

わが国の冠動脈外科の現状： 2004 年度全国冠動脈外科アンケート結果

瀬在 幸安*, 折目由紀彦**, 塚本三重生

Sezai Y, Orime Y, Tsukamoto S: **Coronary artery surgery results 2004**. J Jpn Coron Assoc 2006; 12: 9-16

はじめに

冠動脈バイパス術 (CABG) は心臓外科手術のうち、最も多く行われている標準的な手術である。その症例は増加の一途をたどり、様々な進化を遂げてきた。

1970 年以來、日本冠動脈外科研究会 (当時) では、わが国の冠動脈外科の現状を全国アンケートという形で調査してきた。1996 年に発展的に日本冠動脈外科学会となって以来、その結果は毎年、日本冠動脈外科学会総会で理事長講演として発表している。また、その内容を内外の学術雑誌に論文として発表し、これらはわが国の冠動脈外科の現状を知る上での貴重な基礎的データとして、広く参照されている¹⁻⁸⁾。また、日本冠動脈外科研究会のホームページにもこの結果を公表しており、誰でも閲覧可能である⁹⁾。

本稿で報告するのは、2004 年 1 月 1 日～12 月 31 日までの 1 年間に本邦で行われた冠動脈外科手術症例の分析結果である。今回のアンケートでは、昨年 1 例以上冠動脈バイパス術を行った全国の施設のうち、274 施設から回答をお寄せいただいた。かなり細かな内容にも関わらず多くの施設、先生方にご協力をいただいたことに対して、この場にて厚く御礼申し上げる。

今回の調査は、例年行っている通常の調査項目に加えて、わが国の冠動脈バイパス術は off pump CABG (OPCAB) が近年急増していることを踏まえて、その詳細な調査、分析も行った。

全症例数

回答をいただいたアンケートを集計した結果、分析の対象となった冠動脈バイパス術は 13,633 例、単独冠動脈バイパス術は 11,939 例である。そのうち初回待機的冠動脈バイパス術は 10,116 例で、うち OPCAB が 6,276 例、人工心臓を使用した on pump CABG が 3,840 例であった。

On pump CABG と off pump CABG の割合と手術成績 (図 1)

図 1 は 1996 年以降の off pump と on pump の割合を示したものである。左が off pump で右が on pump である。調査以来年々増加し、昨年の調査で初めて 50% を越えた OPCAB は今回さらに増加し、単独冠動脈バイパス術では初回待機的手術の 62% が off pump として行われた。

さらに詳しくみると、人工心臓を使用した on pump CABG 3,840 例のうち、心停止下の手術が 3,392 例 (初回待機的手術の 33.5%)、心拍動下の手術が 448 例 (4.4%) であった。一方、OPCAB 6,276 例 (62.0%) のうち、最後まで off pump で行えなかった症例が 237 例 (2.3%) あり、off pump のうち 3.8% は途中で on pump に移行していた。

これらの手術成績を手術死亡率から評価すると、手術死亡率は on pump での心停止下手術が 0.97% と極めて良好な成績で、on pump 心拍動下が 2.46% であった。OPCAB の死亡率は 0.97% と on pump と同等で良好であったが、最後まで off pump で行えた症例では死亡率 0.88% と優秀なものに対して、off pump から on pump に移行した症例の死亡率は 3.38% と不良であった。

初回待機手術症例全体の成績 (図 2)

初回待機手術は 10,116 例で、その手術死亡率は全体で 1.04% であった。図 2 の横軸は何枝病変であったかの割合を、縦軸は死亡率を示している。左から LMT (left main trunk) 病変をもたない 1 枝病変、2 枝、3 枝と続き、いちばん右端が LMT+3 枝病変である。LMT 病変を合併しない 3 枝病変が全体の 40.3% で最多であり、LMT 病変なしの症例は全体の 72.9% を占めた。この傾向は例年と比して変化はない。

初回待機手術 on pump 心停止の成績 (図 3)

初回待機手術のうち、人工心臓を使用して心停止下に行った手術の成績を図 3 に示す。手術死亡率は全体で 0.97% と極めて良好であった。このうち 1 枝病変の手術死亡率が 2.02% と高い。また、LMT 病変のみ、あるいは

日本大学医学部心臓血管外科 (〒173-8610 東京都板橋区大谷口上町 1-30)

*前日本大学総長 **文責: 折目由紀彦 (駿河台日本大学病院心臓血管外科 〒101-8309 東京都千代田区神田駿河台 1-8-13)

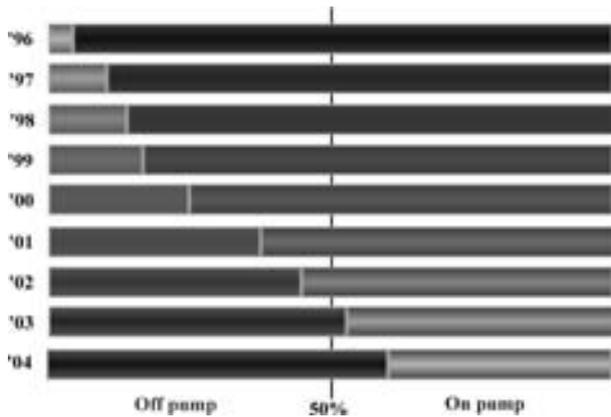


図1 On pump CABG と off pump CABG の割合と手術成績

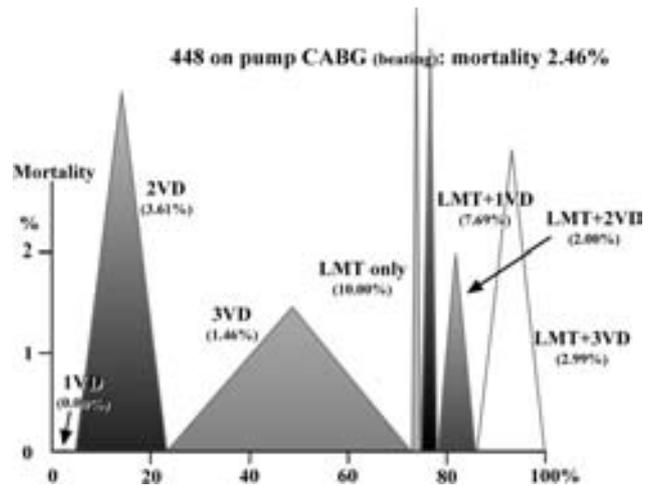


図4 初回待機手術 on pump, beating の成績

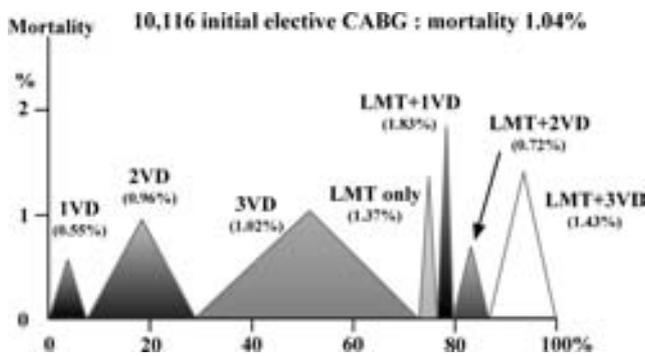


図2 初回待機手術症例全体の成績

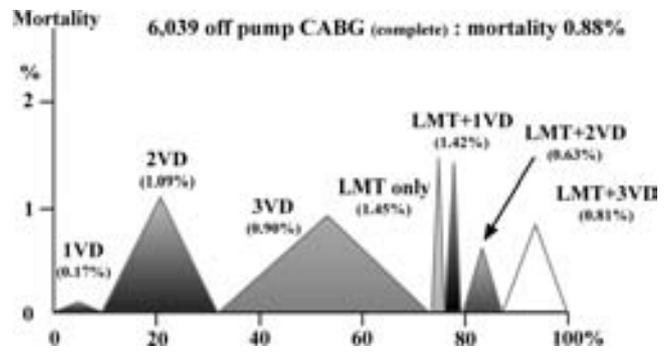


図5 初回待機手術 off pump の成績

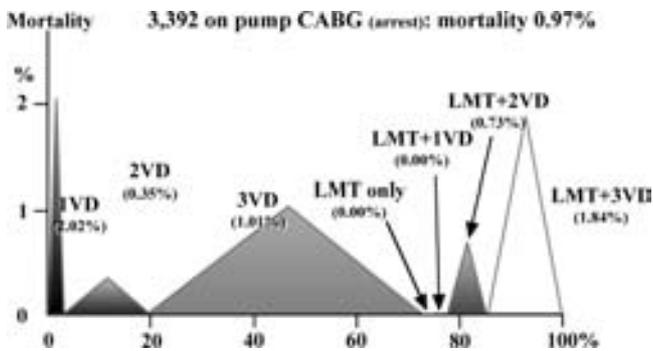


図3 初回待機手術 on pump 心停止の成績

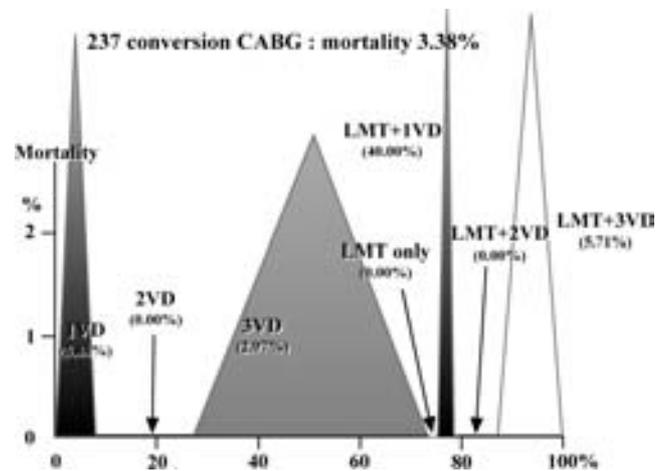


図6 初回待機手術 off pump から on pump に移行した症例の成績

LMT+1 枝が死亡率 0% なのに対して, LMT+3 枝病変は死亡率 1.84% と高率であった。

初回待機手術 on pump, beating の成績 (図4)

On pump, beating で行った症例は 448 例と少なかった。手術死亡率は全体で 2.46% であった。1 枝病変以外は死亡率は比較的高かった。

であった。このうち 1 枝病変の手術死亡率は 0.17% と最も優れていた。

初回待機手術 off pump の成績 (図5)

Off pump で最後まで完遂できた症例の成績を図5に示す。症例数は 6,039 例で, 手術死亡率は 0.88% と極めて良好

初回待機手術 off pump から on pump に移行した症例の成績 (図6)

Off pump から on pump に移行した症例は off pump 全体

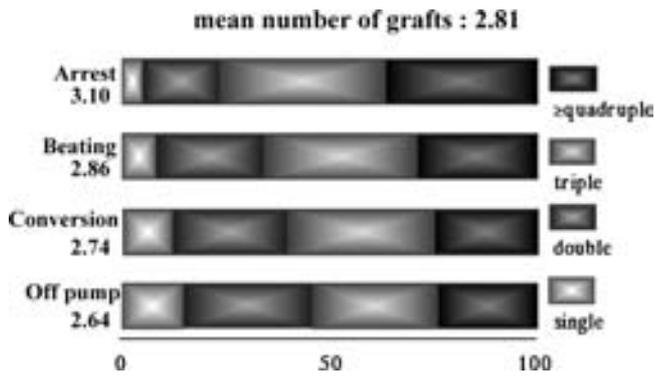


図7 初回待機手術の手技別バイパス本数

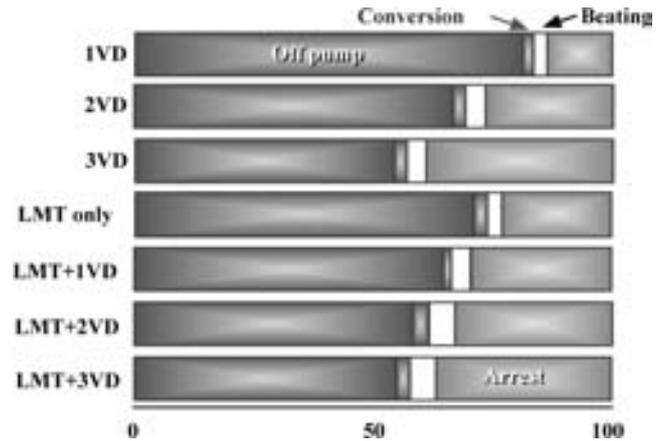


図9 初回待機手術の障害枝数における off pump と on pump の割合

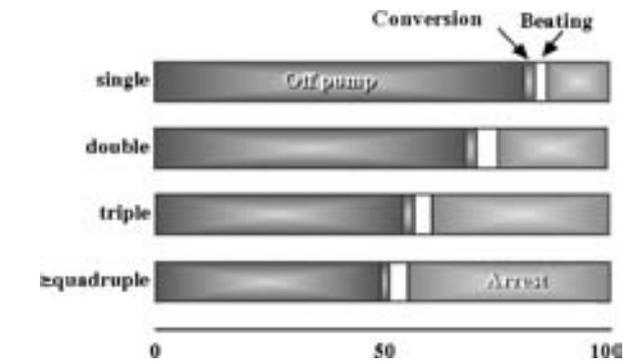


図8 初回待機手術のバイパス本数における off pump と on pump の割合

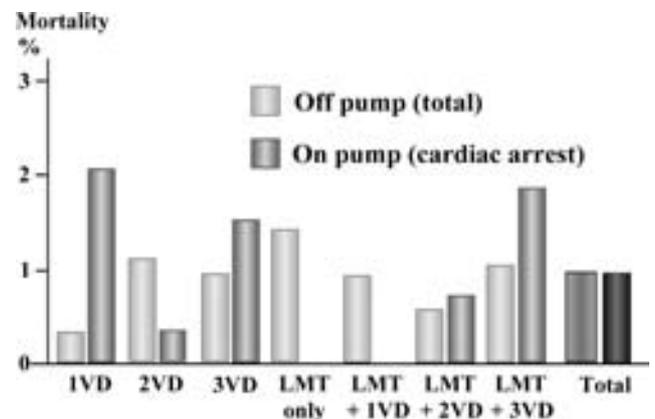


図10 障害枝数別の off pump と on pump の成績比較

の3.8%で237例であった。症例数が少ないため、1例の死亡で数値(死亡率)は大きく上昇するが、手術死亡率は全体で3.38%と不良であった。

初回待機手術の手技別バイパス本数 (図7)

図7は初回待機手術の手技別バイパス本数の割合を示している。4枝以上を4枝として計算した平均バイパス本数は2.81で、前回調査の2.72を上回り、より多枝バイパス手術を行っている傾向が示された。

手技別に、上から on pump 心停止の平均バイパス本数が3.10本、on pump, beatingが2.86本、off pump から on pump への移行症例が2.74本、off pump のバイパス本数が2.64本であった。

初回待機手術のバイパス本数における off pump と on pump の割合 (図8)

初回待機手術におけるバイパス本数に対する off pump, on pump の割合を図8に示す。1枝バイパス手術のうち、off pump が81.5%を占め、on pump 心停止下手術は12.4%であった。バイパス本数が増加するほど on pump 心停止下手術の割合が増加し、4枝以上のバイパス手術は心停止下は43.8%、off pump が49.7%であった。

初回待機手術の障害枝数における off pump と on pump の割合 (図9)

初回待機手術における障害枝数に対する off pump, on pump の割合を示す。いちばん上が1枝病変で off pump が81.5%を占め、心停止下の手術は13.6%であった。下に行くに従って、2枝、3枝、同様に LMT 症例である。LMT 病変の有無に関わらず、1枝、2枝、3枝の順に off pump の割合は減少する。

障害枝数別の off pump と on pump の成績比較 (図10)

図10は、off pump で手術を開始した症例(途中で on pump に移行した症例を含む)と on pump 心停止下手術症例との成績を、障害枝数別に比較したものである。Total(最も右)では死亡率0.97%と両者に差はないが、病変によりその成績は様々である。

障害枝数別の off pump から on pump への移行割合 (図11)

図6で示したように、off pump から on pump に移行した症例の手術死亡率は全体で3.38%と不良である。これをさらに分析し、どのような症例が off pump で成し遂げら

れないのかを検討してみたい。図 11 は、off pump で手術を始めた症例の障害枝数別の on pump への移行割合である。いちばん上が 1 枝病変、いちばん下が LMT+3 枝病変である。3 枝、LMT+2 枝、LMT+3 枝病変での移行率が 4%を越えている。

Off pump と on pump におけるバイパス吻合部の比較 (図 12)

冠動脈のどこにバイパスを吻合したか、あるいは吻合しなかったかにより図のごとく 6 通りに分けた。上から RCA (右冠動脈), LAD (左前下行枝), LCX (回旋枝) であり、それぞれ上が on pump 心停止下手術, 下が off pump である。Off pump でも on pump でも, LAD へのバイパス吻合は高率に行われており, 心停止で 90.4%, off pump では 97.7% の症例で LAD へのバイパス吻合が行われていた。また, RCA, LCX へのバイパス吻合は心停止下の手術でより高率に行われていた。

Off pump から on pump への移行とバイパス吻合の関係 (図 13)

図は上の 3 段が各冠動脈にバイパスを吻合した症例で、

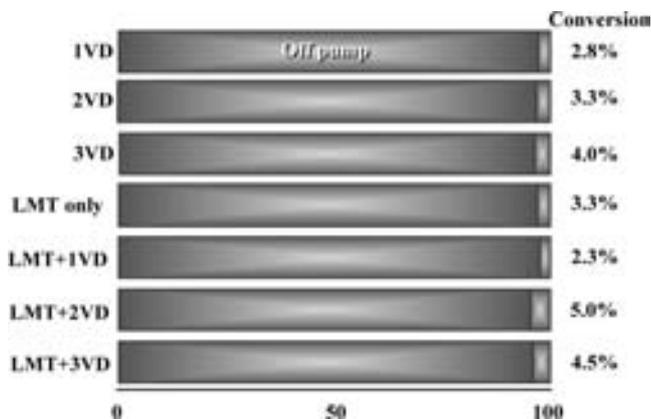


図 11 障害枝数別の off pump から on pump への移行割合

下の 3 段がバイパスを吻合しなかった症例で、どの程度の割合で off pump から on pump に移行したかを示す。図 12 で示したように LAD へのバイパス吻合は高率に行われており、吻合しなかった症例はわずかに 142 例であるが、そのうちの 14.8% が off pump で手術を成し遂げることができずに on pump に移行した。これは他の場合に比して飛び抜けて高率である。

年齢分布と性別 (図 14)

全体の 75.9% が男性であり、男女比はこのところ約 3 : 1 で推移している。今回の調査で、男性のピークが 60 歳代から 70 代に移行し、より高齢化が進んだ。女性のピークは以前から 70 歳代であり、年齢分布に変化はない。

男性の死亡率は 1.10%、女性は 1.24% と、手術成績は前回に比べて男女差がわずかとなった。

年齢別手術成績の推移 (図 15)

初回待機手術の 10 歳ごとの手術死亡率の年次推移を示す。最も背面が 97 年から 2000 年までの成績で、それから 1 年ごとに前面に示してあり、最前面が今回の成績である。5 年前と比較すると手術成績は改善しているが、この

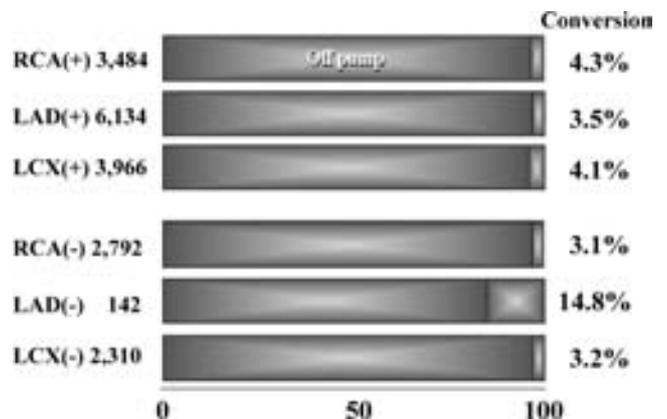


図 13 Off pump から on pump への移行とバイパス吻合の関係

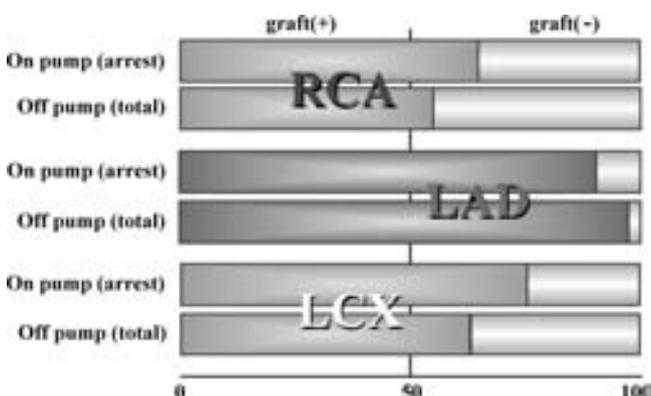


図 12 Off pump と on pump におけるバイパス吻合部の比較

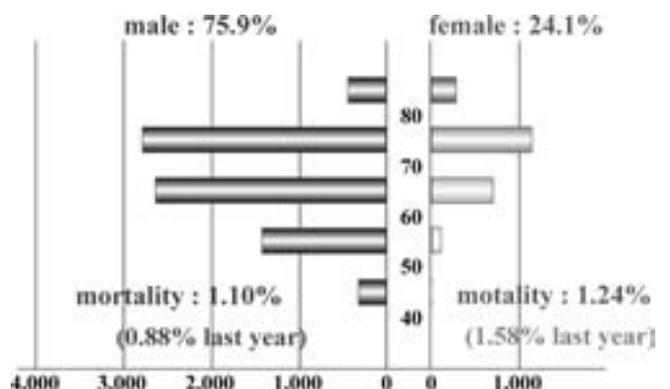


図 14 年齢分布と性別

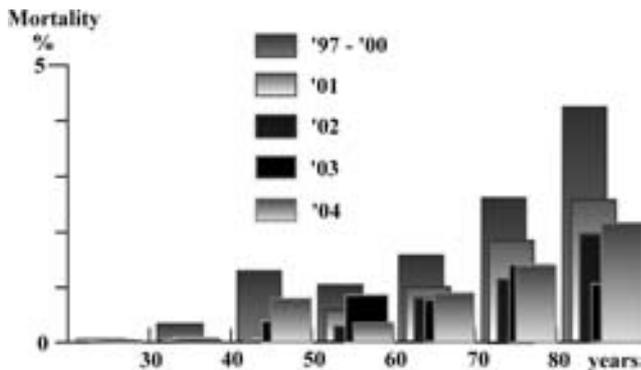


図15 年齢別手術成績の推移

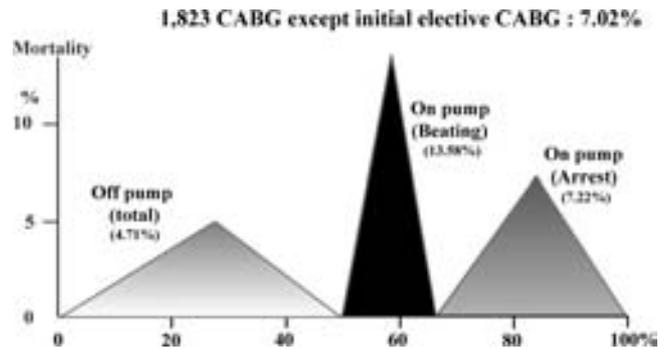


図18 初回待機手術以外の単独冠動脈バイパス術の手術手技

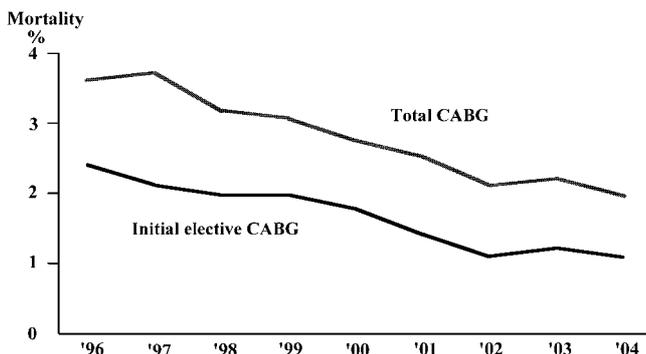


図16 手術死亡率の年次変化



図19 バイパスグラフトの種類

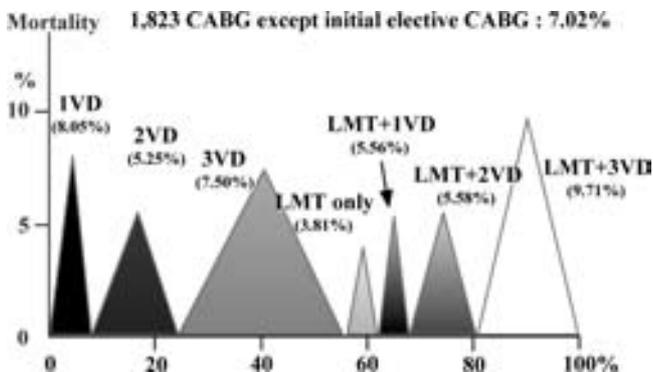


図17 初回待機手術以外の単独冠動脈バイパス術の成績

バス術は1,823例で、全体の手術死亡率は7.02%と高率であった。これは、緊急手術および再手術が対象であるためである。

初回待機手術以外の単独冠動脈バイパス術の手術手技（図18）

初回待機手術以外（緊急および再手術）の手術手技では、off pumpは途中でon pumpとなった症例を含めてちょうど50%の割合で行われた。このなかでは、on pump beating症例の死亡率の高さが目立っている。

バイパスグラフトの種類（図19）

単独冠動脈バイパス術におけるバイパスグラフトの種類とその割合を示す。動脈グラフトは全体の4分の3を占めて多用されており、両側の内胸動脈で50%を越えている。

3年間、症例数の多い60歳以上の症例の成績は向上しておらず、80歳以上では死亡率が高くなった。

手術死亡率の年次変化（図16）

1996年以来的手術死亡率の推移を示す。過去最も優れた成績を残した2002年の成績には及ばないものの、今回の調査では単独冠動脈バイパス術の死亡率は1.95%、初回待機手術の死亡率は1.04%と優れた成績を残した。

初回待機手術以外の単独冠動脈バイパス術の成績（図17）

2004年に行われた初回待機手術以外の単独冠動脈バイ

典型的な3枝バイパスの手術手技とグラフト選択

今回の調査では、典型的な3枝バイパスをどのような手技で手術するかを尋ねてみた。症例は70歳の男性。労作性狭心症で、RCAの#1、LADの#6、CXの#11に各々90%の狭窄があり、駆出率70%の心機能の良い3枝病変である。

その結果、off pumpで行うと回答した施設が154で、全体の58%を占めた。On pump心停止下が107施設(40%)、on pump beatingが6施設(2%)であった。

Off pumpで手術を行うと答えた施設では、両側内胸動脈

と GEA (胃大網動脈) を用いた手術が多く、動脈グラフトを多用している。その組合せでは、左右の内胸動脈を LAD か CX か、どちらに用いるかで 2 つに分かれる。次いで radial artery を用いた手術が多かった (図 20)。

これに対して、on pump 心停止で手術を行うと答えた施設では、左内胸動脈と SVG (大伏在静脈) を用いた手術が多かった。その組合せでは、LAD を左内胸動脈で行い、RCA と CX に SVG を用いた手術が多かった (図 21)。

心室中隔穿孔に対する手術成績

急性期の心筋梗塞後の合併症のうち、VSP (心室中隔穿孔) に対する手術は 182 例に行われ、手術死亡は 24.7% であった。概ね成績は経年的に向上しているが、今回は前回よりも死亡率が上昇した (図 22)。このうちバイパス術を加えて行ったものは 71 例 (死亡率 26.8%) で、行わなかったものは 111 例 (死亡率 23.4%) であった。

さらに VSP を前壁と後下壁に分類し、それぞれを術式で評価した。前壁梗塞に合併した VSP は 128 例で、その手術死亡率は 23.4% であった。これらのうち、Komeda-David の infarction exclusion 法が 82% (105 例) で行われ、Dagget に代表される patch closure は 18% (23 例) であった。死亡率はそれぞれ、24.8%、17.4% であった (図 23)。後下壁梗塞に合併した VSP は 54 例で、手術死亡率は 27.8% であった。このうち、patch closure が 56%、infarction exclusion 法が 44% で行われ、死亡率はそれぞれ、16.7%、41.7% であった (図 24)。

RCA (4PD)	LAD (7)	OM(12)	
RGEA	— RITA	— LITA	30
RGEA	— LITA	— RITA	20
RGEA	— LITA	— Radial	26
Radial	— RITA	— LITA	14

図 20 Off pump で行う場合のグラフト選択 (154 施設)

RCA (4PD)	LAD (7)	OM(12)	
SVG	— LITA	— SVG	27
SVG	— LITA	— Radial	19
SVG	— LITA	— RITA	10
Radial	— RITA	— LITA	6

図 21 On pump 心停止で行う場合のグラフト選択 (107 施設)

左室乳頭筋断裂に対する手術成績

左室乳頭筋断裂に対する手術は 61 例に行われ、他の合併症手術と比較して最も数は少ない。手術死亡率は 16.4% であり、前回より改善した (図 25)。うち、バイパスを行ったものは 47 例 (死亡率 12.8%) で、行わなかったものは 14 例 (死亡率 28.6%) であった。

心破裂に対する手術成績

心破裂に対する手術は 96 例であった。経年的に手術成績は改善しているが、死亡率は 31.3% と依然高率であった (図 26)。このうち、バイパスを行ったものは 17 例 (死亡率 29.4%) で、行わなかったものは 79 例 (死亡率 31.7%) であった。

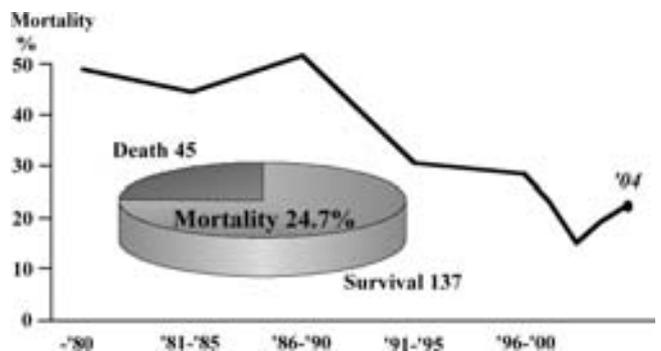


図 22 心室中隔穿孔に対する手術成績

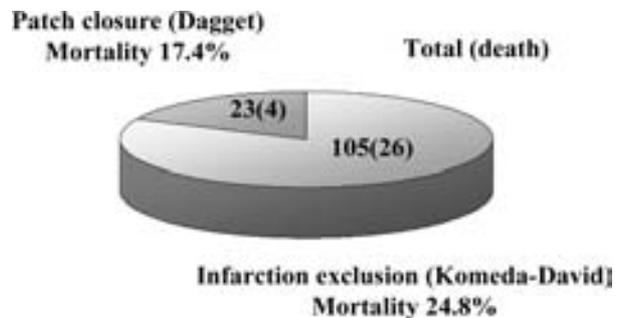


図 23 前壁梗塞に合併した心室中隔穿孔に対する手術手技と成績

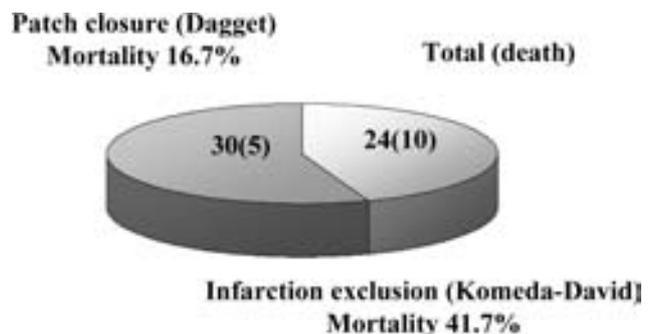


図 24 後下壁梗塞に合併した心室中隔穿孔に対する手術手技と成績

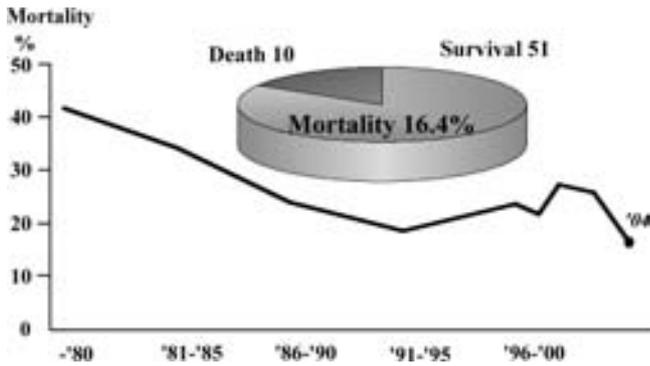


図 25 左室乳頭筋断裂に対する手術成績

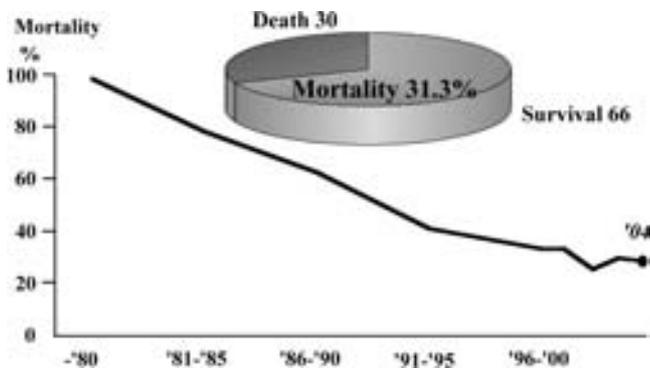


図 26 心破裂に対する手術成績

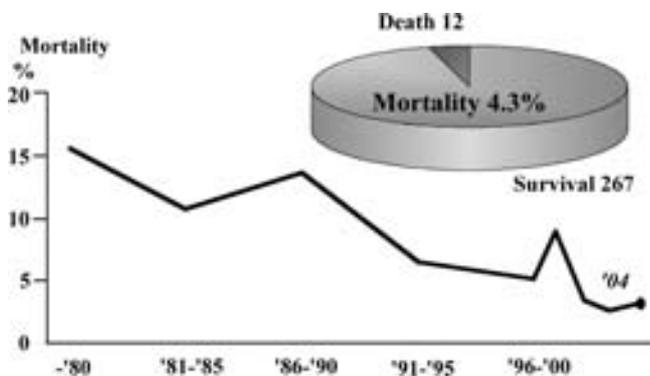


図 27 左室瘤に対する手術成績

であった。

左室瘤と虚血性乳頭筋機能不全（僧帽弁閉鎖不全症）の手術成績

陳旧性心筋梗塞症の慢性期には左室瘤と虚血性乳頭筋機能不全を起こすが、両者を合併することもまれではない。昨年行われた左室瘤の単独手術は 202 例、虚血性僧帽弁逆流症の単独手術は 184 例で、両者の合併手術は 77 例に行われた。

左室瘤の手術は全体で 279 例に行われ、その手術死亡率は 4.3% であった（図 27）。左室瘤単独では 202 例の手術が

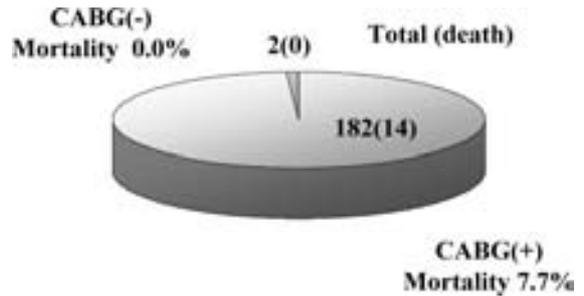


図 28 虚血性僧帽弁逆流症に対する手術成績

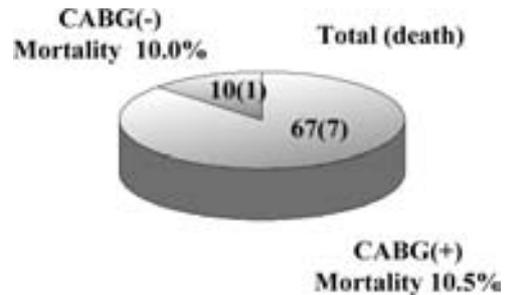


図 29 左室瘤と虚血性僧帽弁逆流を合併した症例に対する手術成績

行われ、その手術死亡率は 2.0% であった。このうち、バイパス術を加えて行ったものは 161 例で（死亡率 1.2%）、行わなかったものは 41 例（死亡率 4.9%）であった。

虚血性僧帽弁逆流症単独では 184 例の手術が行われ、手術死亡率は 7.6% であった（図 28）。このうち、バイパス手術を行ったものは 182 例（死亡率 7.7%）で、行わなかったものは 2 例のみ（死亡率 0%）であった。

左室瘤と虚血性僧帽弁逆流を合併した症例では 77 例の手術が行われ、手術死亡率は 10.4% であった。このうち、バイパス手術を加えて行ったものは 67 例（死亡率 10.5%）で、行わなかったものは 10 例（死亡率 10%）であった（図 29）。

おわりに

わが国の近年の冠動脈外科の動向の特徴は、OPCAB の爆発的な普及である。今回の調査では、単独冠動脈バイパス術では初回待機的手術の 62% が off pump で行われた。これは米国の 15~20%、ヨーロッパの 5~10%（きちんと調査した統計はないが、おそらくこのくらいの割合であろうといわれている）に比較して、際立って高い比率である。これは OPCAB 関連の種々の補助器具（スタビライザー、ハートポジショナー、シャントチューブ、血液シール装置など）の進歩と、われわれ日本の心臓外科医の旺盛なチャレンジ精神の表れによると思われる。この分野で、わが国は世界の最先端を走っている。

これらの手術死亡率は on pump CABG が 0.97%、OPCAB が 0.97% と両者同等で極めて良好である。さらに

on pump CABGのうち、最後まで off pump で行えた症例では死亡率 0.88% と非常に優秀であった。しかしながら off pump から途中で on pump に移行 (conversion) した症例 (OPCAB のうち 3.8% が on pump に移行した) の死亡率は 3.38% と不良であった。これが現在 OPCAB が抱えている問題点であり、これを解決する今後の課題として、適切な適応基準の確立、on pump への移行時期の早期判断、麻酔科や体外循環技師などとの綿密な連携などが挙げられる。

近年の冠動脈インターベンションの発達と進歩によって、冠動脈バイパス術の役割は大きく変貌しようとしている。すなわち、薬物放出ステント (DES) の出現によってステントの再狭窄率が低下し、冠動脈バイパス術の適応症例が減少しているという現実である。米国ではバイパス手術が約 10~15% 減少していると報告されている。わが国では DES の臨床使用が一昨年 (2004 年) に開始されてからまだ間もないので、実際にバイパス手術が減少しているかどうかはまだ判断できない段階にあるが、いずれこの傾向になるのは間違いない。したがって、われわれ心臓外科医が手掛けなければならないバイパス手術は、び慢性病変、完全閉塞病変、狭小化病変、硬化病変、多枝病変などの冠動脈が対象となり、より厳しい条件、悪い状態の冠動脈に手をつけざるを得なくなるであろう。このために常に手術手技の工夫、改良、修練に努力しなければならない。

また、OPCAB では、完全血行再建を全て動脈グラフトで行うことを目標に努力し、その成績をさらに向上させるべきである。そして OPCAB が冠動脈インターベンションと比べても施行後の経過もほとんど遜色のない、確実に、低侵襲な標準術式であることを、循環器医をはじめとした内科医、さらには広く社会に向かって示さなくてはならない。

さらに、今後は冠動脈の吻合という手技から少し視点を移して、左室瘤、心室中隔穿孔、虚血性僧帽弁閉鎖不全、さらには虚血性心筋症などの心筋梗塞合併症に対する外科治療に積極的に重点を置く必要がある。なぜなら、これらの根治的治療は循環器内科医にとっても、またインターベンションという手技においても未踏な領域であるからである。

文 献

- 1) Sezai Y, Kitamura S, Harada Y, Hayashi H, Asada S, Nakamura K, Manabe H, Arai T, Saeguse M, Suzuki A, et al: Results of coronary artery surgery in Japan. *Jpn Ann Thorac Surg* 1989; **9**: 53-62
- 2) Sezai Y, Hasegawa T, Kitamura S, et al: Surgical management of acute myocardial infarction in the 24 hours—the Japanese experience. in *Heart Surgery 1991*, ed by D'Alessandro LC, Casa Editrice Scientifical Inermazionale, Rome, 1991, pp. 417-424
- 3) Sezai Y: Coronary artery surgery status in Japan. in *Advances in Coronary Artery Surgery*, ed by Sazai Y, Axel Springer Japan, Tokyo, 1997, pp. 3-12
- 4) Sezai Y, Tsukamoto S: Coronary artery surgery results 1996. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 1998; **4**: 103-106
- 5) Sezai Y, Orime Y, Tsukamoto S: Coronary artery surgery results 2000. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2002; **8**: 241-247
- 6) 瀬在幸安, 折目由紀彦, 塚本三重生: わが国の冠動脈外科の現状: 2002 年度全国冠動脈外科アンケート結果. *冠疾患誌* 2004; **10**: 1-4
- 7) Sezai Y, Orime Y, Tsukamoto S: Coronary artery surgery results 2002 in Japan. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2004; **10**: 266-271
- 8) 瀬在幸安, 折目由紀彦, 塚本三重生: わが国の冠動脈外科の現状: 2003 年度全国冠動脈外科アンケート結果. *冠疾患誌* 2004; **10**: 141-145
- 9) 日本冠動脈外科学会公式ホームページ <http://www.med.nihon-u.ac.jp/jacas/>