

螺旋流完全人工心臓のためのインフローサッキングセンサーの基礎研究

*¹東京大学大学院医学系研究科医用生体工学講座, *²国立精神・神経医療研究センター精神保健研究所知的障害研究部, *³東京大学大学院工学研究科バイオエンジニアリング専攻/マテリアル工学専攻, *⁴同 マテリアル工学専攻/バイオエンジニアリング専攻

羽合 佳範*¹, 原 伸太郎*¹, 斎藤 逸郎*¹, 磯山 隆*¹, 塚本 晃海*¹, 太田 英伸*², 李 欣陽*¹, 村上 遥*¹, 高井 まどか*³, 石原 一彦*⁴, 小野 俊哉*¹, 阿部 裕輔*¹

Yoshinori HAWAI, Shintaro HARA, Itsuro SAITO, Takashi ISOYAMA, Terumi YURIMOTO, Hidenobu OTA, Xin-Yang Li, Haruka MURAKAMI, Madoka TAKAI, Kazuhiko ISHIHARA, Toshiya ONO, Yusuke ABE

1. 目的

ロータリー血液ポンプを使用した人工心臓ではサッキング現象が問題となる。サッキングは、血液ポンプに流入する血液量が、ポンプの駆出量よりも多くなった際に起こる。完全人工心臓では、心房カフが心房に吸い付き張り付くことで起こる現象である。サッキングが発生するとポンプが血液を駆出できず、ポンプへ過負荷がかかり故障の原因となることや、カニューレやカフが心室・心房内壁を傷害することが知られている。そのためサッキングが生じた場合は、早急にポンプの駆動条件を下げてサッキングを解除しなければならない。現在、人工心臓のサッキングを検出する専用のセンサーは存在しないため、本研究ではサッキング検出用センサーの開発を行った。

2. 独創性

本研究ではサッキングによるカフの変形に着目して、カフをセンサーにすることを考えた。製作方法は、カフの変形を測定できる柔軟なセンサー素材として導電性シリコンゴム、カフの素材として生体適合性に優れたシリコンゴムを用いることで一体成型することを目指した。

3. 方法

*in vitro*実験では導電性シリコンゴムを用いたサッキングの測定として、チューブ形状の1次モデルとカフ形状の2次モデルを真空注型により製作した。サッキングの計測にはドノバン型模擬循環回路の血液ポンプの流入口に各モデルを接続し、圧力変動を負荷したときの導電性シリ

コンゴムの電圧変化を測定した。サッキングを意図した圧力変動を負荷する際は、各モデルの上流側を鉗子でクランプしてサッキングを模擬した。

*in vivo*実験では生体内でサッキングを測定できるかを検討するために、雌の成ヤギに2次モデルおよび螺旋流完全人工心臓を埋め込み、電圧変化およびモーター回転数などのポンプの駆動条件を測定した。

4. 結果・考察

*in vivo*実験において両モデルともに負荷した圧力変動に応じて電圧の波形に変化が見られ、製作において不備がないことが確認された。また両モデルの圧力感度に関して、サッキングを意図した圧力変動に対して電圧変化に増加傾向が見られた。20 mmHg程度のサッキングを意図した圧力変動を負荷したときの電圧変化は、連続流負荷時の電圧変化との間に有意な差が見られた。

*in vivo*実験では正常な心房圧の変化の場合と異なり、サッキングが生じた際の電圧波形に変化が見られた。また、本実験にて使用し摘出された2次モデルを確認した結果、心房との縫合における引き裂きやセンサー部の破損および浸水は見られなかった。

5. まとめ

導電性シリコンゴムをセンサー素材とした体内への埋め込みが可能なカフ型センサーを開発し、生体内におけるその有用性を示した。現在センサーの生体内におけるキャリブレーション方法が確立されていないため、今後はドリフトの影響を受けないサッキングを検出するアルゴリズム、あるいは計測方法を検討する予定である。

■ 著者連絡先

東京大学大学院医学系研究科医用生体工学講座
(〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1医学部3号館別棟2階)
E-mail. hawai@bme.gr.jp

本稿におけるすべての著者には規定したCOIはない。