

## ECGによる心拍周期とカフ式血圧計による血圧の相関に関する一検討

### A Study on the Correlation Between Heartbeat Cycle Measured by ECG and Blood Pressure Measured by Cuff-Based Blood Pressure Monitor

羅訓典<sup>1</sup>, 戸田健<sup>2</sup>

Xundian Luo<sup>1</sup>, Takeshi Toda<sup>2</sup>

Abstract: ECG, a widely used heart rate measurement method, can provide accurate and detailed heart rate data by capturing the heart's electrical activity in real time. Furthermore, heart rate data obtained by ECG is useful in correlating with other biological signals, such as blood pressure, and can be used to evaluate the overall health of the cardiovascular system. Compared to the conventional method of measuring blood pressure with an electronic blood pressure monitor, the ECG has the advantage that it can be measured simply by placing it on the chest. In this paper, we report on our study of the correlation between the heartbeat cycle and blood pressure measured by a cuff sphygmomanometer.

#### 1. はじめに

心拍の測定方法として広く用いられている ECG は、心臓の電気活動をリアルタイムに捉えることで、正確かつ詳細な心拍データを提供できる。さらに、ECG で得られる心拍データは、血圧など他の生体信号との相関関係を探る上でも有益であり、心血管系の全体的な健康評価に活用できる[1][2]。従来の電子血圧計による測定方法と比べ、ECG は胸の位置に貼るだけで測定できるなどの利点があり[3]、将来的に一定の応用が期待できる。本稿では、による心拍周期とカフ式血圧計による血圧の相関について検討したので、報告する。

#### 2. 方法

ECG データから、総サンプル数および総測定時間を使用してサンプリング周波数を算出する。ECG 信号の前処理として、直流成分を除去するために平均値を引き、信号全体を基線に対してゼロに揃える。これにより、直流オフセットが除去され、信号が適切に中心化される。その後、信号を標準化する。次に、変分モード分解 (VMD: Variational Mode Decomposition) を適用して、ECG 信号を複数の固有モードに分解する。VMD は、非線形かつ非定常な信号の分解に優れた手法であり、各モードが特定の周波数範囲を含むように最適に分解される。これにより、ECG 信号の再構成が可能となり、ノイズやアーティファクトが除去された ECG 波形が得られる。再構成された ECG 波形から R 波のピークを検出して、R-R 間隔を計測することで、心拍周期を秒単位で計算する。得られた心拍周期は、血圧計によって測定された平均血圧 (Mean Blood Pressure, MBP) と相関分析が行われる。血圧計は、OMRON の HCR-7800T を使用する。心臓の物理的な動きを反映した心拍波形やその微分波形には複数の特徴量 (特徴点) がある。そこで、最大血圧や最小血圧に対してそれぞれ相関が強い 1 個または複数の特徴量を見つけることによって連続血圧を検出できる。

#### 3. 実験

実験では、被験者が着座した状態で、胸部に ECG を装着し、片手には血圧計を巻きつける。実験者の指示に従って、被験者は血圧計の開始ボタンを押す。実験者は、ECG の操作を担当し、ECG の開始時刻および血

圧計の開始時刻と終了時刻を記録する。その後、ECG と血圧計の時間を同期させ、血圧計の測定が開始して

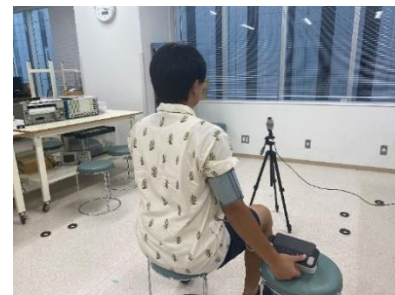


図1 被験者が測定される様子

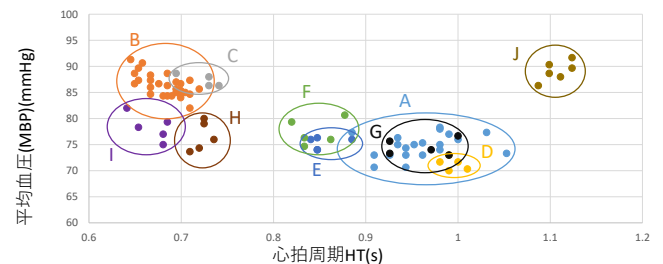


図2 心拍周期と平均血圧の回帰直線

から終了するまでの間における ECG の平均心拍周期を算出する。算出された心拍周期と血圧計によって得られた平均血圧に対する回帰直線を示して、相関係数を計算する。

A-J の 10 人のデータをとって、回帰直線を作成して、図2より、H と I の二人のデータは回帰直線より少し離れている、J のデータは回帰直線より結構離れていることが分かる。A-J の 10 人のデータを用いて相関係数は 0.45 になるが、H, I, J の 3 人のデータの除くと、残り 7 人データを用いて相関係数は 0.91 になる。A から I までの 9 人は 20 代の男性、J は 50 代の男性。従って、心拍周期と平均血圧との相関は年齢層に影響されることを検討した。

#### 参考文献

- [1] 梶原昭博, "ミリ波による生体信号計測センサの開発動向" 電子情報通信学会誌 Vol.105 No.6 pp.477-482 2022 年 6 月
- [2] 新しい血圧測定と脈波解析マニュアル, 小澤利男(監), メジカルビュー社, 2008.
- [3] 尾股定夫, "カフ(腕帯, 圧迫帯)なし連続血圧計の開発と応用展開," 精密工学会誌, vol.82, no.8, pp.726-730, Aug. 2016.