

高感度圧電センサを用いた血管特性計測の試み

工学領域 電気電子工学系列 助教 平野陽豊

本研究の概要

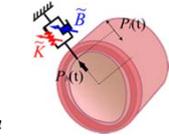
様々な部位での非観血圧脈波計測&血管状態の評価

血管壁インピーダンスモデル (坂根ら, 2004)

剛性 K

粘性 B

血管径 (光電容積脈波 P_i)



連続血圧 P_b

連続血圧計の問題点

連続血圧計の測定可能箇所が手首などに限定



連続血圧計

様々な部位の血圧脈波を測定したい!

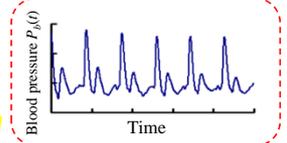
血圧脈波計測

血管状態評価

計測部位 足背部

血圧測定センサ

- 1: 連続計測
- 2: フレキシブル
- 3: 高感度



血管壁インピーダンスモデル

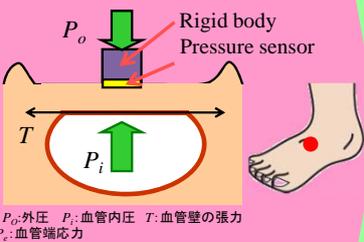
$$dP_b(t) = KdP_i(t) + Bd\dot{P}_i(t)$$

剛性 (血管拡張量) 粘性 (血管拡張速)

箔状圧電センサを用いた血圧脈波計測方法

市販連続血圧計

トノメトリ法 (Pressman et al. 1963)

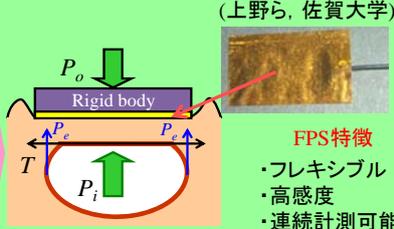


P_o : 外圧 P_i : 血管内圧 T : 血管壁の張力 P_e : 血管端応力

- ・血圧脈波が弱い
- ・センサ接触面が扁平ではない(個人差がある)
- ・セッティングに時間がかかる

提案手法

箔状圧電センサ (上野ら, 佐賀大学)

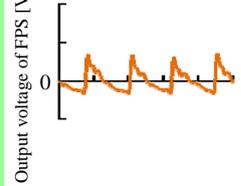


FPS特徴

- ・フレキシブル
- ・高感度
- ・連続計測可能

血管内圧計測: $P_o = P_i + P_e$

$V(t)$: 箔状圧電センサ出力



較正

$$P'_b(t) = k \times V(t)$$

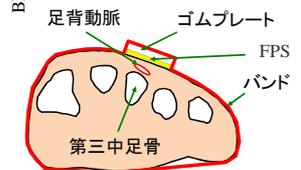
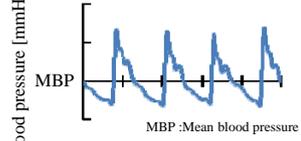
較正係数: $k = PP_i / FPS_s$

PP_i : 脈圧 [mmHg] FPS_s : 箔状圧電センサ振幅 [V]

血圧脈波計測装置



$P'_b(t)$: 較正血圧



血圧脈波を正しく計測できるの?

箔状圧電センサへの最適な押し付け圧の検討のため、箔状圧電センサと連続血圧計の測定波形を比較した。

- 被験者: 健康な男性7名
- サンプリング周波数: 1005 [Hz]
- 計測時間: 60 [s]
- 押し付け圧: 0~40 [N]

トノメトリ法連続血圧計 (BP-608, OMRON COLIN)

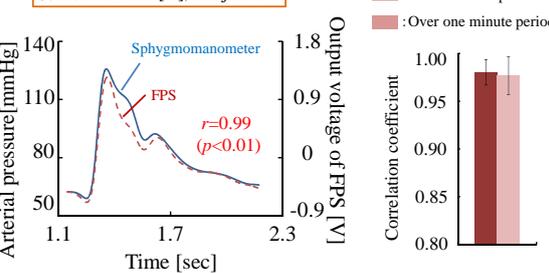


心電図



センサの法線方向から加圧

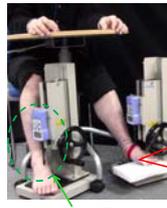
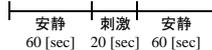
押し付け圧: 10 [N], Subject C



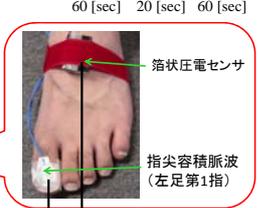
足背動脈の血管状態を推定できるの?

機械刺激に対する血管状態変化を定量評価するため、箔状圧電センサから得られた波形を用いて血管粘性を求めた。

- 足背動脈の計測
- 被験者: 健康な男性5名
- サンプリング周波数: 1005 [Hz]
- 押し付け圧: 15 [N]
- 実験プロトコル
- 刺激部位: 右足背部
- 刺激強度: 3 [N]

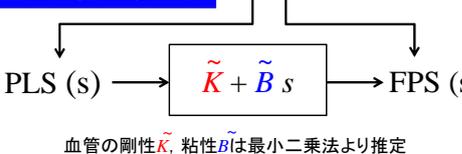


刺激印加装置

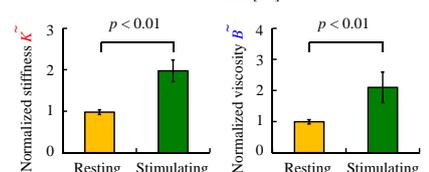
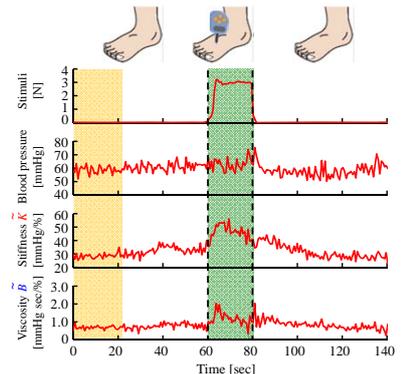


箔状圧電センサ 指尖容積脈波 (左足第1指)

血管粘性推定法



血管の剛性 \tilde{K} , 粘性 \tilde{B} は最小二乗法より推定



まとめ・今後の課題

まとめ

- 箔状圧電センサによる血圧脈波計測法の提案 ⇒ 正確な血圧脈波計測が可能
- 血管機能評価実験 ⇒ 血管状態評価が可能

今後の課題

- 頸部等への応用
- 複数部同時計測及び評価への応用

keyword: 動脈硬化, 血圧計測, 血管力学特性, 医工連携