

冠動脈外科の術後合併症に対するリスクマネージメント

山内 昭彦, 樋上 哲哉

Yamauchi A, Higami T: **Postoperative risk management after coronary artery bypass grafting.** J Jpn Coron Assoc 2009; 15: 185-189

I. はじめに

高齢化社会の進行に伴い、術前合併症を有する虚血性心疾患患者が増加し、ハイリスクの手術症例が増加傾向にある。2008年に掲載されたJACVSD(Japan Adult Cardiovascular Surgery Database)による検討では、国内7133例の単独CABG症例をまとめ、30日以内死亡2.02%、手術死亡2.72%であったと報告している¹⁾。これらの成績は欧米諸国と比肩できるものであるが、同時に術後合併症が11.62%であったことも報告しておりさらなる成績向上が望まれるところでもある。本稿では、単独CABG症例の術後合併症に対するリスクマネージメントを文献的に考察するとともにわれわれの経験をふまえて詳述する。

II. 総論

主な術後合併症を表1にあげ、各項目についてのリスクマネージメントを述べる。

III. 各論

1. 周術期心筋梗塞(PMI)

周術期心筋梗塞(perioperative myocardial infarction; PMI)は術後心不全のリスクを増加させる因子とされている²⁾。事実、CABG術後のPMIは30日内死亡率を増加させ、その後のQOLを低下させるといった報告もある³⁾。そのためPMIへの対処は重要であり、早期診断と迅速な対応がポイントとなる。PMIの診断は術後の新たなQ波出現とされてきたが、近年は特異的な診断マーカー(CK-MB, トロポニンT, トロポニンI)の血中濃度上昇により診断されるようになってきている。一般的にCABG後のPMI発生機序は、グラフト早期閉塞によるタイプ、術中の不十分な心筋保護によるタイプ、あるいは両者によるタイプと考えられている。当施設ではPMIに対するリスクマネージメントとして以下の3点を行っている。

a. 吻合後の術中グラフト評価

術中グラフト評価は重要であり視覚的評価(当施設ではphoto dynamic eye; PDEを使用)と血流評価(フローメーター)の両者で判断している。両者によってグラフトの信頼性に欠ける場合には、再吻合やバイパスデザインの変更等を考慮するようにしている。

b. 早期診断(冠動脈造影を含む)

術後の早期診断は重要であり、心電図変化(遷延、もしくは進行するST上昇)や診断マーカーの推移を術後3時間ごとに測定し早期診断へとつなげている。なかでもトロポニンIはPMIの判別因子として最良であるとの報告が散見されることから重要視している。Thielmannらは術直後の冠動脈造影所見と術後トロポニンI値(TnI)の関連性について指摘し、PMIの有無をカットオフ値TnI 10.5 ng/ml, グラフト関連 / 非関連PMIをカットオフ値TnI 35.5 ng/mlと報告した⁴⁾。当施設では以上をふまえてPMIが疑わしき場合には早期冠動脈造影を行い、診断・治療へとつなげている。

c. 周術期の抗凝固コントロール

Off pump-CABG(OPCAB)において術後、過凝固傾向となることが指摘されているが、当施設では術後出血がないことを確認し速やかにヘパリンの全身投与を行うようにしている。ワーファリンの使用については賛否のあるところであるが、DM疾患等に多いびまん性狭窄を伴う冠動脈へのバイパス症例や術中評価においてバイパスフローの低下した症例においては適宜使用するようになっている。

2. 低心拍出量症候群(LOS)

CABG術後の低心拍出量症候群(LOS)は術中管理に左右されるところが大きい。そのため術式をon-pump CABGとOPCABに分けて述べる。

a. On-pump CABG

人工心肺を使用した心停止下のCABGにおいて、心筋保護法が術後LOSの出現を左右するといっても過言ではない。心筋保護液(CP)の歴史は古く、順行性vs逆行性CP, crystalloid vs blood CP, warm vs cold CPといった観点から改良が加えられ現在に至っているが、どのCPが

札幌医科大学医学部外科学第二講座(〒060-8556 札幌市中央区南1西17)

表1 術後合併症

1. 周術期心筋梗塞 (PMI)
2. 低心拍出量症候群 (LOS)
3. 脳神経合併症
4. 腎不全
5. 呼吸不全
6. 縦隔炎

最良かといった結論には至っていない。当施設では retrograde continuous cold blood cardioplegia (RC-CBC) を使用し、良好な成績を取めている。図1～3は当施設における最近2年間の心筋保護使用症例(弁膜症例, 胸部大動脈瘤症例)を検討したものである。大動脈遮断時間(ACC)に対する術後CK-MB値, 左室心筋重量(LVMW)に対する術後CK-MB値, 大動脈遮断時間に対する術後カテコラミン用量をそれぞれ示しているがACCやLVMWに左右されることなく術後CK-MB値は低く, 術後カテコラミン用量は約2 γ であった。待機手術症例における術後LOSはゼロであり, 心筋保護法の重要性を立証する結果であった。

b. OPCAB

OPCABを安全に完遂することが術後LOSの予防につながると考えられる。そのため, 吻合時の安定した循環動態の維持が必須であり当施設では表2にあげた点に留意している。表2の1および2に関しては麻酔医との連携が必須であり, グラフト採取終了の時点までに調節することが重要である。これによって当施設における単独CABGは全例OPCABで完遂しており, 術後LOSはゼロである。

他にLOSを発症する主な術後因子として心タンポナーデや不整脈などがあげられる。心タンポナーデは術後のドレナージ不全により生じ, 血圧低下, CVP上昇, 脈圧低下, 不整脈の出現等により診断される。心エコーで心嚢内に大量血腫を認めれば確定診断となるが, 血腫が不明瞭なこともありその場合にはTEEやCTが有効となる。CABG後の不整脈に関しては心房性不整脈が術後一過性に30～40%の症例に出現するとの報告もあるが, 電解質管理や体液バランス, 貧血コントロール等によって速やかに消失することが望まれる。特に心房粗動はコントロール不良となることからDCによる除細動のタイミングを逸してはならない。

3. 脳神経合併症

CABG術後の周術期脳神経合併症は重篤な合併症であり, 発症率はまちまちであるがJACSVDは1.51%¹⁾, The Northern New England Cardiovascular Disease Study Groupは1.61%⁵⁾と報告している。さらにThe Northern New England Cardiovascular Disease Study Groupの報告⁵⁾では周術期脳神経合併症発症例は有意に死亡

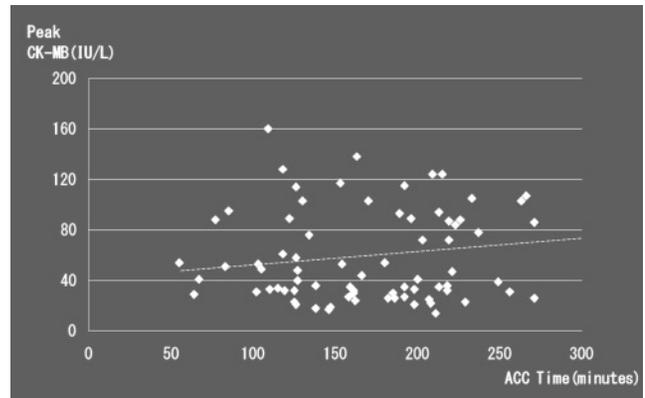


図1 Peak CK-MB on ACC time

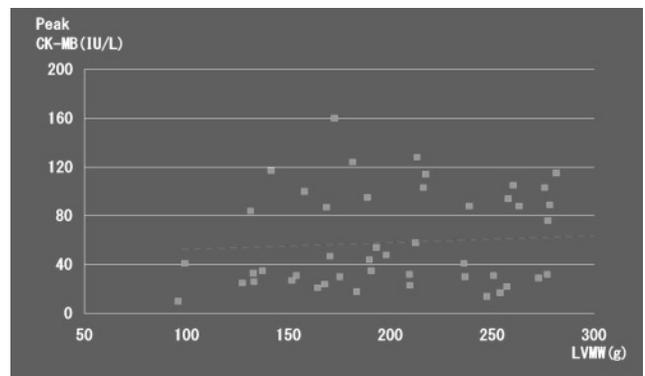


図2 Peak CK-MB on LVMW

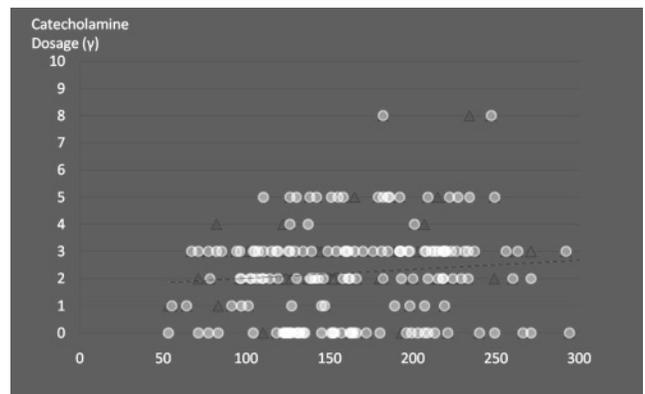


図3 Catecholamine dosage on ACC time

率が高くなることも指摘しており (hazard ratio 3.20), 発症を防ぐためのリスクマネージメントが重要となる。

周術期脳神経合併症発症の最も強い危険因子に上行大動脈の粥状硬化があげられる。このため, 日本循環器病学会のガイドライン(虚血性心疾患に対するバイパスグラフトと手術術式の選択ガイドライン)⁶⁾では「術中上行大動脈エコー, 経食道エコー, あるいは触診によって, 上行大動脈に高度な粥状硬化が認められた時は, 上行大動脈

表2 OPCAB時における循環維持のポイント

1. 強心剤を使用しない	心筋酸素消費を抑え不整脈の誘発を予防する
2. 適切な循環 volume を維持する	CVP 値による適切な前負荷の維持と電解質・貧血を補正する
3. 適切な LIMA stitch の使用 (IVC からの venous return を維持する)	LIMA stitch は設置する場所, かける針糸の方向, 牽引方向等により IVC からの venous return を障害する場合もあるので十分に注意する
4. Suction device を使用しない	心筋に対する無理な応力が発生するので使用しない
5. シェントチューブを使用	心筋酸素供給の点で必須
6. 吻合順を考慮する	心筋にとって最も酸素消費の少ない冠動脈から吻合を行う

を遮断しない手術方法に術式を変更することが、術後脳神経障害発症を防ぐ可能性がある。その術式の中には OPCAB も含まれる」と Class I, evidence level C に位置づけている。具体的には術中上行大動脈エコーにて壁厚が 3 mm 以上ある場合には、送血部位の変更、低体温 Vf による大動脈遮断の回避、in-situ graft 使用による aorta no touch technique 等、同部位への操作を加えないことが重要である。また、OPCAB は on-pump CABG 症例に比べ、術後の脳神経合併症の発症を有意に下げる報告が多くなされてきており⁷⁻⁹⁾、当施設でも OPCAB 連続 120 例の検討(頸動脈狭窄・閉塞病変例、脳梗塞既往例含む)で術後脳神経合併症の発症はゼロであった。

上行大動脈の粥状硬化同様、術後脳神経合併症発症の危険因子の一つに頸動脈狭窄病変があげられる。脳虚血の有症状例では CABG と頸動脈血栓摘除術(CEA)の同時もしくは二期的手術、あるいは術前に頸動脈ステント留置術(CAS)を行う¹⁰⁾といった報告がなされてきている。当施設では人工心肺使用例において、術前に頸動脈エコー・頭頸部 MRA を施行しており、頸部・頭蓋内血管病変が疑われる場合には脳スペクトによる脳血流予備能の評価を行っている。予備能低下を認める症例に対してはその責任血管に対する治療を先行する。頸動脈狭窄病変に対しては CAS、内頸動脈より末梢の閉塞性病変に対しては浅側頭動脈-中大脳動脈吻合術(STA-MCA バイパス)を施行し、術後脳神経合併症の発症を回避している。

周術期の脳神経合併症発症の誘因として心房細動も考慮すべきである。発生時期としては術後 2~3 日目に多く、これによって術後脳梗塞の発症率が 2~3 倍になるとされている⁶⁾。そのため迅速な除細動と抗凝固コントロールが必要となる。Artyon らは OPCAB と on-pump CABG の比較検討において、OPCAB が Af の発症を 30% 減少させ、同時に術後脳神経合併症を 50% 減少させたこと OPCAB の有用性を報告した⁷⁾。

4. 腎不全

腎不全は CABG 術後の早期および遠隔成績、合併症の発症に影響を与える因子とされている。術前の腎機能評価は重要であり、血清 Cr や eGFR による評価がなされている。最近では、2002 年に National Kidney Foundation より発表された慢性腎不全の機能分類¹¹⁾に基づく報告が多くなされ、いずれの報告も腎機能低下進行例の術後遠隔成績が悪いことを指摘している¹²⁻¹⁴⁾。腎不全症例に対するリスクマネージメントを述べる。

a. 水分・電解質管理

水分管理を行う上で重要となるのが血管内容量の評価である。腎不全症例では血管内容量(前負荷)を適切に保つことが重要となる。除水困難であることが腎不全の一病態であることから、大きな前負荷は即心不全や呼吸不全へとつながり、少ない状態での強制利尿は腎不全の進行へとつながり危険である。当施設では CVP による圧評価に加えエコーによる IVC 径の計測をルーチンとし、前負荷の適切な評価を行っている。術前体重が術後水分管理の指標となるが、術直後はプラスバランスで手術場を退出しても前負荷の少ない状態であることが多いため、除水のタイミングは慎重に評価しなければならない。電解質コントロールについては術後の高 K 血症を予防すべく K を抑えた輸液管理が必要である。

b. 薬物管理

腎排泄型の薬剤は、腎機能を考慮しその投与量・回数を検討する。抗生剤等の中毒性がある薬剤に関しては薬剤血中濃度測定を行う。

c. 使用グラフトについて

腎機能低下が CABG 後の SVG 閉塞の危険因子となる報告¹⁵⁾もあり、SVG の使用は慎重に検討すべきである。また、一般的に RA の使用は禁忌である。

5. 呼吸不全

JACVSD の報告によると中等度以上の慢性肺疾患の併

存により、CABG術後の30日死亡率が有意に上昇する(odds ratio 2.86)とした¹⁾。CABGに合併する慢性肺疾患で多いのは慢性閉塞性肺疾患(COPD)であるが中等度以上に進行したCOPDは術後の死亡率や合併症の発生率に影響するとされている。そのため日本循環器病学会のガイドラインでも、COPD合併症例では人工心肺を回避することがCABGのリスクを軽減する(Class IIa, evidence level B)と定義されている⁶⁾。当施設では単独CABGに対して全例OPCABで完遂しているが、呼吸不全症例に対しては以下の点に留意している。

a. 術中管理

一般的に慢性肺疾患症例では肺が過膨張するので採取・吻合したグラフトが肺によって圧迫・過伸展されないように注意を払っている。具体的には、両側内胸動脈の採取・留置経路が重要となる。通常でも内胸動脈の採取は、横隔神経とクロスする部位までは必ず全周剝離し内側へ落としこむようにするが、これを徹底する。さらに、左内胸動脈については左側胸腺残存脂肪織を剝離・離断し心膜翻転部を肺動脈幹の左までしっかりと切開し、左内胸動脈が肺の圧迫により上縦隔側へ浮いてこないようにする。右内胸動脈も同様であり、右側胸腺残存脂肪織をしっかりと離断し、左右内胸動脈ともに閉胸時にはこの離断した脂肪織で被覆することが重要である。

b. 術後管理

人工呼吸器からの早期離脱を目指すようにしている。このため、体位ドレナージによる喀痰排出管理を積極的に行い、必要であればモニタックによる喀痰吸引を考慮する。経験上、高齢者ほど早期人工呼吸器からの離脱と術後早期の歩行訓練が重要であると感じている。

6. 縦隔炎

術後縦隔炎は重篤な術後感染症の一つであり、発症した場合致命的である。Antunesらは4567名の単独CABGについて検討を行い、術後縦隔炎の発症率を1.2%と報告した。彼らはこの検討においてDM、非DM患者の2群で比較検討を行い、DMが術後縦隔炎発症のリスクファクターである(odds ratio 1.80)ことを改めて報告している¹⁶⁾。術後縦隔炎のリスクファクターはDM以外にも様々あるが、縦隔炎発症予防のリスクマネジメントについて当施設での取組みを交え述べる。

a. 術前管理

術前管理で重要となるのは、血糖コントロールと各種検体採取による保菌状況の確認である。特にDM患者においては血糖コントロールがしっかりと行われているかを確認し、不十分な場合にはインスリン使用によるコントロールを開始する。保菌状況の確認については、鼻腔・咽頭・喀痰・手術切開部(前胸部のぬぐい)などについて監視培養を行う。MRSAの鼻腔内保菌に関しては術前に除菌を行う。

b. 術中管理

予防的抗菌薬の投与は必要である。術前の保菌状況に見合う抗生剤を選択し、皮膚切開の30分前に投与している。セフェム系抗生剤の場合、半減期を考慮し3時間ごとの追加投与が必要である。両側内胸動脈の使用については賛否のあるところではあるが、skeletonizationが創感染の抑制に有効である(Class IIa, evidence level B)とガイドライン⁶⁾でも提示されておりこれに準じている。ここで大切なのは、skeletonizationの際に創からの出血をむやみに電気メスで焼灼しないことと、内胸静脈の血流を可能な限り残すことである。

c. 術後管理

術後抗生剤の投与は耐性菌の出現を考え長くとも術後72時間までとしている。術後管理で大切なことは術後早期の血糖コントロールであり、種々の報告から血糖値を200 mg/dl以下に維持することを目標としている¹⁷⁾。縦隔炎の診断は発熱、炎症反応の上昇、創部の疼痛・発赤・動揺、排膿があった場合に胸部CTを行い診断している。縦隔炎と診断された場合、創の切開・開放の後、洗浄・debridementを行いVAC(vacuum-assisted closure)を行っている。創の深達度によりVACのみでも治癒する場合もあるが、死腔が大きい場合には炎症が落ち着いた後、大網充填や有茎筋皮弁による創閉鎖を行う。

IV. 結 論

- 1) 単独CABGの術後合併症を減少させるために、人工心肺を使用しないOPCABは有用な術式である。
- 2) 術後合併症を減少させるためには術前・術中の評価が重要であり、適切な手術手技が必須である。
- 3) 術後合併症に対する対処は、早期診断に基づいた迅速な処置が必要である。

文 献

- 1) Motomura N, Miyata H, Tsukihara H, Okada M, Takamoto S, the 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
- 2) Steuer J, Granath F, Faire UD, Ekbom A, Stahle E: Increased risk of heart failure as a consequence of perioperative myocardial injury after coronary artery bypass grafting. *Heart* 2005; **91**: 754-758
- 3) Jarvinen O, Julkunen J, Saarinen T, Laurikka J, Huhtala H, Tarkka MR: Perioperative myocardial infarction has negative impact on health-related quality of life following coronary artery bypass graft surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004; **26**: 621-627
- 4) Thielmann M, Massoudy P, Schmermund A, Neuhauser M, Marggraf G, Kamler M, Herold U, Aleksic I, Mann K, Haude M, Heusch G, Erbel R, Jakob H: Diagnostic discrimination between graft-related and non-graft-related perioperative myocardial infarction with cardiac troponin

- I after coronary artery bypass surgery. *Eur Heart J* 2005; **26**: 2440–2447
- 5) Lawrence JD, Donald SL, Bruce JL, Stephan JL, Reed DQ, Felix HJ, Hebe BQ, Joseph PD, Cathy SR, Gerald TOC: Perioperative stroke and long-term survival after coronary bypass graft surgery. *Ann Thorac Surg* 2005; **79**: 532–537
 - 6) Guidelines for the clinical application of bypass grafts and the surgical techniques (JCS 2006). *Circ J* 2006; **70**: 1477–1533
 - 7) Sedrakyan A, Wu AW, Parashar A, Bass EB, Treasure T: Off-pump surgery is associated with reduced occurrence of stroke and other morbidity as compared with traditional coronary artery bypass grafting: a meta-analysis of systematically reviewed trials. *Stroke* 2006; **37**: 2759–2769
 - 8) Sellke FW, DiMaio JM, Caplan LR, Ferguson TB, Gardner TJ, Hiratzka LF, Isselbacher EM, Lytle BW, Mack MJ, Murkin JM, Robbins RC: Comparing on-pump and off-pump coronary artery bypass grafting: numerous studies but few conclusions: a scientific statement from the American Heart Association council on cardiovascular surgery and anesthesia in collaboration with the interdisciplinary working group on quality of care and outcomes research. *Circulation* 2005; **111**: 2858–2864
 - 9) Reber D, Fritz M, Germing A, Marks P, Laczkovics A: Early outcome after off-pump coronary artery bypass grafting: effect on mortality and stroke. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2008; **23**: 23–28
 - 10) Van DHJ, Suttorp MJ, Bal ET: Staged carotid angioplasty and stenting followed by carotid surgery in patients with severe asymptomatic carotid artery stenosis: early and long-term results. *Circulation* 2007; **116**: 2036–2042
 - 11) National Kidney Foundation: K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Am J Kidney Dis* 2002; **39**: S1–S266
 - 12) Hillis GS, Croal BL, Buchan KG, El-Shafei H, Gibson G, Jeffrey RR, Millar CGM, Prescott GJ, Brian H: Renal function and outcome from coronary artery bypass grafting: impact on mortality after a 2.3-year follow-up. *Circulation* 2006; **113**: 1056–1062
 - 13) 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
 - 14) Howell NJ, Keogh BE, Bonser RS, Graham TR, Mascaro J, Rooney SJ, Wilson IC, Pagano D: Mild renal dysfunction predicts in-hospital mortality and post-discharge survival following cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008; **34**: 390–395
 - 15) Wellenius GA, Mukamal KJ, Winkelmayr WC, Mittleman MA: Renal dysfunction increase the risk of saphenous vein graft occlusion: results from the post-CABG trial. *Atherosclerosis* 2007; **193**: 414–420
 - 16) Antunes PE, Oliveira JF, Antunes MJ: Coronary surgery in patients with diabetes mellitus: a risk-adjusted study on early outcome. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008; **34**: 370–375
 - 17) Zerr KJ, Furnary AP, Grunkemeier GL: Glucose control lowers the risk of wound infection in diabetics after open heart operations. *Ann Thorac Surg* 1997; **63**: 356–361