

Novel control system to prevent right ventricular failure induced by rotary blood pump

*¹国立循環器病研究センター研究所人工臓器部, *²自治医科大学附属さいたま医療センター心臓血管外科, *³東京都健康長寿医療センター心臓外科

荒川 衛*^{1,2}, 西村 隆*³, 武輪 能明*¹, 巽 英介*¹

Mamoru ARAKAWA, Takashi NISHIMURA, Yoshiaki TAKEWA, Eisuke TATSUMI



1. 背景と目的

重症心不全患者に対する治療では、心臓移植への架け橋として補助人工心臓が用いられ、近年、定常流型補助人工心臓が主流となりつつある。これらは、抗血栓性、耐久性に優れており、従来の拍動流型補助人工心臓と比較して合併症やデバイス不良の頻度が低いと報告されている¹⁾。しかし、これらの定常流ポンプは生理学的な血行動態ではないため、拍動流ポンプでは起こらなかった事象が報告されている²⁾。その1つに、定常流ポンプによる過度の脱血が心室中隔の偏位をもたらし、右心不全の増悪を惹起することが懸念されている³⁾。近年、我々はEVAHEARTを用い、これまで臨床の現場において定常回転でしか運転されることのなかった定常流補助人工心臓の回転数を自在に操作するコントローラー(自己心拍同期回転数制御システム)を開発した。本研究では、その駆動モードを用いて、心室中隔の動きを是正し、右心不全の予防に寄与する駆動方法を模索した。

2. 方法

本研究では冠動脈微小塞栓による急性心不全モデルヤギに補助人工心臓を植込み、自己心拍同期回転数制御駆動を行った。左側方開胸下に左室心尖部より脱血管を挿入、下行大動脈に送血管を縫着し補助人工心臓を植込んだ。駆動

本受賞レポートの対象論文はJ Artif Organ誌に掲載されています。 Arakawa M, Nishimura T, Takewa Y, et al. J Artif Organs 17: 135-141, 2014

■ 著者連絡先

国立循環器病研究センター研究所人工臓器部
(〒565-8565 大阪府吹田市藤白台5-7-1)
E-mail. a_mamoru@mbn.nifty.com

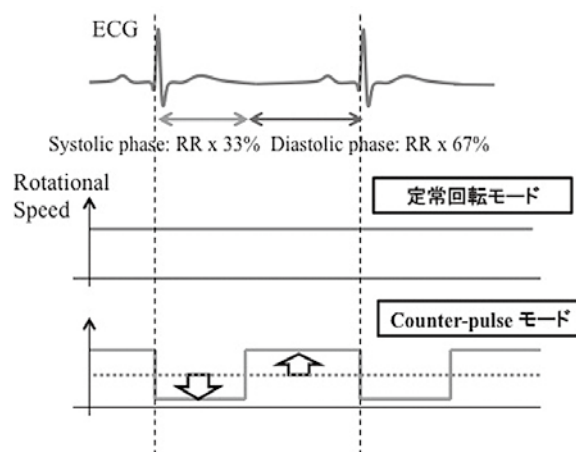


図1 自己心拍同期回転数制御システム

モードは定常回転モードと、収縮期に回転数を下げ、拡張期に回転数を上昇させるCounter-pulseモードを回路遮断時のデータと比較した(図1)。さらに左心室、右心室の圧容量曲線を作成して右心機能および収縮期幅を、また心臓超音波検査を施行して心室中隔と右室のFractional Area Change (%)を評価した。

3. 結果

定常回転モードでは回路遮断と比較し、左室と右室の収縮期幅に解離が見られた(右室 20.2 ± 1.8 vs. 左室 $45.0 \pm 2.5\%$, $P < 0.01$)。Counter-pulseモードでは、その解離が是正された(右室 45.9 ± 2.7 vs. 左室 $36.5 \pm 2.6\%$; $P < 0.01$)。また、右室短縮率は回路遮断と比較し定常回転モードで低下し、Counter-pulseモードで是正された(59.0 ± 4.6 vs. 56.1 ± 8.8 and $44.7 \pm 4.0\%$)。定常回転モードで生じた中隔の偏位が、Counter-pulseモードで是正されたことが示唆された。

4. まとめ

本研究では、自己心拍同期回転数制御システムを用いることで、右心不全を予防する可能性を見出した。自己心拍同期回転数制御システムは、これまでの定常流ポンプを用い、駆動方法を変化させることで拍動性、冠血流、自己心負荷をコントロールすることが可能であり、現行のデバイスに、さまざまな付加価値をもたらすことが提唱されている^{4)~6)}。

5. 独創性

定常流ポンプを用いた自己心拍同期回転数制御システムは拍動性の欠点を克服し、定常流ポンプの利点を生かし、補助人工心臓に回転数制御という新しい戦略を加えることで、合併症を予防することに寄与し得る可能性を報告した。

本稿のすべての著者には規定されたCOIはない。

文 献

- 1) Miller LW, Pagani FD, Russell SD, et al: Use of a continuous-flow device in patients awaiting heart transplantation. *N Engl J Med* **357**: 885-96, 2007
- 2) Baumwol J, Macdonald PS, Keogh AM, et al: Right heart failure and “failure to thrive” after left ventricular assist device: clinical predictors and outcomes. *J Heart Lung Transplant* **30**: 888-95, 2011
- 3) Park CH, Nishimura K, Kitano M, et al: Right ventricular performance is impaired by full assist of left heart bypass. Analysis of right ventricular performance against change in afterload in heart failure models. *ASAIO J* **40**: M303-8, 1994
- 4) Ando M, Nishimura T, Takewa Y, et al: Electrocardiogram-synchronized rotational speed change mode in rotary pumps could improve pulsatility. *Artif Organs* **35**: 941-7, 2011
- 5) Ando M, Takewa Y, Nishimura T, et al: A novel counterpulsation mode of rotary left ventricular assist devices can enhance myocardial perfusion. *J Artif Organs* **14**: 185-91, 2011
- 6) Umeki A, Nishimura T, Ando M, et al: Alteration of LV end-diastolic volume by controlling the power of the continuous-flow LVAD, so it is synchronized with cardiac beat: development of a native heart load control system (NHLCS). *J Artif Organs* **15**: 128-33, 2012