

# 論文内容要旨 (和文)

平成 16 年度入学 大学院博士後期課程生体センシング機能工学専攻生体計測科学講座

学生番号 04522406

氏名 南澤忠儀



(英文の場合は、その和訳を ( ) を付して併記すること。)

論文題目 直立姿勢位における足圧中心点時系列変動に関するスケーリング解析

## (目的)

ヒトの直立姿勢位は常に微小振動しており、この動揺の性質を理解する事は高齢者や疾患者の転倒問題に対する対策の一つとして重要である。研究手法として多用されているものには重心動揺計を使用して足圧中心点を評価する手法がある。解析指標として、近年では不規則変動する足圧中心点時系列変動に対して、その変動パターンを明らかにする非線形解析が多く用いられてきている。本論文では、非線形解析の一手法である **Detrended Fluctuation Analysis (DFA)** を使用して易転倒性が指摘されているパーキンソン病者と健常高齢者の足圧中心点の時系列解析を行ないその特性を把握した。さらに、これまで直立姿勢位研究ではほとんど着目されてこなかった鉛直成分 ( $F_z$ ) 時系列変動の性質について健常若年者を加えた 3 群の動揺特性を解析した。

## (方法)

対象は、健常若年者 (YG) 10 名 (年齢:  $26 \pm 4$  歳)、健常高齢者 (HE) 10 名 (年齢:  $66 \pm 6$  歳) および、パーキンソン病者 (PD) 7 名 (年齢:  $67 \pm 10$  歳) である。計測課題は、重心動揺計上で開眼にて直立姿勢位を 30 秒間保持する課題として 3 回計測した。収集データは、COP の前後方向 (AP)、左右方向 (ML) 時系列波形のスケーリング指数 ( $\alpha$ ) である。鉛直成分の時系列データについては、重心動揺計に組み込まれている圧センサー (4 個) に加わった荷重量を合算して時系列データを抽出した。その後、被験者の体重で除して正規化して、さらにその時系列波形の平均値を求めて、正規化後の波形から引いて時系列データを作成して  $\alpha$  を求めた。併せて、最大ピーク幅、変動係数、実効値の各指標を用いて多角的に  $F_z$  成分の特徴を解析した。

## (結果)

AP 方向の  $\alpha$  は、それぞれ HE:  $1.29 \pm 0.08$ , PD:  $1.25 \pm 0.11$  であった。  $\alpha_1$  は HE:  $1.46 \pm 0.08$ , PD:  $1.42 \pm 0.11$  で、  $\alpha_2$  は HE:  $0.98 \pm 0.17$ , PD:  $0.98 \pm 0.15$  となり 2 群間に有意差は見られなかった。 ML 方向の  $\alpha$  値については、HE:  $1.32 \pm 0.09$ , PD:  $1.33 \pm 0.15$  となった。  $\alpha_1$  については、HE:  $1.50 \pm 0.07$ , PD:  $1.51 \pm 0.10$ ,  $\alpha_2$  は、HE:  $1.02 \pm 0.19$ , PD:  $0.94 \pm 0.26$  となった。 また、  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  の 2 つの傾きの交点である Crossover 点について、AP では、HE:  $3.89 \pm 1.47$ (秒), PD:  $2.27 \pm 1.35$ (秒), ML は、HE:  $3.70 \pm 2.42$ (秒), PD:  $4.05 \pm 2.98$ (秒) となり、AP で 2 群間に有意差が見られた ( $p < 0.05$ )。 鉛直成分の  $\alpha$  は、YG:  $0.25 \pm 0.06$ , HE:  $0.25 \pm 0.07$ , PD:  $0.20 \pm 0.09$  であった。  $\alpha_1$  は YG:  $0.22 \pm 0.07$ , HE:  $0.23 \pm 0.10$ , PD:  $0.23 \pm 0.07$  となり、  $\alpha_2$  は YG:  $0.36 \pm 0.11$ ,

HE :  $0.35 \pm 0.11$ , PD :  $0.25 \pm 0.16$  となった。  $\alpha$  と  $\alpha_2$  について, YG, HE と PD の間で有意差を認めた ( $p < 0.05$ )。

(考察)

AP および ML については, 2 群間のスケーリング指数に有意差が認められなかったことで, COP 変動の自己相似性は類似しているといえる。 PD では, 大脳基底核の問題により振戦などの異常筋緊張が出現することから, HE より COP 波形の時間変動パタンの変動が大きくなりその変動特性はスケーリング指数に反映されると考えたが, 有意差は認められなかった。これは, PD 群が歩行可能なレベルであることから, 制御スキーマの機能的差異は HE 群と大きい差異はなかったためと考えられる。 Crossover 点については, PD で HE よりも短時間で観察されたことから, 持続性・反持続性が転換する時間間隔が HE よりも短い時間間隔で転換されることが示されて, この指標にパーキンソン病者の特性が反映される事が明らかとなった。 Fz 成分について, DFA を用いて  $\alpha$  を求めた結果, AP/ML では認められなかった有意差が観察されたことで, Fz 成分の  $\alpha$  は群間の時系列変動特性を識別する指標として有効と思われる。 また,  $\alpha$ ,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  のいずれも  $0 < \alpha < 0.5$  の値となったが,  $\alpha$  がこの範囲の値を取る時, 過去の値が増加した場合, 未来の値は減少する負のフィードバックの性質を表す。 COP の AP/ML では  $\alpha$  が 1.0 以上となり, 正相関の性質を表す事が示されていることから, AP/ML と Fz 成分はそれぞれ正相関 (持続性), 反相関 (反持続性) の性質を表すことになる。 つまり Fz は水平面においてランダムウォークした COP を安定座標まで引き戻す成分であり, このような持続性, 反持続性の性質は相互に関与し合っている可能性が示唆された。

## 論文内容要旨 (英文)

平成 16 年度入学 大学院博士後期課程生体センシング機能工学専攻生体計測科学講座

学生番号 04522406

氏 名 南澤 忠儀



論文題目 Scaling Analysis of Temporal Variation  
of the Center of Pressure during Quiet Standing

Parkinson's disease (PD) leads to stance instability in a late stage of the disease. However, conventional studies on the center of pressure (COP) have shown difficulties to characterize postural instability in the early stage. The present study analyzed stabilograms of PD using a recently developed method, detrended fluctuation analysis (DFA). Seven PD patients in stage I-III of Hoehn and Yahr, and 10 age-matched healthy elderly (HE). COP signals were obtained during quiet standing, and subjected to DFA and conventional analysis. DFA parameters (scaling exponents) relating COP fluctuation to time-interval showed similar behavior both in PD and HE. Both in the anterior-posterior (AP) and medio-lateral(ML) directions, three exponents,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  and  $\alpha$  were obtained for short and long time-interval ranges, and the whole range, respectively. Magnitudes  $\alpha$ ,  $\alpha_1$  and  $\alpha_2$  were almost the same ;  $\alpha_1 \approx 1.5$ ,  $\alpha_2 \approx 1.0$ , and  $\alpha \approx 1.3$ . The crossover points dividing the short and long ranges in the AP direction, however, differed between PD and HE; the former was about 0.6 times shorter than the latter. PD patients may control upright posture with the similar postural strategies to HE, but the switching times between the short and long time-interval strategies may be different.

(12pt シングルスペース 300 語程度)