

原 著

On pump 冠動脈バイパス術の成績向上に向けた
取り組み その初期成績について

森下 清文* 上原麻由子* 黒田 陽介*
大堀 俊介* 馬渡 徹** 森 智***
板井 延広*** 戸松 引彦***

Early outcomes after on-pump coronary bypass surgery
with retrograde continuous cold blood cardioplegia

Kiyofumi MORISHITA, Mayuko UEHARA, Yosuke KURODA
Syunsuke OHORI, Toru MAWATARI, Satoru MORI
Nobuhiro ITAI, Hirohiko TOMATSU

Key words : retrograde continuous cold blood cardioplegia CABG

はじめに

心拍動下冠動脈バイパス術 (OPCAB) は低侵襲性への期待から本邦に導入されて以来、急速な普及をみた。しかし2004年に全冠動脈バイパス手術数の60%を越えて以降は頭打ちとなり2008年度も全体に占める割合は63%に留まった¹⁾。多数例による Randomized trial の報告では OPCAB と人工心肺を使用する従来の手術 (CABG) との間で手術成績に差を認めず²⁾³⁾、侵襲性の点で期待ほど OPCAB に優位性がないことが認識されはじめた。更に OPCAB のグラフト開存率が CABG に比べて時間の経過とともに劣っていくとの報告も出現し⁴⁾⁵⁾、OPCAB が万能ではないという機運も高まってきた。しかも OPCAB 症例で術中に CABG へのコンバートを余儀なくされた場合、その死亡率が8%近くにもなることが指摘されている¹⁾。CABG における待機手術の死亡率が2%前後であることを考慮するとこの死亡率の高さは大きな問題である。

CABG は人工心肺使用に伴うリスクの問題から OPCAB に変わられつつあったが、静止野で確実な吻合ができるという点は依然として大きな魅力である。バイパス術の究極の目標が長期に渡って心事故を回避することであるから確実な吻合を行いグラフトの長期開存率を高めるこ

とは極めて重要である。人工心肺使用に伴うリスクを種々の改善により低下することができれば吻合の確実性という長所を最大限に活かすことができる⁶⁾。我々は心筋保護法の改良を行い CABG 手術そのものの質を高める工夫を行っている。今回はその初期成績を報告する。

対象と方法

対象は心筋保護法が確立して以降に施行した単独 CABG とした (CABG 群)。期間は2009年6月より2010年1月までで対象数は11例である。年齢は50~80 (平均年齢71±7) 歳で、男性10例、女性1例であった。病変は8例が左主幹部病変で残り3例は3枝病変であった。術前血行動態の安定のため IABP を挿入されていた症例が3例あった。術前透析患者を1人含んだ。術前の ejection fraction は53±12 (32~76) %であった。

手術方法は Okamoto ら⁷⁾ による integrated myocardial protection 法を一部改良して行った。軽度低体温 (33~34度) にて大動脈遮断後、cold blood cardioplegia (温度8度) を antegrade と retrograde perfusion の併用で注入し心筋保護法を開始する。初回心筋保護液を投与した後は逆行性持続的冠灌流を落差 (100cmH₂O) で開始する。心筋保護液の組成は8度の冷却血に低濃度カリウム (2mEq/L) を加えたものを使用する。末梢吻合の際は無血視野を得るため内シャント (Medtronic 社製) を挿入し吻合を行っている。この方法により心筋保護液は吻合の視野を遮ることなく心臓全体に行き渡る。20分ご

*市立函館病院 心臓血管外科

**市立函館病院 呼吸器外科

***市立函館病院 臨床工学科

とに逆行性持続的冠灌流を止めて初回心筋保護液と同じ組成の液を antegrade と retrograde で注入する。注入後は再び逆行性持続的冠灌流法へ戻す。

右冠状動脈の再建が必要な場合はその末梢吻合を最初に行い、20分ごとの心筋保護液注入に際しては antegrade と共に末梢吻合が終了した右冠状動脈のバイパスグラフトからも心筋保護液を注入する。同様に順次吻合した静脈グラフトも心筋保護液注入に利用する。最後の末梢吻合が終了した時点で37度心筋保護液（初回心筋保護液と組成は同じ）を antegrade + retrograde で注入し、静脈グラフトの中枢側吻合は warm blood のみの逆行性灌流下に行い吻合を完成させる（図1）。基本的にはすべての吻合を大動脈遮断下に行うが、術前の心機能が低下している場合は静脈の中枢吻合をあらかじめ心拍動下に行い、遮断時間の短縮を図っている。

心拍動が復した後は Medi-Stim 社のトランジットタイム血流計でバイパスグラフトの血流を測定した。異常血流パターンが提示された場合は血管拡張薬が近位閉塞試験を行い、これでも改善しない場合は再吻合を行った⁸⁾。大動脈遮断時間は99 ± 23分、体外循環時間は156 ± 25分であった。

比較対照として2008年に OPCAB を行った患者から at random に11名を選び OPCAB 群とした。年齢は48 ~ 75（平均年齢66 ± 8）歳で、男性10例、女性1例であった。病変は7例が左主幹部病変で残り4例は3枝病変であった。術前血行動態の安定のため IABP を挿入した症例が1例あった。術前透析患者を1例認めた。術前の ejection fraction は54 ± 12（45 ~ 64）%であった。

今回本試験の対象である CABG 群と OPCAB 群でグラフト開存率、手術成績、手術から退院までに要した日数、術中の CK-MB 値の最高値を比較した。

結 果

手術死亡、病院死亡は CABG 群、OPCAB 群とも認めず、全員が独歩退院となった。術後合併症は CABG 群に肺炎を1例、OPCAB 群で創部感染を1例に認めた。バイパスグラフト本数は2.8 ± 0.4本（CABG 群）対2.9 ± 0.5本（OPCAB 群）で有意差を認めなかった。また開存

率は CABG 群97%（30/31）、OPCAB 群97%（31/32）であった。手術から退院までに要した日数も CABG 群で19 ± 5日、OPCAB 群で18 ± 5日と有意差を認めなかった。しかし術後 CK-MB の最高値は CABG 症例で39 ± 10 IU/L、OPCAB 症例で24 ± 12 IU/L と OPCAB 症例が低値を示した（p < 0.05）（表1）。

考 察

今回、我々が用いた心筋保護法による冠状動脈バイパス術の初期成績は OPCAB 症例に匹敵し良好であった。手術死亡ならびに病院死亡もなく合併症も術前に尿路感染症を繰り返すため手術が数ヵ月延期となった症例に術後肺炎を認めただけである。また手術から退院までの日数も当院における OPCAB 症例の平均日数と変わらなかった。磯村らも CABG と OPCAB では手術成績に差がなく、CABG で合併症が増える施設はその体外循環の技術に問題があるとしている⁹⁾。

心筋保護液の持続的冠灌流法は間欠的投与法に比べその心筋保護効果の点で優れている¹⁰⁾。それにも関わらず一般に普及しない理由は冠動脈の吻合部位に心筋保護液が流出してくるため吻合がやりづらからである。我々はこれを防ぐため OPCAB 用の内シャントチューブを冠動脈内に挿入し心筋保護液が吻合箇所から漏れないよう工夫した。この工夫により吻合操作も問題なく行え、心筋保護液も心臓の隅々にまで行き渡ることが可能となった。

術中の心筋のダメージを示す CK-MB の最高値は OPCAB 手術で有意に低い値を示した。この所見はこれ

表1 CABG vs. OPCAB

	CABG	OPCAB	p
病院死亡	0	0	
術後合併症	1	1	
バイパス開率 (%)	97	97	
退院日数	19 ± 5	18 ± 5	
CK-MB 値 (IU/L)	39 ± 10	24 ± 12	P < 0.05

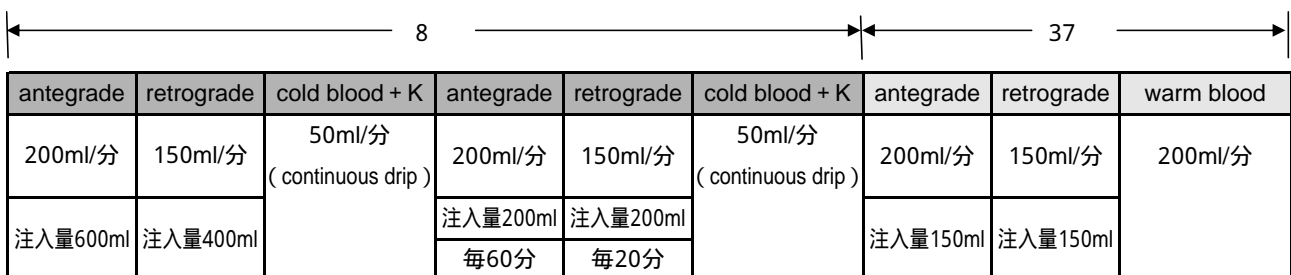


図1 心筋保護注入方法

までの諸家の報告と一致した¹¹⁾¹²⁾。ただし Van Dijk らも述べているように有意差があるとは言ってもいずれの術式の数値も低い値でこの差が臨床的に意味をもつかどうかは不明である¹²⁾。我々の症例においては大動脈遮断時間が60分程度の症例ではCK-MBの最高値も20 IU/L程度であった。現在は末梢則吻合も中枢則吻合も一回の大動脈遮断で行っているが、吻合補助器 (Enclose) などを用い遮断時間の短縮を図るなど虚血時間を短くすることも必要かもしれない。

一方、OPCAB手術は術中に血行動態が急速に悪化した場合、体外循環を用いた手術にコンバートしたとしてもその手術死亡率は10%前後と非常に高いものとなる¹³⁾。日本胸部外科学会の調査でも2006年度は10%、2007年度は9%、2008年度は8%とその死亡率は漸次改善してはいるが、やはりまだ高いレベルにある。再手術症例、心肥大の症例、緊急症例などが死亡にいたる危険因子として挙げられている¹⁴⁾。本邦におけるコンバート症例の発生頻度はわずか2%であるが¹⁾、少なくとも上記危険因子を持つ症例においては十分な配慮が必要であろう。

グラフト開存率はバイパス手術の効果を判定する最も重要な指標である。本研究ではOPCABとCABGの早期開存率は同じであった。ただし術後半年、一年と時間が経過するにつれてOPCABの開存率はCABGに比べて低下してくるとの報告が多数ある⁴⁾⁵⁾¹⁵⁾。また開存率が同じであってもOPCAB手術はグラフトの吻合の質が低下してくるとの報告もある²⁾。しかもこのグラフトが冠動脈バイパス手術のkey vesselである左前下行枝と内胸動脈の吻合部に見られる所見であることから、このmulti-center randomized trialの遠隔成績の今後については興味の持たれるところである。我々もOPCAB手術の長期に渡る開存率については注意深く観察する必要がある。幸いなことに64列CTでグラフト開存率を手軽に検査できるため3年後、5年後の開存率については我々も調査する予定である。

現在、当施設では本研究で用いた心筋保護法を他の弁膜症や胸部大動脈瘤の手術にも利用している。この半年間で30例の待機手術例に使用したが、手術死亡ならびに病院死亡例は1例も認めなかった。また低心機能症例も含んでいたが術後にIABPを装着した症例はなく、その心筋保護効果は高いと考えられる。このように術後成績が良好なことから今後もこの心筋保護法を用いてゆく。

ま と め

新たな心筋保護法を用いた冠動脈バイパス手術の初期成績は良好であった。このことから今後はOPCABと体外循環を用いたCABGの利点、欠点を考慮してその手術

術式を決定してゆく方針である。

文 献

- 1) 日本胸部外科学会学術調査委員会：2008年度日本胸部外科学会学術調査 中間報告.
- 2) Shroyer AL, Grover FL, Hattler B et al: On-pump versus off-pump coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med*, 2009; 361: 1827-37.
- 3) Møller CH, Perko MJ, Lund JT et al: No major differences in 30-day outcomes in high-risk patients randomized to off-pump versus on-pump coronary bypass surgery: The best bypass surgical trial. *Circulation*, 2010; 121: 498-504.
- 4) Hannan EL, Wu C, Smith CR et al: Off-pump versus on-pump coronary artery bypass graft surgery: differences in short-term outcomes and in long-term mortality and need for subsequent revascularization. *Circulation*, 2007; 116: 1145-52.
- 5) Takagi H, Matsui M, Umemoto T. Lower graft patency after off-pump than on-pump coronary artery bypass grafting: An updated meta-analysis of randomized trials. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2010; 140: e45-7.
- 6) Formica F, Broccolo F, Martino A et al: Myocardial revascularization with miniaturized extracorporeal circulation versus off pump: Evaluation of systemic and myocardial inflammatory response in a prospective randomized study. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2009; 137: 1206-12.
- 7) Okamoto F, Sugawara H, Minatoya Y et al. Recent experience of integrated myocardial management: the newest strategy for myocardial protection. *Artif Organs*, 1997; 21: 798-802.
- 8) 伊藤敏明: transit flow meter, 竹内靖夫編, 冠動脈外科の要点と盲点, 第一版, 文光堂, 東京, 2005, 192-4.
- 9) 磯村 正, 星野丈二, 深田靖久ほか: 虚血性心疾患に対する外科治療戦略. 胸部外科, 2009; 62: 4-8.
- 10) Khuri SF, Warner KG, Josa M et al. The superiority of continuous cold blood cardioplegia in the metabolic protection of the hypertrophied human heart. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1988; 95: 442-54.
- 11) Puskas JD, Williams WH, Duke et al. Off-pump coronary artery bypass grafting provides complete revascularization with reduced myocardial injury, transfusion requirements, and length of stay; a prospective randomized comparison of two hundred

- unselected patients undergoing off-pump versus conventional coronary artery bypass grafting . J Thorac Cardiovasc Surg , 2003 ; 125 : 797-808.
- 12) Van Dijk D , Nierich AP , Jansen EW et al . Early outcome after off-pump versus on-pump coronary bypass surgery ; Results from a randomized study . Circulation , 2001 ; 104 : 1761-6.
- 13) Patel NC , Patel NU , Loulmet DF et al . Emergency conversion to cardiopulmonary bypass during attempted off-pump revascularization results in increased morbidity and mortality . J Thorac Cardiovasc Surg , 2004 ; 128 : 655-61.
- 14) Jin R , Hiratzka LF , Grunkemeier GL et al . Aborted off-pump coronary artery bypass patients have much worse outcomes than on-pump or successful off-pump patients . Circulation , 2005 ; 112 : I-332-I-337.
- 15) Khan NE , Souza AD , Mister R et al . A randomized comparison of off-pump and on-pump multivessel coronary-artery bypass surgery . N Engl J Med , 2004 ; 350 : 21-8.