

低心機能虚血性心疾患に対する外科治療

仁科 健, 大野 暢久, 金光ひでお, 小山 忠明
 榊原 裕, 根本慎太郎, 池田 義, 米田 正始

【目的】低心機能虚血性心疾患は増加しており, その治療法として心拍動下冠動脈バイパス術 (OPCAB) や左室形成術 (LVR) の有用性が報告されている. 当科での戦略を検討した. 【対象と方法】過去 6 年間に当院で施行された冠動脈バイパス術 (CABG) で, 低心機能症例 57 例を対象とした. 人工心肺がリスクである症例に対して OPCAB を適応とし, 虚血性心筋症 (ICM) に対しては LVR を施行した. 【結果】OPCAB 群 19 例で CABG 群は 8 例であり, 平均年齢, バイパス数に有意差はなかった. 術前の EuroSCORE では有意に OPCAB 群はハイリスクであった. LVR は心エコーにて左室拡張末期径の有意な縮小があり ($P < 0.01$), 駆出分画, NYHA は有意な改善があった ($P < 0.01$). 病院死亡 5 例中, 緊急症例が 4/5 例と高率であった. 【結語】低心機能の ICM に対する血行再建法は OPCAB が有用で, ICM に対する LVR と僧帽弁輪縮術が心機能と quality を改善する.

KEY WORDS: CABG, ischemic heart disease, ICM, LVR

Nishina T, Ohno N, Kanemitsu H, Koyama T, Sakakibara Y, Nemoto S, Ikeda T, Komeda M: **Surgical treatment for ischemic heart disease with low left ventricular function.** J Jpn Coron Assoc 2005; 11: 116-119

I. はじめに

冠動脈バイパス (coronary artery bypass grafting: CABG) 症例数の増加とともに, 高齢や低心機能症例等のハイリスク症例が増加してきている. このような症例に対して, 人工心肺を使用しない CABG (off-pump CABG: OPCAB) が導入され, 冠動脈外科の術式として確立されてきたが, その真の貢献度にはいまだ議論のあるところである¹⁾. また, 虚血性心筋症を合併する低心機能症例に対しては左室形成術が試みられ, さまざまな報告が行われるようになってきた²⁻⁴⁾. 今回われわれは, このような低心機能症例に対する当科での外科的治療成績を検討したので報告する.

II. 対象と方法

1999 年 4 月から 2006 年 12 月までに当院で同一術者によって施行された CABG は 313 例 (平均年齢 68 ± 10 歳) で, 低心機能症例として駆出分画 (EF) 40% 以下の 57 症例を対象とした. 当科では体外循環の使用または大動脈自体への操作はリスクがあると思われた症例を OPCAB の基本適応としており, さらに大動脈への非接触手技を基本的手技として行っている. OPCAB は Octopus-4, Starfish-2 によるスタビライザーと吻合部の冠動脈切開部より冠動

脈の遠位側への外部シャントを用いた灌流下に施行した. また, 15 MHz の高速表面エコーを用いて術中に吻合部位の性状確認と吻合後のグラフト血流パターン確認および測定を行った⁵⁾. グラフトの選択は左内胸動脈 (LITA) を前下行枝へ吻合し, その他の右内胸動脈 (RITA), 胃大網動脈 (GEA) 等の動脈グラフトを左回旋枝や右冠動脈領域へ in site で吻合, または LITA に RITA や GEA を端側吻合した composite graft を作製して血行再建を行った. 心筋梗塞後に左室拡張末期径 (LVDd) 55 mm 以上の左室拡大を伴った EF 40% 以下の虚血性心筋症 (ICM) に対しては人工心肺下に左室形成術 (LVR) を追加施行した. LVR に対して, 1) 術中に人工心肺による volume reduction test を行い, 左室心筋の viability から左室の形成部位を確認する, 2) 心臓の形態・サイズ・構造を考慮する, 3) リモデリングが予想される部位を確実に形成する, 4) 僧帽弁輪縮を追加し, 左室基部の形成を兼ねる, 5) 可能な限り血行再建を行う, を治療戦略とした.

1. Study 1

低心機能症例で人工心肺を使用した症例中, 合併手術を必要としなかった症例群 (on-pump CABG 群) と人工心肺非使用群 (OPCAB 群) とに分け, 術前の危険因子および術中術後因子としてバイパス吻合数, 術後の死亡率, 合併症を検討した. 術前の危険因子の検討には, Nashef らが提唱した術前危険因子より心臓手術危険率を予測する European system for cardiac operation risk evaluation (EuroSCORE) を使用し, スコアは 0~2 を low risk 群, 3~5 の medium risk 群, 6 以上の high risk 群とした⁶⁾.

京都大学病院心臓血管外科 (〒 606-8501 京都市左京区聖護院川原町 54) (本論文の要旨は第 18 回日本冠疾患学会学術集会シンポジウム, 熊本にて発表した)
 (2005.6.3 受付, 2005.8.3 受理)

2. Study 2

低心機能左室拡大症例に対してのLVR施行前後の心エコー評価成績とNYHAの比較から、その有用性についての検討を行った。

III. 結 果

1. Study 1

低心機能症例数57例中、OPCAB群は19例（男性18例、女性1例）で、平均年齢は70±9歳であった。人工心肺不適合によりOPCAB適応となった内訳は、70歳以上の高齢者10例、腎不全症例3例、頭頸部動脈疾患6例、動脈石灰化16例、閉塞性動脈硬化症3例、悪性腫瘍1例、動脈瘤合併1例であった（表1）。人工心肺を使用した症例38例の平均年齢は63±10歳と有意にOPCAB群よりも低齢であったが、38例中30例は合併手術を必要とし、合併手術の詳細は左室形成術24例、大動脈置換術3例、僧帽弁形成術14例、僧帽弁置換術1例、三尖弁輪縮術1例、三尖弁置換術1例であった（表2）。On-pump CABG群は8例で、男性7例、女性1例、平均年齢67±7歳でありOPCAB群と有意差はなかった。On-pump CABG群の緊急手術症例数は2例（25%）で、術前より大動脈バルーンパンピング（IABP）を1例に使用した。OPCAB群の緊急手術症例は4例（21%）で、術前よりIABPを使用した症例は1例、カテコラミン使用症例は1例であった。OPCAB中の血行動態不安定により人工心肺の使用へ変更せざるを得なかった症例は、on pump beatingでCABGを行った1例のみであった。

術前のEuroSCORE比較ではOPCAB群6.8±3.8に対しon-pump CABG群3.7±1.4（P<0.05）と有意にOPCAB群はハイリスクであった（表3）。バイパス吻合数平均はOPCAB群2.2±0.6箇所に対してon-pump CABG群2.6±0.5箇所と有意差はなかった（表4）。

術後の比較において、病院死は両群にみられなかったが、術後合併症はon-pump CABG群では一過性脳虚血発作1例、心室性不整脈1例、表皮の創部離開1例、胸水4例が認められ、OPCAB群では表皮の創部離開1例、胸水1例が認められた（表5）。

2. Study 2

On-pump CABG群の中でICM合併症例24例に対してLVRを行ったが、平均年齢は63±12歳、男性19例・女性5例であった。平均年齢に関してはOPCAB群に比べて有意に若年例であった（P<0.05）。このうち緊急症例は5例（21%）、術前または麻酔導入時にIABPの使用を必要とした症例は6例（25%）であった。LVRの詳細はDor法13例、心尖部温存型Batista法（modified Batista法）1例、septal-anterior ventricular exclusion法（SAVE法）7例、plication法1例、modified Batista法+SAVE法1例、modified Batista+SAVE法1例で、僧帽弁逆流のみられた12例には僧帽弁輪縮術が追加された（表6）。心エコー検査に

表1 OPCAB 選択因子の内訳

腎不全症例	3例
頭・頸部動脈疾患症例	6例
動脈瘤症例	1例
悪性腫瘍合併例	1例
閉塞性動脈硬化症症例	3例
大動脈石灰化症例	16例
70歳以上の高齢者	10例

表2 CABG の合併手術症例数

左室形成術	24例
大動脈弁置換術	3例
僧帽弁形成術	14例
僧帽弁置換術	1例
三尖弁輪縮術	1例
三尖弁置換術	1例

表3 EuroSCORE による症例数比較

Score	On-pump CABG 群	OPCAB 群
Low	1例 (12%)	0
Medium	5例 (63%)	9例 (47%)
High	2例 (25%)	10例 (53%)

表4 EuroSCORE によるバイパス数比較

Score	On-pump CABG 群	OPCAB 群
Low	2.0±0.1	
Medium	2.8±0.4	2.2±0.6
High	2.5±0.7	2.3±0.6
Average	2.6±0.5	2.2±0.6

表5 CABG 術後合併症比較

原因	On-pump CABG 群	OPCAB 群
病院死亡	0	0
脳虚血	1例 (12%)	0
不整脈	1例 (12%)	0
創部離開	1例 (12%)	1例 (5%)
胸水貯留	4例 (50%)	1例 (5%)

て術前と術後のLVDdは有意に低下がみられ（P<0.01）、EFは有意に改善がみられた（P<0.05）。またNYHAも術後に有意な改善がみられた（P<0.01）（表7）。病院死亡は5例（21%）で、そのうち緊急症例が4/5例（80%）、待機症例が1/19例（5%）であった。原因は心不全3例、多臓器不全2例で、病院死亡の緊急症例4例のうち3例は、急激な心不全の増強から内科的コントロール不能により緊急手術となった症例であった。

IV. 考 察

高齢化が進み、さらにはcatheter interventionが進歩す

表6 ICM 症例に対する左室形成術

手術法	症例数	(MAP 数)
Dor 法	13	(5)
SAVE 法	7	(4)
Batista 法	1	(1)
Plication 法	1	(0)
m-Batista+Dor	1	(1)
m-Batista+SAVE	1	(1)

表7 心エコーによる LVR 術前後比較

	術前	術後	P value
LVDd (mm)	64±9	56±8	<0.01
LVDs (mm)	53±11	45±10	<0.05
EF (%)	32±11	40±14	<0.05
NYHA	3.0±0.7	1.7±0.6	<0.01

LVDd, left ventricular end-diastolic dimension; LVDs, left ventricular end-systolic dimension; EF, ejection fraction.

ることにより、高齢者や重症リスクファクターを有する症例に対する CABG の報告が増加してきている^{7, 8)}。従来の大動脈遮断や心筋保護液による心停止法を用いる CABG に比べて、心臓を止めることなく血行再建を行う OPCAB は術中の虚血領域や虚血時間が少なく、mortality や morbidity を軽減することが報告されてきている。さらには aorta non touch 法を用いることで人工心肺使用時のリスクファクターをも減少させられることが報告されており^{9, 10)}、われわれも人工心肺を使用することによる問題や、大動脈自体への操作による問題が生じると考えられる症例には OPCAB を導入した。今回の左心機能の低下症例に対する術前の EuroSCORE による両群間の比較においても、OPCAB 群は on-pump CABG 群に比べて有意に high risk 群であった。術後の合併症に関しても、OPCAB は臨床的に有利であるとの報告が多くみられてきているが^{11, 12)}、一方では CABG と OPCAB での有意差はないとの報告もあり議論の多いところである¹³⁾。しかし、今回の比較検討では両群間での術後死亡はゼロであり、術後の合併症の比較においても、OPCAB 群では術前のリスクが on-pump CABG 群に比べて高値であるにもかかわらず、有意差はみられなかった。高齢者で低心機能症例や動脈硬化病変、他臓器機能低下を伴うようなハイリスク症例に対しても、OPCAB は十分に満足ゆく結果であった¹¹⁻¹³⁾。

OPCAB の技術やデバイスの向上から、従来の CABG と同様な血行再建とそれ以上の quality が要求されるようになってきており、われわれも in site での動脈グラフトをできる限り使用し、グラフトの距離に問題が生じると考えられる場合には composite graft を作成している。15 MHz のエコープローブを用いて吻合部の形態や flow を測定することにより、吻合の quality の向上に努めている⁵⁾。本検討の平均吻合箇所に関しては両群間に差はなく、他施設との比

較において十分であり^{13, 14)}、人工心肺下の CABG に比べて OPCAB による吻合操作に差はないと考えられた。

さらに、OPCAB の絶対適応でありながら、低心機能であるがゆえに血行動態の悪化をきたし OPCAB の継続を断念して人工心肺の使用へ移行せざるを得ない症例を経験することがある。このような症例に対して血行動態の不安定が予想されるか、もしくは麻酔導入時の低血圧が予想されるような症例である場合には、OPCAB を安全に行うことを目的として術前に IABP を挿入している¹⁵⁾。しかし、本検討症例においては、OPCAB 予定で CABG へ移行した症例は術前に IABP を必要とした緊急症例 1 例のみであり、今回は on pump beating で CABG を行った。この症例は人工心肺の使用や大動脈への送血管挿入による合併症はみられなかったが、人工心肺使用によるトラブルも動脈硬化病変をもつ症例には発症する可能性があるから OPCAB を選択するのであるため、手術中の血行動態の急激な悪化により人工心肺を使用せざるを得ない場合の送血部位を術前に十分確認することが重要である。

低心機能症例において ICM を合併している症例は、左室の拡大を伴うことで乳頭筋の位置変化を生じ、僧帽弁逆流をも合併してくることが多く、虚血性心疾患のみならず心筋自体の疾患といっても過言ではないであろう¹⁶⁾。術前のリスクファクターの比較では、OPCAB 群もリスクの高い症例を行っているため有意差はみられなかったが、LVR 施行症例は OPCAB 群よりもややリスクが高い傾向にあった。

左室拡大を伴う ICM 症例に対しては左室のジオメトリーを考慮し、術中の volume-reduction test から Torrent-Guasp の心筋構造理論やわれわれの実験的検討を基にそれぞれの症例に適した形成法を行った^{17, 18)}。その結果、LVR 前後での比較を行うと、術後は有意に EF および NYHA の改善がみられており、術後成績も待機症例に関して mortality は 5% と、他の報告と比較しても十分良好であった¹⁹⁾。低心機能の左室が拡大している心筋症に対しては、人工心肺を使用しても左室形成と僧帽弁輪縮術が有用であると思われる。しかし、緊急症例に関しては術後早期の mortality を増加させることが報告されており、今回の検討においても緊急症例の mortality は 80% と、今後課題が残るところである²⁰⁾。

今回の検討において、低心機能症例に対する症例数や follow 期間はまだまだ十分ではなく、今後さらなる検討が必要であると思われる。

V. 結 語

低心機能の虚血性心疾患に対する血行再建法は CABG に比べ OPCAB が安全かつ有用であるが、左室の拡大を伴う ICM に対しては左室のジオメトリーを考慮した LVR と僧帽弁形成術が術後の心機能と quality を改善する。

文 献

- 1) Buffolo E, de Andrade CS, Branco JN, Teles CA, Aguiar LF, Gomes WJ: Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1996; **61**: 63-66
- 2) 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
- 3) 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 dyskinctic scars. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; **116**: 50-59
- 4) Suma H: Left ventriculoplasty for nonischemic dilated cardiomyopathy. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2001; **13**: 514-521
- 5) Miwa S, Nishina T, Ueyama K, Kameyama T, Ikeda T, Nishimura K, Komeda M: Visualization of intramuscular left anterior descending coronary arteries during off-pump bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 2004; **77**: 344-346
- 6) Nashef SA, Roques F, Hammill BG, Peterson ED, Michel P, Grover FL, Wyse RK, Ferguson TB: Validation of Eueopean System for Cardiac Operation Risk Evaluation (EuroSCORE) in North American cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; **22**: 101-105
- 7) Ricci M, Karamanoukian HL, Abraham R, Von Fricken K, D'Ancona G, Choi S, Bergsland J, Salerno TA: Stroke in octogenarians undergoing coronary artery surgery with and without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 2000; **69**: 1471-1475
- 8) 廣瀬圭一, 金光ひでお, 金光尚樹, 亀山敬幸, 三和千里, 仁科 健, 池田 義, 西村和修, 米田正始: 80歳以上の超高齢者に対する CABG. *胸部外科* 2004; **57**: 827-835
- 9) Calafiore AM, Di Mauro M, Contini M, Di Giammarco G, Pano M, Vitolla G, Bivona A, Carella R, D'Alessandro S: Myocardial revascularization with and without cardiopulmonary bypass in multivessel disease: impact of the strategy on early outcome. *Ann Thorac Surg* 2001; **72**: 456-463
- 10) Blauth CI: Macroemboli and microemboli during cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1995; **59**: 1300-1303
- 11) Cleveland JC Jr, Shroyer AL, Chen AY, Peterson E, Grover FL: Off-pump coronary artery bypass grafting decreases risk-adjusted mortality and morbidity. *Ann Thorac Surg* 2001; **72**: 1282-1289
- 12) Al-Ruzzeh S, Nakamura K, Athanasiou T, Modine T, George S, Yacoub M, Ilsley C, Amrani M: Does off-pump coronary artery bypass (OPCAB) surgery improve the outcome in high-risk patients?: a comparative study of 1398 high-risk patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003; **23**: 50-55
- 13) Legare JF, Buth KJ, King S, Wood J, Sullivan JA, Friesen CH, Lee J, Stewart K, Hirsch GM: Coronary bypass surgery performed off pump does not result in lower in-hospital morbidity than coronary artery bypass grafting performed on pump. *Circulation* 2004; **109**: 887-892
- 14) Selvanayagam JB, Petersen SE, Francis JM, Robson MD, Kardos A, Neubauer S, Taggart DP: Effects of off-pump versus on-pump coronary surgery on reversible and irreversible myocardial injury: a randomized trial using cardiovascular magnetic resonance imaging and biochemical markers. *Circulation* 2004; **109**: 345-350
- 15) 仁科 健, 大野暢久, 金光ひでお, 小山忠明, 榑原 裕, 根本慎太郎, 池田 義, 米田正始: 体外循環非使用下冠動脈バイパス術 (OPCAB) における scheduled IABP の使用経験. *循環器科* 2004; **56**: 639-640
- 16) Komeda M, Glasson JR, Bolger AF, Daughters GT 2nd, MacIsaac A, Oesterle SN, Ingels NB Jr, Miller DC: Geometric determinants of ischemic mitral regurgitation. *Circulation* 1997; **96** (suppl): II-128-II-133
- 17) Torrent-Guasp F, Ballester M, Buckberg GD, Carreras F, Flotats A, Carrio I, Ferreira A, Samuels LE, Narula J: Spatial orientation of ventricular muscle band: physiologic contribution and surgical implications. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001; **122**: 389-392
- 18) Koyama T, Nishimura K, Soga Y, Unimonh O, Ueyama K, Komeda M: Importance of preserving the apex and plication of the base in left ventricular volume reduction surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; **125**: 669-677
- 19) Mickleborough LL, Merchant N, Ivanov J, Rao V, Carson S: Left ventricular reconstruction: early and late results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; **128**: 27-37
- 20) Bolooki H, DeMarchena E, Mallon SM, Katariya K, Barron M, Bolooki HM, Thurer RJ, Novak S, Duncan RC: Factors affecting late survival after surgical remodeling of left ventricular aneurysms. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; **126**: 374-385