僧帽弁膜症における三尖弁閉鎖不全の左室機能におよぼす影響について

—心エコー法を中心に—

新潟大学医学部第二外科（主任：江口昭治教授）
矢澤正知

Influence of Tricuspid Regurgitatioh on Left Ventricular Functions in Mitral Valvular Disease, with Special Reference to Echocardiographic Study

Masatomo YAZAWA

Second Department of Surgery, Niigata University School of Medicine
(Director: Prof. Shoji EGUCHI)

Cardiac functions of sixty-one patients with mitral stenosis (MS) and mitral regurgitation (MR) undergoing surgery between 1980 and 1984 were estimated by cardiac catheterization and echo-cardiography. An affection of tricuspid regurgitation (TR) on left ventricular performance was also evaluated from immediate postoperative period to long-term follow-up.

Followings are the cnclusions:

1. Preoperative RVEDP and LVEDP revealed higher values in the patients with TR than those without TR.
2. MS patients with TR showed lower EF and FS than those without TR. Preoperative LVEDVI and LVESVI of the patiens with TR were higher than those without TR. Left ventricular functions of the patiens with TR were lower significantly than those without TR one month postoperatively.
3. MR patients revealed no significant difference in the LV functions irrespective of the assosiation with TR and without TR. The LV functions were lowered in both groups one month after surgery but recoverd in the long-term postoperatively.
4. Operative techniques or immediate postoperative accidental events seemed to

Rerprint reqests to: Masatomo YAZAWA, 2nd. Department of Surgery, Niigata Univasity School of Medicime, Niigata City, 951, JAPAN.

別刷請求先: 〒951 新潟市旭町通1番町 新潟大学医学部第二外科教室 矢澤正知

influence more than the preoperative left ventricular functions for the development of low cardiac output syndrome. However, a further investigation should be necessary for such conclusion by analyzing much wore cases.

5. Tricuspid regurgitation brings tentative low cardiac functions in the early stage after surgery in mitral valvular disease, but the improvement of the functions are expected in the long-term follow-up.

Key words: Tricuspid regurgitation, mitral stenosis, mitral regurgitation, postoperative cardiac function, Low cardiac output syndrome (LOS), echocardigraphy.
三尖弁閉鎖不全症，僧帽弁狭窄症，僧帽弁閉鎖不全症，術後心機能低心拍出量症候群.

緒　　言

三尖弁閉鎖不全（以下 TR）を伴った左心系弁膜症は，重症例が多く，右心系の症状が前面に現われ，左心系の病態が右心系の病態によりマスクされることがしばしば経験される．これらの疾患に対し，TR を伴っている疾患はどの程度左心機能の低下を伴っているか，また，TR の程度により術後の心機能の回復がどの程度可能であるかを知ることは，術後管理，術後遠隔期の回復程度を予想する上で極めて意義深いと考えられる．

一方術前から術後早期，術後遠隔期まで一貫して経過を観察するには，心エコーが優れている．心臓カテーテル法（以下心カテ），心・血管造影は手術適応の決定などの正確な判断には必要であるが，侵襲が少なくなく，繰り返し実施することは不可能である．一方，心エコーによる観察は，非侵襲的で，容易に繰り返し実施できるという利点があり，心機能判定も容易である．そのうえ，最近はドプラー心エコー法も進歩し，従来のBモード・心エコー法の弱点であった逆流や圧較差などの情報も容易に測定できるようになった．心エコー法は，心カテに比べて，再現性と正確性がやや劣るものの，経過観察するには優れた方法と考えられる．今回，心エコー図による TR を伴った僧帽弁膜症の術前，術後経過を観察し，とくに TR を伴った僧帽弁膜症の左室機能がどの程度低下しているか，また，術後の回復過程などを検討したので報告する．

対 象 と 方 法

新潟大学第2外科において1980年～1983年の4年間に手術を施行した後天性僧帽弁膜症で，大動脈弁疾患，先天性心疾患合併例および僧帽弁狭窄兼閉鎖不全例（以下 MSR）を除外した61例（男24名，女37名）を対象とした．内訳は僧帽弁狭窄症（以下 MS，手術時年令 47.8±7.1才）20例，MS＋TR（手術時年令 46.7±7.9才）20例，僧帽弁閉鎖不全症（以下 MR，手術時年令 52.0±7.4才）12例，MR＋TR（手術時年令 48.9±12.9才）9例である．手術術式は MS 群は交連切開術（以下 OMC）14例，弁置換術（MVR）6例，MS＋TR 群は，OMC＋三尖弁輪縫縮術（以下 TAP，OMC＋TAP）3例，MVR＋TAP 17例，MR 群は弁輪形成術（以下 MAP）3例，MVR 9例，MR＋TR 群は全例 MVR＋TAP であった（**表 1**）．TAP は全例 DeVega 法[1]により，MAP は Kay 法[2]に準じて行った．手術は人工心肺下 25℃前後の低体温とし，GIK 液による心筋保護法と ice slush による局所冷却法を用いて心停止下に行った．代用弁は全例 SJM 弁を用いた．

心エコー図は，ALOKA-SSD 110（アロカKK，日本）および ATL MARK-V（ATL 社，米国）を使用した．心エコー図は繰り返し周波数が 2.25MHz または 3MHz の探触子で胸骨左縁第3～4肋間より超音波ビームを投入して左室長軸断層図を描出し，Mモード心エコー図を紙送り速度 50mm/秒で Strip-chart に記録した．同時に胸骨左縁または心尖部の四腔断層図で三尖弁からの逆流の距離と，季肋部断層図より肝静脈における逆流の有無をドプラー心エコー図で検索した．心エコー図は術前・術後1カ月以内（術直後）・術後1年以上（遠隔期）で記録し左心機能の指標を算出して比較検討した．

Mモード心エコー図より左室収縮末期径（Ds，mm）左室拡張末期径（Dd，mm），収縮時間（ET，sec）を連続した3拍で計測し，その平均を測定値とした．また，心房細動例は，心拍数 70/min に近い先行R－R間隔

表 1 対 象 症 例

	症例数		平均年齢	手術術式
MS	男性 7例 女性 13例	計 20例	47.8± 7.1	OMC 14例 MVR 6例
MS+TR	男性 4例 女性 16例	計 20例	46.7± 7.9	OMC+TAP 3例 MVR+TAP 17例
MR	男性 8例 女性 4例	計 12例	52.0± 7.4	MAP 3例 MVR 9例
MR+TR	男性 5例 女性 4例	計 9例	48.9±12.9	MVR+TAP 9例

表 2 心エコー図による左心機能

$$\text{左室容積} = \text{左室径 D}^3 \times \frac{\text{左室径 D}}{2.4 + \text{左室径 D}}$$

$$\text{左室駆出率 EF} = \frac{\text{左室拡張末期容積 EDV} - \text{左室収縮末期容積 ESV}}{\text{左室拡張末期容積 EDV}}$$

$$\text{左室分画率 FS} = \frac{\text{左室拡張末期径 Dd} - \text{左室収縮末期径 Ds}}{\text{左室拡張末期径 Dd}}$$

$$\text{左室平均円周短縮速度 mVcf} = \text{FS} \div \text{収縮期時間 ET}$$

の3拍の平均をとった．心室中隔の奇異運動のないMモード心エコー図より左室容積は Teichholz[3] の式を用いて算出し，左室駆出率（LVEF，%），左室分画率（%FS），左室平均円周短縮速度（mVcf，circ/sec），左室拡張末期容積指数（EDVI，ml/m²），1回心拍出量係数（SVI，ml/m²/beat）を求めた（**表 2**）．心カテは大腿動静脈より，術前に全例に施行した．Swan-Gantz カテーテルにて右心系心内圧，酸素飽和度，熱希釈法による心拍出量を求め，Pig-tail カテーテルで左心系の圧の計測と心血管造影を行った．TR は右室造影施行例では Lingamneni 分類[4] により1度～4度に分類し，ドプラー心エコー施行例は，Lingamneni 分類に準じ四腔断層図で三尖弁輪より1cm 以内の逆流を1度，右房の 1/2 以下の逆流を2度，右房の 1/2 以上の逆流を3度，3度の症例で肝静脈まで逆流が検出されるものを4度とし，2度以上を有意の TR とした．MS は僧帽弁圧較差5mmHg 以上，MR は Sellers 分類[5] の2度以上とした．僧帽弁位での圧較差が 5mmHg 以上で，MR が2度以上の僧帽弁膜症を MSR として対象より除外した．

MS，MR を TR の有無により MS 群，MS+TR 群，MR 群，MR+TR 群に分類した．また，三尖弁の逆流度による影響を見るために逆流度により MS 症例を TR 0～1度の群（MS 群：20例），2度の TR を伴う群（MS+TR（Ⅱ）群：10例），3度の TR を伴う群（MS+TR（Ⅲ）群：10例），4度の TR を伴う群（MS+TR（Ⅳ）群：対象なし）に分けて検討した．MR 症例も MS と同様に MR 群：12例，MR+TR（Ⅱ）群：5例，MR+TR（Ⅲ）群：4例，MR+TR（Ⅳ）群：対象なし，に分け検討した．MS+TR群を右室拡張末期圧（RVEDP）10mmHg で2群に分け，RVEDP≧10mmHg を上昇群（10例：TR（Ⅱ）5例・TR（Ⅲ）5例），RVEDP<10mmHg を正常群（10例：TR（Ⅱ）5例・TR（Ⅲ）5例）とした．術後 IABP 使用例，または術後第3病日までカテコラミンを合計 10μg/kg/min 以上使用した症例を低心拍出量症候群（以下 LOS）とした．LOS に陥った症例は4例あり，全例 MS+TR 群で，TR（Ⅱ），TR（Ⅲ）が各々2例であった．

各数値は平均±標準偏差で示し，差の検定は Student t-検定で行ない，危険率 p は $p<0.05$ で統計的有意差とした．

結　　果

1. 血行動態の検討

術前心カテ検査より得られた右房平均圧（RAP, mmHg）は，MS 群で 5.9±2.8mmHg，MS+TR 群で 11.0±5.2mmHg と TR を伴った群が有意に高値を示し（$p<0.005$），MR+TR 群 9.7±4.3mmHg も MR 群 6.6±1.7mmHg より有意に高い値を示した（$p<0.05$）．RV-

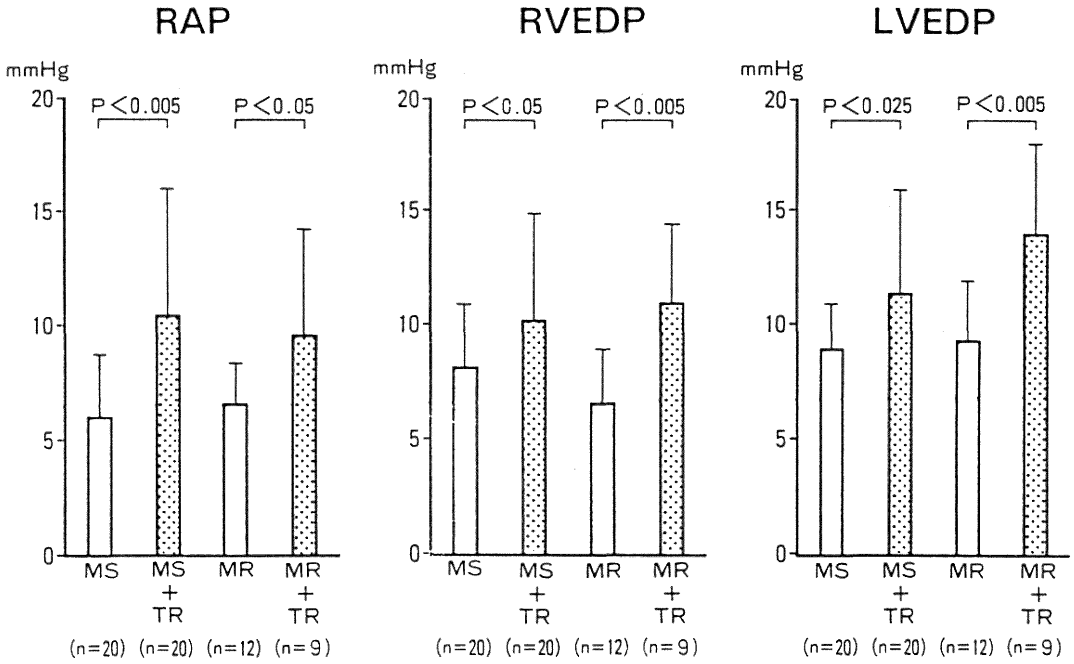


図 1　心カテによる術前血行動態

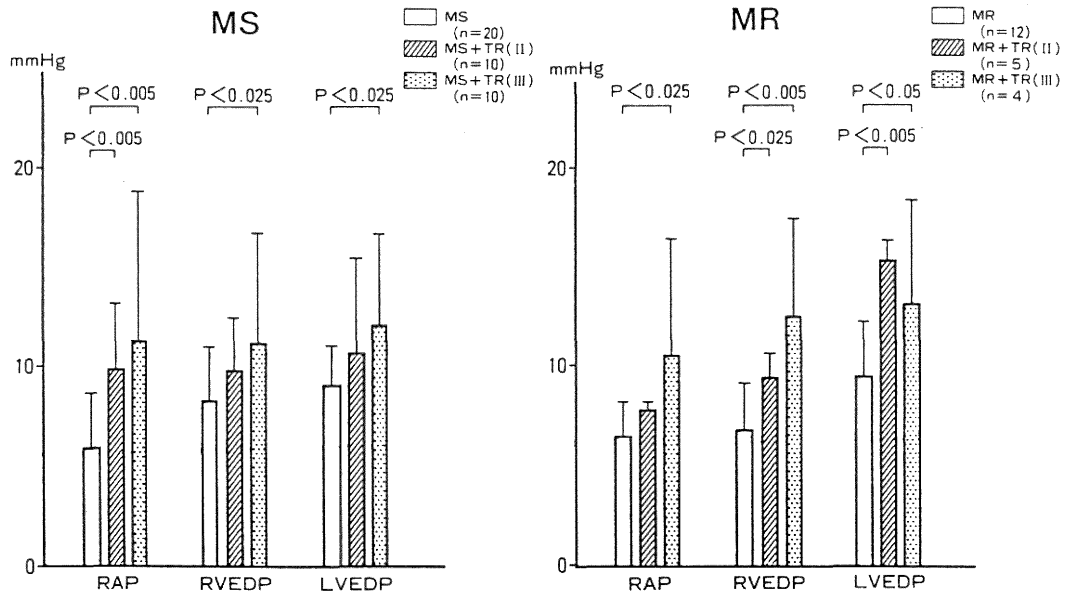


図 2　TR 重症度別による術前血行動態

EDP は MS 群，MS＋TR 群で各々 8.2±2.7mmHg，10.4±4.7mmHg，左室拡張末期圧（LVEDP，mmHg）は各々 9.0±2.1mmHg，11.4±4.6mmHg といずれも TR を伴った群で有意に高かった（RVEDP $p<0.05$，LVEDP $p<0.025$）．MR においても RVEDP は MR群，MR＋TR 群で各々 6.7±2.4mmHg，11.0±3.6mmHg，LVEDP は各々 9.4±2.4mmHg，14.0±3.9mmHg と有意に TR を伴った群が高かった（RVEDP $p<0.005$，LVEDP $p<0.005$）（**図 1**）．

TR の程度により心内圧を比較すると，3度の TR を合併した群は RAP（MS＋TR（Ⅲ）群：11.6±7.2 mmHg MR＋TR（Ⅲ）群：10.5±5.8mmHg），RVEDP（11.1±5.6mmHg，12.3±5.0mmHg），LVEDP（12.0±4.7mmHg，13.0±5.6mmHg）が TR を伴わない群の RAP（MS 群：5.9±2.8mmHg，MR 群：6.4±1.8 mmHg），RVEDP（8.2±2.7mmHg，6.7±2.4mmHg），LVEDP（9.0±2.1mmHg，9.4±2.7mmHg）に比し有意に高く（RAP $p<0.005$，RVEDP $p<0.025$，LVEDP $p<0.025$），右心・左室機能とも低下を示した（**図 2**）．

僧帽弁狭窄症例の TR（Ⅱ）と TR（Ⅲ）の RAP，LVEDP，RVEDP を比較すると，TR（Ⅲ）群ではこれらの値は高い傾向を示したが統計的に有意な差は見られなかった．MS 群と MS＋TR（Ⅱ）群の RAP（$p<0.005$），MR 群と MR＋TR（Ⅱ）群の RVEDP（$p<0.025$），LVEDP（$p<0.005$）を比較すると TR を合併した群が統計的に有意に高い値を示した（**図 2**）．

2. 心エコー図による検討

a. MS 群，MS＋TR 群の比較検討（**図 3**）

MS 単独群と TR 合併群での左室機能を比較すると，EF は術前は MS＋TR 群が 55.9±13.6％，MS 群が 62.5±13.1％と TR 合併群が低値を示すも有意差はなかったが，術直後には MS 群は 61.8±8.2％，MS＋TR 群は 51.5±9.6％となり TR 合併群が単独群より低値を示した（$p<0.005$）．遠隔期には両群とも各々 66.9±6.8％，60.8±13.7％と術後早期に比べ有意に改善するも（MS 群：$p<0.025$，MS＋TR 群：$p<0.005$），TR 合併群は単独群より低値のままであった（$p<0.05$）．FS は術前差は認められず，術直後に MS 群は 30.9±4.6％，MS＋TR 群は 26.9±6.4％と TR 合併群が有意に低値を示した（$p<0.025$）．遠隔期には両群とも回復したが TR 合併例では有意な改善ではなかった．mVcf では術前後で大きな変化は認められなかったが術直後に MS 群が 1.13±0.22circ/sec，MS＋TR 群は 0.96±0.27 circ/sec と TR 合併群が低値を示した（$p<0.025$）．EF，FS，mVcf は TR 合併の有無にかかわらず術前及び遠隔期には差はなかったが術直後の一時的に TR 合併群でこれらの左室機能の低下が認められた．

左心室の容積の術前後の変化についてみると，EDVI は MS 単独群と MS＋TR 群は各々術前 63.0±18.6ml/m^2，84.1±31.2ml/m^2，術直後 56.0±14.5ml/m^2，74.7±30.2ml/m^2，遠隔期 65.9±12.8ml/m^2，80.1±30.0 ml/m^2 と術前・術直後・遠隔期とも TR 合併群で有意に EDVI が大きい値を示した（術前・術直後 $p<0.01$，遠隔期 $p<0.05$）．ESVI も術前・術直後・遠隔期に MS 群は各々 26.2ml/m^2，24.1ml/m^2，22.6ml/m^2 で，MS＋TR 群は各々 35.5ml/m^2，35.6ml/m^2，29.3ml/m^2 と TR 合併群が有意に大きい ESVI を示した（術前・遠隔期 $p<0.025$，術直後 $p<0.005$，**図 3**）．SVI は術前の MS 群と MS＋TR 群では差は認められなかったが，術直後には MS 群が 31.9ml/m^2，MS＋TR 群が 38.9ml/m^2 と TR 合併群で大きい値を示した（$p<0.05$）．また両群とも遠隔期に SVI は増大した（MS 群 $p<0.005$，MS＋TR 群 $p<0.05$，**図 3**）．

左心室の容積は術前・術後とも TR 合併群が大きいが，SVI は術直後のみに差があり，その他に差は認られなかった．

b. MS の TR の重症度別による検討（**図 4**）

EF は術前 MS 群で 62.5±13.1％，MS＋TR（Ⅲ）群では 52.0±9.0％であり，TR 3度の群で有意に低く，術直後も 61.8±8.2％，49.5±12.2％と TR 3度の群が有意に低値を示した（術前 $p<0.025$，術直後 $p<0.005$）．遠隔期には 66.9％，71.1％と回復し両者の間の差は消失した（**図 4**）．FS と EF と同様で MS 群と MS＋TR（Ⅲ）群は各々術前 32.3％，27.0％，術直後 30.9％，26.9％と3度の TR を伴った群が有意に低い FS を示した（術前・術直後 $p<0.05$）．遠隔期には 35.9％，39.6％と回復し両群間には差はなくなった．mVcf は術前の MS 群と MS＋TR（Ⅲ）群の間には差は認められなかったが，術直後 1.13circ/sec，0.92circ/sec と有意に TR 3度の群が低値を示した（$p<0.025$）．TR 2度と TR 3度の術前・術後の EF・FS・mVcf は TR の重症度により左室機能が低下している傾向があるも統計的に有意差は認められなかった．

EDVI が術前の MS 群で 63.0±18.6ml/m^2 と MS＋TR（Ⅱ）群の 86.2±36.6ml/m^2 と MS＋TR（Ⅲ）群の 81.4±29.0ml/m^2 より有意に小さいが，TR の重症度による差は認められなかった．また術後も TR の重症度による EDVI の差は認められなかった．ESVI

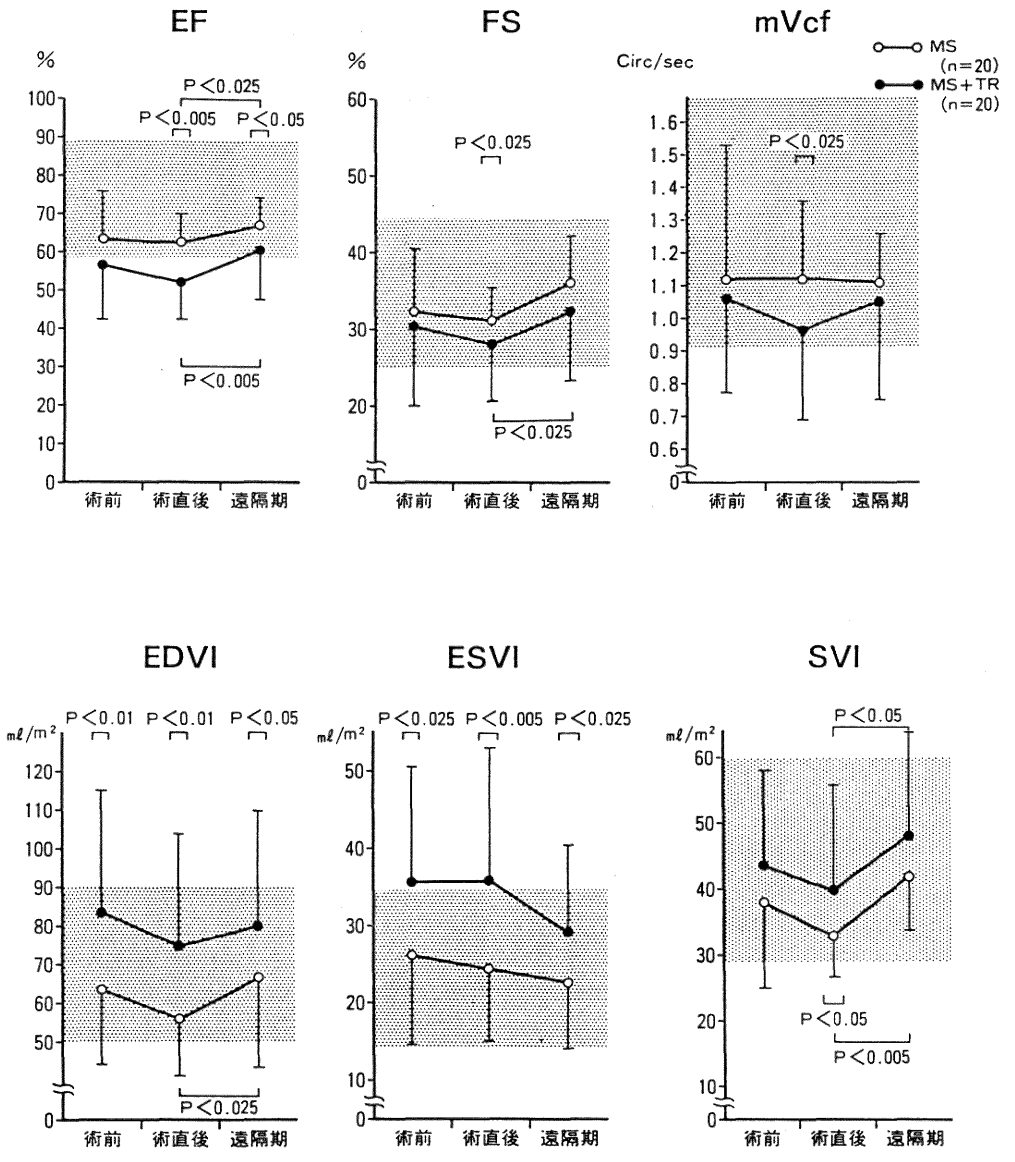


図 3 MS における心機能変化

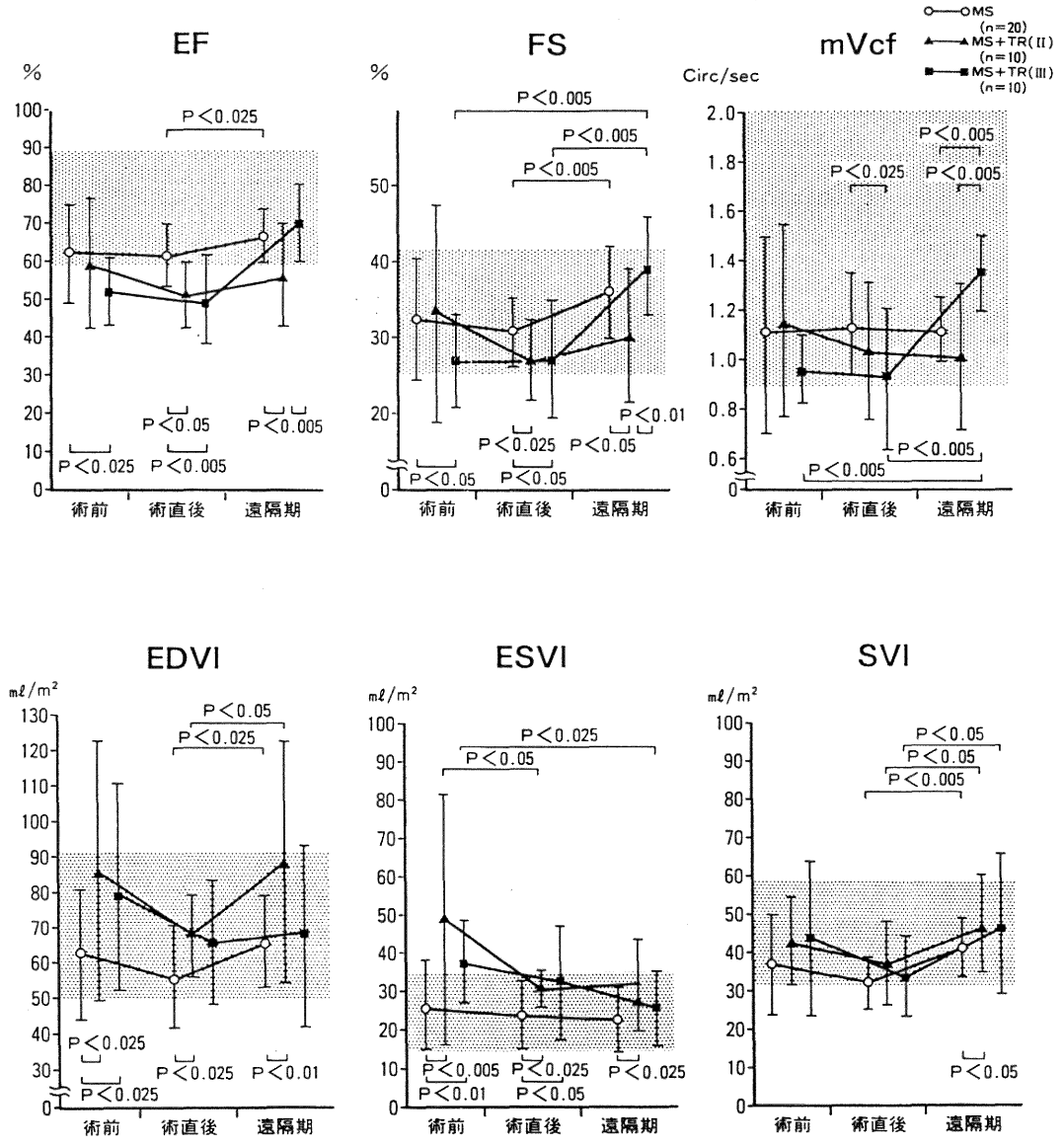


図 4 MS の TR 重症度別心機能変化

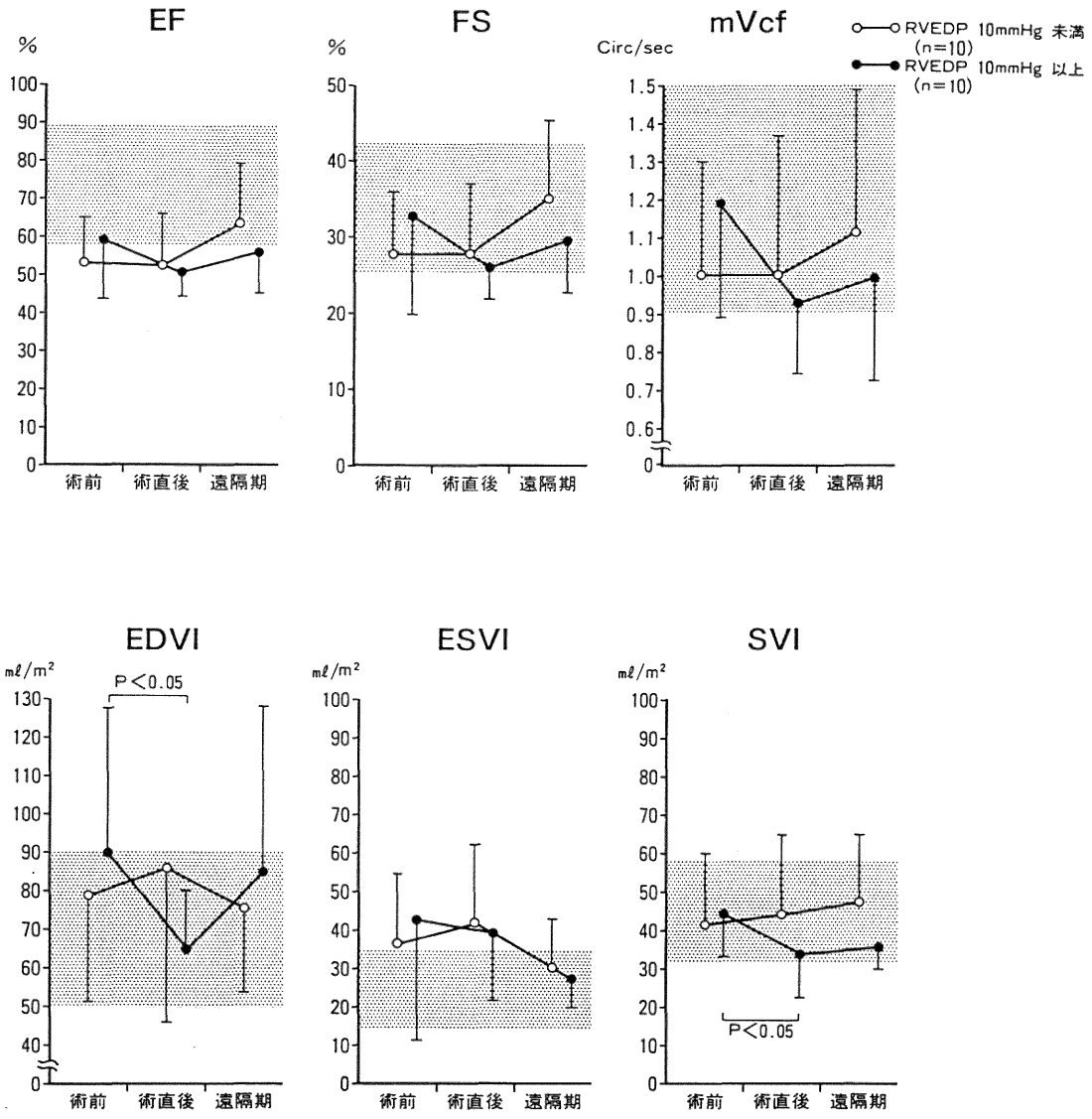


図 5 MS + TR の RVEDP 別心機能変化

は術前・術後で TR の重症度別の違いは認められなかった．MS＋TR（Ⅱ）は術前 49.2ml/m² で術直後に 30.9 ml/m² と減少し（p<0.05），MS＋TR（Ⅲ）も術前の 37.8ml/m² から遠隔期には 26.1ml/m² と減少した（p <0.025）．SVI は術前・術後と TR の重症度別による差は認められなかった．

c．MS＋TR 群における RVEDP の影響（図 5）

MS＋TR を RVEDP 10mmHg 未満の正常群10例と 10mmHg 以上の上昇群10例に分けて，各々左室機能を比較した．上昇群は TR（Ⅱ）5例，TR（Ⅲ）5例で，正常群は TR（Ⅱ）5例，TR（Ⅲ）5例と，RVEDP による TR の重症度に差は認められなかった．術前の EF，FS，mVcf などの左室機能も両群間に差はなく，術直後・遠隔期も上昇群が正常群に比し低い傾向がみられたが有意の差はなく，RVEDP と左室機能との相関は見られなかった．

EDVI，ESVI とも術前～術後の推移において両群間の相違はなかった．しかし SVI は RVEDP 上昇群に術直後から有意の低下がみられた．

d．LOS 群と非 LOS 群の比較

LOS 群は全例 MS＋TR 群であった．しかし術前心カテ所見では，RAP が LOS 群で 9.9±4.3mmHg，非 LOS 群で 10.6±5.3mmHg，RVEDP は各々 10.1 ±4.1mmHg，11.5±5.6mmHg，LVEDP は各々 11.1 ±4.0mmHg，12.5±7.0mmHg と差は認められなかった．

左心機能では EF は両群とも術前に差はなく，むしろ LOS 群が 64.3±18.8mmHg で非 LOS 群 52.9±9.9 mmHg より良い値を示していた。術後１カ月以内の術直後も LOS 群，非 LOS 群は 57.3±10.3，49.0±8.1 mmHg と LOS 群も良好な値を示した．遠隔期にも差は認められなくなった．非 LOS 群の値は術前および術直後に比して有意に上昇したが LOS 群には変化は見られなかった．FS，mVcf もほぼ同様の経過を示した（図 6）．

左室容積に関して，術前 LOS 群は EDVI が 68.9± 11.4ml/m²，ESVI が 25.0±19.9ml/m² で，非 LOS 群の EDVI 90.2±36.3ml/m²，ESVI 45.7±23.2ml/m² と比し低値を示したが，有意ではなかった．SVI は両群ともほぼ同一であった．術直後・遠隔期には，両群に差はなくなり，遠隔期にはほぼ同一となった（図 6）．

e．MR 群と MR＋TR 群の比較（図 7）

MR 群の，術前左室機能は EF 66.4±7.4％，FS 37.7 ±6.2％，mVcf 1.24±0.28circ/sec で，術直後には EF 50.2±15.1％，FS 26.2±9.3％，mVcf 0.89±0.32circ/ sec と低下した（EF p<0.005，FS p<0.005，mVcf p<0.005）．遠隔期は術直後とほぼ同様の左室機能を示した（図 7）．

MR＋TR 群の EF，FS，mVcf は術前・術直後・遠隔期の間に有意な変化は認められなかった．

EDVI は術前の MR 群では 115.5±40.8ml/m²，MR ＋TR 群では 145.7±52.8ml/m² と有意差はないが TR を合併した群が大きい傾向を示したが，術直後では MR 群が 79.0±22.0ml/m² で，MR＋TR 群が 52.6±24.1 ml/m² と両群とも有意に左室は縮小した．ESVI は術前 MR 群は 38.4±19.0ml/m²，MR＋TR 群が 70.3± 36.5ml/m² と有意に TR を合併した群で ESVI が大きかった（p<0.01）．MR 群は術後も心室容積は術前とほぼ同じであったが，TR 合併群は術直後には有意差をもって左室が縮小した（p<0.005）．SVI は TR の有無に関係なく術前・術後を通して同様の変化を示した（図 7）．

f．MR の TR の重症度別による影響（図 8）

術前の心機能を TR の程度により比較すると，EF では MR 群が 66.4±7.4％，MR＋TR（Ⅱ）群が 65.6 ±15.7％，MR＋TR（Ⅲ）群が 59.0±7.9％であり，TR の重症度による差は認められなかった．術直後及び遠隔期においては MR 群と MR＋TR（Ⅱ）群は術前に比して低下し，遠隔期に軽度回復したが，MR＋TR（Ⅲ）群は術前よりも術直後及び遠隔期には増大する傾向を示した．FS，mVcf も EF と同様の術前・術直後・遠隔期の変化を示した．

EDVI は術前 MR 群が 115.5±40.8ml/m²，MR＋TR（Ⅱ）群が 181.6±26.4ml/m²，MR＋TR（Ⅲ）群が 123.5 ±44.2ml/m² で，術直後には各々 79.0±22.0ml/m²，72.6 ±21.3ml/m²，54.2±29.4ml/m² と有意に減少し，遠隔期にも術直後と同程度の EDVI を示した．ESVI は術前の MR 群は 38.4±19.0ml/m² で，MR＋TR（Ⅱ）群の 92.4±34.7ml/m²，MR＋TR（Ⅲ）群の 63.5±30.6 ml/m² に比し有意に小さいが（p<0.05），術直後及び遠隔期には TR の合併群の ESVI が減少して夫々の群の間には差が認められなくなった．SVI も術直後には術前より有意に低下したが，遠隔期は大きな変化は見られなかった．

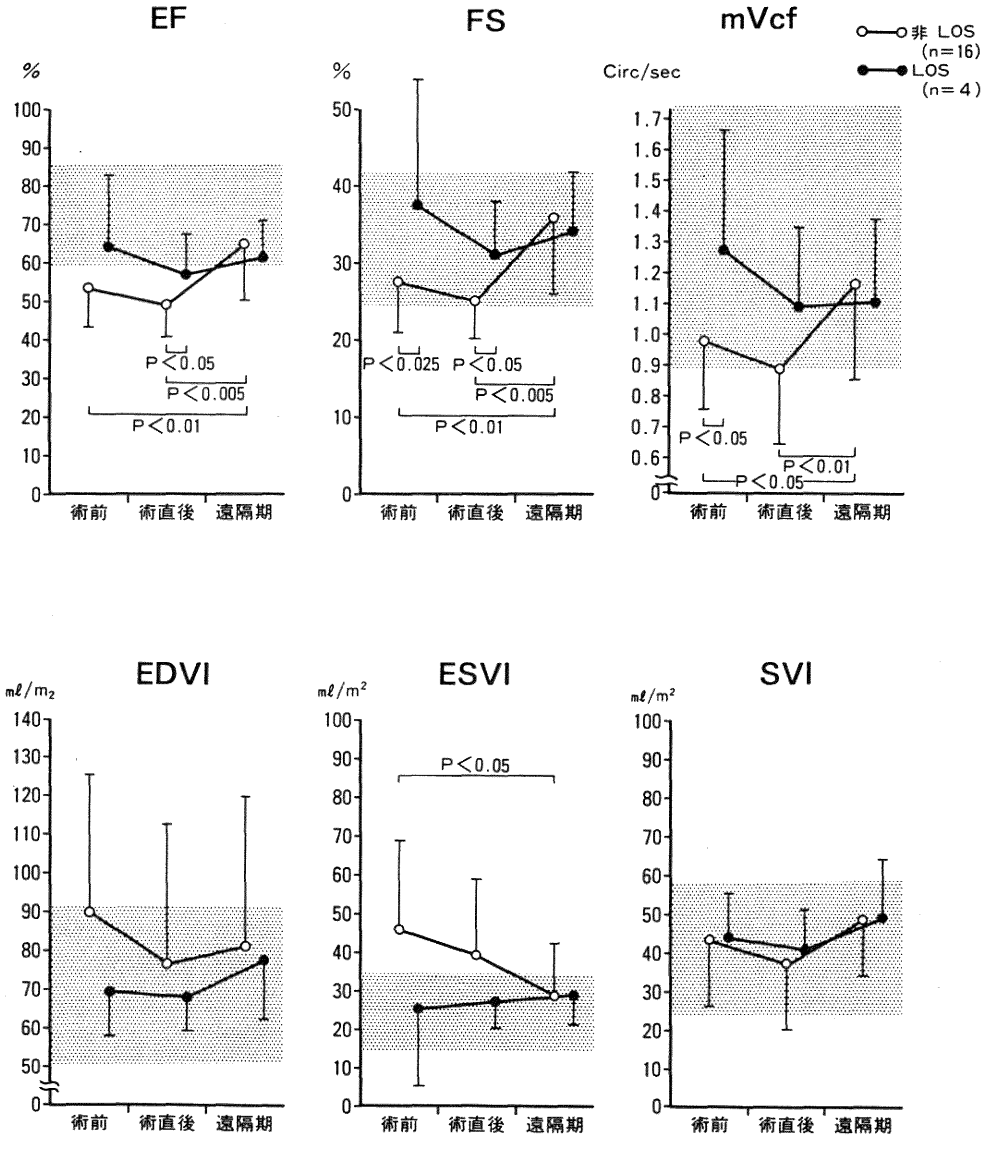


図 6 LOS の有無による MS + TR の心機能変化

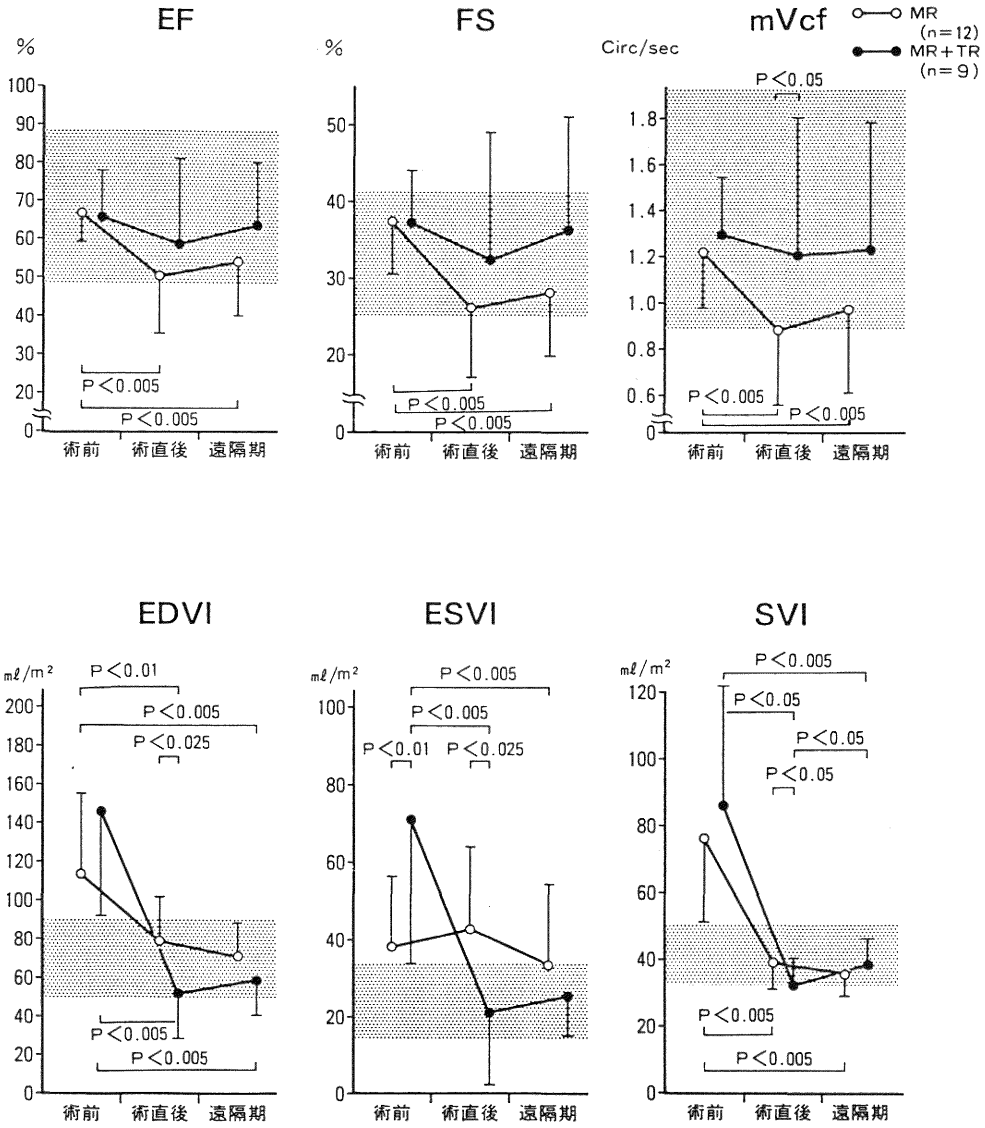


図 7　MR における心機能変化

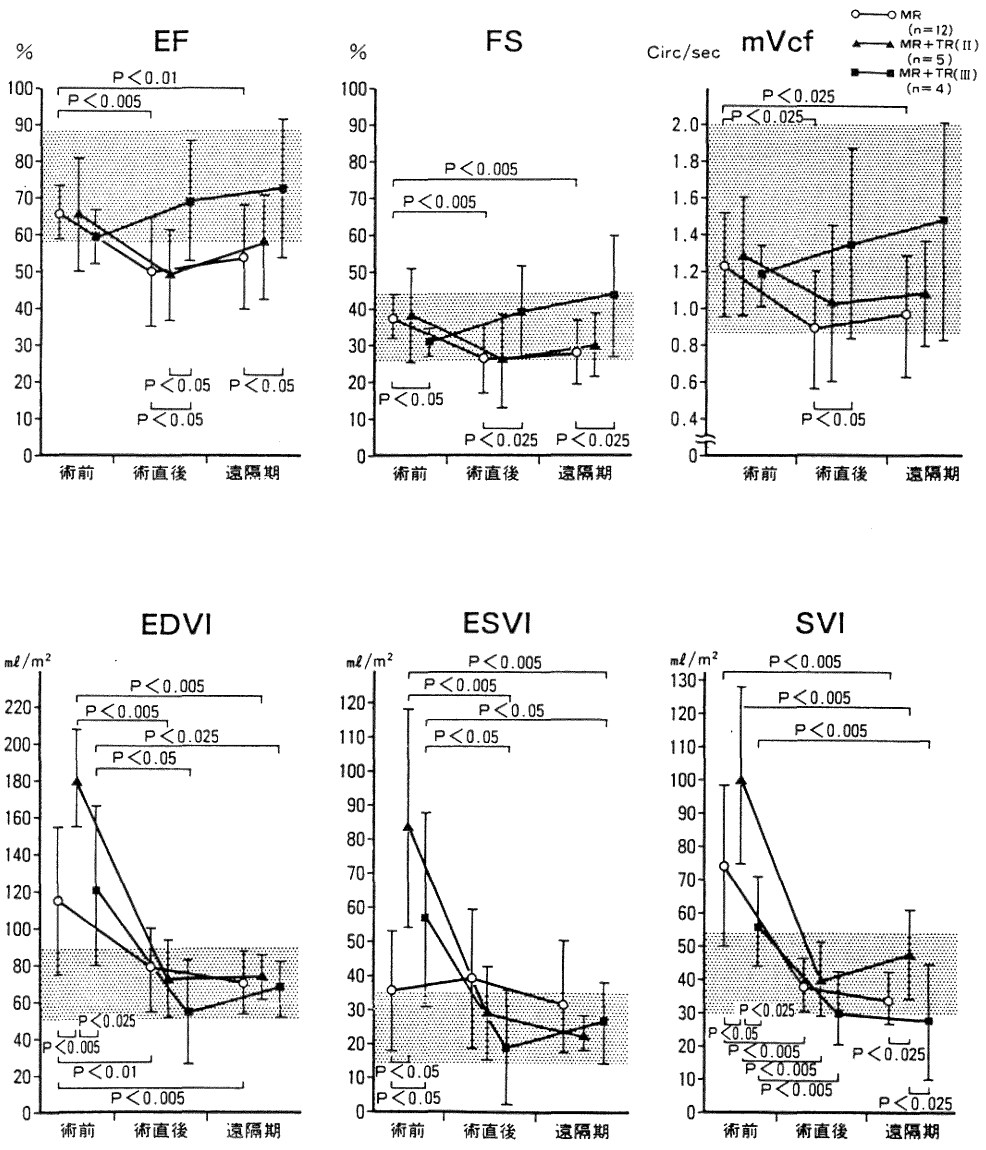


図 8 MR + TR の TR 別心機能変化

考　　察

1. 心エコー法による三尖弁閉鎖不全の評価法について

三尖弁閉鎖不全は，弁の器質的障害によることはまれで，他の器質的心疾患に合併して生じる機能的障害であることが多い．リウマチ性及び感染性心内膜炎の一部に器質的 TR を認めることがあるが，多くは他の弁膜症，特に僧帽弁膜症の進行とともに生じる二次的 TR である．

三尖弁閉鎖不全は従来より右室造影時の造影剤の右房と下大静脈への逆流所見により，診断と重症度評価が行われてきた[4]．しかし，カテーテルによる人工的な逆流の関与を区別できず，必ずしも満足のいくものではなかった[6]．それに対し超音波ドプラー法は非侵襲的で逆流に伴う異常血流は wide-band で一方向性で，正常血流の層流とは異なり[7]，検出感度も高く TR の診断と逆流度評価に有用であることが認められてきた[8][9]．

超音波ドプラー法による TR の重症度評価について，Miyatake ら[8]は傍胸骨縁四腔断層面で収縮期右房内異常血流信号の三尖弁よりの到達距離と分布面積で TR を4度に分け，右室造影法による Sellers 分類に準じた TR 分類と比較して，距離法と面積法とも右室造影に基づく分類とよく一致するとしている．到達距離と分布面積については，後者が理論的には優れているが，生体減衰による感度低下やフィルター特性などの影響を受け，また両者とも逆流が心房壁に吹き付け，血流が回転してしまう場合などの問題が指摘されている[10]．我々の経験でも心房中隔が右房へ張り出した症例では逆流を検出しにくく，また TR がジェット状に吹き出している場合はドプラー波の入射角をできるだけ小さくする工夫が必要であった．

一方，下大静脈または肝静脈での血流流速波形は，Diebold ら[11]によると心房のコンプライアンスや心房収縮などの影響を受けるが，収縮期に右房へ向かう血流の速度が TR の重症度が増すにつれて減速され，重症例では逆に右房より遠ざかる血流になるとし，収縮期と拡張期の最高流速の振幅の比により TR を0～4群に分けている．我々の検討では TR の2度と3度の識別が難しく，他症例で4度の TR は全例肝静脈での逆流を検出し，重症の TR における肝静脈血流波形による TR の評価は有用な方法と考えられた．肝静脈での測定では門脈が同時に見られる場合があり連続波ドプラーを使用するときには門脈血流の影響を受けるため注意が必要であった．

超音波ドプラー法による TR の評価は右室造影法による評価と差はなく，Mモード心エコー法の左心評価法もほぼ確立され，心臓弁膜症の術前・術後の心機能評価に有用と考えられた．

2. 僧帽弁膜症の右室への影響及び TR の病態生理

僧帽弁膜症は重症化及び病悩期間の延長とともに TR の合併の頻度が高くなり，左心機能は低下するといわれている．また TR 合併群は，非合併例に比し LOS や多臓器不全などの発生が多く，問題とされている[12][13]．

僧帽弁膜症の右室に対する影響は，血行動態的には僧帽弁の機能異常により左房圧の上昇と肺血管抵抗の増大をきたし，さらに肺動脈圧の亢進による右室の圧負荷の増加で右室の拡大や三尖弁輪の拡大などにより TR が増強し，一層右心不全が進行し，その結果右心不全が加わり，両心不全の状態となるとされている[6][14][15][16][17]．しかし，本研究では，MS＋TR で TR の程度が大きくなると術前左室機能は低下したが，RVEDP 10mmHg 以上と未満の両群では術前左室機能の差は認められなかった．また，RVEDP と TR の関係も見られなかった．このことは TR の成因として左右の心機能や右室圧の上昇だけでなく，他の要因の関与も考えられる．Simom ら[18]も TR を放置した僧帽弁手術症例で肺動脈圧，肺血管抵抗，心係数が改善したにもかかわらず，TR が残存又は増悪するのは，単に右室圧の上昇と心房細動によるだけではなく，三尖弁輪周囲を含めた右室心筋の収縮能の低下であると推定し，King ら[19]は僧帽弁置換術後の TR は，容量負荷と拡張性心筋障害により生じる MR と同様に右心機能の低下によると結論した．この点に関し，Tsakiris[20]，Tei[21]は，TR を生じた三尖弁輪の周径は拡大し，弁輪の収縮率が正常より小さいことを実験及び臨床的に示し，三尖弁輪は僧帽弁と異なり1個の線維三角としか接しておらず，右室の圧・容量負荷により弁輪は拡大し，三尖弁輪下の心筋収縮の低下により弁輪の筋性収縮が低下し TR が増悪するとしている．

一方，Khonstari ら[22]は長期間の右心室の容量負荷と右室の拡大により三尖弁の位置関係が変化することにより TR が発生すると述べている．即ち三尖弁輪の拡大は少なく，三尖弁の交連部の瘢痕または癒合が認められず，腱索の肥厚もなく，弁としてはほぼ正常であっても弁尖が右心室側に落ち込むことが主因であるとしている．それに対し Mikami ら[9]は三尖弁の偏位とともに

三尖弁輪の拡大が加わり，弁尖の接合が三尖弁前尖を中心に悪くなり逆流が生じるとし，弁の偏位は弁輪拡大の結果であるとしている．弁輪拡大に伴う弁尖の変化で，中隔尖の伸展は少ないことは認められているが[7)23)]，前尖が主に伸展するとするもの[7)9)]，後尖が主に伸展するとするもの[24)]，と一定せず定説はない．八田ら[25)]は，心標本より前尖部伸展と肺動脈平均圧が，後尖部伸展とRVEDPがそれぞれ相関を示し，右室の圧負荷によりまず前尖部が伸展して初期TRが生じ，右室の容量負荷の増大にともなって後尖部が伸展するとして，前尖と後尖の伸展比較の差はTRの過程における差と推定している．

以上のように右室の圧及び容量負荷で右室が拡大・変形し，それに伴い弁輪の拡大，弁輪収縮能の低下が生ずると考えられる．右室の拡大・変形にたいし現在臨床時には定性的に判断されているが，教室の岡崎ら[26)]が右室短径／右室長径の比率よりTRが高度になるにしたがい短径の方向に右室が膨隆することを定量的に示した．右室に負荷のかかった場合の形態変化は一様ではなく[27)]，TR合併時の右室の形態変化およびその定量化については，今後の研究を要すると考えられる．

右心機能について，Starr[28)]が右室の自由壁を破壊しても著しい循環障害や右心不全は見られないとし，右心機能はあま顧みられなかった．しかしRushmer[29)]は右室の血液駆出機構を（1）右室長軸の短縮による駆出．（2）右室自由壁の中隔側への接近による駆出．（3）右室自由壁の両端付着部が左室の収縮にともない中隔側へ引きこまれ，右室自由壁の中隔側への接近を助ける．（4）左室の収縮により中隔の湾曲度が増し，中隔が右室内腔に突出する，以上4つの共同運動で駆出されるとして右心機能を評価した．TRの合併により右心室が拡大され円形に近づくため，右心室の“ふいご運動”の効果が悪くなることが推測される．また，島崎ら[30)]は僧帽弁狭窄症のポンプ機能の低下に関して心筋炎，左室の吸引作用，左房機能などの関与を認めながらも右室側の左室側への血液を送り出す働きが不十分であることが主病変であるとした．岡崎ら[26)]も右室収縮力の指標としてRVs-P/RVEDVIを求め，TRの重症例での低下を認め，右心ポンプ機能の低下を示している．今回の検討でも僧帽弁狭窄症でTRを合併し逆流の程度が強い症例で術前LVEDPは高く，EF，FSが低値で，左室機能低下が認められるとともに術前のRVEDPが高く右室機能の低下があり，右室機能の左室機能への影響は少なくないと考えられた．

三尖弁輪は解剖学的に一つの線維三角に接合するのみで，弁輪拡大により前尖と後尖が伸展し，弁輪下部の心筋組織の影響を受けやすいため，右心不全を伴うTRでは，左心系の弁修復を完全に行なう必要があると考えられた．

3．僧帽弁膜症の術後心機能

僧帽弁膜症の術後左心機能は，僧帽弁機能の修復度，術前の心筋予備力，肺血管抵抗などの関与が考えられている[6)14)31)]．今回の検討で，僧帽弁膜症の術前心機能はTR合併の有無ではRVEDP，LVEDPがTR合併群で高く，LVEDVI，LVESVIが同様にTR合併群で大きく，TRを合併しない群に比し両心機能の低下が推測された．心エコーによる左室機能の指標では有意差は認められなかったが，TRを重症度により分けてみると，MS＋TR（Ⅲ）群において術前EF，FSがMS群より低値で，TR重症例で左室機能の低下が示された．術直後の僧帽弁狭窄症例において，左室容積と左室機能の各指標は改善せず，またTR合併群は左室機能が正常下限付近に位置したままで左心機能の低下が術後まで続くことが示された．MRにおいては逆流がなくなり術前後の比較は難しいが，術直後よりTRの合併の有無による差は無く，MSとは異なった病態があると推測された．遠隔期でも左心機能の改善はMSと比べて不良で，Kennedyら[32)]のNYHAの重症度は改善し，左房負荷も軽減するが左室機能は改善しないとする報告と一致すると考えられた．

術後の左室機能の改善がTR合併群で劣っている原因として，不完全な弁修復，肺高血圧の残存，左室心筋障害など推定されている[17)32)33)]．MS自体でも左室機能が低下し，乳頭筋付着部の線維化により心基部後壁と左室自由壁前壁の異常運動の関与が考えられる．これは前・後乳頭筋の付着部周囲が弁下病変の影響を受け，左室長軸への拡張制限による左心室の変形として見られる．しかし左室変形を生ずるMSはTRを合併することが多く，TR合併による右室流出路の拡大と，心室中隔の変形[34)]を含む右心負荷の影響も無視しえない[35)]．この右室機能の術後心機能への関与はMS，MRとも考えられるが[36)37)]，左室容量負荷であるMRでは[38)39)]，心室中隔を介しての右室心機能への影響はMSと異なるものと考えられる．

術後LOSになった症例は全例MS＋TR群で，術前左室機能低下はなく，mPAが低く，LVEDVI，LVESVIが小さい傾向が見られ，他のTR合併群と異なった病態を示していた．また，術前左室後壁の振幅も非

表 3 LOS 症例

症例	年齢	人口心肺 完全	人口心肺 部分	手術法および術中処置	IABP 使用理由	IABP 離脱日	カテコラミン離脱日数
1 KY	45	142	62	MVR+TAT Valve mismach により弁交換	不整脈	2 POD	5 POD
2 MS	63	144	87	MVR+TAP POST-CMC 剥離面より出血	低血圧	2 POD	4 POD
3 MI	48	123	50	MVR+TAP POST-CMC 剥離面より出血	(−)		5 POD
4 SS	54	187	100	MVR+TAP 一部陳旧性の多量左房血栓	(−)		19 POD

LOS 群が 10.9±2.7mm, LOS 群が 14.3±6.4mm, MS 群が 10.3±3.1mm と LOS 群で大きく，これらの結果は，著者ら[13)31)]の予想とは異なる結果であった．LOS 症例を検討してみると（**表 3**），症例1は valve mismatch のため代用弁の交換を要し，人工心肺離脱時の心室性期外収縮及び心室性頻拍のために，また症例2は心臓剥離面からの出血があり血行動態不安定で人工心肺離脱時の低血圧のため IABP を要した．しかし，両症例とも第2病日に IABP から離脱した．また，症例1は第5病日に，症例2は第4病日にそれぞれカテコラミンより離脱できた．症例3は症例2と同様に剥離面からの出血により血行動態は不安定で第4病日までカテコラミンの大量投与を要した．しかし第5病日にはカテコラミンより離脱が可能であった．症例4は左房内血栓の除去に時間を要した長時間体外循環症例で，IABP は使用しなかったが，低心拍出量のため第6病日まで大量のカテコラミンを使用し，離脱に19日間を要した．症例1～3は心係数も第3病日には 2.9 l/min/m^2 以上とほぼ正常範囲まで回復しており，手術の影響により一時的に LOS 状態となったと考えられる．すなわち，今回対象とした純型の MS および MR における TR の影響は術後の左心機能の回復に影響はするが術直後の LOS に陥るほどの影響はないと考えられた．著者らの経験[13)31)]でも LOS に陥る症例は大動脈弁と僧帽弁を含む多弁置換例の TR 合併例や冠状動脈疾患合併例に多く発症していた．僧帽弁の純型疾患に TR が加わった場合の心機能は，術直後に LOS に陥るほどに低下する症例は少なく，遠隔期には心機能の回復も良好であり，僧帽弁と共に TR の完全な修復が重要であると考えられたが，LOS 症例が少なく今後の更なる検討を要すると思われる．

結　　論

当科にて 1980 年～1984 年に手術を施行した61例の僧帽弁狭窄症と僧帽弁閉鎖不全症について，三尖弁閉鎖不全の左室機能に及ぼす影響と，術後の心機能の回復を検討し，以下の結果を得た．

1. TR 合併例は非合併例に比し術前 RVEDP, LVEDP が高値であった．

2. MS 群と TR 合併群を比較すると，TR 合併群では EF, FS が低値であり，術前の，LVEDVI, LVESVI が有意に大であった．また TR 合併群は術後1カ月は MS 群より左室機能は低下していた．

3. MR の左室機能は術前・術直後・遠隔期とも TR による差はなく，術直後心機能は低下したが遠隔期には術前値まで回復した．

4. 術後 LOS 発生例は，術前の左室機能や，左心室容積の影響より手術手技上の問題や，術後合併症の影響が大きいと考えられたが，症例数も少なく今後の検討事項と考えられる．

5. 僧帽弁膜症における TR の合併は一時的に左室機能の低下をもたらすものの，この修復により，遠隔期には良好な心機能の回復が認められた．

稿を終えるに臨み，御指導，御校閲を賜った恩師江口昭治教授に深甚なる謝意を表わすとともに，終始直接御指導頂いた山崎芳彦講師および，絶えず協力していただいた教室員各位に深謝いたします．

参 考 文 献

1) **Rabago, G., DeVega, N.G., Castillon, L., Moreno, T., Fraile, J., Azpitarte, J. and Batanero, J.**: The new DeVega technique in tricuspid annuloplasty-results in 150 patients-J Cardiovasc Surg, **21**: 231～238, 1980.

2) **Kay, J.H. and Egerton, W.S**: The repair of mitral insufficiency associated with ruptured chordae tendineae. Ann Surg, **157**: 351～360,

1963.

3) **Teichholz, L.E., Kreulen, T., Herman, M.V. and Gorlin, R.**: Problems in echocardiographic volume determinations: Echocardiographic-angiographic correla-tions in the presence or absence of asynergy. Am J Cardiol, **37**: 7～11, 1976.

4) **Lingamneni, R., Se, Do, Cha., Maranhao, V., Gooch, A.S. and Goldberg, H.**: Tricuspid Regurgitation: Clinical and Angio-graphic Assessment. Catheterization and Cardiovascular Diagnosis, **5**: 7～17, 1979.

5) **Sellers, R.D., Levy, M.J., Amplatz, K. and Lillehei, C.W.**: Left retrograde cardioangiography in acquired cardiac disease. Technic, indications and inter pretations in 700 cases. Am J Cardiol, **14**: 437～447, 1964.

6) **Hansing, C.E. and Rowe, G.C.**: Tricuspid in sufficiency. A study of homodynamics and pathogenesis. Circulation, **45**: 793～799, 1972.

7) **Omoto, R., Yokote, Y., Takamoto, S., Kyo, S., Ueda, K., Asano, H., Namekawa, K., Kasai, C., Kondo, Y. and Koyano, A.**: The development of real-time two-dimensional Doppler echocardiography and its clinical significance in acquired valvular diseases. With special reference to the evaluation of valvular regurgitation. Jpn Heart J, **25**: 325～340, 1984.

8) **Miyatake, K., Okamoto, M., Kinoshita, N., Ohta, M., Kozuka, T., Sakakibara, H. and Nimura, Y.**: Evaluation of tricuspid regurgitation by pulsed Doppler and twodimensional echocardiog raphy. Circulation, **66**: 777～783, 1982.

9) **Mikami, T., Kudo, T., Sakurai, N., Sakamoto, S., Tanabe, Y. and Yasuda, H.**: Mechanisms for development of functional tricuspid regurgitation determined by pulsed Doppler and two-demensional echocardiography. Am J Cardiol, **53**: 160～163, 1984.

10) **宮武邦夫**: カラードプラ法による逆流重症度評価. 日超医論文集, **53**: 1～2, 1988.

11) **Diebold, B., Touati, R., Blanchard, D., Colonna, G., Guermonprez, J.L., Peronneau, P., Forman, J. and Maurice, P.**: Quantitative assessment of tricuspid regurgitation using puesed Doppler echocardiography. Br Heart J, **50**: 443～449, 1983.

12) **吉井新平**: 弁膜症に合併した肝障害の指標についての研究—特に ICG 血中半減期 t 1/2 値の臨床的意義—日胸外会誌, **35**: 1987～1998, 1987.

13) **Eguchi, S., Yamazaki, Y., Ohtani, S., Iizuka, M., Hayashi, J., Fukuda, J., Yoshii, S. and Yoshimura, T.**: Surgical implications of the pathophysiology of advanced valvular heart disease. Jap Circuration J, **48**: 1130～1137, 1984.

14) **Selzer, A. and Cohn, K.E.**: Natural history of mitral stenosis: A review. Circulation, **45**: 878～890, 1972.

15) **Domanchich, A. and Koenker, R.J.**: Dynamics of the nomal jugular bulb pulsations and their changes in tricuspid regurgitation. Am Heart J, **82**: 252～268, 1971.

16) **高畠 豊, 飯塚昌彦, 中西淳雄, 伊藤 巌, 安田寿一, 坂本二哉, 真島三郎, 下村克朗, 上田慶二, 小出 直, 飯塚哲司, 杉下靖郎, 内田康美, 関原成允, 井上 清, 小関克彦, 町田喜久雄, 諸岡成徳, 伊藤梅乃, 張 槞靖, 吉川純一, 大久保重義, 村尾 覚**: 三尖弁閉鎖不全症の病態生理—臨床および動物実験よりの考察—呼と循, **21**: 923～930, 1973.

17) **中埜 粛**: 後天性三尖弁閉鎖不全症の外科治療に関する臨床研究—本症の定量的診断法と三尖弁弁輪形成術の術後評価に関する検討—日胸外会誌, **28**: 20～33, 1980.

18) **Simon, R., Oelert, H., Borst, H.G. and Lichtlen, P.R.**: Influence of mitral valve surgery on tricuspid incompetence concomitant with mitral valve disease. Circulation, **62 (Suppl I)**: I・152～I・157, 1980.

19) **King, R.M., Schaff HV., Danielson, G.K., Gersh, B.J., Orszulak, T.A., Piehler, J.M., Puga, F.J. and Pluth, J.R.**: Surgery for tricus pid regurgitation late after mitral valve replacement. Circulation, **70 (suppl I)**: I・193～I・197, 1984.

20) **Tsakiris, A.G., Mair, D.D., Seki, S., Titus, J.L. and Wood, E.H.**: Motion of the tricuspid valve annulus in anesthetized intact dogs. Circ Res, **36**: 43, 1975.

21) **Tei, C., Pilgrim, J.P., Shah. P.M., Ormiston, J.A. and Wong, M.**: The tricuspid valve annulus: Study of size and motion in nromal subjects and in patients with tricuspid regurgitation. Circulation, **66**: 665～671, 1982.

22) **Khonstari, S. and Starr, A.**: Acquired disease of the tricuspid valve. Gibbon's Surgery of the chest 4th ed, Sabiston DC Jr, Spencer FC eds. Philadelphia, 1983, WB Saunders.

23) **Silver, M.D., Lam, J.H.C., Ranganathan, N. and Wigle, E.D.**: Morphorogy of the human tricuspid valve. Circulation, **43**: 333～348, 1971.

24) **Carpentier, A., Deloche, A., Hanania, G., Forman, J., Sellier, P., Piwnicia, A. and Dubost, C.**: Surgical management of acquired tricuspid valve disease. J Thorac Cardiovasc Surg, **67**: 53～65, 1974.

25) 八田光弘，黒沢博身，福島靖典，新岡俊治，藤原直，小柳　仁：三尖弁閉鎖不全症における弁輪拡大の定量的評価と臨床的意義．日胸外会誌，**34**: 77～84，1986.

26) 岡崎裕史，林　純一，藤田康雄，中沢　聡，土田昌一，吉村孝夫，矢沢正知，横沢忠夫，山崎芳彦，江口昭治：三尖弁閉鎖不全をともなった僧帽弁膜症の右室機能とその可逆性．日胸外会誌，**34**: 1485，1986.

27) 樗木　等，橋本明政，林　久恵，小柳　仁，鈴木紳，木全心一，中沢　誠：弁膜疾患における心血管造影法による右室容積測定とその評価．胸部外科，**36**: 461～469，1983.

28) **Starr, I., Jeffers, W.A. and Meade, R.H. Jr.**: The absence of conspicuous increments of venous pressure after severe damege to the right ventricle of the dog, with a discussion of the relation between clinicall congestive failure and heart disease. Am Heart J, **26**: 291～301, 1943.

29) **Rushmer, R.F.**: Cardiovascular dynamics 4th ed. Philadelphia, 1976, WB Saunders.

30) 島崎靖久，大西健二，広瀬　一，中埜　粛，酒井敬，佐藤重夫，榊原哲夫，中谷武嗣，森本静夫，有沢　淳，川島康生，井原勝彦：僧帽弁狭窄症における右室・左室機能に関する研究．呼と循，**31**: 1333～1338，1983.

31) **Yamazaki, Y., Matuzawa, H., Otani, S., Sato, Y., Hayashi, J., Yazawa, M., Imaizumi, K., Okazaki, H. and Eguchi, S.**: Contractile reserve of valvular heart disease echocardiographically evaluated by epinephrine loading before and after cardiac surgery. Jap Circulation J, **49**: 1063～1071, 1985.

32) **Kennedy, J.W., Doces, J.G. and Stewart, D.K.**: Left ventricular function befor and following surgical treatment of mitral valve disease. Am Heart J, **97**: 592～598, 1979.

33) 林　純一，大谷信一，山崎芳彦，矢沢正知，岡崎裕史，中沢　聡，江口昭治，松川哲之助，坂下　勲：僧帽弁狭窄症の弁置換後遠隔期左室機能—とくに合併した三尖弁閉鎖不全の与える影響について．心臓，**18**: 617～625，1986.

34) **Yagata, Y., Hiraishi, S., Misawa, H., Takanashi, S. and Yashiro, K**: Two-dimensional echocardiographic determinats of interventricular septal configurations in right or left ventricular overload. Am Heart J, **110**: 819～825, 1985.

35) 吉田　清，吉川純一，柳原皓二，加藤　洋，高木義博，奥町冨久丸：僧帽弁狭窄における左室収縮動態の変化：超音波断層法による研究．J Cardiography, **11**: 693～701，1981.

36) 中野清治，橋本明政，黒沢博身，石原茂樹，西田博，林　久恵，小柳　仁：右心機能からみた重症弁膜症の治療—RVEDP 15mmHg 以上—胸部外科，**35**: 253～257，1982.

37) 浅野孝治，上原美朗，佐々木成一郎，畑沢幸雄，小林　哲，杉山長毅，荒木　威，原　宏，森　透：RI アンジオグラフィーによる右室機能からみた僧帽弁狭窄症例の検討．日胸外会誌，**33**: 181～188，1985.

38) 樗木　等，橋本明政，林　久恵，小柳　仁，鈴木紳，木全心一，中沢　誠：弁膜症の右心挙動—術前後の比較を中心とした検討—呼と循，**33**: 339～344，1985.

39) **Cohen, S.R., Sell, J.E., McIntosh, C.L. and Clark. R.E.**: Tricuspid regurgitation in patients with acquired, chronic, pure mitral regurgitation. II Nonoperative management, tricuspid valve annuloplasty, and tricuspid valve replacement. J Thorac Cardiovasc Surg, **94**: 488～497, 1987.

（平成元年８月18日受付）