

帰朝講演

開心術の麻酔——最近の動向

劔物 修*

はじめに

米国では年間60万人が冠動脈疾患ないしこの合併症のために死亡している。毎年130万人が新たな心筋梗塞で治療を受けている。400万人以上が一度は心筋梗塞を経験しているというから、米国の総人口を2億5千万人とすると人口の1.6%が心筋梗塞に罹患していることになる。米国における開心術の80%近くが冠動脈外科手術であり、年間10万件の手術が施行されている¹⁾。1年余りを勤務したアイオワ大学病院においても年間の開心術850例のうち700例ほどが冠動脈外科手術であった。心筋梗塞に対する外科手術が増加してきている最大の理由は手術成績がきわめて良いことである。最近の報告では生存率97%とされている²⁾。アイオワ大学病院での成績も97%である³⁾。手術や麻酔に関係した心筋梗塞発生の頻度は約6%とされ、この数字は1964~1980年に発表されたいくつかの報告で一致している。手術や麻酔を受ける前に冠動脈バイパス手術 (coronary artery bypass graft: CABG と略す) を経験している患者では手術や麻酔に関連した再梗塞はなく⁴⁾、CABG はある種の“survival test”と考えられており、この手術の有効性を示唆しているものといえる。

食生活や生活環境が欧米のものとは異なる日本人には冠動脈疾患は少ないとはいえ、冠動脈疾患に対する外科手術症例は年々増加しているようである。ここでは冠動脈外科手術に対する麻酔薬の選択を中心に、米国において経験した事柄を紹介

しながら、最近の傾向について述べたい。

1. 麻酔前の患者評価

CABGを予定される患者について麻酔前にとくにチェックすべきことは左心機能の評価と使用中の薬物である。呼吸困難、浮腫、低血圧、末梢血流不全などの症状があれば容易に左室機能の低下が疑われる。冠動脈造影や心室造影の普及で心室の動きの異常や心室瘤が確認できるし、心カテテル検査などから心係数 (CI), 駆出率 (EF), 左室拡張終期圧 (LVEDP) などの情報がえられる。CI $< 2.5 \text{ l/min/m}^2$, EF < 0.5 , LVEDP $> 15 \text{ mmHg}$ の場合には左室機能の低下と判断される。交感神経遮断薬, 抗高血圧薬, 利尿薬, digitalis, 抗不整脈薬, insulin, aspirin, 抗抑うつ薬などの投薬を受けている患者では、投与薬物の種類, 投与量と投与期間はもとより、これらの薬物と麻酔中に使用される薬物との相互作用^{5,6)} についてあらかじめ検討しておくことが肝要である。

2. 麻酔の計画

麻酔を施行する前に、患者の状態、合併する疾患、各種の検査成績、使用薬物、外科手術の内容と外科医、麻酔薬をはじめ麻酔中に使用する薬物の薬理作用などについての十分な検討が要求される。より円滑な麻酔管理を行うためには麻酔科医と外科医の協調性が必要であり、症例について合同討議の場が持たれれば理想的といえる。上記の全体像を把握した後に麻酔法、麻酔薬の選択、モニタリングの種類が決定される。直接的動脈血圧、心電図⁷⁾ (V₅: 前側壁, II, aVF: 下壁の虚血診断に

*北里大学医学部麻酔科

有用), 左室充満圧〔中心静脈圧 (CVP), 肺動脈楔入圧 (PCWP)]⁸⁾, 尿量, 体温 (直腸, 皮フないし骨格筋:末梢温と中枢温の較差を知るうえで有用), 凝固時間 (activated clotting time:ACT), 電解質や血糖値のモニタリングはルーチンのものとなっている。Swan 氏の Cedars-Sinai Medical Center においては, 成人の開心術では95%, 小児の場合には30%に Swan-Ganz カテーテルを術前から使用している⁹⁾。最近の報告によれば PCWP の波形の変化; AC波が 15mmHg, V波が 20mmHg 以上の場合には subendocardium の虚血を反映し, 心電図変化を伴わないことも多として PCWP のモニタリングの有用性が強調されている¹⁰⁾。拡張期左室壁の張力の増加が左室コンプライアンスの低下をもたらし, 拡張期の左室充満を防げる。左房圧波形が増強され PCWP の AC 波や V 波の異常波形がみられ, subendocardium の虚血に伴い乳頭筋機能の異常が生じて僧帽弁の逆流がもたらされるとされている。

前投薬としては, diazepam 0.1~0.2mg/kg を麻酔開始の1時間30分前に経口投与, morphine 0.1mg/kg, scopolamine 0.005mg/kg を30分~1時間前に筋注される。Atropine は頻脈を避ける意味からあまり使用されない。最近では glycopyrrolate の使用が多くなっている。

3. CABG 中の心循環系の変動

胸骨切開に伴い胸腔内陰圧が失われて心拍出量 (CO) は減少する。静脈帰来の減少は全末梢血管抵抗 (SVR) の増加をもたらす代償機構が働いて平均動脈血圧 (MAP) は維持される。人工心肺中は CO は機械的に調節されるが, SVR, MAP は血液希釈と非拍動性の血流により低下する。人工心肺の終了直後には低いヘマトクリット値のために CO は増加し, SVR は減少する。この場合低い左房圧は心機能が抑制されていないことを意味する。人工心肺から完全に離脱するころにはヘマトクリット値の増加に伴い CO は減少, SVR は増加の傾向を示す。SVR を正常化することが人工心肺後の高血圧や低血圧の治療に重要な意味をもつ。CO はもとより SVR の経時的なモニタリングは大切となる¹¹⁾。

4. 麻酔薬の選択

CABG の麻酔に際して吸入麻酔薬が良いのか, 麻酔が優れているかという問題については議論の多いところである。CABG の麻酔に関して要求されることは, 心筋の酸素需要と供給のバランスを乱さないことである。冠動脈血流を下げず, 酸素消費を増加させないことが肝要となる。麻酔薬の選択には麻酔前の左室機能の程度はもとより, 手術時間も大きな因子となる。アイオワ大学病院では3~4本のバイパスでも2~3時間で終了する。吸入麻酔薬 (halothane, enflurane, isoflurane に笑気的作用) と麻薬 (morphine, fentanyl に笑気併用か酸素のみ使用) はほぼ半数ずつと記憶している。

吸入麻酔薬では催奇性があるとして一時その臨床使用が懸念されていた isoflurane が最近米国で市販されるようになった。この麻酔薬は物理化学的に安定性が高く, 生体内での代謝もきわめて少なく, 麻酔の導入, 覚醒はより速やかで, カテコラミンとの併用にもあまり問題はなく, 臓器毒性の危険性も非常に少ないと注目されている¹²⁾。Isoflurane と halothane を CABG に使用した報告では, 心拍数, 血圧, 左室充満圧には差はないが, isoflurane では心拍出量が比較的良く維持されるという¹³⁾。CABG には halothane よりも使用しやすい吸入麻酔薬となることが期待される。

Fentanyl の大量使用が CABG の麻酔に適しているとされ, ひとつのブームになっている。これまでに使用されてきた morphine に比較して, histamine 遊離がないので低血圧をみるのが少なく, 気管支喘息患者にも使用できる。75~100 μ g/kg の投与により意識喪失や傾忘が期待され, 手術刺激に対する生体反応を抑制するなどの利点のためと思われる^{14,15)}。大量投与でも心機能は良く保持されることも特徴のひとつである。一般的に150~200 μ g/min の速度で投与し, 筋肉の硬直発現前に pancuronium 0.1mg/kg を投与する。Pancuronium は fentanyl の大量投与による徐脈に拮抗的に作用する。25 μ g/kg の投与後に導尿カテーテルを挿入し, 気管内挿管までに50~75 μ g/kg を投与し, 75~100 μ g/kg で手術開始となる。笑気の併用は一般的ではない。大量投与によっても血圧上

昇をみる場合には, droperidol の併用が良いし, pancuronium の代わりに d-tubocurare を使用する. Diazepam との併用は心循環系に望ましくない効果をもたらすことが示唆されており¹⁶⁾, 併用する場合には慎重でありたい. 大量の fentanyl は手術のストレスに対しての血清カテコラミンやコルチゾールの上昇を抑制するが, 人工心肺のストレスに対してはこの上昇を抑制しないらしく, この点に関しては今後の研究成果が望まれる. Fentanyl による麻酔管理中, とくに人工心肺中の灌流圧の上昇に対しては, nitroprusside や nitroglycerin の血管拡張薬が適応となるが, enflurane や isoflurane などの調節性に富む吸入麻酔薬の使用も合目的と考えられよう.

5. その他

アイオワ大学病院ではこの3年間の約2,500例の開心術のうち90%以上の症例で, 無輸血手術が施行されてきている. これは Cell Saver という自家輸血装置の使用によるもので, これについては, すでに循環制御3巻1号に紹介した¹⁸⁾が, いくつかの利点を有している. ①輸血量を著減できる, ②新鮮洗浄赤血球を使用するので, 開心術後に多く経験する過剰水分投与が防止される, ③2, 3DPG が高く維持される, ④血液回収, 洗浄の段階で古い血液は破壊されるために osmotic fragility は低い, ⑤術中に生体内で産生される血管作動性物質が除去される, ⑥自家血であるために肝炎, 異型輸血の危険性は全くない, などである. 人工心肺回路のプライミングにも血液は使用しないし, 術後もヘマトクリット値が30%以下にならなければ輸血をしない方針をとっているもので, 日本のように開心術のために家族や友人が大量の供血をする光景は1年余りのアイオワ生活で一度も眼にすることがなかった.

手術時間を可及的に短くすることがこの手術の予後を左右すると考える外科医の態度は, 血管吻合に要する時間の短縮, 人工心肺時間の短縮にもみられるが, 不必要なバイパスを施行しないとす努力も行われていた. 冠動脈造影で25~70%の閉塞と診断された症例では, 開胸後, その冠動脈を20秒間クランプして reactive hyperemia を測定し, この反応がある場合にはバイパスは行わな

い¹⁹⁾. Reactive hyperemia の検索には独自で開発した微量ブローグを使用していた. このテストに要する時間は10分程度であり, 今後の成績が大いに期待される.

人工心肺からの離脱時は, 外科医と麻酔科医が良く協力しており, やたらに薬物投与はされていなかった. MAP, CO, PCWP, CVP, LAP, SVR を観察しながら, MAP, CVP, PCWP, CO がともに低い場合には, まず循環血液量を増し, PCWP < 15mmHg でも CO が低い場合には dopamine, dobutamine あるいは epinephrine の点滴投与, PVR > 1,500 dyne·sec·cm⁻⁵ で CO が低値の症例では nitroprusside, nitroglycerine が使用される, といった段階的な処置が円滑に行われていたのが印象的であった.

(稿を終えるに臨み, この機会をお与え下さった第3回循環制御研究会会長無敵剛介教授および司会の労を賜りました斎藤隆雄教授に深謝申し上げます.)

文 献

- Hug, CC. : Anesthesia for cardiac surgery. Edited by RD. Miller : Anesthesia, Churchill Livingstone, New York, Vol. 2, p. 981~1026, 1981.
- Jones, EL., Waites, TF., Craver, JM., Bradford, JM., Douglas, JS., King, SB., Tompkins, T., Hatcher, CR. : Coronary bypass for relief of persistent pain following acute myocardial infarction. *Ann. Thorac. Surg.* 32:33~43, 1981.
- Rossi, NP. : 冠動脈バイパス手術とその術後成績, 札幌医科大学麻酔学教室開講25周年記念講演, 昭和57年6月12日.
- Tinker, JH. : Assessment of perioperative risk in patients with myocardial ischemia. 1981 ASA annual refresher course lectures, Oct. 17, 1981.
- Lowenstein, E. : Beta-adrenergic blockers. Edited by NT. Smith, RD. Miller, AN. Carbascio : Drug interactions in anesthesia. Lea & Febiger, Philadelphia, p. 83~101, 1981.
- Stoeling, RK. : Antihypertensives and alpha-blockers. *ibid* p. 103~112, 1981.
- Kaplan, JA. : Electrocardiographic monitoring. Edited by JA. Kaplan : Cardiac anesthesia. Grune & Stratton, New York, p. 117~166, 1979.
- 粕谷由子, 上松治幸 : Swan-Ganz カテーテル. 循環制御 2:393~398, 1981.
- Swan, HJC. : Cardiovascular monitoring. Panel discussion, 1981 ASA annual meeting, Oct. 19, 1981.
- Kaplan, JA., Wells, PH. : Early diagnosis of

- myocardial ischemia using the pulmonary artery catheter. *Anesth. Analg.* **60**:789~793, 1980.
- 11) Estafanous, FG., Urzua, J., Zurick, AM., Loop, FD., Tarazi, RC. : Hemodynamic patterns of coronary artery surgery—role of systemic vascular resistance. *Anesth. Analg.* **61**:181~182, 1982.
 - 12) 劍物 修 : 新吸入麻酔薬 isoflurane の薬理作用. 麻酔 **24**:1383~1391, 1975.
 - 13) Bastard, OG., Carter, JG., Moyers, JK., Bross, BA. : Isoflurane versus halothane in ischemic heart disease. *Anesth. Analg.* **61**:170~171, 1982.
 - 14) Stanley, TH., Philbin, DM., Coggins, CH. : Fentanyl-oxygen anesthesia for coronary artery surgery: cardiovascular and antidiuretic hormone responses. *Canad. Cnaesth. Soc. J.* **26**:168~171, 1979.
 - 15) Lunn, JK., Stanley, TH., Eisele, J., Webster, L., Woodward, A. : High dose fentanyl anesthesia for coronary artery surgery: plasma fentanyl concentrations and influence of nitrous oxide on cardiovascular responses. *Anesth. Analg.* **58**:390~395, 1979.
 - 16) Tomichck, RC., Rosow, CE., Sehneider, RC., Moss, J., Philbin, DM. : Cardiovascular effects of diazepam-fentanyl anesthesia in patient with coronary artery disease. *Anesth. Analg.* **61**:217~218, 1982.
 - 17) Stanley, TH., Berman, L., Green, O., Robertson, D. : Plasma catecholamine and cortisol responses to fentanyl-oxygen anesthesia for coronary-artery operations. *Anesthesiology* **53**:250~253, 1980.
 - 18) 劍物 修 : 自家輸血装置 —— Haemonetics Cell Saver を中心に——. 循環制御 **3**:237~241, 1982.
 - 19) Wright, CB., Doty, DB., Eastham, CL., Marcus, ML. : Measurements of coronary reactive hyperemia with a doppler probe. *J. Thorac. Cardiovas. Surg.* **80**:888~897, 1980.