

Fontan循環クリップ開発のための設計構成要素の基礎検討

*¹東北大学大学院医工学研究科医工学専攻, *²東北大学加齢医学研究所附属非臨床試験推進センター非臨床試験推進分野,
*³東北大学加齢医学研究所附属非臨床試験推進センター心臓病電子医学分野, *⁴京都府立医科大学小児心臓血管外科

池田 純平*¹, 白石 泰之*², 坪子 侑佑*³, 平 恭紀*¹, 山田 昭博*^{3†}, 井上 雄介*³, 山岸 正明*⁴,
山家 智之*^{1,3}

Jumpei IKEDA, Yasuyuki SHIRAIISHI, Yusuke TSUBOKO, Yasuyuki TAIRA, Akihiro YAMADA,
Yusuke INOUE, Masaaki YAMAGISHI, Tomoyuki YAMBE

1. はじめに

近年, 先天性心疾患に用いられるFontan手術の長期予後では, 血液逆流に伴う中心静脈圧の上昇を原因とした肝硬変等の合併症の報告が増えている^{1),2)}。我々は下大静脈と肺動脈を繋ぐ人工血管の外部からの収縮による血液逆流抑制が可能な能動クリップ型デバイスの開発を試みている(図1)。本研究では, デバイスのアクチュエータとなる形状記憶合金線維(shape memory alloy fiber, SMAF)の適切な使用本数を選定し, 作製したプロトタイプの前前後後圧差発生能の評価を行った。

2. 方法

圧縮空気により, 人工血管内腔に任意の圧力(0~20 mmHg)を発生させることのできる定圧負荷試験系を用い, 人工血管外部から使用SMAF本数の異なるデバイスを動作させた際のSMAF収縮率と人工血管の内腔閉塞率から, 適切なSMAF本数について検討した。続いて, 人工血管内部の流量(0.5~2 l/min)と中心圧(7.4 mmHg, 14.7 mmHg)が設定可能な定流量試験系でSMAF本数決定後のプロトタイプを動作させ, その圧較差発生能を評価した。

3. 結果

各対角線上に, SMAFが2本ずつの構造で十分な収縮率と管路内腔閉塞率が得られ, これを本デバイスのSMAF本数として決定した。定流量試験では, 流量1.5 l/minのとき, 中心圧7.4 mmHgで圧較差6 mmHg, 中心圧14.7 mmHgで

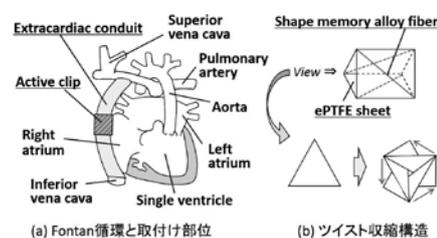


図1 Fontan循環クリップの取付け部位と収縮構造

圧較差2.8 mmHgを発生させることができ, 流量と中心圧から発生する圧較差の推定が可能となる本デバイスの性能曲線が得られた。

4. まとめ

Fontan循環に用いる能動クリップ型デバイスについて, 定圧負荷試験からアクチュエータとなるSMAFの並列使用本数の決定を行い, これを反映させたプロトタイプの性能曲線を定流量試験から得ることができた。

5. 独創性

本デバイスは人工血管外部から動作するという人工弁とは異なる特徴を持ち, これにより非動作時には血流のエネルギー損失や血栓の発生リスクを低減させることが可能になると考えられる。

本稿におけるすべての著者には規定されたCOIはない。

文 献

- 1) Wu FM, Ukomadu C, Odze RD, et al: Liver disease in the patient with Fontan circulation. *Congenit Heart Dis* **6**: 190-201, 2011
- 2) Mertens L, Hagler DJ, Sauer U, et al: Protein-losing enteropathy after the Fontan operation: an international multicenter study. *J Thorac Cardiovasc Surg* **115**: 1063-73, 1998

■ 著者連絡先

† 東北大学加齢医学研究所非臨床試験推進センター心臓病電子医学分野
(〒980-8575 宮城県仙台市青葉区星陵町4-1)
E-mail. akihiro.yamada.e1@tohoku.ac.jp