

## 熱希釈法を用いた補助人工心臓装着患者における大動脈弁閉鎖不全定量法の開発

国立循環器病研究センター研究所人工臓器部

秋山 大地, 水野 敏秀, 築谷 朋典, 武輪 能明, 巽 英介

Daichi AKIYAMA, Toshihide MIZUNO, Tomonori TSUKIYA, Yoshiaki TAKEWA,  
Eisuke TATSUMI



### 1. 背景と目的

重症心不全に対する左心補助人工心臓 (left ventricular assist device, LVAD) による治療は、近年本邦においても大きな広がりを見せている。装置、手術法および管理法の進歩により、3年以上の長期補助の患者も増加傾向にある。この中で、慢性期における合併症の管理は医療従事者の大きな topic の一つである。

その合併症の一つとして、大動脈弁閉鎖不全症 (aortic insufficiency, AI) が挙げられる。AI では、LVAD → 大動脈 → 大動脈弁 → 左心室 → LVAD という短絡 (シャント) 回路が形成され、ポンプ補助の効率が低下する<sup>1)</sup>。時間経過とともに徐々に進行し、保存的治療にて軽快しない例は外科的/カテーテル的な大動脈弁への介入が行われるなど、予後に重大な impact をもたらす合併症であり<sup>2)</sup>、その評価は非常に重要である。

しかし、現状の評価法は、超音波検査による評価 [vena contracta, jet width/left ventricular outflow tract diameter や proximal isovelocity surface area (PISA) など] が主であるが<sup>2)</sup>、これらは精度に課題を残している。

この問題を解決する新たな評価法を開発するために、我々は LVAD 装着患者の AI (LVAD-AI) が上述のようにシャントの形成であることに注目し、シャントの形成という点で同様の、先天性心疾患のシャント評価法を過去にさかのぼり検討した。この中で、熱希釈法を用いた新たな評価方法<sup>3)</sup>を LVAD-AI の評価に当てはめ、その精確性を評価する。

### 2. 方法

熱希釈法の施行には、熱発生部位と血液温度の測定部位を決める必要がある。将来の臨床への応用を見据えて、これらの配置を定める。熱を投与し、これらサーミスタの温度変化を記録する。詳細は別稿に譲るが、理論的にはこの時間-温度変化曲線の解析から、(full bypass の駆動条件下では) ポンプ流量に対する AI による逆流量の比 [recirculation rate (RR) と定義する] を求めることができる。

この仮説の妥当性を検討するため、模擬循環回路および大動物において、LVAD を装着した心不全、AI モデル (大動脈弁逆流の量を control 可能) を用いる<sup>1),4)</sup>。このモデルの大動脈弁逆流の程度を変化させながら、RR を 2 つの方法 [熱希釈法で求める方法と、流量計の値から直接求める方法 (control)] で求め、それら同士を比較することで、熱希釈法による評価の妥当性の検討を行う。

さらに、温度測定部位、熱発生部位/発生方法の検討、誤差にかかわる因子などの検討や、測定の自動化のためのアルゴリズムの確立などを行う。

最終的には、この理論を用いて、心臓カテーテル検査等に使用可能な device を作成し、臨床応用に持ち込みたいと考えている。

### 3. 独創性

古典的に行われていた先天性心疾患のシャント計測法を LVAD-AI の計測に当てはめることに関しては、初めての試みといえる。

#### ■ 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. initiald6@gmail.com

#### 謝 辞

Yoshimi Memorial T.M.P Grant をいただきましたことを

この場をお借りして御礼申し上げます。

本稿のすべての著者には規定されたCOIはない。

## 文 献

- 1) Iizuka K, Nishinaka T, Takewa Y, et al: The influence of pump rotation speed on hemodynamics and myocardial oxygen metabolism in left ventricular assist device support with aortic valve regurgitation. *J Artif Organs* **20**: 194-9, 2017
- 2) Jorde UP, Uriel N, Nahumi N, et al: Prevalence, significance, and management of aortic insufficiency in continuous flow left ventricular assist device recipients. *Circ Heart Fail* **7**: 310-9, 2014
- 3) Morady F, Brundage BH, Gelberg HJ: Rapid method for determination of shunt ratio using a thermodilution technique. *Am Heart J* **106**: 369-73, 1983
- 4) Sumikura H, Homma A, Ohnuma K, et al: Development and evaluation of endurance test system for ventricular assist devices. *J Artif Organs* **16**: 138-48, 2013