

虚血性心筋症，虚血性僧帽弁閉鎖不全に対する surgical reverse remodeling の効果

野村 文一，磯村 正

Nomura F, Isomura T: **Effects of surgical reverse remodeling for ICM and IMR.** J Jpn Coron Assoc 2006; 12: 236-240

I. はじめに

虚血性心筋症(ICM)は拡張した左心室，著明な左室壁運動異常，低駆出率，さらに多くは虚血性僧帽弁閉鎖不全(IMR)を合併し，死亡および虚血イベントの危険性が高い．内科的治療の進歩にもかかわらずその5年生存率は悲惨なもので(48%)¹⁾，この疾患群に対する外科治療は大きな挑戦である．この低左心機能症例に対する手術は従来，左室瘤に対する瘤切除から始まり，1980年代にはDor²⁾，Jatene³⁾，Cooley⁴⁾らにより左室を形成する術式がとられるようになった．とくにDorらは低左室機能例のICMに対して左室形成術が長期予後の改善に貢献すると報告した⁵⁾．さらに末期的ICMでは合併する僧帽弁閉鎖不全(MR)が心不全の増悪を来し，多くの場合外科的処置の対象となる．本稿ではわれわれの経験を中心に，ICMとIMRに対する左室形成の意義と効果について述べる．

II. 低左心機能の発生機序

左前下行枝(LAD)完全閉塞に伴う重篤な心筋虚血・壊死は死に至ることも少なくない．心室瘤の場合には同部位の梗塞によることが最も多く，繰り返し心不全を起したり，血栓塞栓症が発生する場合や，また重症不整脈発症例では手術適応となることも少なくない．しかしながら，ICM発症例では急性期には内科治療を受けており，LAD領域の虚血あるいは経皮的冠動脈インターベンション(PCI)などによる虚血治療後の同領域の無収縮(akinesis)が存在するために左室全体が経年的に拡張し，終末像として左室のびまん性akinesisにより心不全を繰り返すようになる(図1)．したがって，多くの場合，ICMはLAD領域のakinesis，dyskinesis後の慢性期に発生する虚血合併症である．

1. 対 象

1997年3月以降に左室形成術を施行した202例のうち，左室瘤51例を除き，左室駆出率30%以下であるICM症例144例を対象とした．年齢は61±9歳，男/女は129/15，術前NYHAはclass III 93例，class IV 51例，カテコラミン依存35例，ショック6例であった．術前状態はIMRの存在する例で明確に不良であった(表1)．

2. 術前検査

ICM化した左室ではももとのakinesisの部位を同定することが困難なことも少なくないが，左室造影，心エコー(dyssynchronyを上手く同定できるspeckel image，ドプタミン負荷エコー)，RIシンチ(quantitated gated SPECT)に加え，MRI(ガドリニウム造影)により，viableな心筋，壁運動，心筋の厚さ，線維化，MRの状態などの多くの情報が得られ，総合的に判断可能である．さらに，術中体外循環下にカラーキネシスやドップラーを用いた心エコーを行うことによりexcludeする左室の部分を正確に同定し，左室形成の術式を選択し，僧帽弁形成術，cardiac resynchronization therapy(CRT)を含めた的確な術式を選択するようにしている．

3. 左室形成術

Dorらは左室瘤に対して心機能の回復および温存のため前壁中隔側にパッチを用いて形成する術式を考え，end-ventricular circular patch plasty(EVCP)⁵⁾と名付け，ICMに対しても用いている．これが一般的にDor手術と呼ばれている．これは前壁中隔および心尖部のakinesisの強い症例に有効で，多くのICMに対応できる．ところが前壁中隔に大きなakinesis病変がある場合にDor手術を行うとFontan stitch(心室を縫縮するための巾着縫合)のため長軸方向へ左室が短縮され，形態が円形になり，本来の楕円形にはならず，収縮に対するエネルギー効率が悪く，心機能の改善に影響すると思われる．したがって，このような場合にはわれわれは前壁中隔を大きく長楕円形パッチを用いて縫合する方法(septal anterior ventricular exclusion; SAVE法⁶⁾)を用いている．開発した本法では前壁中

葉山ハートセンター心臓血管外科 (〒240-0116 神奈川県三浦郡葉山町下山口1898-1)

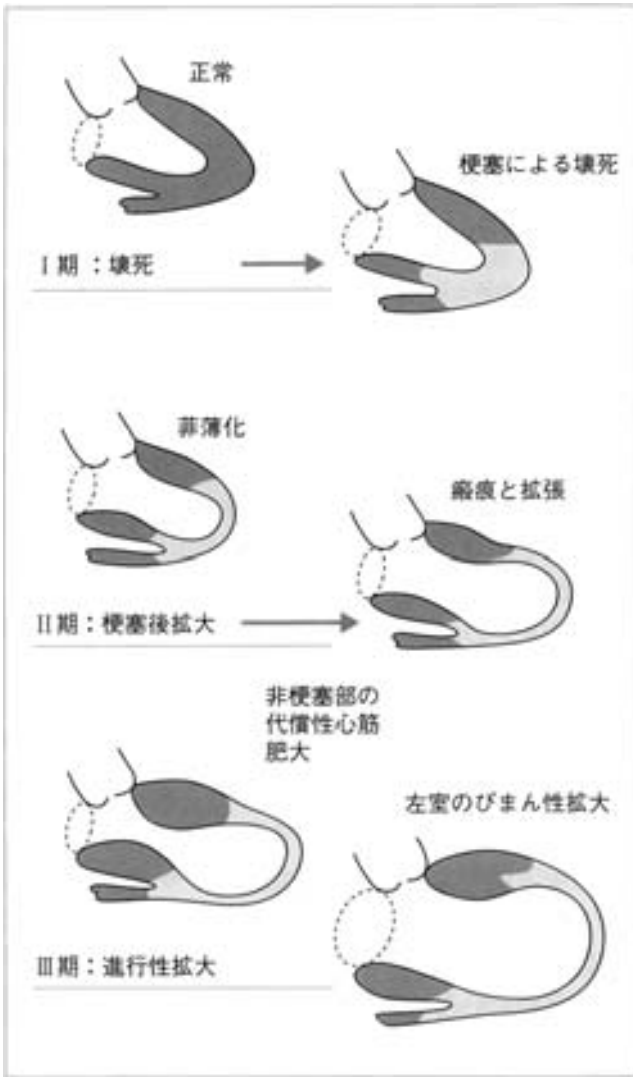


図1 虚血による左室の remodeling の発生機序
虚血部が大きく残存すると健全な心筋に負荷がかかり、経年的に心拡大を生じ、最終的にびまん性無収縮状態となる。

隔側に多くのマットレス縫合を置くため長軸方向の短縮が少なく、左室形態を正常近くに形成することが可能となる。これに類似して、パッチを用いずに自己の左室前壁を用いて行う overlapping 法^{7,8)}を用いることもある。

4. 合併手術

ICM に対する基本的な外科治療戦略は、まず完全血行再建術(PCIですでに虚血が改善されているもの、冠動脈バイパス術(CABG)), 僧帽弁形成術(詳細は次項に譲る), 心室性不整脈に対する心室内冷凍凝固, さらに両室ペースング(CRT)を積極的に行うことである。

5. 結果

左室形成術は Dor 手術 93 例, SAVE 手術 36 例, Batista 手術 12 例, overlapping 手術 3 例の計 144 例。合併手術としての CABG は 120 例に行い, 僧帽弁手術は 61 例(僧帽弁形成術(MVP)46 例, 僧帽弁置換術(MVR)15 例), および

表1 虚血性心筋症に対する左室形成術(MRの有無による術前状態の相違, n=144)

	MR+(44%) n=69	MR- n=75	P
年齢 (year)	58±8 (42-80)	59±10 (29-75)	
男/女	63/6	66/9	
NYHA class III/IV	33/36	60/15	0.0011
再手術	7	2	
待機/緊急	39/20	71/4	0.0001
Inotropes +/-	26/39	9/66	0.0005
ショック	5	1	0.03

三尖弁手術は 17 例に行った。不整脈に対する左室内冷凍凝固を 45 例に行った。術前後に大動脈バルーンパンピングによる循環補助が必要なほど重症であったのは 19 例存在した。また、緊急手術例は 24 例あり、そのうち多臓器不全に対し術後に左心補助装置を要したものは 1 例あった。病院死亡は待機症例で 4.5%, 緊急症例で 29%であった。死因は心不全 10 例, 不整脈(VT)1 例であった。遠隔期は 133 例の生存退院した患者のうち 116 例 75%が NYHA I~II 度へ改善した。遠隔死亡例は心不全が 6 例, VT が 8 例, 非心臓死が 4 例であった。内科的治療のみの 3 年生存率は 48%¹⁾, CABG のみでは 44~53.5%である^{9,10)}ことを考えると、左室形成術を行った症例での 5 年生存率は MR のある群では 64.7%, ない群では 76.2%と決して悪くない成績と考えられた。

6. まとめ

左室形成術の本質は左室容量を減少させ、左室の形態を正常化させることにあり、これにより低心機能が改善し、長期予後改善が期待できる例が少なからず存在することから、外科的適応術式を十分見極め、積極的な手術を行うと考えている。

III. IMR に対する surgical reverse remodeling (左室形成)の効果

IMR のメカニズムは、①乳頭筋断裂あるいは乳頭筋延長による弁逸脱(Type II), ②左室拡大に伴う弁輪拡大, 僧帽弁葉の apical tethering(Type I/IIIb)により生じることが心エコーの進歩で明らかになってきた。本稿では左室の remodeling によって発生する IMR に対するわれわれの外科的経験を中心に述べる。

Levine らのグループ¹¹⁾ は心筋梗塞後の左室のジオメトリの変化, すなわち乳頭筋が心尖部外側へ偏位することによって僧帽弁が引っ張られて(tethering hypothesis)前尖後尖の弁接合が不良となることを示した。IMR では非虚血性の MR の重症評価と異なり, 逆流弁口面積が 0.2 cm², 逆流量が 30 ml で生命予後に影響を与えると報告されている¹²⁾。

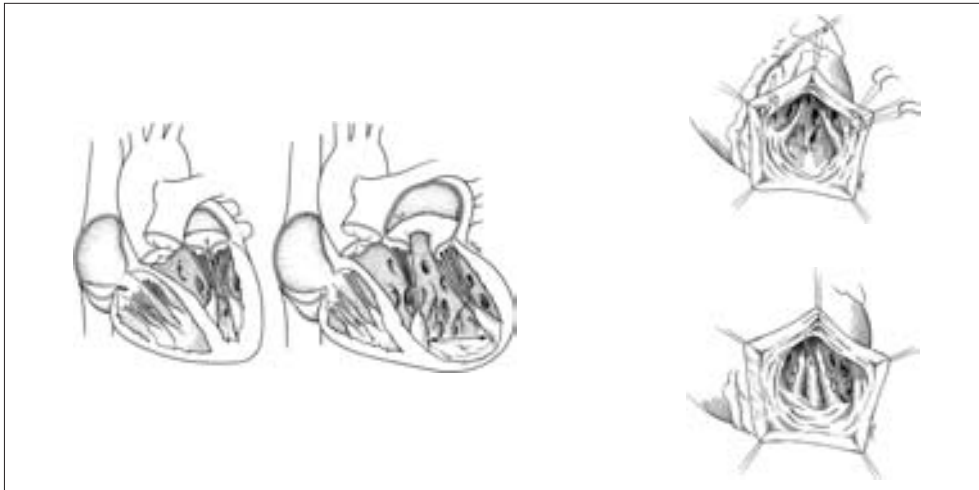


図2 乳頭筋間縫縮術 (PM-P)

1. 対象および方法

2000年3月から2006年6月までの虚血性心疾患患者のうち grade 2 以上の IMR を認めた 82 例を対象とした (平均年齢 67 歳 (51~86 歳), 男 / 女は 68 / 14). 外科的戦略の基本は ICM に対するのと同様, ①完全血行再建術 (CABG), ② MVP (Physio-ring; 2 サイズダウンすなわち 26~28 mm のリング), ③左室形成術 (左室収縮期末期容積 ≥ 100 ml/m² の場合), ④両乳頭筋間が開大している場合には乳頭筋間縫縮術 (papillary muscle positioning; PM-P (図 2)¹³⁾), ⑤壁運動上 dyssynchrony を認める場合には CRT / CRTD を行う方針としている. 全 82 例の NYHA class III は 34 例, class IV は 24 例, バイパスグラフトは平均 2.8 本であった.

IMR の重症評価で混乱が生じる一因は IMR の重症度が前負荷, 後負荷によって大きく影響されることである. 一般に tenting area や concavity are が大きいほど, coaptation depth (tenting height) が深いほど IMR の程度は重症であるといえるが, われわれが最終判断のよりどころにしているのは術中体外循環による前負荷軽減・増大試験 (volume reduction, and volume load test)¹⁴⁾ であり, これにより MR の部位, 変化を評価し, 2 サイズ小さめの Physio-ring を用いて弁形成を行っている.

2. 合併手術

術前の精査のうへ, 左室造影, 心エコー (dyssynchrony を上手く同定できる speckel image, ドブタミン負荷エコー), RI シンチ (quantitated gated SPECT) に加え, MRI (ガドリニウム造影) により, 心筋の viability, 壁運動, 心筋の厚さ, 線維化などの多くの情報を得, どの左室形成術にするか総合的に判断し, 前項のごとく予想している. さらに, 術中体外循環下にカラーキネシスを用いた心エコーを行うことにより exclude する左室の部分の正確に同定し, 最終的に術中に左室形成の術式を選択し, 両乳頭筋間の開大している症例では PM-P を, また dyssynchrony を

表 2 施行手術 (n=82)

	LVR+ (n=37)	LVR- (n=45)
Dor	14	0
SAVE	17	0
Batista	5	0
Overlapping	1	0
MVP/MVR/PM-P	33/2/8	44/1/0
Semi rigid	33	39
Ring size	27±1.0	27.6±1.9
TAP	8	5
LV cryoablation	11	0
CRT (Bi-V pacing)	7	0

MVP, mitral valve plasty; MVR, mitral valve replacement; PM-P, papillary muscle positioning; TAP, tricuspid valve annuloplasty; LV, left ventricular; CRT, cardiac resynchronization therapy

認める例では CRT / CRTD を含めた的確な術式を選択するように工夫している.

3. 結 果 (表 2)

82 例全例バイパス手術を受け, 僧帽弁手術も受けた上で, 左室形成術施行群 37 例と非施行群 45 例とを検討した. 左室形成術は Dor 手術 14 例, SAVE 手術 17 例, Batista 手術 5 例, overlapping 1 例で, MVP は 77 例, MVR は 3 例であった. さらに PM-P を 8 例に付加した. 三尖弁手術は 13 例に, 心室内冷凍凝固を 11 例に行い, 両室ペーシング (CRT) を 7 例に行った.

遠隔成績では 5 年生存率は左室形成術施行群では 71.2%, 左室形成非施行群では 92.4% と満足できるものであった. さらに MR の残存・再発回避率については, 左室形成術施行群 88.2%, 左室形成非施行群 94.2% で, 全体での 4 年間での MR 回避率は 90.6% と満足できるものであった. MR の残存または再発は 82 例中 6 例に認めた. 左室形成術施行群の MR 残存 4 例のうち, 僧帽弁形成術を施行せ

ず PM-P のみ行った 2 例は grade 2 → grade 2, grade 0 → grade 2 と不変か増悪した。

4. まとめ

完全血行再建術を前提として、2サイズ小さめの Physio-ring を用いた僧帽弁形成術は IMR に対して良好な遠隔成績をもたらすと考えられ、さらに心拡大を伴う ICM に伴った IMR に対しては左室形成術が有効で、乳頭筋間が開大している場合には PM-P を併用することが左室の形態をより楕円形にできる可能性があり、左室のさらなる remodeling による MR の再発を軽減できると期待される。

IV. 考案

左室形成術と IMR, さらに PM-P などを行うに当たり、心停止下に CABG, MVP を施行した後、心拍動下に左室形成術を施行することにより、心停止時間を短縮させることが可能になり、さらに用手的に左室壁の動きを触診し exclude できる範囲を正確に判断することが重要である。

これまでの報告例では Dor ら⁵⁾ の akinesis 51 例, Memicanti ら¹⁵⁾ の 46 例, Calafiore ら¹⁶⁾ の 45 例の病院死亡率は 10%, 15%, 4.2% で、5 年生存率はそれぞれ 45%, 63%, 78% であった。われわれの 144 例では病院死亡率 8.3%, 遠隔期の 5 年生存率は MR+ 群 64.7%, MR- 群で 76.4% であった。

左室形成術の意義は外科的に左室容積を減少させ、左室の形態を正常化させることにあり、これが tethering の軽減に役立ち、MR の再発防止に貢献しうる。1984 年 Guilmet が考案した overlapping 法⁷⁾ も、2002 年に松居ら⁸⁾ が改変した左室形成術として行われている。また近年、両心室ペーシング (CRT) により中隔・後壁の同期を行うことによって左室の拡張を改善、心機能が改善されれば MR の改善もあることが適応例では示されるようになった。また、MR に対しては、2サイズ小さめのリングを用いる MVP で、左室形成の適応とはならない程度に拡張した心機能の低下した左室に対して心機能の改善が示される例も少なくない。さらに、両乳頭筋間の開大した症例では tethering 改善のため乳頭筋間を縫縮する方法 (PM-P) が心室の reshape に役立ち、MR の再発を軽減、予防できると期待される。

IMR に対する付加手術に関しては、われわれの方法以外にも種々の手法が提唱されているが、いずれも遠隔成績待ちである。すなわち、①新しいリング (Geoform ring, Carpentier-MacCarthy-Adams ring), ②弁葉に対する手術 (前尖または後尖を拡大し接合面を大きくする^{17,18)}), ③腱索に対する手術 (二次腱索の chordal cutting¹⁹⁾), ④乳頭筋あるいは左室後壁に対する手術 (後乳頭筋を弁輪へつり上げる²⁰⁾, 乳頭筋 sling 法²¹⁾), ⑤左室の reshape および拡大防止 (CorCap または Acorn) などである。これらの新しい手法が左室機能改善のため、また MR 再発防止のために

有効な治療法として行われ始めている。

最後に、ICM ならびに IMR には左室形成術により低心機能が改善し長期予後が期待できる症例が少なからず存在することから、われわれは外科的適応術式を十分見極めた上での積極的な手術は行いうると考えている。

文 献

- 1) Lytle BW: The role of coronary revascularization in the treatment of ischemic cardiomyopathy. *Ann Thorac Surg* 2003; **75**: S2-S5
- 2) Dor V, Kreitmann P, Jourdan J: Interest of 'physiological' closure (Circumferential plasty on contractile area) of left ventricle after resection and endoarterectomy for aneurysm or akinetic zone; comparison with classical technique about 209 left ventricular resection. *J Cardiovasc Surg* 1985; **26**: 73-80
- 3) Jatene AD: Left ventricular aneurysmectomy. Resection or reconstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; **89**: 321-331
- 4) Cooley DA: Ventricular endoaneurysmorrhaphy: a simplified repair for extensive postinfarction aneurysm. *J Card Surg* 1989; **4**: 200-205
- 5) Dor V, Sabatier M, Di Donato M, Montiglio F, Toso A, Maioli M: Efficacy of endoventricular patch plasty in large postinfarction akinetic scar and severe left ventricular dysfunction: comparison with a series of large dyskinetic scars. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; **116**: 50-59
- 6) Isomura T, Suma H, Horii T, Sato T, Kobashi T, Kanemitsu H, Hoshino J, Hisatomi K: Left ventricle restoration in patients with non-ischemic dilated cardiomyopathy: risk factors and predictors of outcome and change of mid-term ventricular function. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001; **19**: 684-689
- 7) Guilmet PD, Popoff G, Dubois C, Tawil N, Bachet J, Goudot B, Guermontprez JL, Brodaty D, Schlumberger S: Nouvelle technique chirurgicale pour la cure des anevrysmes du ventricule gauche: l'aneurysmoplastie en paletot Resultats preliminaries. *Arch Mal Coeur Vaiss* 1984; **77**: 953-958
- 8) Matsui Y, Fukada Y, Suto Y, Yamauchi H, Luo B, Miyama M, Sasaki S, Tanabe T, Yasuda K: Overlapping cardiac volume reduction operation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; **124**: 395-397
- 9) Yamaguchi A, Ino T, Adachi H, Murata S, Kamio H, Okada M, Tsuboi J: Left ventricular volume predicts postoperative course in patients with ischemic cardiomyopathy. *Ann Thorac Surg* 1998; **65**: 434-438
- 10) Kim YH, Czer LSC, Soukiasian HJ, De Robertis M, Magliato KE, Blanche C, Riassi SS, Mirocha J, Siegel RJ, Kass RM, Trento A: Ischemic mitral regurgitation: revascularization alone versus revascularization and mitral valve repair. *Ann Thorac Surg* 2005; **79**: 1895-1901
- 11) 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
- 12) 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
- 13) Irie H, Isomura T, Nomura F, Horii T, Hoshino J, Makinae H: Novel left ventriculoplasty for nonischemic dilated cardiomyopathy with functional mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006; **131**: 233–235
 - 14) Isomura T, Suma H, Horii T, Sato T, Kikuchi N: Partial left ventriculectomy, ventriculoplasty or valvular surgery for idiopathic dilated cardiomyopathy: the role of intraoperative echocardiography. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000; **17**: 239–245
 - 15) Menicanti L, Di Donato M, Frigiola A, Buckberg G, Santambrogio C, Ranucci M, Santo D, the RESTORE Group: Ischemic mitral regurgitation: Intraventricular papillary muscle imbrication without mitral ring during left ventricular restoration. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; **123**: 1041–1050
 - 16) 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
 - 17) Dobre M, Koul B, Rojer A: Anatomic and physiologic correction of the restricted posterior mitral leaflet motion in chronic ischemic mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; **120**: 409–411
 - 18) Kincaid EH, Riley RD, Hines MH, Hammon JW, Kon ND: Anterior leaflet augmentation for ischemic mitral regurgitation. *Ann Thorac Surg* 2004; **78**: 564–568
 - 19) Messas E, Guerrero JL, Handshumacher, 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
 - 20) Kron IL, Green GR, Cope JT: Surgical relocation of the posterior papillary muscle in chronic ischemic mitral regurgitation. *Ann Thorac Surg* 2002; **74**: 600–601
 - 21) Hvass U, Tapia M, Baron F, Pouzet B, Shafy A: Papillary muscle sling: a new functional approach to mitral repair in patients with ischemic left ventricular dysfunction and functional mitral regurgitation. *Ann Thorac Surg* 2003; **75**: 809–811