

- of early saphenous vein aortocoronary bypass graft occlusion. The GESIC Study Group. *Ann Thorac Surg* 1993; **56**: 1101-1106
- 24) Possati G, Gaudino M, Prati F, Alessandrini F, Trani C, Glicca F, Mazzari MA, Luciani N, Schiavoni G: Long-term results of the radial artery used for myocardial revascularization. *Circulation* 2003 **108**: 1350-1354
- 25) Tatoulis J, Buxton BF, Fuller JA: Patencies of 2127 arterial to coronary conduits over 15 years. *Ann Thorac Surg* 2004; **77**: 93-101

開存グラフトを有する症例における再冠動脈バイパス術

岩橋 英彦, 田代 忠, 森重 徳継, 林田 好生, 竹内 一馬,
伊藤 信久, 西見 優, 桑原 豪, 助弘 雄太

1994.4~2007.12における当科での再冠動脈バイパス術(Re-CABG)施行例は19例で、開存グラフトを有するものは10例だった。Re-CABGまでにPCI施行例は7例認めた。緊急手術は3例だった。正中切開7例、左開胸2例、腹部正中切開1例だった。OPCAB症例は5例。手術時間:5.8時間、バイパス数:1.6枝、SVG使用:0.6枝、RITA使用:0.2枝、RA使用:0.7枝、GEA使用:0.4枝であり、中樞吻合は0.8カ所で、下行大動脈の中樞吻合が2例あった。既存グラフトを損傷した例はなかった。出血量は316.9 ml、5例に輸血を要した。IABP使用は1例で、人工呼吸時間:12.2時間、ICU滞在:4日だった。術後合併症はPMI:1例、呼吸不全:2例で、死亡例はなかった。Re-CABGは難渋する手術であるが、左開胸到達法や正中切開でも超音波メスの使用により、安全に行えるようになった。グラフト選択も、多種の中樞吻合の器械により、安全に手術できるようになりつつある。

KEY WORDS: re-CABG, OPCAB, on-pump CABG, bypass graft

Iwahashi H, Tashiro T, Morishige N, Hayashida Y, Takeuchi K, Ito N, Nishimi M, Kuwahara G, Sukehiro Y: Redo-coronary artery bypass grafting for the patent bypass graft. J Jpn Coron Assoc 2008; 14: 217-220

I. 緒言

日本で冠動脈バイパス術(CABG)が行われるようになったのは1960年代後半である¹⁾。近年初回CABGを行った患者が、狭心症の再発やグラフトの閉塞などでCABG再手術(Re-CABG)をしばしば行うようになってきており、このような症例は重症例が多いとされている²⁾。Re-CABGは、前回の手術のための癒着剥離の困難、それに伴う出血、吻合部位の同定が難しく、特に開存グラフトを有する場合のRe-CABGは、グラフト損傷の可能性が高く、手術は困難とされている³⁾。そこで今回、自験例における開存グラフトを有するRe-CABG症例について検討を行った。

II. 対象と方法

1994年4月から2007年12月までに当科においてRe-CABGを行った症例は19例で、そのうち開存グラフトを有するものは10例(CABG全体の0.8%)であった。この10症例を対象とし、術前状態、術中因子、術後経過について検討を行った。

III. 結果

平均年齢:60.7±19.8歳、男女比:6/4で、Re-CABGを施行するまでの期間は3.9±3.3(0.08~9.54)年であった。Re-

CABGとなった理由は、新たな病変の出現4例、バイパスグラフトの一部狭窄1例、バイパスグラフトの一部が閉塞2例、バイパスグラフトの一部が閉塞と狭窄が混在したものの3例であった(表1)。

Re-CABGまでに経皮的冠動脈形成術(PCI)を受けたものは7例(全体の70%)であった。その内訳は、plain old balloon angioplasty(POBA)を1回施行したものが3例、POBAを3回施行したものの1例、POBAを5回施行したものの1例、POBAを1回行いその後ステント留置したものの1例、ステント留置したものの1例であった。

術前状態は、高血圧(7例(70%))、不安定狭心症(5例(50%))の合併が多かった。また高脂血症(4例(40%))、脳血管障害(4例(40%))、陈旧性心筋梗塞(4例(40%))の合併もやや高かった。左室駆出率は65.2±17.5%と比較的良好であり、病変枝数は2.5±0.5枝であった(表2)。手術因子としては、緊急手術の施行例は3例(30%)であり、アプローチは正中切開7例、左開胸2例、腹部正中切開1例であった。正中切開の際は、扇型胸骨鋸を用いて、胸骨を上方に持ち上げながら、前回の手術で埋め込まれた胸骨ワイヤーを目印として切開し、癒着については超音波メス(Harmonic Scalpel; Johnson & Johnson KK, NJ, USA)を使用し丁寧にはがした。

合併手術は腹部大動脈瘤と閉塞性動脈硬化症を1例ずつ認めた。手術時間は5.8±1.5時間であり、当院での単純CABGの平均手術時間(約5時間)と比べるとやや長めであった。出血量は316.9±169.1 ml、輸血は5例(50%)であった(表3)。バイパス数は1.6±0.7枝であり、術中既存のグラ

福岡大学医学部心臓血管外科(〒814-0180 福岡市城南区七隈7-45-1)(本論文の要旨は、第19回日本冠疾患学会学術集会、2005年12月・熊本にて発表した)
(2007.12.7 受付、2008.6.2 受理)

表1 対象例

初回の手術法	再手術の手術法	開胸手技	OPCAB
1 LITA-HL	RA-LAD, SVG-RPL	胸骨正中	—
2 LITA-LAD, RA-OM1-LPL	SVG-OM2 (中脈吻合 下行大動脈)	左開胸	—
3 LITA (75% 狭窄)-LAD SVG-OM, SVG (完全閉塞)-RPD-RPL	RA-LAD, SVG-RPD	胸骨正中	—
4 SVG-LAD (75% 狭窄), SVG-Dx	GEA-LAD	胸骨正中	+
5 LITA-LAD (吻合部より先で狭窄) SVG-Dx (完全閉塞), RITA-OM (完全閉塞)	GEA-LAD, GEA-RA-RPD	胸骨正中	+
6 LITA-LAD, RITA-Dx	GEA-SVG-RPD	腹部正中	+
7 LITA-LAD	FRITA-HL	胸骨正中	—
8 LITA-LAD, SVG-OM (完全閉塞)	RITA-RA-Dx-OM, GEA-SVG-RPD	胸骨正中	—
9 SVG-LAD, LITA-OM (完全閉塞)	SVG-OM (中脈吻合 下行大動脈)	左開胸	+
10 LITA-Dx, GEA-RPD (75% 狭窄), RITA-OM (99% 狭窄), SVG-LPL (完全閉塞)	RA-LAD-LAD	胸骨正中	—

LITA, left internal thoracic artery; HL, high lateral branch; LAD, left anterior descending artery; RA, radial artery; RPL, right posterolateral left ventricular; OM, obtuse marginal; OM1, obtuse marginal 1; OM2, obtuse marginal 2; LPL, left posterolateral left ventricular; SVG, saphenous vein graft; RPD, right posterior descending; Dx, diagonal branch; GEA, gastroepiploic artery; FRITA, free right internal thoracic artery; RITA, right internal thoracic artery.

表2 術前因子

年齢(歳)	60.7±19.8	(10-79)
男女比(例)	6/4	
高血圧(例)	7	(70%)
糖尿病(例)	2	(20%)
高脂血症(例)	4	(40%)
肺機能障害(例)	1	(10%)
脳血管障害(例)	4	(40%)
透析(例)	1	(10%)
閉塞性動脈硬化症(例)	1	(10%)
腹部大動脈瘤(例)	1	(10%)
心房細動(例)	1	(10%)
陈旧性心筋梗塞(例)	4	(40%)
不安定狭心症(例)	5	(50%)
左室駆出率(例)	65.2±17.5	(10-79)
病変枝数(/pt.)	2.5±0.5	(2-3)
左主幹部病変(数)	3	(30%)

表3 術中因子

緊急手術(例)	3	(30%)
バイパス数(/pt)	1.6±0.7	(1-3)
SVG使用(/pt)	0.6±0.5	(0-1)
OPCAB(例)	4	(40%)
人工心肺時間(分)	86.7±45.0	(55-110)
手術時間	5.8±1.5	(2.5-9)
出血量(ml)	316.9±169.1	(35-618)
輸血(例)	5	(50%)
輸血量(u)	2.9±3.1	(0-8)

SVG, saphenous vein graft; OPCAB, off-pump coronary artery bypass grafting.

表4 術後経過

開存率(%)	94%	(15/16)
ICU滞在(日)	4.0±5.7	(0.8-20)
人工呼吸時間	12.2±12.0	(1.0-42)
DOA最大使用量(y)	2.1±1.7	(0-5)
IABP使用(例)	1	(10%)
PMI(例)	1(症例8 RCA領域)	(10%)
呼吸不全(例)	2	(20%)
脳血管障害(例)	0	(0%)
透析(例)	0	(0%)
PCI(例)	1(症例9 誤吻合)	(10%)
病院死亡(例)	0	(0%)
遠隔死亡(例)	0	(0%)

ICU, intensive care unit; DOA, dopamin; IABP, intraaortic balloon pumping; PMI, perioperative myocardial infarction; PCI, percutaneous coronary intervention; RCA, right coronary artery.

フトの損傷はなかった。グラフト選択としては、内胸動脈(ITA)使用は0.2±0.4枝、橈骨動脈(RA)使用は0.7±0.8枝、胃大網動脈(GEA)使用は0.8±0.7枝、大伏在静脈グラフト(SVG)使用は0.6±0.5枝であった。ITAの使用については、術前CTなどにより、強固な癒着が想定される際は使用を控えた。

冠動脈の領域別では、左前下行枝(LAD)はRAで5枝、GEAで2枝バイパスしており、回旋枝(Cx)は遊離右内胸動脈(FRITA)で1枝、右内胸動脈(RITA)-RAのコンビジットグラフトで1枝、大伏在静脈(SVG)で2枝バイパスした。右冠動脈(RCA)は、SVGで2枝、GEAで1枝、GEA-RAで1枝、GEA-SVGで1枝バイパスしていた。人

工心肺非使用冠動脈バイパス術(OPCAB)の施行は40%であった(表2)。

術後経過では、大動脈内バルーンパンピング(IABP)使用は1例のみであり、ICU滞在期間(4.0±5.7日)、術後人工呼吸時間(12.2±12.0時間)がやや長かった。術後合併症は周術期心筋梗塞(PMI):1例、呼吸不全:2例が起こったが、病院死亡は認めなかった(表4)。5年の観察期間では、全死亡、心死亡は共に認めず、良好な成績であった。

IV. 考 察

Re-CABGは、前回の手術のための癒着剥離の困難、それに伴う出血、吻合部位の同定が難しい、特に開存グラフトを有する場合のRe-CABGは、グラフト損傷の可能性が高く、手術は困難とされており^{2,4)}、PCIが多い⁵⁾と考えられる。当科でも70%の患者にRe-CABGが行われる前に、PCIが行われていた。一般的にRe-CABGの割合は1.8~4.7%前後との報告もある⁶⁾が、当科の割合はRe-CABG全体では1.52%、そのうち開存グラフトを有するものは10例(全体の0.8%)と低率であった。この理由としては、動脈グラフトの多用などにより、SVGの使用頻度が少なくなっているためではないかと考えている。また当科の成績は、手術時間とICU滞在、人工呼吸時間がやや長かった以外は、経過は順調であり、平均5年の観察期間で、心臓死も含めて全死亡は皆無であり、Noyezらの報告している5年生存率86.7%と比してよい成績であると考えられた⁷⁾。ここで当科におけるRe-CABGの戦略を述べたい。

1. 開胸方法

左前下行枝(LAD)に吻合が必要な場合は、胸骨正中切開を行うこととしており、今回7例で施行した。

回旋枝(Cx)のみの吻合でよい場合には、左第5肋間開胸を基本としており、2例に施行した。

右冠動脈(RCA)のみの吻合でよい場合には、腹部正中切開とし、1例に行った。

2. グラフト選択

一般的に使用可能なグラフトを表5に示す。これらのグラフトからRe-CABGに用いるグラフトを探すこととなるが、当科では以下のように取り決めている。

LAD領域では、左内胸動脈(LITA)を用いることを基本とするが、LITAは使用されていることが多いので、次の選択としてRITA, RAを用いることとしている。今回の検討では、RITAが癒着のために採取が難しく、使用が難しかったため、RAを多用した。RITA, RAの双方が使用できない症例で、GEAを使用した。GEAについては、遠隔成績が心事故回率(5年)64.4%と思わしくない⁸⁾ため、今後は使用しない方針である。

Cx領域では、若年者(70歳未満)については、動脈グラフト(LITA, RA)によるCxの再建を選択する。高齢者に対してはSVGを選択している。

表5

	一般的使用	特殊使用
LAD	LITA, RITA, RA, SVG	
Dx	LITA, RITA, RA, SVG	Composite RA, FITA
Cx	LITA, RITA, RA, SVG	Composite RA, FITA
RCA (#1-3)	RITA, RA, GEA, SVG	Composite RA, FITA
RCA (#4)	GEA, RA, SVG	Composite RA, FITA

LAD, left anterior descending artery; Dx, diagonal artery; Cx, circumflex artery; RCA, right coronary artery; LITA, left internal thoracic artery; RITA, right internal thoracic artery; RA, radial artery; SVG, saphenous vein graft; GEA, gastroepiploic artery; FITA, free internal thoracic artery.

RCA領域では、RA, SVG, GEAを、患者の状態に応じて選択している。特に狭窄度の軽い場合には、SVGを選択するほうが良好な開存率を期待できると考えている。

3. 中枢吻合が必要な場合

胸骨正中切開の場合で、人工心肺使用冠動脈バイパス術(on-pump CABG)の場合は上行大動脈に行く。またOPCABの際には、動脈グラフトの際はEnclose-II(Novare Surgical Systems Inc., CA, USA)、SVGの使用ではPAS-PORT(Cardica Inc., CA, USA)の使用を第一選択としている。

左開胸の際には、基本的にはOPCABで行い、下行大動脈に中枢吻合する。

腹部正中切開の際には、基本的にはOPCABで行い、GEAを使用とし中枢吻合を行わないこととしている。

4. On-pump CABG か off-pump CABG か?

胸骨正中切開の際には、合併症が少なければon-pump CABGを選択し、吻合の質を上げる努力をする。

左開胸、腹部正中切開の際には、off-pump CABG(OPCAB)を第一選択とする。

5. Re-CABGの問題点

開存グラフトを有するCABGの問題点としては、組織の癒着、既存グラフトの損傷、周術期心筋梗塞(PMI)、目標血管の同定などがあげられると考える。まず癒着については、前回はほとんど胸骨正中切開で行われており、下部組織の強固な癒着や心臓の癒着があるものと考えられる。対応策としては、CTスキャンによる確認、扇型胸骨鋸を用いて胸骨を上方に持ち上げながら、前回の手術で埋め込まれた胸骨ワイヤーを目印として切開する⁹⁾。それらも難しい際には、左開胸や腹部切開を考える。次に既存のグラフト処理であるが、グラフト損傷を防ぐ対応策としては、正中切開の場合、無理に開胸器で広げないこと、超音波メスを使用し丁寧に切開すること、既存グラフトに関係ないところから開胸をすること、などが有用と思われる。PMIを防ぐ虚血対策としては、グラフト損傷をしないように注意深く剥離を行う。塞栓症対策としては、既存のSVGは粥状硬化が特に激しい¹⁰⁾ので、開存しているSVGは触ら

ない。場合によっては、開存グラフトを結紮するなどの方法も有効と思われる。

目標の血管の同定であるが、対策として心外膜の肥厚や癒着のために血管同定が難しい場合は、前回のグラフトを追っていきながら同定していく。心後面の剝離については、最初に心表面の剝離を十分に行い、癒着していない部分を探す。癒着していない面を見つけたらその部分から後面に剝離を進める。癒着面がはがれない場合は、超音波メスで丁寧にはがしていくことが重要である。

中樞吻合が必要な場合は、今後は自動吻合器などをより積極的に用いることなどが重要と考える

V. 結 論

Re-CABG は、超音波メスの使用や多種の中樞吻合のデバイスの出現により、当科において安全に行えるようになったと考えられた。

文 献

- 1) 瀬在幸安, 原田裕光, 工藤哲也, 山崎 昭, 長谷川隆光, 井上文正, 齊藤敏三: 虚血性心疾患における選択的冠動脈造影と左心機能. 胸部外科 1969; 22: 859-868
- 2) van Eck FM, Noyez L, Verheugt FW, Brouwer RM: Analy-

- sis of mortality within the first six months after coronary reoperation. *Ann Thorac Surg* 2002; 74: 2106-2112
- 3) Noyez L, van Eck FM, Skotnicki SH, Brouwer RM: Coronary reoperations in patients with a patent internal mammary artery graft. *Cardiovasc Surg* 2001; 9: 179-183
 - 4) 近藤敬一郎, 養原靖一良, 西本泰久, 長谷川滋人, 澤田吉英, 疋田米造, 松山南律, 岡本順子, 森本大成, 巽 孝彦, 佐々木進次郎, 武内敦郎: 冠動脈再手術の原因とタイミング. 胸部外科 1994; 47: 628-632
 - 5) van Eck FM, Noyez L, Verheugt FW, Brouwer RM: Changing profile of patients undergoing redo-coronary artery surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 21: 205-211
 - 6) 早瀬修平, 矢野 洋, 小川邦泰, 藤田興一, 湯浅 毅, 城田和明, 城所 仁, 服部龍夫: 冠動脈バイパス術後の Ischemic Events に対する再血行再建. 胸部外科 1994; 47: 622-627
 - 7) Noyez L, van Eck FM: Long-term cardiac survival after reoperative coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004; 25: 59-64
 - 8) 岩橋英彦, 田代 忠: 治療の進歩 冠動脈バイパス術. 臨床と研究 2007; 84: 57-61
 - 9) 南淵明宏: CABG テクニック, 医学書院, 東京, 1997, 106-110
 - 10) 西田 博, 石戸谷浩, 根本慎太郎, 坂橋弘之, 廣田 潤, 小柳俊哉, 北村昌也, 遠藤真弘, 小柳 仁: 再冠動脈バイパス術 70 例の検討—適応と成績—. 胸部外科 1994; 47: 616-621

糖尿病の冠動脈疾患に対する治療戦略； 外科の立場から

田代 忠 福岡大学医学部心臓血管外科

冠動脈狭窄に対する冠血行再建術としては、カテーテル治療(PCI)、冠動脈バイパス(CABG)がある。PCIは低侵襲性では優れているが、再狭窄や狭心症再発などの欠点がある。CABGは確実性で優れているが、手術であり傷が残ることや長期の入院を必要とするなどの欠点を有している。最近の進歩としては、PCIに関しては、Drug-Eluting Stent (DES)の出現により、PCIのアキレス腱である再狭窄が減少し治療法としての効果が向上した。

過去の外科の歴史では、抗結核剤の出現により結核に対する肺手術がなくなり、抗潰瘍剤の出現により胃潰瘍に対する胃手術がなくなった。CABGにおいては、PTCA, stent, DESなどの出現の度にCABGがなくなるのではないかと懸念された。事実、DESの出現により、日本だけでなく、欧米でも、CABGの手術件数は明らかに減少している。このような状況において、われわれ心臓外科医は強い危機感を持っている。このような危機感のなかで、CABG対象例は腎不全透析例、80歳以上の高齢者、合併症を有する糖尿病症例、左心機能低下例などの重症例が増加している。

糖尿病の冠動脈疾患に関しては、CABGがPCIやstentに比較して遠隔成績が優れているとの報告も多く見られる。CABGとDESの比較はまだ少ないものの、多枝病変例ではCABGが優れているとの報告も見られる^{1,2)}。CABG症例のうちDM症例の割合は、欧米では29%前後であるが、日本では50%前後と高率である。DM症例に対するCABGの治療成績を向上させることは、今後のCABGの生き残りに向けた重要な課題である。

CABGの最近の進歩として、Off-pump(OPCAB)の導入、動脈グラフトの多用などがあげられる。OPCABに関しては、日本では全CABGの60%がOPCABで行われていることでも明らかな様に、OPCABがCABG低侵襲化の切り札と考えられている。しかし、ヨーロッパや北米ではOPCABの比率は15%前後である。欧米でOPCABが普及しない理由としては、不完全な血行再建が行われた場合は、遠隔期の心事故発生率が高いことなどがあげられる。低侵襲化と確実性の維持は、時に相反する結果を生み出す危険性があることを示している。OPCABを行うためにバイパス数が減少したのではCABGの利点を失うことになる。真鍋らの経験でも、われわれの最近3年間の経験でも1例あたりのバイパス数は4カ所以上であった。OPCABにて多数枝バイパスを行うことが、確実に低侵襲なCABGを行うためには重要である。

今後、PCIは更に進化することが予想される。将来のCABG対象例は、PCI不能の超複雑病変の少数例に偏るのか、CABGの遠隔成績が評価されて多数例に行われるのか、それを決定するのはわれわれ心臓外科医の努力と、循環器内科医の評価であろう。次の世代の心臓外科医に道を残すためわれわれの努力が求められる。糖尿病に特有な小冠動脈やび慢性狭窄などのCABG困難な病変に対しても外科医の挑戦が求められる。

参考文献

- 1) Aamir Javaid, Daniel H. Steinberg, Ashesh N. Buch, Paul J. Corso, Steven W. Boyce, Tina L. Pinto Slottow, Probal K. Roy, Peter Hill, Teruo Okabe, Rebecca Torguson, Kimberly A. Smith, Zhenyi Xue, Natalie Gevorkian, William O. Suddath, Kenneth M. Kent, Lowell F. Satler, Augusto

- D. Pichard, Ron Waksman: Outcomes of Coronary Artery Bypass Grafting Versus Percutaneous Coronary Intervention With Drug-Eluting Stents for Patients With Multivessel Coronary Artery Disease. *Circulation*. 2007; **116**[suppl I]:I-200-I-206
- 2) Edward L. Hannan, Chuntao Wu, Gary Walford, Alfred T. Culliford, Jeffrey P. Gold, Craig R. Smith, Robert S.D. Higgins, Russell E. Carlson, Robert H. Jones: Drug-Eluting Stents vs. Coronary-Artery Bypass Grafting in Multivessel Coronary Disease. *N Engl J Med* 2008; **358**: 331-341

糖尿病患者に対する冠動脈バイパス術(CABG)

西見 優, 田代 忠

Nishimi M, Tashiro T: Coronary artery bypass surgery in patients with diabetes. J Jpn Coron Assoc 2008; 14: 261-265

I. はじめに

糖尿病患者の増加に伴い、冠動脈疾患における糖尿病合併は特に珍しくないが、未だ糖尿病患者において冠動脈疾患は主な死亡原因の一つとなっている¹⁾。また急性冠症候群の死亡率も非糖尿病患者に比べ高い^{2,3)}。糖尿病患者に対する血行再建には冠動脈バイパス術(CABG)の方が経皮的冠動脈インターベンション(PCI)に比べ有用であるとの報告⁴⁾があるが、術後合併症の発生頻度も高く⁵⁾、生命予後を左右するもの事実である。また緊急手術症例では、糖尿病のコントロールが不良な症例でも外科手術に踏みきらざるを得ない場合もある。したがって手術適応、手術術式、周術期管理には十分な注意が必要である。糖尿病患者の冠動脈バイパス術に対する当科での手術成績を検討した。

II. 対象と方法

1994年4月より2008年3月までの間に当科で施行された単独CABG症例は1,151例であり、そのうち術前心不全を合併していた72例を除く1,079例を対象とした。これを糖尿病(D)群509例(食事療法160例、経口薬213例、インシュリン治療136例)、非糖尿病(ND)群570例に分け、術前、術中、術後因子と遠隔期の総死亡率、心血管死亡率について検討した。D群では、定例手術の場合、術前糖尿病科への紹介をルーチンとし、術前・術後管理を専門医とともにに行った。術後の血糖値は積極的にインシュリンの皮下注射または精密持続点滴を用いて血糖値が150 mg/dl以下を目標として管理した。

III. 結 果

1. 術前因子(Table 1)

平均年齢は65歳、75歳以上の割合はND群で高かった。手術状況は緊急手術がND群で16.8%と有意に高いが、準緊急、定例手術に有意差は認めなかった。D群では

左室駆出率は有意に低く冠動脈病変は有意に多かったが左主幹部病変、高血圧、心筋梗塞の既往に関して両群間に有意差は認めなかった。クレアチニン1.5 mg/dl以上を示す腎機能障害症例、血液透析が施行されている症例はD群で有意に高かった。

2. 術中因子(Table 2)

人工心肺の使用は全症例の44.9%であったがこれらは初期の症例(～1998)に多かった。人工心肺非使用症例は55.1%であり、D群でその率が高かった。バイパス吻合枝数はND群2.95枝に対しD群は3.13枝と有意に多かった。左内胸動脈(LITA)の使用率はND群92.5%、D群93.7%であり、桡骨動脈(RA)、大伏在静脈(SVG)の使用率とともに両群間に差は認めなかったが、右内胸動脈(RITA)、両側内胸動脈(BITA)の使用率はND群で有意に高く、胃大網動脈(GEA)使用率はD群で有意に高かった。

3. 術後因子(Table 3)

病院死を含む早期死亡率は全症例で1.3%でありND群1.8%、D群0.8%と有意差は認めなかった。主な死亡原因はND群低心拍出量症候群(LOS)4例(40%)、感染症3例(30%)、腎不全2例(20%)、脳血管障害(CVA)1例(10%)、D群LOS2例(50%)、縦隔炎1例(25%)、呼吸不全1例(25%)であった。CVA発生に差は認めなかったが周術期心筋梗塞(PMI)はND群で2.1%、D群0.6%と有意に低かった。創部感染、縦隔炎発生頻度はそれぞれND群で9.1%、0.4%に対しD群では14.0%、1.8%と有意に高かつ難治性であった。術後dopamine 5 μ g/kg/min以上の強心剤を要した症例、術後大動脈バルーンポンプ(IABP)使用率には両群間に有意差はなかったが、急性腎不全により術後新たに透析を要した症例はND群0.7%、D群2.4%と有意に高かった。ICU滞在日に両群間に有意差は認めなかった。

4. 術後早期グラフト開存率(Table 4)

グラフト別開存率はND群、D群それぞれITA 92.5%、90.9%($p=0.32$)、RA 94.2%、95.2%($p=0.75$)、GEA 89.3%、91.2%($p=0.65$)と動脈グラフト間に有意差は認めなかったがSVG 86.9%、80.1%($p=0.046$)とD群で有意に開存率が低下していた。領域別開存率は前下行枝(LAD)98.5%、

福岡大学医学部心臓血管外科(〒814-0180福岡市城南区七隈7-45-1)

Table 1 Preoperative data in nondiabetic (Group ND) and diabetic (Group D) patients

	Group ND (n=570)	Group D (n=509)	p value
Age (yr)	65.4±12.5	65.6±8.9	0.76
≥75	121 (21.2%)	72 (14.1%)	0.003
EF (%)	62.1±13.9	59.7±14.3	0.005
≤35	29 (5.1%)	34 (6.7%)	0.27
Female sex	118 (20.7%)	126 (24.8%)	0.11
Emergent	96 (16.8%)	59 (11.5%)	0.01
Urgent	78 (13.7%)	71 (13.9%)	0.87
Left main	138 (24.2%)	100 (19.6%)	0.07
Hypertension	376 (66.0%)	319 (62.7%)	0.26
Previous MI	231 (40.5%)	225 (44.2%)	0.22
CRF (Cr≥1.5 mg/dl)	59 (10.4%)	88 (17.3%)	0.001
HD	18 (3.2%)	40 (7.9%)	0.001
No. of vessel disease	2.40±0.77	2.54±0.70	0.002

EF: ejection fraction, MI: myocardial infarction, CRF: chronic renal failure, Cr: creatinine, HD: hemodialysis

Table 2 Operative data according to Groups ND and D

	Group ND (n=570)	Group D (n=509)	p value
CPB	279 (48.9%)	203 (40.5%)	0.005
OPCAB	291 (51.1%)	303 (59.5%)	0.005
Anastomosis/patient	2.95±1.1	3.13±1.2	0.01
LITA	577 (92.5%)	477 (93.7%)	0.41
RITA	196 (34.4%)	133 (26.1%)	0.003
BITA	182 (31.9%)	120 (23.6%)	0.002
RA	203 (35.6%)	197 (38.7%)	0.27
RGEA	81 (14.2%)	115 (22.6%)	0.001
SVG	312 (54.7%)	278 (54.6%)	0.22

LITA: left internal thoracic artery, RITA: right internal thoracic artery, BITA: bilateral internal thoracic artery, RGEA: right gastroepiploic artery, RA: radial artery, SVG: saphenous vein graft

Table 3 Early postoperative data according to Groups ND and D

	Group ND (n=570)	Group D (n=509)	p value
Deaths (hospital death)	10 (1.8%)	4 (0.8%)	0.16
CVA	12 (2.1%)	5 (1.0%)	0.14
PMI	12 (2.1%)	3 (0.6%)	0.03
Wound infection	52 (9.1%)	70 (14.0%)	0.016
Mediastinitis	2 (0.4%)	9 (1.8%)	0.002
ARF	4 (0.7%)	12 (2.4%)	0.024
Inotropic>5 µg/kg/min	75 (13.2%)	50 (9.8%)	0.09
IABP (post ope)	21 (3.7%)	14 (2.8%)	0.39
ICU stay (day)	2.50±5.8	2.05±2.5	0.09

CVA: cerebrovascular accident, PMI: perioperative myocardial infarction, ARF: acute renal failure, IABP: intra-aortic balloon pump, ICU: intensive care unit

Table 4 Bypass graft patency according to Groups ND and D

	Group ND (n=570)	Group D (n=509)	p value
Graft patency			
ITA	92.5%	90.9%	0.32
RA	94.2%	95.2%	0.75
GEA	89.3%	91.2%	0.65
SV	86.9%	80.1%	0.046
LAD	98.5%	97.6%	0.16
Dx	95.5%	97.3%	0.36
Cx	93.6%	93.8%	0.91
RCA	98.3%	90.8%	0.02
RCA distal	95.3%	91.9%	0.12

ITA: internal thoracic artery, GEA: gastroepiploic artery, RA: radial artery, SV: saphenous vein, LAD: left anterior descending, Dx: diagonal branch, Cx: circumflex branch, RCA: right coronary artery

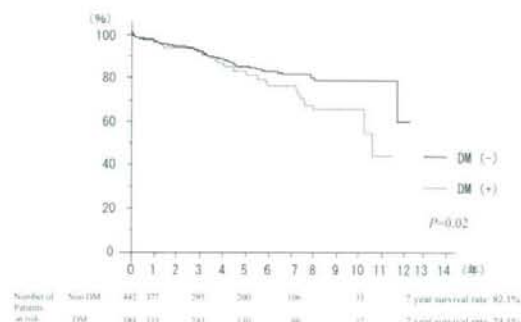


Fig. 1 全死亡回避率

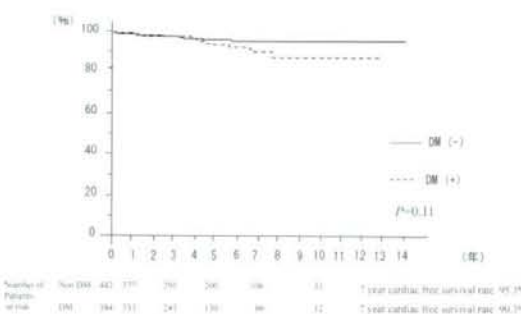


Fig. 2 心臓死回避率

97.6% (p=0.16), 対角枝 (Dx) 95.5%, 97.3% (p=0.36), 回旋枝 (Cx) 93.6%, 93.8% (p=0.91), 右冠動脈 (RCA) 末梢 95.3%, 91.9% (p=0.12) と左心系および RCA 末梢に対するバイパスには有意差は認めなかったが, RCA 中根 (Seg3) では 98.3%, 90.8% (p=0.02) と D 群で有意に低かった。

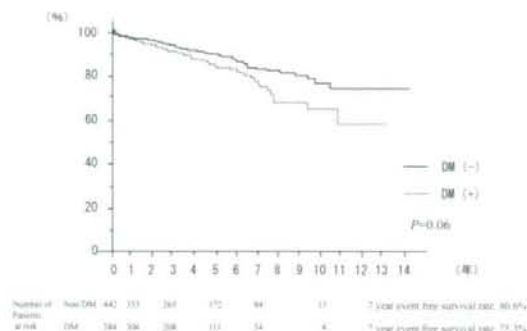


Fig. 3 心事故回避率

5. 遠隔成績 (Fig. 1~3)

平均観察期間は 4.5 ± 3.1 年であり全死亡を含めた生存率 (ND 群/D 群) はそれぞれ 3 年 92.2%, 90.0%, 5 年 88.3%, 82.4%, 7 年 82.1%, 74.1% と有意差 ($p=0.02$) を認めたが心臓死回避率では 3 年 97.4%, 97.9%, 5 年 95.8%, 93.4%, 7 年 95.3%, 90.3% ($p=0.11$), 心事故回避率は 3 年 91.4%, 91.6%, 5 年 84.4%, 81.7%, 7 年 80.6%, 75.3% ($p=0.06$) と有意差は認めずとも良好であった。

IV. 考 察

糖尿病合併例の冠動脈は血管径も細く多枝病変である。糖尿病は全身疾患であるため、術前は特に全身血管系の評価が必要となってくる。頭部 CT による梗塞巣の有無、頸部ドップラーエコーによる頸動脈の評価は重要である。胸部 CT で上行大動脈を含む血管系のチェックは必須であるが腎障害患者、特に慢性維持透析患者では上行大動脈の石灰化を来す症例が多いことに注意を要する。これらの情報を念頭におき手術では触診、および epi-aortic echo 検査により人工心肺使用の有無やグラフト中継吻合部を決定することになる。鎖骨下動脈の動脈硬化が高度な症例もあり、遊離グラフトとしての使用や大伏在静脈の使用頻度も高くなり中継部の評価は詳細に行われなければいけない。慢性透析を行っていない腎障害患者は将来、透析に移行する可能性が生じるため橈骨動脈の使用は避けるが、多彩な病態を呈すること、病状の進行によりその基準ははっきりとしない、われわれは $Cr 2.0 \text{ mg/dl}$ 以上である場合はその使用を避けている。

手術法は近年、CABG への低侵襲化が進められ、常温体外循環⁶⁾、人工心肺を使用しない冠動脈バイパス術 (OPCAB)⁷⁾、動脈グラフトによる多枝バイパス術⁸⁾ など術式の変遷により合併症の軽減を認めるに至った。糖尿病患者に対する手術では早期死亡については危険因子となるが、術後 30 日を過ぎれば 5 年の心臓関連死亡回避率は 97.3% と非糖尿病の 97.9% と変わらないとする報告⁹⁾、明らかに 5 年の生存率、心事故率に影響を与えるとの報告¹⁰⁾ もある。本邦では初回単独冠動脈バイパスの OPCAB の割

合は待機手術で 66.5%、非待機手術では 52.7% と高く、年々増加の傾向を示している¹¹⁾。糖尿病患者に対する OPCAB は死亡率については変わらないが、輸血使用量、人工呼吸使用時間、心房細動発生率、透析が必要となる腎不全などの術後合併症を減少させたとの報告¹²⁾、病院死亡率は on-pump 症例とは変わらないが stroke の発生、腎不全、輸血量、入院期間の短縮があったとの報告¹³⁾ などが見られている。完全血行再建を行った OPCAB では 1 年後のグラフト造影の開存率は 96% と非糖尿病の 95.4% と変わらず、5 年の心臓関連死亡回避率は 99% と良好であり、75 歳以上の患者と慢性腎不全が危険因子であったとの報告¹⁴⁾ もある。少なくとも術後合併症の面から見れば OPCAB の優位性を裏付けるデータがあり、今後もよいオプションとなりうるであろう。

一般に深部胸骨感染症による死亡率は 20.3% と高く¹⁵⁾ 深刻な問題である。CABG 後において独立危険因子として糖尿病、両側内胸動脈 (BITA) の使用、透析患者などが報告¹⁶⁾ されている。グラフトの選択において BITA の使用は LITA 単独よりも遠隔成績が優れている^{17,18)} ため、DM 症例に対しても積極的な使用も報告されている。BITA の使用でも ITA 単独と比べ術後合併症、心事故回避率、心死亡回避率には差はなく¹⁹⁾、7 年の遠隔調査でも BITA の方が優れていたとの報告²⁰⁾ もある。

ITA の採取法に関しハーモニックスカルペルを用いた skeltonization による方法は胸骨への血流を温存し²¹⁾、糖尿病患者でも pedicle で採取した方法に比べ創部感染を減少させ、安全で有用²²⁾ であった。しかし肥満、女性の糖尿病患者では縦隔炎のリスクを上げる因子となっており、これらに症例では単独 ITA の使用を勧める報告²³⁾ もある。では BITA の使用は多くの症例で使用可能であるだろうか？糖尿病未治療例や内服およびインシュリン治療でのコントロールが悪い場合でも、手術までの待機期間でコントロールが可能であればさほど問題とはならない。しかし、緊急手術例では術後感染症は外科医を悩ます問題でもある。動脈グラフトによる多枝血行再建をめざすには ITA を主体として RA や GEA をいかに用いるかが必要となってくる。当科では LITA、SVG の使用には差がないものの BITA の使用は非糖尿病症例で高く、RA と GEA の使用は糖尿病症例で高い結果であった。術後のグラフト開存率は糖尿病症例の SVG で有意に低下していたが、動脈グラフト (RA, GEA) では非糖尿病症例と比べて有意差はなく、若年者や DM コントロールが不良な症例には有益な方法の一つと考えられた。

術後高血糖が術後合併症、死亡率に影響を及ぼすことについてはいくつかの報告²⁴⁾ がある。インシュリンの持続投与が皮下投与に比べ深部胸骨感染症を減少したとし、術後高血糖が縦隔炎の単独危険因子であるとの報告²⁵⁾ もあるため、積極的に血糖コントロールが必要となってくる。目標とする血糖値は 200 mg/dl 以下で感染のリスクを下げ

たとする報告^{25,26)}もあるが150 mg/dl以下にするのが望ましい²⁷⁾ともいわれ、われわれも積極的なインシュリン投与により血糖コントロールを行っている。

手術部位感染症 (SSI) の予防のため、①胸骨骨髄面の洗浄、②胸骨ピンの使用、7~8本の胸骨ワイヤーで強固な胸骨固定、③皮下組織、脂肪組織の十分な洗浄、④真皮縫合、⑤皮下にシリコンドレーン (JVAC: Johnson & Johnson) を挿入することで効果をあげている²⁸⁾、当科での縦隔炎を含む創部感染症は糖尿病症例で有意に高かったため、現在ではほぼ全例に同様な処置を行い SSI の減少を認めている。JVAC ドレーンなどによる低圧持続吸引による感染予防は死腔の減少と浸出液の排出の相互作用と考えられた。

慢性透析患者では糖尿病の割合も増加し、透析導入患者の主要原疾患では43.4%が糖尿病が原因であった²⁹⁾。糖尿病性腎症を原因とする腎機能障害を合併している症例ではバイパス手術の管理に加え、全身的な管理を必要とされる。当施設でも CABG 症例における糖尿病合併の割合は増加傾向であり、慢性維持透析を有する症例も増加している。人工透析を行っている慢性腎不全患者では人工心臓の使用が、術後の死亡率、脳梗塞、縦隔炎の高い予測因子となっている³⁰⁾。OPCAB では手術死亡率は変わらないが合併症の軽減を認めている^{31,32)}。

人工透析を要していないが腎機能障害 (2.0 mg/dl>Cr) のある症例では、52.5%に糖尿病の合併を有し、術後人工透析が13.6%であり、腎機能正常例と比べ有意に高かった。また、術後5年の全死亡回避率、心事故回避率ともに低い結果であったとの報告³³⁾がある。自験例でも糖尿病患者で術後に人工透析治療を要した症例は2.4%と非糖尿病例に比べ有意に高く、いかに周術期に腎保護を行うかに注意を要した。

V. おわりに

今後増加する糖尿病患者とともに CABG 症例糖尿病合併例も増加するであろう。糖尿病症例では PCI に対する CABG の優位性は変わらないと考えられているが、DES の登場でその優位性も検討される時代に入った。CABG を行うにあたって、術前の全身の評価と管理、術士の工夫、術前後の血糖コントロール、きめ細かな術後管理が必要であり、これにより術後合併症は克服でき、さらに非糖尿病患者と同等の長期予後の改善が期待できると考えられる。

文 献

- 1) Stamler J, Vaccaro O, Neaton JD, Wentworth D: Diabetes, other risk factors, and 12-yr cardiovascular mortality for men screened in the Multiple Risk Factor Intervention Trial. *Diabetes Care* 1993; **16**: 434-444
- 2) Fava S, Azzopardi J, Agius-Muscat H: Outcome of unstable angina in patients with diabetes mellitus. *Diabet Med*

1997; **14**: 209-213

- 3) Jacoby RM, Nesto RW: Acute myocardial infarction in the diabetic patient: pathophysiology, clinical course and prognosis. *J Am Coll Cardiol* 1992; **20**: 736-744
- 4) The BARI Investigators: Influence of diabetes on 5-year mortality and morbidity in a randomized trial comparing CABG and PTCA in patients with multivessel disease. The Bypass Angioplasty Revascularization Investigation (BARI): *Circulation* 1997; **96**: 1761-1769
- 5) Carson JL, Scholz PM, Chen AY, Peterson ED, Gold J, Schneider SH: Diabetes mellitus increases short-term mortality and morbidity in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery. *J Am Coll Cardiol* 2002; **40**: 418-423
- 6) Salerno TA, Houck JP, Barrozo CA, Panos A, Christakis GT, Abel JG, Lichtenstein SV: Retrograde continuous warm blood cardioplegia: a new concept in myocardial protection. *Ann Thorac Surg* 1991; **51**: 245-274
- 7) Buffolo E, de Andrade CS, Branco JN, Teles CA, Aguiar LF, Gomes WJ: Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1996; **61**: 63-66
- 8) Calafiore AM, Giammarco G: Complete revascularization with three or more arterial conduits. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 1996; **8**: 15-23
- 9) Calafiore AM, Mauro MD, Giammarco GD, Contini M, Vitolla G, Laco AL, D'alejandro S: Effect of diabetes on early and late survival after isolate first coronary bypass surgery in multivessel disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; **125**: 144-154
- 10) Rajakaruna C, Rogers CA, Suranmalia C, Angelini GD, Ascione R: The effect of diabetes mellitus on patients undergoing coronary surgery: A risk-adjusted analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006; **132**: 802-810
- 11) 瀬在幸安: わが国の冠動脈外科の現状: 2007年度全国冠動脈外科アンケート結果, 第13回日本冠動脈外科学会学術大会, 東京, 2008年7月
- 12) Magee MJ, Dewey TM, Acuff T, Edgerton JR, Hebler JM, Prince SL, Mack MJ: Influence of diabetes on mortality and morbidity: off-pump coronary artery bypass grafting versus coronary artery bypass grafting with cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 2001; **72**: 776-781
- 13) Srinivasan AK, Grayson AD, Fabri BM: On-pump versus off-pump coronary artery bypass grafting in diabetic patients: a propensity score analysis. *Ann Thorac Surg* 2004; **78**: 1604-1609
- 14) Choi JS, Cho KR, Kim KB: Does diabetes affect the postoperative outcomes after total arterial off-pump coronary bypass surgery in multivessel disease? *Ann Thorac Surg* 2005; **80**: 1353-1360
- 15) Trouillet JL, Vuagnat A, Combes A, Bors V, Chastre J, Gandjbakhch I, Gibert C: Acute poststernotomy mediastinitis managed with debridement and closed-drainage aspiration: factors associated with death in the intensive care unit. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005; **129**: 518-524
- 16) Toumpoulis IK, Anagnostopoulos CE, DeRose Jr JJ, Swistel DG: The impact of deep sternal wound infection on long-term survival after coronary artery bypass-grafting. *Chest* 2005; **127**: 464-471
- 17) Lytle BW, Blackstone EH, Loop FD, Houghtaling PL, Arnold JH, Akhrass R, McCarthy PM, Cosgrove DM: Two internal thoracic artery grafts are better than one. *J Tho-*

- rac Cardiovasc Surg 1999; **117**: 855-872
- 18) Calafiore AM, Giammarco GD, Teodori G, Mauro MD, Iacò AL, Bivona A, Contini M, Vitolla G: Late results of first myocardial revascularization in multiple vessel disease: single versus bilateral internal mammary artery with or without saphenous vein grafts. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004; **26**: 542-548
 - 19) Hirotsu T, Nakamichi T, Munakata M, Takeuchi S: Risks and benefits of bilateral internal thoracic artery grafting in diabetic patients. *Ann Thorac Surg* 2003; **76**: 2017-2022
 - 20) Lev-Ran O, Braunstein R, Neshor N, Ben-Gal Y, Bolotin G, Uretzky G: Bilateral versus single internal thoracic artery grafting in oral-treated diabetic subsets: comparative seven-year outcome analysis. *Ann Thorac Surg* 2003; **76**: 2017-2022
 - 21) Higami T, Kozawa S, Asada T, Shida T, Ogawa K: Skeletonization and harvest of the internal thoracic artery with an ultrasonic scalpel. *Ann Thorac Surg* 2000; **70**: 307-308
 - 22) Hirose H, Amano A, Takanashi S, Takahashi A: Skeletonized bilateral internal mammary artery grafting for patients with diabetes. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2003; **2**: 287-292
 - 23) Matsa M, Paz Y, Gurevitch J, Shapira I, Kramer A, Pevny D, Mohr R: Bilateral skeletonized internal thoracic artery grafts in patients with diabetes mellitus. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001; **121**: 668-674
 - 24) Estrada CA, Young JA, Nifong LW, Chitwood WR Jr: Outcomes and perioperative hyperglycemia in patients with or without diabetes mellitus undergoing coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2003; **75**: 1392-1399
 - 25) Furnary AP, Zerr KJ, Grunkemeier GL, Starr A: Continuous intravenous insulin infusion reduces the incidence of deep sternal wound infection in diabetic patients after cardiac surgical procedures. *Ann Thorac Surg* 1999; **67**: 352-360
 - 26) McAlister FA, Man J, Bistriz L, Amad H, Tandon P: Diabetes and coronary artery bypass surgery: an examination of perioperative glycemic control and outcomes. *Diabetes Care* 2003; **26**: 1518-1524
 - 27) Clement S, Braithwaite SS, Magee MF, Ahmann A, Smith EP, Schafer RG, Hirsch IB: Management of diabetes and hyperglycemia in hospitals. *Diabetes Care* 2004; **27**: 553-591
 - 28) 藤井正大, 落 雅美, 栗田二郎, 神戸 将, 別所竜蔵, 新田 隆, 清水一雄: 当施設における開心術後 Surgical Site Infection 予防対策 (特集 エビデンスに基づいた SSI 予防). *日本外科感染症学会雑誌* 2007; **4**: 297-301
 - 29) わが国の慢性透析療法の現況 2007 年末の慢性透析患者に関する基礎集計. *日本透析医学会 統計調査委員会*
 - 30) Liu JY, Birkmeyer NJO, Sanders JH, Morton JR, Henriques HF, Lahey SJ, Dow RW, Maloney C, DiScipio AW, Clough R, Leavitt BJ, O'Connor GT: Risks of morbidity and mortality in dialysis patients undergoing coronary artery bypass surgery. *Circulation* 2000; **102**: 2973-2977
 - 31) Tashiro T, Nakamura K, Morishige N, Iwakuma A, Tachikawa Y, Shibano R, Iwahashi H, Zaitu R, Hayashida Y, Koga S, Takeuchi K, Kimura M: Off-pump coronary artery bypass grafting in patients with end-stage renal disease on hemodialysis. *Ann Thorac Surg* 2002; **74**: 377-382
 - 32) Yokoyama T, Baumgartner FJ, Gheissari A, Capouya ER, Panagiotides GP, Declusin RJ: Off-pump versus on-pump coronary bypass in high-risk subgroups. *Ann Thorac Surg* 2000; **70**: 1546-1550
 - 33) Hirose H, Amano A, Takahashi A, Nagano N: Coronary artery bypass grafting for patients with non-dialysis-dependent renal dysfunction (serum creatinine 2.0 mg/dl). *Eur J Cardiothorac Surg* 2001; **20**: 565-572

1. 冠動脈バイパス術—on-pump CABG—

福岡大学医学部心臓血管外科

森重 徳継 田代 忠

1) はじめに

冠動脈バイパス術 (coronary artery bypass grafting; CABG) には、人工心臓を使用する on-pump CABG と人工心臓を使用しない off-pump CABG がある。また、on-pump CABG の中には、大動脈遮断心停止下に行う方法 (CPB-AXCL) と、心拍動下に行う方法 (on-pump beating) がある。症例に応じて、以上3つの方法を使い分ける必要がある。頸部血管病変、脳血管障害、大動脈病変、腎不全など人工心臓の high risk 症例に対しては off-pump CABG が有用である¹⁾。人工心臓の low risk 例については、on-pump CABG と off-pump CABG のいずれを選択するかは off-pump CABG への習熟度により決定する。最近の当教室での傾向としては、単独 CABG は原則として off-pump CABG を行い、弁形成や左室形成などの心内操作や胸部大動脈置換等を要する合併手術例や、単独 CABG でも血行動態不安定例においては、on-pump CABG を行っている。この場合、特に左心機能低下を伴う症例では心虚血時間を回避もしくは短縮するために on-pump beating CABG

を行う機会が増えている。

2) on-pump CABG の適応

冠動脈吻合は心停止下に行う方が容易に確実な吻合が可能であることは明らかである。また、心機能の不安定な症例では人工心臓を使用した方が、安定した全身循環の維持が可能である。一方、体外循環や心停止が high risk 症例では過大な侵襲となり合併症や死亡の発生につながる可能性がある。これらの点を考慮して3つの方法を症例により使い分ける必要がある。表1にわれわれの術式選択の適応を示す。CPB-AXCL は low risk 症例を対象に行えば、体外循環、大動脈遮断、心停止などの操作は大きな侵襲とはならず、心停止下の確実な吻合が可能である。一般的に、術後のグラフト開存率は、CPB-AXCL や on-pump beating などで良好であるが、これは術者の手技の習熟度に依存するため、報告者により差異がある。On-pump beating は心機能に障害のある症例や血行動態の不安定な症例に行われる²⁾。

■ 表1 3つの冠動脈バイパス術方法の適応

	心臓	
	high risk	low risk
全身状態 high risk	off-pump	off-pump
low risk	on-pump beating	off-pump / on-pump (AXCL)

off-pump: 人工心臓非使用心拍動下冠動脈バイパス術, on-pump beating: 人工心臓使用心拍動下冠動脈バイパス術, on-pump (AXCL): 人工心臓使用心停止下冠動脈バイパス術。

3) on-pump CABGの術前検査

On-pump CABGを安全に行うためには術前に大動脈病変や脳血管病変のないことを確認する必要がある。大動脈病変を見るため、胸腹部単純CTにて大動脈石灰化や瘤の存在を除外する。また術中には大動脈エコーにて上行大動脈の内膜肥厚や可動性プラークのないことを確認する。上行大動脈に病変が見られる場合にはoff-pumpまたは送血部位の変更(腋窩動脈送血など)を行う。脳血管病変のスクリーニングとして、頸動脈duplex-scanや頭部CT検査を行う。高度の内頸動脈狭窄($\geq 90\%$)や脳虚血症状を伴う場合は、off-pumpへの変更や、同時手術として内頸動脈内膜摘除術を検討する。

4) on-pump CABGの方法

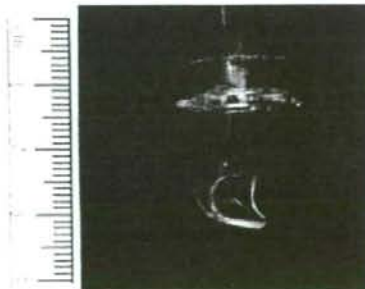
上行大動脈送血、右心房からのtwo-stage 1本脱血にて体外循環を行う。体外循環を安全に行うポイントは、送血ジェットにより動脈硬化を飛ばすことを避けることにある。そのためにジェット流の少ない送血管を選択する必要がある。送血管は大動脈に対して最も愛護的なdispersion cannulaを用いている(図1)³⁾。左心ペントは、上行大動脈に入れた心筋保護ラインより行っている。心筋保護は、逆行性持続性微温血液心筋保護法を行う。大動脈遮断の後、

上行大動脈より順行性に心筋保護液を注入し心停止とした後、冠静脈洞より心筋保護液を持続的に灌流し心停止を維持する。CPB-AXCLでのCABG術式の利点としては、大動脈側の吻合が可能であり、桡骨動脈などのフリーグラフトを大動脈に直接吻合することが可能であることが挙げられる。On-pump beating CABGでは同様に上行大動脈送血、右心房からのtwo-stage 1本脱血にて体外循環を行うが、左心ペントは原則使用していない。CO₂ blowerを用いた無血野、スタビライザーを用いた静止野にて冠動脈吻合を行う。

5) 人工心肺を使用した心拍動下冠動脈バイパス術の実際

症例

60歳、男性。15年前より糖尿病に対する経口血糖降下薬内服治療を受けている。腹部大動脈閉塞症に対する腹部大動脈-両側外腸骨動脈バイパスを他院で8年前に受けている。心不全症状の出現があり入院。冠動脈造影にて3枝病変を認め、同時に心拡大[左室拡張末期径(LVDd) 61mm、左室収縮末期径(LVDs) 52mm、左室拡張末期容積係数(LVEDVI) 121mL/m²、左室収縮末期容積係数(LVESVI) 97mL/m²]、左心機能低下[左室駆出率(LVEF) 20%]を認めた。僧帽弁逆流はなし。冠動脈造影では、左冠動脈主幹部50%、左前下行枝(LAD) #6 50~90% long lesion、第1対角枝(D1) 90%、鈍縁枝(OM) 90%、回旋枝(Cx) #13 75%、右冠動脈(RCA)



■ 図1 dispersion cannula



#1 90%, #3 90%, 後下行枝 (RPD) 90%の病変を認める (図2)。左心機能低下を伴う重症3枝病変症例であり、on-pump beating CABGの良い適応であるが、全身動脈硬化を合併しており、術中は脳合併症の予防に細心の注意が必要である。グラフトはLITAとSVGを選択し、左内胸動脈 (LITA) - 左前下行枝 (LAD)、大伏在静脈グラフト (SVG) - 第1対角枝 (D1) - 鈍縁枝 (OM) - 後側壁枝 (LPL)、SVG - 右後下行枝 (RPD) の予定で手術に臨んだ。

scheduled IABP

本症例は左室駆出率(left ventricular ejection fraction ; LVEF) 20%の低左心機能例であり、術前より大動脈内バルーンポンピング (intra-aortic balloon pumping ; IABP) 挿入を計画した。両側大腿動脈の動脈硬化が強く、また両側浅大腿動脈も閉塞しており、大腿動脈からのIABP挿入は困難と判断し、術当日に透視下で左肘動脈穿刺により、7.0FrサイズのIABPバルーン (東海メディカル製) を胸部下行大動脈へ挿入留置した後、手術室へ搬入した。

消毒, 体位

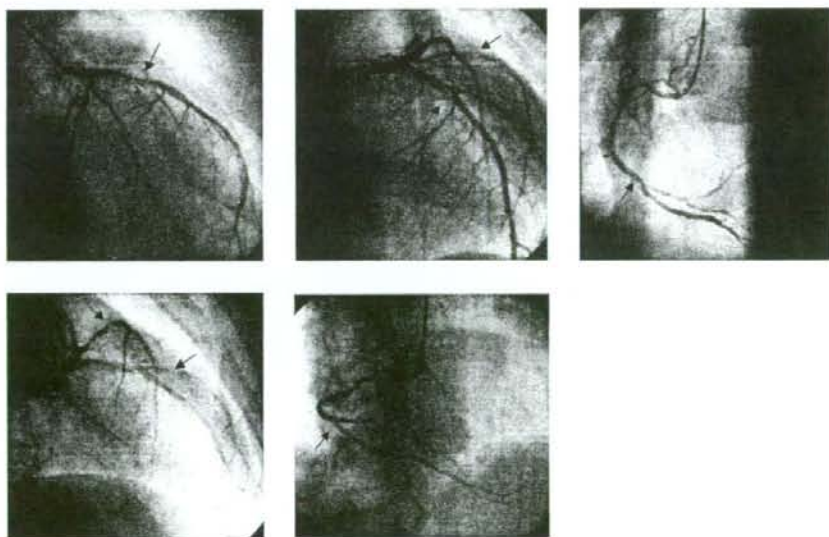
消毒は胸部から両足先まで消毒し、ドレーピングする。右腋窩動脈送血が可能なように配慮しておく。体位は仰臥位で、両下肢は大腿部と下腿に枕を入れ、蛙足様肢位としておく。

グラフト採取

胸骨正中切開にて開胸し、左内胸動脈を採取する。採取にはHarmonic Scalpel[®]を使用してfull skeletonizedで行っている。同時に両下腿より大伏在静脈グラフトを採取する。

epiaortic echoと送脱血管挿入 (SVG) 1)

心嚢内に温生食を満たし、7.5MHzのエコープローブにて大動脈を評価する。上行大動脈遠位部の前面に内膜肥厚を認めたが、中樞側は後壁に認めるのみであった。送血管を通常より低めに挿入する方針とした。また大伏在静脈グラフト中樞吻合はサイドクランプを使用できないためEnclose[®] IIを使用することにした。



■ 図2 術前冠動脈造影
矢印は病変部を示す。文中説明を参照のこと。

心側面の視野展開法 (SVG 2)

心臓後面の心膜腔の最深部に太い絹糸を掛け、左尾側へ牽引することで心臓が起き上がる (LIMA suture)。右開胸とし、さらに右側心膜の横隔膜附着部を切開 (右横隔神経に注意する) することにより、脱転した心臓の心尖部を右胸腔に落とし込むことで、良好な心側面の視野が得られる。

SVG-RPD吻合 (SVG 3)

LIMA suture を左尾側へ牽引、心尖部が頭側を向くように心臓を脱転することで下壁の視野が得られる。厚手のガーゼを左側に添えて滑脱

を押さえ、吸引型スタビライザー (ここでは OCTOPUS® 4 tissue stabilizer [Medtronic, Minneapolis, USA] を使用) にて標的である RPD を固定する。吻合部を15番メスで剥離する。冠動脈遮断は中枢側のみ5-0ポリプロピレン糸を回し、小児用のターニケットにて軽く閉めることで行っている。

以後の解説における針の方向は、冠動脈に対して時計方向で表す。図3にて頭側が9時、尾側が3時方向である。

RCA末梢 (RPD, RPL) に対する吻合では、グラフトを助手が尾側に把持し、順手で parachute technique でグラフトのheal側を縫合

**SVG 1** epiaortic echo

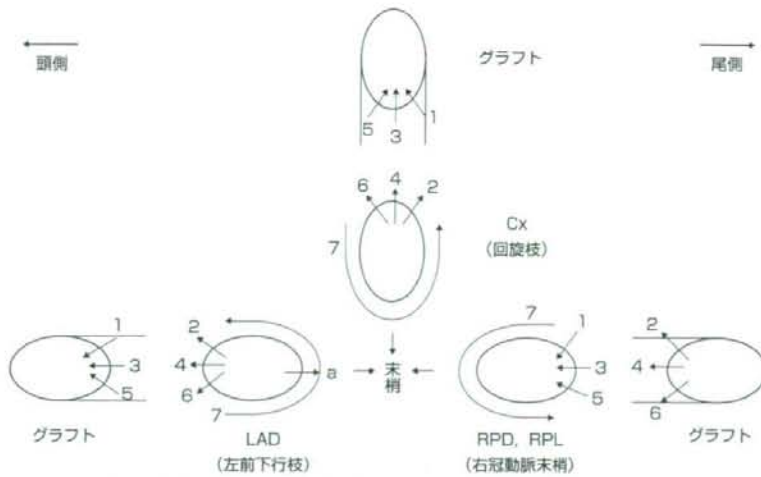
左：上行大動脈遠位部短軸像で、前壁の内膜肥厚を認める。右：上行大動脈中程の短軸像で、後壁の内膜肥厚、石灰化を認める。

**SVG 2** 側壁の視野展開法

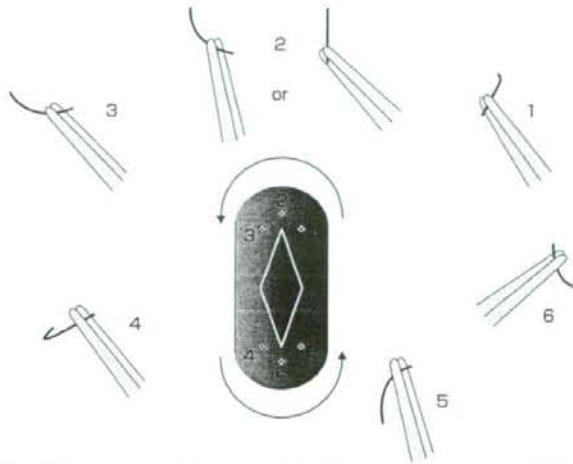
LIMA suture を左側方向に牽引し、心臓を右側に脱転する。右開胸と右側心膜切開の併用により心尖部は右胸腔内に収まり、平面に近い吻合視野が得られる。

**SVG 3** 下壁の視野展開法

LIMA suture を左尾側方向に牽引し、心臓を頭側に脱転する。吸引型のスタビライザーにて吻合部位を固定する。



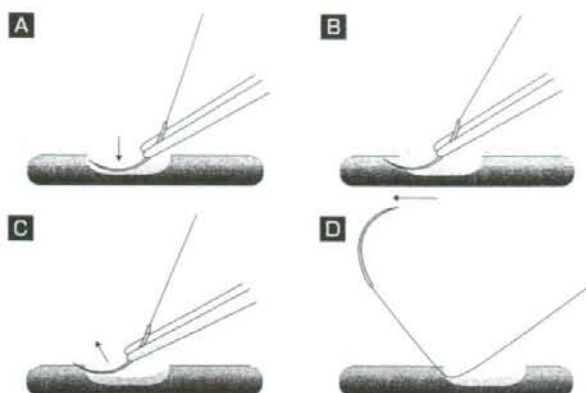
■ 図3 冠動脈吻合（端側吻合）の実際



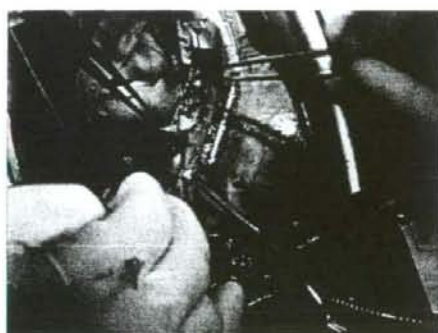
■ 図4 toeおよびheelの吻合における持針器での針の把持方向

する。2時から4時の間は順手で冠動脈に対し外→内、グラフトに対し内→外に針を入れるようにそれぞれ離して縫合する (parachute technique, 図3: RPD, RPL: 1-6)。グラフトを冠動脈に下ろして合わせた後に、今までとは反対側の針を用いてグラフトに対し外→内、冠動脈に対し内→外に針を通し2時から4時方向に反時計回りに縫合する (図3: RPD, RPL: 7)。1時から11時の運針においては、

持針器での針の把持方向は図4の1-3のようになる。Toeおよびheelの縫合では、グラフト・冠動脈とも厚く掛けると、吻合部狭窄の原因となる。また、冠動脈後壁を拾わないように注意する。Toeでは、持針器にて縫合針先端が冠動脈前壁天井へ向くように把持して、切開口に滑り込ませ、針の角度を変えずに持ち上げるように運針するとよい (図5)。糸を結紮し縫合を終了する。結紮によるpurse-string効果を防ぐ



■ 図5 toeおよびheelの吻合における運針（逆手）



■ 図4 SVG-LPL吻合

ために12~15針の縫合を行っている。

SVG-D1-OM-LPL吻合 (■ 図4)

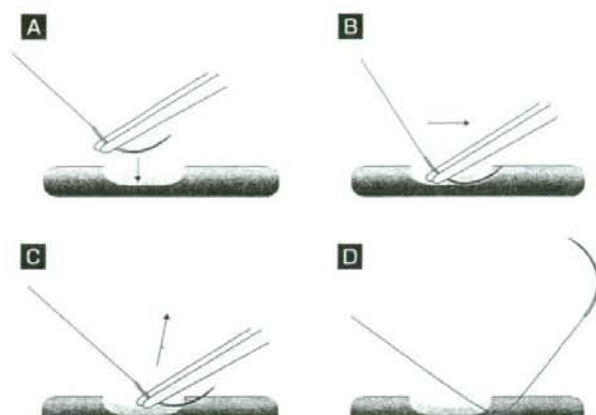
先述したように、LIMA sutureを助手側へ牽引、心臓を術者側へ脱転し、心尖部を右胸腔内に入れることで心側壁の冠動脈の良好な視野を得ることができる (■ 図2)。

本症例では側壁領域の冠動脈再建 (LPL, OM, D1) を1本のSVGで行った。まずSVG-LPLの端側吻合から行う。

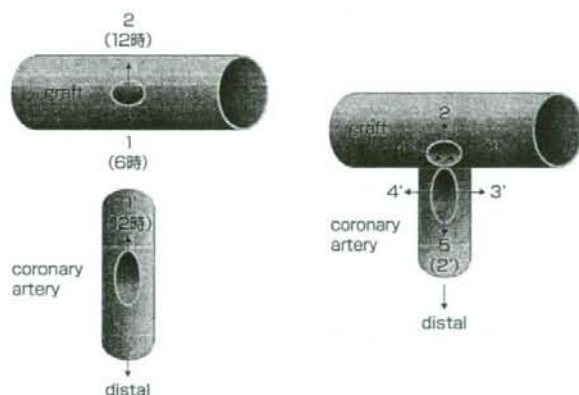
Cxに対する吻合では、グラフトは術者の正面に来るように助手が把持し、1時から11時の方向へグラフトに対し外→内、冠動脈に対し内→外の方向で針を入れながら、それぞれ離して

縫合する (parachute technique) (■ 図3 : Cx : 1-6)。グラフトを冠動脈に下ろして合わせた後にグラフトに対し外→内、冠動脈に対し内→外に針を通し縫合する。11時から6時までは順手で運針し縫合する (■ 図3 : Cx : 7)。6時から1時までの間は逆手で、冠動脈に対し内→外グラフトに対し外→内に針を通し縫合する。7時から5時の運針においては、持針器での針の把持方向は■ 図4の4-6のようになる。6時 (toe) では、持針器にて縫合針先端が冠動脈前壁天井へ向くように鎌状に把持して、切開口に滑り込ませ、針の角度を変えずに持ち上げるように運針するとよい (■ 図6)。空気抜きをした後、糸を結紮する。冠動脈遮断を解除する。グラフトと人工心肺送血ラインの側枝をつなぎ、出血のないことを確認する。

側々吻合はグラフトと冠動脈が直角に交差するダイヤモンド型の吻合を行った。吻合間の長さの決定は、beating下のCABGではグラフトを人工心肺血で張らせた状態で合わせればよく、容易である。グラフトの切開口は2~3mm長、切開後両サイド (6時、12時) に7-0糸を2針掛ける (■ 図7 : 1, 2)。冠動脈切開も2~3mm長とし、大きく取らない。グラフトの6時に掛けた針糸の他端の内膜側の針を冠動脈の12時の



■ 図6 toeの吻合における運針（順手）



■ 図7 冠動脈吻合（側々吻合）の実際

内→外へ掛けてグラフトを寄せて結紮する（図7：1-1'）、U-Clip™（Medtronic, Minneapolis, USA）2針でグラフトと冠動脈の3時とグラフトと冠動脈の9時を縫合する（図7：3-3'，4-4'）。最後にグラフトの9時に掛けておいた糸の内側の針糸を冠動脈の6時へ掛けてグラフトを寄せて結紮する（図7：2-2'）。遮断を解除し、出血を確認する。追加縫合を掛け止血する。単結節縫合は、連続縫合に見られるpurse-string効果は回避できるのでダイヤモンド吻合のような小切開口での吻合には有用である。また単結節縫へのU-Clip™の使用により、結紮

の手間が回避でき、手技を簡便化することができる⁴⁾。

LITA-LAD吻合 (5x5 5)

LADの視野展開は、柄付きガーゼを左側心後面に入れ心尖部を右側前方に起こし、吸引型スタビライザーにて吻合部を固定する（図8）。

LITAは完全にskeltonizedに採取するため、把持は滅菌済み・ディスプレイの針整理用のスポンジと舌圧子を組み合わせで作成した器具へ26G注射針で固定することで行っている。LADに対する吻合では、グラフトは頭側を向

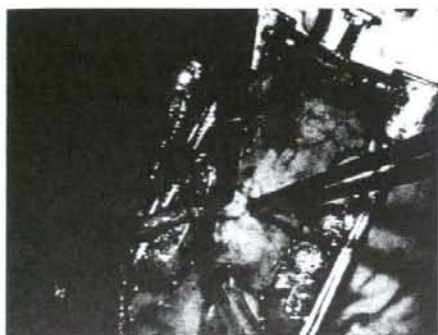
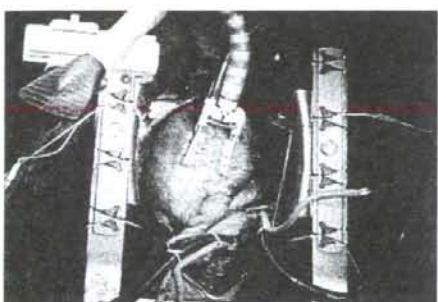


FIG 5 LITA-LAD吻合



FIG 6 SVG中枢吻合



■ 図8 LADの視野展開法

柄付きガーゼを左側心後面に入れ心尖部を右側前方に起こし、吸引型スタビライザーにて吻合部を固定する。

いた術者の正面に来るように助手が把持する。針の方向は、冠動脈に対して時計方向で示し、図3のLADにて頭側が9時、尾側が3時方向である。まず、10時から8時の方向にグラフトに対し外→内に、冠動脈に対し内→外に針を入れ、それぞれ離して縫合する(parachute technique)(図3:LAD:1-6)。グラフトを冠動脈に下ろして合わせた後にグラフトに対し外→内、冠動脈に対し内→外に針を通し縫合する。9時から3時までには順手で運針し縫合する(図3:LAD:7)。3時から10時までの間は逆手で、冠動脈に対し内→外、グラフトに対し外→内に針を通し縫合した後、糸を結紮する。持針器での針の把持方向とtoeおよびheelでの針の掛け方はCxに準じる。

SVG中枢吻合 (FIG 6)

本症例では上行大動脈遠位部の内膜肥厚があり、脳合併症の危険性からサイドクランプの使用は避け、Enclose® II Anastomosis Assist Device (ATS Medical, Minneapolis, USA) を使用して、SVG中枢吻合を行った。Enclose® 使用時は、大動脈の内側の隙間が限られているため、針糸は6-0の強弯の小さい針の付いたものを使用すると容易である。

回旋枝に対するグラフトの中枢吻合においては、助手がSVGを術者の正面に来るように把持し、1時から11時の方向にグラフトに対しては外から内、大動脈に対しては内から外へ針を入れるようparachute techniqueで運針し、グラフトを大動脈に下ろす。その後は反時計回りに11時から5時までグラフトに対して外から内、大動脈に対して内から外へ針を順手で通して縫合していく。1時から5時までには反対の針を使用して、順手で大動脈に対して外から内、グラフトに対して内から外へ通して縫合した後、糸を結紮する。

右冠動脈に対するグラフトは、尾側に来るため、助手側から吻合すると容易である。助手側から見て11時から9時の方向にグラフトに対しては外から内、大動脈に対しては内から外へ針を入れるようparachute techniqueで運針し、グラフトを大動脈に下ろす。その後は反時計回り