

血圧センサーとして働く人工心臓用カニューレの基礎研究

東京大学大学院医学系研究科医用生体工学講座

原 伸太郎, 磯山 隆, 塚本 晃海, 斎藤 逸郎, 阿部 裕輔

Shintaro HARA, Takashi ISOYAMA, Terumi YURIMOTO, Itsuro SAITO, Yusuke ABE



1. 目的

現在, 補助人工心臓 (VAD) は臨床で多くの患者を救っているが, 基礎分野において未解決なことも多い。特に体内埋込式人工心臓における圧力計測に関しては, 未だに最適な血圧センサーが開発されていないため, VADにおけるサッキングの検出や流量制御, 完全人工心臓 (TAH) のサッキング制御, バランス制御や生理的血流量制御などが適切に行えないという問題がある。人工心臓治療の最終目標である destination therapy を考慮すると, 体内埋込式の血圧センサーの開発は急務であると考えられる。

2. 方法

本研究では, 導電性シリコンという材料に着目した。導電性シリコンは, シリコンにカーボンや銀といった粒子を加えることでシリコンに導電性をもたせており, またゴムと同様に, 伸展に伴い抵抗が変化するという特徴を持っている¹⁾。この材料を利用することで, 導電性シリコンの伸展に伴う抵抗変化と圧力変化が一致すると考えられる。またカニューレの素材を導電性シリコンにすることでセンサーと一体化させることも可能である。そこで基礎研究として, 導電性シリコンが拍動流のような血圧波形を感知することができるかについての検討を行った。このとき拍動流の発生には, 本研究室で開発中の螺旋流血ポンプを用いた^{2),3)}。

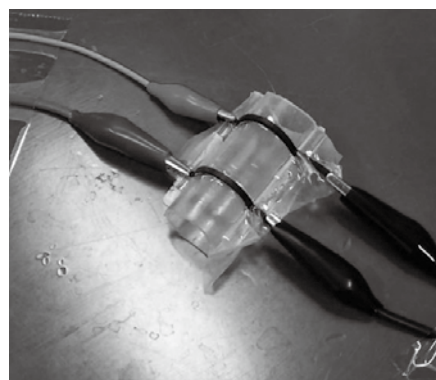


図1 試作した導電性シリコンチューブ

3. 結果

導電性シリコンを用いたカニューレを模擬したチューブの試作品を図1に示す。このチューブはシリコン製のチューブに導電性シリコンを埋め込み, 一体成型したものである。図2には, 圧力変化と抵抗変化の経時的变化を示す。作製したシリコンチューブは, 拍動流下において圧力変化と抵抗変化の位相が一致した。図3には導電性シリコンにおける抵抗値の時間的变化について示す。このとき導電性シリコンチューブは一定時間以上経過すると, 同一の拍動流の条件下であっても抵抗値全体が減少するような傾向が見られた。

4. まとめ・独創性

導電性シリコンを用いた血圧センサーとして働く人工心臓用カニューレの基礎研究を行った。導電性シリコンが圧力に応じて, 伸展・拡張する際に生じる抵抗変化は圧力変化と関連があることが示唆された。しかし, 現状では導電性シリコンの経時的变化が大きいため圧力変化自体

■ 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 医学部三号館別棟W205)
E-mail. hara@bme.gr.jp

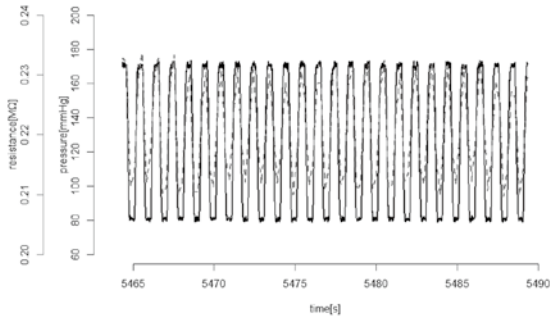


図2 試作した導電性シリコンチューブにおける圧力変化と抵抗変化

を捉えることは可能であるが、絶対圧力を検出するにはこの経時変化を解決する必要があると考えている。今後、導電性シリコンをTAH用のカフに用いてサッキングを検出するセンサーの作製と、ヤギを用いた動物実験を通じ、血圧センサーとして導電性シリコンの有用性を検討していく予定である。

謝 辞

最後にYoshimi Memorial T.M.P. Grantをいただきましたことを厚く御礼申し上げます。

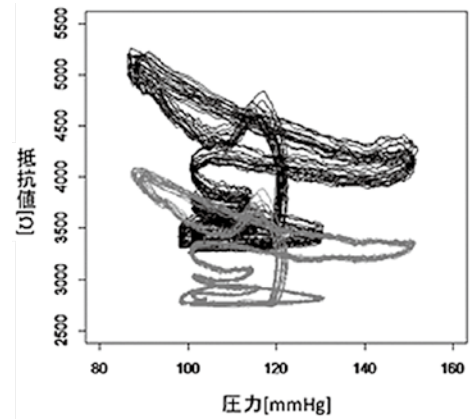


図3 導電性シリコンにおける抵抗値の経時的変化

本稿のすべての著者には規定されたCOIはない。

文 献

- 1) Petković D, Issa M, Pavlović ND, et al: Electrical properties estimation of conductive silicone rubber for tactile sensing structure. *Sensor Review* **33**: 114-24, 2013
- 2) Abe Y, Ishii K, Isoyama T, et al: The helical flow pump with a hydrodynamic levitation impeller. *J Artif Organs* **15**: 331-40, 2012
- 3) Ishii K, Hosoda K, Nishida M, et al: Hydrodynamic characteristics of the helical flow pump. *J Artif Organs* **18**: 206-12, 2015