冠動脈バイパス術 (CABG) の術式選択の妥当性 —EuroSCORE を用いて—

廣 瀬 圭 一 三 和 千 里 仁 科 健
池 田 義 米 田 正 始

過去 6 年間の単独 coronary artery bypass grafting (CABG) 症例 223 例を人工心肺非使用 CABG (off-pump CABG: OPCAB) と人工心肺使用 CABG (conventional CABG: CCABG) に分け、EuroSCORE を用いて比較検討した。当初、ハイリスク症例は OPCAB 除外としていたが、徐々に適応を広げ、2000 年以降本格導入した。現在は OPCAB を第 1 選択とし、血行動態が不安定な症例に CCABG を行った。症例数は OPCAB: CCABG=129: 94 であったが、OPCAB 本格導入後は 94: 42 であった。平均 EuroSCORE は OPCAB 5.8 点、CCABG 4.1 点と、ハイリスク症例に OPCAB を多く選択した。入院死亡は 3 例で心臓と関係なく、OPCAB 導入前の CCABG 症例であった。中期遠隔死亡は 5 例で、心臓と関連なかった。近接期合併症は長期人工呼吸が OPCAB 群で有意に高率であったが、ほかは両群で差はなかった。平均再建箇所数は OPCAB 2.1 カ所、CCABG 2.8 カ所であり、ハイブリッド治療導入の影響と考えられた。単独 CABG 症例を検討したが、ハイリスク症例を OPCAB が担うことで全体として良好であった。OPCAB 本格導入後は入院死亡例がなく、術式選択が妥当と考えられた。日心外会誌 34 巻 3 号: 185-189 (2005)

Keywords: CABG, OPCAB, EuroSCORE

Comparison of Clinical Outcomes Using EuroSCORE for Coronary Artery Bypass Grafting with or without Cardiopulmonary Bypass

Keiichi Hirose, Senri Miwa, Takeshi Nishina, Tadashi Ikeda and Masashi Komeda (Department of Cardiovascular Surgery, Graduate School of Medicine, Kyoto University, Kyoto, Japan)

We reviewed 223 cases of isolated coronary artery bypass grafting (CABG) during the past 6 years, and used the EuroSCORE to assess the differences in clinical outcomes between off-pump CABG (OPCAB) and on-pump CABG (conventional CABG: CCABG). After March 2000, our first choice has been OPCAB, with CCABG selected only for cases with unstable hemodynamics. The total of 223 isolated CABG cases consisted of 129 OPCAB and 94 CCABG, but after March 2000, 94 OPCAB and 42 CCABG were performed. Mean EuroSCORE was 5.8 for OPCAB and 4.1 for CCABG, and corresponding expected survival rates were 7.20% and 5.04%. The 3 cases of hospital death (mortality, 1.3%) all belonged to the earlier CCABG groups and were not related to cardiac death. After March 2000, no hospital deaths occurred in either group. Midterm results showed 5 deaths, but these were not related to cardiac death, either. There were no significant differences between the 2 groups in terms of hospital complications other than long mechanical ventilation time, which was markedly longer only for the OPCAB groups ($p < 0.01$). Mean number of grafts was significantly high for patients in the CCABG groups (OPCAB 2.1 vs. CCABG 2.8; $p < 0.05$). We have therefore been using OPCAB for high-risk cases, and midterm results of our CABG patients were satisfactory. Jpn. J. Cardiovasc. Surg. 34: 185-189 (2005)

冠動脈バイパス術 (coronary artery bypass grafting: CABG) の術式は、人工心肺非使用 CABG (off-pump CABG: OPCAB) が主流となってきたが、OPCAB と人工心肺使用 CABG (conventional CABG: CCABG) を比較検討した報告もいくつか散見される。過去 6 年間の当科の CABG 症例を対象とし、危険率予想ファクターとして EuroSCORE¹⁾ を使い、OPCAB と CCABG を比較し、術式選択の是非を retrospective に検討した。

対象と方法

1998 年 4 月より 2004 年 3 月までの 6 年間に同一術者にて施行した単独 CABG 症例 223 例を対象とした。性別は男性 169 例、女性 54 例であった。年齢は 42 歳から 90 歳で、平均年齢は 68.0 ± 9.7 歳であった。うち、緊急手術は 22 例に、準緊急手術は 16 例に施行した。

まず、当科での OPCAB, CCABG の術式選択の方針を説明する。当初、70 歳以上の症例や、脳梗塞、腎不全、動脈瘤、感染、担癌などのハイリスク症例では OPCAB の除外対象とし、CCABG を選択した。OPCAB は内胸動

脈と左前下行枝の 1 本バイパスより導入し、徐々に適応を拡大した。2000 年 4 月以降は、OPCAB を第 1 選択とし、血行動態の不安定な症例や不整脈の頻発する症例に対して CCABG を選択する方針とした。OPCAB を本格的に導入した 2000 年 4 月以降を後期とし、それ以前を前期とした。この方針で行った CABG 症例を OPCAB, CCABG の 2 群に分け、入院 (近接期) 死亡・近接期合併症・入院期間・中期遠隔死亡・バイパス再建本数などを比較検討した。

次に、それぞれ術前危険因子を検討し、EuroSCORE を計算した。EuroSCORE は European system for cardiac operative risk evaluation の略称であり、Nashef らが提唱した術前危険因子から心臓手術危険率を予測するスコアである。これらは術前因子を Patient factors, Cardiac factors, および Operative factors に分け、因子それぞれの程度に応じてスコア化し、合計点から手術危険率を予想できるようになっている。今回、その計算は、ホームページ (www.euroscore.org) からダウンロードできる計算フォームにそれぞれの因子を入力して行った。計算したスコアおよび予測危険率 (addictive survival rate) を OPCAB, CCABG で比較検討した。このスコア値に基づき、スコア 0~3 点を Low risk 群、4~7 点を Middle risk 群、8 点以上を High risk 群の 3 群に分け、各群の OPCAB, CCABG 症例数についても検討した。また、EuroSCORE を計算する因子別の比較検討も行った。

最後に、EuroSCORE を計算する因子でないものの、一般的に虚血性心疾患の危険因子として知られる糖尿病、高血圧、高脂血症、喫煙歴についても OPCAB, CCABG で比較検討した。

結 果

症例数は、全体では OPCAB は 129 例、CCABG は 94 例 (うち on-pump Beating 症例 6 例) であったが、前期は OPCAB 35 例、CCABG 52 例 (1 例) に対して、後期は OPCAB 94 例、CCABG 42 例 (5 例) と OPCAB 症例数の増加を認めた。また、平均年齢は OPCAB 群 71.3 ± 8.4 歳、CCABG 群で 63.6 ± 9.6 歳であり、OPCAB 群で有意 ($p < 0.05$) に高値であった。

EuroSCORE は OPCAB 群 5.8 ± 2.7 点、CCABG 群 4.1 ± 3.1 点であり、有意差を認めた ($p < 0.05$)。前期・後期で検討しても、前期 OPCAB 群 5.8 ± 2.5 点、CCABG 群 3.7 ± 2.8 点、後期 OPCAB 群 5.8 ± 2.3 点、CCABG 群 4.5 ± 3.4 点であり、いずれも有意に ($p < 0.05$) OPCAB 群で高値であった。また、予測死亡率の平均値は OPCAB 群 7.20%、CCABG 群 5.04% であり、こちらも有意に OPCAB 群で高値であった (表 1)。

次に、上記の方法で症例を Low risk, Middle risk, High risk の 3 群に分けた。Low risk 群に分けられた症例は 69 例で、うち OPCAB が 24 例、CCABG が 45 例 (OPCAB: CCABG=35:65) であった。同様に Middle risk 群では合計 111 例、OPCAB 76 例、CCABG 35 例 (同 68:32) であり、また High risk 群では合計 43 例、OPCAB 29 例、CCABG 14 例 (同 67:33) であった (表 2)。

さらに、EuroSCORE を計算する因子に関しても OPCAB, CCABG で比較検討した。まず Patient factors を比較したものが表 3 である。なお、年齢の因子は年齢別に計算するため、表 3 には掲載していない。慢性閉塞性肺疾患や心臓以外の動脈病変、神経合併症、腎不全合併症例では、有意に多く OPCAB を選択した。そのほかの因子には両群で差を認めなかった。次に、Cardiac factors と Operation factors をまとめたものが表 4 である。不安定狭心症や近接期に心筋梗塞を発症していた症例 (多くは急性心筋梗塞症例) および緊急手術症例では、有意に CCABG を多く選択した。

EuroSCORE の検討因子ではないが、虚血性心疾患の危険因子として知られる糖尿病、高血圧、高脂血症、喫煙歴について比較検討したのが表 5 である。これらの因子に

表 1 EuroSCORE

	OPCAB	CCABG
前期	5.8 ± 2.5	3.7 ± 2.8 *
後期	5.8 ± 2.3	4.5 ± 3.4 *
全体	5.8 ± 2.7	4.1 ± 3.1 *
死亡率	7.20%	5.04% *

*, < 0.05 .

表 2 EuroSCORE 別にみた症例数 (例数)

	OPCAB (n=129)	CCABG (n=94)	合計
Low risk (0~3)	24	45	69
Middle risk (4~7)	76	35	111
High risk (8~)	29	14	43

表 3 Patient factors (例数)

	OPCAB (n=129)	CCABG (n=94)
Sex (female)	31	23
Chronic pulmonary disease	13	6 *
Extracardiac arteriopathy	58	16 *
Neurological dysfunction	40	16 *
Previous cardiac surgery	3	4
Serum creatinine $> 200 \mu\text{mol/l}$	21	8 *
Active endocarditis	0	0
Critical preoperative state	0	1

*, < 0.05 .

表4 Cardiac factors, Operation factors (例数)

	OPCAB (n=129)	CCABG (n=94)
Unstable angina	13	21 *
LV dysfunction moderate or LVEF 30~50%	18	12
LV dysfunction poor or LVEF<30%	1	1
Recent myocardial infarct	3	9 *
Pulmonary hypertension	0	0
Emergency	10	28 *
Other than isolated CABG	0	0
Surgery on thoracic aorta	0	0
Postinfarct septal rupture	0	0

*, <0.05.

表5 他の虚血性心疾患危険因子 (例数)

	OPCAB (n=129)	CCABG (n=94)
糖尿病	71	44
高血圧	104	66
高脂血症	56	42
喫煙歴	76	50

関しては、OPCAB, CCABG 両群に差はみられなかった。

全体の入院死亡は3例(1.3%)であった。これらの死亡原因は肺梗塞、消化管出血、脳出血であり、それぞれCABG術後24日目、33日目、41日目に死亡された。この3例はいずれも、OPCABを本格導入する2000年以前の初期に施行したCCABG症例であり、それぞれのEuroSCOREは4, 10, 6点であった。2000年4月以降のOPCAB本格導入後は両群とも入院死亡は認めていない。

最大6年間であるが、中期遠隔成績をみたところ、死亡例は5例(2.3%)であった。これらの死亡原因は、CABG術後の下肢血管手術によるグラフト感染が2例、悪性腫瘍、肺炎、突然死が各1例であった。この5例の内訳はOPCAB群3例、CCABG群2例であり、両群に有意差はみられなかった。また、以上より計算したCABG全体、OPCAB, CCABGの2年、5年生存率(Kaplan-Meier法による)を表6に示すが、両群に差はみられなかった。

入院中のおもな合併症については、唯一、48時間以上の長期人工呼吸管理がOPCAB群でのみみられ、有意に高値であったが、ほかの因子で両群に差は認めなかった(表7)。脳梗塞はOPCAB群に1例のみ認めた。

平均入院期間はOPCAB群で25.4±12.4日、CCABG群で25.8±12.1日と両群に有意差は認められなかった。

次に、平均再建箇所数を検討したところ、OPCAB群が2.12±0.86カ所、CCABG群が2.80±0.74カ所と

表6 生存率 (Kaplan-Meier 法)

	全体 (n=220)	OPCAB 群 (n=129)	CCABG 群 (n=91)
2年生存率	99.00%	99.20%	98.90%
5年生存率	96.90%	95.90%	97.60%

表7 入院合併症 (例数)

	OPCAB (n=129)	CCABG (n=94)
術中心筋梗塞	1	1
再開胸止血術	3	4
長期人工呼吸 (>48 時間)	6	0 *
創部治癒遅延	7	8
前縦隔炎	1	1
不整脈	13	10
胸水貯留	14	9
脳梗塞	1	0

*, <0.05.

CCABG群で有意に高値($p<0.05$)であった。一方、平均動脈グラフト数を比較すると、OPCAB群 1.67 ± 0.82 本、CCABG群 1.48 ± 0.79 本と有意差はないものの、OPCAB群のほうが多い、という結果であった。

考 察

CABGは心臓血管外科領域について、評価の固まりつつある手術であり、またここ数年、OPCABが主流を占める傾向となってきた。OPCABとCCABGを比較する報告も散見される^{2~6)}。Mackら²⁾はCCABGがハイリスクと考えられる多枝バイパスでは、死亡率・罹患率においてOPCABがより有用だと述べ、Parolariら³⁾も多変量解析で、OPCABが死亡率、脳梗塞・心筋梗塞合併率などについて臨床的に有利であることを示した。自験例でも80歳以上の超高齢者にOPCABを選択し、近接期に良好な成績であったことを報告した⁷⁾。Immerら⁴⁾はOPCABが中期遠隔期のQOLを良く保っていると報告している。一方、Gerolaら⁵⁾は入院中の死亡率および罹患率ではOPCABとCCABGの間に統計学的に差は認めなかったとし、Boeningら⁶⁾もほぼ同様の報告をしている。CABGにおける術式選択を考慮することを目的とし、retrospectiveに当科における単独CABG症例を検討した。

今回は現在の一術者による症例にのみ限定し、1998年以降とした。当初、CABGではすべてCCABGを選択していた。その後、OPCABを導入したが、まず以下の症例はOPCABより除外した。

- 1) 70歳以上の症例
- 2) 脳梗塞、腎不全、大動脈瘤、感染などを合併したハイリスク症例

これらの除外基準外で、左内胸動脈-左前下行枝の1本バイパス症例から OPCAB を適応した。その後、その適応を広げ、2000 年 4 月以降は OPCAB を優先し、OPCAB 施行難渋症例に CCABG という方針に変更した。

その結果、現在、基本的には OPCAB を第1選択としており、リスクの高い症例や、多枝バイパスにも適応している。OPCAB で手術が完遂できるようになった理由として、術者および周囲（麻酔医・看護師・臨床工学士）の learning curve に加え、エコーを活用すること、また aorta no touch で手術を終えるよう、動脈グラフトの有効活用や Y 字吻合・シークエンシャル吻合などの工夫を加えたことなどが考えられた。

OPCAB 遂行のためにエコーの活用は非常に有用であった⁸⁾。当施設では CABG においてはおもに3つの目的に使用している。

1) 大動脈直達エコー

大動脈にエコーを使用し、CCABG 症例に加え、OPCAB 症例でも血行動態不安定による突然の操作に備えて、あらかじめ送血管挿入箇所・大動脈遮断可能箇所などを決定しておいた。

2) 心筋内のエコー

心筋内にある深い冠動脈を detect して、血行動態の安定下に目的冠動脈を探すことが可能であった。

3) 吻合の確認エコー

吻合後に確認の目的で、吻合部の形態・流速をエコーで観察し、不安な点があれば再吻合することで開存率の上昇を得た。

後期以降は、ハイリスク症例では人工心肺を回さないことが死亡率・罹患率の低下につながると考え、OPCAB を積極的に導入した。人工心肺を装着することに伴う大動脈操作や、人工心肺回路による血行動態は、脳をはじめとする臓器の保護という観点からは、望ましくないと考えられた。Lund ら⁹⁾は OPCAB 群で、術中の脳微小血栓症が減少したと報告している。また、Bucerius ら¹⁰⁾は術後、腎移植治療を必要とするような腎不全は OPCAB 群で少なかったと報告している。

一方、血行動態の不安定な症例には CCABG を多く選択した。IABP 挿入、強心剤投与下で血圧が保たれている症例や、多源性不整脈の頻発する症例などでは CCABG を選択した。

以上の方針で CABG に臨んだが、EuroSCORE は前期・後期を通じて OPCAB 群が CCABG 群と比較して有意に高値であった。また、スコア別に Low, Middle, High の3群に分けて比較検討してもスコアが高い群ほど OPCAB を選択する傾向にあった。一方、不安定狭心症や急性心筋梗塞症例では CCABG を多く選択していた。ま

た、緊急手術では、CCABG を多く選択していたが、不安定狭心症や急性心筋梗塞症例で緊急手術を多く行ったことも関連があると考えられた。結果的にこのことから、併存症があり、リスクの高い症例に対しては OPCAB を選択し、一方、不安定狭心症や急性心筋梗塞のような血行動態が不安定になりやすい症例では CCABG を選択するという方針とほぼ一致する結果となった。

全体の入院死亡は3例で、死亡率は1.3%と EuroSCORE から予測した死亡率よりも低い結果であった。これらの死亡例も、OPCAB を本格導入する以前の CCABG 症例であり、かつ直接心臓とは関係ない死亡原因と考えられた。OPCAB 本格導入後は入院死亡例を認めず、CABG において、OPCAB と CCABG の使い分けが成功した結果と考えられた。

中期遠隔期の死亡例は5例(2.3%)であり、その原因は上述のとおりであり、突然死を除けば、直接心臓と関連があるとは考えられなかった。また、この5例の内訳は OPCAB 群3例、CCABG 群2例であり、両群に有意差はみられなかった。まだ術後最大で6年6カ月という短い期間であり、今後とも注意深い観察が必要であると考えられた。

入院中の合併症に関しては、両群ともほぼ同様の発生率であったが、唯一長期の人工呼吸管理(48時間以上)が OPCAB 群でのみみられた。しかし、OPCAB を選択したことによると考えられる理由はみあたらなかった。これらの症例はすべて、COPD 合併症例、もしくは heavy smoker 症例であり、このような症例に多く OPCAB を選択したことが原因ではないかと考えられた。このような症例に対して、現時点では今後も OPCAB を選択する方針であるが、注意深い観察が必要であると思われる。一方、CABG 後の重要な合併症と考えられる脳梗塞は OPCAB 群に1例のみ認めた。これは術後14日目に確認造影目的で心臓カテーテル検査を行ったさいに発症したものであり、手術・術式とは関係ないと考えられた。このことから、術前脳障害合併症例に積極的に OPCAB を選択する方針は有効であると考えられた。

平均再建箇所は、われわれが予想していたよりも少なかった。これは、術式として OPCAB を選択したため、再建箇所を減らしたわけではなく、CABG 前にカテーテルインターベンションが済んでいてすでに1枝、2枝病変になっていた症例や、紹介医からのリクエストで、CABG 後のカテーテルインターベンションを考慮したハイブリッド治療のため1枝のみの再建で手術を終了した症例などが多く含まれていたためと考えられた。当然、外科医としては手術での完全血行再建が望ましいと考えるし、OPCAB であってもどの枝にも再建可能と考えてい

る。一方、紹介内科医とも綿密な連絡を取り、信頼関係を築くことが重要であり、結果的に患者のプラスになることであれば、本数だけにこだわらず、紹介医や患者とよく相談して再建箇所数を決めていく方針でよいのではと考えている。

結 語

過去6年間の当科に同一術者による単独CABG症例をEuroSCOREを用いて評価した。2000年以降はOPCABを第1選択とし、血行動態の不安定な症例にCCABGを用いた。その結果、入院死亡はOPCAB本格導入前の3例だけであった。EuroSCOREが高値であるハイリスク症例をOPCABが引き受ける形で、OPCABとCCABGを使い分け、その結果CABG全体の成績は良好であった。

文 献

- 1) Nashef, S. A., Roques, F., Michael, P. et al.: European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur. J. Cardio-thorac. Surg.* **16**: 9-13, 1999.
- 2) Mack, J. M., Pfister, A., Bachand, D. et al.: Comparison of coronary bypass surgery with and without cardiopulmonary bypass in patients with multivessel disease. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **127**: 167-173, 2004.
- 3) Parolari, A., Alamanni, F., Cannata, A. et al.: Off-pump versus on-pump coronary artery bypass: meta-analysis

of currently available randomized trials. *Ann. Thorac. Surg.* **76**: 37-40, 2003.

- 4) Immer, F. F., Berdat, P. A., Immer-Bansi, A. S. et al.: Benefit to quality of life after off-pump versus on-pump coronary bypass surgery. *Ann. Thorac. Surg.* **76**: 27-31, 2003.
- 5) Gerola, L. R., Buffolo, E., Jasbik, W. et al.: Off-pump versus on-pump myocardial revascularization in low-risk patients with one or two vessel disease: perioperative results in a multicenter randomized controlled trial. *Ann. Thorac. Surg.* **77**: 569-573, 2004.
- 6) Boening, A., Friedrich, C., Hedderich, J. et al.: Early and medium-term results after on-pump and off-pump coronary artery surgery: a propensity score analysis. *Ann. Thorac. Surg.* **76**: 2000-2006, 2003.
- 7) 廣瀬圭一, 金光ひでお, 金光尚樹ほか: 80歳以上の超高齢者に対するCABG. *胸部外科* **57**: 827-832, 2004.
- 8) Miwa, S., Nishina, T., Ueyama, K. et al.: Visualization of intramuscular left anterior descending coronary arteries during off-pump bypass surgery. *Ann. Thorac. Surg.* **77**: 344-346, 2004.
- 9) Lund, C., Hol, P. K., Lundblad, R. et al.: Comparison of cerebral embolization during off-pump and on-pump coronary artery bypass surgery. *Ann. Thorac. Surg.* **76**: 765-770, 2003.
- 10) Bucerius, J., Gummert, J. F., Walther, T. et al.: On-pump versus off-pump coronary artery bypass grafting: impact on postoperative renal failure requiring renal replacement therapy. *Ann. Thorac. Surg.* **77**: 1250-1256, 2004.