

内頸動脈高度病変合併例に対する冠動脈バイパス術の治療成績

Clinical Outcome for Coronary Artery Bypass Grafting in Patients With Severe Carotid Occlusive Disease

福田 幾夫
大坂 基男
中田 弘子
坂本 裕昭

Ikuo FUKUDA, MD
Motoo OSAKA, MD
Hiroko NAKATA, MD
Hiroaki SAKAMOTO,

Abstract

Objectives. To evaluate the management of coexisting severe carotid stenosis in candidates for coronary artery bypass grafting.

Methods. Twenty-six candidates for coronary artery bypass complicated with severe carotid stenosis $\geq 70\%$ were analyzed retrospectively. The prevalence of significant carotid stenosis was 6.4%. There were 21 males and 5 females with a mean age of 65.3 ± 9.3 years. The hemodynamics of cerebral circulation, intervention for carotid stenosis, surgical mortality, morbidity, and long-term survival were analyzed retrospectively.

Results. The prevalence of bilateral carotid stenosis was 30.8% (8/26). Nine patients had total occlusion of the internal carotid artery, 10 had carotid stenosis of 90 - 99%, and 7 had carotid stenosis of 70 - 89%. Seven patients required mechanical support for cardiopulmonary insufficiency, including six patients requiring simultaneous artificial ventilation and intraaortic balloon pumping, and one requiring intraaortic balloon pumping. Concomitant carotid endarterectomy and coronary bypass grafting was performed in 10 patients, preceding carotid endarterectomy in 1, and preceding coronary bypass grafting with subsequent carotid endarterectomy in 7. Cardiopulmonary bypass was used in 22 patients. There was no surgical death. Although one patient undergoing concomitant carotid endarterectomy and coronary artery bypass grafting had perioperative stroke, the remaining patients recovered without any neurological complication (morbidity of stroke: 3.8%). The five-year survival rate was $71.9 \pm 11.7\%$.

Conclusions: Coronary artery bypass grafting in candidates with carotid stenosis can be treated safely when appropriate preoperative evaluation and surgical strategies are utilized.

J Cardiol 2001 Dec; 38(6): 303 - 309

Key Words

■ Coronary artery disease ■ Aortocoronary bypass ■ Carotid arteries
■ Stroke (perioperative)

はじめに

虚血性心疾患患者においては、多臓器に動脈硬化を合併することはまれではない。その中でも、内頸動脈の動脈硬化性病変は、それ自体が虚血性心疾患の重症度を反映する指標として注目されている^{1,2)}。内頸動

脈の動脈硬化病変と虚血性心疾患や大動脈の動脈硬化性病変との関連については多くの報告がある^{1,3)}。一方、虚血性心疾患に対する外科治療では、重症内頸動脈狭窄の合併は、周術期の血圧変動が原因となって、脳梗塞の誘因となる可能性も指摘されている^{4,5)}。術後脳梗塞は患者の日常生活動作を低下させ、冠動脈バ

筑波メディカルセンター病院 心臓血管外科: 〒305-8558 茨城県つくば市天久保1-3-1

Department of Cardiovascular Surgery, Tsukuba Medical Center Hospital, Ibaraki

Address for correspondence: FUKUDA I, MD, Department of Cardiovascular Surgery, Tsukuba Medical Center Hospital, Amakubo 1-3-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8558

Manuscript received June 13, 2001; revised August 21, 2001; accepted August 22, 2001

バイパス術 (coronary artery bypass grafting: CABG) 術後の生活の質を著しく損なうばかりでなく、場合によっては生命予後に影響する重大な合併症である。また、重症な内頸動脈狭窄の存在はCABG周術期ばかりでなく、遠隔期において生命および機能予後を左右する可能性もある。我々はCABG症例に対して、術前に積極的に内頸動脈病変のスクリーニングを行い、治療介入を行ってきた。その治療上の問題点について検討した。

対象と方法

1. 術前評価と対策

1985年9月 - 2000年4月10日に筑波メディカルセンター病院において手術を行ったCABG 666例のうち、406例に術前に頸部超音波検査およびduplex scanning, または脳血管造影による内頸動脈の評価を行った。内頸動脈病変の超音波検査重症度判定はBluthら⁶⁾の基準に従って判定した。超音波検査例で中等度以上の内頸動脈狭窄合併が疑われる例に対しては、four-vessel studyによる脳血管造影を行い、内頸動脈病変の重症度を診断した。合計71例の脳血管造影施行例の中で70%以上の内頸動脈病変を合併していたものは26例で、合併率は検査症例406例の6.4%であった。これら26例を対象に脳血流動態、手術中の脳合併症予防策、術後経過、遠隔予後を検討した。

対象は年齢範囲44 - 83歳、平均年齢65.3 ± 9.3歳、男性21例、女性5例であった。手術に際しては、脳血管病変、術前の脳血流検査と脳虚血症状を参考に脳外科医と協議のうえ治療戦略を決定した。手術術式決定のため、術前に上行大動脈のコンピューター断層撮影検査を行い、上行大動脈の石灰化病変の評価を行った。また、手術中には上行大動脈の触診および超音波検査を行い、術前のコンピューター断層撮影所見と総合して体外循環送血路、大動脈遮断の可否などを決定した。

治療の基本方針は以下のように定めた。1) 循環動態が不安定な場合はCABGを優先する。2) 脳虚血症状を有する70%以上の内頸動脈病変例、90 - 99%の内頸動脈狭窄合併例、あるいは両側70%以上の例では、血行動態が許せば内頸動脈内膜摘除を先行し、冠動脈病変が重症な場合は同時手術を行う。3) 脳虚血症状のない70 - 89%内頸動脈狭窄はCABGを先行する。4) 体

Table 1 Demographic data for patients with significant carotid stenosis

	n(%)
Background	
Diabetes mellitus	19(73.1)
Hypertension	17(65.4)
Chronic renal failure	0
Smoking	14(53.8)
Chronic obstructive pulmonary disease	3(11.5)
Peripheral vascular disease	6(23.1)
Abdominal aneurysm	1(3.8)
Ascending aortic atherosclerosis	7(26.9)
Previous stroke	12(46.2)
Coronary disease and preoperative hemodynamics	
Old myocardial infarction	10(38.5)
Unstable angina pectoris	8(30.8)
Left main coronary trunk	11(42.3)
Single-vessel disease	2(7.7)
Double-vessel disease	5(19.2)
Triple-vessel disease	19(73.1)
New York Heart Association class	8(30.8)
IABP	1(3.8)
IABP + respirator support	6(23.1)

Numbers of left main trunk lesions were counted independently. IABP = intraaortic balloon pumping.

外循環が危険と判断される場合はoff-pump CABGを考慮する。

2. 遠隔予後

対象例の生命および脳血管障害の予後を追跡し、遠隔予後を検討した。遠隔予後の統計学的分析にはKaplan-Meier法を用いた。統計ソフトはSPSS for Macintosh ver.6.0 (SPSS Inc.製)を用いた。

結 果

1. 患者の背景と頸動脈病変

Table 1に示すように、糖尿病、高血圧の合併が半数以上に認められた。全身動脈硬化の合併として、上行大動脈病変が7例(26.9%)に、下肢の閉塞性動脈硬化症が6例(23.1%)に認められた。脳梗塞の既往を有していたのは12例(46.2%)であった。冠動脈病変は、3枝病変が19例(73.1%)、1枝病変が2例、2枝病変が5例であった。そのうち11例(42.3%)に左主幹部病変

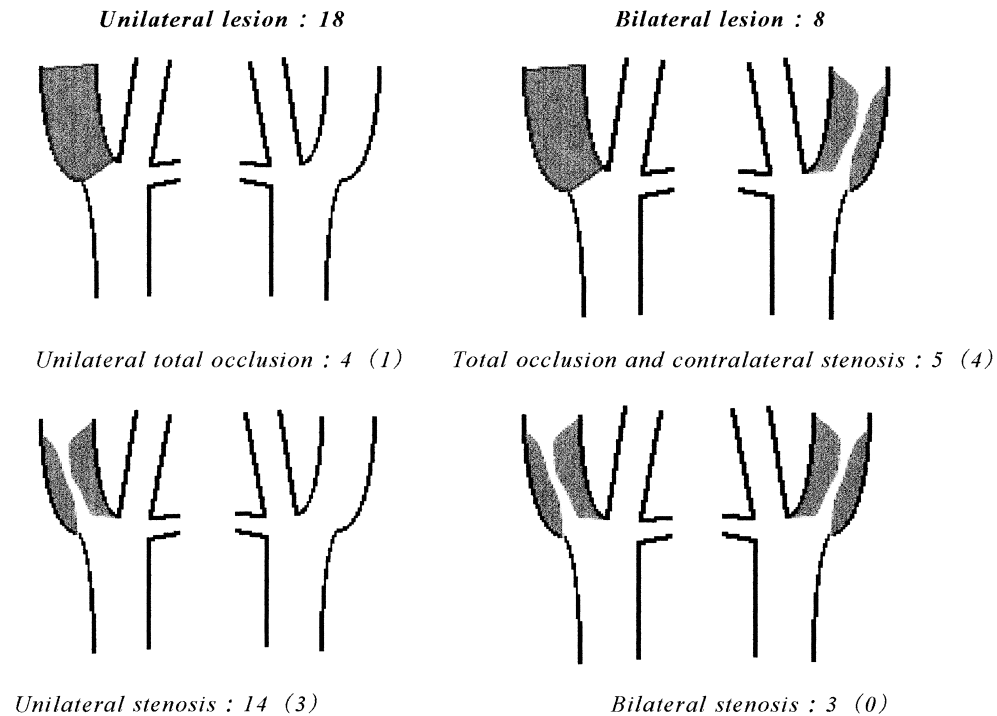


Fig. 1 Distribution of stenosis and hemodynamics of the carotid artery in patients with carotid stenosis $\geq 70\%$
 (): Symptomatic cerebral ischemia or recent stroke.

を合併していた。

術前呼吸循環動態が不安定なため人工呼吸器および大動脈内バルーンポンピング (intraaortic balloon pumping: IABP) を装着していたのが6例, IABP単独使用例が1例あった。呼吸循環補助を必要としたこれら7例は, いずれも頸動脈病変が既知で, その精査または手術待機中に心筋虚血が悪化したものであった。

頸動脈病変の分布は, 両側性病変が8例, 片側性病変が18例であった (Fig. 1)。内頸動脈狭窄を最高狭窄度別に分類すると, 完全閉塞が9例, 90 - 99%狭窄が10例, 70 - 89%狭窄が7例であった。また, 完全閉塞9例中5例は両側性内頸動脈病変例であった。頭蓋内血管病変あるいは椎骨動脈病変を合併する複合病変例が8例に認められた (Table 2)。26例中, 6ヵ月以内に発症した脳梗塞または一過性脳虚血発作で定義した脳虚血症状が8例 (30.8%) に合併していた。

2. 手術成績

前述の方針に従い, 同時CABG + 内頸動脈内膜摘除を10例に, 内頸動脈内膜摘除の後にCABGを1例

Table 2 Prevalence of carotid and intracranial lesions in patients with significant carotid stenosis

Lesion	n (%) □
Isolated internal carotid occlusion or stenosis □	18 (69.2) □
Complex lesion □	8 (30.8) □
Vertebral artery stenosis □	3 □
Intracranial stenosis □	3 □
Combined vertebral and intracranial stenosis	2

Degree of stenosis in the carotid, vertebral and intracranial arteries (complex lesion) was confirmed by cerebral angiography. □

に, CABG後に内頸動脈内膜摘除を7例に行った。CABG吻合数は, 1枝が2例, 2枝が11例, 3枝が9例, 4枝が4例で, 平均バイパス枝数は 2.6 ± 0.9 枝であった。特殊例として, 複合病変を有する一側完全閉塞の対側の頭蓋内病変合併例の1例に対して先に頭蓋内内頸動脈の経皮的血管形成術施行後, 2枝に対してoff-pump CABGを行った。もう1例は片側内頸動脈完全閉塞による脳虚血発作に対する浅側頭動脈 - 中大脳動

脈吻合後に、急性冠症候群による肺水腫をきたしたため緊急CABGの適応となった。CABGのみを行った症例は、片側完全閉塞のため内頸動脈閉塞に対する外科的治療の適応がなかった2例と、CABG後に内頸動脈内膜摘除を希望しなかった4例で、これらの例に対しては抗血小板薬投与のみで経過観察とした。

冠動脈再建での補助手段は、体外循環使用CABG (on-pump CABG) が22例、心拍動下CABG (off-pump CABG) が4例であった。上行大動脈病変による大動脈遮断不能例が7例あり、体外循環を使用した5例では低体温心室細動によるCABGを行った。これらの症例における送血部位は、2例で大腿動脈を使用した。3例では下肢の閉塞性動脈硬化症合併のため腋窩動脈を使用した。回旋枝領域への血行再建が不要と判断された2例ではoff-pump CABGを選択した。Off-pump CABG 4例の吻合本数は、1枝が1例、2枝が3例で、on-pump CABG例に比べてバイパス本数は少なかった。

周術期の脳梗塞が1例に認められた(脳合併症率3.8%)。この例は同時on-pump CABG + 内頸動脈内膜摘除例で、手術直後に広範な脳梗塞を合併した。脳血管病変は、頸部内頸動脈狭窄に引き続く同側頭蓋内内頸動脈に高度の重複病変を認めた例であった。内頸動脈内膜摘除中はシャントを用いたが、内頸動脈内膜摘除後の脳の虚血再灌流障害に体外循環の影響が加わったため、広範な脳梗塞をきたしたものと思われた。

30日以内の手術死亡例はなかった。

3. 遠隔予後

対象26例の生存曲線をFig. 2に示した。経過観察期間は3 - 101ヵ月、平均経過観察期間は 43 ± 30 ヵ月で、5年生存率は $71.9 \pm 11.7\%$ であった。遠隔死亡原因は、肺炎が3例、心不全が2例、肺癌が1例であった。内頸動脈内膜摘除非施行例は、脳外科医により定期的な内頸動脈超音波検査によって経過観察された。内頸動脈内膜摘除を希望せず抗血小板薬投与を継続した4例も含めて、観察期間中に新たに脳梗塞を発症したものはなかった。

考 察

1. 内頸動脈病変と全身動脈硬化の合併

従来、日本人においては頭蓋外内頸動脈の動脈硬化

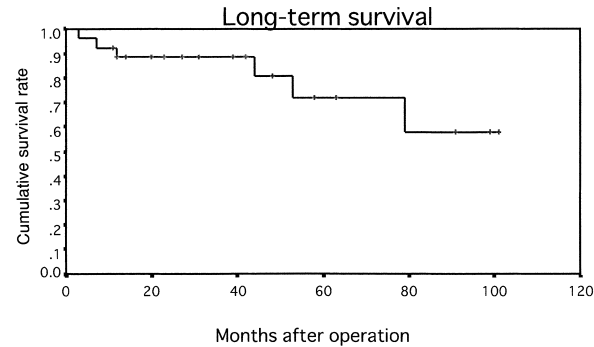


Fig. 2 Long-term survival curve (Kaplan-Meier method)

は少ないとされてきた。しかしながら、Mannamiら⁷⁾は吹田市における調査で、50%以上の内頸動脈狭窄の合併頻度は50歳以上の住民の中で4.4%と欧米のそれとほぼ同じであることを報告している。虚血性心疾患と内頸動脈病変の関連は強く、本疾患を有する例では虚血性心疾患の合併頻度が高いことが知られている。

内頸動脈狭窄あるいは虚血性心疾患に対するいずれの外科治療に際しても、両者の合併が手術後の死亡率、罹患率に影響することが報告されている。内頸動脈内膜摘除術の周術期死亡の大部分は虚血性心疾患による心臓死である⁸⁾。一方、CABG後の脳梗塞は、重症例、高齢者例の増加とともに、増加傾向にある。内頸動脈病変合併例では、上行大動脈病変、閉塞性動脈硬化症の合併も多く、CABGに際してはこれらの動脈硬化病変に対しても配慮が必要である⁹⁾。上行大動脈病変は今回の検討では26.9%に合併しており、CABGに際して補助手段やグラフトの選択に影響する。下肢の閉塞性動脈硬化症の合併は、体外循環使用時の送血路選択に配慮が必要である。今回の検討でも、体外循環使用にあたって上行大動脈、大腿動脈とも送血路として選択できなかった症例が3例あり、これに対しては腋窩動脈を送血部位として選択した。さらに上行大動脈の動脈硬化性病変は、大動脈への手術操作による脳塞栓の原因ともなる。脳合併症予防のうえでは、術前・術中の上行大動脈病変の評価と、上行大動脈に対する愛護的操作も重要である^{10,11)}。

2. 内頸動脈病変合併例に対する治療戦略

今回の検討から、CABG例における重症内頸動脈病変の合併は6.4%と決して少なくないことが明らかと

なった。しかも、内頸動脈病変合併例では、冠動脈病変も重篤な例が多く、左主幹部病変あるいは3枝病変がほとんどを占めていた。一方、内頸動脈病変は両側性病変、脳虚血症状を有する例、高度狭窄例であり、CABGに際して何らかの治療介入が必要と思われる症例であった。

手術適応を有する虚血性心疾患と内頸動脈病変合併例に対する治療方針は、いくつかの側面から検討する必要がある。第1は脳虚血に対する処置が必要かどうかであり、第2はその処置を行う時期、第3は体外循環使用の可否である。

内頸動脈内膜摘除の適応と安全性については、内頸動脈狭窄の多い欧米で多くの無作為研究が行われている。多数の研究の結果をまとめると、両側性病変、脳虚血症状を有する高度狭窄病変については、内頸動脈内膜摘除の絶対的な手術適応である。中等度の内頸動脈病変例については、抗血小板薬投与による内科治療よりも内頸動脈内膜摘除のほうが遠隔成績が優れていることが最近の研究で示されている⁸⁾。内頸動脈内膜摘除での周術期脳梗塞の合併率は6%(2-22%)、手術死亡率は2%(1.5-6%)とされており、前述のように、手術死亡例の原因は虚血性心疾患である⁸⁾。重症の虚血性心疾患と内頸動脈病変の合併例では、いずれの処置を先行させても、他方の悪化による合併症の危険性を残すことになり、両者に対する治療戦略を立てることが重要である。我々は、虚血性心疾患と脳虚血の重症度に従って、前述のような基本的戦略を立て、ハイリスク例にもかかわらず、手術死亡はなく、周術期脳梗塞1例と良好な結果を得た。CABGと内頸動脈内膜摘除の同時手術か、二期的手術を選択するかは、個々の患者の状態にもよるが、基本的には両者を短期間の間に計画的に行うことが、合併症予防のため重要と考えている。我が国ではこのような疾患群に対するまとまった報告例はないが、今後増加してくるものと思われる。ただし、内頸動脈内膜摘除については我が国では欧米に比べて施行例はまだ少なく、熟練した脳外科医との協力が重要であることを強調したい。

体外循環の使用は、手術中の脳灌流圧の低下をきたし、術後脳合併症の危険性を増加させる。とりわけ定常流体外循環は、重症脳血管閉塞部の末梢の脳循環にとって不利であり、術後の脳合併症の危険性を増加させる。これに対する対策として、拍動流体外循環を併

用する方法¹²⁾、灌流圧を高く維持する¹³⁾などの対策が示されている。我々は、循環呼吸状態が不良で、体外循環を使用せざるをえない症例に対しては、IABPの使用、灌流圧を高めに維持することによって対処した。頸動脈病変合併例であっても、生命予後は良好であり、内頸動脈内膜摘除術の併用、あるいは脳循環を考慮した対策により脳合併症も減少させうると考えている。

ここ数年、off-pump CABGがハイリスク症例の手術成績向上に寄与する可能性が示されている。Off-pump CABGにより上行大動脈の操作が減少し、塞栓による脳梗塞が減少することは期待できる。しかしながら、脳動脈硬化例での脳灌流圧低下に基づく脳梗塞を回避できるかについては、依然不明である。我々は高度の内頸動脈病変合併例で、心筋虚血発作による血圧低下のため著しい脳虚血を引き起こした例も経験している¹⁴⁾。したがって、off-pump CABG施行時の心尖部の脱転に伴う血圧変動は脳血流低下につながる可能性を否定はできないと考えている。補助手段の選択について、現時点では脳循環の評価から体外循環の可否を判断し、回旋枝領域のバイパスが不要あるいは生命予後に直接影響を及ぼさないと考えられるときはoff-pump CABGを選択している。

今回の検討でon-pump CABGと内頸動脈内膜摘除の同時手術の1例に手術後の脳梗塞を認めた。これは内頸動脈病変と頭蓋内血管病変が重複病変を形成する複合例であった。このような例では、シャントを用いても内頸動脈内膜摘除中に脳灌流圧は低下する可能性があり、on-pump CABGと内頸動脈内膜摘除の同時手術より冠動脈インターベンションと組み合わせたoff-pump CABGと同時内頸動脈内膜摘除を選択すべきであった。

3. 遠隔予後から考えた虚血性心疾患治療戦略

対象例の遠隔予後は良好であり、新たに脳梗塞を合併した症例は認められなかった。予後を左右する因子は、心不全、肺炎などであり、全身状態が良好であれば、内頸動脈病変合併例であっても積極的な冠動脈の血行再建が勧められる。内頸動脈病変を理由に冠動脈血行再建を不完全のまま終わらせるべきではなく、むしろ両者に対して積極的に治療介入することが、患者の生命予後および機能予後を改善すると考えられる。

結 語

内頸動脈病変合併例に対するCABGでは、脳虚血

症状、脳血行動態、上行大動脈病変を検討して補助手段を選択すべきである。頭蓋内病変との複合病変例では、慎重な対応が必要と思われる。

要 約

目 的: 高度の内頸動脈狭窄を合併した冠動脈病変に対する治療法を検討する。

方 法: 術前の内頸動脈評価で70%以上の内頸動脈病変を認めた冠動脈バイパス26例(合併率6.4%)を対象とし、脳血行動態、手術中の脳合併症予防策、術後経過、遠隔予後を検討した。対象例の年齢は44-83歳、平均年齢65.3±9.3歳、男性21例、女性5例であった。

結 果: 8例が両側内頸動脈狭窄、18例が片側狭窄であり、内頸動脈の狭窄度は、100%が9例、90-99%が10例、70-89%が7例であった。6例は術前に人工呼吸器および大動脈内バルーンポンピング、1例は大動脈内バルーンポンピングのみによる呼吸循環補助を行っていた。冠動脈バイパスと内頸動脈内膜摘除の同時手術を10例に、内頸動脈内膜摘除術の先行後、冠動脈バイパス術を1例に、冠動脈バイパス術先行後、内頸動脈内膜摘除を7例に行った。冠血行再建は体外循環使用冠動脈バイパスが22例、心拍動下冠動脈バイパス術が4例で、30日以内の手術死亡例はなかった。冠動脈バイパスと内頸動脈内膜摘除の同時手術の1例が術後脳梗塞を合併(脳合併症率3.8%)したが、その他の例では脳合併症は認められなかった。5年生存率は71.9±11.7%であった。

結 論: 内頸動脈病変合併例に対する冠動脈バイパス術では、脳虚血症状、脳血行動態、上行大動脈病変を検討して補助手段を選択することにより、安全に冠血行再建が可能である。頭蓋内病変との複合病変例では、慎重な対応が必要と思われる。

J Cardiol 2001 Dec; 38(6): 303-309

文 献

- 1) Sun K, Takasu J, Yamamoto R, Yokoyama K, Taguchi R, Itani Y, Imai H, Koizumi T, Nomoto K, Sato N, Watanabe S, Masuda Y: Assessment of aortic atherosclerosis and carotid atherosclerosis in coronary artery disease. *Jpn Circ J* 2000; **64**: 745-749
- 2) Kawasaki T, Koga N, Hikichi Y, Otsubo Y, Kondo K, Shiraishi T, Watanabe T, Higashikata T, Akiyoshi S, Kurashige Y: Diagnostic accuracy of carotid ultrasonography in screening for coronary artery disease. *J Cardiol* 2000; **36**: 295-302 (in Jpn with Eng abstr)
- 3) Ebrahim S, Papacosta O, Whincup P, Wannamethee G, Walker M, Nicolaidis AN, Dhanjil S, Griffin M, Belcaro G, Rumley A, Lowe GDO: Carotid plaque, intima media thickness, cardiovascular risk factors, and prevalent cardiovascular disease in men and women: The British Regional Heart Study. *Stroke* 1999; **30**: 841-850
- 4) Faggioli GL, Curl GR, Ricotta JJ: The role of carotid screening before coronary artery bypass. *J Vasc Surg* 1990; **12**: 724-729
- 5) Reed GL, Singer DE, Picard EH, DeSanctis RW: Stroke following coronary-artery bypass surgery: A case-control estimate of the risk from carotid bruits. *N Engl J Med* 1988; **319**: 1246-1250
- 6) Bluth EI, Stavros AT, Marich KW, Wetzner SM, Aufrechtig D, Baker JD: Carotid duplex sonography: A multicenter recommendation for standardized imaging and Doppler criteria. *Radiographics* 1988; **8**: 487-506
- 7) Mannami T, Konishi M, Baba S, Nishi N, Terao A: Prevalence of asymptomatic carotid atherosclerotic lesions detected by high-resolution ultrasonography and its relation to cardiovascular risk factors in the general population of a Japanese city: The Suita Study. *Stroke* 1997; **28**: 518-525
- 8) Easton JD, Wilterdink JL: Carotid endarterectomy: Trials and tribulations. *Ann Neurol* 1994; **35**: 5-17
- 9) Fukuda I, Gomi S, Watanabe K, Seita J: Carotid and aortic screening for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2000; **70**: 2034-2039
- 10) Blauth CI, Cosgrove DM, Webb BW, Ratliff NB, Boylan M, Piedmonte MR, Lytle BW, Loop FD: Atheroembolism from the ascending aorta: An emerging problem in cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; **103**: 1104-1111
- 11) Bar-El Y, Goor DA: Clamping of the atherosclerotic ascending aorta during coronary artery bypass operations: Its cost in strokes. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; **104**: 469-474
- 12) Higami T, Kozawa S, Asada T, Obo H, Iwahashi K, Nohara H, Yamashita T, Wakiyama H, Shida T, Ogawa K: Coronary artery bypass grafting using the "Super Pulse" dynamic pulsatile cardiopulmonary bypass device in patients with cerebrovascular occlusive disease. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2000; **6**: 173-178
- 13) Gold JP, Charlson ME, Williams-Russo P, Szatrowski TP, Peterson JC, Pirraglia PA, Hartman GS, Yao FS,

J Cardiol 2001 Dec; 38(6): 303-309

Hollenberg JP, Barbut D, Hayes JG, Thomas SJ, Purcell MH, Mattis S, Gorkin L, Post M, Krieger KH, Isom OW: Improvement of outcomes after coronary bypass: A randomized trial comparing intraoperative high versus low mean arterial pressure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;

110: 1302 - 1314

- 14) 福田幾夫, 木川幾太郎, 河野元嗣, 重田 治, 山吹啓介, 藤井裕介: 症候性頸動脈狭窄を合併した冠状動脈閉塞症に対する一期的外科治療の2治験例. *日胸外会誌* 1992; **40**: 413 - 418