

特定条件下におけるスペックル血流変化計測

Measurement under specified condition of blood flow change

室工大院¹, 東京都市大²,○佐藤 潤季¹, 松宮 路恵¹, 島谷 祐一², 京相 雅樹²,
船水 英希¹, 相津 佳永¹Muroran Inst. Tech.¹, Tokyo City Univ.²○SATO Junki¹, Norie Matsumiya¹, Yuichi Shimatani², Masaki Kyoso²,
Hideki Funamizu¹, and Yoshihisa Aizu¹E-mail: s2022040@mmm.muroran-it.ac.jp

1. はじめに

レーザースペックルを利用した様々な血流計測の研究が進展している¹⁾。我々はこれまで抹消血管の組織血流を対象としてきたレーザースペックル法を動脈の拍動血流に適用し、心拍に伴う生体情報計測の可能性を目指している。今回はウィスターラットの血流計測、さらにヒト橈骨動脈の血流計測を行いその有用性を実験的に調べたので報告する。

2. 原理

スペックル画像を p ピクセル四方からなる ($p \times p$) 画素の解析単位に分割し、各解析単位内での空間差分に基づく評価量を RSD (Reciprocal Spatial Difference) と定義して用いた。

$$RSD = \frac{\left\{ \left(\sum_{x=1}^p \sum_{y=1}^p I_{x,y} \right) / p^2 \right\}^2}{\left\{ \sum_{x=1}^p \sum_{y=1}^p |I_{x,y} - I_{0.5(p+1), 0.5(p+1)}| / (p^2 - 1) \right\}^2} \quad (1)$$

ここで、 $I_{x,y}$ ($1 \leq x \leq p, 1 \leq y \leq p$) は解析単位中の任意画素 (x, y) の強度を表し、分子は解析単位内の全画素平均強度の二乗、分母は解析単位内の中心画素 $I_{0.5(p+1), 0.5(p+1)}$ と全周囲画素間の強度差分における平均値の二乗を与えている。

3. 実験方法

今回使用した光学系を Fig.1 に示す。CCD カメラにより取得する画像の領域は約 $42 \times 55 \text{ mm}^2$ であり、30fps で動画として撮像する。実験はウィスターラット (性別: メス, 体重: 238.5g) を被験動物として行った。ウィスターラットを麻酔で眠らせた後、耳にヒスタミン二塩酸塩 20[μl] を投薬して人工的に炎症を誘起させ、血流の変化を確認した。また、ヒトを対象とした実験ではパルスオキシメーター、血圧計との同時計測を行い、冷水に 3 分間手を入れたときの血流および血圧の変化を確認した。入水前に 30 秒間、入水中および出水後に 3 分間の撮影を行った。

取得した画像に(1)式を適用して解析を行った。解析単位は $5 \times 5 [\text{pixel}]$ として計算し、投薬箇所を中心として $11 \times 11 [\text{pixel}]$ で平均化を行った。ラットを対象とした実験では 780nm における RSD の時間信号をフーリエ変換し、投薬前と投薬後のパワースペクトルを比較したものを Fig.2 に示す。

ヒトを対象とした実験ではラットと同様の解析単位、平均化範囲のもと、780nm における RSD の時間変化を表した計測結果をさらに同期加算した。同様にパルスオキシメーターによる計測結果を同期加算したものと比較検討した。1 次元プロットを Fig.3 に示す。

4. 考察

ラットを対象とした実験からは Fig.2 から投薬前後の周波数の上昇を確認した。投薬の影響による脈拍の上昇が原因と考えられる。ヒトを対象とした実験からは同期加算したパルスの形状および血圧に入水中での変化が見られた。これは手を冷水につけたことにより末端の血管が収縮したためと考えられる。ラットに対しては、さらに周波数成分を解析し脈変動から自律神経バランスの推定を検討する。

5. 参考文献

- 1) 相津 佳永: 散乱と吸収を利用するバイオスペックルイメージング, 光技術コンタクト, 第 46 巻, 第 6 号 (2008) pp.16 - 22.

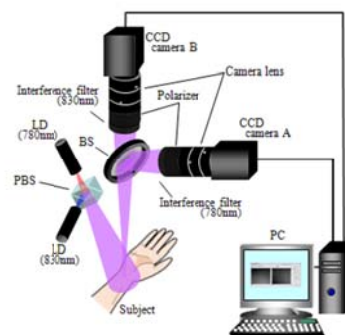


Fig.1 Experimental apparatus.

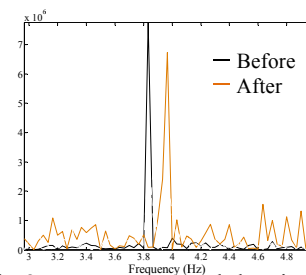


Fig.2 Power spectral density.

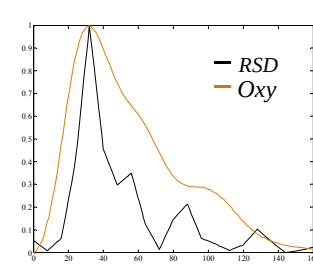


Fig.3 The waveform after synchronous addition.