

Change in myocardial oxygen consumption employing continuous-flow LVAD with cardiac beat synchronizing system, in acute ischemic heart failure models

*1東京大学医学部付属病院心臓外科, *2国立循環器病研究センター人工臓器部,
*3東京大学医学部付属病院重症心不全治療開発講座, *4東京都健康長寿医療センター心臓外科

梅木 昭秀*1,2, 西村 隆*1,3,4, 武輪 能明*2, 安藤 政彦*1, 荒川 衛*2,
岸本 祐一郎*2, 築谷 朋典*2, 水野 敏秀*2, 許 俊鋭*1,3,4, 小野 稔*1,
妙中 義之*2, 巽 英介*2

Akihide UMEKI, Takashi NISHIMURA, Yoshiaki TAKEWA, Masahiko ANDO,
Mamoru ARAKAWA, Yuichiro KISHIMOTO, Tomonori TSUKIYA, Toshihide MIZUNO,
Shunei KYO, Minoru ONO, Yoshiyuki TAENAKA, Eisuke TATSUMI



1. 目的

補助人工心臓は、一般的に、その大動脈圧上昇効果と左室内圧減少効果で冠動脈流量を増加させ、心筋酸素消費量を減少させるように考えられるが、拍動型と定常流型の差も含め様々な議論がされてきた。こうした中、我々はbridge to recoveryを積極的に目指すべく、定常流型補助人工心臓(EVAHEART, サンメディカル社製)を自己心拍に同期させ変動駆動させるシステム(Native Heart Load Control System, NHLCS)を開発し、自己心へ与える影響について調べてきた。本研究では、NHLCSが急性不全心モデルの心筋酸素消費量に与える影響に注目して評価・考察した。

2. 方法

本実験では14頭の成ヤギ(体重 56.1 ± 6.9 kg)に、EVAHEART®を下行大動脈送血、左室心尖部脱血で装着し、心電図、血圧、中心静脈圧、大動脈流量、冠動脈流量(coronary flow, CoF)、補助人工心臓流量、左室内容積およ

び圧力を継続的にモニタリングした。さらに、冠動脈(大動脈)血と冠静脈血の酸素飽和度の差とヘモグロビン濃度、冠動脈流量を掛け合わせることで、心筋酸素消費量(myocardial oxygen consumption, MVO₂)を計算した。急性不全心モデルは、左冠動脈前下行枝へマイクロスフィア(サイズ: $50 \mu\text{m}$, 量: $5,000$ 個/kg)を注入して作製した。自己心拍出が術前の6割以下に低下していないものには $2,500$ 個/kgを追加投与(計 0.30 ± 0.14 百万個)した。本研究では収縮期をRR間隔の35%, 拡張期をRR間隔の65%と定義し、心拍数に応じてこれらの間隔と設定回転数をNHLCSに入力することで、心電図同期変動回転駆動を実現した。そして4駆動モード〔A) Circuit-Clamp mode(回路クランプ状態): 自己心評価, B) Continuous mode(定常回転駆動モード), C) Counter-pulse mode(拡張期補助駆動モード), D) Co-pulse mode(収縮期補助駆動モード)〕について、50%と100%バイパスのもと、心筋酸素消費の面から分析した(図1)。

3. 結果

まず、バイパス率によらず急性不全心モデルでは、補助人工心臓下において心筋酸素消費量が減少することが示された(図2)。これは補助人工心臓による拡張末期左室容積の減少が、左室の外的仕事量を減らし心筋酸素消費量を減少させていると考えられ、これまでの多くの報告と一致する¹⁾。

また駆動モードによる差をみると、心筋酸素消費量はB) Continuous modeに比べ、C) Counter-pulse modeで減少し、

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。Umeki A, Nishimura T, Takewa Y, et al. J Artif Organs 16: 119-28, 2013

■ 著者連絡先

総合病院国保旭中央病院心臓外科
(〒289-2511 千葉県旭市イの1326番地)
E-mail. aumeki-kyo@umin.ac.jp

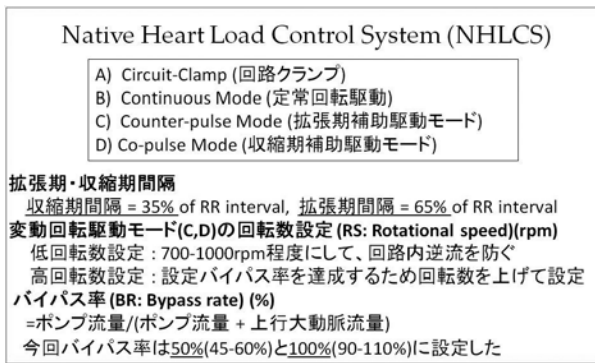


図1 定常流型補助人工心臓変動回転駆動モード (NHLCS)

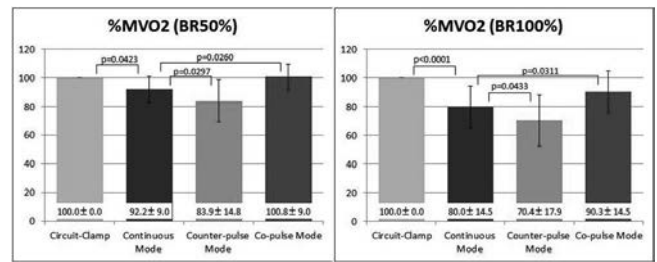


図2 心筋酸素消費量

急性不全心では補助人工心臓下で減少する。Counter-pulse modeではさらに減少するが、Co-pulse modeではContinuous modeに比べ増加する。

D) Co-pulse modeで増加していた(図2)。これは、別に表示した拡張末期左室容積の傾向と一致し、これが心筋酸素消費量を規定する一因となっている可能性が高いことがわかる。一方、オートレギュレーションの発想、つまり虚血性心筋は酸素をより多く消費するというものからは外れているといえるが、これは補助人工心臓が十分な冠動脈流量を確保し²⁾、外的仕事を軽減する中で酸素を必要とさせなかったものと考えられ、とくにC) Counter-pulse modeではよりこの傾向が大きくなったのであろう。やはり心筋酸素消費量はエネルギー代謝に関わるものと密接に相関する一方、冠動脈流量などの酸素供給能力とは相関しないと考えられる³⁾。

4. まとめ

本研究は急性不全心モデルを使い、定常流型補助人工心臓を心電図同期変動回転駆動させることで、自己心負荷を心筋酸素消費量の面から変化させられることを示した。そして急性不全心患者にはC) Counter-pulse modeを適応して自己心負荷を減少させ、逆に回復過程にある患者にはD) Co-pulse modeを適応して心臓トレーニングをするなど、

補助人工心臓患者の心機能に合わせた駆動方法をとることで、さらなる自己心の回復を図れる可能性があることを示した。

利益相反の開示

武輪 能明, 築谷 朋典, 水野 敏秀, 巽 英介: マッケジャパン株式会社, 株式会社サンメディカル技術研究所, ニプロ株式会社, DIC株式会社, 東レ株式会社
 その他の著者には規定されたCOIはない。

文 献

- 1) Tuzun E, Eya K, Chee HK, et al: Myocardial hemodynamics, physiology, and perfusion with an axial flow left ventricular assist device in the calf. *ASAIO J* **50**: 47-53, 2004
- 2) Umeki A, Nishimura T, Ando M, et al: Change of coronary flow by continuous-flow left ventricular assist device with cardiac beat synchronizing system (native heart load control system) in acute ischemic heart failure model. *Circ J* **77**: 995-1000, 2013
- 3) Goldstein AH, Monreal G, Kambara A, et al: Partial support with a centrifugal left ventricular assist device reduces myocardial oxygen consumption in chronic, ischemic heart failure. *J Card Fail* **11**: 142-51, 2005