

虚血性僧帽弁閉鎖不全に対して腱索切断術を施行した2症例

Chordal Cutting for the Treatment of Ischemic Mitral Regurgitation: Two Case Reports

脇山 英丘
 岡田 行功
 北村 アキ
 津田 昇一
 庄村 遊
 新開 雅彦
 藤原 洋
 半田 宣弘
 那須 通寛
 田辺 一明*
 谷 知子*
 盛岡 茂文*

Hidetaka WAKIYAMA, MD
 Yukikatsu OKADA, MD, FJCC
 Aki KITAMURA, MD
 Shoichi TSUDA, MD
 Yu SHOMURA, MD
 Masahiko SHINKAI, MD
 Hiroshi FUJIWARA, MD
 Nobuhiro HANDA, MD
 Michihiro NASU, MD
 Kazuaki TANABE, MD*
 Tomoko TANI, MD*
 Shigefumi MORIOKA, MD, FJCC*

Abstract

The surgical treatment for ischemic mitral regurgitation remains controversial. Ring annuloplasty results in recurrent mitral regurgitation in some cases. Strut chordal cutting is a new surgical procedure in addition to ring annuloplasty for ischemic mitral regurgitation. Two patients (63-year-old woman, 53-year-old man) with severe ischemic mitral regurgitation were treated with this procedure. The patients had congestive heart failure due to mitral regurgitation, associated with inferior myocardial infarction. Regurgitant fraction of mitral regurgitation was 70% and 52% before surgery. Mitral leaflet tethering caused by apical displacement of the papillary muscle was observed. Mitral valve repair was performed by ring annuloplasty and chordal cutting. Intraoperative echocardiography showed that chordal cutting improved the configuration of the anterior leaflet, resulting in good mitral valve coaptation without regurgitation.

J Cardiol 2004 Sep; 44(3): 113-117

Key Words

- Mitral regurgitation (ischemia)
- Mitral valve, repair (mitral plasty, chordal cutting)
- Echocardiography, transthoracic

はじめに

虚血性僧帽弁閉鎖不全症の外科的治療手段として冠動脈バイパスのみで満足すべき成績が得られたという報告の一方で¹⁾, 僧帽弁形成術の同時手術が手術成績を有意に向上させるとの報告もあり, 症例に応じた慎重な術式選択が要求される²⁻⁵⁾. 我々はこのような疾

患に対し冠動脈血行再建に加え, 僧帽弁閉鎖不全に対しては弁輪縫縮を中心とした手術を行ってきた. これに加え2003年3月より僧帽弁機能のさらなる向上を目指し, 腱索切断術(chordal cutting)を導入し良好な結果を得たので, 2手術症例の経験を報告する.

神戸市立中央市民病院 胸部心臓血管外科, *循環器内科: 〒650-0046 神戸市中央区港島中町4-6

Divisions of Thoracic and Cardiovascular Surgery, *Cardiology, Kobe General Hospital, Kobe

Address for correspondence: WAKIYAMA H, MD, Division of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Kobe General Hospital, Nakamachi 4-6, Minatojima, Chuo-ku, Kobe 650-0046

Manuscript received February 19, 2004; revised May 10, 2004; accepted May 10, 2004

症 例

症例1 63歳，女性

主 訴：労作時呼吸困難．

現病歴：2002年4月に下腿浮腫，全身倦怠感が出現し，近医での胸部X線写真により心拡大および心電図異常が認められた．心エコー図検査により僧帽弁閉鎖不全および左室収縮能の低下が認められた．虚血性心疾患が疑われたため冠動脈造影を行ったところ，左回旋枝に狭窄(分節11，13)が認められ，経皮的冠動脈形成術が行われた．内科的治療により心不全が軽快したため退院となったが，同年5月および8月に心不全のために入院を繰り返した．虚血性心筋症に対する手術目的で当院へ紹介入院となった．New York Heart Association(NYHA)分類は 度であった．

既往歴：糖尿病，糖尿病性腎症に対して8年前より血液透析導入(3回/週)．

入院時現症：身長148cm，体重49kg．脈拍82/min，整．血圧122/70mmHg．胸骨左縁第4肋間に最大点を有するLevine / 度の収縮期雑音を聴取した．呼吸音は正常で下腿浮腫は認められなかった．

胸部X線写真所見：心胸郭比は73%．肺野にうっ血の所見なし．

心電図所見：正常洞調律(82/min)，左室肥大， $S_1 - S_6$ でST低下が認められた．

経胸壁心エコー図検査所見(Fig. 1 - 左)：左室壁運動は全体に壁運動低下で，左室拡張末期径/左室収縮末期径は72/68mmと拡大しており，左室駆出率は28%であった．僧帽弁は前尖，後尖ともにやや肥厚していた．後尖の可動性は著しく低下しており，前尖は収縮期に左室側に牽引されていた(tethering)．Coaptation depth⁶⁾は12mmで，逆流量は80ml，逆流分画率は70%であった．

冠血管造影検査，左室造影検査所見：前医で施行された左冠動脈回旋枝(分節13)のステントグラフトは閉塞していた．左前下行枝および右冠動脈には25-50%の狭窄病変が存在したが，冠動脈バイパス手術の適応とはされなかった．左室拡張末期容積/左室収縮末期容積は250/182ml，左室駆出率は27%で， 度の僧帽弁閉鎖不全症が認められた．

以上の所見により虚血性僧帽弁閉鎖不全症に対し，2003年3月18日に手術が施行された．

手術所見：胸骨縦切開後，上行大動脈送血および上下大静脈脱血による体外循環を行った．上行大動脈遮断下に逆行性冠灌流による心筋保護を行った．右側左房切開により僧帽弁にアプローチした．弁尖は軽度肥厚していたが，弁輪縫縮およびstrut chordaの切断によりcoaptationを改善しようと判断した．僧帽弁前尖のrough zone chordaeをテーピングし，後乳頭筋よりclear zoneとrough zoneの境界に付着するmedial strut chordaを切断したのち，Carpentier-Edwards Physio Annuloplasty Ring(24mm)による弁輪形成術を行った．体外循環離脱後，経食道心エコー図法により前尖はtetheringの解除により可動性が向上し，僧帽弁逆流がほぼ消失していることが確認された．

術後心エコー図検査所見(Fig. 1 - 右)：僧帽弁逆流はmildで，逆流量は15mlであった．半半減時間は72msecであった．左室拡張末期径/左室収縮末期径は68/65mm，左室駆出率は31%であった．術後46日目に透析の継続のため前医へ転院となった．

症例2 53歳，男性

主 訴：労作時呼吸困難．

現病歴：2003年6月頃より軽労作で倦怠感を自覚するようになった．近医を受診し，胸部X線写真で心拡大を指摘され当院に紹介となった．同年7月の血管造影検査により2枝病変(分節1：100%狭窄，分節6：90%狭窄)および僧帽弁閉鎖不全症を指摘された．8月に手術目的で当科へ転科となった．NYHA分類は 度であった．

既往歴：多発性a胞腎による慢性腎不全に対して3年前より血液透析中(3回/週)．

入院時現症：身長168cm，体重61.3kg．脈拍81/min，整．血圧124/74mmHg．

胸部X線写真所見：心胸郭比は52%．肺野にうっ血の所見なし．

心電図所見：正常洞調律(81/min)， a_{VF} にsmall Q波が認められた．

経胸壁心エコー図検査所見：左室下壁はakineti cであった．左室壁運動は全体に低下していた．左室拡張末期径/左室収縮末期径は55/46mm，左室拡張末期容積/左室収縮末期容積は158/120ml，左室駆出率は24%であった．後尖の可動性は著しく低下しており，前尖はtetheringにより収縮期には左房に対し凹型を呈し，

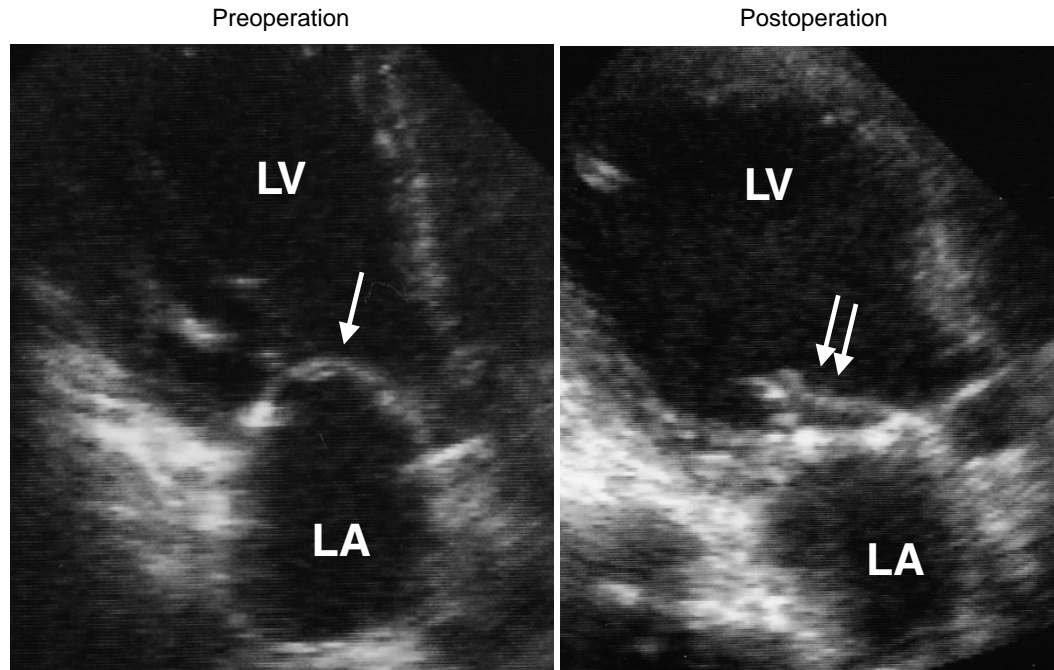


Fig. 1 Case 1. Transthoracic echocardiograms

Left: Preoperatively, mitral annular dilation and anterior leaflet tethering were caused by apical displacement of the papillary muscle (arrow).

Right: Medial strut chordal cutting eliminated this bending (arrows), and improved the configuration of the anterior leaflet.

LV = left ventricle; LA = left atrium.

coaptation depthは12mmであった。僧帽弁中央から左房後壁に向かう逆流ジェットが認められ、逆流量は59ml、逆流分画率は52%、effective regurgitant orifice areaは0.39cm²であった。

冠血管造影検査、左室造影検査所見：左前下行枝(分節6: 90%狭窄)および右冠動脈(分節1: 100%狭窄)に病変が認められた。後下壁は壁運動消失であった。左室拡張末期容積/左室収縮末期容積は161/78ml、左室駆出率は52%で、度の僧帽弁閉鎖不全症が認められた。

以上の症例に対し、2003年8月27日に冠動脈バイパス術および僧帽弁輪縫縮術が行われた。

手術所見：逆行性冠灌流による心停止下に大伏在静脈による左前下行枝(分節7)および右冠動脈(分節4後下行枝)への遠位側吻合を行った。ついで右側左房切開により僧帽弁にアプローチしたところ、僧帽弁輪の拡張と弁尖の左室側への偏移が認められた。また、後尖弁輪部の石灰化が認められた。弁尖はほぼ正常であり弁輪形成(Carpentier-Edwards Physio Annuloplasty

Ring μ 24mm)およびmedial strut chordaの切断を行った。経食道心エコー図法では前尖の可動性の向上により僧帽弁逆流は消失していた。

術後心エコー図検査所見：僧帽弁逆流はわずかであった。圧半減時間は101msecであった。左室拡張末期径/左室収縮末期径は49/41mm、左室駆出率は38%であった。術後51日目に透析の継続のために前医へ転院となった。

考 察

虚血性僧帽弁閉鎖不全症は急性心筋梗塞の13-20%に発生するとされ^{4,7)}、梗塞後の左室リモデリングに伴う弁輪拡大と乳頭筋を含めた僧帽弁組織の三次元的構造の変容が、その主原因であることが明らかになってきた⁷⁻¹⁶⁾。心エコー図診断技術の向上および実験的な検討により、心筋梗塞後に左室乳頭筋が心尖部方向に偏位し、二次的に僧帽弁尖が牽引される(tethering)結果、弁輪レベルでの弁尖の接合が阻害されることが証明されている^{6,8,12,16)}。

虚血性僧帽弁閉鎖不全症に対してはさまざまな外科的治療が試みられてきたが、現在は冠動脈バイパス術による血行再建に加え、僧帽弁輪の縫縮と前後径・横径比の修正を目的としたリング弁輪形成術が標準となっている^{15,16)}。しかしながら、弁輪形成のみでは僧帽弁逆流が残存する可能性があり、腱索温存の人工弁置換術の選択も考慮に入れる必要がある¹⁵⁾。Messasら^{8,12,13)}は下壁梗塞に伴う虚血性僧帽弁閉鎖不全症実験モデルを作成し、その発生機序の一つにleaflet tetheringが重要な役割を果たしていると報告し、second chordaを切断することにより僧帽弁前尖が収縮期に左房に対して、凹型から凸型へとより生理的な形態を呈することでcoaptationが改善し、結果的に僧帽弁逆流が減少することを証明している^{8,12)}。これはrough zoneとclear zoneの境界に付着するstrut chordaを切断することで、左室拡大に伴い心尖部方向に偏位した乳頭筋に牽引された僧帽弁前尖の可動性を向上させるという新しい概念に基づいた術式である。Rough zone chordaeを温存しstrut chordaのみを切断することで、弁尖の逸脱を生ずることなく僧帽弁のcoaptationを向上させることが最大の特徴である^{8,12,13)}。手術は従来どおり右側左房切開で僧帽弁にアプローチし、弁輪縫縮用のリングを固定する前にstrut chordaを切断する。

今回我々が経験した2症例はともにvalve tetheringにより前尖は収縮期に凸型を呈し、弁中央部より重篤な僧帽弁逆流が認められた。収縮期における僧帽弁輪からcoaptation zoneまでの距離、すなわちcoaptation depthはともに12mmであり、Calafioreら⁶⁾によれば弁置換術の適応である。しかしながら本症例では、1) 従来の弁輪形成術のみではvalve tetheringによる僧帽弁逆流の残存が予想されたこと、2) 透析患者であり術後の抗凝固療法を回避したいこと、および3) 術後急性期の左室機能を可及的に温存したいこと、により弁置換術を行わず、リング弁輪形成術に加え腱索切断術を行うこととした。両症例ともに僧帽弁逆流は消失し左室駆出率は改善し、術後10ヵ月および4ヵ月の現在、左室機能に悪影響は認められておらず経過は順調である。

虚血性僧帽弁閉鎖不全症の外科治療において僧帽弁組織(mitral valve apparatus)の三次元的な構築の改善が得られる本術式は簡便であり、非常に有効な術式と考えられた。本術式の臨床応用例の報告はなく手術遠隔期成績の追跡が必要であると考えられる。虚血性僧帽弁閉鎖不全症についてはいまだに不明な点も多く、今後三次元エコーなどによる詳細な病態解明^{14,17)}と術式改良が望まれるところである。

要 約

虚血性僧帽弁閉鎖不全に対する術式についてはいまだ議論の多いところである。我々は重症の虚血性僧帽弁閉鎖不全症に対して、リングによる弁輪形成と二次腱索切断を行い、良好な結果を得たので報告する。患者は63歳の女性および53歳の男性の透析患者である。ともに下壁梗塞後の左室拡大に伴う僧帽弁輪拡大と左室乳頭筋の心尖部方向への偏位による僧帽弁尖のtetheringが顕著で、高度の僧帽弁逆流を伴っていた。術前の僧帽弁逆流率はそれぞれ70%、52%で、逆流量は80、59mlであった。手術はPhysio Annuoplasty Ring(24mm)による弁輪形成と前尖に付着する二次腱索の切断によるtetheringの解除術を行った。術後前尖の可動性が改善し、僧帽弁逆流は消失した。左室駆出率は改善し、術後10ヵ月および4ヵ月現在、順調に経過している。

J Cardiol 2004 Sep; 44(3): 113-117

文 献

- 1) Tolis GA Jr, Korkolis DP, Kopf GS, Elefteriades JA: Revascularization alone(without mitral valve repair)suffices in patients with advanced ischemic cardiomyopathy and mild-to-moderate mitral regurgitation. *Ann Thorac Surg* 2002; **74**: 1476-1481
- 2) Grigioni F, Enriquez-Sarano M, Zehr KJ, Bailey KR, Tajik

- AJ: Ischemic mitral regurgitation: Long-term outcome and prognostic implications with quantitative Doppler assessment. *Circulation* 2001; **103**: 1759-1764
- 3) Bolling SF, Pagani FD, Deeb GM, Bach DS: Intermediate-term outcome of mitral reconstruction in cardiomyopathy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; **115**: 381-386
- 4) Paparella D, Mickleborough LL, Carson S, Ivanov J: Mild to moderate mitral regurgitation in patients undergoing

- coronary bypass grafting: Effects on operative mortality and long-term significance. *Ann Thorac Surg* 2003; **76**: 1094 - 1100
- 5) Aklog L, Filsoufi F, Flores KQ, Chen RH, Cohn LH, Nathan NS, Byrne JG, Adams DH: Does coronary artery bypass grafting alone correct moderate ischemic mitral regurgitation? *Circulation* 2001; **104**(Suppl 1): 68 - 75
 - 6) Calafiore AM, Gallina S, Di Mauro M, Gaeta F, Iaco AL, D'Alessandro S, Mazzei V, Di Giammarco G: Mitral valve procedure in dilated cardiomyopathy: Repair or replacement? *Ann Thorac Surg* 2001; **71**: 1146 - 1152
 - 7) Lamas GA, Mitchell GF, Flaker GC, Smith SC Jr, Gersh BJ, Basta L, Moye L, Braunwald E, Pfeffer MA, for the Survival and ventricular enlargement investigators: Clinical significance of mitral regurgitation after acute myocardial infarction. *Circulation* 1997; **96**: 827 - 833
 - 8) Levine RA, Hung J, Otsuji Y, Messas E, Liel-Cohen N, Nathan N, Handschumacher MD, Guerrero JL, He S, Yoganathan AP, Vlahakes GJ: Mechanistic insights into functional mitral regurgitation. *Curr Cardiol Rep* 2002; **4**: 125 - 129
 - 9) Kaul S, Spotnitz WD, Glasheen WP, Touchstone DA: Mechanism of ischemic mitral regurgitation: An experimental evaluation. *Circulation* 1991; **84**: 2167 - 2180
 - 10) David TE: Techniques and results of mitral valve repair for ischemic mitral regurgitation. *J Card Surg* 1994; **9**: 274 - 277
 - 11) Nesta F, Otsuji Y, Handschumacher MD, Messas E, Leavitt M, Carpentier A, Levine RA, Hung J: Leaflet concavity: A rapid visual clue to the presence and mechanism of functional mitral regurgitation. *J Am Soc Echocardiogr* 2003; **16**: 1301 - 1308
 - 12) Messas E, Pouzet B, Touchot B, Guerrero JL, Vlahakes GJ, Desnos M, Menasche P, Hagege A, Levine RA: Efficacy of chordal cutting to relieve chronic persistent ischemic mitral regurgitation. *Circulation* 2003; **108**(Suppl 1): 111 - 115
 - 13) Messas E, Guerrero JL, Handschumacher MD, Conrad C, Chow CM, Sullivan S, Yoganathan AP, Levine RA: Chordal cutting: A new therapeutic approach for ischemic mitral regurgitation. *Circulation* 2001; **104**: 1958 - 1963
 - 14) Messas E, Guerrero JL, Handschumacher MD, Chow CM, Sullivan S, Schwammenthal E, Levine RA: Paradoxical decrease in ischemic mitral regurgitation with papillary muscle dysfunction: Insights from three-dimensional and contrast echocardiography with strain rate measurement. *Circulation* 2001; **104**: 1952 - 1957
 - 15) Tahta SA, Oury JH, Maxwell JM, Hiro SP, Duran CM: Outcome after mitral valve repair for functional ischemic mitral regurgitation. *J Heart Valve Dis* 2002; **11**: 11 - 18
 - 16) Tibayan FA, Rodriguez F, Langer F, Zasio MK, Bailey L, Liang D, Daughters GT, Ingels NB Jr, Miller DC: Annular remodeling in chronic ischemic mitral regurgitation: Ring selection implications. *Ann Thorac Surg* 2003; **76**: 1549 - 1554
 - 17) Qin JX, Shiota T, McCarthy PM, Asher CR, Hail M, Agler DA, Popovic ZB, Greenberg NL, Smedira NG, Starling RC, Young JB, Thomas JD: Importance of mitral valve repair associated with left ventricular reconstruction for patients with ischemic cardiomyopathy: A real-time three-dimensional echocardiographic study. *Circulation* 2003; **108**(Suppl 1): 241 - 246