

## Hyperspectral Imaging法を用いた血液ポンプ内血栓モニタリング装置の大型動物実験における検証

\*1東京医科歯科大学医学部医学科, \*2東京医科歯科大学大学院心臓血管外科, \*3産業技術総合研究所健康工学研究部門, \*4東京医科歯科大学大学院先端的外科治療技術研究開発研究部門, \*5東京医科歯科大学実験動物センター, \*6東京理科大学大学院

田原 禎生\*1, 藤原 立樹\*2, 迫田 大輔\*3, 大内 克洋\*4, 遠藤 衆\*5, 村重 智崇\*6, 山野 春樹\*1, 関 晴永\*1, 小阪 亮\*3, 丸山 修\*3, 大井 啓司\*2, 水野 友裕\*2, 荒井 裕国\*2

Tomoki TAHARA, Tatsuki FUJIWARA, Daisuke SAKOTA, Katsuhiko OHUCHI, Shu ENDO, Tomotaka MURASHIGE, Haruki YAMANO, Haruna SEKI, Ryo KOSAKA, Osamu MARUYAMA, Keiji OI, Tomohiro MIZUNO, Hirokuni ARAI

### 1. 目的

長期の体外循環におけるポンプ内血栓の問題を解決すべく、ポンプ内血液凝固現象をリアルタイムに可視化する技術の開発を行っている。本研究は分光光度計を内蔵するカメラを用いたイメージング, Hyperspectral Imaging (HSI)を用いるものである。開発したシステムを用いて大型動物実験を行った。

### 2. 方法

ポンプ内血栓と周囲全血のヘモグロビン濃度の違いによる光学特性の変化を利用し, HSIにて血栓と全血の境界を画像化した。産業技術総合研究所で開発中の動圧浮上遠心ポンプを使用し, 45 kgのブタ6頭で実験を行った。両側頸静脈バイパスモデル (N = 3) と, 左心補助モデル (N = 3) の2種類を作成した。ポンプ流量は1 l/minとし, 撮影中は抗凝固薬は使用せず体外循環を行った。高速回転するポンプ内を撮影するため, ポンプ回転数と同周波数のパルス光源をポンプ底面に照射し, ストロボ効果を利用して撮影を行った。撮影動画をモニターでリアルタイムに観察し, また波長608~752 nmの撮影画像からスペクトラル画像を構築した。

### 3. 結果

全例で撮影画像に暗色領域を認め, 循環終了後に暗色領

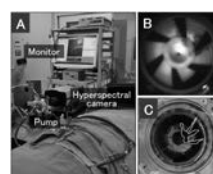


図1 (A) 装置概観, (B) 撮影画像, (C) 実験終了後のポンプ

域と同形態のポンプ内血栓が確認された。血栓がポンプ内で発生し拡大したものが2例, ポンプ上流で発生した血栓がポンプ内に飛来して付着したものが4例であった。飛来血栓がポンプ内で急速に増大した例も認めた。装置概観 (図1A), 撮影画像 (図1B) と実験終了後のポンプ (図1C) の1例を示す。

### 4. 考察

ポンプ内血栓の予防は, ポンプ自体の抗血栓性を高めるだけでは不十分であり, 送脱血管や回路の接続部など回路全体の抗血栓性を高めることが重要であると示唆された。

### 5. まとめ

大型動物実験にてHSIを用いたポンプ内血栓のリアルタイムモニタリングに成功した。本研究は体外循環の安全性向上, およびポンプ内の血栓形成メカニズムの解明に貢献すると思われる。

### 6. 独創性

本研究は, 高速で回転する遠心血液ポンプ内を非侵襲的に直接観察することに世界で初めて成功した。

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

東京医科歯科大学医学部医学科  
(〒113-8519 東京都文京区湯島1-5-45)  
E-mail. tomonkey7227@gmail.com