

静止立位動揺パターンによる高齢者および各種疾患者の立位姿勢分類の試み

Classification of the bipedal standing for persons with aging and disabilities by fluctuation of the center of pressure

○ 藤尾公哉（国立障害者リハビリテーションセンター研究所）

中澤公孝（東京大学大学院総合文化研究科）

河島則天（国立障害者リハビリテーションセンター研究所）

Kimiya FUJIO, Research Institute, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities
Kimitaka NAKAZAWA, University of Tokyo

Noritaka KAWASHIMA, Research Institute, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities

Abstract: Aging process and an event of injury or disability largely affect to postural control. We classified standing postures for young, elderly and diverse of the disabled persons with four indices of center of pressure (COP). tandard deviation of the COP displacement(COPSD), Standard deviation of the COP velocity(VOPvelSD) and the index of representing median of the power spectrum in both anteroposterior and mediolateral sway (PF50AP, PF50ML) were used for a hierarchical cluster analysis. The result showed that the population was classified five subgroups mingled the different disease. This classification will be useful tool to assess the various posture with aging and/or disabilities.

Key Words: Center of Pressure, Postural Control, Aging, Disabilities

1. 背景

リハビリテーションの対象となる高齢疾患者では、加齢・疾患に伴う様々な身体機能の器質的・機能的変化によって、多様な立位姿勢制御を示す。このような症例群に対して治療介入を行う際には、まず対象が有する立位姿勢制御の特徴を明らかにすることが必要不可欠である。足圧中心 (Center of Pressur: COP) の計測は、平衡機能評価として臨床で広く用いられている姿勢評価方法の一つであり、COP 動揺の時系列データを用いて、時間特性・空間特性・周期性のそれぞれ異なる側面から姿勢制御を評価することが可能である。

本研究では、COP 計測から得られる変数を用いて、高齢疾患者が示す多様な姿勢制御を類型化することを目的とした。各種疾患群を一括した大規模データを対象として、大局的な視座から立位姿勢動揺を分類を行い、全体の分布の中での個々の症例の位置づけを把握することを試みた。

2. 方法

2.1 対象

対象は、健常成人 15 名 (Young)、高齢者 16 名 (Elderly)、変形性膝関節症者 15 名 (OA)、脊柱管狭窄症者 14 名 (LCS)、脳卒中者 13 名 (Stroke)、脊髄損傷者 10 名 (SCI)、パーキンソン病者 15 名 (PD)、脊髄小脳変性症 16 名 (SCD) の計 114 名を対象とした。被検者には、本実験の趣旨および実験内容を説明し、実験参加の同意が得られた者を研究の対象とした。

2.2 測定項目

30 秒間の静止立位計測を開眼・閉眼条件でそれぞれ 2 セットずつ行った。床反力計 (Kisler 社、サンプリング周波数 1000Hz) および 3 次元動作解析装置 (Motion analysis 社、サンプリング周波数 200Hz) を用いて、立位中の運動学的・運動力学的データを記録した。

2.3 解析

得られた床反力値から求めた COP の時間変数 (COP 速度の標準偏差値: COPvelSD)、空間変数 (COP 変位の標準偏差値: COPSD) および周波数解析による前後・左右方向それぞれのパワースペクトル中央値 (PF50AP、PF50ML) を算出した。異なる特性を示すこれら 4 変数を用いて、全対象の集約データに対し階層性クラスター分析を行った (ユークリッド距離、Ward 法)。その後、得られたクラスターの特徴抽出をするために、分類に用いた重心動揺変数の比較と、下肢三関節角度の標準偏差、重心動揺の変位量および速度をそれぞれ算出した。

3. 結果

3.1 クラスター分析による類型化

クラスター分析によって得られたデンドログラムおよび各グループの内訳を Fig.1 に示した。114 名の対象は、健常群および各種疾患群が混在する 5 つのグループに分類された。グループ A、B は、すべての Young を含み、かつ多くの疾患群で構成される集団であった。グループ C・E は、両側性・進行性の神経調節障害を呈する PD・SCD・SCI、グループ D は、片側性・高齢整形疾患者が多く属する集団であった。

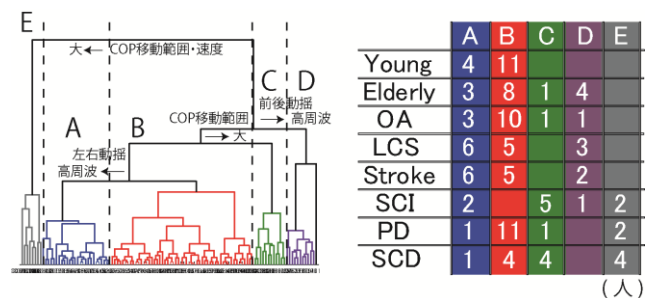


Fig.1 Dendrogram of the hierarchical cluster analysis (left) and the number of subjects in each cluster (right).

3.2 各クラスターの特徴抽出

分類に用いた重心動揺変数の相対比のレーダープロットを Fig. 2 に示した。また、各疾患群および再構成したクラスターごとに、時空間変数の二次元プロット（COPvelSD × COPSD）を Fig. 3 に示した。三次元動作解析データから算出した身体重心動揺の変位および速度の比較では、グループ A で他の全グループよりも有意に大きく、続いて、グループ D で、グループ B・C・E よりも有意に大きい値を示した。これを反映して、グループ A で、他グループよりも股・膝関節角度標準偏差値の有意な増大、グループ D でグループ B・C・E よりも足関節角度標準偏差値の有意な増大が認められた。

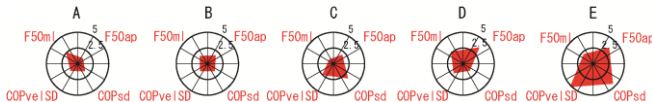


Fig. 2 Rader plot indicates a distribution of the four variables in each cluster.

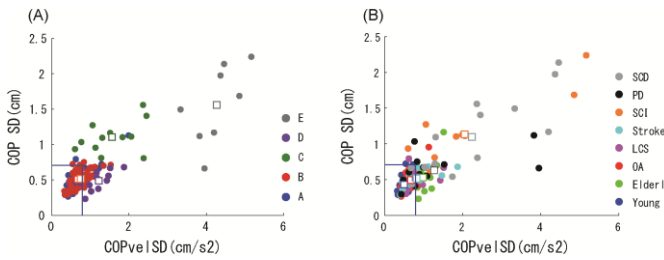


Fig. 3 Relation between the COPSD and COPvelSD among different diseases (A) and clusters (B). The blue lines showed average + 2SD value in Young in each parameter.

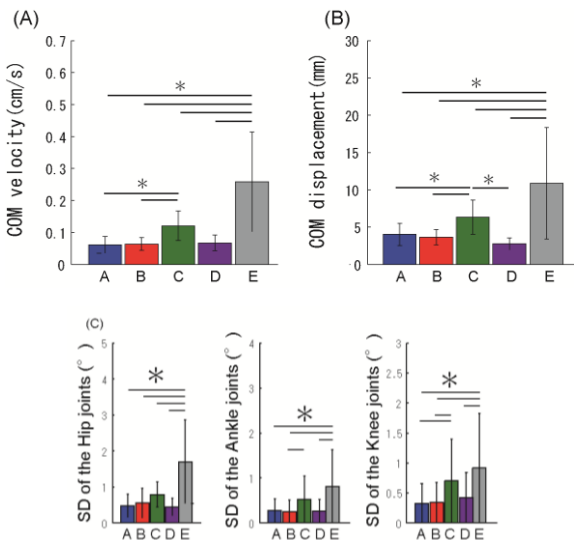


Fig. 4 COM velocity (A), displacement (B) and standard deviation of the angle joints in lower limb. (*p<0.05)

3.3 同一疾患群で異なるグループに属する対象の例示

今回のクラスター分析では、同一疾患群内において異なる重心動揺特性を呈するサブカテゴリに分類することができた。PD を例として、グループ A およびグループ E に属する対象について、それぞれ COP 変位の時系列データ、パワースペクトラム、下肢三関節角度標準偏差値を Fig. 5 に示した。

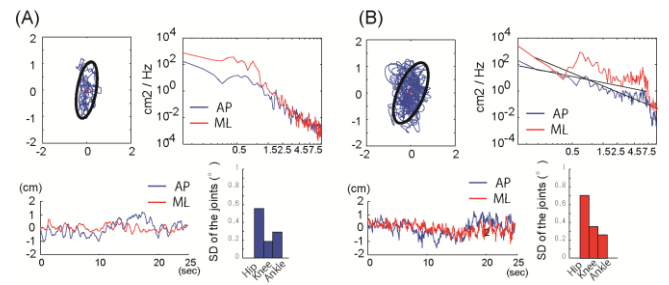


Fig. 5 Difference between sway patterns of PD subjects in cluster A (A) and that in cluster E (B)

4. 考察

本研究では、健常成人を含む多種多様な疾患群の静止立位データを対象として、包括的に立位姿勢の特徴づけを行うことを試みた。100 名超の幅広い大規模データを用いることによって、疾患横断的な立位姿勢の特徴づけや、重症度についての客観的分類が可能になるものと考えられる。本研究の結果から、①健常者の立位動揺パターンもサブカテゴリ化しうる、②高齢者、各種疾患群では少なくとも3群以上のグループに分類され、より多様性を有すること、③COP 動揺分類によって、疾患分類よりもより少ないグループ数に整理できること、が示唆された。より個別性の高い治療アプローチやリハビリテーションプログラムを立案するうえで、このような疾患横断的な分類は有用な評価ツールになりうると思われる。

今回、分類に用いた重心動揺変数は、時間特性・空間特性・周波数特性を示す変数で、転倒リスクを反映しうる代表的な指標であった⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。今回の分類では、より姿勢動揺が著明な重症度の高い症例の分類は可能であるものの、健常者群を含むグループ A・B に含まれる多様な症例を判別することは困難であった。今後は、分類に用いる指標を吟味するとともに、より詳細に運動学的データやバランス能力を判定する他の評価指標などとの関連を検証することが重要と考える。

参考文献

- (1) T. Prieto, J. Myklebust, R. Hoffmann, E. Lovett, B. Myklebust, Measures of Postural Steadiness: Differences Between Healthy Young and Elderly Adults, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 43, No. 9, pp. 956-966, 1996.
- (2) M. Piirtola, P. Era, Force Platform Measurements as Predictors of Falls among Older People – A Review, Gerontology, Vol. 52, pp. 1-16, 2006.
- (3) 野崎大地, 静止立位中の身体動揺データから時間的・空間的パターンを抽出する, リハビリテーション医学, Vol. 42, pp. 325-333, 2005.