

# 約 10 万件の大量の心拍変動データに基づく 自律神経機能と年齢, BMI との関係

駒澤真人<sup>1,2</sup> 板生研一<sup>2,3</sup> 羅志偉<sup>1</sup>

1 神戸大学大学院システム情報学研究所 〒657-0013 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1

2 WIN フロンティア株式会社 〒100-0006 東京都千代田区有楽町 1-12-1 新有楽町ビル 247

3 順天堂大学医学部 〒113-8431 東京都文京区本郷 3-1-3

## 概要

著者らが先行研究で開発した、スマートフォンのカメラを用いた心拍変動解析システムを利用して、他に類をみない約 10 万件の大量の心拍変動データから、自律神経機能と年齢及び肥満度を示す BMI (Body Mass Index) との関係进行调查した。その結果、年齢及び BMI が上がるほど、自律神経の活動量であるトータルパワーが優位に下がる傾向がみられ、専用のセンサを使用した先行研究の結果と同様な傾向が確認できた。

キーワード：心拍変動解析, 自律神経機能, 交感神経, 副交感神経, トータルパワー, BMI, スマートフォン, カメラ, 輝度

## 背景と目的

著者らが先行研究で開発した、スマートフォンのカメラを用いた心拍変動解析システムを利用して[1]、蓄積された約 10 万件の大量の心拍変動データに基づき、加齢および BMI (Body Mass Index) が、自律神経機能に与える影響について検証を試みた。

先行研究では、専用の加速度脈波センサや小型心拍センサを使用し、加齢になるほど自律神経の活動量であるトータルパワーが低下するといった報告[2],[3],[4]や、BMI が高いほどトータルパワーが低下するといった報告[5]がある。しかしながら、どの研究も被験者は多くて数百人程度に留まっており、また、BMI とトータルパワーを検証した先行研究[5]では、更年期障害を患った女性のみを対象としており、本研究のように、一般の被験者を対象に、大量の測定データで分析した例はない。

そこで本研究では、18,964 名 (男性:4,964 名, 女性:14,000) の全 95,695 の心拍変動データに基づき、自律神経機能と加齢及び、BMI との関係について分析した。

## 方法

本研究では、スマートフォンのカメラを用いた心拍変動解析システム[1]を利用した。使用したシステムでは、スマートフォンのカメラ部分に指先を当て、皮膚の輝度を連続的に取得することで、輝度の変化から脈波波形を推定し、その脈波波形から検出されたピーク間隔 (RR 間隔に相当) のゆらぎを周波数解析し、自律神経指標を算出している。また、周波数解析手法は論文[6]の手順に則り、0.04Hz~0.15Hz を低周波数成分 (LF), 0.15Hz~0.4Hz を高周波数成分 (HF) として算出している。LF と HF の総和はトータルパワー (TP) と呼ばれ、自律神経活動全体の指標とされている。この指標は疲労と相関していると言われ、値が小さいほど疲労が溜まっている状態を示すと言われている[7]。本研究では、全 95,695 の心拍変動解析データを用いて、統計処理の検定の有意水準は 1% とした。

## 自律神経機能と年齢との関係

本項では、自律神経機能と年齢との関係を調査した。自律神経の活動指標であるトータルパワーを対数化すると、正規性が高まると言われているため[2]、各測定データのトータルパワーを対数変換 (LnTP) し、年齢との間で相関分析をおこなった。図 1 に LnTP と年齢

との散布図を示す。回帰分析をおこなった結果、LnTP と年齢との間に有意な負の相関 ( $p < 0.01$ ) が認められた。

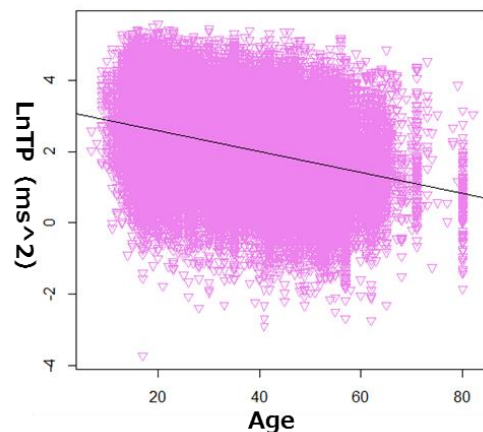


図 1 LnTP と年齢との散布図

図 2 に、各年代の LnTP の推移を示す。10 代未満から 60 代以上の 7 グループに分類し、グループ間の差を調べるために、Tukey-Kramer test の手法により多重比較をおこなった。その結果、グループの年代が上昇するに伴い、LnTP の平均値が優位に低下していた。(ただし、50 代と 60 代以上との間では有意差はなかった。)

先行研究[2],[3],[4]でも、年齢が上がるほどトータルパワーが下がる傾向がみられ、本研究でも同様な傾向が確認でき、加齢になるほど自律神経の活動量機能が低下することを示唆する結果となった。

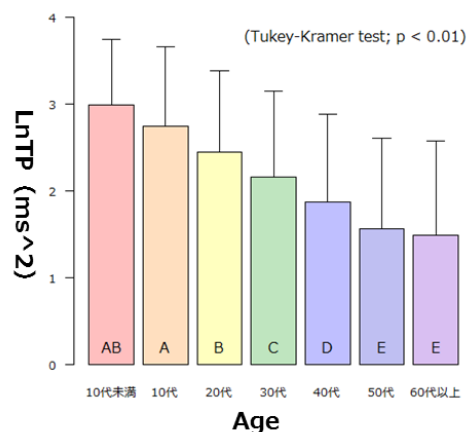


図 2 各年代と LnTP との関係

## 自律神経機能と BMI との関係

本項では、自律神経機能と BMI との関係を調査した。BMI とは身長<sup>2</sup>に対する体重の比で、人の肥満度を表す体格指数である。また、BMI から論文[8]の基準に則り、肥満度を算出している。BMI と肥満度との関係を表 1 に示す。また、図 3 に LnTP と BMI との散布図を示す。回帰分析をおこなった結果、LnTP と BMI との間に有意な負の相関 ( $p < 0.01$ ) が認められた。図 4 に、肥満度と LnTP との推移を示す。肥満度を 5 グループに分類し、グループ間の差を調べる為に、Tukey-Kramer test の手法により多重比較をおこなった。その結果、肥満度が上昇するに伴い、LnTP の平均値が優位に低下していた。(ただし、肥満(2度)と肥満(3度以上)との間では優位差はなかった。) BMI とトータルパワーを検証した先行研究[5]では、更年期障害を患った女性のみを対象として、BMI が高いほどトータルパワーが下がる傾向がみられているが、本研究では一般の被験者でも同様な傾向が確認できた。これは、肥満度が高い人ほど、疲労が溜まっている傾向があることを示唆する結果となった。

表 1 BMI と判定基準

18.5未満	低体重
18.5~25未満	標準
25~30未満	肥満(1度)
30~35未満	肥満(2度)
35~40未満	肥満(3度)
40以上	肥満(4度)

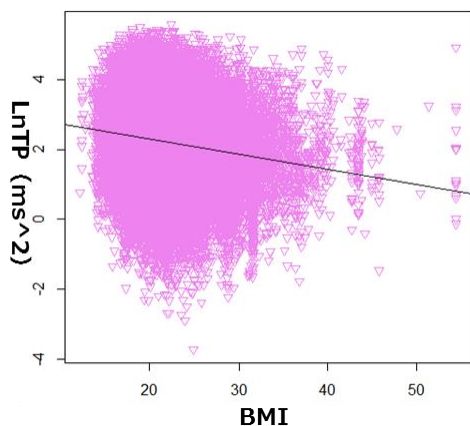


図 3 LnTP と BMI との散布図

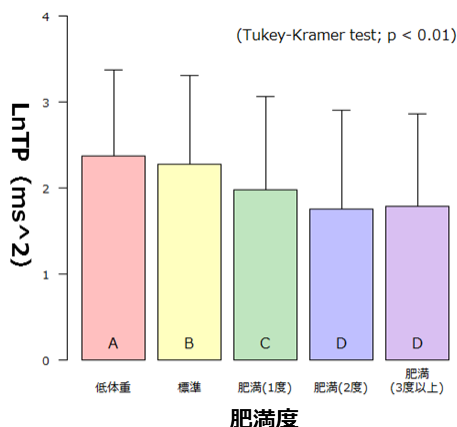


図 4 肥満度と LnTP との関係

## 結論

本研究では、著者らが先行研究で開発した、スマートフォンのカメラを用いた心拍変動解析システムを利用して[1]、約 10 万件の大量の心拍変動データから自律神経機能と年齢及び、BMI との関係を調査した。

その結果、年齢及び BMI が上がるほど、自律神経の活動量であるトータルパワーが優位に下がる傾向がみられ、専用のセンサを使用した先行研究の結果と同様な傾向が確認できた。

本研究では、一般の被験者を対象として、他に類をみない約 10 万件にのぼる大量の測定データから、上記のような傾向がみられたことは非常に有益であると考えられる。

## 今後の展開

今後の展開としては、スマートフォンのカメラを用いた心拍変動解析システム[1]にて、日々蓄積される自律神経のビックデータを基に、以下の項目に関して研究を進めていきたいと考えている。

- 自律神経機能と日内変動との関係
- 自律神経機能と季節変動との関係
- 自律神経機能と行動との関係
- 自律神経機能と地域性(住んでいる地域)との関係

## 参考文献

- [1] 駒澤真人, 板生研一, 羅志偉: “スマートフォンのカメラを用いた心拍変動解析システムの開発,” 第 20 回人間情報学会ポスター発表集, pp. 19 - 20, 2015 年
- [2] Yukishita T, Lee K, Kim S, Yumoto Y, Kobayashi A, Shirasawa T, Kobayashi H: Age and sex-dependent alterations in heart rate variability: profiling the characteristics of men and women in their 30s. *Anti-Aging Medicine* 7: 94-100, 2010
- [3] Kenichi Itao, Makoto Komazawa, Yosuke Katada, Kiyoshi Itao, Hiroyuki Kobayashi, Zhi Wei Luo: Age-related Change of the Activity of Autonomic Nervous System Measured by Wearable Heart Rate Sensor for Long Period of Time : *Mindcare* 2014.
- [4] 板生研一, 駒澤真人, 小林弘幸, 羅志偉: “24 時間の心拍変動データ解析による日本人の自律神経機能と年齢の関係,” 第 19 回人間情報学会ポスター発表集, pp. 15, 2014 年
- [5] 森谷敏夫: 更年期女性における運動と栄養の役割. 更年期と加齢のヘルスケア 8(1). 12-20. 2009.
- [6] Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation*, 93, 1043-1065.
- [7] 倉恒弘彦. 自律神経異常を伴い慢性的な疲労を訴える患者に対する客観的な疲労診断法の確立と慢性疲労診断指針の作成 厚生労働科学研究障害者対策総合研究事業(精神の障害/神経・筋疾患分野)平成 21-23 年度総合研究報告書 pp1-pp114, 2011 年 3 月
- [8] 肥満の判定と肥満症の診断基準 (日本肥満学会, 1999 年)