

埋込型補助人工心臓の血液適合性の 医工学的定量評価系の確立

[1] 組織

代表者：梅津 光生
(早稲田大学理工学術院)
対応者：白石 泰之
(東北大学加齢医学研究所)
分担者：岩崎 清隆
(早稲田大学理工学術院)
戸部 泰貴
(早稲田大学理工学術院)
松橋 祐輝
(早稲田大学理工学術院)

研究費：

旅費 3万9千円、
物件費 21万1千円

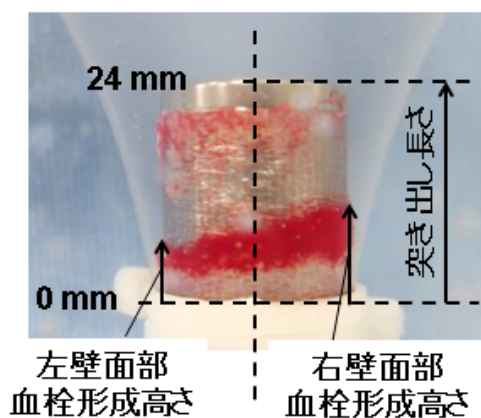
[2] 研究経過

我が国で開発され、2005年より臨床応用が開始されたサンメディカル社のEVAHEARTは、東北代加齢研において動物実験を行うとともに、早稲田大学において数々の工学的評価が行われたうえで、2010年に最終的に製品となり、現在までに、120例以上の患者への植え込みが行われてきた。多くは、植え込み前に比べて劇的な生活の質の向上がなされた。

しかし、市販後も脱血管外周の血栓形成など予想外の問題にであうこともあり、問題点を早急に把握し、それを解決する手法を早く探索して第1線の患者の治療にフィードバックさせることが求められている。そこで、本研究では、左室内に突き出した2種類の脱血管の血栓形成が定量分析できる回路ができるか否かの検討を行った。

研究活動状況の概要として、協力者である白石泰之（東北大学加齢医学研究所 准教授）と2016年5月22日、8月3-5日、11月5日、2017年1月5日に経過報告と討論を行った。

血液実験



粒子画像流速計測法

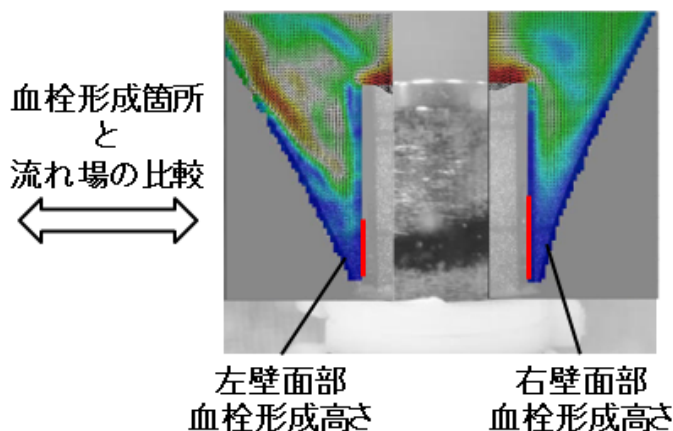


図1 血栓形成領域と流れ場の停滞領域の関係

[3] 成果

(3-1) 研究成果

(1) 新鮮血を用いた循環回路の設計・開発

EVAHEART を装着した重症心不全患者の血流・血圧環境、及び大気非接触型の一巡閉鎖回路を設計・開発した。

回路構成要素はシリコン製左心室モデル、EVAHEART、脱血管と同寸法のアクリル管、高分子製弁、大動脈圧と左心房圧を模擬するための2つの弾性チューブ、末梢抵抗とした。

まず、設計・開発した回路を2つ用意し各回路にヘパリン処理したブタ新鮮血を750 ml 充填させた。EVAHEART の回転数は実臨床の条件に合わせて1800、1900、2000rpm とした。その結果、全体の循環血流量は4-5 L/min となった。血栓は、回路途中につけたフィルターにより飛散した量を正確に測定できた。循環開始4時間半後の脱血管に形成された血栓形成状況は、臨床や動物実験と極めて類似した傾向が見られた。

(2) 粒子画像流速計測法を用いた可視化試験

粒子画像流速計測とは、粒子の挙動を高速度カメラで1秒間に100枚のスピードで撮像し、コンピュータによる解析を行うことで流速を求める手法である。特に狭隘部における解析に優れている。

図1の右図のごとく、粒子画像流速計測法による流入部位の流れ場の状態を取得した。その結果、図1に示すように血栓形成領域と流れ場の停滞領域の関係が極めて近いことが確認できた。

(3-2) 波及効果と発展性など

従来は長期の動物実験を行わないと血栓形成の状況が分からなかったが、本手法を用いることにより簡易的な血流の流れ場の計測と新鮮血を用いたシミュレータ実験によって短時間に結果が予測できることが示された。この手法を発展させれば、人工臓器の植込み直後の初期血栓形成が予測でき、どのような条件のときにこの血栓の問題を回避できるか具体的に明確にできる可能性が高い。

[4] 成果資料

(1) 鮫島啓、岩崎清隆、前田真宏、松橋祐輝、高橋東、山崎健二、梅津光生、チップレス脱血管を用いた EVAHEART を接続した左心室内部の流れ場の可視化、第45回人工心臓と補助循環懇話会学術集会プログラム・抄録、YG-06、第45回人工心臓と補助循環懇話会学術集会、山梨、2017年2月17日

(2) K. Sameshima, K. Iwasaki, A. Takahashi, A. Aoyama, Y. Matsunashi, Y. Yamamoto, K. Yamazaki, M. Umezu, Visualization of a flow field of the inflow cannula of EVAHEART using particle imaging velocimetry, Program & abstract book, p. 114, 24th Congress of the International Society for Rotary Blood Pumps, Mito, 22 Sep. 2016

(3) 鮫島啓、岩崎清隆、松橋祐輝、高橋東、山本祥宜、鈴木砂良、青山祐介、山崎健二、梅津光生、左心補助人工心臓用脱血管近傍の流れ場が脱血管外周の血栓形成と成長に与える影響の検討、第54回日本人工臓器学会大会予稿集、s-90、第54回日本人工臓器学会大会、鳥取、2016年11月24日

(4) 山本祥宜、岩崎清隆、松橋祐輝、高橋東、平田麻由紀、梅津光生：新規 in vitro 人工肺溶血特性試験回路を用いた圧較差と溶血の関係性の解明、人工臓器第53回日本人工臓器学会大会予稿集、第44巻、第2号、pp s-116、第53回日本人工臓器学会大会、東京、2015年11月