

洗練された心臓外科医による冠動脈バイパス

鈴木 友彰, 浅井 徹

Suzuki T, Asai T: **Off-pump coronary artery bypass grafting under a skilled surgeon.** J Jpn Coron Assoc 2008; 14: 57-61

I. はじめに

虚血性心疾患の治療体系は、まず生活習慣の管理、スタチン、抗血小板剤、亜硝酸剤などの薬物療法をベースとし、さらに現在人類が持ち合わせている2大血行再建法であるPCIとCABGを駆使し、心筋血流を増加させ、生命予後改善、生活の質の改善を最大の目標としている分野である。

冠血行再建法の変遷、進歩はこの40年間に集約されている。1960年代に人工心肺を使用したCABGが確立された。当初使用していたグラフトは静脈グラフトが中心であったが、遠隔期においていわゆるgraft diseaseを起し狭窄や完全閉塞を起こす確率が10年で40~60%であることがわかってきた。1967年にKolessov¹⁾により内胸動脈を使用したCABGが報告されたが、当初、内胸動脈の驚くべき優れた長期開存性を知る由もなく、その技術的な困難さゆえ、広く普及するには時間がかかった。1986年にLoop²⁾らが内胸動脈を使用したCABGの圧倒的な優位性を証明して以来、次々に内胸動脈の優れた長期開存性が示され、10年20年経過しても90%以上の開存率があることがわかってきた。

CABGに遅れて約10年、1977年にGruentzig³⁾らによりPTCAが導入された。当初のバルーンによる冠動脈形成から、ステント、ロータブレーターなどその方法論、技術面など飛躍的な発展を遂げている。これにより人類はPCIとCABGという強力な二つの血行再建法を得たことになった、と同時にこの両者を比較検討し、それぞれが持ち合わせている潜在的な能力、効果を解明し、正しい使い分け方を議論する義務を与えられた。そして現在DESを中心としたPCIと、動脈グラフトによるOPCABの時代になってきている。OPCABが広まって約10年、外科医の立場から、当施設のデータをもとにその成果と課題を述べる。

II. OPCABの欠点と利点

OPCABの最大の利点は人工心肺を使わないことであ

る。これにより体外循環の侵襲を回避でき、また人工心肺を安全に施行できない症例、たとえば大動脈に強い石灰化のみられるものや、脳血管障害など多臓器に問題のある場合でも、より安全に手術が行えるようになった。いかえるとより重症な症例に対してCABGの適応が拡大されたといえる。OPCABと従来のCABGを比較検討した報告によると、入院死亡率、術後合併症発生率、輸血率、IABP使用率などが有意に減少したことがわかってきた^{4,5)}。低侵襲こそがOPCABの最大の利点であり、高齢化重症化するにつれその恩恵は大きくなると思われる。OPCABがもたらした低侵襲化により、より重症な症例、従来なら助けることができなかった症例まで適応が広がり、多くの命を救い、QOLを改善していることは、数字では現れないが事実であると思われる。

OPCABと従来のCABGの違いは唯一、人工心肺を使用しない点だけである。逆にいうと人工心肺を使用しないこと以外で、手術のクオリティーに違いが出てはいけない。例えば、選択されるグラフト、バイパス部位、一人当りのバイパス本数、吻合の質、開存率、完全血行再建率などに差が出てはいけない。しかし初期のOPCABでは、そういった点に差が出ていたことは否定できない。また、術中の血行動態の破綻はOPCAB特有の合併症である。術中に血行動態が破綻し人工心肺に移行した症例は非常に成績が悪いことがわかっている。

これらを一言でいいかえると、OPCABの欠点は、技術的な困難さといえる。人工心肺を使用しないという最大の利点を生かしつつ、従来のCABGと同等のクオリティーでバイパスを完成させることは、今まで以上に熟練を要する。技術的な困難さが、施設間、術者間の成績の格差を生み、さらに、若手心臓外科医が育ちにくい環境を作り出している。高度な技術をもった術者に症例が集まり、そうでない外科医は自然淘汰されてゆき、洗練された心臓外科医のみが生き残ってゆく、これ自体は医療を受ける患者にとっていいことかもしれない、しかし限られた施設でしかない手術が受けられないことは、一方で患者にとって不幸かもしれない。また、ただでさえ長かった心臓外科医への道のりはさらに長くなり、若手心臓外科医のモチベーショ

滋賀医科大学心臓血管外科(〒520-2192 大津市瀬田月輪町)

ンが低下し、外科医離れが進んでいるのも事実である。このことも医療を受ける患者にとっては不幸なことかもしれない。

III. 質の高い OPCAB とは

質の高い、長持ちするバイパスモデルはどういったものが少しずつわかってきている。まず、OPCAB にて血行動態の破綻をきたすことなく完全血行再建を行うことが大原則である。さらに、最も信頼のおける内胸動脈を一番いい状態で使用する。樋上⁶⁾らが開発したハーモニックスカルペルを用いて skeletonize 法で採取された内胸動脈は長く、太く、最大限のフローを出せることがわかってきた。Skeletonize で採取した場合、胸骨の血流温存の点でも有利なことが示された⁷⁾。また、両側の内胸動脈で前下行枝と回旋枝を再建することが長期生命予後を改善することがわかってきた⁸⁾。さらに composite graft は遠隔期において、どちらか一方あるいは両方が閉塞してしまう可能性が高いことが示され、内胸動脈は単独で、ときに sequential 吻合を用いて前下行枝と回旋枝にそれぞれ使用されるべきであることがわかった。

もうひとつの in situ 動脈グラフトである胃大網動脈 (GEA) に関して、須磨ら⁹⁾の報告によると5年、10年の開存率がそれぞれ 85.5%、66.5%であった。これは skeletonize 法が導入される以前のデータであり、skeletonize 法以降の開存率は4年で 86.4%と報告しており¹⁰⁾、さらなるフォローアップで長期の優れた開存率が期待されている。また GEA の最も適したターゲットは右冠動脈の末梢であり、90%以上の狭窄の強い病変が最適であるとされ、これは10年以上の経験で、flow competitionにより string を起こすからであり、それが懸念される場合は SVG を使用することが考慮される。GEA を in situ で使用できる場合、aorta non touch となり、さらにリスクの低い OPCAB が実現される。

さらに昨今、高齢化重症化にともない、ターゲットの冠動脈はよりびまん性小口径で複雑な病変が増加しており、skeletonize 法で準備された最高の状態のグラフトを、かなり末梢の細い冠動脈にバイパスするテクニックが要求される。いいグラフトをいい冠動脈にバイパスすることが、CABG の特徴である distal protection 効果を最大限に発揮できることになる。

以上、グラフトの選択、準備、バイパスデザイン、SVG、GEA の適正な使い方など、少しずつ質の高い OPCAB モデルが明らかになってきている。これらを確実に実現できるテクニックが心臓外科医には要求されている。

IV. OPCAB の成績

OPCAB の早期成績については多くの報告がみられる。また、ようやくその中期成績が報告されるようになった。OPCAB 導入早期の成績として、Gundry¹¹⁾らは7年の

フォローを報告しており、OPCAB では従来の CABG に比べ吻合枝数が 2.4 vs 3.2 と少なく、再血行再建率が 20% vs 7% と高かったとしている。Sabik¹²⁾らは4年のフォローアップで、生存率は OPCAB で 87.5%、従来の CABG で 91.2% と同等であったが、不完全血行再建率が 31% vs 18% と高く、吻合枝数が 2.8 vs 3.5 と低かったと報告している。これらは OPCAB が導入された早期のものであり、現在かなり熟練した外科医による成熟した OPCAB の中期成績が出ている。Calafiore¹³⁾らは6年のフォローで OPCAB と on-pump CABG を比べ、吻合枝数、完全血行再建率に差はなく、中期成績でも off-pump と on-pump で違いはなかったとしている。Fukui¹⁴⁾らは OPCAB 602 例の5年フォローアップで、吻合枝数 3.6、完全血行再建率 99.2%、30日死亡 0.5%、5年生存率として全死亡回避 87.9%、心原死亡回避 97.7% と極めて優れた早期中期成績を報告している。このようになんか熟練され、洗練された外科医によるクオリティーの高い OPCAB により、良好な中期成績を期待できることが示された。しかしこれらのシリーズにおいてもやはりまだ、off-pump か on-pump かを選択するのに patient selection があり、多少のバイアスがかかっている。われわれの施設では、single surgeon により patient selection なしで OPCAB を施行している。以下に、その早期中期成績を報告する。

対象は2002年1月から2007年5月までの CABG 症例で、1枝病変や salvage 例を除いた多枝病変連続 477 例である。平均バイパスは 3.46、完全血行再建率は 96.6%、体外循環への移行例なし、30日死亡は 5 例 (1.1%) であった。中期成績として、平均追跡期間 3.0±1.3 年で、生存率 79.1% (図 1)、心原性死亡回避生存率 93.4% (図 2)、心事故回避率 75.8% (図 3) であった。Selection バイアスのない OPCAB シリーズの報告として貴重なデータと思われる。

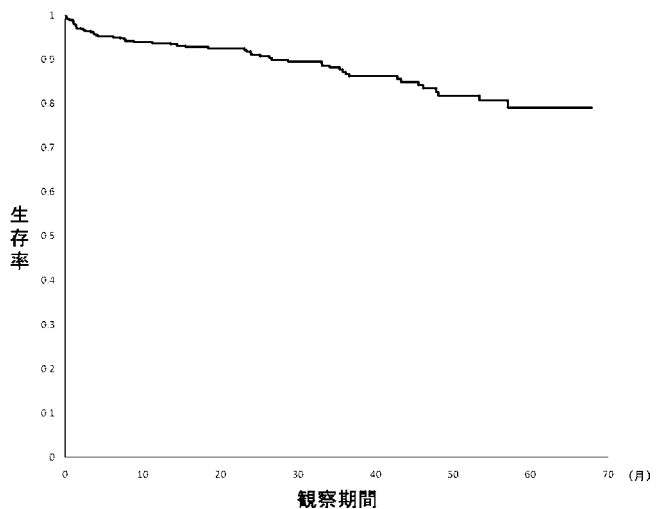


図 1 累積生存率

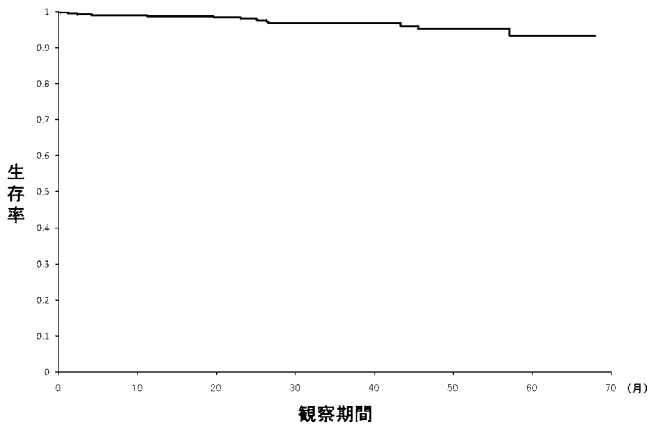


図2 心原性死亡回避生存率

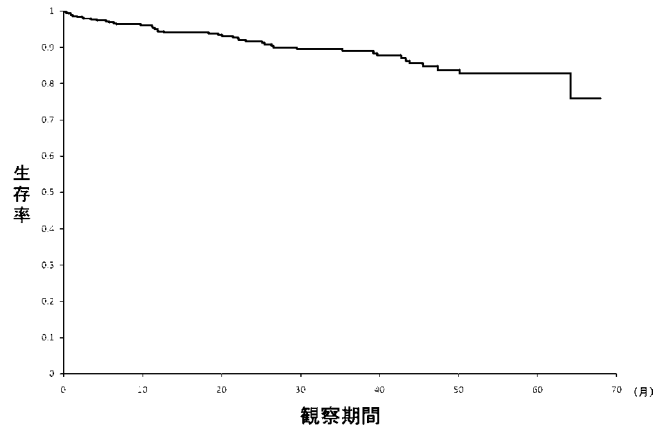


図3 心事故回避率

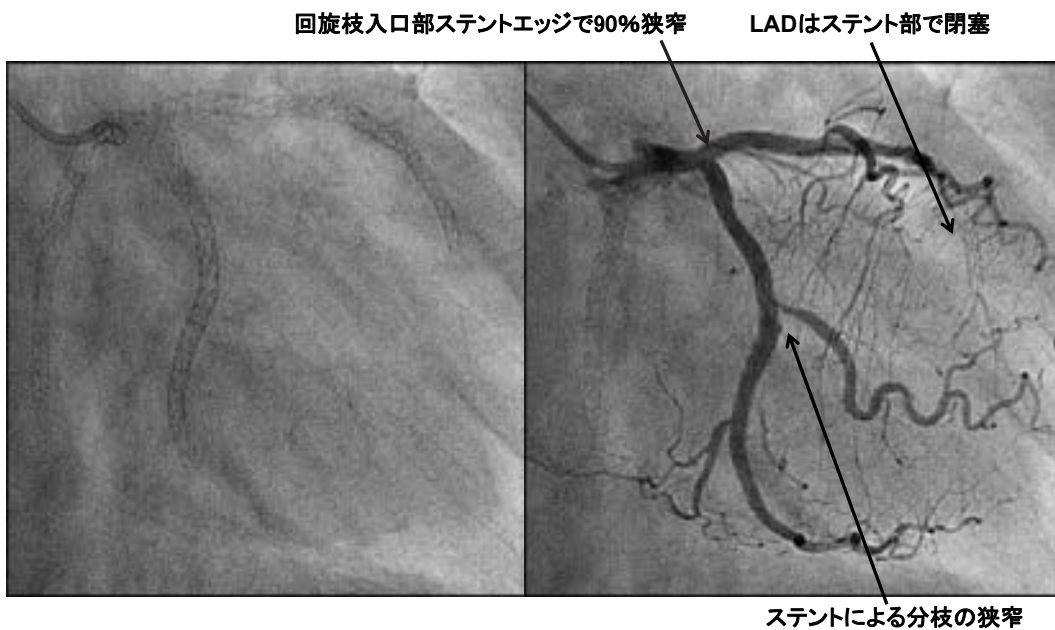


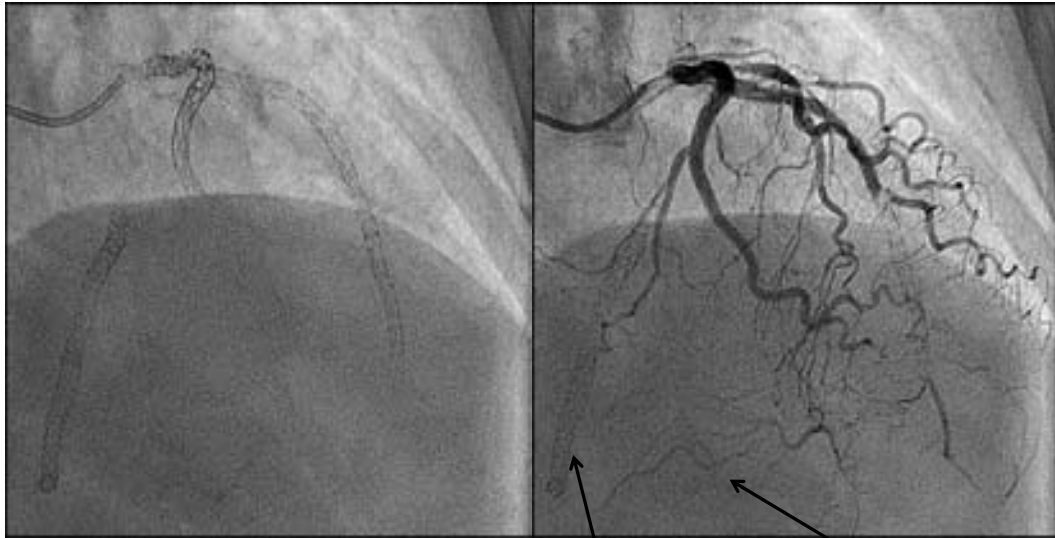
図4 左冠動脈造影
前下行枝，回旋枝，右冠動脈いずれも DES で埋め尽くされている．前下行枝はステント部で閉塞している．ステントにより主要分枝が狭窄している．

V. DES 時代において

DES はステント治療の問題点であった再狭窄率を著明に改善できたことが最大の利点である．しかし一方で，より厳重な抗血小板剤の内服管理が必要となり，また late thrombosis という致命的な合併症を心配する必要が出てきたという欠点がある．高齢化重症化社会において，ただでさえ医療を受けるにあたって安全域の狭い患者にとって DES はさらにその安全域を狭くしているのではないかと感じることも多く，適切な症例に正しい使い方をしないと DES の強力な利点を生かしきれないと思われる．われわれの施設にも DES による PCI を受けた症例が紹介されてくる．術前に抗血小板剤を中止しヘパリンに切り替え管理するのであるが，血栓症を心配するあまり，われわれに

とって今までには感じることもなかったなんともいえぬ不安感が常につきまとっている．

また，DES が導入されて以降，それまでには経験しなかったような特殊な症例が増えている．それは主要冠動脈の中枢から末梢まで，ときにバイパスターゲットになる部分まで，多数の DES でカバーされている症例である．図 4，5 に最近経験した症例を提示する．糖尿病を併発した 67 歳の女性で，3 枝病変に対し，LAD，CX，RCA それぞれに DES が挿入され，再狭窄，ステントエッジの new lesion を繰り返し無数の DES が挿入され，主要分枝の狭窄，RCA，LAD の完全閉塞に陥ったあげく CABG に紹介されてきた．skeletonize された ITA と GEA で，残存している主要な枝 6 箇所バイパスをおき，症状は著明に改善したが，バイパスフローはやや少なく，クオリティーの低



RCAもステント部で閉塞、末梢は回旋枝より造影される

図5 左冠動脈造影
右冠動脈もステント部で閉塞しており、末梢は回旋枝より造影される。前下行枝のバイパスターゲットはかなり末梢になり、領域が非常に狭い。

い CABG となってしまう。こういった症例では当然、心機能に影響を及ぼすような大事な中隔枝や対角枝などが侵されており、またバイパスターゲットを、ステントを超えて必要以上に末梢にもっていかなくてはならないことが多い。これでは CABG の効果を最大限に生かすことができず、クオリティーの低いバイパスとなってしまう、結果、生命予後を縮めてしまう可能性がある。こういった症例はいずれも心臓外科のない施設からの紹介で、無理な PCI を押し進めた結果であり、内科医と外科医が中立な立場で、症例に忠実にディスカッションすることが非常に大切であり、虚血性心疾患を有する患者の生命予後改善のためには、すぐれた内科医と外科医の力が必要であることを痛感する。霊長類の最高峰に位置する人類が、自分たちの生命を延ばしてくれるであろう方法を目の前にして、正しい選択ができないほど愚かでないことを祈りたい。

VI. これからの心臓外科医

心臓外科医にとって厳しい時代である。OPCAB は虚血性心疾患を有する患者にとって、さまざまなメリットをもたらしたことは疑いがないと思われる。しかし、心臓外科医にとってその道のりが、OPCAB の登場によってさらに細く長いものになってしまった。たとえば自分たちが、紹介する立場である内科医や、あるいは患者自身であったとする。動脈グラフトを自在に操り安全に OPCAB で完全血行再建できる外科医と、従来の CABG しかできない外科医のどちらを選択するかといわれたら、当然前者を選択することになるのである。昨今、社会の意識も高まり、雑誌や新聞で症例数の多い施設のランキングなどが出ている。上位にランクされるのは例外なく OPCAB で名を馳せた心

臓外科医のいる施設ばかりである。

紹介してくださる内科医の立場からすると、自分の患者を預けるわけであるから、紹介先を選択した時点で患者やその家族に対して多大な責任を負うわけである。できれば患者や家族が選んできた外科医に紹介しているほうが気が楽かもしれない。だから外科医は技術だけでなく、人間的にも信頼がおけ、内科医が負った責任や不安を吹き飛ばしてくれるような存在でなければならない。家族の方とトラブルを起こしたり、都合の悪いことを隠すような外科医は問題外である。

もうひとつ、外科医も内科医もお互いのことを知らなさすぎる。また知ろうとしていない。PCI の難しさ、正しい適応、効果、成績など実際をほとんど知らない。カテーテルの先端が冠動脈の入り口にウエッジする快感を知っている外科医は何人いるであろう。全身麻酔で胸骨を切開する CABG の手術に手洗いして実際に入り、ICU で昼夜問わず経過を観察したことがある内科医はいるであろうか。いくら PCI や OPCAB など技術ばかりを磨いても、信頼のおける関係をつくるよう外科医も内科医も努力をしなければ、虚血性心疾患の患者にとってさらなる幸福は訪れないと思う。内科外科合同のこの冠疾患学会がその役割を果たしてくれるであろうと期待する。

文 献

- 1) Kolessov IV: Mammary artery-coronary artery anastomosis as method of treatment for angina pectoris. J Thorac Cardiovasc Surg 1967; 54: 535-544
- 2) Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, Stewart RW, Goormastic M, Williams GW, Golding LAR, Gill CC, Taylor

- PC, Sheldon WC, Proudfit WL: Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events. *N Engl J Med* 1986; **314**: 1-6
- 3) Gruentzig A: Transluminal dilatation of coronary-artery stenosis. *Lancet* 1987; **1**: 263
 - 4) Cartier R, Brann S, Dagenais F, Martineau F, Couturier A: Systematic off-pump coronary artery revascularization in multivessel disease experience of three hundred cases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; **119**: 221-229
 - 5) Calafiore AM, Mauro MD, Contini M, Giammarco GD, Pano M, Vitolla G, Bivona A, Carella R, D'Alessandro S: Myocardial revascularization with and without cardiopulmonary bypass in multivessel disease: impact of the strategy on early outcome. *Ann Thorac Surg* 2001; **72**: 456-462
 - 6) 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
 - 7) Cohen AJ, Lockman J, Lorberboym M, Bder O, Cohen N, Medalion B, Schachner A: Assessment of sternal vascularity with single photon emission computed tomography after harvesting of the internal thoracic artery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; **118**: 496-502
 - 8) 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 Thorac Cardiovasc Surg* 1999; **117**: 855-872
 - 9) Suma H, Tanabe H, Takahashi A, Horii T, Isomura T, Hirose H, Amano A: Twenty years experience with the gastroepiploic artery graft for CABG. *Circulation* 2007; **116**(suppl I): I-188-I-191
 - 10) Suma H, Tnanabe H, Yamada J, Mikuriya A, Horii T, Isomura T: Midterm results for use of the skeletonized gastroepiploic artery graft in coronary artery bypass. *Circ J* 2007; **71**: 1503-1505
 - 11) Gundry SR, Romano MA, Shattuck OH, Razzouk AJ, Bailey LL: Seven-year follow-up of coronary artery bypasses performed with and without cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; **115**: 1273-1278
 - 12) Sabik JF, Blackstone EH, Lytle BW, Houghtaling PL, Gillinov AM, Cosgrove DM: Equivalent midterm outcomes after off-pump and on-pump coronary surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; **127**: 142-148
 - 13) Calafiore AM, Giammarco GD, Teodori G, Iacó AL, Pano M, Contini M, Vitolla G, Mauro MD: Bilateral internal thoracic artery grafting with and without cardiopulmonary bypass: six-year clinical outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005; **130**: 340-345
 - 14) Fukui T, Takanashi S, Hosoda Y, Suehiro S: Early and midterm results of off-pump coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2007; **83**: 115-119