

課題番号 69

## 遠心分離式人工腎臓の研究

### [1] 組織

代表者：磯山 隆  
(東京大学大学院医学系研究科)  
対応者：山家 智之  
(東北大学加齢医学研究所)  
分担者：有吉 洗希  
(東京大学大学院医学系研究科)  
斎藤 逸郎  
(東京大学大学院医学系研究科)  
原 伸太郎  
(東京大学大学院医学系研究科)

研究費：物件費 15 万円

### [2] 研究経過

現在、日本に約 32 万人、世界中に推定約 200 万人以上の維持透析患者が血液透析治療を受けており、年々増加傾向であり、体内埋込式人工腎臓用の研究・開発は、近年ますますその重要性を増している。本共同研究では、慢性腎不全患者を維持透析治療から解放するために遠心分離を利用した体内埋込型人工腎臓を実現することを目的として研究を行った。

以下、研究活動状況の概要を記す。

本研究の人工腎臓の基本原理は、連続して血清成分を得ることができるようにディスク型遠心分離を採用した。ディスクを高速回転させてディスク上の血液に遠心力を与え、血球成分とタンパク質を分離させることで、尿の元となる血清成分を生成する。生成した尿成分を膀胱に貯め、体外へ排出することで透析治療離脱を試みる。

しかし、遠心分離法で血液を分離する場合、G（加速度）が高いと凝固系が活性化して血栓の発生が危惧される。そこで、二段階遠心分離を採用し、一次分離では比較的低いGの遠心分離で血球やフィブリノーゲンを分離し、凝固、溶血の恐れがない二次分離では高いGかつ長時間の遠心分離によってタンパク質を分離する。

### [3] 成果

#### (3-1) 研究成果

本年度は、以下に示す研究成果を得た。

まず第1に、数値流体解析を用いて、設計上の問題点がないかを確認した。数値流体解析用の流路モデル

は、3次元CADソフトウェアであるCreo3.0 Parametric (Parametric Technology Corporation, Needham, Massachusetts, USA) を用いて作成した。格子生成にはANSYS Meshing を用いた。数値流体解析には汎用熱流体解析パッケージである ANSYS CFX 14.0 (ANSYS, Canonsburg, Pennsylvania, USA) を用いた。解析結果を図1,2に示す。

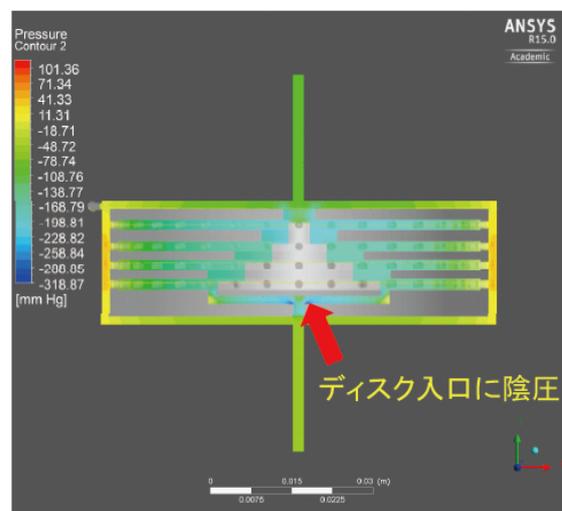


図1 圧分布結果

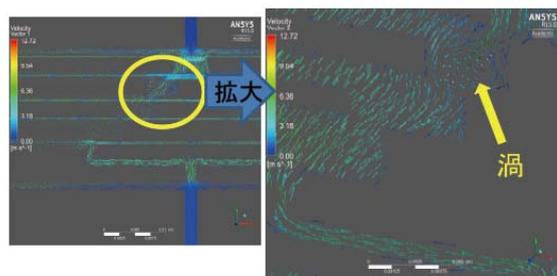


図2 流速ベクトル結果

CFD 結果から溶血の原因となる陰圧と、分離を妨げる渦が確認された。この問題を解決するためにインレットの径を太くする、ディスクの角を無くす設計の変更を行った。

設計変更後の CFD 結果を図3,4に示す。

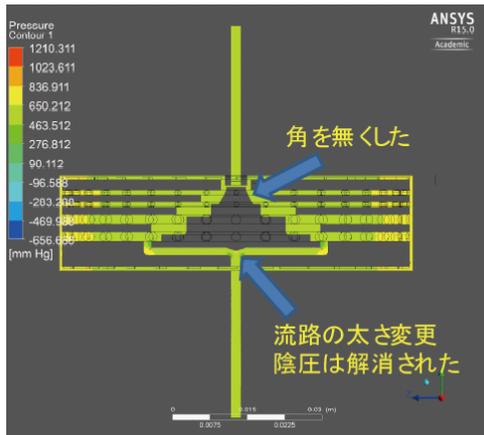


図3 設計変更後の圧分布結果

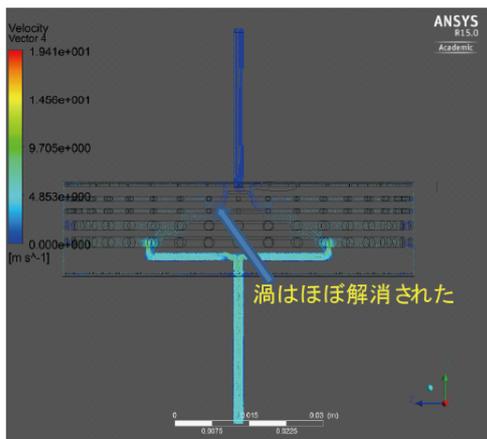


図4 設計変更後の流速ベクトル結果

第2に、製作した分離器を使用してガラスビーズの分離実験を行った。図5に実験条件、図6に実験結果を示す。



図5 ガラスビーズ分離実験

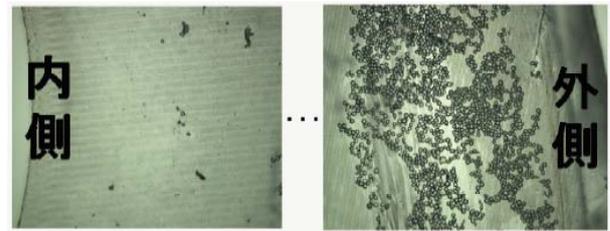


図6 ガラスビーズ分離結果

ディスク上顕微鏡写真より、ディスクの内側にはガラスビーズは存在せず、ガラスビーズがディスク外側へ押し出されたことが確認された。ガラスビーズの完全分離に成功した。

### (3-2) 波及効果と発展性など

本共同研究は、本共同研究で開発した体内埋込式人工腎臓は、現在の透析治療の問題点である週3回、1回の治療につき約4時間のベッド上安静や、太い留置針を用いた穿刺などを解決し、患者にとって物理的、肉体的及び精神的な苦痛を軽減できる可能性がある。

### [4] 成果資料

- (1) 平成30年度日本人工臓器学会 Grant
- (2) 平成30年学校法人読売理工学院 努力賞