

心拍変動解析を用いた運動療法の効果と自律神経機能の回復度の関係性についての研究  
(25-28)

主任研究者 小林 信 国立長寿医療研究センター 麻酔科 (医長)

## 研究要旨

心拍変動解析を用いて高齢者の理学療法の効果を各運動能力の指数のみでなく、自律神経機能の回復の観点からも評価することができるかを確かめる。平成25年度はそのための情報収集と予備的データ収集、および本格的データ収集およびリアルタイム解析のための機器類の整備を行った。

主任研究者

小林 信 国立長寿医療研究センター 麻酔科 (医長)

分担研究者

近藤 和泉 国立長寿医療研究センター 機能回復診療部 (部長)

## A. 研究目的

本研究の目的は、国立長寿医療研究センターのリハビリテーション部で運動療法を受ける65歳以上の高齢者を対象とし、心拍変動解析を用いて高齢者の理学療法の効果を各運動能力の指数のみでなく、自律神経機能の回復の観点からも評価することができるかを確かめることである。

## B. 研究方法

まず、心拍変動解析についての簡便な説明を記す。専用の高精度な心拍計一つでもデータ収集可能なほど単純な非侵襲的手法であり、交感神経、副交感神経といった自律神経活動の指標となる。心拍変動の検討には、全心拍変動の評価と、心拍の周期変動の周波数成分をパワースペクトル解析する操作が含まれる。心拍変動のパワースペクトル解析は、いくつかの周波数領域に分けられるが、そのなかの、LF成分: 低周波数成分(0.04-0.15Hz)とHF成分: 高周波数成分(0.15-0.40Hz)に注目する。LF成分は交感神経と副交感神経活動の双方によって影響を受けることがわかっているが、なかでも交感神経系活動をおも

に反映しているといわれている。いっぽう、HF 成分は呼吸変動及び副交感神経系の活動をおもに反映していると考えられている。そこで HF 成分がおもに副交感神経系活動の指標、また LF/HF の値 (LF・HF 比) が交感神経機能の指標として用いられる。

リハビリテーション開始前に、自動血圧計ならびに心拍変動解析システム (GMS 社製ワイヤレス生体センサーRF-ECG2 より取得した心電図波形をパソコン上の心拍変動リアルタイム解析プログラム Bonaly/Light にて解析する) を用いて、約 6 分間座位で、理学療法前の血圧・脈拍数の測定と心拍変動解析を行う。理学療法中も心拍の測定記録は継続し、理学療法終了後被験者を座位とし、再び血圧・脈拍数の測定と心拍変動解析を行う。同時に各種運動能力の指数も記録する。

退院までこれらの観察、計測を継続し、それぞれの経時的変化を比較することで、リハビリテーションによる恒常性維持機能の回復度モニターとしての心拍変動解析の相関を検討する。

(倫理面への配慮)

事前に当センターの倫理・利益相反審査委員会で本研究に対する承認を得た後、すべての被験者より書面による同意を得る。

## C. 研究結果

ヘルペス脳炎後遺症患者 1 症例のみであるが、長寿医療研究開発費 「23-16 心拍変動解析を用いた高齢者の術後回復度評価」において購入した、GMS社製生体センサー LRR-03より取得した心電図波形をパソコン上の心拍変動リアルタイム解析プログラム Bonaly/LightおよびMemcalc/Chiramを用いて解析することにより、当センターリハビリテーション部において運動療法の効果と自律神経機能の関係性について心拍変動解析を用いた詳細な検討を行っており、下記のグラフに示した結果より、運動療法の効果と運動療法後のLF成分 (0.04-0.15Hz:心拍変動解析において主に交感神経系の緊張度を反映するといわれる周波数成分) の間に正の相関が示唆された。本症例においては運動療法が自律神経機能の向上に影響を及ぼすと考えられた。また、快適歩行速度とLF成分の継時的な比較を行ってみると単純に「活動量が増加したために交感神経系が活性化している」だけでは説明しきれない点があり、「一部の運動能力の向上が頭打ちになっている場合でも心拍変動解析の数値は向上する患者がみられる。一見、運動能力は固定しているように見えても自律神経機能の回復の点からリハビリテーションを継続する意義はあるかもしれない。」という仮説が導ける。

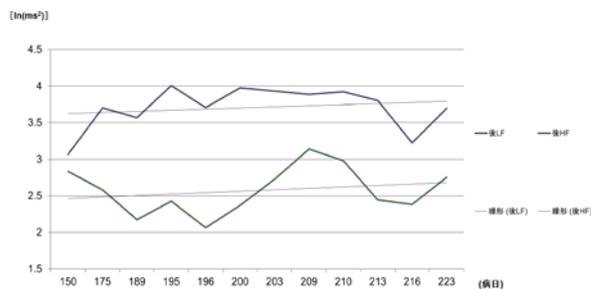


図1 運動療法前後の心拍変動



図2 6分間歩行距離

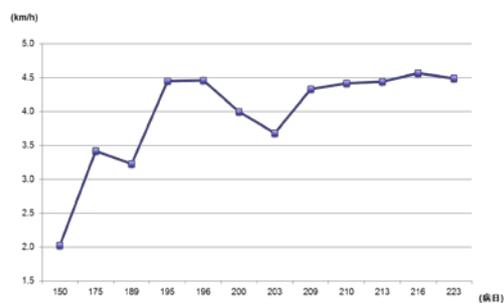


図3 快適歩行速度

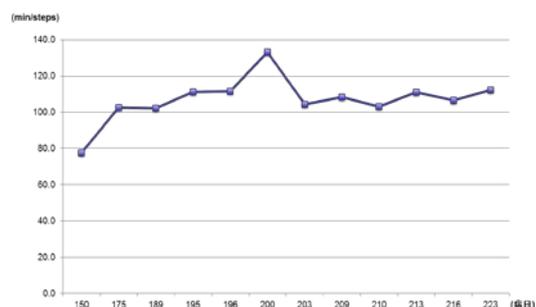


図4 歩行率

運動療法後の心拍変動解析におけるパワーの自然対数値 $\log_e(\text{LF})$ および $\log_e(\text{HF})$ と歩行データとの相関係数 ( $\log_e(\text{LF})$ 、 $\log_e(\text{HF})$ ) は、6分間歩行距離 (0.52、0.08)、快適歩行速度 (0.54、-0.10)、歩行率 (0.67、-0.34) であった。本対象者において、運動療法の効果と運動療法後の交感神経活動指標 $\log_e(\text{LF})$ との間に正の相関が示唆されたが、副交感神経活動指標と考えられる $\log_e(\text{HF})$ との相関は見られなかった。本対象者に心拍変動解析が介入したのは150病日を経過したのちであり、すでにいくらかの自律神経活動の回復が見られていた時点からの解析だったことが強く疑われる。

上記の結果を踏まえ、複数症例での検討を行うべく研究申請を行い、2013年12月に国立長寿医療研究センター倫理委員会の承認を得た。2014年4月時点での進捗状況は機材の整備段階である。

#### D. 考察と結論

ヘルペス脳炎後の1症例において運動療法の効果と運動療法後のLF成分 (0.04–0.15Hz：心拍変動解析において主に交感神経系の緊張度を反映するといわれる周波数成分) の間に正の相関が示唆された。本症例においては運動療法が自律神経機能の向上に影響を及ぼすと考えられた。これが単純に「活動量が増加したために交感神経系が活性化している」だけで説明できるものであるか否かは今後複数症例で検討する必要がある。

と考えられる。

E. 健康危険情報： 該当なし

F. 研究発表

1. 論文発表： なし

2. 学会発表

1) 1.The association between heart rate variability and postoperative memory impairment in elderly patients

Makoto Kobayashi, M.D.1, Toru Komatsu, M.D.2, Hiroyuki Kinoshita, M.D.,Ph.D.2, Yoshihiro Fujiwara, M.D.,M.B.A.2.

1Department of Anesthesiology, National Center for Geriatrics and Gerontology, Obu, Japan, 2Department of Anesthesiology, Aichi Medical University School of Medicine,Nagakute, Japan.

アメリカ麻酔学会 [Anesthesiology 2013 in San Francisco on October 12-16, 2013 American Society of Anesthesiologists]

2) 高齢者社会における頭頸部癌手術の適応と留意点-高齢者の呼吸器循環管理  
小林信、第23回日本頭頸部外科学会総会、2013.1、鹿児島

3) 「ヘルペス脳炎後遺症患者一症例における運動療法の効果と自律神経機能の関係性について -心拍変動解析を用いて-」

○飯田 圭紀<sup>1</sup>、伊藤 直樹<sup>1</sup>、相本 啓太<sup>1</sup>、小林 信<sup>2</sup>

1 国立長寿医療研究センター病院 機能回復診療部、

2 国立長寿医療研究センター病院 麻酔科

第67回国立病院総合医学会 2013.11.9 金沢市

4) 「デスフルラン麻酔を選択する意味-短期術後回復の観点から-」

演者：藤原祥裕（愛知医科大学麻酔科主任教授）

小林信はデータ提供者として口頭による紹介のみ

日本臨床麻酔学会第33回大会ランチョンセミナー4

2013.11.1 金沢市

5) 「高齢者における麻酔後認知機能と心拍変動との関連」

安藤一雄<sup>1</sup> 松永 絵里<sup>1</sup> 小林信<sup>2</sup> 藤原祥裕<sup>1</sup>

1 愛知医科大学麻酔科

2 国立長寿医療センター麻酔科

第14回麻酔科学ウィンターセミナー 2014.2.8-10 ニセコ

6) 「高齢者における全身麻酔後の心拍変動回復」

演者：堀田蘭（愛知医科大学麻酔科）

小林信はデータ収集および解析の担当者としてプレゼン資料にて紹介  
スープレンプォーラム in 名古屋 2014.4.12 名古屋市

7) 「周術期の循環管理と心拍変動解析」

演者：藤原祥裕（愛知医科大学麻酔科主任教授）

小林信はデータ提供者として紹介

日本麻酔科学会第 61 回学術集会ランチョンセミナー L22  
2014.5.16 横浜市

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得：なし
2. 実用新案登録：なし
3. その他：なし