

日米医工連携による補助人工心臓技術を組込んだ体外心臓灌流システムの開発

*¹産業技術総合研究所健康医工学研究部門, *²東京医科歯科大学大学院心臓血管外科学分野, *³東京医科歯科大学大学院先端外科治療技術研究開発研究部門, *⁴Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Cleveland Clinic

迫田 大輔*¹, 小阪 亮*¹, 長岡 英気*², 大内 克洋*³, 田原 禎生*², 荒井 裕国*², 坂之上一朗*⁴,
Kenneth R. McCurry*⁴, 岡本 俊宏*⁴

Daisuke SAKOTA, Ryo KOSAKA, Eiki NAGAOKA, Katsuhiko OHUCHI, Tomoki TAHARA, Hirokuni ARAI,
Ichiro SAKANOUE, Kenneth R. McCurry, Toshihiro OKAMOTO

1. 目的

ドナーから摘出した心臓の冷保存限界時間は4時間と短く、時間的および地理的な制限が大きい。そこで、ドナー心臓の保存時間を革新的に延長できる新たな体外心臓灌流 (ex vivo heart perfusion, EVHP) システムの実現を目指し、左心室補助人工心臓 (LVAD) を組み込んだ新たな灌流方式 “LVAD mode EVHP” を開発した (図1)。開発したLVAD modeの効果について、既存の灌流方式である前負荷なしのResting modeおよび前負荷ありのWorking modeと比較した。

2. 方法

ブタ (71~81 kg, 全18頭) 心臓を摘出し、30 minの冷保存時間後にResting modeを開始した。灌流1時間後にWorking modeに移行し、75 minでstroke work (SW) を計測した。その後75 min~300 minで、Resting, Working, LVAD modeを行った3群 (R群, W群, L群) に分けた。L群では、LVAD用遠心ポンプをCo-pulse心拍同期制御で駆動した。左心房から挿入した脱血カニューレにより収縮期開始時に灌流液を左室から脱血することで心収縮補助を狙った。300 minで全ての群においてWorking modeに戻し、330 minのSWを計測した。一方、EVHP中の心筋代謝活動を評価するために、心筋酸素消費量 (MVO₂)、EVHP後の心筋ATPを計測した。

3. 結果

330 min/75 min比である心機能保存率 (平均値±標準誤差) は、(SW: R群30±5, W群31±5, L群75±11%, P=0.001)であった。代謝分析結果は、(MVO₂: R群2.2±0.3, W群4.6±0.5, L群6.1±0.5 ml O₂/min/100 g, P<0.001), (ATP: R群1.1±0.1, W群0.7±0.1, L群1.6±0.2 μmol/g, P<0.001)であった。

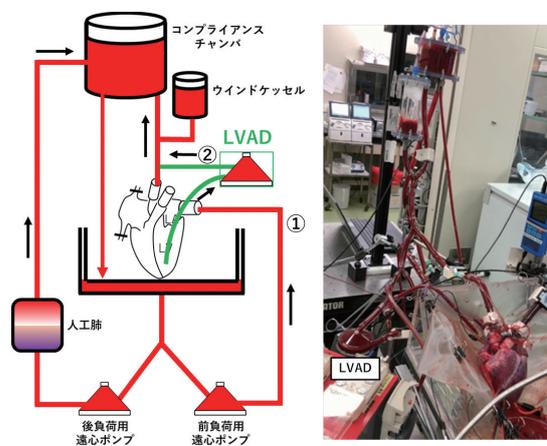


図1 開発したEVHPシステム

Resting mode = ①クランプ, ②クランプ, Working mode = ①オープン, ②クランプ, LVAD mode = ①オープン, ②オープン

4. まとめ

LVAD mode EVHPにより、従来のResting modeおよびWorking modeと比較して、有意に心機能保存が可能であることを示した。

5. 独創性

前負荷は心臓の代謝活動を活性化させATP産生量を増やすプラスの要素と、心臓に外的仕事をさせATP消費量を増やすマイナスの要素がそれぞれあり、LVAD modeによって心臓の収縮を補助することで、ATP消費量のみを減じることが可能であることを示した。

謝辞および利益相反の開示

本研究は、科研費基盤B (19H03723) および産総研エッジ・ランナーズの支援によって行われた。

大内克洋: 【寄附講座等】エドワーズライフサイエンス株式会社, 泉工医科工業株式会社, アボットメディカルジャパン合同会社

そのほかの著者には規定されたCOIはない。

■ 著者連絡先

産業技術総合研究所健康医工学研究部門
(〒305-8564 茨城県つくば市並木1-2-1 東事業所)
E-mail. sakota.ao@aist.go.jp