

## 冠動脈外科の術前リスク管理

竹村 博文

Takemura H: **Preoperative risk management for CABG.** J Jpn Coron Assoc 2009; 15: 179-184

### I. 冠動脈外科に関与するリスクのエビデンス

本邦でも欧米でも心大血管手術数の中で大きな比率を占める冠動脈バイパス術(coronary artery bypass grafting; CABG)の mortality predictor には従来大きな関心があり、低左心機能、糖尿病、喫煙、人工心肺時間、腎機能など多くの因子が報告されてきた<sup>1-5)</sup>。Grunkemeier ら<sup>6)</sup>は13の論文を検討し、年齢、女性、左室駆出率(LVEF)、腎機能障害、再手術を mortality risk としてあげ、またその次に左主幹部病変(LMT)、糖尿病、心源性ショックをあげている。しかし時代の変遷、技術の進歩、患者背景の変化に伴い、その operative risk は常に変化してきた。

2000年に発足した日本成人心臓血管外科手術データベース(Japan Adult Cardiovascular Surgery Database; JACVSD)<sup>7)</sup>が大きな成果となって、そのデータベースが登録病院に還元され、現在ではUMIN登録者すべてに予想手術死亡率の検索が利用可能となった。Motomura らは、単独CABG手術症例の術前 high odd 比因子が、緊急手術、クレアチニン3.0 mg/dl以上の腎機能障害、大動脈弁狭窄症、呼吸器障害であったと報告した。この報告は本邦の患者をデータにしたリスク評価で、非常に重要な情報であり、EuroScoreやSTS Scoreに比し、本邦の事情をよく反映し、より正しい評価が可能となった。したがってCABGの術前リスク管理はこれらの手術リスク因子を中心とした患者管理となる。

### II. 心機能評価、心筋 viability

JACVSDの評価でも術前心不全はリスクファクターであり、左室駆出率を中心とした心機能の評価は重要である。特に心筋梗塞後に低左心機能を呈する場合、血行再建後に心機能が改善するの否かを決定する心筋 viability の評価は重要である。心筋 viability の評価には、依然、従来の運動負荷T1-201安静時あるいは再分布像、Tc-99m

SPECTが有用である。またFDG-PETによる心筋 viability の診断は確立されており、血流代謝ミスマッチを検出できれば、血行再建により左室機能の改善が期待できる<sup>8)</sup>。最近では核医学検査の弱点である空間分解能が低いことの解決に向けて、心筋厚さ方向の梗塞部位や心筋 viability の評価にMRIガドリニウム静注による、遅延濃染画像(delayed contrast enhancement)が心筋梗塞の詳細な部位診断に有効であるとの報告が見られ、新たな心筋 viability 評価の指標となる可能性がしめされている<sup>9-11)</sup>。

もし心筋 viability が望めなく、さらに左室容量が大きいときには、左室形成を考慮に入れる。須磨らは、Dor手術を基本に、もし中隔も巻き込まれていればより楕円形になるようにSAVE手術を取り入れ積極的に左室形成を行い、5年生存率67%を得ている<sup>12)</sup>。左室の容量に関して、左室形成介入の適応については明記されていないが、SAVE症例の平均LVESVIは181 mlとかなり大きく、僧帽弁形成併施症例では128 mlであり、一般的にはLVESVIが100 mlを超えれば考慮すべきであろう<sup>13)</sup>。また一方hybernationの存在も考慮に入れる必要があり、LVEDVIが100を超える症例でも血行再建により心機能の改善やLVEDVIの低下を認める症例が経験され、心筋 viability の評価は極めて重要である。

### III. 併存弁膜症

高齢者においては動脈硬化の原因の弁膜疾患の合併の頻度が高くなる。胸部外科学会学術資料によると、2000年には弁膜手術10090例中CABG併施は1016例(10%)であったのに対して2006年には15092例中2275例(15%)と、その数、比率は増加している<sup>14)</sup>。JACVSDでは大動脈弁狭窄症合併がリスクに指摘されており、術前に十分な弁膜症の評価が必要である。石灰化を伴う大動脈弁狭窄症はCABG時、狭窄が中等度であってもその進行が早く、弁置換術を考慮すべきである。CABG術後開存グラフト存在下での再手術はリスクがあり、弁置換の適応閾値を下げる必要がある。ACC/AHAガイドラインでも日本循環器学会ガイドラインでも中等度大動脈弁狭窄症はCABG時にClass IIaで手術適応としている。また軽度

岐阜大学大学院医学系研究科高度先進外科(〒501-1194 岐阜県岐阜市柳戸1番1)

表1 大動脈弁狭窄症における AVR の推奨

<p>クラス I</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 症状を伴う高度 AS</li> <li>2 CABG を行う患者で高度 AS を伴うもの</li> <li>3 大血管または弁膜症にて手術を行う患者で高度 AS を伴うもの</li> <li>4 高度 AS で左室機能が EF で 50% 以下の症例</li> </ol> <p>クラス IIa</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 CABG, 上行大動脈や弁膜症の手術を行う患者で中等度 AS を伴うもの</li> </ol> <p>クラス IIb</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 高度 AS で無症状であるが, 運動負荷に対し症状出現や血圧低下をきたす症例</li> <li>2 高度 AS で無症状, 年齢・石灰化・冠動脈病変の進行が予測される場合, 手術が症状の発現を遅らせると判断される場合</li> <li>3 軽度な AS を持った CABG 症例に対しては, 弁の石灰化が中等度から重度で進行が早い場合</li> <li>4 無症状でかつ弁口面積 &lt;0.6 cm<sup>2</sup>, 平均大動脈-左室圧格差 &gt;60 mmHg, 大動脈弁通過血流速度 &gt;5.0 m/sec</li> </ol> <p>クラス III</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 上記のクラス IIa および IIb に挙げられている項目も認めない無症状の AS において, 突然死の予防目的の AVR</li> </ol>
--

Copyright © 2002 日本循環器学会：弁膜疾患の非薬物治療に関するガイドライン(2007年改訂版). Circ J 66(Suppl. IV), 2002. 表 26

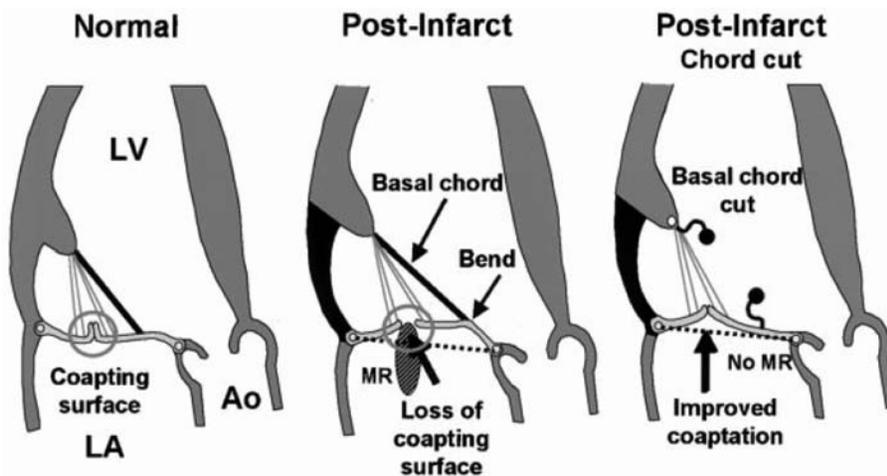


図1 Basal chord 切断による tethering 解除の説明図

Copyright © 2001 American Heart Association, Inc. All rights reserved. Messas E, Guerrero JL, Handschumacher MD, Conrad C, Chow CM, Sullivan S, Yoganathan AP, Levine RA: Chordal Cutting: a new therapeutic approach for ischemic mitral regurgitation. Circulation 2001; 104: 1958-1963. Fig. 1

ASでも石灰化が中等度、高度な場合も Class IIb で手術適応としている(表1)<sup>15)</sup>。

虚血性僧帽弁閉鎖不全症の手術適応は様々な議論がなされているが、一般的には moderate 以上なら弁輪形成術を中心とした僧帽弁形成術を考慮すべきである。術式は様々報告されているとおりで、two size downsizing annuloplasty<sup>16)</sup>、second chordae cutting<sup>17)</sup>(図1)、乳頭筋近接術<sup>18)</sup>など考慮する。虚血性僧帽弁閉鎖不全症で注意すべき点として、逆流程度の評価は術前に行うべきで、あるいは運動負荷での評価が重要で、麻酔導入後では逆流は

軽減され、術中経食心エコーでの逆流評価は過小評価される危険性がある。また形成後の人工心肺離脱後の評価も過小評価される可能性があるため、十分留意する<sup>19)</sup>(図2)。

#### IV. 脳血管障害

術後の脳梗塞は CABG の長期予後を有意に悪化させることが報告されており<sup>20, 21)</sup>、脳梗塞の回避は必須事項である。そのため脳血管の術前評価は重要である。頭部 CT, MRI にて脳梗塞の既往の有無、MRA にて頭蓋内動

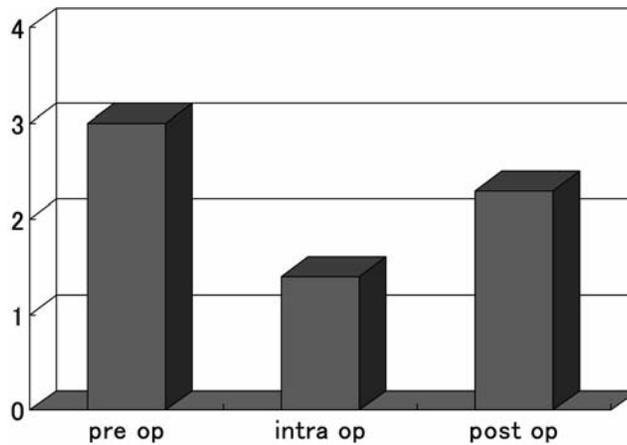


図2 Ischemic MR に対する MVP の術前, 術中, 術後の MR 評価の変遷

Copyright © 2001 American Heart Association, Inc. All rights reserved. Aklog L, Filsoufi F, Flores KQ, Chen RH, Cohn LH, Nathan NS, Byrne JG, Adams DH: Does coronary artery bypass grafting alone correct moderate ischemic mitral regurgitation? *Circulation* 2001; 104 (12 Suppl 1): I68-75. Fig. 2

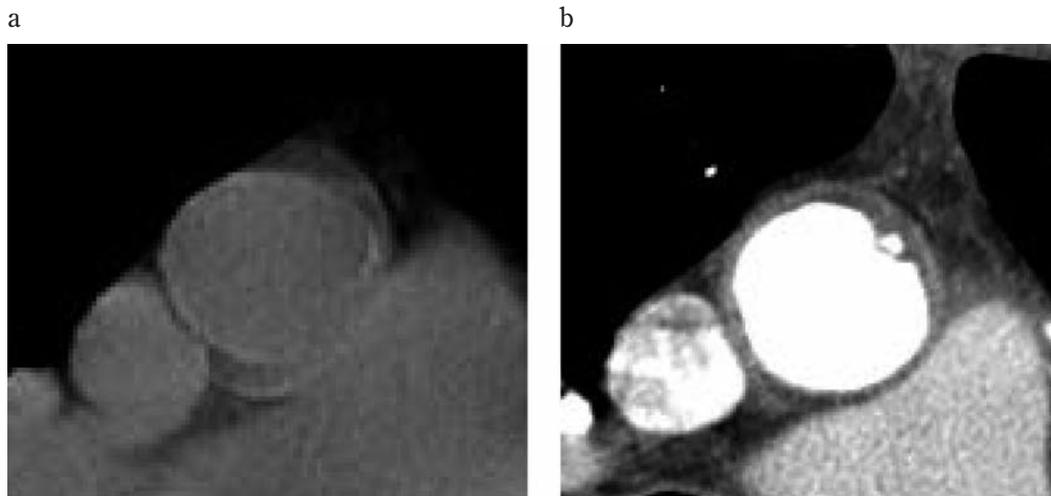


図3 a: 術前単純CT. b: 術前造影CT. 単純CTでは石灰化の描出には適しているが, 粥腫の描出には造影CTが必要である.

脈と頸動脈の狭窄や閉塞の有無, 脳動脈瘤の有無, 頸部エコーにて内外頸動脈の狭窄の有無や程度を必ず評価する. もし病変があれば脳神経外科と相談し, ダイアモックス負荷脳血流スキャンを行い, 脳虚血のみではなく, 周囲組織の循環予備能を評価しておく. もし頸動脈, 脳動脈に病変があり, 予備能も低下している場合, 脳血管ステント療法の先行も考慮する. また冠動脈病変が二期手術を待てないときにはたとえば頸動脈内膜切除術(carotid artery endoarterectomy; CEA)とCABGの同時施行も考慮する<sup>22)</sup>.

上行大動脈の評価も重要で, 石灰化の有無は胸部CTで評価する. 中等度あるいは高度石灰化を認めれば, OPCAB, あるいは腋窩動脈または大腿動脈送血による on-pump beating CABG への術式変更を行う.

石灰化のみならず, 粥腫の有無の評価が重要である. 単純CTでは内膜の評価は不十分であり, 造影CTを行えば, 詳細な上行大動脈内膜の描出が可能である(図3)が, 全例施行していないのが現状であろう. そのため術中の評価が重要となる. 術中評価では従来通り用指触診, 経食道心エコーでの評価が可能であるが, epiaortic ultrasonography がより詳細に上行大動脈の粥腫の描出が可能であり, ルーチンに行うべきである<sup>23)</sup>. もし上行大動脈が3 mm以上に肥厚しているか, 内膜の不整があるか, 動揺粥腫があればaorta no touchで手術を完遂すべきであろう. そのためにはOPCAB, in situ graftの使用を考慮する<sup>24)</sup>. 図4は正常, 一部粥腫, 高度粥腫の術中エコー所見である. 正常ならば部分遮断鉗子の使用は可能であるが, 一部粥腫があるときは中枢吻合デバイスの

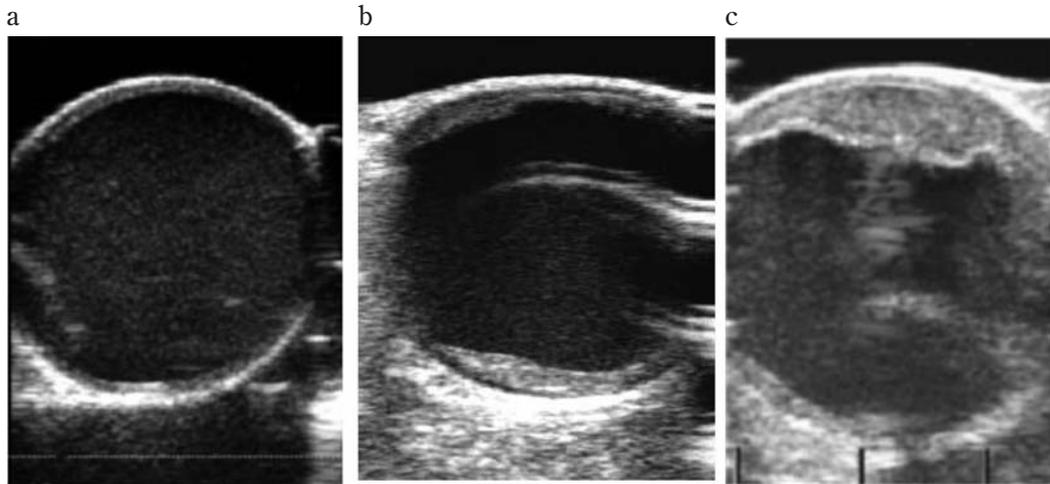


図4 a: 壁厚 2.2 mm で正常と思われる上行大動脈. b: 壁厚 3.5 mm で中等度粥腫を認める. 内膜の不整も認め、遮断は危険である. c: 壁厚 4.5 mm で高度で fragile な粥腫を認める. aortic no touch が推奨される.

使用が効果的であると考えられる. また高度粥腫のときには aorta no touch technique が必要である.

#### V. 糖尿病

糖尿病はかつてより冠動脈バイパス術のリスクファクターとして懸念されていた. 表層感染, 胸骨感染, 冠動脈の瀰漫性病変, グラフト閉塞などがその懸念内容であった. 今回の JACVSD では糖尿病は手術死亡に関しては有意ではなかったが, 最近の文献でもいろいろな報告がなされている. Choi らは糖尿病群と非糖尿病群で, 手術死亡, 合併症に差はなく, グラフト開存率も手術直後も 1 年後も差がなかったとしている<sup>25)</sup>. Santos らは両側内胸動脈使用を行っても糖尿病群でも感染などの差もなかったとしている<sup>26)</sup>が, Alserius らは, 高 Hb-A1c は表層感染, 縦隔感染のリスクであり, 3 年の生存率も下げるとしている<sup>27)</sup>.

よって糖尿病は十分管理されていれば手術死亡にはつながらないが, 長期成績を考えると厳重な管理が必要となってくる. 術前の血糖コントロール, Hb-A1c のコントロールが重要であり, 内分泌内科と協力し, 必要に応じてインスリン管理とし, Hb-A1c を 7 以下にする必要がある. 術中術後も血糖管理は重要で, インスリンも持続投与がよいとされている. しかも最近では 80 ~ 110 mg/dl というかなり厳しい管理が勧められている.

#### VI. 腎不全

JACVSD で 3.0 mg/dl 以上の腎機能障害はリスクファクターと再認識された. 現在慢性透析患者は 27 万人以上であり, 全国 4050 の施設と, 108570 台のペーシャントステーションで同時透析可能人数は 107454 人, 最大収容能力は 364151 人となっている. 毎年 36000 人の導入増加,

25000 人の死亡数で, 10000 人が年々増加している<sup>28)</sup>. 今後も増加が予想され, 心大血管手術症例として紹介されることが予想される. 日本胸部外科学会からの報告で初回 CABG 症例だけで比較しても, 2004 年では透析患者は 16705 例のうち 930 例(5.5%)であったのに対して, 2006 年では 15017 例のうち 993 例(6.5%)と全体の CABG 症例数が減少しているにも関わらず, 透析患者の実数も比率も増加している<sup>14)</sup>. 腎不全の重症度により CABG 術後の死亡率が左右される<sup>29)</sup>ことより, 術前にはクレアチニンクリアランスを含めた腎機能の詳細な評価が必要である(図 5). OPCAB が透析患者の CABG の成績向上につながる報告も散見される<sup>30)</sup>.

#### VII. 末梢血管

冠動脈疾患, 末梢動脈疾患(PAD), 脳血管疾患はいずれもアテローム性動脈硬化症の疾患であるから三者は同時に発症しえる. PAD 自体で非致死性心筋梗塞罹患率が年間 2 ~ 3%あり, 対照群より狭心症発生リスクは 2 ~ 3 倍高い<sup>31)</sup>. また PAD に合併する心血管イベントの増大は ABI 測定による重症度に関与している. JACVSD では PAD は predictor にはならなかったが, 臨床上様々な問題を惹起する. OPCAB 施行時なら IABP の循環補助が不可能あるいは制限されたり, 末梢循環の悪化をもたらす, 血行動態不安定に対する PCPS 補助のアクセスの制限がある. 静脈採取下肢の創傷治療遅延の懸念もある. また両側総腸骨動脈閉塞例では内胸動脈採取が下腹壁動脈を介した下肢への側副血行路の犠牲につながる可能性も考慮に入れなければならない.

#### VIII. 呼吸機能

CABG 症例の高齢化は顕著で, それに伴い閉塞性呼吸

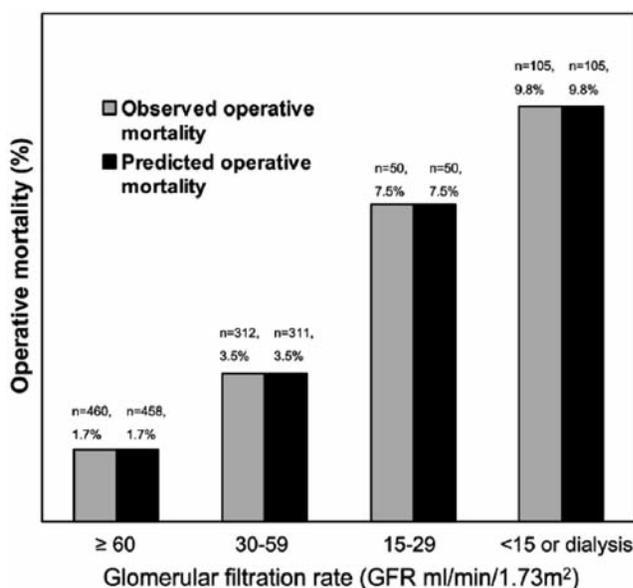


図5 術前腎機能程度による手術死亡率予測値と実測値

Copyright © 2008 Elsevier Inc. All rights reserved. Yeo KK, Li Z, Yeun JY, Amsterdam E: Severity of chronic kidney disease as a risk factor for operative mortality in nonemergent patients in the California coronary artery bypass graft surgery outcomes reporting program. Am J Cardiol 2008; 101: 1269-1274. Fig. 1

障害を伴う症例も増えてくる。80歳以上のCABGの成績は近年良好な成績を上げてきているが、Filsoufiら<sup>32)</sup>も80歳以上の症例のCABGの成績は良好であるが、唯一呼吸器不全が大きな問題点であると指摘している。また術前の呼吸筋のトレーニングが有効であるとの報告もあり<sup>33)</sup>、呼吸器合併に対しては細心の注意が必要である。

### IX. 消化器

CABG術後に消化器合併症は頻度的には多くはないが、ひとたび合併症を引き起こすと死亡率は高いとされる。Rodriguezら<sup>34)</sup>は270万人のデータベースから検索し、消化器合併症は4.1%に発生し、合併症の中の比率で主なものは腹腔内膿瘍28.1%、イレウス24%、潰瘍17%であった。消化器合併症群の死亡率は12.0%で非合併群の2.5%に比し有意差を認めた。危険因子は緊急手術、年齢、腎機能障害、透析、IABP使用であった。特に虚血性腸炎、上腸間膜血栓症は致命的に至ることがあり、腹部大動脈以下の末梢血管の評価は重要である。また本邦では悪性腫瘍の死亡率が高いため、ヒトヘモグロビン便潜血試験は必要である。もし高値で陽性なら、上部ならびに下部内視鏡検査が薦められる。

以上可能性のなるリスク管理に関して各論を述べた。DES時代に入り、CABG症例数が確かに減少した。しかしDESの亜急性血栓症の問題、DESはbear metal stentと比較して再狭窄は減少させたが、死亡率、心筋梗塞発

生率は改善していないなどの反省材料も出てきて、多枝病変、LMT病変、糖尿病症例の狭小冠動脈、分岐部病変はCABGが優先されるべきであるが、依然CABG症例のgate keeperは循環器内科医である。今後も高齢化、重症化でCABG症例の患者背景はますます厳しくなることは想像に難くない。術前リスク評価を正確に行い、個々の症例に応じた術式の選択、グラフト選択、補助手段の選択が最重要課題となってくると思われる。

### 文 献

- 1) Kay GL, Sun GW, Aoki A, Prejean CA Jr: Influence of ejection fraction on hospital mortality, morbidity, and costs for CABG patients. Ann Thorac Surg 1995; 60: 1640-1645
- 2) Herlitz J, Wognsen GB, Emanuelsson H, Haglid M, Karlson BW, Karlsson T, Albertsson P, Westberg S: Mortality and morbidity in diabetic and nondiabetic patients during a 2-year period after coronary artery bypass grafting. Diabetes Care 1996; 19: 698-703
- 3) Utley JR, Leyland SA, Fogarty CM, Smith WP, Knight EB, Feldman GJ, Wilde EF: Smoking is not a predictor of mortality and morbidity following coronary artery bypass grafting. J Card Surg 1996; 11: 377-384
- 4) Wesselink RM, de Boer A, Morshuis WJ, Leusink JA: Cardio-pulmonary-bypass time has important independent influence on mortality and morbidity. Eur J Cardiothorac Surg 1997; 11: 1141-1145
- 5) Rao V, Weisel RD, Buth KJ, Cohen G, Borger MA, Shiono N, Bhatnagar G, Femes SE, Goldman BS, Christakis GT: Coronary artery bypass grafting in patients with non-dialysis-dependent renal insufficiency. Circulation 1997; 96 (9 Suppl): II38-II43; discussion II44-II45
- 6) Grunkemeier GL, Zerr KJ, Jin R: Cardiac surgery report cards: making the grade. Ann Thorac Surg 2001; 72: 1845-1848
- 7) Motomura N, Miyata H, Tsukihara H, Okada M, Takamoto S, Japan Cardiovascular Surgery Database Organization: First report on 30-day and operative mortality in risk model of isolated coronary artery bypass grafting in Japan. Ann Thorac Surg 2008; 86: 1866-1872
- 8) 心臓核医学検査ガイドライン循環器病の診断と治療に関するガイドライン(2003-2004年度合同研究班報告). Jpn Circ J 2005; 69 (Suppl IV)
- 9) 永田幹紀, 北川覚也, 市川泰崇, 佐久間肇, 竹田 寛, 本康宗信, 中野 昶: 心疾患画像診断の実際. 臨床画像増刊号 2002; 18: 110-139
- 10) Wu YW, Tadamura E, Yamamuro M, Kanao S, Marui A, Tanabara K, Komeda M, Togashi K: Comparison of contrast-enhanced MRI with (18)F-FDG PET/201Tl SPECT in dysfunctional myocardium: relation to early functional outcome after surgical revascularization in chronic ischemic heart disease. J Nucl Med 2007; 48: 1096-1103
- 11) Selvanayagam JB, Kardos A, Francis JM, Wiesmann F, Petersen SE, Taggart DP, Neubauer S: Value of delayed-enhancement cardiovascular magnetic resonance imaging in predicting myocardial viability after surgical revascularization. Circulation 2004; 110: 1535-1541, Epub 2004 Sep 7

- 12) Suma H, Tanabe H, Uejima T, Isomura T, Horii T: Surgical ventricular restoration combined with mitral valve procedure for endstage ischemic cardiomyopathy. *Eur J Cardiothorac Surg* 2009; Apr 24. [Epub ahead of print]
- 13) Suma H, Isomura T, Horii T, Nomura F: Septal anterior ventricular exclusion procedure for idiopathic dilated cardiomyopathy. *Ann Thorac Surg* 2006; **82**: 1344–1348
- 14) Ueda Y, Fujii Y, Udagawa H: Thoracic and cardiovascular surgery in Japan during 2006. Annual report by the Japanese Association for Thoracic Surgery Committee for Scientific Affairs. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2008; **56**: 365–388
- 15) 弁膜疾患の非薬物治療に関するガイドライン(2007年改訂版). *Jpn Circ J* 2002; **66** (Suppl IV)
- 16) Bax JJ, Braun J, Somer ST, Klautz R, Holman ER, Versteegh MI, Boersma E, Schalij MJ, van der Wall EE, Dion RA: Restrictive annuloplasty and coronary revascularization in ischemic mitral regurgitation results in reverse left ventricular remodeling. *Circulation* 2004; **110** (11 suppl 1): III103–III108
- 17) Messas E, Guerrero JL, Handschumacher MD, Conrad C, Chow CM, Sullivan S, Yoganathan AP, Levine RA: Chordal Cutting: a new therapeutic approach for ischemic mitral regurgitation. *Circulation* 2001; **104**: 1958–1963
- 18) Matsui Y, Suto Y, Shimura S, Fukada Y, Naito Y, Yasuda K, Sasaki S: Impact of papillary muscles approximation on the adequacy of mitral coaptation in functional mitral regurgitation due to dilated cardiomyopathy. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2005; **11**: 164–171
- 19) Aklog L, Filsoufi F, Flores KQ, Chen RH, Cohn LH, Nathan NS, Byrne JG, Adams DH: Does coronary artery bypass grafting alone correct moderate ischemic mitral regurgitation? *Circulation* 2001; **104** (12 Suppl 1): I68–I75
- 20) Halkos ME, Puskas JD, Lattouf OM, Kilgo P, Guyton RA, Thourani VH: Impact of preoperative neurologic events on outcomes after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2008; **86**: 504–510; discussion 510
- 21) Toumpoulis IK, Anagnostopoulos CE, Chamogeorgakis TP, Angouras DC, Kariou MA, Swistel DG, Rokkas CK: Impact of early and delayed stroke on in-hospital and long-term mortality after isolated coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol* 2008; **102**: 411–417, Epub 2008 May 22
- 22) Fareed KR, Rothwell PM, Mehta Z, Naylor AR: Synchronous carotid endarterectomy and off-pump coronary bypass: an updated, systematic review of early outcomes. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2009; **37**: 375–378, Epub 2009 Feb 10
- 23) Suvarna S, Smith A, Stygall J, Kolvecar S, Walesby R, Harrison M, Newman S: An intraoperative assessment of the ascending aorta: a comparison of digital palpation, transesophageal echocardiography, and epiaortic ultrasonography. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2007; **21**: 805–809, Epub 2007 Aug 3
- 24) Ibrahim KS, Vitale N, Tromsdal A, Kirkeby-Garstad I, Fraser AG, Haaverstad R: Enhanced intra-operative grading of ascending aorta atheroma by epiaortic ultrasound vs echocardiography. *Int J Cardiol* 2008; **128**: 218–223, Epub 2007 Jul 23
- 25) Choi JS, Cho KR, Kim KB: Does diabetes affect the postoperative outcomes after total arterial off-pump coronary bypass surgery in multivessel disease? *Ann Thorac Surg* 2005; **80**: 1353–1360
- 26) Martins SK, Santos MA, Tirado FH, Martins FC Jr, Malat HF, Jatene AD, Souza LC: Coronary artery bypass grafting using both internal mammary arteries in patients with diabetes mellitus. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2007; **22**: 291–296
- 27) Alserius T, Anderson RE, Hammar N, Nordqvist T, Ivert T: Elevated glycosylated haemoglobin (HbA1c) is a risk marker in coronary artery bypass surgery. *Scand Cardiovasc J* 2008; **42**: 392–398
- 28) 中井 滋, 政金生人, 重松 隆, 濱野高行, 山縣邦弘, 渡邊有三, 伊丹儀友, 尾形 聡, 木全直樹, 篠田俊雄, 庄司哲雄, 鈴木一之, 谷口正智, 土田健司, 中元秀友, 西 慎一, 西 裕志, 橋本整司, 長谷川毅, 花房規男, 藤井直彦, 丸林誠二, 守田 治, 若井建志, 和田篤志, 井関邦敏, 椿原美治: わが国の慢性透析療法の現況(2007年12月31日現在). *日透析医学会誌* 2009; **42**: 1–45
- 29) Yeo KK, Li Z, Yeun JY, Amsterdam E: Severity of chronic kidney disease as a risk factor for operative mortality in nonemergent patients in the California coronary artery bypass graft surgery outcomes reporting program. *Am J Cardiol* 2008; **101**: 1269–1274
- 30) Zhang L, Boyce SW, Hill PC, Sun X, Lee A, Haile E, Garcia JM, Corso PJ: Off-pump coronary artery bypass grafting improves in-hospital mortality in patients with dialysis-dependent renal failure. *Cardiovasc Revasc Med* 2009; **10**: 12–16
- 31) 下肢閉塞性動脈硬化症の診断・治療指針 II. 日本脈管学会編, メディカルトリビューン, 東京, 2007
- 32) Filsoufi F, Rahmanian PB, Castillo JG, Chikwe J, Silvay G, Adams DH: Results and predictors of early and late outcomes of coronary artery bypass graft surgery in octogenarians. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2007; **21**: 784–792
- 33) Hulzebos EH, Helder PJ, Favié NJ, De Bie RA, Brutel de la Riviere A, Van Meeteren NL: Preoperative intensive inspiratory muscle training to prevent postoperative pulmonary complications in high-risk patients undergoing CABG surgery: a randomized clinical trial. *JAMA* 2006; **296**: 1851–1857
- 34) Rodriguez F, Nguyen TC, Galanko JA, Morton J: Gastrointestinal complications after coronary artery bypass grafting: a national study of morbidity and mortality predictors. *J Am Coll Surg* 2007; **205**: 741–747