

Redo CABG に対する術式の工夫：胸骨再切開を回避する OPCAB

丸山 雄二, 落 雅美, 神戸 将, 藤井 正大, 宮城 泰雄, 石井 庸介,
山田 研一, 別所 竜蔵, 清水 一雄

【目的】われわれは冠動脈バイパス再手術 (redo CABG) において積極的に off-pump CABG (OPCAB) を導入し、胸骨再切開を可及的に回避することを基本方針としている。われわれの術式選択の妥当性を検討した。【対象】1997年3月から2005年3月までに施行した redo OPCAB 25例を対象とした。平均年齢は69.9歳。15例(60%)に開存グラフトを認めた。【結果】バイパス枝数 1.6 ± 1.0 枝、完全血行再建18例(72%)、早期グラフト開存率は100%(19例/30枝)であった。周術期心筋梗塞、手術死亡はなかった。再手術のアプローチは、胸骨正中切開3例、剣状突起下小切開6例、左開胸8例、左開胸+ α は8例であり、22例(88%)で胸骨正中切開を回避した。【結語】本術式は、今後増えると予想される開存グラフトを有するハイリスク再手術症例に対して有効な術式である。

KEY WORDS: redo CABG, off-pump CABG

Maruyama Y, Ochi M, Kambe M, Fujii M, Miyagi Y, Ishii Y, Yamada K, Bessho R, Shimizu K: **Surgical strategy for redo off-pump coronary artery bypass grafting to avoid re-sternotomy.** J Jpn Coron Assoc 2006; 12: 183-187

I. はじめに

冠動脈バイパス再手術 (redo CABG) においては、胸骨再切開時の心臓損傷や機能グラフト損傷、グラフト選択の制限、心筋保護、旧グラフトの処置、出血、症例の高齢化、併存疾患の増加など種々の問題点があり、手術死亡率も初回待機 CABG に比べ高いことが報告されている¹⁻⁷⁾。特に胸骨再切開時の心臓損傷や機能グラフト損傷は手術死亡に直結する重要な問題である^{3,4)}。近年普及しつつある off-pump CABG (OPCAB) は、体外循環を使用しないことから正中切開のみならず左開胸、剣状突起下小切開で target vessel のみに対して選択的にアプローチすることが可能である。

われわれは redo CABG において、この利点を最大限に適用すべく積極的に OPCAB を導入し、左開胸と剣状突起下小切開を組み合わせたアプローチ方法を工夫することにより、胸骨再切開を可及的に回避することを基本方針としている。われわれの手術成績を検討することにより、術式選択の妥当性を評価した。

II. 対 象

1997年3月より2005年3月までに redo OPCAB を行った25例(男性14例、女性11例)を対象とした。当院におけ

る CABG 術後再発症例に対する基本方針としては経皮的冠動脈インターベンション (PCI) を第一選択とし、PCI 不成功症例、PCI 後再狭窄を繰り返す症例、PCI 不適とされた症例を redo CABG の適応とした。再手術時年齢は50~88歳(平均69.9歳)であった。緊急手術1例、術前大動脈バルーンポンピング (IABP) 使用1例、低左心機能(左室駆出率(LVEF) < 40%) 5例、術前 PCI 施行歴11例、脳血管障害4例、腎機能障害 (Cre > 1.5) 5例であった(表1)。

初回手術は1例のみ左前方小開胸 (LAST) で行われ、それ以外は全例胸骨正中切開で行われており、また初回手術の4例が OPCAB、21例が conventional on-pump CABG であった。初回手術からの期間は1カ月~26年(平均7年4カ月)であり、初回手術後6カ月以内の早期グラフト閉塞例は1例のみであった。再手術となった原因は、初回手術のグラフト閉塞23例、グラフト狭窄4例、冠動脈病変の進行11例であった。初回手術におけるグラフト使用は、左内胸動脈 (LITA) 17、右内胸動脈 (RITA) 2、右胃大網動脈 (GEA) 1、橈骨動脈 (RA) 3、大伏在静脈 (SvG) 27 であり、平均バイパス枝数は2.4枝(1~4枝)であった。再手術時開存していたグラフトは、LITA : 11、RITA : 1、GEA : 0、RA : 1、SvG : 4 であり、全症例の15例(60%)に開存グラフトを認め、そのうち11例(44%)が LITA の開存グラフトであった。また SvG は22本(81%)が閉塞していた。

III. 術 式

再手術の基本術式は、病変が左前下行枝 (LAD) のみの症例に対しては、初回手術で LITA が使用されていない症

日本医科大学外科学心臓血管外科 (〒113-8603 東京都文京区千駄木 1-1-5) (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・大阪で発表した)
(2006.4.24 受付、2006.8.9 受理)

表1 術前患者背景 (n=25)

年齢 (歳)	69.9±7.9; 50-88
性別 (男性)	14 (56)
緊急手術	1 (4)
術前 IABP 使用	1 (4)
低左心機能 (LVEF<40%)	5 (20)
術前 PCI 施行歴	11 (44)
脳血管障害	4 (16)
腎機能障害 (Cre>1.5)	5 (20)
n (%)	

表2 手術成績

バイパス枝数	1.6±1.0
手術時間 (分)	253±92
完全血行再建 (例)	18 (72%)
+hybrid PCI	20 (80%)
動脈グラフトのみ使用 (例)	21 (84%)
術後 max-CKMB (IU/l)	14.1±9.4
周術期心筋梗塞 (%)	0
術後挿管時間 (hr)	5.1±4.2
輸血量 (MAP) (U)	2.4±3.1
合併症 (例)	右室損傷: 1
グラフト開存率 (%)	100 (19例)
手術死亡 (%)	0

例では左開胸により LITA を使用, すでに LITA が使用されている症例では左開胸と剣状突起下小切開を組み合わせ inflow source に GEA を使用した. 左回旋枝(LCx)のみの症例に対しては, 主に左開胸により inflow source を下行大動脈(DsAo)または左近位腋窩動脈(LtAxA)とし, RA または SvG を free graft として使用した. 右冠動脈(RCA)のみの症例に対しては, 剣状突起下小切開により inflow source を GEA とした. 多枝病変の場合には, 左開胸と剣状突起下小切開を組み合わせることにより多枝血行再建を可能とした.

各症例におけるアプローチ方法, inflow source の選択, グラフト選択を中心に術式の妥当性とその手術成績を検討した.

IV. 結 果

バイパス枝数は 1~5 枝(1.6±1.0 枝), 初回開存グラフトとあわせると平均 2.3 枝であった. 完全血行再建は 18 例(72%)に施行され, 2 例に hybrid PCI を施行し 20 例(80%)に完全血行再建が可能であった. また I-composite graft を 9 例, Y-composite graft を 4 例に使用した. 動脈グラフトのみ使用したのが 21 例(84%)であった. 術後 max-CKMB は 2.7~43 IU/l(14.1±9.4 IU/l)であり, 周術期心筋梗塞(PMI)を認めた症例はなかった. 術後挿管時間は 0~17 時間(5.1±4.2 時間)であり, 長期人工呼吸器管理を必要とした症例はなかった. 輸血量(MAP)は 0~12 U(2.4±3.1 U)であり, 12 例(48%)に無輸血手術が可能であった. 合併症として, 1 例に右室損傷により pump conversion を必要とした. 術後造影を 19 例(30 枝)に施行し, グラフト開存率は 100%であった. 手術死亡はなかった(表 2).

再手術のアプローチは, 胸骨正中切開 3 例, 剣状突起下小切開 6 例, 左開胸 8 例, 左開胸+α(剣状突起下小切開)8 例であり, 22 例(88%)で胸骨正中切開を回避した. 各アプローチにおける吻合部位の内訳を表 3 に示す. 胸骨正中切開を必要とした症例の内訳は, 1)初回 LAST の症例, 2)初回 LITA-LAD の 1 カ月以内での早期グラフト閉塞に対して RITA-LAD を施行した症例, 3)間質性肺炎のため開胸操作を回避した症例の 3 例のみであった. RCA のみに血行再建を必要とした 6 例は, すべて剣状突起下小切開

表3 アプローチと吻合部位

アプローチ (例)	吻合部位 (枝)				計
	LAD	LCx	RCA		
胸骨正中切開	3	3	2		8
剣状突起下	6	0	6		6
左開胸	8	7	4	1	12
左開胸+α	8	6	5	4	15

表4 再建領域と inflow source

LAD	16	LCx	12	RCA	13
LITA	7	GEA	4	GEA	11
GEA	5	DsAo	3	DsAo	1
RITA	2	LtAxA	2	LtAxA	1
DsAo	1	AsAo	2		
LtAxA	1	LITA	1		

LITA: left internal thoracic artery, RITA: right internal thoracic artery, GEA: gastroepiploic artery, LtAxA: left axillary artery, AsAo: ascending aorta, DsAo: descending aorta.

であった. 左開胸の症例は, 主に左冠動脈(LCA)のみ血行再建を必要とした症例であったが, RCA 末梢の血行再建も可能であった. LCA のみならず RCA の血行再建を必要とした症例, また GEA を必要とした症例は, 左開胸に剣状突起下小切開を加えた.

再手術における再建領域は LAD: 16 枝, LCx: 12 枝, RCA: 13 枝と全領域の血行再建が可能であった. 各再建領域における inflow source の内訳を表 4 に示す. LAD に対する inflow source は, LITA を第一選択としたが, 初回手術で LITA が使用されている症例には左開胸と剣状突起下小切開を組み合わせ GEA を使用した. LCx に対する inflow source は, DsAo, LtAxA を第一選択としたが, 同時に RCA の血行再建を必要とする症例には GEA も有用であった. RCA に対しては, 剣状突起下小切開により inflow source を GEA とした.

使用グラフトは, in-situ graft として GEA: 14, LITA: 6, RITA: 2, free graft として RA: 14, SvG: 4, 下腹壁動脈(IEA)1 であった. 再手術において LITA を使用した



図1 症例1の術後冠動脈造影 (GEA-RA-LAD)

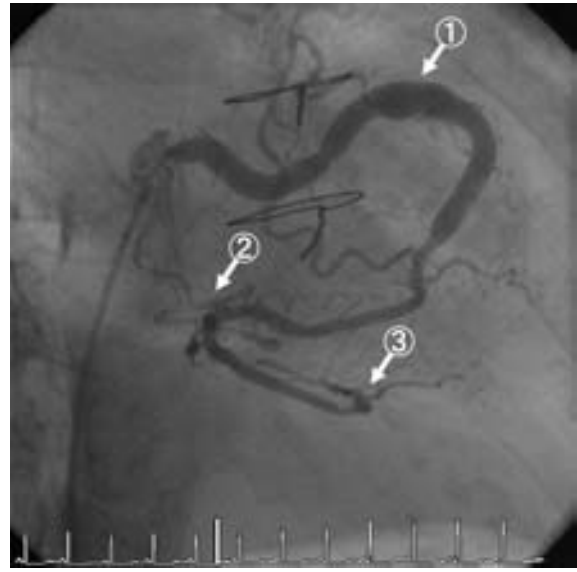


図2 症例2の術後冠動脈造影 (DsAo-SvG-LCxOM-RA-LCxPL-RCA#4PD)
① LCxOM, ② LCxPL, ③ RCA#4PD

6例のうち4例はLITA-LAD, 1例はRAとY-composite graftを作製しLADとLCxOMを再建した. 1例はLITAの剝離に難渋し, RAとI-composite graftを作製しLITA-RA-LADとした.

RAのinflow sourceはGEA:5, LtAxA:4, DsAo:2, LITA:2, RITA:1と多岐におよんだ. SvGを使用した1例にDsAoをinflow sourceとして自動吻合器(Symmetry Aortic Connector System:以下ACS)を使用した. 上行大動脈(AsAo)をinflow sourceとしたのは1例のみであったが, 本症例はHeart-Stringを使用しておりAsAo遮断を必要とした症例はなかった.

胸骨再切開を回避したredo OPCABにおいて, 典型的な2症例を提示する.

症例1:69歳男性. 約1年前に左主幹部(LMT)病変による急性心筋梗塞の診断で他院にてCABG(LITA-LAD, AsAo-RA-LCxOM)を施行した. RAは開存していたが, LITA-LADの閉塞, LMT閉塞のため再手術(GEA-RA-LAD)を施行した. 術前評価において胸骨下の強固な癒着が予想され, 左開胸と剣状突起下小切開でアプローチした. GEAの末梢の径が細かったため, 右側よりRAを採取しGEA-RAのI-composite graftを作製しLADへ吻合した. 術後造影でグラフトの開存を確認し第14病日に退院した(図1). このようにGEAをRAで延長することによりGEAの有用性は拡大する.

症例2:88歳女性. 約3年前に狭心症の診断でOPCAB(LITA-LAD, AsAo-SvG-RCA#4PD)を施行した. 不安定狭心症の診断で再入院となった. LITAは開存していたが, SvGは閉塞, LCxに新規病変あり. LCxに対してPCIを施行するも再狭窄を認めたため再手術(DsAo-SvG-LCxOM-RA-LCxPL-RCA#4PD)を施行した. LITA-LADの開存グラフトがあるため左開胸でアプローチした. 自動

吻合器(ACS)を使用しSvGをDsAoに吻合し, SvG-RAのI-composite graftを作製しLCxOM, LCxPL, RCA#4PDと吻合した. 術後造影でグラフトの開存を確認し第28病日に退院した(図2). 左開胸による注意深い癒着剝離によりLCAのみならずRCA末梢まで血行再建が可能であった.

V. 考 察

Redo CABGにおいては, 胸骨再切開時の心臓損傷や機能グラフト損傷, グラフト選択の制限, 心筋保護, 旧グラフトの処置, 出血, 症例の高齢化, 併存疾患の増加など種々の問題点があり, 手術死亡率も初回待機的CABGに比べ高いことが報告されている¹⁻⁷⁾.

特に胸骨再切開時の心臓損傷や機能グラフト損傷は手術死亡に直結する重要な問題である. Follisらは, redo CABGにおける大量出血は約2%の頻度で発生し, 約21%が手術死亡に直結するとしており, 損傷部位の内訳は, 右室39%, 静脈グラフト20%, 大動脈15%, 内胸動脈12%, 無名静脈6%と報告している. そしてこれらを回避するために, 胸骨再切開前の大動脈静脈の露出, 人工心肺の確立, 胸骨切開の工夫, または胸骨再切開の回避を推奨している⁴⁾. またGillinovらは, 655例のLITA-LADの開存グラフトを有するredo CABGにおいて35例(5.3%)にLITAの損傷, そのうち14例(40%)にPMIを認め, 3例(8.6%)に手術死亡を認めたことを報告しており, 初回手術においてLITAの位置を胸骨直下におかず, 左側心膜を切開し心臓左側へ導くべきであるとしている³⁾. このように胸骨再切開時の心臓損傷や機能グラフト損傷は手術死亡に直結する重要な問題であり, 胸骨再切開を回避した術式

の意義は高い。

近年の OPCAB の普及に伴い、胸骨再切開を回避した術式として、剣状突起下小切開による GEA を用いた RCA の血行再建、また LAST による LAD の血行再建、または左開胸による LCx の血行再建の有用性が報告されている⁸⁻²¹⁾。しかし redo CABG において、OPCAB は手術死亡、術後脳血管障害の発症を軽減させるが、不完全血行再建による狭心症再発率が高く、また長期成績が不良であるため、人工心肺に対するハイリスク症例に限定すべきであるとされている^{12,13)}。このように redo OPCAB 症例における完全血行再建の報告は少ない。しかし、われわれの経験では、左開胸による注意深い癒着剝離により左冠動脈のみならず右冠動脈末梢まで血行再建が可能であり、さらに左開胸と剣状突起下小切開を組み合わせることにより右冠動脈中極までの全領域の完全血行再建が可能であった。われわれの全 25 症例における完全血行再建は 18 例(72%)だが、初期の症例に不完全血行再建例は多く、2002 年以降の症例では 13 例中 11 例(85%)で完全血行再建を得ている。また hybrid PCI を併せることにより、全 25 例中 20 例(80%)、2002 年以降の症例では 13 例中 12 例(92%)で完全血行再建を得ている。

胸骨再切開を回避した redo CABG においては、RITA の使用が不可能となり、また AsAo を inflow source として使用できなくなるためグラフト選択が制限される。初回手術で LITA が使用されている症例は、in-situ graft として使用できるのは GEA のみである。GEA は時に末梢の血管径が細くバイパス血管として適さないという報告もあるが、血管径の太い GEA の中枢を inflow source として用い、free graft で延長することにより GEA の有用性は拡大する^{8,9)}。われわれの 25 症例のうち 13 枝に RCA の血行再建を施行しているが、DsAo を inflow source とした 1 例、胃癌のため GEA 使用不可能であった 1 例の計 2 例以外、11 枝(85%)において GEA を inflow source として血行再建が可能であった。

Free graft としては、主に RA:14(56%)、SvG:4(16%)を使用した。再手術において積極的な RA の使用を推奨する報告もあるが、現時点における RA、SvG の長期開存は同等であるという報告も多い²²⁻²⁵⁾。われわれの術式においては、free graft を用いて動脈グラフトと composite graft を必要とする頻度が高く、可及的に RA を使用する方針としている。RA の inflow source は GEA:5 例、LtAxA:4 例、DsAo:2 例、LITA:2 例、RITA:1 例と多岐におよび、個々の症例に応じた選択が必要となる。しかし、腎機能障害があり RA 使用不可能な場合もあり、SvG の使用方法も重要となる。近年、自動吻合器の開発により DsAo を inflow source とした SvG の有用性が報告されているが、長期成績の報告は少なくその使用は慎重にすべきである¹⁰⁾。DsAo を inflow source とした場合、グラフト長が余剰な場合 kinking や twisting が起こりやすく、一方短すぎ

ると肺の呼吸運動により障害を受ける可能性があるため、グラフトの長さとし注意し、可及的に短くかつ滑らかなループを描くようにアレンジすることが重要である¹¹⁾。

再手術を OPCAB で行う利点は他にもある。Redo on-pump CABG における不完全な心筋保護は重要な課題であるが、OPCAB では心筋保護は不要となる²⁶⁾。また diseased graft への操作も不要となり atheromatous emboli の危険性はなく、必要最低限の癒着剝離での手術により出血量の軽減も期待される。また on-pump CABG ならば外科治療を躊躇するようなハイリスク症例に対する再手術の適応も拡大されうる。このように胸骨再切開を回避した OPCAB は、redo CABG においてこそふさわしい術式といえる。

これまで redo CABG において可及的に胸骨再切開を回避することの有用性を述べてきたが、14 年間の redo CABG を検討した報告では、近年、開存 ITA グラフトを有する症例が増加し、また患者の高齢化を含め術前の患者背景が変化していることを指摘している⁷⁾。このように開存 ITA グラフトを有する症例、高齢者、併存疾患の多い症例は今後も増加することが予想され、OPCAB による胸骨再切開を回避した術式の選択は重要であると考えられる。

VI. 結 語

われわれは redo-CABG において、胸骨再切開を可及的に回避した OPCAB を施行し良好な結果を得た。本術式は、今後増えると予想される開存 ITA グラフトを有するハイリスク再手術症例に対して有効な術式である。

文 献

- 1) Cosgrove DM III: Is coronary reoperation without the pump an advantage? *Ann Thorac Surg* 1993; **55**: 329
- 2) Trehan N, Mishra YK, Malhotra R, Sharma KK, Mehta Y, Shrivastava S: Off-pump redo coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2000; **70**: 1026-1029
- 3) Gillinov AM, Casselman FP, Lytle BW, Blackstone EH, Parsons EM, Loop FD, Cosgrove DM III: Injury to a patent left internal thoracic artery graft at coronary reoperation. *Ann Thorac Surg* 1999; **67**: 382-386
- 4) Follis FM, Pett SB Jr, Miller KB, Wong RS, Temes RT, Wernly JA: Catastrophic hemorrhage on sternal reentry: still a dreaded complication? *Ann Thorac Surg* 1999; **68**: 2215-2219
- 5) Machiraju VR: How to avoid problems in redo coronary artery bypass surgery. *J Card Surg* 2004; **19**: 284-290
- 6) Mack MJ: Off-pump surgery and alternatives to standard operation in redo coronary surgery. *J Card Surg* 2004; **19**: 313-319
- 7) van Eck FM, Noyez L, Verheugt FWA, Brouwer RMHJ: Changing profile of patients undergoing redo-coronary artery surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; **21**: 205-211
- 8) Takahashi K, Minakawa M, Kondo N, Oikawa S, Hatakeyama M: Coronary artery bypass surgery by the transdia-

- phragmatic approach. *Ann Thorac Surg* 2002; **74**: 700–703
- 9) Shennib H, Benhameid O: Sequential subxyphoid and thoracotomy incisions with graft pull through for targeted redo multivessel surgical revascularization. *Ann Thorac Surg* 2005; **80**: 350–352
 - 10) Masroor S, Katariya K, Yassin S, Tehrani H, Salerno T: Redo-OPCAB via left thoracotomy using symmetry aortic connector system: a report of two cases. *J Card Surg* 2004; **19**: 51–53
 - 11) Ricci M, Karamanoukian HL, D’Ancona G, Salerno TA, Bergsland J: Reoperative “off-pump” circumflex revascularization via left thoracotomy: how to prevent graft kinking. *Ann Thorac Surg* 2000; **70**: 309–310
 - 12) Czerny M, Zimpfer D, Kilo J, Gottardi R, Dunkler D, Wolner E, Grimm M: Coronary reoperations: recurrence of angina and clinical outcome with and without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 2003; **75**: 847–852
 - 13) Di Mauro M, Iacò AL, Contini M, Teodori G, Vitolla G, Pano M, Di Giammarco G, Calafiore AM: Reoperative coronary artery bypass grafting: analysis of early and late outcomes. *Ann Thorac Surg* 2005; **79**: 81–87
 - 14) Stamou SC, Pfister AJ, Dangas G, Dullum MKC, Boyce SW, Bafi AS, Garcia JM, Corso PJ: Beating heart versus conventional single-vessel reoperative coronary artery bypass. *Ann Thorac Surg* 2000; **69**: 1383–1387
 - 15) Miyaji K, Wolf RK, Flege JB Jr: Minimally invasive direct coronary artery bypass for redo patients. *Ann Thorac Surg* 1999; **67**: 1677–1681
 - 16) Fonger JD, Doty JR, Salazar JD, Walinsky PL, Salomon NW: Initial experience with MIDCAB grafting using the gastroepiploic artery. *Ann Thorac Surg* 1999; **68**: 431–436
 - 17) Baumgartner FJ, Gheissari A, Panagiotides GP, Capouya ER, Declusin RJ, Yokoyama T: Off-pump obtuse marginal grafting with local stabilization: thoracotomy approach in reoperations. *Ann Thorac Surg* 1999; **68**: 946–948
 - 18) Azoury FM, Gillinov AM, Lytle BW, Smedira NG, Sabik JF: Off-pump reoperative coronary artery bypass grafting by thoracotomy: patient selection and operative technique. *Ann Thorac Surg* 2001; **71**: 1959–1963
 - 19) Kuniyoshi Y, Yamashiro S, Miyagi K, Uezu T, Arakaki K, Koja K: Off-pump redo coronary artery bypass grafting via left thoracotomy. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2003; **9**: 378–383
 - 20) Minakawa M, Takahashi K, Kondo N, Hatakeyama M, Kuga T, Fukuda I: Left thoracotomy approach in reoperative off-pump coronary revascularization: bypass grafting from the left axillary artery or descending thoracic aorta. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; **51**: 582–587
 - 21) Nishizaki K, Seki T: Off-pump redo coronary artery bypass grafting from descending aorta to the posterolateral area through a left thoracotomy in patients with a patent internal thoracic artery graft. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; **51**: 622–625
 - 22) Tatoulis J, Buxton BF, Fuller JA: The radial artery in coronary re-operations. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001; **19**: 266–273
 - 23) Khot UN, Friedman DT, Petterson G, Smedira NG, Li J, Ellis SG: 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* 2004; **109**: 2086–2091
 - 24) Buxton BF, Raman JS, Ruengsakularch P, Gordon I, Rosalion A, Bellomo R, Horrigan M, Hare DL: Radial artery patency and clinical outcomes: five-year interim results of a randomized trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; **125**: 1363–1371
 - 25) Desai ND, Cohen EA, Naylor CD, Fremes SE: A randomized comparison of radial-artery and saphenous-vein coronary bypass grafts. *N Engl J Med* 2004; **351**: 2302–2309
 - 26) Fazel S, Borger MA, Weisel RD, Cohen G, Pelletier MP, Rao V, Yau TM: Myocardial protection in reoperative coronary artery bypass grafting: toward decreasing morbidity and mortality. *J Card Surg* 2004; **19**: 291–295