

PIV を用いた空気圧式拍動型補助心臓の 流出側弁付近の流れの可視化

池内 祥見¹, 李 桓成², 赤川 英毅²,
巽 英介², 妙中 義之², 山本 孝夫¹

¹大阪大学大学院工学研究科 ²国立循環器病センター研究所

Flow visualization using PIV in the vicinity of the outlet valve of a pneumatic ventricular assist device

Yoshiaki Ikeuchi¹, Hwansung Lee², Eiki Akagawa²,

Eisuke Tatsumi², Yoshiyuki Taenaka² and Takao Yamamoto¹

¹Graduate School of Engineering, Osaka University ²National Cardiovascular Center Research Institute

1. 目的

人工心臓の開発においては、溶血が重要な問題の一つであるが、これを抑制するためには人工心臓内の血流の最大値を低く抑えることが望ましい。空気圧式拍動型補助人工心臓においては、人工弁の種類や開口方向によって近傍の流速ベクトルの分布や最大流速が変わるため、溶血に関する検討を行うためには人工弁周辺の流れの解析が必要である。

本研究では、実際の使用時を模した流体力学的な条件下での人工弁の振る舞いを再現し、人工弁の機構がその近傍の流れの動態に及ぼす影響を定量化することを目的とした。

2. 方法

人工弁周辺部の流れの動態を計測するために、可視化用の血液ポンプを組み込んだPIV(Particle Image Velocimetry)計測システムを構築した。このシステムでは、生体内を模した循環回路に、可視化用血液ポンプの材質であるアクリルと同じ屈折率のヨウ化ナトリウム水溶液を模擬血液として灌流した。人工弁に Medtronic-Hall Mechanical Prosthesis (MH 弁)、St. Jude Medical Mechanical Prosthesis (SJ 弁)、Sorin Bicarbon Mechanical Prosthesis (Sorin 弁) および ATS Medical Mechanical

Prosthesis (ATS 弁) の 4 種類を用いて流速ベクトル分布と最大流速の比較検討を行った。

3. 結果

流出側弁近傍における流れの解析を行った結果、流出側弁下流では人工弁の種類によって特徴的な流速ベクトルの分布や最大流速が計測された。ATS 弁下流の壁近傍では流速が速く最大流速は約 2 [m/s] であったが、その他の人工弁の最大流速は約 1.5 [m/s] となった。流速ベクトルの分布においては、ATS 弁と MH 弁の下流では壁近傍に速い流速ベクトルが計測された。Sorin 弁下流では流路全体にわたって流速ベクトル分布が均一な流れが計測された。

4. 結論

人工弁周辺部の流れの動態を把握するために、補助人工心臓の可視化計測システムを開発した。溶血発生に関しては、最大流速が遅く流速ベクトルの分布が均一である事が望ましいため、Sorin 弁が流体力学的には最適であると考えられる。