

冠動脈外科における MDCT の有用性とその評価：われわれの経験

井上 武¹, 向原 伸彦¹, 白坂 知識¹, 門脇 輔¹, 井沢 一郎²

Inoue T, Mukohara N, Shirasaka T, Kadowaki T, Izawa I: **Efficacy and assessment of multi detector-row computed tomography in coronary artery surgery: our experience.** J Jpn Coron Assoc 2007; 13: 56-60

I. はじめに

近年, multidetector-row CT (MDCT) の機器および再構成法の進歩に伴い, 心臓血管外科領域での MDCT の有用性は非常に高くなっている. 冠動脈バイパス (CABG) 後の評価をはじめ, 心内や冠動脈の奇形, 大動脈疾患および末梢血管疾患の立体的評価など, もはや診断には欠かせない検査方法となっている.

当院で行っている冠動脈関連 MDCT の目的は大きく分けて次の 5 つに分類される. 1. CABG 術後のグラフト開存および吻合部狭窄の評価, 2. 低侵襲冠動脈バイパス術 (MIDCAB) における吻合部位および手術アプローチ部位の術前評価, 3. CABG 後再手術前のバイパスグラフト走行部位の確認, 4. 冠動脈奇形等の解剖学的異常の評価, 5. CABG 術後, 外来におけるグラフト開存のフォローアップと有症状時のスクリーニング.

本稿では, この分類ごとに 64 列 MDCT を中心としてわれわれの経験した症例を提示しながら当院における MDCT の位置付けを述べていく.

II. CABG 術後のグラフト開存および吻合部狭窄の評価

MDCT の多列化に伴い撮影時間が短縮し, より正確な画像を構成することができるようになったため, CABG 術後評価には侵襲のある選択的グラフト造影 (SGA) から, CT へと変更する施設が増加してきた. MDCT によるグラフト開存および狭窄に対する診断成績が続々と報告され, 16 列 MDCT ではグラフト閉塞に対する感度 99~100%, 特異度 93~100% と SGA に近い診断ができるようになってきている¹⁻³⁾. また, その陰性診断力 (negative predictive value; NPV) は 100% であり, MDCT でグラフトが造影されていればまず閉塞はないと考えてよい. 一方で, 吻合部狭窄の診断能に関しては報告により差があり感度 58~100%, 特異度 98~100% とされている. 吻合部狭窄の評

価は撮影時の条件 (心拍数, 不整脈, 呼吸停止), 画像再構成条件, 解析方法などにより大きく左右されるため安定した成績を得るにはある程度の症例経験が必要であり, また有意狭窄となる基準も SGA の所見と十分に比較し, 一定の客観的評価ができるように設定しておくことが重要である. 最近の報告では吻合部狭窄評価に関しても NPV は 100% であり¹⁾, 撮影条件等が問題なければ MDCT で吻合部狭窄がない場合, その信頼度は高いと考えられる.

これらを踏まえ当院でも 2005 年 9 月より, CABG 術後グラフト評価を原則として MDCT で行うこととした. 当初は 16 列 MDCT であったが 2006 年 3 月より 64 列 MDCT (Aquilion64, 東芝メディカルシステムズ) が導入され, 撮影時間が大幅に短縮した. 16 列 MDCT では撮影時間の限界により内胸動脈や右胃大網動脈の in situ graft 全体を撮影することができなかったが, 64 列 MDCT ではそれが可能となった. 現在, 術後グラフト MDCT 撮影時間はガントリー回転速度 0.35 秒/回転, スライス厚 0.5 mm の条件のもと, 鎖骨下動脈-横隔膜の範囲では 15 秒前後, 右胃大網動脈の起始部まで含めて 20 秒前後である.

当院では, 術後全身状態不良例や造影剤副作用等により撮影できない症例以外は, 全例に MDCT を行っている. MDCT でグラフトが開存しており吻合部狭窄もなければ術後評価は良好とし, グラフト閉塞等の陽性所見があれば臨床症状, 使用グラフトや吻合部位の重要度を考慮し患者と相談の上, 血管造影を行った. 図 1 は 81 歳の男性で心拍動下冠動脈バイパス術を行い, 術後 8 日目に撮影した 64 列 MDCT の画像である. 両側内胸動脈 (ITA), 大伏在静脈グラフト (SVG) はすべて良好に造影され, 吻合部の volume rendering (VR) 像でも明らかな狭窄は認めない. 吻合部狭窄に対しては同時に curved multiplanar reformation (MPR) 法でも評価している. この症例のように, グラフトが開存し吻合部狭窄を認めなければ術後評価は終了である.

64 列 MDCT 導入以降 7 カ月間で, 合併手術も含めた CABG 術後連続 73 例 242 吻合の評価を行った. そのうち, 8 例 8 吻合の閉塞を認め, 4 例に対し冠動脈造影 (CAG) を

兵庫県立姫路循環器病センター¹心臓血管外科, ²放射線部 (〒670-0981 姫路市西庄甲 520)

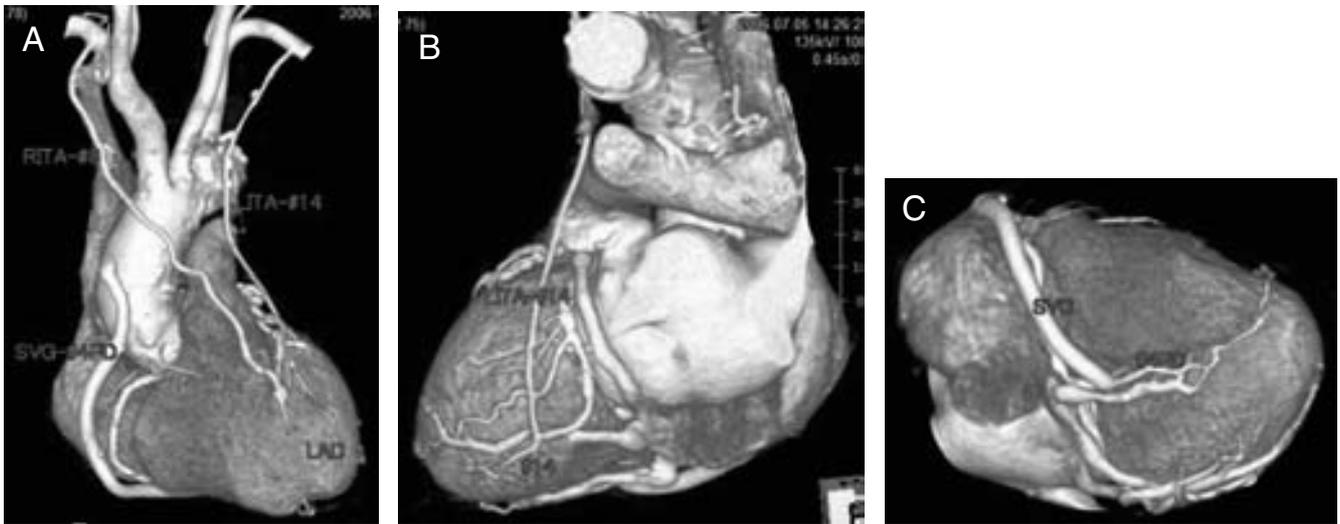


図1 64列 MDCT の良好な volume rendering 画像
A：正面像，3本のグラフトは良好に造影されている。
B：回旋枝吻合部。
C：右冠動脈吻合部。
LITA：左内胸動脈，RITA：右内胸動脈，SVG：大伏在静脈，# 番号：冠動脈のセグメント番号。

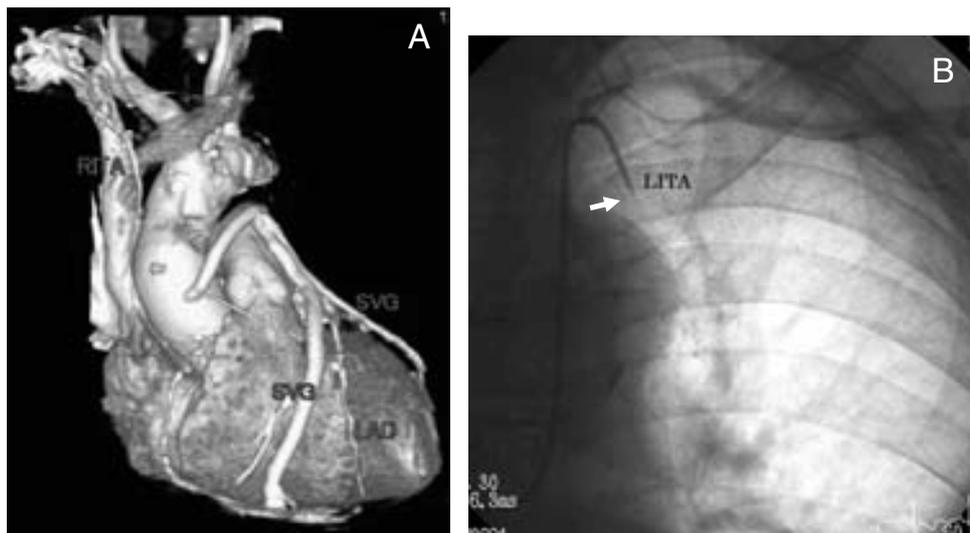


図2
A：Volume rendering 画像，前下行枝に吻合されているはずの左内胸動脈(LITA)が造影されていない。
B：選択的グラフト造影検査，LITA は起始部からわずかに出たところで閉塞している(矢印)。

行い，全例の閉塞を確認した．図2は68歳女性，重症3枝病変に対し緊急CABGを行った症例である．術後MDCTでは前下行枝(LAD)に吻合した左内胸動脈(LITA)が造影されていない．血管造影検査を行ったところ，同様にLITAは起始部からすぐの末梢部位で閉塞していた．他のバイパスグラフトは開存していたため，この症例は後にLADに対し経皮的冠動脈形成術(PCI)を行った．

ところで，MDCTの再構成画質に大きく影響する因子として不整脈がある．CABG術後は心房細動をはじめ多種の不整脈を認めることが多いため，このような症例には

MDCTによる質の高い評価は望めなかった．しかし，64列MDCTでは絶対時間指定法により適切な再構成心位相の設定を行い，かつ部分的な期外収縮部位の除去などを工夫することにより洞調律の症例と同様な再構成画像を得られる確率が高くなった．64列MDCT導入後の242吻合の評価では，グラフト開存に対する評価は全例可能であったが，吻合部狭窄の有無は11/73(15%)例，16/242(6.6%)吻合が評価できなかった．評価困難の理由としては，狭小グラフトや造影剤濃度等の撮影時以外の原因によると考えられる症例が7例，呼吸停止不良3例，不整脈1例であっ

た。また評価困難であった16 例中、右冠動脈領域7 例、左回旋枝領域7 例であり、これらは心臓の動きが大きく、画質に影響しやすい領域と考えられた。

III. MIDCAB 術前の評価

MIDCAB(minimally invasive direct coronary artery bypass)は小切開でバイパス手術を行うため、術前の画像評価は吻合部位、切開部位を決定する上で不可欠である。MDCTはITAのみならず、冠動脈の走行を含めた3D 画像を構成できるため、個々の症例の解剖をかなり正確に把握することができる。図3は83歳男性で腹部大動脈瘤(AAA)の術前、冠動脈造影でLADに90%狭窄を認めた右胸心の症例である。MIDCABとAAA人工血管置換術の同時手術を予定し、術前MDCT(16列)を撮影した。当院ではLADへのMIDCABではITAからLADに別の遊離グラフトでH型にバイパスする方法を行っており、皮膚切開は前胸部の肋間に沿った斜切開である。MDCTで

ITA、胸骨、肋骨を含めた3D 画像を構成することによりどの部位の肋間からアプローチすれば適切かが正確に判断できる。この症例では8 cmの皮膚切開、右第5肋間開胸で手術を行うことができた(バイパスグラフトには機骨動脈[RA]を第一選択としているがこの症例は高度動脈硬化により使用できず、下腹壁動脈[IEA]を使用した)。

IV. CABG 後再手術前の評価

図4は75歳男性、CABG後5年目で胸痛が再発し再手術となった症例である。初回CABGはLITAとSVG2本を使用した3枝バイパスであったが、右冠動脈(RCA)へのSVGは閉塞、左回旋枝(LCx)へのSVGはステント留置もされたが狭窄を繰り返した。手術は再胸骨正中切開によるRCA、LCxへのバイパス術を予定したが、癒着剝離時の開閉グラフトの損傷は手術の成否に大きくかわるため、術前にその走行を十分に把握しておく必要がある。2枚のVR像(図4A、B)ではLITAが胸骨より左方を走行、LCx

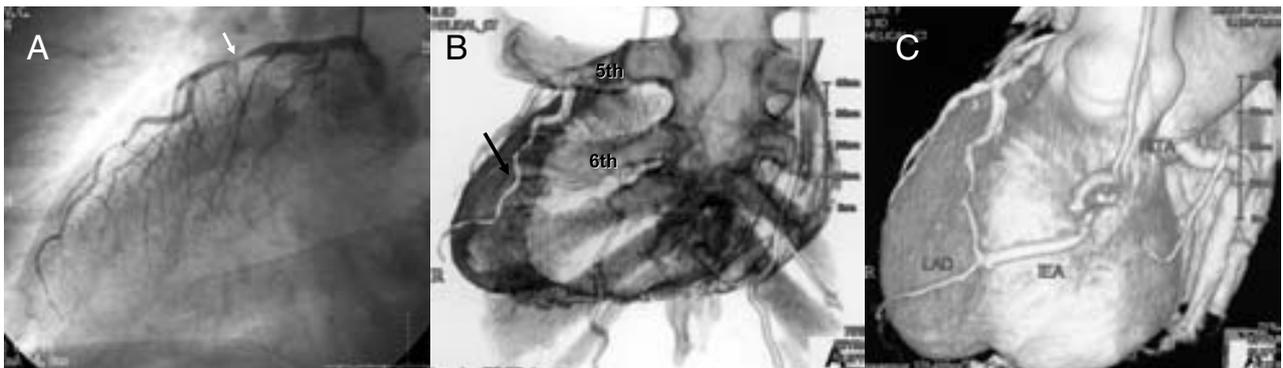


図3
 A：右胸心，冠動脈造影検査。前下行枝(LAD) #7 に有意狭窄を認める。
 B：術前 volume rendering 画像(16列 MDCT)，正面像。胸骨，肋骨の位置と吻合部位の関係が理解できる。
 C：術後 volume rendering 画像(16列 MDCT)。グラフトは良好に造影されている。
 IEA：下腹壁動脈。

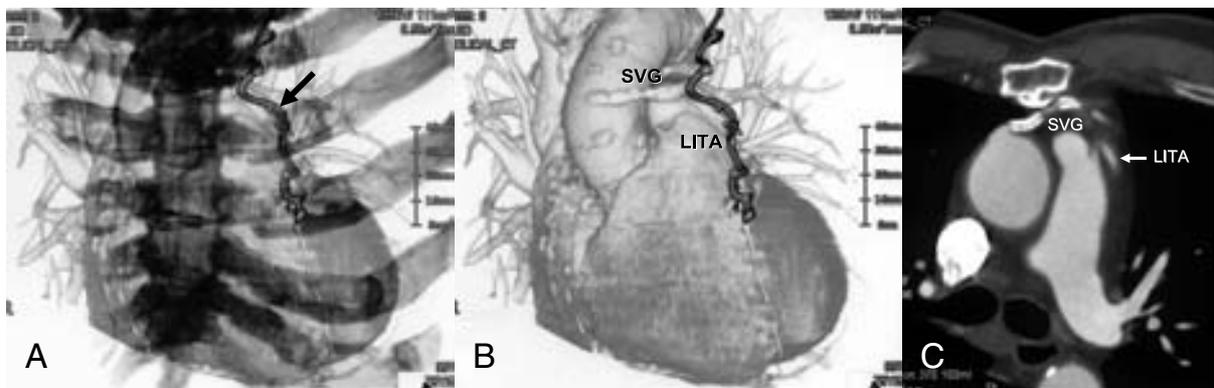


図4
 A, B：術前 volume rendering 画像(16列 MDCT)。LITA(矢印)は胸骨の左方を走行するが、LCx への SVG の中枢側吻合が胸骨の背側にある。
 C：Axial 画像。LITA は胸壁からやや離れているが SVG は胸骨にほとんど接している。SVG 内にはステントが留置されている。

への SVG が胸骨のすぐ背側を走行している．さらに水平断(図 4C)を見ると SVG はほとんど胸骨に接していることがわかる．これらの画像情報から，手術では補助循環を待機させた上で胸骨切開を始めることとした．SVG は予想通り胸骨に強固に癒着しておりこれを切断して手術せざるを得なかった．幸い血行動態は大きく変化せず，LITA も損傷せずに手術を終了できた．

このように，MDCT は手術の戦略を考える上で役立った．実際 CABG 後の再心臓手術に際し，安全なアプローチ方法やカニューレーション部位などを決定するのに MDCT が非常に有用であったとする 15 例の報告もみられる⁴⁾．今や CABG 後の再手術時には MDCT が必要不可欠といえる．

V. 冠動脈奇形の評価

先天性冠動脈奇形は心筋虚血やシャント性心疾患の原因となりうる病態であり，冠動脈造影検査症例の 0.3~1.3% に発見されると報告されている⁵⁻⁷⁾．優れた空間分解能を有し 3D 表示も容易である MDCT は先天性冠動脈奇形画像

診断の第一選択となりうる．図 5 は冠動脈瘻の症例である．この症例は胸痛発作をきたし冠動脈造影検査で 3 枝病変を認めたが，同時に LAD から肺動脈(PA)へのシャント血管が発見された．CABG 術前に MDCT を撮影したとこ



図 5 冠動脈瘻 volume rendering 画像
冠動脈前下行枝から肺動脈(PA)前壁につながる血管を認め，同時に上行大動脈，下行大動脈とつながる交通枝も認めた．

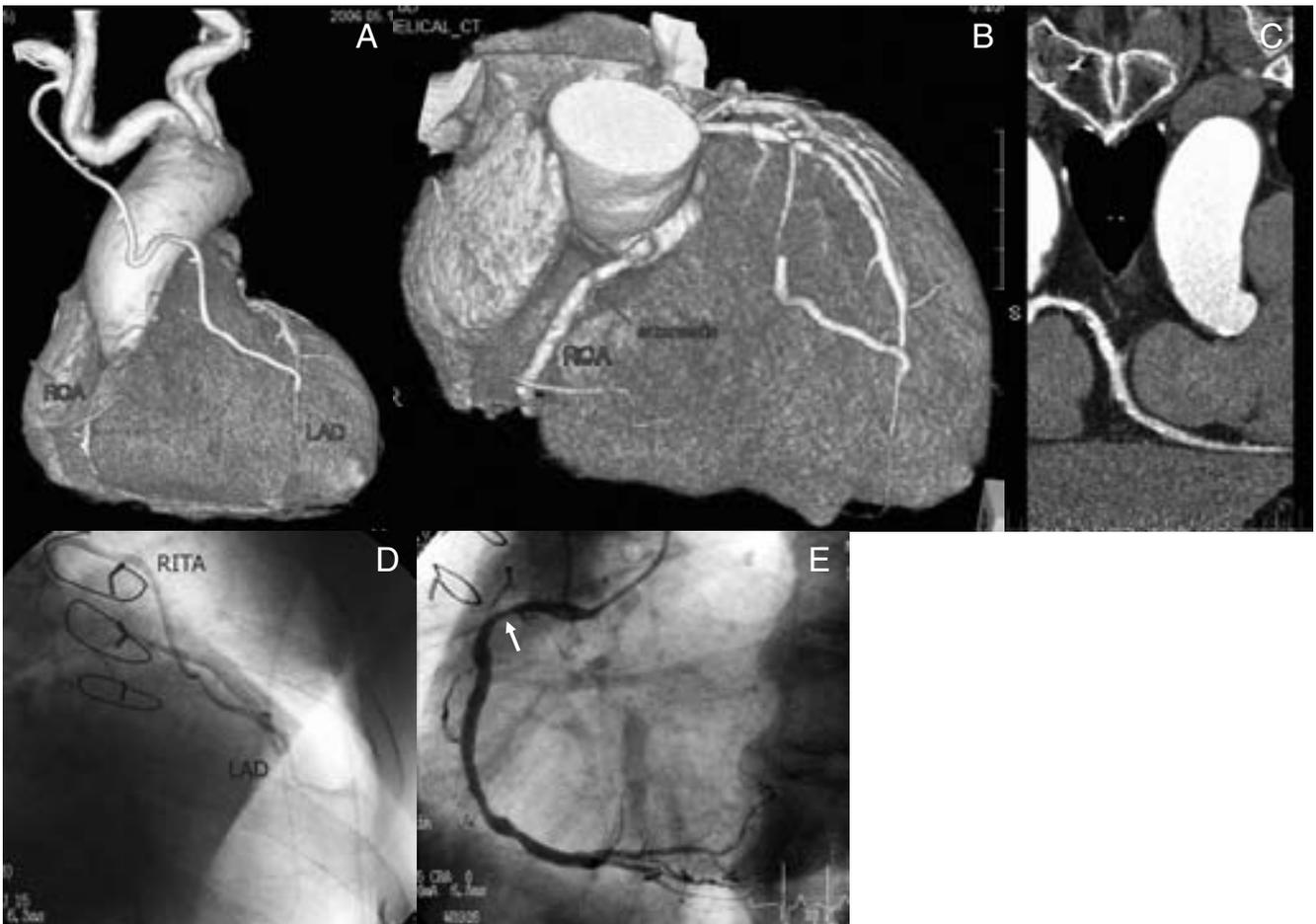


図 6

A, B : Volume rendering 画像．RITA は造影されているが RCA に狭窄が疑われる(矢印)．
C : Curved MPR 像．明らかに狭窄を認める．
D, E : 選択的グラフト造影および CAG．MDCT と同様に RITA の開存と RCA の狭窄を認める．

ろ、LAD から PA への太いシャント血管と同時に上行大動脈および下行大動脈からこのシャント血管への交通枝も認められた。手術では、このシャント血管および大動脈からの交通血管を結紮した後、4箇所へのバイパスを行った。冠動脈瘻は冠動脈造影での0.5%に観察され、その冠盗血現象による虚血も認められる⁷⁾。この症例はLADに75%狭窄はあったものの盗血も少なからず胸痛に関係していたと考えられる。

VI. CABG 術後フォローアップ

MDCT が CABG 術後のスクリーニングとして利用できる現在、外来で撮影できるこの検査は、血管造影検査に比べ患者の負担をかなり軽減している。当院でも CABG 後の定期的なグラフト開存の確認や術後胸痛等の症状が出現した時のスクリーニング検査として MDCT は第一選択である。

図6は右内胸動脈(RITA)-LADバイパス術後4年目に胸痛発作を認めた症例である。負荷心筋シンチグラム検査にてRCA, LAD領域の虚血を認めMDCTを撮影した。MDCTでRITAは良好に開存しており吻合部狭窄もなかったがRCAセグメント2に狭窄を認めた。血管造影検査でも同様にRITAの開存とRCA有意狭窄を確認した。この症例は後にRCAに対しPCIを行った。

VII. 最後に

今後、MDCTは256列が登場し半回転で心臓をカバーするようになるため、心拍や呼吸によるバンディングアーチファクトがほとんどなくなるなど、さらに安定した画像が得られるようになる。しかし、これまで述べてきたように、現時点でも冠疾患外科領域でのMDCTの有用性は確

立されたものになってきている。被曝の問題もあり、安易な使用は避けるべきではあるが、心臓血管外科領域におけるMDCTの有用性は今後も高くなると考えられ、多くの疾患の術前後評価に必須となるであろう。

文 献

- 1) Yamamoto M, Kimura F, Niinami H, Suda Y, Ueno E, Takeuchi Y: Noninvasive assessment of off-pump coronary artery bypass surgery by 16-channel multidetector-row computed tomography. *Ann Thorac Surg* 2006; **81**: 820-827
- 2) Schlosser T, Konorza T, Hunold P, Kuhl H, Schmermund A, Barkhausen J: Noninvasive visualization of coronary artery bypass grafts using 16-detector row computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2004; **44**: 1224-1229
- 3) Martuscelli E, Romagnoli A, D'Eliseo A, Tomassini M, Razzini C, Sperandio M, Simonetti G, Romeo F, Mehta JL: Evaluation of venous and arterial conduit patency by 16-slice spiral computed tomography. *Circulation* 2004; **110**: 3234-3238
- 4) Aviram G, Sharony R, Kramer A, Neshet N, Loberman D, Ben-Gal Y, Graif M, Uretzky G, Mohr R: Modification of surgical planning based on cardiac multidetector computed tomography in reoperative heart surgery. *Ann Thorac Surg* 2005; **79**: 589-595
- 5) Roberts WC: Major anomalies of coronary arterial origin seen in adulthood. *Am Heart J* 1986; **111**: 941-963
- 6) Click RL, Holmes DR Jr, Vlietstra RE, Kosinski AS, Kronmal RA: Anomalous coronary arteries: location, degree of atherosclerosis and effect on survival—a report from the Coronary Artery Surgery Study. *J Am Coll Cardiol* 1989; **13**: 531-537
- 7) Yamanaka O, Hobbs RE: Coronary artery anomalies in 126,595 patients undergoing coronary arteriography. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1990; **21**: 28-40