透析患者に対する off-pump CABG

田 中 弘 之 成 澤 隆 森 貴 信
榎 田 幹 郎 鈴 木 隆 高 場 利 博*

虚血性心疾患を合併する慢性血液透析患者では、術前全身状態が不良な例、石灰化大動脈をもつ症例がみられ、またほかの同時手術を要する症例や水分、電解質管理に難渋する症例も多い。そういった症例を中心に体外循環を使用しない心拍動下冠動脈バイパス術 (OPCAB) は有用と考えられ施行した (5 例)。体外循環使用、心停止下のバイパス術 (ECC; 9 例) と比較した。術前併存疾患では OPCAB 群に膠原病, porcelain aorta, 脳梗塞などを 3/5 例に認めた。緊急手術例は ECC 群 5/9 例, OPCAB 群 2/5 例でほぼ同様であった。バイパス本数 (平均 3.2 vs. 2.0 本), 完全血行再建率 (7/9 vs. 2/5) では ECC 群で多い傾向があったが、輸血量 (6.7 vs. 3.0 u), 術後 CK-MB (63 vs. 33 u), 術後通常血液透析開始時期 (4.2 vs. 1.0 日) では OPCAB 群で有意に良好であった。術後 IABP 使用例 (3/9 vs. 0/5), 術後呼吸器離脱時期 (2.7 vs. 1.0 日) では OPCAB で良好な傾向を認めた。入院死亡は ECC 1/9 例, OPCAB 2/5 例ととくに OPCAB 群に高い死亡率を認めたが、術前全身状態不良の緊急例で非心臓死であった。術前循環動態不安定例、冠動脈 poor run off 症例など ECC 使用が望ましい例を除くと OPCAB は血液透析患者の血行再建法として有用と考えられた。日心外会誌 31 巻 2 号: 105-109 (2002)

Keywords: 慢性腎不全, 血液透析患者, 心拍動下冠動脈バイパス術

Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting in Dialysis Patients

Hiroyuki Tanaka, Takashi Narisawa, Takanobu Mori, Mikio Masuda, Takashi Suzuki and Toshihiro Takaba* (Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Showa University Fujigaoka Hospital, Yokohama, Japan and First Department of Surgery, Showa University*, Tokyo, Japan)

In dialysis cases complicated with ischemic heart disease, there are many problems, such as poor preoperative general condition, calcified aorta, water-electrolyte control, and the necessity for other simultaneous operations. Off-pump coronary artery bypass grafting (OPCAB) was considered very useful in coping with these problems. OPCAB, employed in five cases, was compared with conventional coronary artery bypass grafting with extracorporeal circulation (ECC group, 9 cases). Regarding preoperative coexisting diseases, collagen diseases, porcelain aorta, cerebral infarction, and others were recognized in the OPCAB group in 3 of 5 cases. Emergency operations were performed in 5 of 9 cases in the ECC group, and in 2 of 5 cases in the OPCAB group. The bypass number (3.2 vs. 2.0) and complete revascularization rate (7 of 9 vs. 2 of 5), tended to be higher in the ECC group. The OPCAB group was significantly superior in blood transfusion (6.7 vs. 3.0 u), postoperative CK-MB (63 vs. 33 u), and the postoperative usual hemodialysis commencing time (4.2 vs. 1.0 day). Concerning use of postoperative IABP (3 of 9 vs. 0 of 5), and postoperative ventilator weaning time (2.7 vs. 1.0 day), a good tendency was shown in the OPCAB group. Although a high mortality rate (2 of 5) was recognized in OPCAB group compared with ECC group (1 of 9), those were urgent cases who had a very poor preoperative condition, and both cases suffered non-cardiac deaths. Excluding special cases, such as an unstable hemodynamic state requiring assisted circulation, and poor coronary run off, OPCAB seems useful for the treatment of coronary artery disease in dialysis patients. Jpn. J. Cardiovasc. Surg. 31: 105-109 (2002)

虚血性心疾患に対して、根治性を高めるために完全血行再建が重要である。その手段として体外循環 (ECC) を用い、心停止下に冠動脈バイパス術 (CABG) を行うのが一般的である。しかしながら虚血性心疾患を合併する慢性

血液透析患者では、しばしば術前全身状態が不良な例、石灰化大動脈をもつ症例がみられ、また水分、電解質管理に難渋する症例も多い。そういった症例に体外循環を使用しない心拍動下冠動脈バイパス (off-pump CABG) は、その低侵襲性から有用な術式と考えられる。今回われわれは透析患者に対する off-pump CABG を経験したので体外循環、心停止下に施行した CABG を対象として比較検討した。

2001 年 3 月 12 日受付, 2001 年 7 月 23 日採用
昭和大学藤が丘病院胸部心臓血管外科 〒227-8501 横浜市青葉区藤が丘 1-30

* 昭和大学第一外科

対 象 (表 1)

1996 年 1 月より 2000 年 10 月までに当科で施行した透析患者に対する CABG は 14 例であり、9 例に通常の体外循環下の CABG を、5 例に off-pump CABG を施行した。前者を体外循環群 (ECC 群)、後者を off-pump CABG 群 (OPCAB 群) として両者を比較検討した。OPCAB 選択の理由としてステロイド、免疫抑制剤内服中のため手術侵襲軽減が目的の症例が 2 例、大動脈石灰化の著しい (porcelain aorta) ものが 1 例、同時手術を施行するためが 1 例、脳血管障害の既往を認めたもの 1 例であった。ECC、OPCAB どちらでも可能な症例は 2 例あった (症例 1 と 3)。ECC 群は男性 7 例、女性 2 例、年齢は 49~74 歳 (63 ± 8 歳)、術前透析歴は 2 週~13 年 (4.8 ± 4.6 年) であった。術前併存疾患として糖尿病 (DM) を 5 例に認めた。OPCAB 群は男性 3 例、女性 2 例、年齢は 35~61 歳 (52 ± 11 歳)、術前透析歴は 1 カ月~13 年 (5.8 ± 5.7 年) であった。術前併存疾患は SLE 1 例、Sjögren 症候群 1 例、脳血管障害 (CVD) 1 例、閉塞性動脈硬化症 (ASO) 2 例、DM 3 例、尋常性乾癬 1 例であった。

手術時期は ECC 群で緊急手術 5 例 (急性心筋梗塞 1 例、不安定狭心症 4 例)、待機手術 4 例 (労作性狭心症 2 例、鬱血性心不全 1 例、不安定狭心症 1 例) であり、OPCAB 群で緊急 2 例 (急性心筋梗塞 1 例、不安定狭心症 1 例)、待機 3 例 (労作性狭心症 2 例、心不全 1 例) であった。冠動脈病変は ECC 群で LMT+3 枝 4 例、LMT+2 枝 1 例、3 枝 3 例、2 枝 1 例、OPCAB 群で LMT 1 例、3 枝 4 例であった。

方 法

術前水分、電解質管理法では、待機手術では術前日に血液透析 (HD) を行うことを原則とした。ECC 群では cardioplegia を使用するため術中 HD 回路を pump と併用した。術直後は、循環動態への影響が少なく、かつ set up が容易な持続性血液濾過法 (continuous hemofiltration; CHF) を用いた。血清 K、代謝性アシドーシス補正が必要なときには、適時、水分除去を行わない HD を併用した。抗凝固剤には出血予防のためフサンを用いた。循環動態がおちつき、通常の維持透析が可能となるまで以上の管理を行った。OPCAB 群では術後、通常の維持透析で管理可能であった。

手術術式としては全例、緊急例も含めて左内胸動脈 (LITA)-左前下行枝 (LAD) を基本とし、右内胸動脈 (RITA)、右胃大網動脈 (RGEA)、大伏在静脈 (SVG) を使用した。透析患者のため橈骨動脈は温存した。ECC 群の心筋保護法は 29°C tepid blood cardioplegia を 20 分

ごとの順行性投与を行うことを基本として、左室駆出率 (EF) 40%以下の症例では、冠静脈洞からの逆行性持続投与も付加した。

OPCAB 群では症例 4 の左小開胸 (MIDCAB) を除き、原則として正中切開でアプローチし、各種スタビライザーを用いた。前半 2 例までは回旋枝領域にバイパスの必要ないものを選択したが、スタビライザーの改良 (圧迫型から吸引型) と手術術式の習熟に伴い 3 例目から回旋枝領域もバイパス可能となった。吻合部中枢側のみに elastic suture による冠動脈遮断を用いた。吻合部視野確保のため CO_2 blower を使用した。縫合糸は初期には 7-0 ポリプロピレン糸 1 針の running suture を用いたが、3 例目から 8-0 を toe と heel に分けた 2 本の parachute technique を用いた。可能なかぎり大動脈操作を少なくさせるため、sequential bypass を用いた。

以上の術前術中、術後因子を比較検討した。なお統計処理には t 検定、または χ^2 検定を用い、 $p < 0.05$ を有意とした。

結 果 (表 1, 表 2)

ECC 群、OPCAB 群の術前因子 (年齢、性、診断名、緊急の占める割合、透析期間) で有意差は認めなかった。しかしながら適応で述べたように、併存疾患の多いもの、より重症のものを OPCAB 群にしているの、併存疾患の性格は 2 群で異なった。バイパス本数は ECC 群で 2~5 本 (3.2 ± 1.0 本)、OPCAB 群で 1~4 本 (2.0 ± 1.2 本)。有意差は認めないが、OPCAB 群で少ない傾向であった。完全血行再建率は ECC 群で 7/9 例 (78%)、OPCAB 群で 2/5 例 (40%) であり、ECC 群で高い傾向を認めた。全例で 1 本以上の動脈グラフトは使用しており、全バイパス中の動脈グラフトが占める比率は ECC 群で 12/29 例 (41%)、OPCAB 群で 7/10 例 (70%) であった。OPCAB 群ではとくに aortic no touch を必要としている疾患が多く、必然的に動脈グラフト使用の割合が多くなった。他のバイパス血管としては静脈グラフトになるが、その sequential graft としての頻度は ECC 群で 11/14 例 (79%)、OPCAB 群で 3/3 例 (100%) であった。グラフト開存率は術後冠動脈造影検査 (CAG) を施行したのが、それぞれの群で 8/9 例、3/5 例であるが 100%であった。

待機手術例での心機能を左室駆出率でみると ECC 群で術前 19~62% ($46 \pm 14\%$)、術後 40~78% ($50 \pm 18\%$)、OPCAB 群で術前 35~72% ($52 \pm 16\%$)、術後 58~65% ($61 \pm 5\%$) へそれぞれ改善を認めた。術後 max CK-MB 値は、ECC 群で 28~173 (63 ± 45) u/l であり OPCAB 群で 16~48 (33 ± 24) u/l で有意に低かった。術後カテコラミン最大投与量は ECC 群で 1~17 (5 ± 5) $\mu\text{g/kg/min}$ で

表 1 ECC 群と OPCAB 群の術前、術中因子の比較

Case	Age・Sex	Dx	HD	Complication	Timing	CAD	Operation	Complete revascularization	Arterial graft	Sequential graft	Graft patency
ECC 群											
1	66・F	inf-OMI, UAP, CHF	4 y	DM	urgent	3 VD	CABG×3 (RITA-LAD, LITA-OM, SVG-Dx)	C	LITA, RITA		3/3
2	63・M	ant-OMI, inf-AMI, UAP	11 y		urgent	2 VD	CABG×2 (LITA-LAD, SVG-RCA)	C	LITA		2/2
3	61・F	UAP	2 w	DM, HL	urgent	LMT+3 VD	CABG×5(LITA-LAD, SVG-Dx, SVG-PL 1-PL 2, SVG-PD)	C	LITA	2/4	
4	49・M	ant, inf-OMI, AP, CHF	3 y	DM	elective	LMT+3 VD	CABG×4(LITA-LAD, SVG-Dx-OM, SVG-PD)	C	LITA	2/3	4/4
5	74・M	AP	3 m	DM, HL	elective	3 VD	CABG×3(LITA-LAD, SVG-Dx-PL)	C	LITA	2/2	3/3
6	70・M	ant-OMI, UAP	3 y	DM	urgent	LMT+3 VD	CABG×2 (LITA-PL, RGA-PD)	IC	LITA, RGEA		2/2
7	68・M	UAP	9 y		elective	LMT+2 VD	CABG×4(LITA-LAD, SVG-Dx-OM-PD)	C	LITA	3/3	4/4
8	61・M	inf-AMI, UAP	13 y		urgent	3 VD	CABG×2(LITA-LAD, SVG-PD)	IC	LITA		2/2
9	55・M	inf-OMI	2 m		elective	LMT+3 VD	CABG×4 (LITA-LAD, RGEA-PD, SVG-Dx-PL)	C	LITA, RGEA	2/2	4/4
Average	63±8		4.8±4.6				3.2±1.0	7/9(78%)	12/29(41%)	11/14(79%)	100%
OPCAB 群											
1	59・M	ant-OMI, AP	1 m	DM	elective	3 VD	Off pump×2 (LITA-LAD, RITA-RCA)	IC	LITA, RITA		2/2
2	35・F	ant-AMI, UAP, CHF	10 y	SLE, DM	urgent	3 VD	Off pump×1 (LITA-LAD)	IC	LITA		
3	55・M	ant-OMI, AP	7 m		elective	LMT	Off pump×2 (LITA-LAD, RGEA-CxPL)	C	LITA, RGEA		2/2
4	49・F	AP, CHF	13 y	Sjögren, ASO, CVD, 尋常性乾癬	elective	3 VD	Off pump×1 (LITA-LAD)	IC	LITA		
5	61・M	post-OMI, AP	5 y	ASO DM	urgent	3 VD	Off pump×4 (LITA-LAD, SVG-Dx-OM-PL)	C	LITA	3/3	4/4
Average	52±11		5.8±5.7				2.0±1.2	2/5(40%)	7/10 (70%)	3/3 (100%)	100%
<i>p</i> Value	0.08		0.43				0.13				
Fisher <i>p</i>								0.15	0.15		

p value: *t*-検定の *p* 値, Fisher *p*: χ^2 検定の Fisher 直接法 *p* 値, Inf: 下壁, ant: 前壁, OMI: 陳旧性心筋梗塞, AMI: 急性心筋梗塞, UAP: 不安定狭心症, CHF: うっ血性心不全, post-OMI: 心筋梗塞後, DM: 糖尿病, HL: 高脂血症, SLE: 全身性エリテマトーデス, Sjögren: シェーグレン症候群, ASO: 閉塞性動脈硬化症, CVD: 脳血管障害, CAD: 冠動脈病変, 3 VD: 3 枝病変, LMT: 左主幹部病変, LITA: 左内胸動脈, RITA: 右内胸動脈, RGEA: 右胃大網動脈, SVG: 大伏在静脈, LAD: 左前下行枝, Dx: 対角枝, OM: 鈍縁枝, PL: 後下行枝, C: 完全血行再建, IC: 不完全血行再建.

表 2 ECC 群と OPCAB 群の術後因子の比較

Case	CK-MB	DOA	Pre op IABP	Post op IABP	Pre op EF	Post op EF	BTF	CHF duration	Respira- tor	Results
ECC 群										
1	55	3 γ	+	5 d	54	55	12	4 d	3 d	Late d. 2 y, cerebral bleed- ing
2	44	17 γ			50	38	6	5 d	5 d	Alive
3	64	3 γ			—	—	10	6 d	1 d	Early d. 19 d, sudden d.
4	84	10 γ		3 d	19	40	2	11 d	7 d	Alive
5	39	2 γ			62	78	10	2 d	2 d	Alive
6	28	3 γ			35	35	2	3 d	2 d	Alive
7	39	4 γ			59	78	6	3 d	2 d	Alive
8	173	3 γ			41	38	6	2 d	1 d	Alive
9	39	1 γ	+	1 d	49	40	6	2 d	1 d	Alive
Average	63±45	5±5			46±14	50±18	6.7±3.5	4.2±2.9	2.7±2.1	
OPCAB 群										
1	27	2			35	58	5	—	1 d	Alive
2	8	0			72	—	4	—	1 d	Hospital d. 2 m, encephalo- pathy
3	48	3			65	65	4	1 d	1 d	Alive
4	67	14			39		0	—	1 d	Early d. 12 d sepsis
5	16	2	+	0	50		2	—	1 d	Alive (F-F bypass)
Average	33±24	4±5			52±16	61±5	3.0±2.0		1±0	
p Value	0.002				0.81		0.01	0.01	0.1	
Fisher p				0.25						0.5

CK-MB: 術後 CK-MB 最大値, DOA: 術後最大カテコラミン投与量, post op IABP: 術後 IABP 挿入期間, EF: 左室駆出率, BTF: 術中, 術後総輸血量, CHF duration: 持続性血液濾過法実施期間, respirator: 呼吸器装着期間, d.: 死亡, F-F bypass: 大腿-大腿動脈バイパス。

あり OPCAB 群で 0~14 (4±5) μg/kg/min であった。OPCAB 群では 1 例のみ多く使った例があり, そのため平均での差は認められなかった。術前 IABP は ECC 群で 2 例使用されており, 術後それらを含めて 3 例使用した。OPCAB 群では術前 1 例に使用されていたが術中に抜去可能であった。よって OPCAB 群で術後新たに IABP を必要とした症例はなかった。

術後水分, 電解質管理には CHF を用いたが, ECC 群で術後 1~11 日 (4.2±2.9 日) 使用したが, OPCAB 群では 1 例のみ 1 日使用した以外は通常の維持透析でコントロール可能であった。術後人工呼吸器装着時間は ECC 群で 1~7 日 (2.7±2.1 日) であり, OPCAB 群では全例第 1 病日までには抜管可能であった。有意差はなかったが, 短い傾向を認めた。

入院死亡は ECC 群で 1 例 (19 病日での内科転科時の突然死; 不整脈死疑い) あり, OPCAB 群では 2 例あったが非心臓死であった。1 例は症例 2 で SLE (含 SLE 脳症), DM があり, 内科転科後の術 2 カ月後の SLE 脳症の悪化で失い, ほかの 1 例は症例 4 で Sjögren 症候群, 左下肢切断の ASO, 尋常性乾癬, 脳梗塞, 甲状腺機能低下症があり術後一般病棟へ転室可能となるも透析のために挿入したカテーテル感染から 2 週後に敗血症で死亡した。2 例と

もステロイド依存性の膠原病であり, とくに症例 4 は免疫抑制剤の投与も受けていた。

同時手術として OPCAB 群で 1 例に大腿-大腿動脈バイパス術を施行した。遠隔死亡としては ECC 群で 2 年後に脳出血をきたした例があった。

考 察

ECC には大動脈へのカニューレションや遮断が必要であるということと, また ECC そのものが全身に及ぼす侵襲性 (免疫応答, 炎症反応) が存在することを考慮しなければならない。前者が問題となる病態は porcelain aorta をもつ症例や soft plaque が上行大動脈に認められる症例である。これらの症例では OPCAB を選択することに異論はないと考えられる¹⁾。動脈グラフトのみを用いれば aortic no touch で手術が可能だからである。後者の ECC の侵襲性という観点からは, ステロイドや免疫抑制剤を投与中の症例, 著しい低肺機能の症例, あるいは AAA, ASO など合併しており同時手術が望ましい症例が検討されるべきである。以上の症例では ECC を使用しての CABG も可能だが OPCAB の利点が大い病態と考えられる。

逆に, あまりに低心機能または循環動態が不安定な場合

には補助循環を必要とする場合もあり、ECC の使用が望ましい。さらに手術手技上 OPCAB では困難な症例、たとえば筋層内に埋没した冠動脈、心基部側の冠動脈、細い冠動脈などの血行再建は心停止下で行うほうがよいと考えられる²⁾。

ではここで循環動態も安定しており、ECC が危険と考えられる病態のない症例は、どちらの方法を選択すべきであろうか。前回われわれは慢性血液透析患者に対する CABG では原則的に体外循環下、心停止下に完全血行再建をめざし、大動脈の性状などで体外循環の危険性が高い場合に限り心拍動下でバイパスすべきと述べた^{3,4)}。しかしながら最近 off-pump CABG のための吸引式スタビライザーの進歩 (オクトパス)⁵⁾、術中の体位の工夫 (輸液負荷さらに Trendelenburg 体位)⁶⁾、肺静脈から下大静脈にかけての心膜つり上げ (Lima suture)⁷⁾、心臓脱転時の右心系圧迫解除のための右開胸の併用、手術台の右回転などにより、循環動態のかなり安定した状態で回旋枝を露出し、血行再建することが可能となった。すなわち OPCAB を用いた完全血行再建のための多枝バイパスも可能となってきた。本検討で術中、術後管理上の諸問題を検討すると、OPCAB 群で high risk 例が多かったにもかかわらず、まず輸血量は OPCAB 群で少なかった。水分、電解質管理では、ECC 群で術直後は循環動態に負担をかけないよう CHF を使用し、その後に通常の維持透析に移行しているが、OPCAB 群では術直後より循環動態が安定しており、通常の維持透析が可能であった。術直後の CK-MB 値からも OPCAB 群での手術侵襲の軽減が示唆され、術後 IABP を必要とした症例もなかった。術後呼吸器離脱時期も OPCAB 群がはやい傾向がある。また術後早期開存率も 2 群に差はなくともに良好であった。以上より今回の OPCAB 群に術前全身状態不良例が多いことを考えると、同程度の完全血行再建が可能ならば off-pump CABG に有利な点が多いといえるであろう。よって、OPCAB も ECC も可能である HD 患者の場合には、OPCAB を選択したほうがよいと考えられる。しかしながら 4~5 枝以上の血行再建では ECC を使用したほうが、手術時間が短くなる可能性があることや ECC 群と比較すると、OPCAB 群で bypass 本数が少なくなる傾向があり、一般の HD 患者の生命予後と併せて、さらに長期的な検討が必要と考えられる。

本報告では OPCAB 群で高い病院死亡を認めた。しかし通常の ECC 下の CABG の手段しかもたなければ、これらのきわめて重篤な全身状態を伴っていた症例の冠動脈

疾患に対する治療は考えられなかった。緊急避難的な意味で手術を施行したが、低侵襲とされる OPCAB だから手術を施行してよいのか、あるいはその限界点を見極め、安易に手術せず、内科的に経過を観るべきなのか検討課題であろう。しかしながら手術以外に救命手段がない場合も多く、さらに手術手技を向上させ、注意深い全身管理を行うことにより、こういった重症例も救命すべきと考えた。

現時点で、すべての透析患者に対して off-pump で施行すべきとはいえないまでも、心停止下のバイパスと同様の吻合の質が期待できるならば、HD 患者に対する冠血行再建において off-pump CABG は有用であると考えられた。

結 語

慢性腎不全の血液透析患者における虚血性心疾患の外科治療において、ECC 使用、心停止下の CABG が適切である病態はあるものの、off-pump CABG は、手術侵襲も軽く、術後の回復も速やかで、循環動態に及ぼす影響も少なく、通常の維持透析で術後水分管理も可能である。また動脈グラフトを多用すれば大動脈石灰化対策にもなり、有用と考えられた。

文 献

- 1) Mahanna, E. P., Blumental, J. A., White, W. D. et al.: Defining neuropsychological dysfunction after coronary artery bypass grafting. *Ann. Thorac. Surg.* **61**: 1342-1347, 1997.
- 2) Jansen, E. W. L., Borst, C., Lahpor, J. R. et al.: Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass using the octopus method: results in the first one hundred patients. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **116**: 60-67, 1998.
- 3) Tanaka, H., Suzuki, K., Narisawa, T. et al.: Coronary artery bypass grafting in dialysis patients. *Jpn. J. Thorac. Surg.* **48**: 703-707, 2000.
- 4) 田中弘之, 鈴木和浩, 飛驒康則ほか: 透析患者に対する緊急 CABG の検討. *胸部外科* **52**: 683-687, 1999.
- 5) Borst, C., Jansen, E. W. L., Tulleken, C. A. F. et al.: Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass and without interruption of native coronary flow using a novel anastomosis site restraining device ("Octopus"). *J. Am. Coll. Cardiol.* **27**: 1356-1364, 1996.
- 6) Gundeman, P. F., Borst, C., van Herwaarden, J. A. et al.: Vertical displacement of the beating heart by the octopus tissue stabilizer: influence on coronary flow. *Ann. Thorac. Surg.* **65**: 1348-1352, 1998.
- 7) Pfister, A. J.: Myocardial revascularization without cardiopulmonary bypass. In *Advances in Cardiac Surgery*, Vol. 11, Karp, R. B., Laks, H., Wechsler, A. S., eds., Mosby, St. Louis, 1999, pp. 35-53.