

## 虚血性心筋症に対する外科治療の遠隔期成績： 複合同時手術に関する検討

石川 進\*, 襦屋 和雄, 阿部 馨子, 久川 聡,  
下川 智樹, 原田 忠宣, 上田 恵介

【目的】虚血性心筋症(ICM)に対する僧帽弁形成術(MVP)と左室縮小形成術(SVR)の治療成績を検討した。  
【対象と方法】対象はICM64症例(平均68歳)で, MVPを51例, SVRを34例, 両者を21例で行った。  
MVPには2004年以降独自の乳頭筋 Sandwich 形成法(前尖, 後尖の腱索附着部をマットレス固定する術式)を用いた。【結果】1) MVP: 術後早期・遠隔期のMR残存は, 従来法と比べて Sandwich 法で有意に少なかった。2) SVR: 初期のDor手術で13例中4例(31%)が在院死亡となったが, 縮小部位に応じた術式選択により死亡率は5%に減少した。術式別死亡率はDor手術17%, Batista手術14%, overlap法0%であった。遠隔期にはDor手術の3例が死亡した。【結語】虚血性MRには乳頭筋 Sandwich 形成法が有用で, SVRでは縮小部位に応じて術式を選択する。

KEY WORDS: ischemic cardiomyopathy, mitral valve plasy, surgical ventricular restoration, combined surgery, papillary muscle sandwich plasty

Ishikawa S, Neyu K, Abe K, Kugawa S, Shimokawa T, Harada T, Ueda K: **Follow-up results of combined surgery for ischemic cardiomyopathy.** J Jpn Coron Assoc 2011; 17: 191-195

### I. はじめに

本邦における冠動脈バイパス手術は, 心拍動下(オフポンプ)手術を初めとして, 技術的には完成の域に達しつつある。日本胸部外科学会による2007年の学術調査(全国集計)<sup>1)</sup>では, 年間の単独冠動脈バイパス手術は17,295例で, うち10,979例(63%)がオフポンプで施行されている。手術成績も良好で, 待機的冠動脈バイパス手術の在院死亡率は体外循環使用例が1.9%, オフポンプ手術例が1.2%と報告されている。一方で, 心筋梗塞合併症に対する手術成績は未だ良好とはいえず, 僧帽弁閉鎖不全の手術と左室形成術の在院死亡率は, 待機手術においても各々8.0%, 9.1%である。したがって, 現在の問題点は, 心筋梗塞合併症もしくは虚血性心筋症(重症例)に対する治療戦略であり, 中でも虚血性僧帽弁閉鎖不全症(IMR)と左室拡大は患者の早期および遠隔期予後を左右する重要な因子である。当科ではIMRに対しては独自の弁形成術式(乳頭筋サンドイッチ形成法<sup>2)</sup>)を考案して対処してきた。今回, 僧帽弁形成術(MVP)と左室縮小形成術(SVR: surgical ventricular restoration)の手術および遠隔期成績を報告し, 虚血性心筋症に対する術式選択に関して検討

した。

### II. 対象と方法

1999年~2008年に当科で冠動脈バイパス(CABG)手術を行った633例中, MVPもしくはSVRを行った64例を対象とした。年齢は平均68(48-84)歳で, 男女比は49対15であった。手術は待機手術が51例, 緊急手術が13例であった。術式はMVP51例, SVR34例で, うちMVPとSVRの同時施行例は21例であった。同時施行したCABGグラフトは平均2.7(1-6)本で, 術後観察期間は平均37(6-105)カ月であった。

数値は平均値±標準偏差で表し, 統計学的処理にはStatView version 5.0 software (SAS Institute, Inc, Cary, NC)を用いた。統計学的検討にはStudent's t-test, the Chi-Square test, 分散分析, ロジスティック回帰分析, Kaplan-Meier methods, Logrank test(Mantel-Cox)を用い,  $p<0.05$ をもって有意差ありとした。

### III. 手術術式

#### 1. 僧帽弁形成術

僧帽弁形成術では前期23例(5年間)では従来法(Alfieri法<sup>3)</sup>もしくは人工腱索再建+人工弁輪を用いた。後期28例(5年間)では, 独自の乳頭筋サンドイッチ形成法を行った。術前超音波検査での僧帽弁輪径は, 従来法が $30.4\pm 1.0$  mm, サンドイッチ形成法が $29.5\pm 2.4$  mmと差がなかった。僧帽弁のtenting heightは, 従来法が

帝京大学心臓血管外科

\* 東京都立墨東病院胸部心臓血管外科(〒130-8575 東京都墨田区江東橋4-23-15)(本論文の要旨は第23回日本冠疾患学会学術集会, 2009年12月・大阪にて発表した)  
(2009.10.9 受付, 2010.11.18 受理)

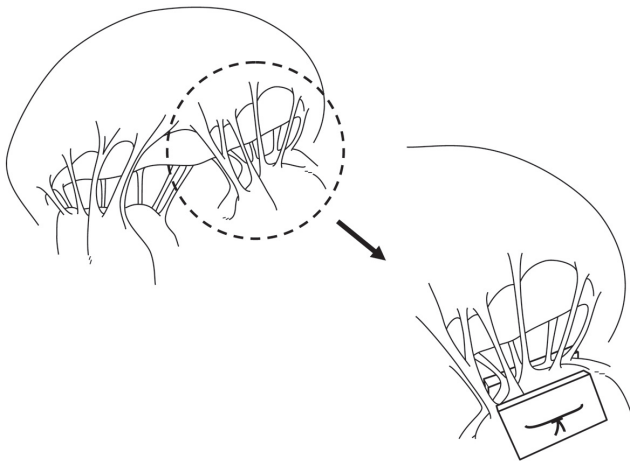


図1 僧帽弁乳頭筋 Sandwich 形成法(文献2より引用)  
前・後乳頭筋それぞれの腱索附着部(乳頭筋頭)に Teflon プレ  
ジェット付 3-0 タイクロン糸をかけ、前・後尖腱索附着部を  
マットレス固定する。

12.9±2.0 mm, サンドイッチ形成法が 12.0±2.8 mm と差が  
なかった。サンドイッチ形成法<sup>2)</sup>では、前・後乳頭筋それ  
ぞれの腱索附着部(乳頭筋頭)に Teflon-pledget 付 3-0 タイ  
クロン糸をかけ、前・後尖腱索附着部をマットレス固定し  
た(図1)。サンドイッチ形成法は、通常は左房側より施行  
したが、SVR 併施例では左室側より行った。

人工弁輪は、前期では 16 例(70%)、後期では 13 例  
(48%)で用いた。人工弁輪は前期では縫縮を目的に小口径  
を用いた。後期では、原則として同等サイズの人工弁輪  
を用いたが、弁輪径が 30 mm を超える症例では 30 mm ま  
で縮小した。

## 2. 左室縮小形成術

左室縮小形成術は 左室収縮末期容積係数(LVESVI)  
100 ml/m<sup>2</sup> 以上を適応とし、術前評価には心筋シンチグラ  
ム(QGS: quantitative gated SPECT)を用いた。術前の左  
室拡張期径は 60±9(45-82)mm, 収縮期径は 49±10(33-  
75)mm, LVESVI は 174±44 (102-218)ml/m<sup>2</sup>, 駆出率は  
36±8(27-52)%であった。シンチグラムで虚血・梗塞領域  
を評価し、前壁～心尖部領域の exclusion には Dor 手術<sup>4)</sup>  
を、前壁～中隔領域には Dor 手術(Save 法<sup>5)</sup>を含むまた  
は over-lap 法<sup>6)</sup>を用い、後壁領域には Batista 手術<sup>7)</sup>(左室  
壁切除縫合法)を用いた。症例数は Dor 手術(Save 法を  
含む)が 24 例, over-lap 法(左室壁重層法)が 6 例, Batista  
手術が 6 例であった。

## IV. 結 果

### 1. 術後早期および遠隔期成績

術後の在院死亡は全体で 9 例で、MVP 単独が 4 例,  
SVR 単独が 3 例, SVR+MVP が 2 例であった。遠隔期死亡  
は全体で 11 例で、MVP 単独が 5 例, SVR 単独が 2 例,  
SVR+MVP が 4 例であった。在院と遠隔をあわせた死亡率

表1 術後早期および遠隔期成績

	在院死亡	遠隔期死亡	計
MVP n=30	4 (従来法 2) (Sandwich 2)	5 (従来法 5)	9 (30%)
SVR n=13	3 (Dor 3)	2 (Dor 2)	5 (38%)
SVR+MVP n=21	2 (Dor+ 従来法 1) (Batista+ 従来法 1)	4 (Dor+ 従来法 4)	6 (29%)

表2 僧帽弁形成術の術後早期成績

	従来法	Sandwich	p
①僧帽弁逆流			
severe	0	0	
moderate	1 (4%)	0	
mild	10 (44%)	1 (4%)	<0.01
non-trivial	12 (52%)	27 (96%)	<0.01
②僧帽弁形態 (mm)			
Tenting height	10.5±2.2	6.9±1.9	<0.01
Annulus	24.6±3.4	25.7±2.2	NS

は、MVP 単独が 30%(9/30), SVR 単独が 38%(5/13),  
SVR+MVP が 29%(6/21)であった(表1)。遠隔期の死亡お  
よび心不全再発を心イベントとして、術前・術後因子との  
関連を検討した。因子としては、年齢、性別、術前の左  
室径・容積・駆出率、MR の程度、左室縮小形成術施行の  
有無、冠動脈バイパス枝数、術後の MR 残存・再発の有無  
に関して検討した。

単変量解析では、術前の左室収縮期径および術後の MR  
残存・再発が有意な関連因子であった(ともに p<0.05)。多  
変量解析では、術後の MR 残存・再発のみが有意な関連因  
子(p<0.01, 優比 37.3)であった。

### 2. 術式別の成績

#### a) 僧帽弁形成術

術後早期の残存 MR は、従来法では moderate 1 例,  
mild 10 例(計 48%)でみられたが、サンドイッチ形成法で  
は mild 1 例(4%)のみと有意に(p<0.01)少なかった。僧帽  
弁の tenting height は、術前は差がなかったが、術後は従  
来法の 10.5±2.2 mm に比べて、サンドイッチ形成法では  
6.9±1.9 mm と有意に(p<0.01)小さかった(表2)。MR 再発  
率は Sandwich 形成法が 4%/患者/年と従来法の 15%/患  
者/年と比べて有意に(p<0.01)少なかった。Kaplan-Meier  
法による MR-free rate は、サンドイッチ法が有意に  
(p<0.05)高く、術後 2 年ではサンドイッチ法が 93%, 従来  
法が 63%であった(図2)。MVP 単独施行例では、遠隔期に  
従来法の 5 例が死亡したが、Sandwich 法での死亡例はな

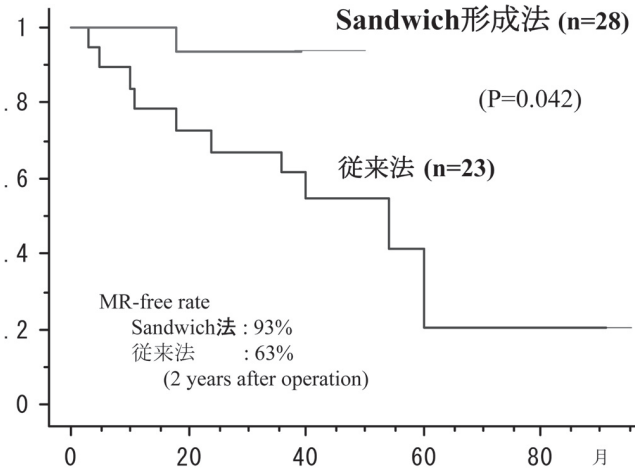


図2 僧帽弁形成術後の遠隔期成績  
 僧帽弁逆流は従来法に比べて Sandwich 形成法で有意に少なかった。

表3 遠隔期残存 MR と予後

	Prominent MR		p
	(+)	(-)	
症例数	12(27%)	33(73%)	
遠隔期死亡 死亡率 (/Pt · year)	7(58%) 26%	2(6%) 3%	<0.01
心不全 (入院反復)	3(12%)	1(4%)	<0.01

かった(表1)。遠隔期では、MR再発12例中の7例(58%)が心不全死し、MR非再発例の6%(2/33)と比べて有意に(p<0.01)多かった(表3)。

b)左室縮小形成術

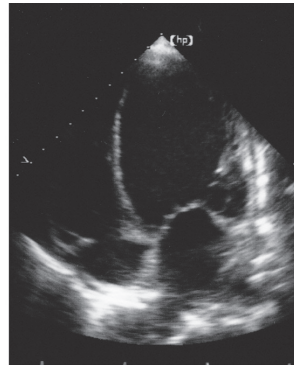
初期にはDor手術を第一選択としたが、13例中3例(31%)が在院死亡となった。そこで、縮小(exclusion)すべき部位に応じて術式を選択する方針に変更したところ、在院死亡は21例中1例(5%)と有意に(p<0.05)減少した。術式別の死亡率はDor手術17%(4/24)、Batista手術17%(1/6)、overlap法0%(0/4)であった。Batista手術の死亡例は術前よりボスミン依存で肺うっ血をきたしていた症例であった。在院死亡の計5例中4例は緊急手術症例であった。緊急手術の在院死亡率は57%(4/7)と待機手術の4%(1/27)と比べて有意に(p<0.01)高かった。SVR単独施行例では、術後2年以内にDor手術の3例が死亡したが、Batista手術、overlap法での死亡例はなかった(表4)。

V. 症例提示

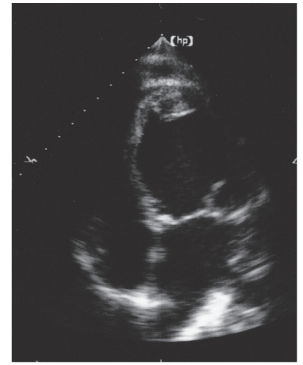
65歳、女性。心筋梗塞後に僧帽弁閉鎖不全、心拡大をきたし、うっ血性心不全の状態でカテコラミン投与下に当院に転送となった。術前の僧帽弁逆流はsevere、左室拡張末期径は61mmであった。手術では、冠動脈バイパ

表4 左室縮小形成術の術式別成績

	症例数	在院死亡	遠隔期死亡	計
Dor手術	24	4*(17%) *緊急手術3	3(13%)	7(29%)
Batista手術	6	1*(17%) *緊急手術	0	1(17%)
Overlap法	4	0	0	0



MR: severe,  
 LVDD: 61 mm, LVDs: 53 mm



MR: trace,  
 LVDD: 51mm, LVDs: 41mm

図3 心臓超音波検査所見(提示症例)

(左)術前、(右)術後  
 複合手術によって僧帽弁逆流の減少と左室の縮小が得られた。  
 MR, mitral regurgitation; LVDD, left ventricular diastolic diameter; LVDs, left ventricular systolic diameter

ス術(4枝)、僧帽弁形成術(乳頭筋 Sandwich 法)、左室縮小形成術(overlap法)、心室再同期療法(CRT)を施行した。術後経過は良好で、僧帽弁逆流はtrace、左室拡張末期径は51mmに改善した(図3)。

VI. 考 察

虚血性心筋症の治療成績はまだ良好とはいえず、自験例では30%を超える症例が在院もしくは遠隔期死亡となっていた。僧帽弁手術と左室縮小形成術を併施したSumaらの報告<sup>8)</sup>では、手術死亡率が7.9%、1年および5年生存率が各々80.2%、67.7%であった。虚血性心筋症の治療成績の向上には、今後も更なる治療計画と術式の検討が必要と考えられる。

虚血性僧帽弁閉鎖不全症(IMR)は、患者の予後を左右する重要な因子であり、本検討でもMR残存例の58%が遠隔期死亡となった。IMRはいわゆる機能的逆流(functional MR)であり、心筋梗塞後の左室拡大に伴って発症することが多い。IMRに対する手術術式としては、従来より弁輪形成術<sup>9)</sup>、edge-to-edge repair (Alfieli)<sup>3)</sup>、chordal cutting法<sup>10)</sup>などが行われているが、未だ確立されたものはない。特に、弁輪形成術は広く行われており、小口径の人工弁輪を用いて弁輪を縫縮する方法が一般的

である。人工弁輪によって僧帽弁口特に前後方向が短縮され、弁尖接合部(coaptation zone)の増大によって逆流が減少すると考えられている。しかし、中期～遠隔期における弁逆流再発も報告されており<sup>9)</sup>、十分な術式とは考えがたい。また、Mihaljevicら<sup>11)</sup>は、弁輪形成術は術後早期の症状は軽減するが、遠隔期の心機能や生存率は改善しないと報告している。われわれは、サンドイッチ法によって良好な弁尖の接合が得られることより、当初は人工弁輪を用いなかった。しかし、最近の症例では、サンドイッチ形成法で得られた良好な弁尖接合の維持と将来的な弁輪拡大の予防を目的に人工弁輪を用いている。僧帽弁輪の拡大は機能的異常ではなく形態学的変化であるため、弁輪拡大症例ではサンドイッチ形成法に弁輪縫縮を加えることが妥当と考えられる。

最近では、左室拡大に伴う乳頭筋偏位の重要性が認識され<sup>12)</sup>、乳頭筋の位置を修正する術式が報告されている<sup>13–15)</sup>。また、Araiら<sup>15)</sup>はmitral complexを修復する複合術式を報告している。われわれのSandwich形成法は、前尖、後尖の腱索附着部の乳頭筋頭をマットレス縫合で固定する方法である。これにより、前尖、後尖の腱索間の距離が縮小し、弁尖接合部の増大が得られる。イメージとしては、直角三角形の斜辺であった腱索が高さ(垂線)の位置にくるため、腱索の長さに余裕ができ、tetheringの軽減とcoaptationの改善が得られるものと考えられる。本法は、tetheringの軽減を目的としているため、病側の乳頭筋のみに施行しても有効な可能性がある。しかし、本法を病側、健側にかかわらず施行することで、症例ごとの病態に関係なくIMR全例に有効となると考えられる。Sandwich形成法では術後早期のmild以上のMR残存が4%と、従来法の48%に比べて有意に少なかった。また、Sandwich形成法ではtetheringの軽減が得られ、術後の僧帽弁のtenting heightも従来法と比べて有意に小さかった。Sandwich形成法の最大の長所は簡便なことであり、左室径やtenting heightなどにかかわらず同一の方法で実施することができる。しかし、解剖学的なvariancesがあった場合には施行が困難となる可能性がある。Ramsheyiら<sup>17)</sup>は乳頭筋の形態を4つに分類しているが、そのうちの単一乳頭筋の形のもの(type 1)では、Sandwich形成法は困難と考えられる。

左室縮小形成術の目的は、心室壁の緊張(wall tension)と酸素需要を軽減し、心機能の改善を得ることである<sup>18)</sup>。1980年代末に報告されたDor手術<sup>4)</sup>は虚血性心筋症に対する標準術式と考えられていた。当科では、前壁中隔領域の形成には楕円パッチを用いたDor変法(SAVE法に類似)<sup>19)</sup>とDor原法の両者を症例に応じて使い分けてきた。しかし、本検討のごとくDor手術の成績は十分とはいえない。その後、自己心筋を用いるoverlap法が報告され、心機能の点で有利と考えて導入した。また、後壁側の縮小形成には、Batista手術が必要と考えられた。現

在われわれは縮小(exclusion)すべき部位に応じて次のように術式を選択している。すなわち、前壁－中隔領域のexclusionには自己組織で被覆するoverlap法<sup>7)</sup>を第一選択とし、Dor手術は心尖部中心の症例に限って用いている。外側－後壁領域のexclusionにはBatista手術<sup>6)</sup>を行なっている。自験例での左室縮小形成術の成績は、待機手術での在院死亡率は4%と良好だが、緊急手術のそれは57%と極めて不良であった。そのため、病状悪化前の早期手術もしくは術前の内科的治療による緊急手術の回避が重要と考えられる。

近年、左室縮小形成術の有効性に関して疑問を呈したSTICH trial<sup>20)</sup>が発表された。本研究の結果に対しては外科医側からの反論がなされおり、Buckberg & Athanasuleas<sup>21)</sup>は本研究における種々の問題点を指摘している。その中で最大の問題点は、対象症例の左室収縮末期容積係数(LVESVI)が左室形成群でも平均83 ml/m<sup>2</sup>と小さく、結果として縮小率は19%に留まっていることである。諸家の報告での左室縮小率は30–58%であり、STICH trial症例における左室切除は有効とは考え難い。Yamaguchiら<sup>22)</sup>は、LVESVIが平均137 ml/m<sup>2</sup>の症例に対して、平均53%の左室切除を行い、5年生存率90%と良好な成績を得ている。

虚血性心筋症における早期、遠隔成績の向上には今後も更なる外科的な工夫が必要と考えられる。われわれは、提示症例の如く低心機能症例では心室再同期療法(CRT)を併施してきた。CRTによって術後急性期の左室壁運動改善、収縮期血圧上昇が得られたが、在院もしくは遠隔期で死亡が14例中8例(57%)が多かった。CRTの有効性に関しては、今後も更なる検討を要する。本検討では、SVRでは縮小部位に応じた術式を選択することで手術成績の改善が得られ、IMRに対しては乳頭筋Sandwich形成法が有効と考えられた。虚血性心筋症に対する複合手術では限られた時間内に複数の手技を完遂することが必須であり、症例ごとに適切かつ簡便な手術方法を組み合わせることが成績向上につながるものと考えられる。

## 文 献

- 1) Ueda U, Fujii Y, Kuwano H: Thoracic and cardiovascular surgery in Japan during 2007. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2009; **57**: 488–513
- 2) Ishikawa S, Ueda K, Kawasaki A, Neya K, Suzuki H: Papillary muscle sandwich plasty for ischemic mitral regurgitation: a new simple technique. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008; **135**: 1384–1386
- 3) 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**: 1402–408

- 4) Dor V, Saab M, Coste P, Kornaszewska M, Montiglio F: Left ventricular aneurysm: A new surgical approach. *Thorac Cardiovasc Surg* 1989; **37**: 11–19
- 5) Isomura T, Horii T, Suma H, Buckberg GD, RESTORE Group: Septal anterior ventricular exclusion operation (Pacopexy) for ischemic dilated cardiomyopathy: treat form not disease. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006; **29** Suppl 1: S245–S250
- 6) Matsui Y, Fukada Y, Naito Y, Sasaki S: Integrated overlapping ventriculoplasty combined with papillary muscle plication for severely dilated heart failure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; **127**: 1221–1223
- 7) Batista RJ, Verde J, Nery P, Bocchino L, Takeshita N, Bhayana JN, Bergsland J, Graham S, Houck JP, Salerno TA: Partial left ventriculectomy to treat end-stage heart disease. *Ann Thorac Surg* 1997; **64**: 634–638
- 8) Suma H, Tanabe H, Uejima T, Isomura T, Horii T: Surgical ventricular restoration combined with mitral valve procedure for endstage ischemic cardiomyopathy. *Eur J Cardiothorac Surg* 2009; **36**: 280–284; discussion 284–285
- 9) McGee EC, Gillinov AM, Blackstone EH, Rajeswaran J, Cohen G, Najam F, Shiota T, Sabik JF, Lytle BW, McCarthy PM, Cosgrove DM: Recurrent mitral regurgitation after annuloplasty for functional ischemic mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; **128**: 916–924
- 10) Borger MA, Murphy PM, Alam A, Fazel S, Maganti M, Armstrong S, Rao V, David TE: Initial results of the chordal-cutting operation for ischemic mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007; **133**: 1483–1492
- 11) Jones RH: Adding mitral valve annuloplasty to surgical revascularization does not benefit patients with functional ischemic mitral regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 2007; **49**: 2202–2203
- 12) Tibayan FA, Rodriguez F, Zasio MK, Bailey L, Liang D, Daughters GT, Langer F, Ingels NB Jr, Miller DC: Geometric distortions of the mitral valvular-ventricular complex in chronic ischemic mitral regurgitation. *Circulation* 2003; **108**: II116–21
- 13) Menicanti L, Di Donato M, Frigiola A, Buckberg G, Santambrogio C, Ranucci M, Santo D, RESTORE Group: Ischemic mitral regurgitation: intraventricular papillary muscle imbrication without mitral ring during left ventricular restoration. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; **123**: 1041–1050
- 14) Langer F, Schäfers HJ: RING plus STRING: papillary muscle repositioning as an adjunctive repair technique for ischemic mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007; **133**: 247–249
- 15) 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
- 16) Arai H, Itoh F, Someya T, Oi K, Tamura K, Tanaka H: New surgical procedure for ischemic/functional mitral regurgitation: mitral complex remodeling. *Ann Thorac Surg* 2008; **85**: 1820–1822
- 17) Ramsheyi SA, Pargaonkar S, Lassau JP, Acar C: Morphologic classification of the mitral papillary muscles. *J Heart Valve Dis* 1996; **5**: 472–476
- 18) Di Donato M, Sabatier M, Dor V, Toso A, Maioli M, Fantini F: Akinetic versus dyskinetic postinfarction scar: relation to surgical outcome in patients undergoing endoventricular circular patch plasty repair. *J Am Coll Cardiol* 1997; **29**: 1569–1575
- 19) 上田恵介 : Dor 手術. 心臓血管外科の最前線, 岡田昌義監修, 先端医療技術研究所, 東京, 1999, 85–90
- 20) Jones RH, Velazquez EJ, Michler RE, Sopko G, Oh JK, O'Connor CM, Hill JA, Menicanti L, Sadowski Z, Desvigne-Nickens P, Rouleau JL, Lee KL, STICH Hypothesis 2 Investigators: Coronary bypass surgery with or without surgical ventricular reconstruction. *N Engl J Med* 2009; **360**: 1705–1717
- 21) Buckberg GD, Athanasuleas CL: The STICH trial misguided conclusions. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009; **138**: 1060–1064
- 22) Yamaguchi A, Adachi H, Kawahito K, Murata S, Ino T: Left ventricular reconstruction benefits patients with dilated ischemic cardiomyopathy. *Ann Thorac Surg* 2005; **79**: 456–461