直線的ではない。

一方、健常者30名について、前述のような方式により Amp を指数化し、年令階層別に同一図内に示し

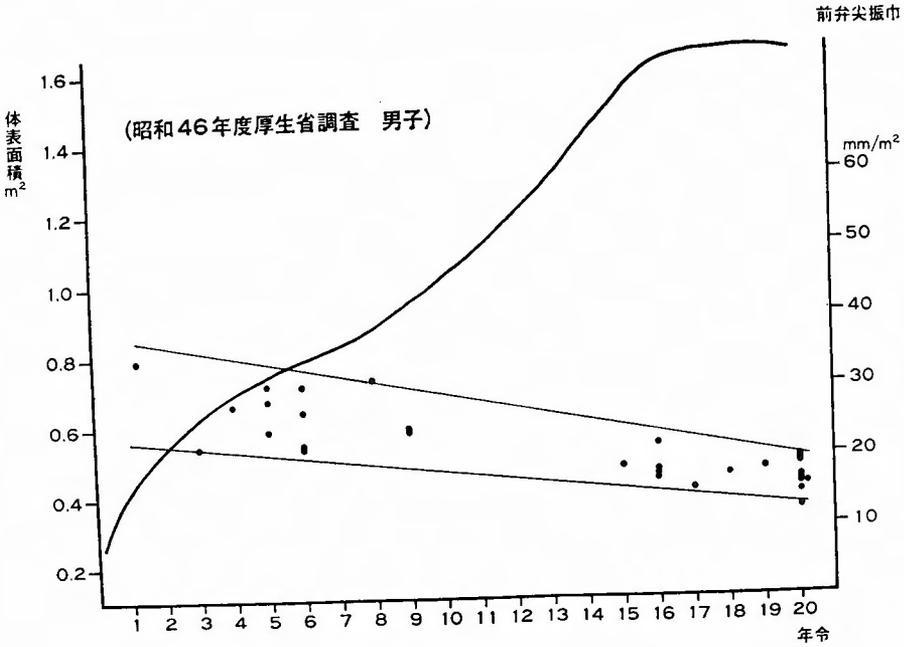


図11 体表面積一年令の関係及び健常者30名の Amp

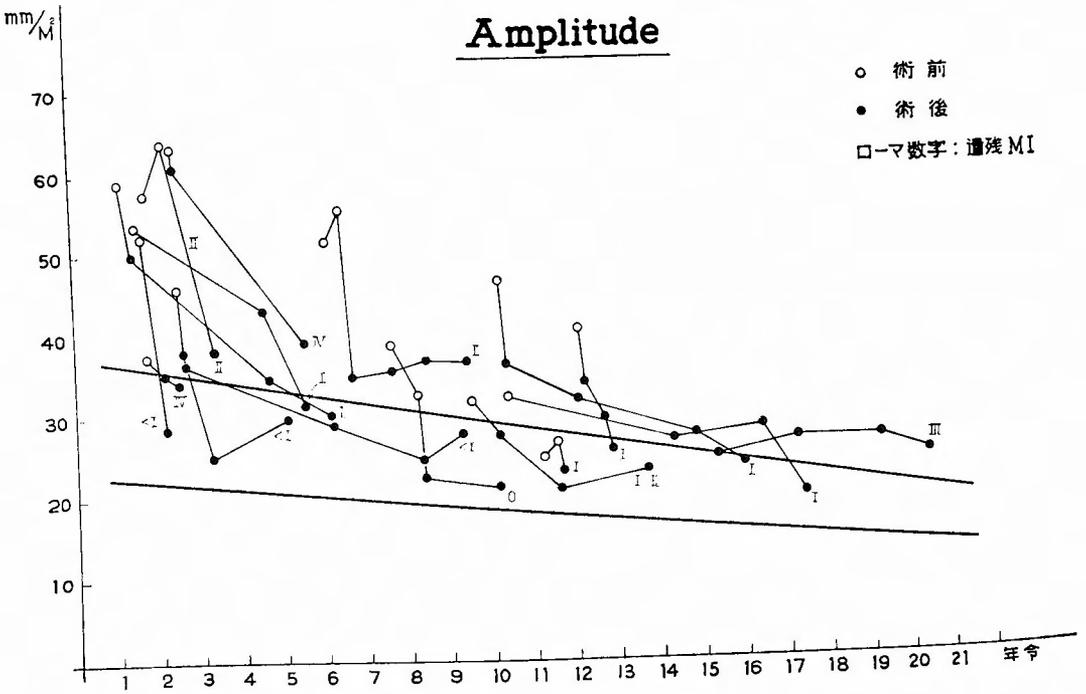


図12 術前・後の Amp の変化

た。これによると Amp の正常域は年少者では分布の巾が広く高値をとり、加齢とともに巾は狭小化し低値をとるようになる。Rogé⁴⁴⁾の報告でも同様の傾向がみられる。

図12は MAP 前後および遠隔期の Amp を、著者の求めた正常域と対比して示したものである。Amp の推移を評価する場合に、加齢に伴って正常値も変化することを十分に念頭におく必要があることを物語っている。MI 症例で Amp が増大するのは、主として僧帽弁輪の拡大により僧帽弁前尖の可動性の増大するためか、あるいは左房・左室間の血流が増加するためであるといわれている²⁴⁾。MI 単独または VSD 単独の症例よりも MI に左→右短絡が合併したもので、Amp の増大はより高度である。矯正手術が的確に行なわれると、Amp は著明に減少するが、手術結果が不良な例では減少の程度は低い。ただし、症例 4 では、術後にⅣ度の MI が遺残したにもかかわらず、Amp は正常範囲内にとどまっている。これは非代償性心不全により心臓全体の action が低下したためであろう。一方、同じようにⅣ度の MI が遺残していても心不全が代償されている症例11では、Amp は下降せず高いままである。

VSD についてみると、術後 Amp の減少は孤立性 MI や MI 合併症例に比べて一般に少ない。VSD 術後に Amp が増大している症例がみられるが、これは遺残短絡がある代償された心不全例である。

後天性 MI 症例はいずれも成人であるため指数化された Amp 値は術前・後における Amp を比較しても、先天性 MI の場合ほど著明な差はみられないが、この場合にも術後は明らかに減少している。

今回対象とした症例では、弁輪縫縮の程度が面積比で術前の50%以下のものが大部分であった。一方、Amp の術前値に対する減少度は100~55%であって、これと弁輪縫縮の程度との間には相関々係はみられなかった。結果不良例では、Amp の減少は90%までにとどまっている。

また、後天性 MI と先天性 MI とにみられる違いは、前者では弁輪縫縮の程度が一般に後者に比して高度であるにもかかわらず、術後の Amp の減少が著明でないことである。これには、MAP の術式も関与しているように思われる。すなわち、Reed⁴³⁾ または Kay²¹⁾ の MAP では前尖弁輪よりも後尖弁輪がより高度に縫縮されるから、後尖機能は極度に制限されても前尖機能は温存される。従って、かなり高度の弁輪

縫縮術の術後でも、Amp は比較的よく保たれていることになる。

先天性 MI における Amp を実測値で比較すると、前述のように、MAP の術後に一旦減少し、その後軽度増加する傾向がみられる。また、指数化した Amp についてみても、術後は相当する年齢階層の正常値附近にあり、加齢に応じて変動している。このことから、MAP の術後でも、僧帽弁自体は着実に成長を続けているといえる。

2) DDR

DDR は主として、弁の可動性⁴⁵⁾および急速流入期の血行動態に左右され、これに関与する因子としては以下のようなものがあげられている。すなわち、弁口を通過する血流量¹²⁾²⁴⁾、弁の器質化の程度⁴⁵⁾、左室に流入した血液の左室壁流、弁口を通過する血流のベンチュリー効果、左室のコンプライアンスなどの諸因子である²⁷⁾。

DDR の正常値は 70~210mm/sec²⁹⁾とされている。ただし、Henry¹⁵⁾によれば、身体の成長に伴い DDR も BSA の3乗根に比例して増加するようである。DDR は年少児ほど低値で、しかも正常範囲の巾が狭く、加齢に伴って上昇し、正常範囲の巾も拡大する。

著者も健常者36名の DDR を測定し、年齢との関係を求めたが、図13のように、Henry¹⁵⁾の所見と同様の結果が得られた。

図14のように術前・後における DDR の変化を年齢と対比しつつ観察すると、術後は加齢による影響が著しいことが判る。

前述のように、先天性 MI に対する MAP の術後には、DDR は著明に減少し、以後、加齢に伴って増加する傾向がみられる。これに対し、VSD 群や MI 非手術群の術後には DDR の変化は著明でない。これは左→右短絡の有無が DDR には余り影響を及ぼさないためであろうと考えられる。後天性 MI では、先天性 MI 群と同様に MAP 後に DDR の著明な減少がみられる。DDR の減少の程度と弁輪縫縮の程度との間には、前述のように明らかに相関々係がみられる。しかし、遺残 MI の影響はほとんどみられず、弁輪縫縮が強く行なわれると、たとえ MI が遺残しても DDR は著明に減少する。Mary²⁹⁾は、DDR と術後の弁口径との関連性を検討し、 $r=0.21$ $p>0.1$ で両者の間に相関々係はみられなかったとしている。ただし、DDR は、MAP の術前後における変化の度合で評価

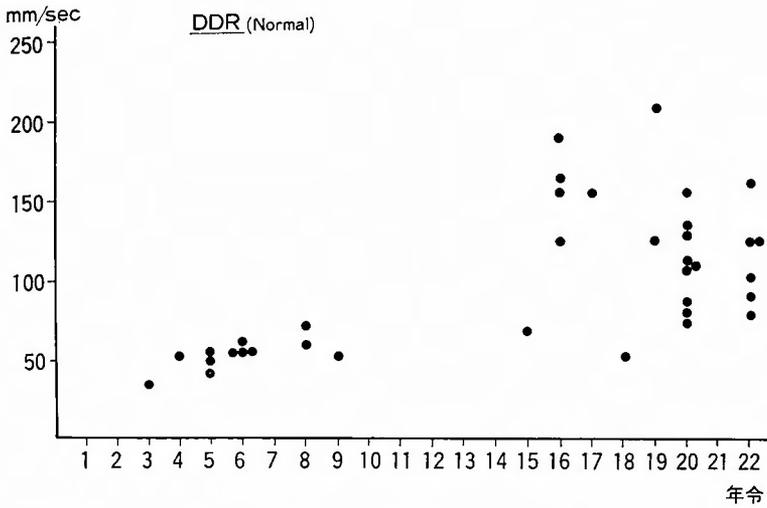


図13 健常者の DDR 分布

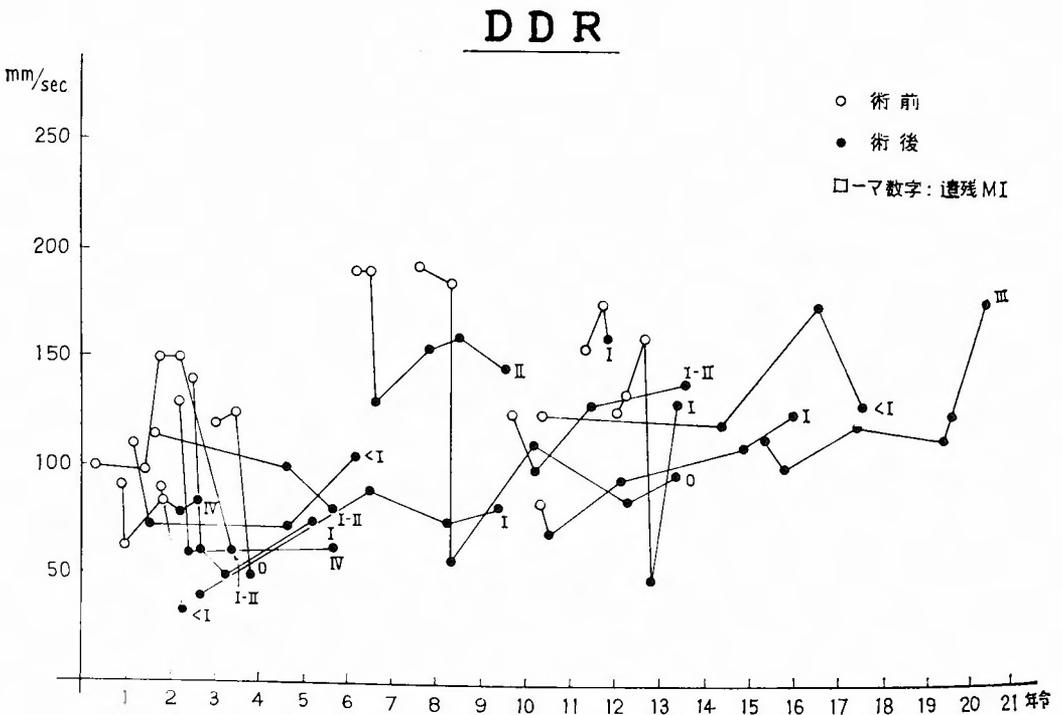


図14 術前・後の DDR の変化

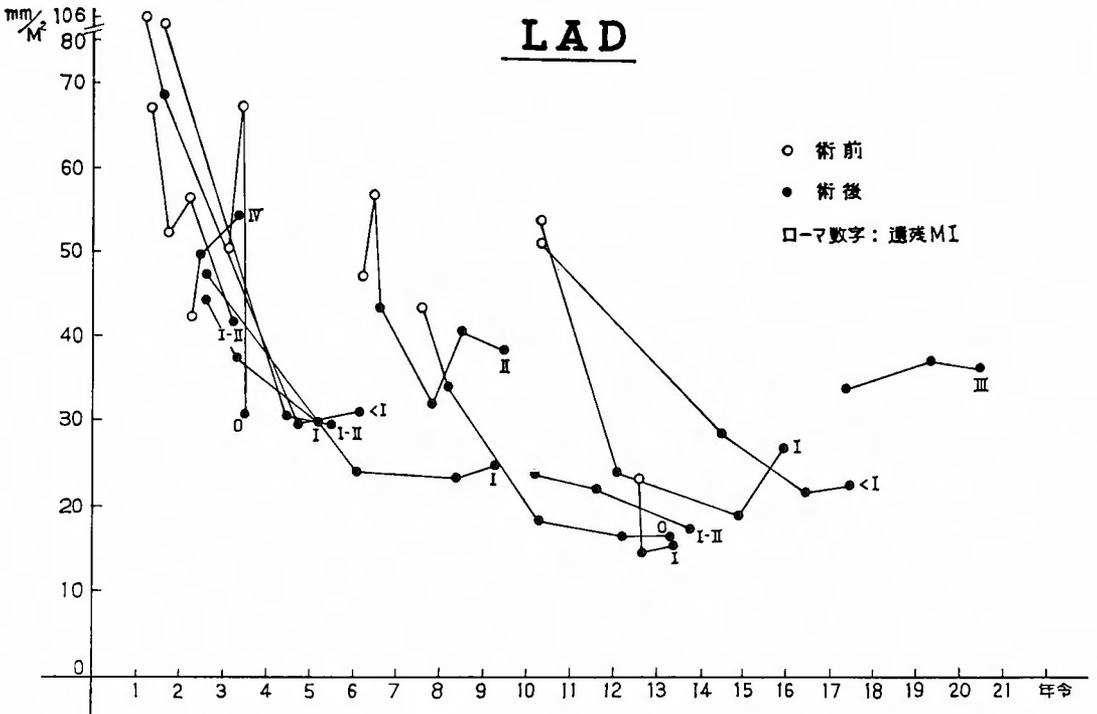


図15 術前・後の LAD の変化

するのが合理的であって、Mary の行なった検討は余り意味がないようである。

なお、術後、DDR が 30mm/sec 以下の場合には清水⁴⁸⁾も指摘しているように、一応、機能的に MS をきたしたことを念頭におき、厳重な監視が行なわれるべきである。ただし、このような事態を避けるために、三木³²⁾が提唱しているような規準に従って、弁輪縫縮を慎重に行なうべきことは云うまでもない。

以上のような事実から、著者も MAP 術後の DDR の減少には、主として、弁口の血流量の減少²²⁾²⁴⁾³⁵⁾、MAP による弁輪の縮小など³⁵⁾³⁷⁾の要素が関与しているとの結論に達した。

3) LAD

LAD は左房の前後径に相当する。MSでは、LAD は一般に拡大するが、MI でも拡大し、高度の MI となると MS よりも高度の LAD がみられる³⁰⁾⁴⁰⁾。また、病期間の長い MI では MS よりも拡大が顕著である。Yabek⁶⁴⁾は、左房の拡大および左→右短絡の程度を評価するには LAD/BSA (M²) よりも、左房径/大動脈径比 (LAD/AoD) の方が優っていると述べている。Levis²⁶⁾ は LAD/AoD と肺動脈血流量/体

血流量 (Qp/Qs) 比とは直線の関係 ($r=0.96$) にあることを示し、一方 LAD/BSA (M²) と Qp/Qs とは相関はあっても ($r=0.85$)、ばらつきが多いと述べている。また、Carter⁹⁾ は LAD と孤立性 VSD の左→右短絡量との間には直線関係があるとしている。

以上のように、LAD の評価は報告者により多少差がみられるが、これは加齢による LAD の変動を十分に把握していないためと思われる。

Henry¹⁵⁾ および Rogé⁴⁴⁾ は、身体の発育に伴う LAD の変動を検討し、加齢に伴う正常値の変化を示している。Rogé のグラフによれば、LAD の正常範囲は、2才で 20~50mm/M²、15才で 10~30mm/M² とされている。

MAP の前後における LAD の変化を年齢と関連づけて検討した著者自身の研究結果は、図15の通りである。加齢に伴う LAD の変化がうかがわれる。先天性 MI では、LAD は MAP 後に急激に減少し、その後、2~3年間はゆるやかに減少する。術後3年目以降は、成長に伴うものと考えられる。ただし、症例の中で、術後Ⅲ度以上の MI が遺残したもので、LAD は明らかに高値を示し、Ⅱ度のものは正常範囲の上限

にとどまっている。

後天性 MI 群および MI 非手術群も LAD は順調に下降する。しかし、VSD 群での変化が軽微であることを考慮すると、LAD は左→右短絡による単なる容量負荷よりも、MI のように容量と圧との複合負荷により著明に変化すると考えられる。

なお、後天性 MI 群では、高度に弁輪縫縮を行ない、著しく逆流が減少したにもかかわらず、LAD の減少が著しくない症例がみられる。これは、器質的変化で左房壁の弾力性が低下しているためであろう。これに対して、先天性 MI 群では、前述のように、LAD の減少の程度と弁輪縫縮の程度との間には、明らかに、相関々係がみられた。

以上の事実から LAD/BSA(M²) または LAD/AoD は、MAP の術後成績を評価するのに適した指標であるといえる。

4) IVSE

IVSE は、どのような症例でも測定操作が比較的容易な左室流出路にあたる部位で測定した。この部位は、心室中隔の中でも比較的動きの少ない部位であり、正常な場合でも奇異性運動がみられることがある。また、軽度な右室容量負荷の場合でも動きが少ない部位である⁶²⁾。Burgraf⁵⁾ は、弁手術後にみられる奇異性運動を主とする異常な中隔運動は、手術そのものによると述べている。Miller³³⁾ は、僧帽弁置換術後において、こうした異常な中隔運動が欠除している場合には、逆流が遺残することを意味すると述べている。これらの所見は、Weyman⁶²⁾ が右室容量負荷時の異常な心室中隔運動について指摘したように、拡張期における左室の形態上の変化によるためであろう。

以上からも判るように、MI の場合には、IVSE および左室後壁の動きは共に増大する。そして、MI に対し MAP を行なった後は、手術自体の影響や MI が消失ないし減少するために、術後の特有な心室中隔の動きを呈したり、あるいは、著しく IVSE を減ずるようになる。術後も、IVSE に著変がみられない場合は、逆流の遺残が考えられる。従って、上部心室中隔で測定された IVSE をもってしても十分に MAP の術後評価が可能である。

IVSE は、先天性 MI では MAP の術後に急激に減少し、以後その状態が継続する。ただし、術後にⅣ度の MI が遺残したために、IVSE が 10 mm/M² 以上であった症例や、Ⅲ度の MI が遺残したにもかかわらず、IVSE が 5mm/M² であったもの

もある。

後天性 MI 群でも、IVSE は術後に明らかに減少する。しかし、MI 非手術群では、術後高値にとどまっている。これは、VSD 群では術後にあまり変化がみられないことからすると、MI が遺残するためと思われる。

要するに、IVSE の減少の程度と弁輪縫縮の程度との間には、明らかな相関々係はみられないが、MI の遺残の有無などを推測するにはかなり参考になる指標のようである。

5) LVOTD

Sulayman⁵²⁾ は、MI に対する MAP の術後変化を左室拡張終期容量 (LVEDV)、左室拍出量 (SV)、心拍出量 (CO)、心拍出係数 (EF) などの左室機能から検討している。麻田²⁾ は、心エコー図から MAP 術後の LVEDV、CO、EF などの変動を検討している。また、谷本⁵⁴⁾ は EF と左室拡張終期圧 (LVDP) との相関々係を検討している。Popp⁴¹⁾ は、心エコー図から求めた SV と Fick 法により求めた CO との両者から、MI における逆流量を算出し、これが臨床症状や心血管造影所見とよく一致することを示した。MAP の術後には、逆流が減少する分だけ action は低下し、通常、LVOTD も左室機能に関するパラメーターと同様に減少する。先天性 MI では、MAP 術後に LVOTD は急激に減少し、その後は加齢に伴って若干変動する。後天性 MI では AI-TI を合併した症例を除けば、LVOTD は MAP 後に減少している。VSD 群でも術後に減少しているか、MI 非手術群では大巾に減少してもなお高値にとどまっている。先天性 MI で、術後にⅣ度の MI が遺残しても心不全を来さなければ LVOTD は減少するが、代償されずに心不全を来した場合には LVOTD はむしろ増大する。先天性 MI で、LVOTD の減少の程度と弁輪縫縮の程度との間には、はっきりした相関々係はみられない ($r=0.50$ $p>0.1$)。これは遺残 MI の影響が大きいためであろう。

一方、対照群では左→右短絡が消失しても、あるいは逆流が消失しても、いずれの場合でも、LVOTD の減少をみている。しかし、MI 非手術群では、僅かにⅡ度以下の MI が残っただけでも、LVOTD はなお高値にとどまっている。このような所見からすると、Ⅱ度程度の軽度の MI であっても、僧帽弁に対して、MI を遺残させないような直視下手術を加えることが望ましいといえる。

6) 術後再発の診断

MAP の術後検査で問題となるのは、再発の診断および再手術時期の決定であろう。

図16は、MAP 術後の再発を来した1例である。VSD(I) 24×25mm+MI(Ⅳ度)の症例で、VSDはパッチで閉鎖し、両交連部に強力なMAPを行った。術後10日間は心雑音を全く聴取しなかったが、その

後、心雑音が出現し漸次増強した。術後2ヶ月目に心臓カテーテル検査および左室造影を行い、MI(Ⅲ度)であることを確認した。DDRを除く他のパラメーターはほぼ術前値にもどっている。弁輪部の「糸切れ」による再発と考えられる。心エコー法は、手軽に行なえるために、このような再発を早期に発見、診断するには適した方法である。また、再発の原因探究には、

	術前(52.2.14)	術後(52.5.9)	“(52.8.19)	“(52.11.4)
僧帽弁				
左心室				
Amp.	38	27	38.5	39
DDR	138	28	38	70
LAD	62	48	50	60
Ao.	34	32	32	32
LAD/Ao.	1.82	1.50	1.56	1.88
IVS Exc.	19.5	9.5	8.5	13
LVOTD	41.5	31	38	41
Dd	58.5	53	52	53.5
Ds	34.5	26	20	26
E/F	0.78	0.88	0.94	0.89

(手術日 52. 4. 18)

図16 弁輪縫縮術後のMI再発症例 42才男子 VSD(I)・MI(Ⅳ度)・PH

最近普及しつつある高速度超音波断層法がすぐれている。

将来、先天性 MI の診断法として高速度超音波断層法や Doppler 法の導入に期待が寄せられている。最近、Nichol³⁸⁾ は、大動脈の血流速度のパターンを分析して MI の重症度を評価している。また、Stevenson⁵⁰⁾ は、VSD や MI によって生ずる turbulent blood flow の場所を、予め Mモード法であたりをつけ、Doppler 法で詳細に検査する方法を行っている。

本論文においてとりあげた心エコー法に加えて、これらの新しい方法を将来導入すれば、MAP の術後における経過観察は、さらに正確度を増すものと思われる。このことは、術後管理や再発の発見などだけでなく、手術々式の改善にも寄与するところ大であろう。

結 語

MAP を施行した先天性 MI 症例 17 例の術前、術後、遠隔期の心エコー図の変化を経時的に検討した。

また、心血管造影法によって計測した逆流の程度、手術による弁輪縫縮の程度およびその他の若干の因子と心エコー図の所見とを比較対比した。これらにもとづき、MAP 術後の心エコー図の解釈の基本を明らかにするとともに、MI に対する MAP の意義を評価検討した。

1) MAP 術後に僧帽弁エコーは、MS 様波形をとり、MAP が高度であるほどより顕著な MS 様波形を示す。ただし、小児の場合には、術後一時的に MS 様波形を呈しても、手術が適正に行なわれた場合には、数年後に正常型に移行する。これに対し、成人の場合には、比較的長く MS 様波形をとどめる。

2) Amp, DDR その他の心エコー図上の各種パラメーターの正常域は、加齢、成長に伴って変化する。従って、術後長期に亘って追跡する場合にはこのことを念頭におくべきである。3) 小児先天性 MI に対して適正な MAP が行なわれた場合には、術後遠隔期に逆流が増強したり、MS 傾向に移行したりすることなく、比較的満足すべき血行動態を保ちつつ僧帽弁自体も加齢とともに成長する。

稿を終えるにあたり、御指導を賜った龍田憲和講師、三木成仁博士（京都大学医学部外科学教室第 2 講座）、鯉江久昭部長（天理よろづ相談所病院心臓血管外科）、田村時緒部長（天理よろづ相談所病院小児循環器科）、立道清医長（神戸中央市民病院胸部外科）に深く感謝致します。

なお、本論文の要旨は、第 77 回日本外科学会（東京、昭 52

年）XIII World Congress on Diseases of the Chest（京都、昭 53 年）、および第 31 回日本胸部外科学会（長崎、昭和 53 年）で報告した。

文 献

- 1) 阿部忠明, 横山安那, 他: 先天性僧帽弁閉鎖不全症の人工弁置換による 1 治験例. 胸部外科 24: 283-286, 昭 46.
- 2) 麻田邦夫, 近藤敬一郎, 他: UCG による僧帽弁輪形成術の術前・後の検討. 日超医論文集 34: 43-44, 昭 53.
- 3) Berghuis J, Kirklin JW, et al: The surgical anatomy of isolated congenital mitral insufficiency. J Thorac Cardiovasc Surg 47: 791-798, 1964.
- 4) Bigelow WG, Kuypers P, et al: Clinical assessment of the efficiency and durability of direct vision annuloplasty. Ann Surg 154: 320-329, 1961.
- 5) Burggraf GW and Craige E: Echocardiographic studies of left ventricular wall motion and dimensions after valvular heart surgery. Amer J Cardiol 35: 473-480, 1975.
- 6) Carney EK, Braunward E, et al: Congenital mitral regurgitation, clinical hemodynamic and angiocardiographic findings in nine patients. Amer J Med 33: 223-235, 1962.
- 7) Carpentier A: Plastic and reconstructive mitral valve surgery. In the mitral valve. A pluridisciplinary approach. Kalmanson ed., Edward Arnold, London, 1976.
- 8) Carter WH and Bowman CR: Estimation of shunt flow in isolated ventricular septal defect by echocardiogram. Circulation 48 IV: 264, 1973 (abstr).
- 9) Chakorn SA, Siggers DC, et al: Study of normal and abnormal movements of mitral valve ring using reflected ultrasound. Brit Heart J 34: 480-486, 1972.
- 10) Cosby RS, Griddings JA, et al: The echocardiogram in nonrheumatic mitral insufficiency. Chest 66: 642-646, 1974.
- 11) Creech O Jr, Ledbetter MK, et al: Congenital mitral insufficiency with cleft posterior leaflet. Circulation 25: 390-394, 1962.
- 12) Fischer JC, Chang S, et al: Echocardiographic determination of mitral valve flow. Amer J Cardiol 29: 262, 1972.
- 13) Flege JB, Vlad P, et al: Congenital mitral incompetence. J Thorac Cardiovasc Surg 53: 138-144, 1967.
- 14) Friedman S, Edmunds LH, et al: Long-term mitral valve replacement in young children...

- influence of somatic growth on prosthetic valve adequacy. *Circulation* 57 : 981-986, 1978.
- 15) Henry WL, Ware J, et al : Echocardiographic measurements in normal subjects... Growth-related changes that occur between infancy and early adulthood. *Circulation* 57 : 278-285, 1978.
- 16) 広瀬光男, 馬場英逸, 他 : 先天性僧帽弁の閉鎖不全症の1例. *心臓* 3 : 1083-1088, 昭46.
- 17) Husson GS, Blackman MS, et al : Isolated congenital mitral insufficiency. *J Pediatrics* 64 : 248-259, 1964.
- 18) 井上秀幸, 新津勝宏, 他 : 先天性僧帽弁閉鎖不全症の2例. *心臓* 2 : 1049-1054, 昭45.
- 19) 入山正, 北村信夫, 他 : 小児期人工弁置換手術. *胸部外科* 28 : 305-310, 昭50.
- 20) Johnson ML, Holmes JG, et al : Usefulness of echocardiography in patients undergoing mitral valve surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 64 : 922-934, 1972.
- 21) Kay JH, Zubiate P, et al : Mitral valve repair for significant mitral insufficiency. *Amer Heart J* 96 : 253-262, 1978.
- 22) Konecke LL, Feingenbaum H, et al : Abnormal mitral motion in patients with elevated left ventricular diastolic pressures. *Circulation* 47 : 989-996, 1973.
- 23) 琴浦 肇, 盛岡茂文, 他 : 僧帽弁膜症の心エコー図. *内科* 36 : 735-741, 昭50.
- 24) Laniado S, Yellin E, et al : A study of the dynamic relations between the mitral valve echogram and phasic mitral flow. *Circulation* 51 : 104-113, 1975.
- 25) Levy MJ, Varco RL, et al : Mitral insufficiency in infants, children and adolescents... A review of etiologic, electrocardiographic, radiologic, and pathologic factors and surgical techniques. *J Thorac Cardiovasc Surg* 45 : 434-450, 1963.
- 26) Lewis AB, Takahashi M, et al : Echocardiographic assessment of left-to-right shunt volume in children with ventricular septal defect. *Circulation* 54 : 78-82, 1976.
- 27) 町井潔 (編) : 心臓の超音波検査法. 中外医学社, 東京, 昭52.
- 28) Manhas DR, Rittenhouse EA, et al : Reconstructive surgery for the treatment of mitral incompetence. *J Thorac Cardiovasc Surg* 62 : 781-787, 1971.
- 29) Mary DAS, Pakrashi BC, et al : Study with reflected ultrasound of patients with mitral valve repair. *Brit Heart J* 35 : 480-487, 1973.
- 30) McDonald IG : Echocardiographic assessment of left ventricular function in mitral valve. *Circulation* 54 : 864-871, 1976.
- 31) McGoan, DC : Repair of mitral insufficiency due to ruptured chordae tendineae. *J Thorac Cardiovasc Surg* 39 : 357-362, 1960.
- 32) 三木成仁, 立道 清, 他 : 先天性僧帽弁閉鎖不全症に対する弁形成術とその遠隔成績. *胸部外科* 29 : 384-393, 昭51.
- 33) Miller HE, Gibson DG, et al : Role of echocardiography and phonocardiography in diagnosis of mitral paraprosthetic regurgitation with Starr-Edwards Prostheses. *Brit Heart J* 35 : 1217-1225, 1973.
- 34) 南 一明, 鯉江久昭, 他 : 心エコー図による三尖弁閉鎖不全症に対する弁輪縫縮術の術後評価について. *日超医論文集* 31 : 119-120, 昭52.
- 35) 南 一明, 鯉江久昭, 他 : 僧帽弁輪縫縮術のUCGによる術後評価, 特に, 結果不良例を中心に. *日超医論文集* 33 : 21-22, 昭53.
- 36) 南 一明, 三木成仁, 他 : 心エコー図による先天性僧帽弁閉鎖不全症の僧帽弁輪縫縮術後の評価. *超音波医学* 3 : 215-222, 昭51.
- 37) 南 一明, 立道 清, 他 : 僧帽弁輪縫縮術前後のUCG所見 (先天性僧帽弁閉鎖不全症を対象に). *日超医論文集* 28 : 235-236, 昭50.
- 38) Nichol PM, Boughner DR, et al : Noninvasive assessment of mitral insufficiency by transcutaneous Doppler Ultrasound. *Circulation* 54 : 656-661, 1976.
- 39) 西村正也, 正木秀人, 他 : 実験的僧帽弁閉鎖不全犬における僧帽弁エコーグラム. *日超医論文集* 15 : 73-74, 昭44.
- 40) Patton R, Dragarakis L, et al : The posterior left atrial echocardiogram of mitral regurgitation. *Circulation* 57 : 1134-1139, 1978.
- 41) Popp RI and Harrison D : Ultrasonic cardiac echography for determining stroke volume and valvular regurgitation. *Circulation* 41 : 493-502, 1970.
- 42) Prior JT : Congenital anomalies of the mitral valve... Two cases associated with long survival. *Amer Heart J* 46 : 649-656, 1953.
- 43) Reed GE, Yice DA, et al : Asymmetric exaggerated mitral insufficiency with hemodynamic predictability. *J Thorac Cardiovasc Surg* 49 : 752-761, 1965.
- 44) Rogé CLL, Silverman NH, et al : Cardiac structure growth pattern determined by echocardiography. *Circulation* 57 : 285-290, 1978.
- 45) Segal BL, Likoff W et al : Echocardiography ... Clinical application in mitral regurgitation. *Amer J Cardiol* 19 : 50-58, 1967.
- 46) Sellers RD, Levy MT, et al : Left retrograde

- cardiography in acquired cardiac disease...
Technic, indications and interpretations in
700 cases. *Amer J Cardiol* 14 : 437-447, 1964.
- 47) 島倉唯行, 今井康晴, 他: 先天性僧帽弁閉鎖不全症の弁形成術. *日胸外会誌* 26 : 702-713, 昭53.
- 48) 清水幸宏, 宮本 颯, 他: 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 : 862-879, 昭52.
- 49) Starkey GWB : Surgical experiences in the treatment of congenital stenosis and mitral insufficiency. *J Thorac Cardiovasc Surg* 38 : 336-352, 1959.
- 50) Stevenson JG, Kawabori I, et al : Differentiation of ventricular septal defects from mitral regurgitation by Pulsed Doppler Echocardiography. *Circulation* 56 : 14-18, 1977.
- 51) 杉 健三, 妹尾俊和, 他: 僧帽弁閉鎖不全術後(弁輪縫縮術, 弁形成術)の僧帽弁動態の検討. *日超医論文集* 33 : 19-20, 昭53.
- 52) Sulayman R, Thilenius O, et al : Hemodynamics and annuloplasty in isolated mitral regurgitation. *Circulation* 49 III : 56, 1974 (abstr).
- 53) Talner NS, Stern AM, et al : Congenital mitral insufficiency. *Circulation* 23 : 339-349, 1961.
- 54) 谷本真穂, 山本忠生, 他: 僧帽弁の Annuloplasty を施行した3症例の心エコー図所見. *日超医論文集* 31 : 87-88, 昭52.
- 55) 立道清, 三木成仁, 他: UCG による congenital MI 診断法とその問題点. *日超医論文集* 22 : 163-164, 昭47.
- 56) 立道 清, 三木成仁, 他: 先天性僧帽弁閉鎖不全症の UCG 一術前・後の比較. *日超医論文集* 23 : 149-150, 昭48.
- 57) 龍田憲和, 三木成仁, 他: 僧帽弁に対する弁形成術. *日胸外会誌* 22 : 265-266, 昭49.
- 58) Titus JL : Congenital malformations of the mitral and aortic valves and related structures. *Chest* 55 : 358-367, 1969.
- 59) 富永誠一, 黒沢博身, 他: 先天性孤立性僧帽弁閉鎖不全症に対する手術治療の検討. *心臓* 5 : 1090-1100, 昭48.
- 60) Ultan LB, Segal BL, et al : Echocardiography in congenital heart disease : Preliminary observations. *Amer J Cardiol* 19 : 74-83, 1967.
- 61) 渡辺浩一郎, Kay JH, et al : UCG による僧帽弁輪形成術の評価. 第28回日本胸部外科学会, 大阪, 昭50.
- 62) Weyman AE, Wann S, et al : Mechanism of abnormal septal motion in patients with right ventricular volume overload... A cross-sectional echocardiographic study. *Circulation* 54 : 179-186, 1976.
- 63) Winters WL, Riccetto A, et al : Reflected ultrasound as a diagnostic instrument in study of mitral valve disease. *Brit Heart J* 29 : 788-800, 1967.
- 64) Yabek SM, Isabel-Jones J, et al : Echocardiographic determination of left atrial volumes in children with congenital heart disease. *Circulation* 53 : 268-272, 1976.
- 65) 吉村寿一, 田中弘允, 他: 実験的僧帽弁腱索断裂時の心エコー図所見(予報). *日超医論文集* 32 : 81-82, 昭52.
- 66) 吉村寿一, 田中弘允, 他: 実験的僧帽弁腱索断裂時の心エコー図所見(第2報)... 圧負荷の影響について. *日超医論文集* 33 : 5-6, 昭53.