

題目：高齢者の座位から斜め前方への歩行開始動作の分析

保健医療学専攻・福祉支援工学分野・福祉支援工学領域

学籍番号：19S3059 氏名：和田 直樹

研究指導員：山本 澄子教授 副研究指導教員：窪田 聡准教授

キーワード：高齢者，起立-歩行課題，サイドステップ，クロスオーバーステップ

1. 研究の背景と目的

座位から歩行までの一連の動作は起立-歩行課題（Sit-to-Walk：以下，STW）と定義され，日常生活で頻繁に行われる代表的な過渡動作の一つであるといわれている。STWは身体重心（Center of gravity：以下 COG）の前方移動速度を保ちつつ起立の完了を待たずに足部が離地し，起立と歩行が並行する動作である。殿部の離地（以下：離殿）前の COG 速度の最大値を離殿後の最小値で割ることで Fluidity Index（以下 FI）が算出でき，FIが高いほど運動量を維持する機能（流動性）が高いことが報告されている¹⁾。STWは目標地点が正面に限定されている点が問題視され，正面に限定しない場合は進行方向側の足を踏み出す Side step（以下，SS）と対側の足を踏み出す Crossover step（以下，CS）の2つに分けることができ，若年者の STW では SS で COG・足圧中心（Center of pressure：以下 COP）の変動が少なく動作を遂行したとされている²⁾。

立位からのステップでは高齢者は体幹の可動性の低下による側方動揺の増大や，支持脚への大きな重心移動を要するために進行方向への加速が得られず SS は選択できないとされており，ステップ研究の多くが高齢者のステップは CS が選択されると報告している。走行時の方向転換では支持脚の股・膝関節が SS では屈曲が大きく，CS では伸展位を保つと遂行時間が短いとされている³⁾。支持脚の屈曲が大きい点が STW は走行と類似しており，高齢者の STW で行われるステップは立位からの先行研究とは異なり SS が選択されることが予想される。そこで，本研究の目的は若年者と比較した高齢者の斜め前方への STW での SS と CS の動作戦略の違いを運動学・運動力学的に明らかにすることとした。仮説は「①若年者・高齢者共に SS は離殿までの COP 左右座標の変化量が大きく運動量を維持する機能を示す FI が高い。」「②SS・CS 共に高齢者は FI が低い。高齢者は CS の実施に困難さがあり実施しやすいステップは SS と回答する。」とした。

2. 方法

若年者 19 名（男性 10 名，女性 9 名，年齢 25.8 ± 2.7 歳）と高齢者 16 名（男性 8 名，女性 8 名，年齢 73.9 ± 3.2 歳）を対象とし，高齢者は 70 歳以上で地域の公民館を日常的に利用し，本研究に同意が得られたものとした。除外基準は整形外科的疾患や中枢神経疾患，認知障害等により，課題動作が遂行困難な者とした。

計測課題は STW とし，開始姿勢は正面を向いた静止座位とした。背もたれのない椅子を使用し，座面の高さは下腿長とした。着座位置は座面の前方端に大腿長の $1/2$ が位置する様にし，膝関節屈曲 100 度の位置に足部を調整した。上肢の影響を除くため上肢は胸の前で組み，裸足にて最大速度で実施した。非利き足を軸足とし，利き足から踏み出す SS と CS を計測した。評価項目は COG，COP，FI 左右成分，胸郭・骨盤角度，支持脚の股・膝関節モーメントとし，身体機能検査は膝伸展筋力・股外転筋力・Functional Reach Test（以下，FRT）を測定した。計測機器は三次元動作解析装置 VICON（VICON Motion System 社製），同期された床反力計 4 枚を使用し，サンプリング周波数は 100Hz，対象者の身体に赤外線反射マーカを貼付した。マーカ座標データは visual 3D を用いてデータを算出し，各パラメータは 3 施行の平均値をとり対象者それぞれの代表値として解析した。また，計測終了時に SS と CS のどちらが実施しやすかったかを聴取した。

統計学的処理には IBM SPSS Statistics を使用した。身体機能検査は対応のない t 検定を行い，実施しやすいステップは X^2 検定を行った。運動力学データは反復測定による二元配置分散分析（年齢×ステップ）を行い，交互作用が認められた項目はステップの比較は対応のある t 検定を，年齢の比較は対応のない t 検定を行った。その後群ごとに身体機能検査・運動力学データと FI に Pearson の相関分析を行った。

3. 倫理上の配慮

対象者には研究の目的と内容を口頭および書面にて説明し，同意を得た後に計測を行った。尚，本研究は国際医療福祉大学倫理委員会の承認を得て行った（承認番号 19-Ig-188）。開示すべき利益相反はない。

4. 結果

身体機能検査は高齢群が膝伸展筋力・FRT が有意に低く、股外転筋力は差がなかった。実施しやすいステップは高齢群が有意に多く SS と回答した。運動力学的データの交互作用は離殿時股・膝関節伸展モーメントが CS で減少し高齢群で大きく減少する相乗作用を示し、離殿時膝関節内旋モーメントは CS で増加し高齢群で大きく増加する相乗作用を示した。ステップの種類の違いは CS が SS より COP の反対方向変化量、進行方向への胸郭・骨盤傾斜角度が大きく、高齢群は CS が SS より FI が高かったのに対し若年群は差がなかった。年齢の違いは SS は高齢群が若年群より FI が低いのに対し若年群は差がなく、若年群が離殿時の COP が反対方向へ位置していたのに対し高齢群は正中位付近に位置していた。FI との相関分析では若年群 SS は膝伸展筋力・FRT・COP 反対方向変化量と正の相関があり、若年群 CS は股外転筋力と正の相関があり、高齢群 SS は離殿時骨盤傾斜と正の相関があり、高齢群 CS は離殿時の COP 反対方向変化量と正の相関があった。

5. 考察

若年群の結果から STW における SS は支持脚下肢が進行方向とは反対側に位置するために COG と COP の距離は物理的に長くなりやすく、離殿時の支持脚の股・膝関節の伸展モーメントが大きかったと考えられる。相関分析の結果から、SS は進行方向への運動量を保ち STW を遂行するには膝伸展筋力およびバランス機能がもとめられることがわかった。CS は離殿時の胸郭・骨盤が進行方向へ傾斜しており、進行方向上に支持脚下肢があることから、支持脚下肢の股・膝関節伸展モーメントが小さくでき、若年群が CS を実施しやすいと回答した要因と考えられる。離殿前の COP の反対方向変化量が大きく、FI と股関節外転筋力に相関があったことから側方の制御能力が必要となることが STW の CS の特徴と考えられる。

高齢群は若年群と異なり、SS が実施しやすく、CS が実施し難いと回答している。高齢群 SS は若年群より股・膝関節伸展モーメントが小さく、相関分析の結果から離殿時の骨盤を進行方向側へ傾斜しないことで進行方向側への運動量を減少させたと考えられる。高齢群は SS が実施しやすいと回答したことから、若年群と比較して力学的に安定した姿勢を取りやすく安定性に有利な動作であると考えられる。高齢群の CS は FI・COP の反対方向変化量、進行方向への胸郭・骨盤傾斜角度が若年群 CS と差がなく、離殿後も若年群と同様に運動量を保つことができた。COP が反対方向へ変化した後に高齢群 CS は離殿時には正中位付近に位置し、起立動作の様に大きなブレーキ作用が加わっていることが推察される。起立動作では股・膝関節の伸展筋によるブレーキ作用で COG が上方へ移動する。STW における CS では支持脚下肢の回旋作用に対して離殿時の膝関節内旋モーメントが生じるため、股・膝関節伸展モーメントと共に膝関節内旋モーメントが COG を上方へ押し上げていると考えられる。膝関節の周囲筋の強化による膝関節の外旋の抑制やサポーターの使用等を指導することや、転倒を繰り返している高齢者や膝関節に痛みを有している方への動作指導としては SS を選択することの必要性が示唆された。

6. 結語

若年群の STW によって SS は膝伸展筋力やバランス機能、支持脚下肢の伸展モーメントが必要なものの速い動きをするのには有利な動作であり、CS は股外転筋力や反対方向への COP 変化が必要なものの、支持脚下肢の伸展モーメントが小さく、力学的に安定性に有利な動作であることが分かった。高齢群は若年群と異なり、SS は進行方向への COG 移動を積極的に行わないことで力学的に安定した姿勢を取り、低速であるために安定性に有利な動作であることが分かった。高齢群の CS は大きなブレーキ作用が支持脚下肢に加わっており、離殿時に膝関節の外旋が生じており、高齢群は CS が困難と答える要因であると考えられた。

7. 引用文献

- 1) Dion L, Malouin F, McFadyen, et al. Assessing mobility and locomotor coordination after Stroke with the Rise-to-Walk task. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 2003;17(2):83-92
- 2) Tomoyuki A, Shigeru U. Effects of Directional Change on Postural Adjustments during the Sit-to-walk Task. *Journal of Physical Therapy Science* 2013; 25(11), 1377-1381
- 3) 鈴木雄太,阿江通良,榎本靖士.サイドステップおよびクロスステップによる走方向変換動作のキネマティクス研究. *体育学研究* 2010;5581-95