

僧帽弁閉鎖不全症を伴う虚血性心筋症に対する外科治療： Edge-to-Edge repair (Alfieri 法) を用いた新たな治療戦略

岡田 典隆, 田嶋 一喜, 高味 良行
藤井 恵, 日尾野 誠, 宗像 寿祥

【背景】僧帽弁閉鎖不全症(MR)を伴う虚血性心筋症に対する外科治療は高い周術期死亡率を伴う。とりわけ術前状態が不良な場合は、手術侵襲を抑制することも重要である。【方法】左室形成術と同時に左室側から乳頭筋の接合術と Alfieri 法を心拍動下で行い、人工心肺離脱時に MR が残存する場合に限り僧帽弁輪形成(MAP)を加えた。【結果】6例にこの手術戦略を適応。平均年齢 64.5 歳。術前の LVEF 26±10%, LVDd 69.8±10.1 mm, MR は平均 2.3±0.6 度。準緊急手術 3 例、術前 IABP 2 例、カテコラミン依存 2 例、人工呼吸器管理 1 例。手術死亡はなし。2 例が人工心肺離脱時に MR が残存し MAP を要した。非 MAP 群は、手術時間、人工心肺時間、挿管期間、ICU 滞在期間、術後入院期間において MAP 群より短縮された。【結論】左室側から心拍動下での乳頭筋接合術と Alfieri 法の併施で、早期成績の改善につながった。

KEY WORDS: edge-to-edge, ischemic cardiomyopathy, ischemic mitral regurgitation, operative strategy, surgical ventricular retraction

Okada N, Tajima K, Takami Y, Fujii K, Hibino M, Munakata H: **Surgery for ischemic cardiomyopathy with mitral regurgitation: novel operative strategy using edge-to-edge (Alfieri) mitral repair.** J Jpn Coron Assoc 2010; 16: 113-117

I. はじめに

陳旧性心筋梗塞に虚血性の僧帽弁閉鎖不全症(MR)を伴う低心機能症例に対し左室形成術を行う場合、MR の制御法に関しては近年、僧帽弁輪形成術(MAP)に加えて左室側から弁下構造を矯正する方法が一般的になりつつある。一方、このような虚血性心筋症に対する外科治療は高い周術期の死亡率も報告されており^{1, 2)}、とりわけ術前状態が不良な場合、手術侵襲を可及的に抑制し、周術期を確実に乗り切ることも重要である。2007年に Sartipy らが虚血性 MR の治療に対し、左室形成術と同時に edge-to-edge repair を施行し MAP を省略した成績を報告しているが³⁾、乳頭筋の接合術(papillary muscle approximation; PMA)のような tethering を減少させる手技も併施した成績に関する報告はない。

今回われわれは、左室形成術を要する虚血性 MR に対する治療戦略として、左室形成術に加えて左室側から PMA と edge-to-edge repair を施行し、MR が残存する場合に限り MAP を追加する手法をとった。これにより心停止時間を短縮し、手術侵襲の軽減による早期成績との

両立を図った。このわれわれの治療戦略の成績について検討を行った。

II. 対象と方法

1. 対象患者

2006年7月から2008年7月までに陳旧性心筋梗塞に対し左室形成術を施行し、同時に虚血性僧帽弁閉鎖不全症に対して左室側から edge-to-edge repair を施行した6例について手術成績および早期成績について検討した。またこれらについて MAP を要しなかった A 群(4例)と要した B 群(2例)について手術成績を比較検討した。

2. 手術方法

手術戦略について図1に示す。はじめに、viability のある領域に対し冠動脈バイパス術(CABG)を施行した。次に心筋梗塞の部位から左室切開をし、初めに僧帽弁の前尖・後尖の中央で edge-to-edge repair をゴアテックス糸(CV-4)による Z 縫合で行った。次に PMA を、3-0 モノフィラメント糸によるプレジェット付き U 字マットレス縫合を 2 対用いて行った。最後に左室形成術を施行した。これらの手技はすべて心拍動下に行った。この間上行大動脈の性状が良好であれば、空気塞栓予防のために大動脈遮断をし、大動脈基部より 200~300 ml/min の冠灌流を行った。いったん人工心肺を離脱し経食道エコーで MR が mild 以上残存すれば、左房側から MAP を追加した。

名古屋第二赤十字病院心臓血管外科(〒466-8650 名古屋市昭和区妙見町 2-9) (本論文の要旨は第 22 回日本冠疾患学会学術集会, 2008 年 12 月・東京において発表した)
(2009.7.5 受付, 2010.3.12 受理)

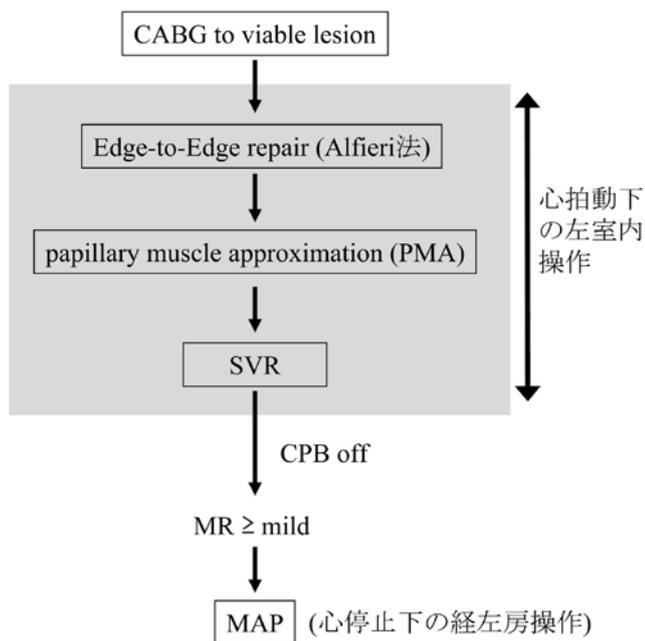


図1 手術戦略

CABG: coronary artery bypass grafting, PMA: 乳頭筋接合術, CPB: 人工心肺, SVR: 左室形成術, MAP: 僧帽弁輪形成術

3. 統計

得られたデータは平均値±標準偏差で表し、統計学的比較にはt検定を用い、有意水準p<0.05を統計学的有意とした。

III. 結果

患者背景を表1に示す。平均年齢は64.5±8.2歳。準緊急手術が3例(50%)、術前の人工呼吸管理は1例(17%)、大動脈バルーンパンピング(IABP)を要したものが2例(33%)、強心剤依存が2例(33%)と術前状態が不良なものが多かった。慢性腎不全を2例(33%)、脳血管障害の既往を2例(33%)に認めた。

術前の心エコー所見を表2に示す。左室駆出率(EF)は26±10%、左室拡張末期径(LVDd)は69.8±10.1 mm、MRは2.3±0.6度であった。Tetheringの程度として、tenting heightは1.1±0.2 cm、tenting areaは2.6±1.1 cm²であった。

手術内容について症例別に表3に示す。梗塞領域に応じた左室形成を施行し、後側壁を中心とした梗塞症例に対してはPMAを施行した。人工心肺離脱後の経食道エコーによりmild以上のMRを認めたものが2例(症例1, 4)ありMAPを要した。そのうち1例(症例4)は左室側からの操作により腱索断裂を生じたことが原因であり、人工腱索再建を要した。

在院死亡は認めなかった。術後の肺炎を1例に認めた

表1 患者背景

| | |
|--------|---|
| n | 6(男性5/女性1) |
| 年齢 | 64.5±8.2 |
| 準緊急手術 | 3(50%) |
| NYHA | 3.2±0.8 |
| IABP | 2(33%) |
| 強心剤依存 | 2(33%) |
| 人工呼吸管理 | 1(17%) |
| 梗塞領域 | 前壁中隔 3 前側壁 1 後下壁 1 後側壁 1 |
| 糖尿病 | 5(83%) |
| 脳血管障害 | 2(33%) |
| 慢性腎不全 | 2(33%) |
| 病変枝数 | 3枝病変 4(67%) 2枝病変 1(17%) 1枝病変 1(17%) |
| PCIの既往 | 2/6(33%) |

NYHA: New York Heart Association, PCI: percutaneous coronary intervention, IABP: intraaortic balloon pumping

表2 術前心エコー

| | |
|--------------------------------|-----------|
| MR(度) | 2.3±0.6 |
| EF(%) | 26±10 |
| LVDd(mm) | 69.8±10.1 |
| LVDs(mm) | 61.5±10.2 |
| Tenting height(cm) | 1.1±0.2 |
| Tenting area(cm ²) | 2.6±1.1 |
| 弁輪前後径(cm) | 3.9±0.3 |

MR: mitral regurgitation, EF: 左室駆出率, LVDd: 左室拡張末期径, LVDs: 左室収縮末期径

が、その他に大きな術後合併症を認めなかった。4例に術後の冠動脈造影検査を施行しグラフトの開存を確認した。

人工心肺時間はA群223±79分、B群306±16分(P=0.296)、手術時間はA群491±160分、B群580±21分(P=0.559)、人工呼吸器時間はA群12.7±4.2時間、B群39.6±34.5時間(P=0.155)、ICU滞在期間はA群2.3±1.0日、B群4.5±2.1日(P=0.143)、術後在院日数A群18.5±5.2日、B群23.0±11.3日(P=0.536)と、有意差は認めないもののいずれもA群で短縮された(表4)。

退院前の心エコーでは全例MRは1度以下であり、LVDdの減少が認められたが、1年後にMR悪化の傾向を示す症例が3例認められ、そのうち2例(症例3, 6)はわずかながらLVDdの再拡大を示している、とりわけ症例6ではMRが2度に増大していた(図2)。この症例6は術前のMR3度、tenting height 1.38 mm、tenting area 3.7 cm²、LVDd 83 mmおよびEF 15%と、最もtetheringお

表 3 手術詳細

| 症例 | 年齢 / 性 | 梗塞領域 | 左室形成法 | PMA | Alfieri | CABG | CRT | MAP |
|----|--------|------|------------------|-----|---------|--------------------------------|-----|---------------------------|
| 1 | 63/ 男性 | 後下壁 | linear plication | + | + | LITA-LAD RITA-D1 GEA-4PL | | Duran band #31 |
| 2 | 69/ 男性 | 前側壁 | overlapping | + | + | LITA-15PL RITA-LAD | | |
| 3 | 50/ 男性 | 前壁中隔 | SAVE | | + | LITA-Dx GEA-4PD | | |
| 4 | 62/ 男性 | 前壁中隔 | Dor's procedure | + | + | LITA-OM GEA-4PD | | Physio ring #28 人工腱索再建 |
| 5 | 72/ 女性 | 後側壁 | linear plication | + | + | | | |
| 6 | 71/ 男性 | 前壁中隔 | overlapping | | + | LITA-14PL SVG-4PD-4PL | + | |

MAP : 僧帽弁輪形成術, CRT: cardiac resynchronization therapy, SAVE: septal anterior ventricular exclusion, LITA: left internal thoracic artery, RITA: right internal thoracic artery, GEA: gastroepiploic artery, SVG: saphenous vein graft, LAD: left anterior descending artery, Dx: diagonal branch, PL: posterolateral branch, PD: posterior descending artery, OM: obtuse marginal branch

表 4 手術成績

| | A 群 (n=4) | B 群 (n=2) | P 値 |
|-------------|-----------|-----------|---------|
| 人工心肺時間(分) | 223±79 | 306±16 | P=0.296 |
| 手術時間(分) | 491±160 | 580±21 | P=0.559 |
| 人工呼吸時間(時間) | 12.7±4.2 | 39.6±34.5 | P=0.155 |
| ICU 滞在日数(日) | 2.3±1.0 | 4.5±2.1 | P=0.143 |
| 術後在院日数(日) | 18.5±5.2 | 23.0±11.3 | P=0.536 |

A 群 : 非 MAP 群, B 群 : MAP 群, IUC : intensive care unit

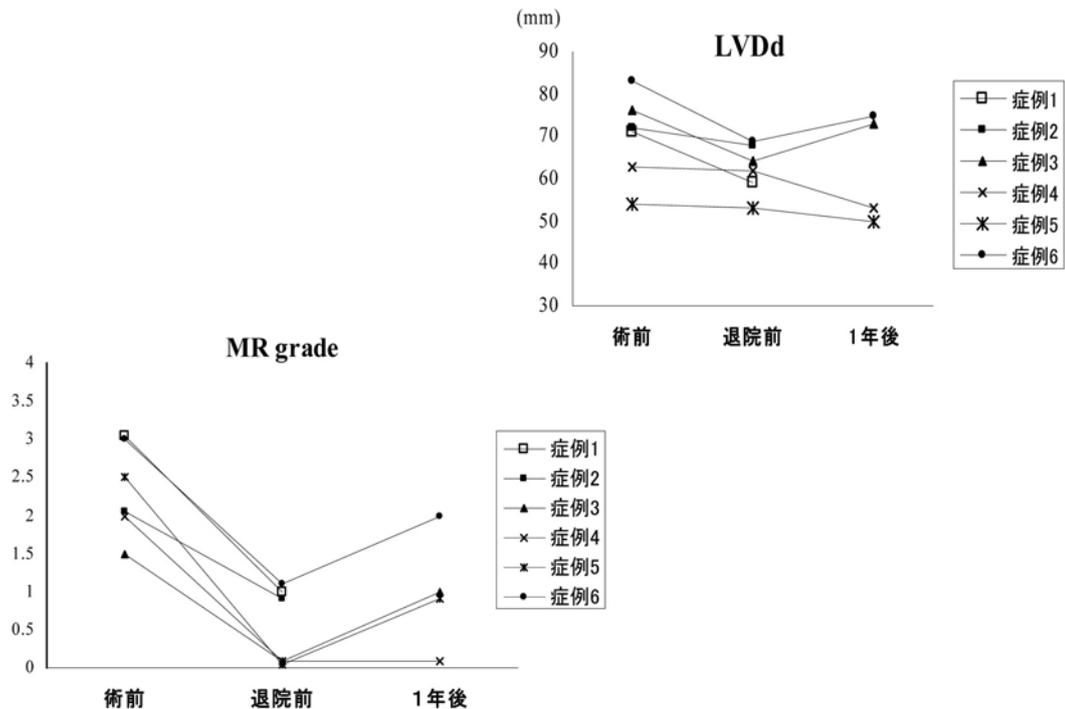


図 2 術後心エコー
MR : mitral regurgitation, LVdD : 左室拡張末期径

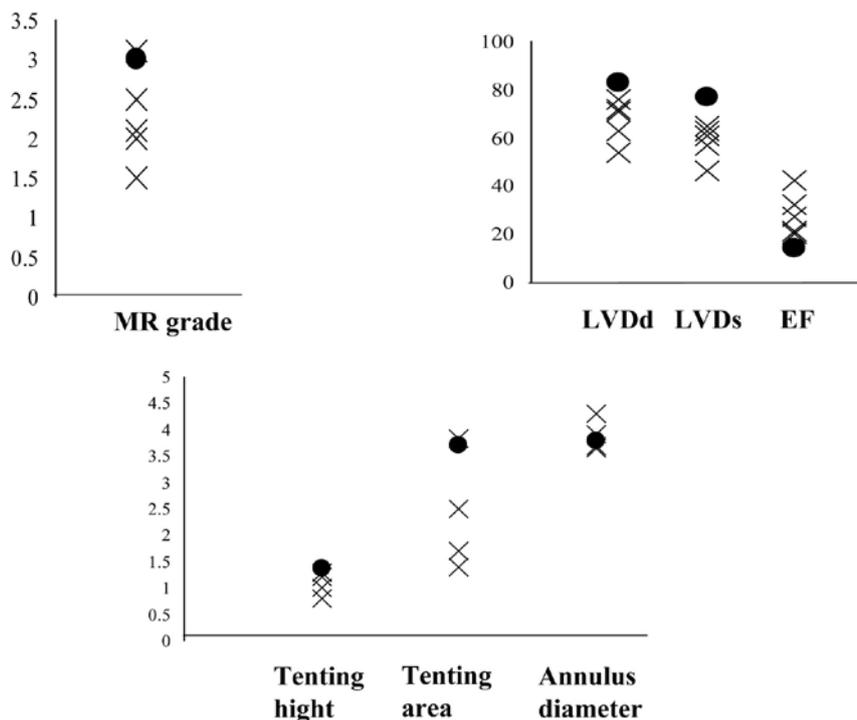


図3 症例6
MR: mitral regurgitation, EF: 左室駆出率, LVDd: 左室拡張末期径, LVDs: 左室収縮末期径

よび左室拡大が強く、左室機能も最も低下していた症例であった(図3)。

IV. 考 察

MRに対するedge-to-edge repairはAlfieriらにより報告され、その遠隔成績も5年の再手術回避率90.0%と良好な成績が報告されているが^{4, 5)}、多くは変性疾患によるMRが主体である。虚血性MRに対する報告は少ないが、Bhudiaらによる報告では、64%の虚血性MRを含む224名のMRに対するedge-to-edge repairの成績で、遠隔期のMR再発率は虚血性MRで不良であり、付加的な手技が必要であると結論付けている⁶⁾。一方Bonisらによれば、51名の虚血性を含む重症の拡張型心筋症77名に対し、tetheringの強い症例(coaptation depth \geq 1 cm)には、アンダーサイズMAPに加えてedge-to-edge repairを加えた場合、tetheringの少ない症例(coaptation depth<1 cm)よりも遠隔期のMR再発率が有意に良好であることを示している⁷⁾。

左室形成術と左室側からのedge-to-edge repairを施行しMAPを省略した場合の成績について、Sartipyらによれば、早期死亡16%の短期成績と、3度以上のMR回避率は術後3年で83%と報告されている³⁾。しかしこれらは心停止下に施行しており、さらに左室形成の手法はすべてDor法であり、またPMAのようにtetheringを減少さ

せるという手技は併施されていない。

虚血性MRの本体は左室のリモデリングによる弁下構造の変位によるtetheringが原因と考えられ⁸⁾、われわれは左室形成術にPMAのようなtetheringを減少させる手技と組み合わせ、edge-to-edge repairを行うことによりさらに成績の向上が得られないかと考えた。一方、虚血性MRを伴う進行した虚血性心筋症に対する外科治療は8.7~18.8%と高い周術期死亡率が伴うことが報告されている^{1, 2)}。とりわけ術前状態が悪い場合は、過大な手術侵襲を避け、周術期を確実に乗り切ることも必要である⁹⁾。

今回、われわれはこのような背景の中で周術期の安全性と確実な外科治療の両立を目指しこのような手術戦略を考案した。

左室形成術は心筋梗塞の部位に応じて様々な方法で行った。前壁中隔を中心とした梗塞領域に合併するMRの機序は左室拡大による影響が大きく、左室形成により左室容量の減少が得られるためPMAは併施していない。むしろPMAはviabilityの残存した後側壁領域の収縮を抑制する可能性があると考えられるからである。一方後側壁を中心とした梗塞症例に合併するMRはtetheringによる影響が強いと考えられ、乳頭筋間距離を短縮することでtetheringを軽減する意図で全例PMAを併施している。

MAPを要したのは2例であるが症例4は術中に腱索断

裂を生じさせてしまった症例であり、これを除くと左室側からの手技のみでMRが制御できなかつたのは症例1のみである。この症例の術前のMRは3度であるが、LVDd 71 mm, EF 32%と左室容量および左室機能は今回の患者群の中では中等度であった。

術後1年でMRが2度まで悪化した症例6は、今回の患者群の中で最も左室容量とMRの程度が大きく、tetheringも最も強く、EFは最低値の症例であった(図2)。この症例にMAPを省略したことが不適切であったか、もしくはMAPを要しても同様の結果なのか不明であるが、注意深い観察が必要である。

手術死亡は認めず、A群では、症例数が少ないため統計学的結論は導けないが、人工呼吸期間、ICU滞在期間、在院日数が短縮され短期成績では優れている傾向が示された。全例現在まで平均21カ月の追跡で生存が得られている。しかし長期成績については不明であり、A群B群の遠隔成績を比較し、MAPの有無が遠隔成績に及ぼす影響を調査することが必要であり、さらに遠隔期にMRが再燃してくる因子を同定し、手術戦略に修正を加えることが必要である。

V. まとめ

MRを伴う虚血性心筋症に対し、左室形成術とPMAといった弁下組織を矯正する手技にedge-to-edge repairを併施することでMRが制御可能であれば、全ての手技を左室側から心拍動下に行うことが可能である。その場合、手術侵襲を抑制でき、とりわけ術前状態が不良な場合の早期成績を改善する治療戦略になりえる可能性があるものと考えられた。しかしながら遠隔成績については不明であり、今後も厳重に検討をして行く必要がある。

文 献

- 1) Athanasuleas CL, Buckberg GD, Stanley AW, Siler W, Dor V, Di Donato M, Menicanti L, Almeida de Oliveira S, Beyersdorf F, Kron IL, Suma H, Kouchoukos NT, Moore W, McCarthy PM, Oz MC, Fontan F, Scott ML, Accola KA: RESTORE group: Surgical ventricular restoration in the treatment of congestive heart failure due to post-infarction ventricular dilation. *J Am Coll Cardiol* 2004; **44**: 1439-1445
- 2) Isomura T, Suma H, Yamaguchi A, Kobashi T, Yuda A: Left ventricular restoration for ischemic cardiomyopathy —comparison of presence and absence of mitral valve procedure. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003; **23**: 614-619
- 3) Sartipy U, Albåge A, Mattsson E, Lindblom D: Edge-to-edge mitral repair without annuloplasty in combination with surgical ventricular restoration. *Ann Thorac Surg* 2007; **83**: 1303-1309
- 4) Fucci C, Sandrelli L, Pardini A, Torracca L, Ferrari M, Alfieri O: Improved results with mitral valve repair using new surgical techniques. *Eur J Cardiothorac Surg* 1995; **9**: 621-626
- 5) Alfieri O, Maisano F, De Bonis M, Stefano PL, Torracca L, Oppizzi M, La Canna G: The double-orifice technique in mitral valve repair: a simple solution for complex problems. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001; **122**: 674-681
- 6) Bhudia SK, McCarthy PM, Smedira NG, Lam BK, Rajeswaran J, Blackstone EH: Edge-to-edge (Alfieri) mitral repair: results in diverse clinical settings. *Ann Thorac Surg* 2004; **77**: 1598-1606
- 7) De Bonis M, Lapenna E, La Canna G, Ficarra E, Pagliaro M, Torracca L, Maisano F, Alfieri O: Mitral valve repair for functional mitral regurgitation in end-stage dilated cardiomyopathy: role of the "edge-to-edge" technique. *Circulation* 2005; **112**: I-402-I-408
- 8) Otsuji Y, Handschumacher MD, Schwammenthal E, Jiang L, Song JK, Guerrero JL, Vlahakes GJ, Levine RA: Insights from three-dimensional echocardiography into the mechanism of functional mitral regurgitation: direct in vivo demonstration of altered leaflet tethering geometry. *Circulation* 1997; **96**: 1999-2008
- 9) Fedoruk LM, Tribble CG, Kern JA, Peeler BB, Kron IL: Predicting operative mortality after surgery for ischemic cardiomyopathy. *Ann Thorac Surg* 2007; **83**: 2029-2035