

体幹への後方外乱負荷に対する健常若年者の立位ステップング反応 ～直立位と前屈位での比較～

福島真人¹⁾*、神成一哉¹⁾、遠藤芽衣¹⁾、三上陸¹⁾

1) 青森県立保健大学

Key Words ①立位、②前屈姿勢、③後方外乱、④足圧中心

I. はじめに

近年、我が国の人口の急速な高齢化に伴い、高齢者の転倒と、それに伴う身体活動の制限や骨折などの問題が顕在化しており、高齢者の転倒予防は重要かつ緊急の課題となっている。転倒の身体的要因に関するこれまでの多くの研究は、被検者の立っている台を急速に水平移動させて外乱負荷を与えた際の姿勢反応を観察するものが主体である¹⁾。しかし日常生活において、床面が動くことはほとんどない。人や物と接触してバランスを崩して転倒することが考えられるが、立位時に体幹から外乱が加わることによって生じるバランス障害の機序についての研究は非常に少ない。

小関ら²⁾はパーキンソン病患者の姿勢反射障害の検査であるプルテストを模し、後方外乱刺激を用いてステップングを生じさせる方法を開発し、若年者と比較した場合、高齢者で最大筋活動までの時間が延長することを明らかにした。しかし、検討したのは筋活動様式のみであり、立位バランスに関わる姿勢や重心動揺等の体動様式については検討されていない。

そこで、本研究では、直立位と高齢者を模した前屈位の2つの姿勢で後方外乱負荷を与えた際に、足圧中心(COP)の左右位置がどのように変動するのかを検討した。

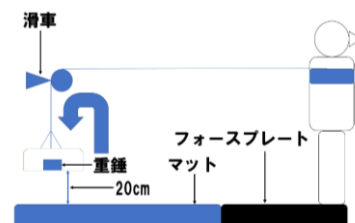
II. 研究方法

1. 対象

書面にて研究の同意を得られた健常若年者20人(男性10人、女性10人、平均年齢 21.0 ± 0.7 歳)を対象にして研究を行った。なお、本研究は青森県立保健大学研究倫理規定第4条に基づき倫理審査を受け、研究の承認を得た(承認番号:22027)。

2. 測定手順

被検者はフォースプレート上に裸足で立ち、胸部にベルトを装着した。ベルト背面のフックに紐を接続し、滑車を経由した先にバスケットを取り付けた。荷重負荷と体幹後方への動きを感知するため、バスケットと胸部前面のベルトには加速度計を貼付した。実験中はビデオ撮影も行った。



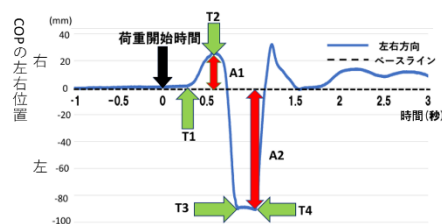
被検者には足幅を10cm、両上肢は胸の前で組んでもらい、前方の目印を注視するように指示した。後方から外乱が加わった際に無理に耐える必要はなく、自然にステップが出そうになれば出しても構わないと指示した。その後、タイミングを告知せずに重錘をバスケットに置き、重量を加減しながらステップが出る最小重量(minimal stepping weight, 以下MSW)を測定した。

*連絡先: 〒030-8505 青森市浜館間瀬58-1 E-mail: m_fukushima@auhw.ac.jp

被検者には直立位と前屈位の立位姿勢になってもらい、確実にステップ反応が生じる MSW の 2 倍の重量を負荷量として、後方外乱負荷を与えた。なお、前屈位は、股関節 60° 屈曲、膝関節 25° 屈曲、足関節 10° 背屈とした。

3. フォースプレートデータの解析

フォースプレートから得られるデータのうち、左右方向の COP を解析対象とした。外乱負荷時間を 0 秒とし、ステップ脚に COP が移動開始した時間を T1、ステップ脚への COP 移動が最大となった時間を T2、ステップ脚が足部離地した時間を T3、ステップ脚がフォースプレートに接地した時間を T4 と設定し計測した。外乱負荷前 1 秒間の COP の左右位置の平均値を基準として、T2 時点および T4 時点における左右方向への COP 移動距離をそれぞれ A1、A2 とした。得られた COP データを直立位と前屈位で比較した。



外乱負荷前 1 秒間の COP の左右位置の平均値を基準として、T2 時点および T4 時点における左右方向への COP 移動距離をそれぞれ A1、A2 とした。得られた COP データを直立位と前屈位で比較した。

III. 結果

COP の左右方向の移動は、全被検者とも同様のパターンを示し、荷重開始の T1 時間後からステップ脚側に小さな移動を示した後に、T2 時間後から反対側の支持脚側に大きく移動した。

時間 T1～T4、COP のステップ脚への移動距離 A1 については、姿勢の違いによる有意差は認められなかった。しかし、COP の支持脚への移動距離 A2 は、直立位では 79.1 ± 9.4 mm、前屈位では 87.3 ± 9.8 mm で、前屈位で有意に延長していた ($p < 0.001$)。

V. 考察

後方外乱負荷を加えた際に COP がステップ脚へ移動してから、反対側の支持脚へ COP が移動し、後方ステップをしていた。随意ステップ時には予測的姿勢制御として、身体の質量中心を支持脚側へ移動させるために、ステップ脚側に小さな COP 移動がみられることが報告されている。本研究は反動的姿勢制御であり、予測的姿勢制御と同様の COP 移動パターンを呈することが明らかになった。

2 つの姿勢を比較すると、前屈位で支持脚側への COP 移動距離が有意に延長していた。直立位と比較すると、前屈位では重心が低く安定性は増す。しかし、静止立位時の筋活動が高まり、姿勢を変換させにくく、後方にステップするのが困難となる。このため、ステップ脚を後方に振り出しやすくするため、より支持脚へ COP を偏位させていると考えられる。また、前屈位ではステップが生じる際に膝関節屈曲位で片脚立位になることで不安定な姿勢となる。そのため、支持脚へより大きく COP が移動していたのではないかと考えられる。

VI. 文献

- 1) Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. J Neurophysiol. 1986 Jun;55(6):1369-81.
- 2) 小関紗矢佳, 神成一哉 : 体幹上部から後方外乱負荷を加えた際の姿勢保持反応の若年成人と高齢者による違い. 理学療法科学 37(2) : 255-259, 2022.
- 3) 竹内弥彦, 大谷拓哉, 他 : 圧中心の逆応答特性と筋力の関係から高齢者の後方ステップ動作特性. 日本生理人類学会誌 17(2) : 67-72, 2012.