

小児用補助人工心臓「EXCOR®」の拍動流光イメージングによる血栓検出

*¹ 芝浦工業大学システム理工学部, *² 芝浦工業大学大学院修士課程システム理工学専攻,

*³ 国立成育医療研究センター手術・集中治療部, *⁴ 産業技術総合研究所健康医工学研究部門

根津 綾杜*¹, 中上 知優*¹, 齋藤 優衣*², 片岡 怜*³, 渡邊 宣夫*^{1,2}, 迫田 大輔*⁴

Ayato NETSU, Chihiro NAKAGAMI, Yui SAITO, Satoshi KATAOKA, Nobuo WATANABE, Daisuke SAKOTA

1. 目的

Berlin Heart社製 EXCOR® Pediatric (以下, EXCOR) は世界で唯一, 臨床で小児に用いられる拍動型の体外設置式補助人工心臓である。臨床における EXCOR の血栓管理は, 4~6 時間おきの定期的な肉眼観察によって行われており, 客観的かつ簡便な評価が求められている。そこで本研究では, 光イメージングによる血栓の非侵襲・常時監視システムの開発を目的とした。

2. 方法

in vitro で, リザーバーおよび体外循環回路用チューブから成る模擬循環路に, 食肉処理場で入手したクエン酸抗凝固ブタ血液を充填し, EXCOR を 96 bpm で駆動して血液を循環させた。塩化カルシウムを持続投与することで血液凝固能を上げ, 血栓形成を誘発させた。試験中, EXCOR にキセノンランプを照射し, 20 分ごとに 1,000 fps の高速カメラ, 100 fps の RGB (red, green, blue) カメラにて約 5 秒間撮影を行った。EXCOR 拍動に伴う輝度値標準偏差の経時的な変化比を血栓形成度 (thrombus formation level, TFL) と定義し, 高速カメラおよび RGB カメラで撮影した動画で TFL 分布をイメージングした。

3. 結果

試験 100 分後に EXCOR 血液ポンプを生理食塩水で洗浄したところ, 血液ポンプ流入弁および流出弁付近に血栓を確認した。高速カメラの動画において, 実際の血栓域と TFL 高値域で対応を得ることができた (図 1)。また, 100 fps

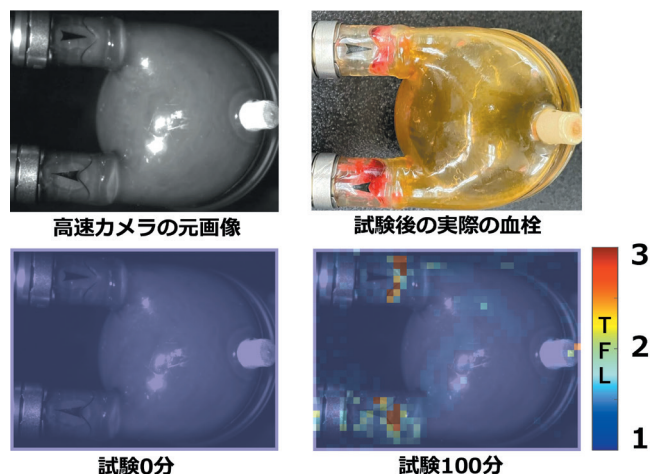


図1 TFL イメージング

の RGB カメラにおいても実際の血栓との対応が確認でき, 小型で安価なカメラでも TFL イメージングは可能であることが示唆された。

4. まとめ・独創性

筆者らは, EXCOR の非侵襲血栓形成監視システムを開発した。EXCOR が拍動式であることに着目し, 血栓形成に伴う血液ポンプ内壁近傍の拍動血流の光学特性変化を利用して, ノイズに強く高精度な血栓検出を可能にした。

今後, 臨床で使用可能とするため, システムの小型化, 臨床試験を進めていく予定である。

本稿のすべての著者には規定された COI はない。

■ 著者連絡先

芝浦工業大学システム理工学部生命科学科
(〒337-8570 埼玉県さいたま市見沼区深作307)
E-mail. bn21216@shibaura-it.ac.jp