

症 例

右心駆出率カテーテルを用いた V-A
バイパス時の心拍出量測定方法の検討北野 敬明* 瀬戸口 薫* 森 正和*
岩坂 日出男* 野口 隆之* 本多 夏生*

要 旨

右房脱血による Venous-Arterial bypass で心肺補助を行っている患者では、従来の CVP 孔注入による熱希釈法による自己心拍出量測定は出来なかった。そこで我々は、心臓手術時の人工心肺離脱時および、実際の静-動脈バイパス法施行症例で、右心駆出率測定用カテーテルを正常より深く、冷水注入孔を右室内に位置するように留置し自己心拍出量を測定した。その結果右室内冷水注入により求めた自己心拍出量は従来の Fick 法で求められた値と比較して、良好な一致を見た。

はじめに

静脈-動脈バイパス法 (VAB) はその装置、手法が従来の人工心肺と類似し、比較的容易に行えるため、近年、開心術後の人工心肺離脱困難症例の一時的な心肺補助として多用されている¹⁻⁴⁾。VAB の維持および離脱に際し、自己心拍出量の把握は非常に重要な情報を与える。しかし、従来のスワングアンツカテーテルを用いた熱希釈法による心拍出量測定は、VAB の脱血カテーテルが右房内に存在する場合、CVP 孔から注入した冷水が脱血カテーテルの方に流れ心拍出量が過大評価されていることになる。VAB 装着患者の管理に際し、VAB 離脱時期の自己心機能評価など、VAB 中に簡便な自己心拍出量測定法が必要であった。そこで我々は右心駆出率 (RVEF) カテーテルが本来は右房内三尖弁直上に注入孔が位置するのを、右室内に留置させる事により自己心拍出

量を求め、従来の Fick 法から求めた心拍出量と比較検討した。

症例および方法

測定を行ったのは、心臓手術の人工心肺離脱時に測定した症例 5 例 (男性 2, 女性 3 名, 57.2 ± 4.3 歳) で、大動脈弁置換術 3 例, CABG 1 例, 左房内粘液腫 1 例であった。さらに実際の、VAB 症例は、65 歳の男性で、CABG 術後の LOS にたいし一時的な心肺補助として用いた。

VAB 時の自己心拍出量測定として従来我々が用いてきたのは Fick 法で、自己肺の $\dot{V}O_2$ の測定はミナト社製ガス分析器 MG360 および呼吸モニター RM300 を用いた。今回の症例は全例肺酸素化能は良好で、 $F_{iO_2}=0.6$ で測定を行った。動脈血酸素含量 (CaO_2) および混合静脈血酸素含量 ($C\bar{v}O_2$) の測定はラジオメーター社製 Hemoximeter OSM3 を用い、自己心拍出量 (CO) は $CO = \dot{V}O_2 / (CaO_2 - C\bar{v}O_2)$ により求めた。

次に今回検討した右室内冷水注入法では、エドワーズ社製 RVEF カテーテルおよびコンピュータ (REF-1) を用いた。RVEF カテーテルは通常の CVP, PA 孔以外に、三尖弁直上に留置する冷水注入孔を持っている。この冷水注入孔を三尖弁直下右室内に位置するよう、カテーテルを留置し自己心拍出量として測定した。このように、右室内に冷水注入孔が位置する事により、VAB の脱血カテーテルより冷水が脱血されなくなると考えられる。

Fick 法及び、今回の RVEF を用いて求めた CO の相関および、Bland⁵⁾ らにより推奨されている Limits of Agreement を求め、今回の新し

*大分医科大学麻酔学教室

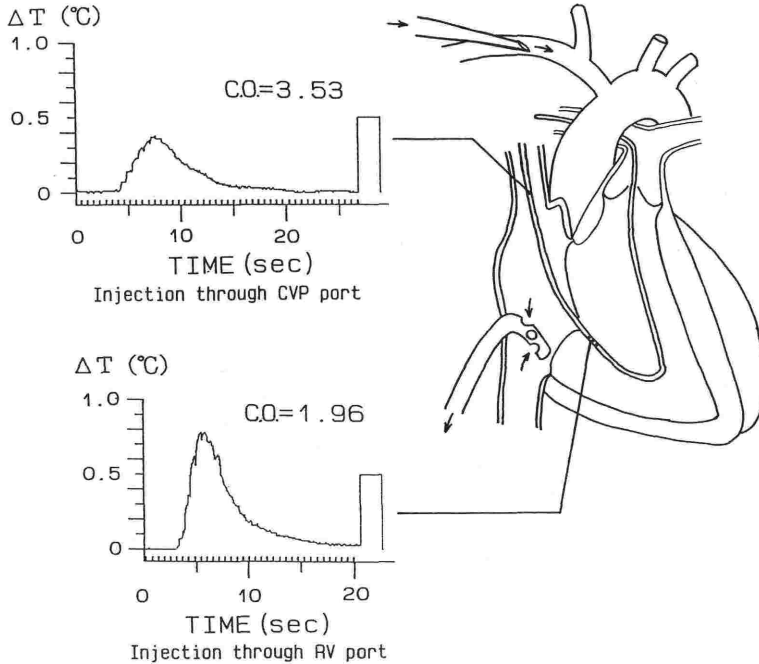


Fig. 1 Time-temperature curve in thermodilution method during VAB

い心拍出量測定方法の有用性を検討した。

結 果

Fig. 1 に従来の CVP 孔および今回の右室内で冷水注入した場合の同じ条件での時間-温度変化曲線を示す。右室内注入に比べ CVP 孔注入では、

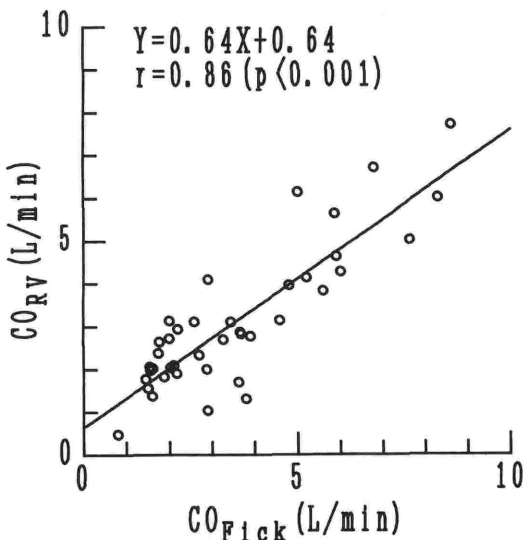


Fig. 2 Correlation between CO values by Fick and RV injection methods in ECC and VAB groups

VAB 脱血カテーテルから冷水が奪われ PA 先端のサーミスターでの温度変化が少なくなり心拍出量を過大評価する事になる。右室注入時の時間-温度変化曲線は CVP 孔注入時と較べても大きな相違はなく、右室内注入でも冷水混和は良好であった。

Fig. 2 に、Fick 法で求めた心拍出量と、右室内注入により得られた心拍出量との相関を示した。相関係数は0.86と良い相関を示している。

Fig. 3 に、その Limits of Agreement を求めたものを示す。横軸に Fick 法および、RVEF カ

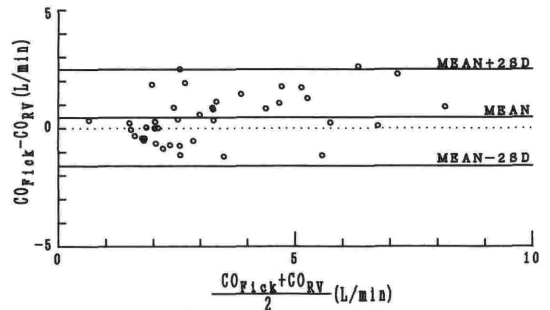


Fig. 3 Difference against mean for CO_{RV} data in ECC and VAB groups.
CO_{Fick}: CO calculated by Fick method.
CO_{RV}: CO calculated by RV injection.

テーテルで求めた心拍出量の平均（すなわち真の値と仮定）、縦軸に両者の差をとり図示した。さらに、両者の差の平均、および平均±2標準偏差、すなわち約95%のデータが収まる範囲を図示した。この図から、両者には最大で 2 L/min 程度の相違が生じる事がわかる。

症例数は 1 例であるが、実際に VAB を行っている際に得られた両者の相関を示す (Fig. 4)。相関係数は 0.72 とそれほど良好ではない。

同様に Limits of Agreements を求めた (Fig. 5)。両者の差は最大でも 0.8 L/min 程度でばらつきも少なく、実際の VAB の測定例では両者はよ

く一致した。

考 察

VAB 時の自己心拍出量測定方法として Fick 法と右室内に冷水注入する熱希釈法とを比較した。VAB 中の自己心拍出量の評価としては、Fick 法により、あるいは一時的に VAB を止めて熱希釈法で測定する方法などがある。しかし、Fick 法は、実際の使用時はガス分析呼吸モニターの装着、動脈血および混合静脈血の採血など操作が煩雑で、誤差の入り込む余地が多い方法である。例えば、VAB 中で自己心血流がまだ少ないときは肺動脈からの混合静脈血の採血が困難で肺静脈血を採血してしまう場合なども見られた。また、ARDS など自己肺酸素化が不良な時、すなわち動脈血酸素飽和度が 100% 近くを維持できない場合、自己肺を通った低酸素飽和度の動脈血酸素含量と VAB を通った高酸素飽和度の動脈血含量との混合が生じ酸素飽和度を 100% に近似できないため、Fick 法で求めた自己心拍出量計算値が信頼できなかった。一方、一時的に VAB を停止して測定する場合は患者の循環動態が不安定になるため、頻回に測定するのは困難である。

今回の右心室から冷水を注入する方法はそのような事に影響を受けず測定可能であり、しかも、測定は Fick 法に較べ簡便で頻回に測定可能である。今回の結果のばらつきには Fick 法によるばらつきも多く含まれていると考えられる。

Snider^{3,4)} らも従来の右房内冷水注入法では VAB の自己心拍出量を多めに計算してしまう可能性を報告しているが、実際に Fick 法など他の方法と比較したのは今回がはじめてと思われる。

問題点として、この手技は RVEF カテーテルの正しい使用法ではないため、冷水がよく右室内で混合できるかという問題があるが、注入時の時間-温度変化曲線を見る限り冷水の混合は良好であった。Luthy⁶⁾ は右房内あるいは右室内冷水注入とで熱希釈法による心拍出量を比較しているが両者はほとんど差がみられなかったと報告している。右室注入法も VAB の脱血カテーテルが三尖弁に当たり三尖弁逆流を起していたり、本来三尖弁逆流が存在する症例では、測定値が不正確になる可能性が考えられる。ただ、三尖弁逆流については、インドシアニングリーンを右室冷水注入孔

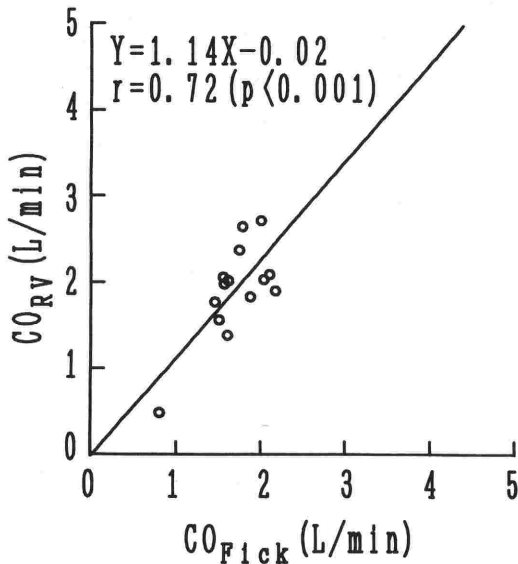


Fig. 4 Correlation between CO values by Fick and RV injection methods in VAB group

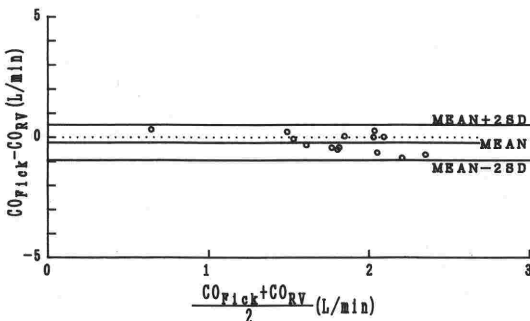


Fig. 5 Difference against mean for CO_{RV} data in VAB group.
CO_{Fick}: CO calculated by Fick method.
CO_{RV}: CO calculated by RV injection.

から注入し、VABの静脈側から採血する事により確認する事が出来ると報告されている³⁾。今回の右心駆出率カテーテルをもちい、冷水を右室内から注入し自己心拍出量を求める方法は、VAB時の自己心拍出量評価法として簡便で非常に有用な方法と思われる。

ま と め

部分体外循環あるいは右房脱血によるVeno-Arterial bypassで心肺補助を行っている患者において、右心駆出率測定用カテーテルを正常より深く、冷水注入孔を右室内に留置し自己心拍出量を測定した。右室内冷水注入により求めた自己心拍出量は従来のFick法と比較して、良好な一致を見た。

参 考 文 献

- 1) 許 俊鋭, 尾本良三, 横手祐二ら: 静・動脈バイパス法. 集中治療, 3: 205-211, 1991.
- 2) 森岡 亨, 寺崎秀則: ECLHA (ECMO: 体外式心肺補助法). 集中治療, 3: 213-219, 1991.
- 3) Snider, M. T., Zapol, W. M.: Assessment of Pulmonary Oxygenation during Veno-arterial Bypass with Aortic Root Return., W. M. Zapol, J. Qvist (eds.), Artificial Lungs for Acute Respiratory Failure-Theory and Practice, New York Academic Press, 1976. 263-273.
- 4) Snider, M. T., High, K. M., Campbell, D. B. et al.: Extracorporeal Membrane Oxygenation., F. A. Hensley, Jr, D. E. Martin (eds.), The Practice of Cardiac Anesthesia., Boston, Little Brown, 1990. 662-709.
- 5) Bland, J. M. Altman, D. G.: Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet Feb. 8:307-310, 1986.
- 6) Luthy, E.: Die haemodynamik des suffizienten und insuffizienten rechten Herzens., Bibl Cardiol, fasc. 11. New York Karger, 1962.

Cardiac Output evaluation during Veno-Arterial Bypass by using RVEF catheter

Takaaki Kitano, Kaoru Setoguchi, Masakazu Mori
Hideo Iwasaka, Takayuki Noguchi and Natsuo Honda

Department of Anesthesiology, Oita Medical University

During veno-arterial bypass (VAB), Cardiac Output (CO) obtained by standard thermodilution method with indicator injection into right atrium would be overestimated, because the cold solution injected into right atrium is stolen by the right atrial drainage cannula of VAB. We compared CO values calculated by Fick method with those obtained by using the right ventricular ejection fraction (RVEF) catheter

(American Edwards lab.), whose injection port was intentionally positioned at right ventricle. The CO values obtained by RVEF catheter was well correlated ($y=0.69x+0.64$, $r=0.86$, $p<0.001$) and agreed with those obtained by Fick method. It is suggested that CO obtained by RVEF catheter with indicator injection into right ventricle is accurate and useful for the evaluation of cardiac function during VAB.

Key words: Cardiac output, Veno-Arterial bypass, Right ventricular ejection fraction catheter, Fick method, Cardiopulmonary bypass