

低左室機能例（左室駆出率 $\leq 35\%$ ）に対する off-pump 冠動脈バイパス術の手術成績と術前後の心機能の検討

山本 真人, 新浪 博, 須田 優司, 田畑美弥子, 浅野 竜太, 竹内 靖夫

2002年1月から2002年12月末までに当科で施行した off-pump 冠動脈バイパス術症例で左室駆出率 (LVEF) $\leq 35\%$ の6症例で手術成績と術前後の心機能の検討を行った。全例男性で平均年齢60歳。陳旧性心筋梗塞の既往を全例に認め、冠動脈病変は3枝病変5例、1枝病変1例で、NYHA分類では平均2.3度であった。麻酔導入前に大動脈バルーンパンピング (IABP) を4例に駆動させた。手術は胸骨正中切開で行い、吻合部の固定は Octopus 3 を、側壁および後下壁の視野展開には Starfish を使用した。グラフトは全例 in situ 動脈グラフト (内胸動脈、胃大網動脈) のみを使用し、平均3.3箇所バイパスを行った。IABP 抜去および抜管は手術当日に可能で、ICU 滞在期間は平均1.5日と、術後特に問題となる合併症は認めなかった。術前後で LVEF は $28.0 \pm 6.6\%$ から $36.0 \pm 8.8\%$ へ、LVESVI (左室収縮終期容量係数) は $113 \pm 44 \text{ ml/m}^2$ から $86 \pm 50 \text{ ml/m}^2$ へと有意に改善し、NYHA 分類でも平均1.2度と改善した。

KEY WORDS: OPCAB, left ventricular dysfunction, scheduled IABP, ITA, GEA

Yamamoto M, Niinami H, Suda Y, Tabata M, Asano R, Takeuchi Y: **Results of off-pump coronary artery bypass grafting in patients with left ventricular dysfunction.** J Jpn Coron Assoc 2005; 11: 61-64

I. はじめに

虚血性心疾患の治療法として内科的治療、経皮的冠動脈形成術 (PCI)、冠動脈バイパス術 (CABG) が挙げられるが、低左室機能を伴う多枝病変においては、生命予後の点から CABG が良好との報告が散見される¹⁻⁴⁾。しかし、低左室機能例において従来の人工心肺心停止による方法では、体外循環離脱困難、低心拍出量症候群に陥る可能性があり、それに伴い術後回復の遅れが懸念される。それに対し、off-pump CABG (OPCAB) は人工心肺を使用せず、心筋虚血を可能な限り避けることができるが、視野展開の際に血行動態の不安定化が問題となり、特に低左室機能では、心拡大により心後面へのアプローチが困難とされている。しかし、心脱転時に血行動態の安定化の工夫、種々のスタビライザーの使用により低左室機能例でも安全に手術可能となりつつある。

今回、われわれは左室駆出率 (LVEF) 35%以下の低左室機能例に OPCAB を施行し、手術成績と術前後における左室機能の変化について検討した。

II. 対象および方法

2002年1月から2002年12月末までに当科で手術が施行された術前の LVEF $\leq 35\%$ の虚血性心疾患症例7例のうち、人工心肺下で左室形成術が施行された1症例を除外した6

症例で OPCAB が施行された。全例待期手術で、その手術成績と術前後の心機能の検討を行った。

また、術前の心臓カテーテル検査の左室造影右前斜位30度から LVEF、左室拡張終期容量係数 (LVEDVI)、左室収縮終期容量係数 (LVESVI)、一回拍出量係数 (SVI)、心係数 (CI) を求め、術後約2週で施行した、心臓カテーテル検査でグラフト評価と、左室造影で心機能の再評価を行った。

手術方法は、全例胸骨正中切開にて開胸し、内胸動脈 (ITA) はハーモニックスカルペルを用いて skeletonization 法により剥離し、右胃大網動脈 (RGEA) は皮膚切開を数 cm 延長し開腹した後、はさみ型ハーモニックスカルペルを用いて skeletonization 法により剥離した。開胸器は Octobase (Medtronic 社) を用いて開胸し、左前下行枝 (LAD) 領域の視野確保のために1 PDS 糸 (Johnson & Johnson 社) で deep pericardial suture をおき、回旋枝および右冠動脈領域の視野展開には Starfish heart positioner (Medtronic 社) を心尖部付近に吸着させ、血行動態に不安定をきたさない程度に挙上、脱転した。吻合の際のスタビライザーには Octopus 3 (Medtronic 社) を用い、すべての吻合に 8-0 ポリプロピレン糸を使用し側側吻合を行った。

統計は術前の特徴および手術成績の LVEF $\leq 35\%$ の症例と LVEF $> 35\%$ の症例の比較に Student's t-test, χ^2 for independence test および Fisher's exact probability test を用いて検定し、術前後の NYHA 分類、LVEF、LVESVI、LVEDVI、CI、SVI の変化を paired t-test を用いて検定し、危険率 5% 未満を有意とした。

東京女子医科大学附属第二病院心臓血管外科 (〒116-0011 東京都荒川区西尾久2-1-10)
(2004.6.18 受付, 2005.2.21 受理)

表1 術前の特徴

	LVEF≤35% (N=6)	LVEF>35% (N=66)	
年齢 (歳)	60.3±10.2	65.1±9.1	(NS)
男性 (%)	100	71.2	(NS)
冠危険因子 (%)			
高血圧	66.7	53.0	(NS)
喫煙	33.3	42.4	(NS)
高脂血症	50.0	37.9	(NS)
糖尿病 (インスリン)	50.0 (33.3)	31.8 (6.1)	(NS (NS))
他の手術危険因子 (%)			
70歳以上の高齢者	16.7	37.9	(NS)
左主幹部病変	33.3	9.1	(NS)
再手術	0	3.0	(NS)
脳血管病変	16.7	19.7	(NS)
慢性腎不全	33.3	3.0	(p<0.05)
末梢血管病変	16.7	12.1	(NS)

表2 手術成績

	LVEF≤35% (N=6)	LVEF>35% (N=66)	
平均バイパス数 (箇所)	3.3±0.8	3.3±1.7	(NS)
In situ 動脈グラフトの割合 (%)	100	83.3	(NS)
左内胸動脈 (%)	100	97.0	(NS)
右内胸動脈 (%)	66.7	59.1	(NS)
右胃大網動脈 (%)	83.3	47.0	(NS)
橈骨動脈 (%)	0	10.6	(NS)
大伏在静脈 (%)	0	7.6	(NS)
Sequential bypass (%)	66.7	40.9	(NS)
Scheduled IABP (%)	66.7	7.6	(p<0.01)
手術時間 (分)	302±83	314±98	(NS)
出血量 (ml)	1648±649	1312±631	(NS)
輸血量 (ml)	560±270	470±336	(NS)
術後 CPK (IU/l)	455±171	716±812	(p<0.05)
術後 CPK-MB (IU/l)	16.6±8.0	27.6±48.5	(NS)
ICU 滞在日数 (日)	1.5±0.8	1.5±0.9	(NS)
術後在院日数 (日)	20.1±6.0	23.0±13.6	(NS)
グラフト開存率 (%)	100	96.3	(NS)
病院死亡率 (%)	0	0	(NS)

III. 結 果

1. 術前の特徴 (表1)

2002年1月から2002年12月末までに当科で施行された OPCAB 総数は72例で、LVEF≤35%は6症例 (8.3%) であった。6症例の平均年齢は60.3±10歳で、全例男性であった。全例に心筋梗塞の既往を認め、冠動脈病変枝数は1枝病変が1例、3枝病変が5例であった。術前の冠危険因子は、高血圧が4例 (66.7%)、喫煙が2例 (33.3%)、高脂血症が3例 (50.0%)、糖尿病が3例 (50.0%) で、うちインシュリン使用例が2例 (33.3%) であった。その他の手術危険因子として70歳以上が1例 (16.7%)、左主幹部病変が2例 (33.3%)、脳血管病変が1例 (16.7%)、人工透析を有する慢性腎不全が2例 (33.3%)、末梢血管病変を1例 (16.7%) に認めた。

LVEF>35%の症例と有意差を認めたのは慢性腎不全のみであった (p<0.05)。また、術前の左室造影検査で全例左室腔の拡大は認めるものの、dyskinesisを認めず、明らかな心室瘤の形成は認めなかった。僧帽弁閉鎖不全症 (MR) の Sellers I度を2例、II度を1例に認め、残りの3例にはMRを認めなかった。

2. 手術成績 (表2)

平均バイパス数は3.3±0.8箇所、全例 in situ 動脈グラフトを使用した。そのうち、左内胸動脈 (LITA) を6例 (100%)、右内胸動脈 (RITA) を4例 (66.7%)、RGEA を5例 (83.3%) に使用し、sequential bypass を4例 (66.7%) に行った。また、6例で全20箇所の吻合のうち、7箇所が完全閉塞枝への吻合であった。手術時間は平均302±83分で出血量は1648±649mlであった。自己血輸血を含む輸血量は560±270mlであった。4例 (66.7%) で大動脈バルーンポンピング (IABP) を麻酔導入前に挿入し、ICU 帰室後1~2時間の早期に抜去、抜管も手術当日に可能であった。手術死、病院死は認めず、ICU 滞在日数は平均1.5±0.8日、術後在院日数は平均20.1±6.0日であり、術後 CPK 値の

平均は455±171 IU/l と上昇したが、CPK-MB 値の平均は16.6±8.0 IU/l とほぼ正常範囲内であった。

術後約2週後に行った心臓カテーテル検査ですべてのグラフトの開存を確認した。LVEF>35%の症例に較べて scheduled IABP の使用率が多く (p<0.01)、CPK 値は有意に低かった (p<0.05) が CPK-MB 値に有意差を認めなかった。また、術前にMRを認めた3例において術後明らかな変化は認められなかった。

3. 術前後の心機能の変化 (図1)

症例6例をA~Fとし、術前後の心機能の変化をその平均値とともに図1に示した。術前 NYHA 分類でII度が4例、III度が2例 (平均2.3±0.5) であり、術後退院前ではI度が5例、II度が1例 (平均1.2±0.4) となり改善を認めた。術前の平均LVEFは28.0±6.6%で、術後の平均LVEFは36.0±8.8%となり有意な増加を認めた。術前のLVESVIは平均113±44 ml/m²で、術後平均86±50 ml/m²と有意な減少を示した。LVEDVIは術前平均156±47 ml/m²から術後平均126±48 ml/m²と減少したが、有意差を認めず、CIは術前平均2.85±1.75 l/min・m²から術後平均3.42±1.49 l/min・m²へと増加したが、有意差を認めなかった。SVIは術前平均43.0±12.1 ml/m²で、術後平均41.8±11.3 ml/m²と有意差を認めなかった。

IV. 考 察

低左室機能を伴う多枝病変は、虚血性心疾患の中で最も予後不良である。治療法に関しては、薬物療法、PTCA、CABGが挙げられるが、その比較においてCABGの方が特に遠隔期成績において優れており、長期生命予後や臨床症状の改善が報告されている¹⁻³⁾。同様にTodaらも低左室機能、多枝病変でPTCAとCABGを比較し、中期生命予後

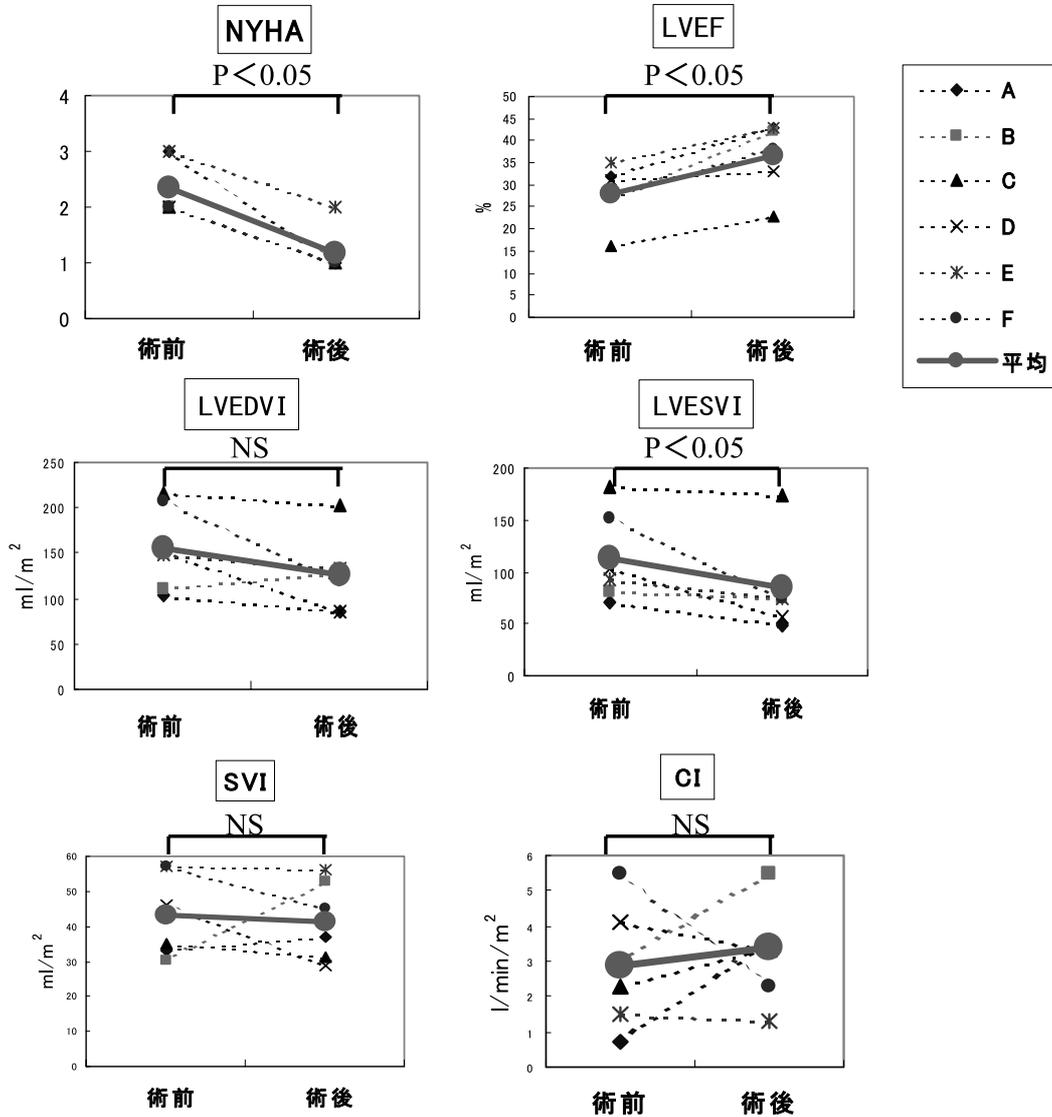


図1 術前後の心機能の変化

は変わらないものの、CABGが完全血行再建成功率、左室機能の改善、術後心事故の回避および血行再建血管の開存率において優れていたと報告している⁴⁾。しかし、低左室機能例に対するCABGは、手術による早期死亡率や合併症発生率も高率である⁵⁻⁷⁾。また、従来の人工心肺心停止による方法では、局所冷却や冠灌流の工夫により手術成績の向上はしたもの⁸⁾、心筋の低い予備能力のため体外循環離脱困難、低心拍出量症候群に陥る危険性がある。

そこでわれわれは、冠動脈病変を有し低左室機能を認めた7症例のうち、術前の左室造影でdyskinesisを伴った心室瘤を形成し、人工心肺下に左室形成術を必要とした1症例を除外した6症例において、体外循環を用いずに自己心拍を保ったまま手術を行い、可能な限りの心筋虚血を避けた。LVEFが30%以下で重症3枝病変であった4例において、scheduled IABPとして麻酔導入前に駆動させ、非遮断冠動脈と側副血行路の血流増加に努めた。吻合における視野展開においては、従来の心膜牽引では低左室機能で心拡

大を有するため、回旋枝および右冠動脈領域の視野展開が困難であり、仮に行えたとしても心膜挙上による右側脱転により右心系が強く圧迫され、心拍出量の低下による致命的な血行動態の破綻を招きかねないと思われた。そこでわれわれはStarfish Heart Positionerを使用し、その吸引カップを心尖部付近に吸着させることによって心臓を宙吊りにし、右心系の圧迫を軽減させ、安定した血行動態のもとで回旋枝および右冠動脈領域の吻合を行った⁹⁾。また、Ochiらの報告では¹⁰⁾、ITAおよびRGEAのin situ動脈グラフトを使用してsequential bypassを行い、観察期間内に動脈グラフトに関する心事故を認めず、高いグラフト開存率を示したとしており、われわれも全例においてin situ動脈グラフトを使用しsequential bypassを4例に行い、術後の心臓カテーテル検査において100%のグラフト開存率を示した。

術後CPK-MB値は7~29 IU/l (平均16.6±8.0 IU/l) とほぼ正常範囲内であり、心筋保護の面においてもOPCABが有用であったことが示唆され¹¹⁾、術後の補助循環の必要も

なく、IABP 使用例全例において ICU 帰室後 1~2 時間の早期に IABP 抜去が可能であった。

術前後の心機能の変化については、術後約 2 週後の心臓カテーテル検査の左室造影において術前と比べて評価したところ、左室機能は LVEF と LVESVI において有意な改善を示した。榊原らは術前の LVEDVI \leq 150 ml/m²、LVESVI \leq 120 ml/m² が左室機能の改善する指標と報告しており、両者の条件から外れる症例は LVEF の改善が期待できないとしているが¹²⁾、われわれの症例では術前に上記の条件から外れた 2 例において LVEF の改善を認めた。また、本症例全例において、術前に胸痛または胸部不快などの狭心症状を認めており、その責任病変と思われる血管の血行再建を行い症状の改善を得た。さらに岡村らの報告¹³⁾ 同様、完全閉塞で側副血行路を介して造影される前下行枝や右冠動脈においても、心筋 viability がわずかにでも残存していることを期待して、全 20 箇所の場合中 7 箇所の完全閉塞枝においても血行再建を行った。しかしながら、われわれは術前の心筋 viability の評価として、²⁰¹Tl 心筋シンチに代表される核医学検査やドプタミン負荷心エコーを施行しておらず、冠血行再建後に行う心臓カテーテル検査の結果から心機能の回復を評価し、retrospective に心筋 viability の残存を確認しているのが現状であり、術前の心筋 viability 評価の確立が今後の課題である。だが、いくつかの報告では、たとえ術前に各種の検査を行い心筋 viability の評価を行ったとしても、hibernating myocardium の状態を完全に評価することは難しいとしている^{14, 15)}。

小西ら¹⁴⁾によると、低左室機能症例における冠動脈バイパス術後 1 カ月において、acute な hibernating myocardium の回復はほとんどみられず、10~60 週さらには 1 年かけて回復する subacute, chronic な回復を期待して観察する必要があるとされており、本症例においては術後急性期のみでの心機能評価であり、今後の長期観察によってさらなる心機能の回復が期待できるものと思われる。

今回、低左室機能例に対する OPCAB の有用性を確立するには症例数が 6 症例と少なく、今後症例を積み重ねることにより、さらなる検討が必要と思われた。

V. 結 論

1. 低左室機能例 (LVEF \leq 35%)、多枝病変への OPCAB は、心拡大が顕著で心後面へのアプローチが困難とされているが、Starfish Heart Positioner の使用、さらには IABP の併用により安全に手術が施行可能であった。

2. 低左室機能例に対する OPCAB の手術成績は良好で、術後早期回復が可能であり、左室機能の改善から満足できる QOL の向上が得られ、低左室機能例においても積極的に OPCAB を考慮に入れた術式選択が可能である。

文 献

1) Passamani E, Davies KB, Gillespie MJ, Killip T: A random-

ized trial of coronary artery bypass surgery: survival of patients with a low ejection fraction. *N Engl J Med* 1985; **312**: 1665-1671

- 2) Milano CA, White WD, Smith LR, Jones RH, Lowe JE, Smith PK, van Trigt P 3rd: Coronary artery bypass in patients with severely depressed ventricular function. *Ann Thorac Surg* 1993; **56**: 487-493
- 3) Nishiyama S, Iwase T, Nishi Y, Ishiwata S, Komiyama N, Yanagishita Y, Nakanishi S, Seki A : Long-term outcome in triple-vessel coronary artery disease in medically treated Japanese patients. *Jpn Heart J* 1998; **39**: 67-77
- 4) Toda K, Mackenzie K, Mehra MR, DiCorte CJ, Davis JE, McFadden PM, Ochsner JL, White C, Van Meter CH Jr: Revascularization in severe ventricular dysfunction (15% \leq LVEF \leq 30%): a comparison of bypass grafting and percutaneous intervention. *Ann Thorac Surg* 2002; **74**: 2082-2087
- 5) Higgins TL, Estafanous FG, Loop FD, Beck GJ, Blum JM, Paranandi L: Stratification of morbidity and mortality outcome by preoperative risk factors in coronary artery bypass patients: a clinical severity score. *JAMA* 1992; **267**: 2344-2348
- 6) 田代 忠, 中村克彦, 木村道生: 低左室機能例 (LVEF \leq 30%) における心筋 viability と冠動脈バイパス術の効果. *冠疾患誌* 1996; **2**: 160-164
- 7) Hausmann H, Ennker J, Topp H, Schuler S, Schiessler A, Hempel B, Friedel N, Hofmeister J, Hetzer R: Coronary artery bypass grafting and heart transplantation in end stage coronary artery disease: a comparison of hemodynamic improvement and ventricular function. *J Card Surg* 1994; **9**: 77-84
- 8) 岩隅昭夫, 田代 忠, 中村克彦, 本村 禎, 財津龍二, 岩橋英彦, 木村道生: 逆行性持続微低温血液心筋保護法による冠動脈バイパス術連続 200 例の臨床的検討. *冠疾患誌* 2000; **6**: 35-36
- 9) 新浪 博, 竹内靖夫, 市川誠一, 伴 哲雄, 東田隆治, 須田優司, 山本真人: 低左室機能・重症多枝病変に対し Starfish を用いた off-pump 冠状動脈バイパス術. *胸部外科* 2002; **55**: 773-777
- 10) Ochi M, Yamada K, Ishii Y, Ogasawara H, Fujii M, Yajima T, Kanno S, Tanaka S: Impact of sequential grafting of the internal thoracic or right gastroepiploic arteries on multiple coronary revascularization. *Cardiovasc Surg* 2000; **8**: 386-392
- 11) Bouchard D, Cartier R: Off-pump revascularization of multivessel coronary artery disease has a decreased myocardial infarction rate. *Eur J Cardiothorac Surg* 1998; **14**: S20-S24
- 12) 榊原直樹, 竹村博文, 富田重之, 高橋政夫, 川筋道雄, 渡辺洋宇: 高度低左室機能症例の冠動脈バイパス術後心機能の予測指標. *冠疾患誌* 1996; **2**: 165-169
- 13) 岡村吉隆, 望月吉彦, 飯田浩司, 森 秀暁, 山田靖之, 田淵賢治, 嶋田晃一郎: 低左室機能例 (LVEF \leq 30%) に対する冠動脈バイパス術の手術成績と術後心機能の検討. *冠疾患誌* 1998; **4**: 75-77
- 14) Carr JA, Haithcock BE, Paone G, Bernabei AF, Silverman NA: Long-term outcome after coronary artery bypass grafting in patients with severe left ventricular dysfunction. *Ann Thorac Surg* 2002; **74**: 1531-1536
- 15) 小西 裕, 松本雅彦, 三和千里, 南方謙二, 野中道仁, 山田就久: Stunned および Hibernating Myocardium に対する手術効果. *胸部外科* 1999; **52**: 59-63