

僧帽弁形成術における術中経食道心エコードップラー法の有用性

Intraoperative Assessment of Mitral Valve Plasty by Transesophageal Echocardiography

丹羽 祐子*¹
 吉田 清
 赤阪 隆史
 穂積 健之
 山浦 泰子
 岡田 行功*²
 庄村 東洋*²
 吉川 純一*³

Yuko NIWA, MD*¹
 Kiyoshi YOSHIDA, MD, FJCC
 Takashi AKASAKA, MD
 Takeshi HOZUMI, MD
 Yasuko YAMAURA, MD
 Yukikatsu OKADA, MD*²
 Toyo SHOMURA, MD, FJCC*²
 Junichi YOSHIKAWA, MD, FJCC*³

Abstract

Mitral valve repair offers many advantages over prosthetic valve replacement, especially in minimizing the risk of thromboembolism. Intraoperative evaluation of residual mitral regurgitation (MR) is important in this procedure. The present study assessed the usefulness of transesophageal echocardiography (TEE) for the intraoperative assessment of residual MR in patients undergoing mitral valve repair.

Intraoperative TEE was performed in 102 consecutive patients before and after mitral valve repair in the operating room. The grade of MR was evaluated according to the maximum MR jet area detected by biplane color Doppler TEE (mild : < 4 cm²; moderate : 4 ≤ , < 7 cm²; severe : 7 cm² ≤). After the first repair, the manual regurgitant test was performed. Excellent results with no or mild MR assessed by the manual regurgitant test were obtained in 101 patients. However, moderate or severe MR was identified in eight of these 101 (7.9%) patients by TEE after weaning from the cardiopulmonary bypass. Consequently, six of these eight patients underwent repeat mitral valve repair and two patients received prosthetic valve replacement. Satisfactory final operative results were obtained in all 101 patients. The eight patients who needed additional operative procedures followed good clinical courses in hospital. TEE 1 month after operation demonstrated no or mild MR in these eight patients.

Intraoperative TEE is useful in the evaluation of residual MR after mitral valve repair. This technique provides indications for immediate additional operative procedures, and can reduce the occurrences of congestive heart failure and reoperation in the early stage after mitral valve repair.

Key Words

Mitral valve repair, Mitral regurgitation, Echocardiography (transesophageal)

はじめに

僧帽弁閉鎖不全症に対する僧帽弁形成術は、僧帽弁置換術に比し、術中や術後の有病率および死亡率を減少させるとされている¹⁻⁶⁾。また、同手術においては、

弁置換術後にみられる血栓塞栓症や抗凝固療法に伴う出血などの危険性も少ないとされている^{7,8)}。しかし形成術の場合、術後の残存逆流の有無、程度の評価が問題となる。このため、術中の残存逆流評価法として開胸時に心外膜に直接探触子を当てる方法が報告されて

神戸市立中央市民病院循環器センター 内科, *²胸部外科 : 〒650 神戸市中央区港島中町 4-6; *¹(現) 杉村記念病院 内科; *³(現) 大阪市立大学医学部 第一内科

Divisions of Cardiology and *²Cardiovascular Surgery, Kobe General Hospital, Kobe; *¹(present) Sugimura Memorial Hospital, Oita; *³(present) The First Department of Internal Medicine, Osaka City University Medical School, Osaka

Address for reprints : YOSHIDA K, MD, FJCC, Division of Cardiology, Kobe General Hospital, Minatojima-nakamachi 4-6, Chuo-ku, Kobe 650

Manuscript received January 12, 1996; revised June 24, 1996; accepted June 27, 1996

Selected abbreviations and acronyms

TEE=transesophageal echocardiography

いる^{9,10}。しかし、この方法は手術操作を妨げるなどの欠点があり、理想的な方法とはいえない。

経食道心エコードップラー法 (transesophageal echocardiography: TEE) によれば、僧帽弁逆流 (mitral regurgitation: MR) の半定量的評価が可能であり、僧帽弁形成術中の僧帽弁逆流のモニタリングとして、利用されるようになってきている¹¹⁻¹⁵。本研究の目的は僧帽弁形成術の術中モニタリングとしての TEE の有用性を明らかにすることである。

対象と方法

対象は、1987年6月-1993年8月に、当センターにおいて僧帽弁形成術を施行された連続102症例(男62例, 女40例, 平均年齢54±14歳)であった。対象例をCarpentier分類に従い分類すると、102例中6例は弁尖運動が正常であるI型, 85例は弁尖に逸脱を認めるII型, 11例は制限された弁尖運動を示すIII型に分類された。またII型(85例)中, 病変を前尖に認めた例は31例, 後尖に認めた例は44例, 両方に認めた例は10例であった。

僧帽弁形成術中に、TEEを全例に施行し、僧帽弁逆流の程度を評価した。心エコー装置はALOKA製SSD870, 経食道心エコー探触子は同社製の5MHzバイプレーン探触子を用いた。僧帽弁逆流の評価方法は、Yoshidaら¹⁵の方法に従って以下に行った。

1) 横断面, 縦断面それぞれにおいて、カラードップラー法で逆流面積が最大となるように設定し、洞調律例では3連続心拍, 心房細動例では5連続心拍の逆流面積を測定し、平均した。2) 両断面より得られた平均値のうち、より大きい値を最大逆流面積とした。3) 最大逆流面積が4cm²未満を軽度, 4cm²以上7cm²未満を中等度, 7cm²以上を高度として、僧帽弁逆流の重症度評価を行った。

逆流の評価時期は開胸前と人工心肺離脱後、血行動態が安定した時期に行った。人工心肺離脱後、TEEにて、僧帽弁逆流が中等度以上残存した例では、再度、人工心肺を駆動(second pump-run)し、再形成術または

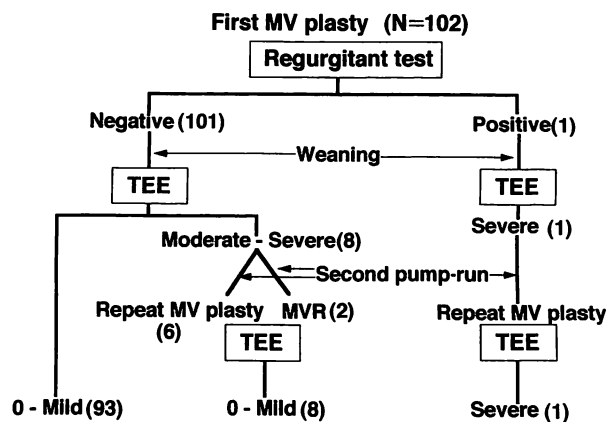


Fig. 1 Operative results of mitral valve repair under transesophageal echocardiography monitoring

Excellent results with no or mild regurgitation by the manual regurgitant test were obtained in 101 patients after the first mitral valve repair. However, moderate to severe mitral regurgitation were detected in eight patients (7.9%) by TEE. MV=mitral valve; MVR=mitral valve replacement.

弁置換術を施行した。その後、再度、人工心肺離脱後、逆流の評価を行った。更に、手術時と同様の逆流評価法を用いて、全例に術後早期(約4週)に、TEEによる僧帽弁逆流の評価を行った。

統計学的検討はpaired *t*検定を用いて行い、 $p < 0.05$ を有意差の判定とした。

結 果

Fig. 1に今回の検討結果のまとめを示す。全例開胸前のTEEによる評価において、中等度以上の僧帽弁逆流を有していた。初回僧帽弁形成術を施行した後、外科医により大動脈弁から左室にカニューレを挿入し、僧帽弁が突出する程度まで生理食塩水を注入して逆流テストを行った。逆流がないか、ごくわずかであると判断された例は102例中101例であった。残りの1例では逆流テストで明らかな逆流が認められたが、一旦人工心肺離脱を試みた。逆流テストにより逆流が殆どないと判断された101例中93例は、人工心肺離脱後のTEEから得られた逆流面積による評価でも、逆流はないか軽度であったため手術を終了した。しかし残りの8例(7.9%)では逆流テストの結果と異なり、TEE評価では逆流は中等度ないしは高度であった(各4例)。このため、この8例に対して、再度人工心肺を施行し(second pump-run)、6例に対して再形成術を、2例に対して弁置換術を施行した。人工心肺離脱後、再度TEEにより評価したところ、8例とも逆流は軽度以下で

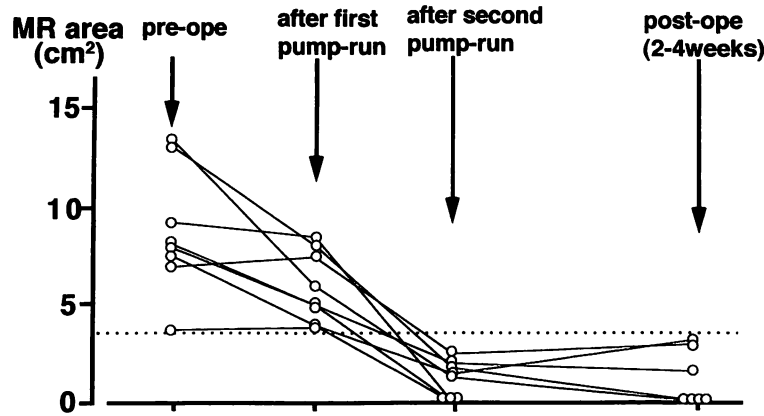


Fig. 2 Changes of mitral regurgitant area detected by transesophageal echocardiography in eight patients who required second mitral valve repair or replacement

Moderate to severe regurgitation was not detected by TEE before discharge.
Pre-op=before operation; Post-op=after operation; MR area=mitral regurgitant area.

あったため、手術を終了した (Figs. 1, 2).

初回形成術後の逆流テストにおいて明らかな逆流を認めた1例では、人工心肺離脱後のTEEにおいても高度の逆流を認め、再形成術を施行した。しかし、再形成術後の逆流テストでも逆流は残存し、2回目の人工心肺離脱後のドップラー法により求めた最大逆流面積も7.2 cm²であった。本例は、弁置換術を希望していなかったため、また最大逆流面積は術前の13 cm²に比し改善を認めなかったため、この状態で手術を終了した。

Fig. 2 に外科医による逆流テストと初回人工心肺離脱後のTEE所見が一致しなかった8例の術中および術後のドップラー法による逆流面積の変化を示す。開胸前、僧帽弁逆流は1例で中等度、7例で高度を示し、逆流面積は8.7±3.2 cm²であった。初回形成術後、TEEでは、5例に中等度、3例に高度の逆流が残存していると判断され、逆流面積は6.0±1.8 cm²であった。再形成術または弁置換術後のTEEでは、全例において逆流は軽度以下に改善しており、逆流面積も1.1±1.0 cm²と著明に減少した ($p < 0.001$)。また、術後早期(2-4週)に施行されたTEEの結果でも、全例で逆流は軽度以下であり、逆流面積は1.1±1.5 cm²と術直後に比し有意な増加を認めなかった。

全症例の約1ヵ月後の転帰を **Table 1** に示す。TEEでは、98例(96.1%)が軽度以下の逆流にとどまった。中等度の逆流を1例で認めたが、最大逆流面積も4-5 cm²程度で、心不全徴候も認めないため経過観察とした。高度の逆流を認めた1例は、弁置換術を希望しなかったため逆流が残存したまま手術を終了した症例であ

Table 1 Clinical course in all 102 patients during the first month after operation

	Number of patients (%)
Grade of mitral regurgitation	
< Mild	98 (96.1)
Moderate	1 (1)
Severe	1 (1)
Re-operation	0 (0)
Death	3 (3)

る。また、死亡の3例中2例は術後の低心拍出量症候群により、残りの1例は術後くも膜下出血を併発して死亡した例であった。

考 案

僧帽弁形成術は、血栓塞栓症の発生頻度が低く抗凝固療法に伴う出血に関する合併症が少ない^{7,8)}、左室の収縮動態に影響が少ない^{16,17)}などの点で、僧帽弁置換術と比較し優れていると報告されている。そのため近年、僧帽弁逆流症例に対して弁形成術を選択する機会が増加している。これに伴い形成術直後の残存逆流評価が重要な課題となる。今回の検討でも、外科医による逆流テストにおいて、逆流なしと判断された症例のうち8例(7.9%)に中等度以上の逆流が残存した。

術中にTEEを用いて僧帽弁逆流を評価した報告¹⁴⁾によると、僧帽弁逆流の程度は血行動態により影響を受け、循環血液量の減少(hypovolemia)やcatecholamineなどの影響も受けるとされている。外科医による逆流テストは、心停止下に左室にカテーテルを挿入して施

行するため、通常の血行動態下と異なる。今回の検討でも、術中の血行動態変化に伴って逆流面積の変化が認められた。このため TEE による最終的な評価は、人工心肺より完全に離脱し血行動態が安定した時点でを行った。8 例で外科医による逆流テストと TEE の結果が乖離した原因は、前述のように血行動態の異なる状況下でそれぞれを評価したことと考えられた。

術中に残存する逆流評価法として、心外膜より直接探触子を当てカラードップラー法により評価する方法が有用と報告されている^{9,10}、一方、同方法に比し、今回用いた TEE による方法は、1) 術中の手術操作を妨げずに、1 人のオペレーターにより施行できる、2) 僧帽弁輪形成用リングの acoustic shadow に妨げられずに、僧帽弁の構造や逆流シグナルを描出できるなどの利点がある。今回の検討では、逆流の重症度評価にはバイプレーン探触子を用い、カラードップラー法による最大逆流面積を測定した¹⁵。この評価法は左室造影によって得られた僧帽弁逆流の重症度とよく相関すると報告されており、術中の逆流重症度評価に用いることが可能である。また、同方法による逆流面積は、心エコー装置上で逆流シグナルのアウトラインをトレースすることによって得られるため、短時間で簡便に逆流重症度評価が可能である。このため血行動態によって逆流重症度が変化しうる僧帽弁形成術中のモニタリングとして、同方法は有用であった。

逆流ジェット面積を計測する際は、カラー表示のゲインをノイズが出現しない範囲で最大に設定して計測を行った。経食道によるアプローチでは、肥満や胸郭の変形などの患者側の条件による影響が少ないため、設定されたカラー表示のゲインは、個々の症例間で大きな差を認めなかった。カラー表示のゲインは、逆流ジェット面積の計測に影響を与えられられるが、共著者らの報告によると¹⁵、少しのゲインの違いは逆流ジェット面積を変化させないとされているため、今回の個々の症例間でのゲインの変化による影響は少な

いと考えられた。

今回の検討では、TEE を用いて術中モニタリングを施行し、102 例中 101 例で逆流は軽度以下に改善し、手術を終了しえた。このうち 8 例は 1 回目の形成術後も中等度以上の逆流が残存していたため、6 例に再形成術、2 例に弁置換術を施行し、僧帽弁逆流を軽度以下に改善しえた。すなわち、TEE を用いた術中モニタリングを施行することにより、残存する僧帽弁逆流の程度を迅速に診断し、引き続き追加処置を行うべきか否かの判断が可能であった。

形成術後早期 (1 ヶ月) の逆流重症度は、死亡の 3 例を除いた 99 例中 98 例では術直後とほぼ同様の評価であった。1 例では術直後軽度であった逆流が 1 ヶ月後に中等度となったが、心不全などを発症することもなく経過観察可能であった。1 回目の形成術で中等度以上の逆流が残存し、追加処置を施行した 8 例を 1 ヶ月後まで観察すると、全例軽度以下の逆流にとどまっておき、経過良好であった。これらの症例の経過より、TEE による術中モニタリングは術後早期の心不全の発症や再手術を減少させうると考えられた。

結 論

1. 僧帽弁形成術後に外科医による逆流テストにより逆流が軽度以下と判定され、人工心肺より離脱された 101 例中 8 例 (7.9%) において、TEE によって、逆流が中等度以上残存していると判定された。
2. 8 例中 6 例に再形成術、2 例に弁置換術を施行し、最終的には TEE 上も軽度以下の逆流と判定され、手術を終了した。
3. 追加処置をした 8 例の術後 1 ヶ月の経過は順調で、逆流の増加も認めなかった。
4. 僧帽弁形成術中に TEE でモニタリングを施行することにより、術後早期の心不全の発症や再手術を減少させうると考えられた。

要 約

僧帽弁形成術は、弁置換術に比し血栓塞栓症の頻度が低いなどの有利な点が多いと報告されている。しかし、形成術では、術中に残存する僧帽弁逆流を評価することが重要となる。そこで今回、僧帽弁形成術施行症例において、経食道心エコードップラー法 (TEE) による術中モニタリングの残存逆流評価の有用性について検討した。

対象は僧帽弁形成術を施行した連続 102 例であった。開胸直前と人工心肺離脱後に、僧帽弁

逆流シグナル面積を TEE により評価した(軽度: $<4 \text{ cm}^2$, 中等度: $4 \leq <7 \text{ cm}^2$, 高度: $7 \text{ cm}^2 \leq$). 僧帽弁形成術後, 外科医による逆流テストにより, 101 例が軽度以下の僧帽弁逆流と判定され, 人工心肺を離脱した。しかし, 離脱後の TEE では 8 例(7.9%)に中等度以上(中等度 4 例, 高度 4 例)の僧帽弁逆流を認めた。このため, 再度人工心肺を駆動し, 6 例に再形成術, 2 例に弁置換術を追加し, 僧帽弁逆流は軽度以下となって手術を終了した。追加処置を施行された 8 例は, 全例術後経過順調であり, 1 ヶ月後の TEE で逆流面積の増加を認めなかった。

術中 TEE は僧帽弁形成術施行例において術後の残存僧帽弁逆流の程度を迅速に評価可能であるため, 引き続き追加処置を施すことができ, 有用な検査法と考えられた。

J Cardiol 1996; 28: 155-159

文 献

- 1) Carpentier A, Chauvaud S, Fabiani JN, Deloche A, Relland J, Lessana A, D'Allaines CL, Blondeau PH, Piwnica A, Dubost CH: Reconstructive surgery of mitral valve incompetence: Ten-year appraisal. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1980; **79**: 338-348
- 2) Carpentier A: Cardiac valve surgery: The "French correction". *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983; **86**: 323-337
- 3) Orszulak TA, Schaff HV, Danielson GK, Piehler JM, Pluth JR, Frye RL, McGoon DC, Elveback LR: Mitral regurgitation due to ruptured chordae tendineae: Early and late results of valve repair. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; **89**: 491-498
- 4) Sand ME, Naftel DC, Blackstone EH, Kirklin JW, Karp RB: A comparison of repair and replacement for mitral valve incompetence. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987; **94**: 202-219
- 5) Angell WW, Oury JH, Shah P: A comparison of replacement and reconstruction in patients with mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987; **93**: 665-674
- 6) Galloway AC, Colvin SB, Baumann FG, Harty S, Spencer FC: Current concepts of mitral valve reconstruction for mitral insufficiency. *Circulation* 1988; **78**: 1087-1098
- 7) Kay GL, Kay JH, Zubiate P, Yokoyama T, Mendez M: Mitral valve repair for mitral regurgitation secondary to coronary artery disease. *Circulation* 1986; **74** (Suppl I): I-88-I-98
- 8) Galloway AC, Colvin SB, Baumann FG, Esposito R, Vohra R, Harty S, Freedberg R, Kronzon I, Spencer FC: Long-term results of mitral valve reconstruction with Carpentier techniques in 148 patients with mitral insufficiency. *Circulation* 1988; **78** (Suppl I): I-97-I-105
- 9) Goldman ME, Fuster V, Guarino T, Mindich BP: Intraoperative echocardiography for the evaluation of valvular regurgitation: Experience in 263 patients. *Circulation* 1986; **74** (Suppl I): I-143-I-144
- 10) Stewart WJ, Currie PJ, Salcedo EE, Lytle BW, Gill CC, Schiavone WA, Agler DA, Cosgrove DM: Intraoperative Doppler color flow mapping for decision-making in valve repair for mitral regurgitation: Technique and results in 100 patients. *Circulation* 1990; **81**: 556-566
- 11) Reichert SLA, Visser CA, Mouljijn AC, Suttorp MJ, Brink RBA, Koolen JJ, Jaarsma W, Vermeulen F, Dunning AJ: Intraoperative transesophageal color-coded Doppler echocardiography for evaluation of residual regurgitation after mitral valve repair. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; **100**: 756-761
- 12) Sheikh KH, de Bruijn NP, Rankin JS, Clements FM, Stanley T, Wolfe WG, Kisslo J: The utility of transesophageal echocardiography and Doppler color flow imaging in patients undergoing cardiac valve surgery. *J Am Coll Cardiol* 1990; **15**: 363-372
- 13) Marwick TH, Stewart WJ, Currie PJ, Cosgrove DM: Mechanisms of failure of mitral valve repair: An echocardiographic study. *Am Heart J* 1991; **122**: 149-156
- 14) Freeman WK, Schaff HV, Khandheria BK, Oh JK, Orzulak 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
- 15) Yoshida K, Yoshikawa J, Yamaura Y, Hozumi T, Akasaka T, Fukaya T: Assessment of mitral regurgitation by biplane transesophageal color Doppler flow mapping. *Circulation* 1990; **82**: 1121-1126
- 16) Hansen DE, Cahill PD, DeCampi WM, Harrison DC, Derby GC, Mitchell RS, Miller DC: Valvular-ventricular interaction: Importance of the mitral apparatus in canine left ventricular systolic performance. *Circulation* 1986; **73**: 1310-1320
- 17) Goldman ME, Mora F, Guarino T, Fuster V, Mindich BP: Mitral valvuloplasty is superior to valve replacement for preservation of left ventricular function: An intraoperative two-dimensional echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol* 1987; **10**: 568-575