

僧帽弁閉鎖不全症に対する弁形成術を阻む因子

Troublesome Factors in Mitral Valve Repair for Mitral Valve Regurgitation

森井 健*
浅見 光一*
花島 寛治
朝田 淳
清水 陽一*

Ken MORII, MD*
Koichi ASAMI, MD*
Kanji HANASHIMA, MD
Jun ASADA, MD
Yoichi SHIMIZU, MD, FJCC*

Abstract

Limitations in the long-term results of medical treatment for mitral regurgitation are well recognized, but the advances in its surgical repair have produced good results. Therefore, early surgical intervention has been the focus of treatment in Europe and America. Increased surgical intervention depends on the development of technical skills in mitral reconstruction.

This study investigated presurgical factors making surgical reconstruction difficult in 103 patients who underwent mitral operations performed from April 1994 to September 1997 in our hospital. Records were reviewed retrospectively for etiology, type of operation, and the immediate result of operation. The etiology of mitral regurgitation was prolapse in 65 patients (63%), restriction in 14, normal in 11, infectious endocarditis in 10, and others in 3. The type of prolapse involved the anterior leaflet in 22 patients (34%), posterior in 28 (43%), and both leaflets in 15 (23%).

Valve repair was attempted in 74 patients, of which 16 were switched to valve replacement during operation. These included anterior leaflet prolapse in 9 patients, posterior leaflet in 1, both leaflets in 3, restriction in 2 and infectious endocarditis in 1. The success rate for reconstruction of anterior leaflet prolapse was not high.

The cause of mitral regurgitation was mostly prolapse of the mitral valve, in our country as well as in Europe and America. Prolapsed posterior leaflet is much more common in Europe and America, and there is a high success rate reported for its valve reconstruction. In contrast, this study cannot recommend earlier surgical intervention because of difficult repair for anterior leaflet prolapse.

J Cardiol 1999; 34(6): 325-331

Key Words

■ Mitral regurgitation ■ Mitral valve (valvuloplasty, replacement) ■ Mitral valve prolapse

はじめに

慢性の重症僧帽弁閉鎖不全症は、左心室機能の低下や左室腔の拡大がある程度以上に進行すると、予後が悪いことは良く知られている¹⁻⁴⁾。最近、重症僧帽弁閉鎖不全症を内科的に治療した場合、10年以内に外科治療を受けるか死亡する症例が90%もあるという報告⁵⁾がある一方で、成人における早期手術の長期

予後が良好であるとの報告もある⁶⁾。外科治療の予後が良好となった要因として重要なのは、左心室機能の低下が起らないうちに手術を行うことと、僧帽弁形成術が進歩したことが考えられる⁷⁻¹⁰⁾。僧帽弁閉鎖不全症に対して早期の手術治療が推進される欧米での形成術の報告^{11,12)}を検討すると、僧帽弁閉鎖不全症の原因として逸脱症、とくに後尖の病変が占める割合が高く、形成術の成功率も高い¹³⁾。

新東京病院 循環器科: 〒271-0077 千葉県松戸市根本473-1; *(現)新葛飾病院 循環器内科: 〒124-0006 東京都葛飾区堀切3-26-5

Division of Cardiology, Shin-Tokyo Hospital, Chiba; *(present) Division of Cardiology, Shin-Katsushika Hospital, Tokyo

Address for reprints: MORII K, MD, Division of Cardiology, Shin-Katsushika Hospital, Horikiri 3-26-5, Katsushika-ku, Tokyo 124-0006

Manuscript received November 10, 1998; revised May 10 and September 6, 1999; accepted September 7, 1999

本研究では、僧帽弁閉鎖不全症のため手術を行った症例を後ろ向きに調べ、原因、術式、手術成績について評価し、形成術を困難にする要因を検討した。これらの結果から、どのような症例が確実に形成術を行えるか、すなわち予測性の高い形成術を行うべきか、また早期手術を勧めうるかを考察した。

対象と方法

1. 対象

1994年4月-1997年9月の間に僧帽弁閉鎖不全症のため手術治療を受けた症例で、僧帽弁狭窄症を伴う例を除外した連続103例(男性69例, 女性34例, 平均年齢 61 ± 10 歳)を対象とした。僧帽弁閉鎖不全症の原因は問診, 術前心エコー図所見, 術中所見(経食道心エコー図法を含む)より評価した。全例, 術前心エコー図法により僧帽弁の状態を評価, 同時に標準的計測を行った。術中所見を併せて評価し, Carpentierの分類¹⁴⁾に準じて僧帽弁閉鎖不全症の原因を逸脱型, 拘束型, 正常型, 感染性心内膜炎, その他に分類した。逸脱型では逸脱部位を前尖, 後尖, 両尖に分けて検討した。逸脱型65例(63%), 拘束型14例, 正常型11例, 感染性心内膜炎10例, その他3例(僧帽弁裂隙1例, 乳頭筋断裂2例)であった(**Table 1**)。逸脱型における逸脱部位は前尖が22例(34%), 後尖が28例(43%), 両尖が15例(23%)であった(**Fig. 1**)。

2. 方法

術式の検討は手術記録に基づいて行った。術式は形成術を第一選択として, 術中所見により心臓外科医の判断で最終決定した。形成術の方法は, 1)後尖, 交連部に対する矩形切除, 2)前尖に対する楔状切除, 3)人工腱索による形成術, 4)腱索移行術のいずれかを基本として単独あるいは併用によって行った。また基本的にリング形成術を同時に行った。5)上記1)-4)が困難と判断された場合は, 初めから置換術が行われ, 形成術を試みるも十分に逆流を阻止できない場合は, 置換術に変更された。術中残存逆流による術式変更の判断は, 経食道心エコー図法により人工心肺離脱後, 原則として収縮期血圧140mmHgの状態では僧帽弁逆流がII度以上(逆流面積/左房面積 $\geq 20\%$, または逆流面積 $\geq 3\text{cm}^2$)を基準とした^{15,16)}。早期手術とは, New York Heart Association(NYHA)心機能分類I度ないしII度

Table 1 Etiology of mitral valve regurgitation in 103 patients

Etiology	n=103
Prolapse	65
Restricted	14
Normal	11
Endocarditis	10
Others	3

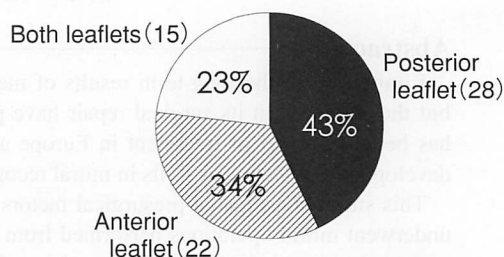


Fig. 1 Leaflets involved in mitral valve prolapse
(): number of patients.

で, 駆出率 $\geq 60\%$ と左室収縮機能の低下が明らかでなく, これまでの手術適応の指標を満たさない症例に対する手術とした^{5,6)}。術式と心エコー図所見との関連を調べ, 形成術を阻む因子について検討した。

統計学的検討はStudentの*t*検定を用い, $p < 0.05$ を有意差の判定とした。データは平均±標準偏差で示した。

結 果

術式は103例中74例(72%)に形成術が試みられた。このうち16例(22%)が術中置換術に変更された。残りの29例は術中所見により初めから置換術が行われた。結果的に置換術が45例, 形成術が58例であった(**Fig. 2**)。初めから置換術が行われたのは逸脱型11例(前尖6例, 両尖5例), 拘束型8例, 感染性心内膜炎8例, その他2例であった。

術中に置換術に変更となった16例を検討すると, 逸脱型が54例中13例, 拘束型が6例中2例, 感染性心内膜炎が2例中1例であった(**Fig. 3**)。さらに逸脱型の13例について検討すると, 前尖逸脱9例, 後尖逸脱1例, 両尖逸脱3例が術中置換術に変更となった。

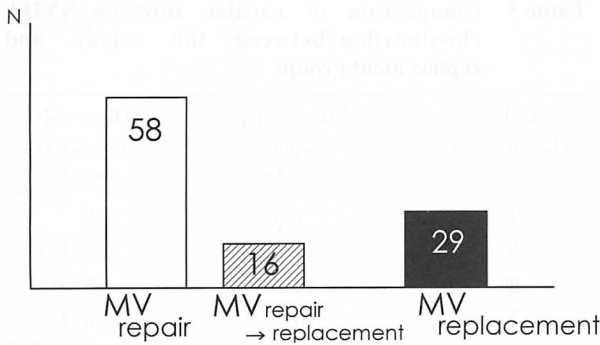


Fig. 2 Results of surgery
 22% (16/74) of MV repair was unsuccessful.
 MV = mitral valve; MV repair → replacement = change of surgical procedure from repair to replacement during operation.

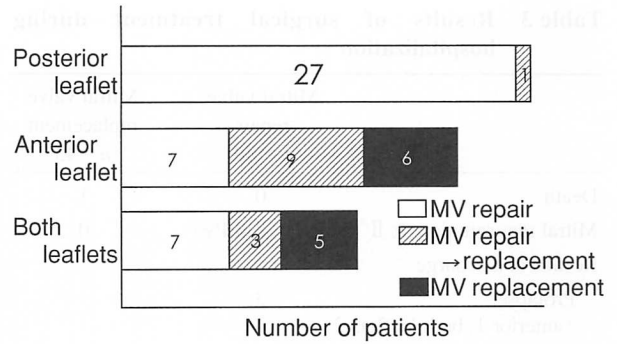


Fig. 4 Surgical procedure for prolapsed leaflets
 Mitral valve repair for posterior leaflet was successful in 96% (27/28) but only in 54% (14/26) for anterior or both leaflets.
 Abbreviations as in Fig. 2.

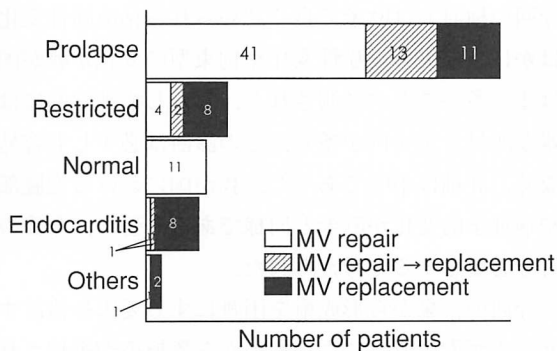


Fig. 3 Surgical procedure and etiology
 Prolapse, restricted and normal indicate the motion of the leaflet in mitral valve regurgitation according to Carpentier's functional classification.
 Abbreviations as in Fig. 2.

Table 2 Causes of unsuccessful mitral valve repair

	n = 16
Problem of anterior leaflet prolapse (strategy, artificial)	7
Severe left ventricular dysfunction	3
Chordae of posterior leaflet shortening	2
Severe valvular destruction	2
Combined aortic and mitral valve replacement	1
Severe annular dilation	1

後尖逸脱では96% (27/28)で形成術がなされたが、前尖が関与した症例(前尖または両尖)では54% (14/26)であった (Fig. 4).

形成術から置換術に変更した理由を Table 2 に示す。逸脱型では前尖の処理で、人工腱索を使用するも乳頭筋が脆く縫着できなかつた症例が2例(両尖2例)、人工腱索を使用せず楔状切除で不成功に終わった症例が5例(前尖4例、両尖1例)と、前尖と関連した形成術の方法選択(人工腱索使用に関連)などの問題が多かつた。虚血による著しい左室機能低下を合併した症例が3例(前尖3例)、後尖の腱索短縮を伴った症例が2例(前尖1例、拘束型1例)、感染性心内膜炎および両尖逸脱で弁の破壊、変化が著しかつた症例がそれぞれ1

例、二弁置換が1例(後尖1例)、拘束型に著明な弁輪拡大を伴った症例が1例であった。

退院時の僧帽弁逆流を評価すると、形成術群でⅡ度以上の逆流が認められたのは58例中8例(14%)で、Ⅱ度が6例、Ⅲ度が2例であった。逆流原因の内訳は逸脱型3例(前尖1例、両尖2例)、拘束型2例、正常型2例(虚血による低左室機能合併例)、感染性心内膜炎が1例であった (Table 3)。Ⅲ度は両尖逸脱例の2例であった。置換術群の死亡例は乳頭筋断裂の1例であった。

形成術群と置換術群で左室機能と左房径について比較した結果、左室拡張終期径は61.9 ± 11.0 vs 62.3 ± 7.0 mm、左室収縮終期径は39.1 ± 9.2 vs 41.3 ± 7.8 mm、左室収縮終期容積指数は45.2 ± 25.4 vs 49.1 ± 20.3 ml/m²、駆出率は63.5 ± 12.3% vs 61.8 ± 13.0%で、有意差はなかつたが、左房径は45.8 ± 8.7 vs 51.7 ± 13.4 mm、p = 0.0089と、置換術群で有意に大きかつた (Table 4)。

Table 3 Results of surgical treatment during hospitalization

	Mitral valve repair (n=58)	Mitral valve replacement (n=45)
Death	0	1
Mitral regurgitation \geq II°	8 (14%)	0
Results at discharge		
Prolapse (anterior 1, both leaflets 2)	3	
Restricted	2	
Normal	2	
Endocarditis	1	

Death: death before discharge. Eight patients (14%) with residual mitral regurgitation of more than grade II° were included in successful repair. The underlying causes of regurgitation are shown.

Table 4 Comparison of left ventricular function between the repair and replacement groups

	Mitral valve repair (n=58)	Mitral valve replacement (n=45)	p value
LVDd (mm)	61.9 \pm 11.0	62.3 \pm 7.0	NS
LVDs (mm)	39.1 \pm 9.2	41.3 \pm 7.8	NS
LVESVI (ml/m ²)	45.2 \pm 25.4	49.1 \pm 20.3	NS
EF (%)	63.5 \pm 12.3	61.8 \pm 13.0	NS
LAD (mm)	45.8 \pm 8.7	51.7 \pm 13.4	0.0089

Values are mean \pm SD.

LVDd (Ds) = left ventricular end-diastolic (systolic) dimension; LVESVI = left ventricular end-systolic volume index; EF = ejection fraction; LAD = left atrial dimension.

NYHA 心機能分類による心機能評価, 左室収縮能 (駆出率) と術式の関係を検討すると, NYHA 心機能分類 I 度から II 度で駆出率 60% 以上のものが 52 例で, そのうち形成術が 33 例 (63.5%), 置換術が 19 例 (36.5%) であった (Table 5). この置換術例のうち 9 例は, 術中術式が変更された例であった.

考 案

手術治療を受けた僧帽弁閉鎖不全症の症例を検討した結果, 原因は逸脱型が多く欧米の報告と一致した. しかし, 逸脱部位を検討すると, 欧米では後尖が多く 70% 程度, 前尖のみの症例は少なく 5-10% 程度である^{7,9,11,13}) のに対し, 我々の検討では後尖の逸脱は 43%,

Table 5 Comparison of cardiac function (NYHA classification) between the repair and replacement groups

NYHA classification	Mitral valve repair (n=58)	Mitral valve replacement (n=45)
I	1 (1)	0
II	47 (32)	30 (19)
III	10 (6)	9 (6)
IV	0	6 (2)

(): number of patients with EF \geq 60%.

NYHA = New York Heart Association. Other abbreviation as in Table 4.

前尖 34% と, 前尖の逸脱も少なくないと考えられた. 今回の検討では欧米で良く認められる粘液腫性変化のほかに, 前尖の炎症性変化や拘束型の変化が我が国ではまだ多いことが推測された. しかし病理学的には複雑な所見を示す例が多く, その診断は必ずしも容易でなく, 詳細は不明であった. 我が国における逸脱部位や病理学的変化が欧米と同様であるか否か, 今後の検討を必要とすると考えられた.

今回の結果から形成術を困難にする要因を検討すると, まず術中所見により初めから置換術が選択された症例では, 逸脱型においては前尖の大きな逸脱により楔状切除では対応できないと判断された初期手術例が多く, まだ人工腱索を用いた術式が積極的に取り入れられていなかった時期の症例であった. 拘束型においては弁および弁下組織の硬化性変化のため, 感染性心内膜炎においては弁組織の破壊が顕著なため, そのほか急性心筋梗塞に伴う乳頭筋断裂による全身状態の悪化などが挙げられる.

術中術式が変更された症例でもその原因はほぼ同様で, 逸脱型では前尖・両尖の逸脱に対する楔状切除の不成功など, 形成術の選択の問題と, これと関連して人工腱索を使用する方法がまだ確立していなかった時期の手術例が含まれ, 技術的に安定していなかったことなどが挙げられる. 拘束型, 感染性心内膜炎に関しては, 置換術が選択された理由と同様であった.

感染性心内膜炎に関しては, 慢性期のほかに亜急性期の症例も含まれているため, 慢性僧帽弁閉鎖不全症と同等には比較できないと考えられた. 今回の例ではほとんどが急性期から亜急性期の症例であり, 形成術

が困難な例が多かった。

退院時の僧帽弁逆流の評価では、前尖および両尖逸脱と拘束型例と、冠動脈バイパス術を同時に必要とし、虚血による低左室機能例にⅡ度以上の逆流が認められた。有意な逆流は初めから置換術が選択された例と術中術式変更例に共通して認められた。

以上より形成術を困難にする要因としては、前尖の逸脱を認める例では形成術の方法選択、拘束型では弁および弁下組織の硬化性変化に対する処理、低左室機能例では心肺停止時間と術者の技術が挙げられる。前尖が関与する逸脱型では、楔状切除せずに人工腱索を用いた手術法が進歩してきており、手術成績も向上しているが¹⁷⁻²¹⁾、長期予後を含めた成績はまだ明らかではなく²²⁾、今後のさらなる検討を必要とすると考えられた。虚血性の左室機能低下例では冠動脈バイパス術も同時に行われるため、手術時間も制限されることから確実な形成術をさらに困難にすると考えられた^{23,24)}。

置換術群で左房径が有意に大きかったことは、僧帽弁閉鎖不全症の罹患期間が形成術群に比較して長く、左房への容量負荷の期間が長期であったことが推測される。したがって左房径が大きいことは形成術をより困難にする要因と考えられた。左房負荷と心房細動との関連は周知の事実であり、心房細動のないうち、あるいは心房細動発症3ヵ月以内に手術を行うと予後が良いとの報告もあることから²⁵⁾、左房径の大きさや心房細動の発症も手術時期決定の一つの指標となる可能性が考えられる。

欧米では後尖逸脱に対する形成術の成功率は98.3%、これに比べ前尖もしくは両尖に対する形成術は77.5%と低い¹³⁾。今回の研究でも後尖の成功率96%と満足できる結果であった。形成術ができなかった後尖の1例は二弁置換の例で、大動脈弁置換術が決定して

いたため、抗凝固療法がいずれにしても必要であったこと、手術時間の問題、弁下組織の脆弱性など総合的に判断した結果であった。したがって、合併症のない後尖逸脱では100%形成術が成功していた。前尖あるいは両尖に対する形成術の成功率は54%と、まだ予測性の高い手術とはいえないのが現状と考えられた。しかし1施設での成績であり、多施設での調査が必要である。また将来的には技術の進歩により、どの施設でも安全、確実な手術となることが期待される。

左室収縮機能低下のない僧帽弁閉鎖不全症は内科治療に対する反応も良い例が多いことから、早期手術は100%近い成功率が必要とされる。さらに小児や若年者に対しては早期手術自体の長所も明らかにされていない²⁶⁾。今回の症例でもNYHA心機能分類Ⅰ度ないしⅡ度で駆出率 $\geq 60\%$ の症例が含まれていたが、そのうち36.5%が置換術に終わっている。手術治療を勧める場合、今回検討したように前尖の関与する逸脱型も多く、その手術成績を考えると、前尖に対する早期手術はごく限られた施設では可能性があっても、まだ一般的に行われる状況ではないと考えられた。しかし術前経食道心エコー図法、さらに三次元心エコー図法などを駆使することにより、症例や形成方法を適切に選択できるようになれば、手術成績も向上すると考えられる。

結 語

前尖の関与する逸脱型や拘束型の僧帽弁閉鎖不全症の手術成績は、現時点では早期手術を勧めるにはまだ十分ではない。

僧帽弁形成術を予測性の高い手術とするためには、1)適切な症例の選択、2)前尖逸脱例での詳細な術前評価と形成方法の検討、3)限られた施設(術者)での実施が重要である。

要 約

最近、僧帽弁閉鎖不全症に対する内科治療の長期予後に関する検討がされ、その限界が報告された。その一方で、外科治療成績の予後が良好であることが報告され、欧米では早期手術を勧める議論がある。外科治療成績の向上は僧帽弁形成術の進歩と深い関係がある。

本研究では、僧帽弁形成術を安全、確実な手術とするため、形成術を困難にする要因について検討した。1994年4月-1997年9月の間に僧帽弁閉鎖不全症のため手術治療を受けた103例について、その原因、術式、手術成績を後ろ向きに調査した。僧帽弁閉鎖不全症の原因は、逸脱型が65例

(63%), 拘束型が14例, 正常型が11例, 感染性心内膜炎10例, その他3例であった。逸脱型では前尖22例(34%), 後尖28例(43%), 両尖15例(23%)であった。

形成術は74例に行われ, 16例(22%)が術中に置換術に変更された。これらは前尖逸脱が9例, 後尖逸脱が1例, 両尖逸脱が3例, 拘束型が2例, 感染性心内膜炎が1例であった。前尖に対する形成術の成功率は低かった。

僧帽弁閉鎖不全症の原因は欧米と同様に逸脱型が多いが, 今回の結果では前尖の逸脱も多く, 前尖は後尖に比べ形成術の成功率が低いことを考えると, 現時点では前尖に対する早期手術はまだ時期尚早と考えられる。

J Cardiol 1999; 34(6): 325-331

文 献

- 1) Starling MR: Effects of valve surgery on left ventricular contractile function in patients with long-term mitral regurgitation. *Circulation* 1995; **92**: 811-818
- 2) Enriquez-Sarano M, Tajik AJ, Schaff HV, Orszulak TA, Bailey KR, Frye RL: Echocardiographic prediction of survival after surgical correction of organic mitral regurgitation. *Circulation* 1994; **90**: 830-837
- 3) Enriquez-Sarano M, Schaff HV, Orszulak TA, Bailey KR, Tajik AJ, Frye RL: Congestive heart failure after surgical correction of mitral regurgitation: A long-term study. *Circulation* 1995; **92**: 2496-2503
- 4) Borow KM, Green LH, Mann T, Sloss LJ, Braunwald E, Collins JJ Jr, Cohn L, Grossmann W: End-systolic volume as a predictor of postoperative left ventricular performance in volume overload from valvular regurgitation. *Am J Med* 1980; **68**: 655-663
- 5) Ling LH, Enriquez-Sarano M, Seward JB, Tajik AJ, Schaff HV, Bailey KR, Frye RL: Clinical outcome of mitral regurgitation due to flail leaflet. *N Engl J Med* 1996; **335**: 1417-1423
- 6) Ling LH, Enriquez-Sarano M, Seward JB, Orszulak TA, Schaff HV, Bailey KR, Tajik AJ, Frye RL: Early surgery in patients with mitral regurgitation due to flail leaflets: A long-term outcome study. *Circulation* 1997; **96**: 1819-1825
- 7) Enriquez-Sarano M, Schaff HV, Orszulak TA, Tajik AJ, Bailey KR, Frye RL: Valve repair improves the outcome of surgery for mitral regurgitation. *Circulation* 1995; **91**: 1022-1028
- 8) Tischler MD, Cooper KA, Rowen M, LeWinter MM: Mitral valve replacement versus mitral valve repair: A Doppler and quantitative stress echocardiographic study. *Circulation* 1994; **89**: 132-137
- 9) Lee EM, Shapiro LM, Wells FC: Superiority of mitral valve repair in surgery for degenerative mitral regurgitation. *Eur Heart J* 1997; **18**: 655-663
- 10) Sundt TM III, Khaghani A, Yacoub MH: Alternative technique for assessment and repair of the mitral valve. *Ann Thorac Surg* 1996; **61**: 1552-1554
- 11) Sousa Uva M, Dreyfus G, Rescigno G, al Aile N, Mascagni R, La Marra M, Pouillart F, Pargaonkar S, Palsky E, Raffoul R, Scorsin M, Noera G, Lessana A: Surgical treatment of asymptomatic and mildly symptomatic mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996; **112**: 1240-1249
- 12) Lee EM, Porter JN, Shapiro LM, Wells FC: Mitral valve surgery in the elderly. *Heart Valve Dis* 1997; **6**: 22-31
- 13) Freemann WK, Schaff HV, Khandheria BK, Oh JK, Orszulak TA, Abel MD, Seward JB, Tajik AJ: Intraoperative evaluation of mitral valve regurgitation and repair by transesophageal echocardiography: Incidence and significance of systolic anterior motion. *J Am Coll Cardiol* 1992; **20**: 599-609
- 14) Carpentier A: Cardiac valve surgery: The "French correction". *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983; **86**: 323-337
- 15) Helmcke F, Nanda NC, Hsiung MC, Soto B, Adey CK, Goyal RG, Gatewood RP Jr: Color Doppler assessment of mitral regurgitation with orthogonal planes. *Circulation* 1987; **75**: 175-183
- 16) Castello R, Lenzen P, Aguirre F, Labovitz AJ: Quantitation of mitral regurgitation by transesophageal echocardiography with Doppler color flow mapping: Correlation with cardiac catheterization. *J Am Coll Cardiol* 1992; **19**: 1516-1521
- 17) Avarez JM, Gray D, Choong C, Deal CW: Repair of the anterior mitral leaflet. *Aust N Z J Med* 1993; **23**: 279-284
- 18) Eishi K, Kawazoe K, Sasako Y, Kosakai Y, Kitoh Y, Kawashima Y: Comparison of repair techniques for mitral valve prolapse. *J Heart Valve Dis* 1994; **3**: 432-438
- 19) Zussa C: Artificial chordae. *J Heart Valve Dis* 1995; **4** (Suppl II): S249-S256
- 20) Izumi C, Yoshida K, Akasaka T, Hozumi T, Takagi T, Yamamuro A, Yamaura Y, Okada Y, Shomura T, Yoshikawa J: Serial change of mitral regurgitation after anterior mitral valve repair using polytetrafluorethylene chordae: Evaluation by transesophageal echocardiography. *J Cardiol* 1996; **27**: 315-319 (in Jpn with Eng abstr)
- 21) Iwai M, Yoshida K, Hozumi T, Akasaka T, Takagi T, Yamaura Y, Ogata Y, Okada Y, Shomura T, Morioka S, Yoshikawa J: Long-term results of mitral valve repair with artificial chordae tendineae. *J Cardiol* 1998; **31**: 19-22 (in Jpn with Eng abstr)
- 22) Nakano M, Kurosawa H, Okuyama H, Nagahori R, Tatora A, Shimizu S: Mitral valve remodeling using valvuloplasty and ring annuloplasty. *J Cardiol* 1994; **29** (Suppl II): 51-56 (in Jpn with Eng abstr)
- 23) Hausmann H, Siniawski H, Hotz H, Hofmeister J, Chaves T, Schmidt G, Hetzer R: Mitral valve reconstruction and mitral valve replacement for ischemic mitral insufficiency. *J Card Surg* 1997; **12**: 8-14

- 24) Cohn LH, Rizzo RJ, Adams DH, Couper GS, Sullivan TE, Collins JJ Jr, Aranki SF: The effect of pathophysiology on the surgical treatment of ischemic mitral regurgitation: Operative and late risks of repair versus replacement. *Eur J Cardiothorac Surg* 1995; **9**: 568–574
- 25) Chua YL, Schaff HV, Orszulak TA, Morris JJ: Outcome of mitral valve repair in patients with preoperative atrial fibrillation: Should the maze procedure be combined with mitral valvuloplasty? *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; **107**: 408–415
- 26) Kirshnan US, Gersony WM, Berman-Rosenzweig E, Apfel HD: Late left ventricular function after surgery for children with chronic symptomatic mitral regurgitation. *Circulation* 1997; **96**: 4280–4285