

症 例

心臓移植手術周術期管理における スワングantz CCO/CEDV サーモダイリレーション カテーテル®の使用経験

高山 あかね*, 林 行雄*, 山野 るみ*
岩崎 光生*, 上林 卓彦*, 真下 節*

緒 言

心臓移植術において体外循環離脱後の急性非代償性心不全の原因として、最も重要で頻度が高いのは急性右心不全と言われている。そのため、心臓移植術の麻酔管理では右心系の後負荷のコントロールが右心機能の保持に重要である^{1,2)}。今回著者らは持続的に心拍出量および右心室の駆出率(EF)の測定が可能な肺動脈カテーテルの一種であるバクスター社製スワングantz CCO/CEDV サーモダイリレーションカテーテル®を用いて心臓移植術の麻酔管理を行い、若干の所見を得たので報告する。

症 例

レシピエントは20歳代の女性、身長153 cm、体重43 kg。既往歴に特記すべきことはなし。現病歴として、1994年に拡張型心筋症と診断、1997年より起座呼吸などの心不全症状が顕著となり、2000年8月に僧帽弁閉鎖不全症と三尖弁閉鎖不全症に対し、僧帽弁および三尖弁形成術施行、3日後には両心室補助人工心臓装着術を施行した。その5日後に右室補助人工心臓から離脱、その後左室補助人工心臓装着下にリハビリテーション中であった。ドナーは40歳代の男性で2002年1月心臓移植術が施行された。

前投薬はアトロピン0.5 mgとミダゾラム 2 mgを筋注とした。

麻酔導入前に局所麻酔下に右橈骨動脈より観血的動脈圧を得た後、左内頸静脈より肺動脈カテーテルを挿入した。肺動脈圧カテーテルは肺動脈までは挿入せず、上大静脈に留めた。なお中心静脈カテーテルは既に左鎖骨下静脈より留置されていた。

麻酔導入はフェンタニル0.6 mg、ジアゼパム10 mgとベクロニウム10 mgで行い、麻酔維持はフェンタニル、ジアゼパム、および、適宜イソフルランまたはセボフルランを用いた。特に問題なく人工心肺に移行し、心移植術も問題なく終了した。体外循環からの離脱はドパミン、ドブタミン、イソプロテレノール投与下に容易であった。離脱直後に肺動脈カテーテルを進めて、肺動脈に留置し、その後持続的心拍出量および右心室の駆出率の測定を開始した。また、同時に体動脈圧および肺動脈圧等の循環動態を5分ごとに記録した。手術は止血にやや難渋したが、心機能等大きな問題なくICUに入室した。フェンタニルおよびジアゼパムの総投与量は2.3 mgおよび20 mgであった。人工心肺離脱後の麻酔記録の抜粋を示す(図1)。

離脱直後から平均肺動脈圧は20 mmHg以上とやや高めに推移したが、NO 10 ppm、ドパミン $3 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 、ドブタミン $5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 、イソプロテレノール $0.005 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 、ニトログリセリン $1 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 、ミルリノン $0.5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 、ANP $0.05 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 投与下にて徐々に低下した。そこで今回は、人工心肺離脱後の平均肺動脈圧が20 mmHg以上の時と、その後の平均肺

*大阪大学医学部生体機能調節医学(麻酔科)講座

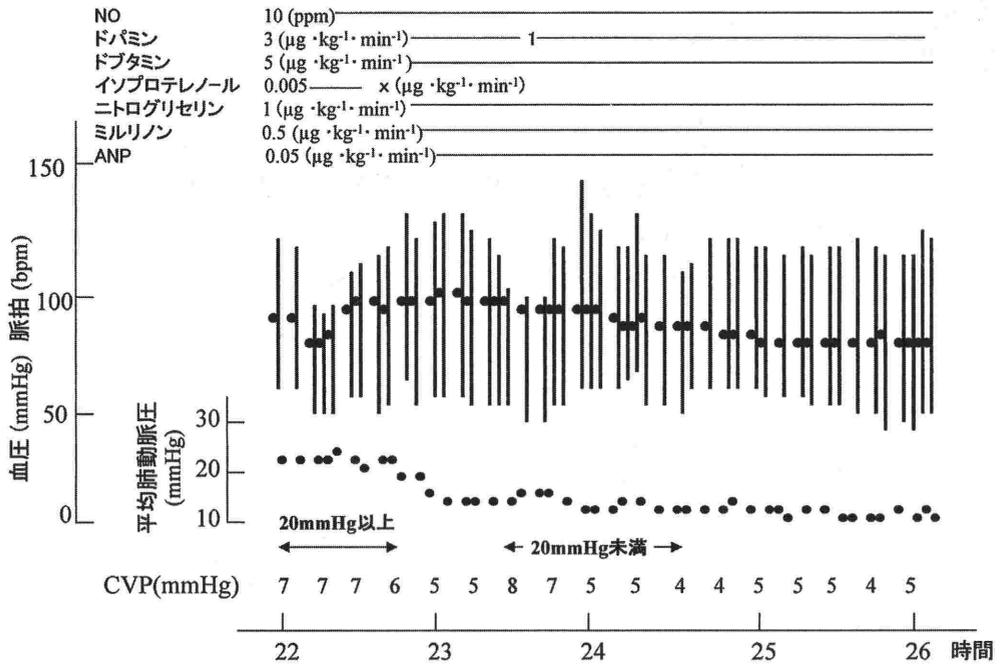


図1 人工心肺離脱後の麻酔記録の抜粋

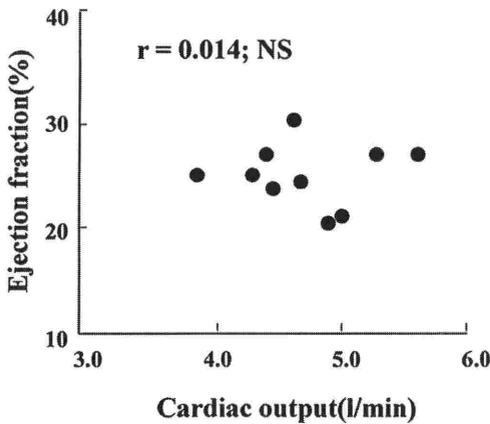


図2 心拍出量と駆出率の関係 (mean PAP \geq 20 mmHg)

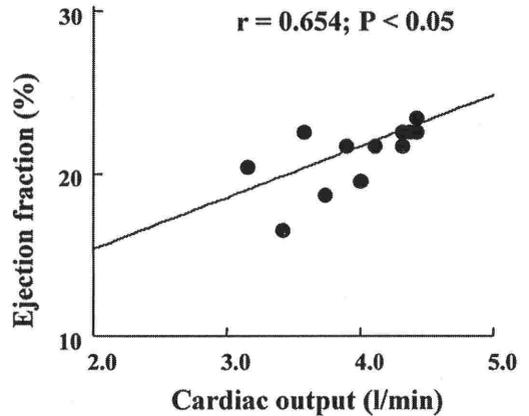


図3 心拍出量と駆出率の関係 (mean PAP<20 mmHg)

動脈圧が正常値である20 mmHg未満³⁾となった時で心拍出量と駆出率の相関について検討を加えた。各々の場合の相関係数をもとめ、5%水準をもって統計学的有意とした。

図2に平均肺動脈圧が20 mmHg以上の時の右心室の駆出率と心拍出量の関係を示す。この期間中心静脈圧は6-7 mmHgであった。縦軸に右心室の駆出率を、横軸に心拍出量として5分ごとに得ら

れた成績の相関を見たが、相関係数は0.0014であり、20 mmHg以上の時は心拍出量と駆出率に相関は見られなかった。

図3に平均肺動脈圧が20 mmHg未満の時の右心室の駆出率と心拍出量の関係を示す。この期間の中心静脈圧は4-5 mmHgであった。同様に縦軸に右心室の駆出率を、横軸に心拍出量として5分ごとに得られた成績の相関を見たところ、肺動脈圧

が20 mmHg未満では心拍出量と駆出率との相関係数は0.654であり、有意な相関関係が認められた。

考 察

心臓移植手術において人工心肺からの離脱直後に様々な要因で肺動脈血管抵抗が高くなることは珍しくない。レシピエントは長期心不全状態であり、肺動脈圧が上昇した状態が長期に及び、肺動脈に器質的变化が生じている場合もある。さらに、人工心肺離脱直後は再灌流障害等によりドナー心に右室機能障害を招くことも考えられる。これらの要因は容易に移植心に右心不全を引き起こす恐れがあり、人工心肺離脱後の右心機能の評価は重要といえる^{1,2,4)}。今回は1例のみの検討ではあったが、平均肺動脈圧が20 mmHg以上の時は心拍出量の増加が右心室駆出率の増加にはつながらず、心拍出量が増加したとしても右心室の収縮能が改善されているとは言えない可能性が考えられた。それに対して肺動脈圧が正常化するにつれ、心拍出量が右心室収縮能をよりよく反映することがうかがわれた。これらの結果から心臓移植術の人工心肺離脱直後の麻酔管理では平均肺動脈圧が20 mmHg以上の場合には心拍出量の変化のみで右心機能の評価をすることには慎重であるべきと思われる。

今回著者らが用いた肺動脈カテーテルは持続的に心拍出量と右心室駆出率の測定が可能であるため、この2つの指標を用いて心機能の評価を行った。肺動脈圧が高い時は心拍出量と右心室駆出率との間に相関がみられず、心拍出量が増加しても駆出率には反映されなかったこと(図2)は麻酔管理において重要な意味をもつと思われる。つまり肺動脈が高い状態では心拍出量の改善を移植心の機能改善ととらえてカテコラミン等の循環作動薬を減量する事には慎重でなければならないと考えられる。

今回の症例では肺動脈圧が高い時は人工心肺離脱直後であるのに対して肺動脈圧が正常化したのは、人工心肺離脱から1時間以上が経過した時期である。また、当然の事ながら各々の時期でのそのボリューム管理も異なり、さらに使用している

カテコラミンの種類や量も異なる(図1)。これらが今回の結果に影響したことは否定できないであろう。さらに、今回使用した持続的に心拍出量の測定が可能なカテーテルでは、持続的な測定で得られた値と従来の間欠的な測定で得られた値が必ずしも相関しない場合があることが指摘されている。すなわち、人工心肺から離脱後45分間では両者の値の相関は乏しいが、その後のより循環動態等が安定した時期では良い相関が得られるとの報告がある⁵⁾。その一因として人工心肺直後では体温のベースラインが安定しないことをあげている。今回の症例では人工心肺からの離脱時の体温は直腸温で36度であり、十分復温された後に人工心肺からの離脱を行ったため、その影響は少ないものと考えている。しかしながら、一例のみの検討では不十分であることも事実で今後症例を重ねて報告したいと考えている。

結 語

心臓移植術において人工心肺離脱直後の肺動脈圧が高い時期は、心拍出量の変化が必ずしも右心機能と相関しないことが示唆された。また、心臓移植術の麻酔管理では人工心肺離脱直後の右心機能の評価に心拍出量のみならず右心室の駆出率を測定可能であるスワングantz CCO/CEDV サーモダイリユーシオンカテーテル®が有用と思われた。

文 献

- 1) Joseph J. Quinlan, Susan Firestone, Leonard L. Firestone : Anesthesia for Heart, Lung, and Heart-Lung Transplantation. Cardiac Anesthesia Fourth Edition. W.B.Saunders Company 991-1013, 1999
- 2) 高内裕司, 大西佳彦, 畔 政和 : 心臓移植の麻酔・周術期管理. 臨床麻酔 24 : 476-482, 2000
- 3) David L. Relch, David M. Moskowitz, Joel A. Kaplan : Hemodynamic Monitoring. Cardiac Anesthesia Fourth Edition. W. B. Saunders Company 321-358, 1999
- 4) 松田陽一, 林 行雄, 今井麻紀子ら : 心臓移植手術の麻酔経験. 麻酔 49 : 620-625, 2000
- 5) Bottiger BW, Rauch H, Bohrer H, et al : Continuous versus intermittent cardiac output measurement in cardiac surgical patients undergoing hypothermic cardiopulmonary bypass. J Cardiothorac Vasc Anesth 9 : 405-411, 1995

Utility of the Swan-Ganz CCO/CEDV Thermodilution Catheter® during Anesthetic Management of Heart Transplantation

Akane Takayama*, Yukio Hayashi*, Rumi Yamano*, Mituo Iwasaki*
Takahiko Kamibayashi*, Takashi Mashimo*

*Department of Anesthesiology, Osaka University Faculty of Medicine, Osaka, Japan

Acute right ventricular failure is one of the common problems after weaning from cardiopulmonary bypass during anesthetic management of heart transplantation. We performed anesthetic management for heart transplantation with the Swan-Ganz CCO/CEDV Thermodilution Catheter®, which makes continuous measurement of cardiac output and right ventricular ejection fraction available. We found no significant correlation between cardiac output and right ventricular ejection fraction when the mean pulmonary arterial pressure was more than 20 mmHg after

cardiopulmonary bypass. On the other hand, there was a significant correlation between cardiac output and right ventricular ejection fraction, when the mean pulmonary arterial pressure was less than 20 mmHg. These results might suggest that cardiac output is not of significant value in the assessment of right ventricular cardiac function, when the mean pulmonary artery pressure is elevated (more than 20 mmHg) during anesthetic management of patients undergoing heart transplantation.

Key words : Heart Transplantation, Anesthesia, Pulmonary Arterial Catheter

(Circ Cont 23 : 445~448, 2002)