

# 多枝冠状動脈バイパス術におけるグラフト選択 およびデザインの検討

馬場 寛 小川 真司 深谷 俊介 北村 英樹  
青木 雅一 米田 正始 大川 育秀

冠状動脈バイパス術 (CABG) のグラフト選択およびデザインについて検討した。1999年5月より、2007年3月までの、単独 CABG (耐術3枝バイパス以上) 505例を対象とした。平均追跡期間3.3年、追跡率98.2%であった。吻合部位別では、遠位右冠動脈において大伏在静脈使用群が右胃大網動脈使用群より心イベントが少ない傾向にあった。左回旋枝では、右胃大網動脈使用群が不良であった。心イベントの危険因子は、血液透析 (risk ratio 5.28,  $p < 0.001$ )、橈骨動脈グラフトの中樞吻合が右胃大網動脈 (5.75,  $p = 0.02$ )、人工心肺非使用 (1.62,  $p = 0.03$ ) であった。吻合部位別のグラフトは、右冠動脈末梢は橈骨動脈、大伏在静脈、左前下行枝は内胸動脈、左回旋枝は橈骨動脈、大伏在静脈、内胸動脈が適当であろう。右胃大網動脈については flow demand を考慮し、慎重に使用する必要がある。日心外会誌 38 巻 6 号 : 355-360 (2009)

キーワード : 冠状動脈バイパス術, 遠隔期成績, 心イベント, グラフト選択, グラフトデザイン

## Evaluation of Graft Selection and Design to Improve Long-Term Results of Coronary Artery Bypass Grafting

Hiroshi Baba, Shinji Ogawa, Syunsuke Fukaya, Hideki Kitamura, Masakazu Aoki, Masashi komeda and Yasuhide Ookawa (Division of Cardiovascular Surgery, Toyohashi Heart Center, Toyohashi, Japan)

To improve the long-term clinical results of coronary artery bypass grafting, we evaluated our graft selections and the designs that were used, in relation to the quality of the anastomoses and patient backgrounds. We retrospectively reviewed the records of 505 patients who underwent isolated coronary artery bypass grafting involving more than 3 vessel reconstructions between May 1999 and March 2007. Neither the selection of a saphenous vein graft nor that of an internal thoracic artery graft was a statistically significant cardiac event factor. The cardiac event-free rates (at 1 and 5 years) according to anastomotic site were as follows : a) 92.9% and 76.6% for a radial artery graft and 93.2% and 83.9% for a saphenous vein graft at the right coronary artery ; b) 93.0% and 70.3% for a radial artery graft and 95.1% and 80.4% for a saphenous vein graft at the distal right coronary artery ; c) 94.5% and 77.8% for a left internal thoracic artery graft and 93.0% and available for a right internal thoracic artery graft at the left anterior descending artery ; d) 96.5% and 79.8% for a radial artery graft, 93.0% and 78.0% for a saphenous vein graft, and 91.3% and 75.6% for an internal thoracic artery graft at the left circumflex artery. Significant cardiac event factors were dialysis (risk ratio, 5.28 ;  $p < 0.001$ ), the use of a right gastroepiploic artery graft as the inflow blood vessel of a radial artery graft (risk ratio, 5.75 ;  $p = 0.02$ ), and off-pump coronary artery bypass grafting (risk ratio, 1.62 ;  $p = 0.03$ ). As a tendency toward more frequent early-stage cardiac events among patients with radial artery grafts was confirmed, careful follow-up is important for this group of patients. Right gastroepiploic artery grafts should be chosen carefully with full consideration of the anastomotic site quality and the flow demand, as the blood supply capability of such grafts is limited. For dialysis patients, although the mid-term clinical results are still being evaluated, a saphenous vein grafts have lower early-stage of cardiac events. In younger patients, off-pump bypass is not the only treatment method available, and revascularization with extracorporeal circulation can reliably achieve good long-term results. To improve the long-term clinical results for coronary artery bypass grafts, graft selection and design should be carefully considered on a case-by-case basis. The quality of the anastomotic site and the patient background are important factors, especially with regard to the selection of a saphenous vein graft or a right gastroepiploic artery graft. A radial artery graft should be selected for use in relatively young patients because of its superior patency. Off-pump bypass may not necessarily be the treatment of choice in some cases because revascularization using extracorporeal circulation can reliably achieve better long-term results. Jpn. J. Cardiovasc. Surg. 38 : 355-360 (2009)

Keywords : coronary artery bypass grafting, graft selection, graft design

2008年7月14日受付, 2009年7月3日採用

豊橋ハートセンター心臓血管外科

〒441-8530 豊橋市大山町五分取21-1

第60回日本胸部外科学会定期学術集会(2007年, 仙台)にて要旨を発表した。

## はじめに

虚血性心疾患に対する治療として、冠状動脈バイパス術(CABG)は大きな役割を果たしているが、手術技術や機器の進歩により、人工心臓を使用しない拍動下冠状動脈バイパス術(OPCAB)、動脈グラフトを多用した血行再建、ロボット手術、全身麻酔を行わず意識下でバイパスを行う awake OPCAB など治療戦略は多岐にわたるようになった。本邦では、周術期から遠隔期にかけての成績を向上させるために OPCAB や完全動脈グラフトによる血行再建が積極的に行われており、2005年の日本胸部外科学会の報告<sup>1)</sup>によると CABG の 60.6% が OPCAB, 29.0% が動脈グラフトのみでバイパスされている。緒家の報告を見ても、OPCAB は良好な手術成績に加え、長期成績も人工心臓使用下冠状動脈バイパス術(CCAB)に比べ遜色ないという意見や<sup>2-4)</sup>、動脈グラフトの多用が re-intervention を減らすという意見がある<sup>5)</sup>。しかし一方で、OPCAB が長期成績を低下させるという報告や<sup>6)</sup>、両側内胸動脈(ITA)の使用下では右胃大網動脈(GEA)グラフトと大伏在静脈グラフト(SVG)の成績は同等であり、狭窄の少ない冠動脈に対しては、むしろ SVG のほうがよいという報告<sup>7-9)</sup>もある。昨年、日本循環器学会学術委員会合同研究班より、虚血性心疾患に対するバイパスグラフトと手術術式の選択ガイドライン<sup>10)</sup>が発刊され、わが国の術式選択が標準化しつつあるが、未だグラフト選択やデザインについて議論の余地がある。今回、術後遠隔期の心イベントより、冠動脈吻合部位および患者背景別にグラフト選択とデザインについて検討した。

## 対象と方法

当院において、1999年5月より、2007年3月までに施行した、3枝バイパス以上の単独 CABG 505例(院内死5例を除く)を対象とした。これらの患者背景(年齢、性別、糖尿病、維持透析、左室駆出率、病変枝数)、人工心臓使用の有無、冠動脈バイパス数、完全血行再建の有無、完全動脈グラフト使用の有無、両側 ITA 使用率、吻合部位別のグラフト選択、グラフトデザインについて、遠隔期心イベントより検討した。手術は、OPCAB を原則としたが、心拡大等により心臓の脱転が困難と思われる症例に対しては人工心臓を使用した。脳梗塞既応例、大動脈病変を認める症例に対しては、OPCAB を選択した。グラフト選択は、両側内胸動脈採取を原則とし、1本を左前下行枝、もう1本を回旋枝または対角枝に吻合した。残りの冠動脈吻合は、冠動脈の径や部位をもとに最良と考えられるグラフトを使用した。なお、グラフトは、GEA は 2000 年より、ITA は 2002 年より、超音波メスを使用し、skele-

tonization 法にて採取した。吻合部位は、右冠動脈本幹(AHA 分類 #1-#3)、遠位右冠動脈(#4PD, #4AV)、左前下行枝(#6-#8)、左回旋枝(#11-#15)に分類した。心イベントは、心臓関連死亡、狭心症の再発、非致死性心筋梗塞、再冠動脈バイパス術、心不全または不整脈入院とした。

## 統計

変数は平均値±標準偏差(1SD)で記載した。心イベントは Kaplan-Meier 法で算定し、log-rank test で検定した。リスク因子の検定は、Cox 比例ハザードモデルを使用した。 $p < 0.05$  を有意水準とした。

## 結果

## 1. 患者背景および手術

対象の平均年齢  $66.4 \pm 8.3$  歳(40~88)、男性 74.4%、糖尿病 54.2%、慢性透析 4.0%、左室駆出率  $49.3 \pm 15.5\%$ 、病変枝数(2枝 15.4%、3枝 84.6%)であった。各グラフトの使用率は、LITA 97.2%、RITA 34.7%、橈骨動脈グラフト(RA) 31.9%、GEA 34.8%、SVG 64.8%であった。OPCAB 53.9%、機能的完全血行再建 97.8%、動脈グラフトのみの血行再建 35.4%、両側 ITA 使用は 33.5%であった(表1)。

## 2. 遠隔期成績

対象の平均追跡期間は、 $3.3 \pm 2.0$  年(0.3~7.8)で、追跡率は 98.2%であった。

図1に示すとおり、心臓関連生存率では、全動脈グラフト使用群(complete A group; 1年 98.8%、3年 97.1%、5年 90.4%、7年 90.4%)と動脈グラフト+静脈グラフト使用群(A+V group; 1年 97.6%、3年 95.9%、5年 94.2%、7年 88.2%)において有意差は認めなかった( $p=0.97$ )。心イベント非発生率でも、complete A group(1年 94.0%、3年 87.6%、5年 70.7%)と A+V group(1年 93.8%、3年 85.3%、5年 78.7%、7年 59.3%)において有意差は認めなかった( $p=0.52$ )。

また、心イベント非発生率について、左前下行枝と左回旋枝に動脈グラフトを使用した群(1年 94.0%、3年 86.7%、5年 74.2%)、左前下行枝のみに動脈グラフトを使用した群(1年 92.7%、3年 85.7%、5年 65.2%)においても有意差を認めなかった( $p=0.74$ )(図1)。

## 3. 患者背景から見た心イベント

心イベント非発生率は、糖尿病(1年 91.9%、3年 84.6%、5年 74.0%、7年 43.8%)、75歳以上の高齢者(1年 93.7%、3年 86.5%、5年 78.0%)、65歳未満の若年者(1年 95.8%、3年 88.6%、5年 79.2%、7年 55.4%)において有意差は認めなかった。しかし、透析患者(1年 58.6%、3年 41.9%、5年 27.9%)においては、心イベントが多かった( $p < 0.0001$ )。糖尿病患者において、両側 ITA 使用例と非

表1 Operative characteristics of the study population

年齢 (歳)	66.4±8.3	(40~88)
男性比	74.4%	(376/505)
糖尿病	54.2%	(274/505)
維持透析	4.0%	(20/505)
左室駆出率 (%)	49.3±15.5	(14~83)
冠動脈病変枝数		
2枝	15.4%	(78/505)
3枝	84.6%	(427/505)
バイパス本数		
3カ所	53.5%	(270/505)
4カ所	31.3%	(158/505)
5カ所以上	15.2%	(77/505)
OPCAB	53.9%	(272/505)
機能的完全血行再建	97.8%	(494/505)
動脈グラフトのみによる血行再建	35.4%	(179/505)
両側内胸動脈使用	33.5%	(169/505)
グラフト		
左内胸動脈	97.2%	(491/505)
橈骨動脈	31.9%	(161/505)
胃大網動脈	34.8%	(125/505)
下腹壁動脈	3.1%	(16/505)
大伏在静脈	64.8%	(327/505)

OPCAB, off pump coronary artery bypass; ITA, internal thoracic artery; LITA, left internal thoracic artery; RA, radial artery; GEA, gastro epiprocic artery; IEA, inferior epigastric artery; SVG, saphenous vein graft.

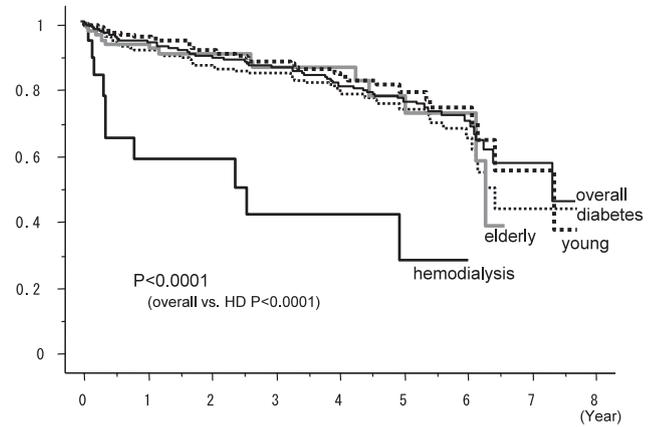


図2 Freedom from cardiac events was estimated by Kaplan-Meier method (Differentiate from patients characteristics)

Young, <65 years; old, >or =75 years.

1年 95.1%, 3年 87.3%, 5年 80.4%, 7年 70.2%; RA 1年 93.0%, 3年 90.2%, 5年 70.3%; GEA 1年 93.0%, 3年 82.3%, 5年 70.0%, 7年 53.8%) に有意差を認めなかったが, SVG 使用群が GEA 使用群より心イベントの少ない傾向にあった ( $p=0.06$ ). 左前下行枝では, 心イベント非発生率 (LITA 1年 94.5%, 3年 86.7%, 5年 77.8%, 7年 57.3%; RITA 1年 91.9%, 3年 85.6%) に有意差は認めなかった. 左回旋枝では, 心イベント非発生率 (SVG 1年 93.0%, 3年 84.5%, 5年 78.0%, 7年 59.9%; RA 1年 96.5%, 3年 90.0%, 5年 79.8%; ITA 1年 91.3%, 3年 84.2%, 5年 75.6%) に有意差は認めなかったが, GEA 使用群 (1年 88.9%, 3年 66.7%, 5年 33.3%) では不良であった (RA vs. GEA;  $p=0.01$ , SVG vs. GEA;  $p=0.06$ ) (図3).

### 5. 橈骨動脈の中樞吻合部位別にみた心イベント

RA の中樞吻合部位別の心イベント非発生率は, 上行大動脈 (1年 97.7%, 3年 88.9%, 5年 83.1%), ITA (1年 95.6%, 3年 90.8%, 5年 78.6%), GEA (1年 33.3%, 3年 33.3%) で, 中樞吻合が GEA の場合は, 心イベントが多かった ( $p=0.002$ ). また, 上行大動脈に吻合した場合は術後5年ごろより心イベントが増加した (図4).

### 6. グラフトデザインからみた心イベント

Composite グラフトのデザインにおいて, 37例が Y-composite, 37例が I-composite であった.

グラフトデザイン別の心イベント非発生率は, Y-composite (1年 100%, 3年 94.6%, 5年 86.5%), I-composite (1年 86.0%, 3年 82.8%, 5年 65.9%) で, Y-composite のほうが, I-composite よりも心イベントが少ない傾向を認めた ( $p=0.08$ ) (図5).

### 7. 心イベントのリスク因子

多変量解析にて, 心イベントの有意なリスク因子は, 血

Cardiac survival      Freedom from cardiac events

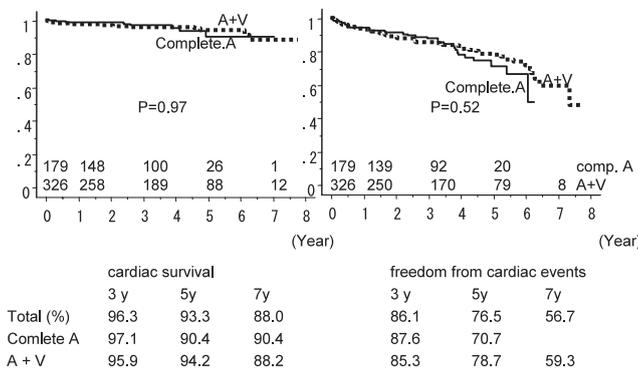


図1 Long term results

使用例での心イベント非発生率は, それぞれ (1年 92.0% vs. 91.8%, 3年 84.0% vs. 86.1%, 5年 75.9% vs. 57.9%;  $p=0.48$ ) と有意差は認めなかったが, 両側 ITA 非使用例では, 術後5年より心イベントの増加を認めた (図2).

### 4. 末梢吻合部位別にみた各グラフトの心イベント

右冠動脈本幹では, 各グラフトにおける心イベント非発生率 (SVG 1年 93.2%, 3年 85.6%, 5年 83.9%, 7年 49.3%; RA 1年 92.9%, 3年 76.0%, 5年 76.0%; GEA 1年 100%, 3年 100%, 5年 33.3%) に有意差は認めなかったが, SVG 使用群では, 術後6年目ころより心イベントの増加を認めた. 遠位右冠動脈では, 心イベント非発生率 (SVG

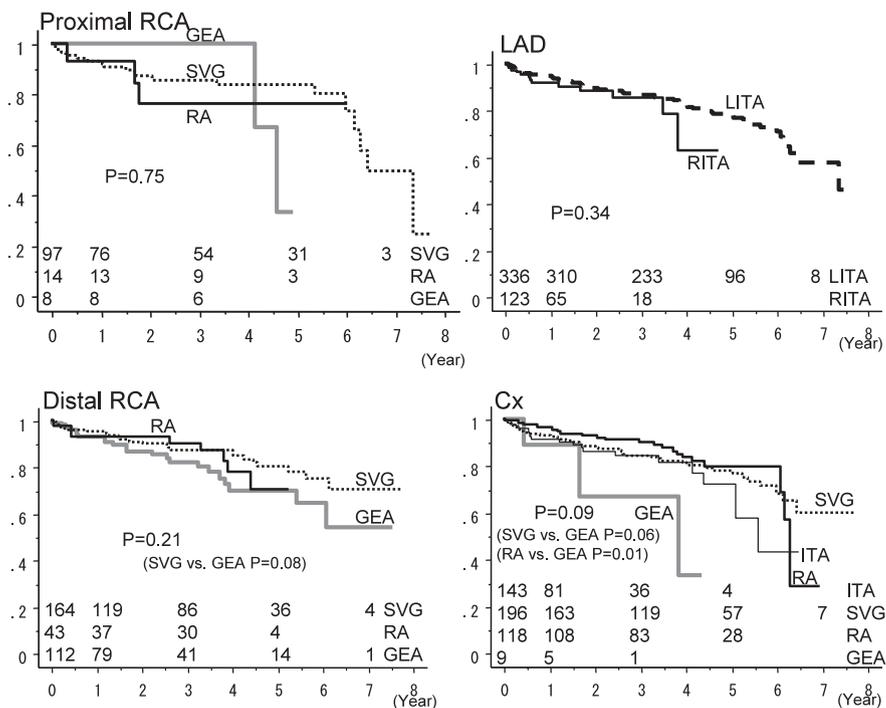


図3 Freedom from cardiac events was estimated by Kaplan-Meier method (Differentiate from distal anastomosis)  
 Proximal RCA, #1-#3; distal RCA, #4PD or #4AV.

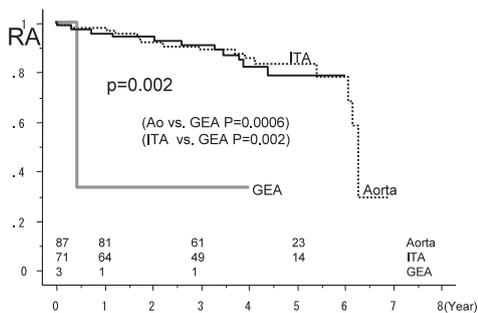


図4 Freedom from cardiac events was estimated by Kaplan-Meier method (Differentiate from site of the radial artery graft proximal anastomosis)

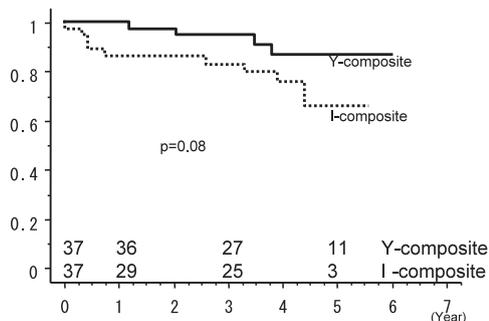


図5 Freedom from cardiac events was estimated by Kaplan-Meier method (Differentiate from graft design)

表2 Multivariable analysis for cardiac events

	Risk ratio	95%CI	p
維持透析	5.28	2.70 10.33	<0.001
RAの流入血管が GEA	5.75	1.31 25.22	0.02
OPCAB	1.62	1.06 2.49	0.03
回旋枝に GEA でバイパス	2.61	0.77 8.81	0.12
糖尿病	1.38	0.90 2.13	0.14

液透析 (risk ratio 5.28;  $p < 0.001$ ), 橈骨動脈グラフトの中 枢 吻 合 が GEA (5.75;  $p = 0.02$ ), OPCAB (1.62;  $p = 0.03$ ) であった。両側 ITA, 完全動脈グラフトの非使用は有意なリスクファクターではなかった (表2)。

考 察

1. グラフトの選択について

CABGにおけるグラフトは、主に ITA, RA, GEA, SV が使用されているが、遠隔期成績を向上させるために、吻合部位やグラフトの特性に応じた使用が必要である。LAD に対して ITA を使用することは gold standard であることは広く認められている<sup>8,11,12</sup>。本邦では、ITA の超音波メスによる skeletonization が普及しており、これによりグラフトを長く採取でき、径の太い部位で吻合することが可能なため、術直後より良好な血流が期待できるようになった<sup>13</sup>。これにより、RITA が比較的容易に LAD に吻合で

きるようになり、今回の検討でも、左右どちらの ITA でも心イベントに差はなかった。RA は free graft として使用するため、グラフトの中枢吻合部位やデザインを考える必要がある。中枢吻合部位を上行大動脈にするか ITA にするか賛否両論あるが<sup>14-16)</sup>、今回の検討では、上行大動脈に吻合した群では術後 5 年目より心イベントが増加するため、ITA に吻合し Y-composite とするのがよいと考えられた。しかし、composite graft は周術期の合併症が多いという報告<sup>17)</sup>や、flow competition を生じた自験例があり、ITA の flow capacity や吻合部位の灌流域を考慮する必要がある。また、女性の RA は閉塞しやすいという報告<sup>18)</sup>や狭窄度の低い冠動脈に吻合するとグラフト閉塞を起こしやすいという報告<sup>15, 16, 19)</sup>もあり、吻合部位の性状のみならず、患者背景や冠動脈全体の状態も考慮する必要がある。GEA は ITA に次ぐ第二の *in-situ* グラフトであるが、血流量が不十分であるという意見<sup>9, 20)</sup>もあり、今回の検討でも composite graft の blood source としての使用は不相当であった。しかし一方で、GEA を skeletonization し、動脈径の太い場所で吻合することにより、flow capacity の向上が期待できるという意見<sup>7, 20)</sup>もあり、今後改善の余地はあると考えられる。SVG は、ITA に次ぐ第 2 のグラフトとして広く使用されているが、intimal hyperplasia などのいわゆる、vein graft disease が問題である。今回の検討では、少なくとも術後 7 年目までは、心イベント発生に関しては動脈グラフトと比して遜色なく、Philip らも randomized trial のグラフトの開存率で free 動脈グラフトと静脈グラフトの中期の開存率は変わらないと報告<sup>21)</sup>しており、静脈グラフトを key グラフトとしてではなく、補足的グラフトとして使用する場合の有用性は十分にあると考えられる。SVG を使用する際に、採取時に高圧をかけない<sup>21)</sup>、太い冠動脈に吻合する<sup>19)</sup>、sequential 吻合を行いグラフトの高流量を確保する<sup>22)</sup>、術後高脂血症を改善することが大切という報告<sup>23)</sup>があり、さらなる工夫により、遠隔期成績の向上が期待できる。

## 2. 吻合部位別のグラフト選択について

右冠動脈本幹に吻合する際は、SV は術後 6 年目より心イベントが増加するため、RA が第一選択と考えられる。しかし、冠動脈の狭窄度が低い場合、RA グラフトは閉塞しやすいと報告されており<sup>8, 15, 16)</sup>、性状のよい SV を使用するべきであろう。しかし、右冠動脈本幹よりも遠位右冠動脈に吻合するほうが良好な開存であると報告されており<sup>8)</sup>、できるだけ遠位右冠動脈に吻合したほうがよい。右冠動脈末梢に対しては、両側 ITA で左冠動脈をバイパスした場合は、GEA と SVG で遠隔期成績は同等という報告があり<sup>7, 24)</sup>、今回も、RA, SVG, GEA と同じ成績であり、動脈グラフトにこだわる必要はないと思われる。左前下行枝

に対しては、LITA, RITA と同じ成績であるが、再開胸の際に、patent RITA-LAD バイパスが開胸時のリスクになり、LITA が第一選択と考えられる。左回旋枝に対しては、RA, SV, ITA と同じ成績であるが、GEA は吻合部までの距離が長くなり、冠動脈の flow demand に対応できない可能性があるため、使用には慎重であるべきと考えられた。

## 3. 患者背景から見た治療戦略について

糖尿病患者は、冠動脈の細いことが多く<sup>11)</sup>、径の太い静脈グラフトよりも、動脈グラフトを多用したバイパスが必要と思われる。今回、糖尿病患者における両側 ITA 使用の有無が心イベント回避に差は認めなかったが、非使用例では、術後中期で心イベントの発生を認め、遠隔期における優位性が示唆された。しかし、糖尿病患者に対する両側 ITA の使用が縦隔炎のリスクとなる報告<sup>25)</sup>もあり、糖尿病患者の中でも特に、肥満、女性、インスリン使用例などに対しては、両側 ITA の使用に慎重になるべきであろう。

65 歳未満の若年者は、平均余命より考えると、20 年以上の長期成績まで考える必要がある。今回、7 年の心イベント回避率が 55.4% と改善の余地があると考えられた。生活習慣の改善は言うまでもないが、動脈グラフトの多用や、両側 ITA の使用が長期成績を向上させることが報告されており<sup>23, 26, 27)</sup>、若年者に対しては、人工心肺を使用しなくても、動脈グラフトを適切な冠動脈に、完全血行再建する必要があると考えられる。

今回、人工心肺の非使用が、心イベントのリスク因子の一つであった。本研究が randomized trial でなく、ハイリスクグループに対して積極的に OPCAB を行ったという selection bias が考えられるが、OPCAB が吻合部位等を妥協した血行再建であったことも否定できない。OPCAB が広く普及した近年においては、人工心肺使用の有無はリスクとならないという報告<sup>28)</sup>もあり、手術手技が安定した近年の症例を追跡していく必要があろう。

## 結 語

術後心イベントを減少させるためには、完全動脈グラフトにこだわらず、患者背景、グラフトの性状、冠動脈の部位や病変に応じたグラフト選択を行う必要がある。

## 文 献

- 1) Ueda, Y., Osada, H. and Osugi, H. : Thoracic and cardiovascular surgery in Japan during 2005 annual report by the Japanese association for thoracic surgery. Gen. Thorac. Cardiovasc. Surg. **55** : 377-399, 2007.
- 2) Hamamsy, I.E., Cartier, R., Demers, P. et al. : Long-term results after systemic off-pump coronary artery bypass surgery in 1000 consecutive patients. Circulation **114** (Suppl.

- 1) : I-486-I491, 2006.
- 3) Calafiore, A.M., Giammarco, G.D., Teodori, G. et al. : Bilateral internal thoracic artery grafting with and without cardiopulmonary bypass : Six-year clinical outcome. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **130** : 340-345, 2005.
- 4) Fukui, T., Takanashi, S., Hoshoda, Y. et al. : Early and midterm results of off-pump coronary bypass grafting. *Ann. Thorac. Surg.* **83** : 115-119, 2007.
- 5) Sabik, J.F., Blackstone, E.H., Gillinov, M. et al. : Occurrence and risk factors for reintervention after coronary artery bypass grafting. *Circulation* **114** : I-454-I-460, 2006.
- 6) Lim, E., Drain, A., Davies, W. et al. : A systematic review of randomized trials comparing revascularization rate and graft patency of off-pump and conventional coronary surgery. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **132** : 1409-1413, 2006.
- 7) Esaki, J., Koshiji, T., Okamoto, M. et al. : Gastroepiploic artery grafting does not improve the late outcome in patients with bilateral internal thoracic artery grafting. *Ann. Thorac. Surg.* **83** : 1024-1029, 2007.
- 8) Sabik, J.F., Lytle, B.W., Blackstone, E.H. et al. : Comparison of saphenous vein and internal thoracic artery graft patency by coronary system. *Ann. Thorac. Surg.* **79** : 544-551, 2005.
- 9) Shimizu, T., Suesada, H., Cho, M. et al. : Flow capacity of gastroepiploic artery versus vein grafts for intermediate coronary artery stenosis. *Ann. Thorac. Surg.* **80** : 124-130, 2005.
- 10) 虚血性心疾患に対するバイパスグラフトと手術術式の選択ガイドライン. *Circ. J.* **70** (Suppl. IV) : 1477-1553, 2006.
- 11) Shah, P.J., Durairaj, M., Gordon, I. et al. : Factors affecting patency of internal thoracic artery graft : Clinical and angiographic study in 1434 symptomatic patients operated between 1982 and 2002. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* **26** : 118-124, 2004.
- 12) Gardner, T.J. : Searching for the Second-best coronary artery bypass graft : Is it the radial artery? *Circulation* **115** : 678-680, 2007.
- 13) 樋上哲哉 : 超音波メスによる新しい内胸動脈採取法. 第一版, 金芳堂, 京都, 2004, pp. 67-72.
- 14) Maniar, H.S., Barner, H.B., Bailey, M.S. et al. : Radial artery patency : Are aortocoronary conduits superior to composite grafting? *Ann. Thorac. Surg.* **76** : 1498-1504, 2003.
- 15) Lemma, M., Mangini, A., Gelpi, G. et al. : Is it better to use the radial artery as a composite graft? Clinical and angiographic results of aorto-coronary versus Y-graft. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* **26** : 110-117, 2004.
- 16) Nezcic, D.G., Knezevic, A.M., Milojevic, P.S. et al. : The fate of the radial artery conduit in coronary artery bypass grafting surgery. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* **30** : 341-346, 2006.
- 17) Légaré, J.F., Buth, K.J., Sullivan, J.A. et al. : Composite arterial grafts versus conventional grafting for coronary artery bypass grafting. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **127** : 160-166, 2004.
- 18) Khot, U.N., Friedman, D.T., Pettersson, G. et al. : Radial artery bypass grafts have an increased occurrence of angiographically severe stenosis and occlusion compared with left internal mammary arteries and saphenous vein grafts. *Circulation* **109** : 2086-2091, 2004.
- 19) Desai, N.D., Naylor, D., Kiss, A. et al. : Impact of patient and target-vessel characteristics on arterial and venous bypass graft patency-insight from a randomized trial. *Circulation* **115** : 684-691, 2007.
- 20) Kim, K.B., Cho, K.R., Choi, J.S. et al. : Right gastroepiploic artery for revascularization of the right coronary territory in off-pump total arterial revascularization : Strategies to improve patency. *Ann. Thorac. Surg.* **81** : 2135-2141, 2006.
- 21) Hayward, P.A. and Buxton, B.F. : Contemporary coronary graft patency : 5-year observational data from a randomized trial of conduits. *Ann. Thorac. Surg.* **84** : 795-799, 2007.
- 22) Dion, R., Glineur, D., Derouck, D. et al. : Complementary saphenous grafting : Long-term follow-up. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **122** : 296-304, 2001.
- 23) Arima, M., Kanoh, T., Suzuki, T. et al. : Serial angiographic follow-up beyond 10 years after coronary artery bypass grafting. *Circ. J.* **69** : 896-902, 2005.
- 24) Pevni, D., Uretzky, G., Yosef, P. et al. : Revascularization of the right coronary artery in bilateral internal thoracic artery grafting. *Ann. Thorac. Surg.* **79** : 564-569, 2005.
- 25) Savage, E.B., Grab, J.D., O'Brien, S.M. et al. : Use of both internal thoracic arteries in diabetic patients increases deep sternal wound infection. *Ann. Thorac. Surg.* **83** : 1002-1006, 2007.
- 26) Rankin, J.S., Tuttle, R.H., Wechsler, A.S. et al. : Techniques and benefits of multiple internal mammary artery bypass at 20 years of follow-up. *Ann. Thorac. Surg.* **83** : 1008-1015, 2007.
- 27) Zacharias, A., Habib, R.H., Schwann, T.A. et al. : Improved survival with radial artery versus vein conduits in coronary bypass surgery with left internal thoracic artery to left anterior descending artery grafting. *Circulation* **109** : 1489-1496, 2004.
- 28) Moller, C.H., Penninga, L., Wetterslev, J. et al. : Clinical outcomes in randomized trials of off-vs. on-pump coronary artery bypass surgery : Systematic review with meta-analyses and trial sequential analyses. *Eur. Heart J.* **29** : 2601-2616, 2008.