

O-0496

## 加齢が歩行時の運動の冗長性の利用に与える影響

武田 拓也<sup>1)</sup>, 新小田幸一<sup>2)</sup>, 緒方 悠太<sup>1)</sup>, 谷本 研二<sup>3)</sup>, 徳田 一貫<sup>3,4)</sup>, 阿南 雅也<sup>2)</sup>, 高橋 真<sup>2)</sup><sup>1)</sup>広島大学大学院医歯薬保健学研究科博士課程前期保健学専攻,<sup>2)</sup>広島大学大学院医歯薬保健学研究科応用生命科学部門,<sup>3)</sup>広島大学大学院医歯薬保健学研究科博士課程後期保健学専攻, <sup>4)</sup>森整形外科**key words** 加齢・歩行・Uncontrolled manifold

【はじめに, 目的】Uncontrolled manifold 解析(以下, UCM 解析)は運動の冗長性を理解する有用な手法である。この手法では, 冗長な多自由度システムにおける分散を, タスクに影響を与えない変動(以下,  $V_{UCM}$ )と, 影響を与える変動(以下,  $V_{ORT}$ )に投影する。全体の分散に対して  $V_{UCM}$  の占める割合が高ければタスクに対する強いシナジーが存在することを意味し, 身体各部の調節に多様な制御パターンを協調的に用いていることを示している。転倒は高齢者の健康維持への重大なリスクとなり, 歩行中では遊脚肢のクリアランス低下だけでなく, 身体重心(以下, COM)を制御する能力の低下もまた転倒のリスクに直結するとされている。また, 加齢に伴う筋力, 関節可動域, 平衡機能など身体機能の変化や神経筋機能のような制御系に衰退が生じ, 歩行において若年者と比較し様々な違いが認められる。加齢が歩行中の遊脚肢の制御に関与する冗長性の利用に与える影響を調べた報告はあるものの, COM の制御に関与する冗長性の利用に与える影響を調べた報告は乏しい。そこで本研究は, 加齢が歩行時の COM の制御に関し, 運動の冗長性の利用に与える影響を UCM 解析により明らかにし, それを基に高齢者の歩行を含めた日常生活活動中の転倒予防に関する理学療法アプローチの一助とすることを目的として行った。

【方法】被験者は健康若年者 12 人(年齢:  $22.5 \pm 1.5$  [yr]), 健康高齢者 12 人(年齢:  $73.2 \pm 3.1$  [yr])であった。課題動作に, 被験者が快適と感じるスピードでの平地歩行を採用した。運動学的データは赤外線カメラ 6 台からなる三次元動作解析システム(Vicon 社製)により取得した。得られたデータを基に BodyBuilder (Vicon 社製)を用いて, 各関節中心座標を算出した。得られたマーカー座標から MATLAB2014a (MathWorks 社製)を用いて要素変数とタスク変数の関係式を算出した。要素変数を各セグメント角度, タスク変数を COM の内外側方向座標, 鉛直方向座標と設定した。そして, それぞれのタスク変数に対して UCM の線形近似を行い, 内外側および鉛直方向の  $V_{UCM}$  (以下,  $V_{UCM-mi}$ ,  $V_{UCM-ver}$ )と  $V_{ORT}$  (以下,  $V_{ORT-mi}$ ,  $V_{ORT-ver}$ ), これらの差を全体の分散で除した値である協調性の指標(以下,  $DV_{mi}$ ,  $DV_{ver}$ )を算出した。歩行における右下肢の立脚期を 100% に時間正規化し, 動作時間の 0~50% (以下, 立脚期前半)と 51~100% (以下, 立脚期後半)に区分した。統計学的解析には統計ソフトウェア SPSS Ver.22.0 (IBM 社製)を用い, 2 標本 t 検定または Mann-Whitney の検定を行った。有意水準は 5% 未満とした。

【結果】高齢群において, 立脚期前半の  $V_{UCM-mi}$ ,  $DV_{mi}$ ,  $V_{UCM-ver}$ ,  $V_{ORT-ver}$ , 立脚期後半の  $V_{UCM-mi}$ ,  $V_{UCM-ver}$ ,  $DV_{ver}$  は若年群と比較して, 有意に高値を示した ( $p < 0.05$ )。

【考察】立脚期前半は両脚支持期から片脚支持期への移行期であり, COM が立脚側方向へシフトし片脚支持を保持する制御が, 後半では立脚中期から終期にかけての COM 下降の制御が必要となる。高齢者は, 立脚期前半では COM の内外側方向の制御, 立脚期後半では鉛直方向の制御で, COM に影響を与えない変動と協調性の指標が若年者よりも, 有意に高値を示した。これらのことから, 高齢者は身体各部の制御方法を変更し, 多様な運動の冗長性を用いて協調的な活動の要求を増加させることにより, 達成していたと考えられる。本研究では, 加齢によるロコモーターシステムの変容を運動の冗長性の利用の面から捉えられた。これは高齢者の歩行時の身体制御に関する新たな知見であり, 転倒予防に関する理学療法を考案する手がかりとなる。またより臨床的な意義を明らかにする為に, UCM 解析による指標と臨床で用いられているバランスの評価指標との関連を調査する必要がある。

【理学療法研究としての意義】本研究は, 高齢者が歩行の遂行において, 多様な運動の冗長性を用いて, 協調的な活動の要求を増加させ, 対応することを新たな解析手法である UCM 解析により示したことに意義がある。