

京都大学	博士 (人間健康科学)	氏名	山 縣 桃 子
論文題目	The effects of fall history on kinematic synergy during walking (転倒歴が歩行中の運動学シナジーに与える影響)		
(論文内容の要旨) 歩行時の転倒は高齢者において深刻な問題である。特に、前額面は中枢神経系からの能動的な制御が要求され、矢状面に比べると不安定になりやすいことが知られている。実際、先行研究では、前額面における歩行不安定性が転倒と関連すると報告されており、前額面における歩行に着目することは重要である。一方、高齢者は躓きによって転倒することが多く、クリアランス低下など遊脚足部の制御不良が一因として考えられている。遊脚足部は、エンドエフェクターとして安定した歩行の維持に重要な役割を果たし、下腿や大腿など下肢セグメントの協調的な運動により制御されている。近年、セグメントの協調性を評価する指標として uncontrolled manifold analysis (UCM 解析) が用いられている。これは下肢間の変動性がどのように遊脚足部の安定性に寄与しているかを調べる方法であり、下肢間の変動性を良い変動性 (V_{UCM}) と悪い変動性 (V_{ORT}) に区分することができる。 V_{UCM} は遊脚足部の安定性に影響を与えない変動性であり、 V_{ORT} は遊脚足部を不安定にさせる変動性である。 V_{UCM} と V_{ORT} からシナジー値 (ΔV_Z) が算出され、この値が高い場合、運動学シナジーによって下肢が遊脚足部を安定させるために協調的に運動していることを意味する。歩行時の運動学シナジーについて調査した研究は散見される程度であり、転倒と運動学シナジーとの関連について調査した研究はない。本研究の目的は、不安定性の高い前額面に着目し、高齢者の転倒と運動学シナジーとの関連を調査することとした。 地域在住健常高齢者 24 名を対象とし、神経系疾患や筋骨格系疾患のある高齢者は除外した。質問紙によって転倒歴を調査し、過去 1 年間に転倒歴のない高齢者を非転倒群 (14 名、年齢 75.1±5.4 歳)、転倒の経験が 1 回以上ある高齢者を転倒群 (10 名、年齢 78.0±2.7 歳) に分類した。対象者は快適歩行速度で 6m の歩行路を 20 回歩行し、三次元動作解析装置 Vicon MX (Vicon 社製) により運動学データを収集した。解析区間は、右下肢の遊脚期 (右下肢のつま先離地から足部接地までの期間) とした。 MATLAB (MathWorks 社製) を用いて、左右・鉛直方向に対してそれぞれ UCM 解析 を実施し、下肢セグメントの運動が前額面における遊脚足部の安定性にどのように影響を与えているかを調査した。統計解析を行うため、遊脚期を遊脚前期・中期・後期に分類し、各時期の平均値を算出した。 V_{UCM} ・ V_{ORT} ・ ΔV_Z それぞれに対して群 (転倒群・非転倒群) と時期 (遊脚前期・中期・後期) を要素とした 2 元配置分散分析を行い、各変数に対して群や時期の影響を検討した。 左右・鉛直方向ともに、転倒群の V_{UCM} と V_{ORT} は、遊脚期を通して非転倒群よりも有意に高い値となった。また、左右方向において、遊脚前期と後期の ΔV_Z は非転倒群よりも転倒群で有意に高い値となり、鉛直方向においては、遊脚期を通して転倒群の ΔV_Z が非転倒群よりも高い値となった。			

以上より、本研究では転倒歴が運動学シナジーを変化させることが明らかになった。非転倒群と比較して、転倒群の良い変動性・悪い変動性はともに高値を示し、シナジー値についても、遊脚期中のほとんどの時期で高い値を維持していた。これは、転倒群が、悪い変動性よりも良い変動性を高めて歩行したためであると考えられ、転倒群でみられた下肢セグメントの変動性増加は、シナジーを高め遊脚足部を安定させるための代償的な戦略であることが示唆された

(論文審査の結果の要旨)

歩行中の転倒は高齢者において深刻な問題であり、特に前額面は、能動的な制御が要求されるため、矢状面と比較して不安定になりやすいことが知られている。歩行の特徴やその安定性を評価するために、下肢セグメントや遊脚足部の運動をそれぞれ評価している研究は多くみられるが、歩行時の下肢セグメントと遊脚足部の関連を調査した研究は少ない。本審査論文では、**uncontrolled manifold analysis (UCM 解析)** という手法を用い、下肢セグメントの運動がどのように遊脚足部の安定性に寄与しているか、またこれらの関係が転倒歴によって変化するかについて調査している。その結果、転倒歴のある高齢者は遊脚足部の安定性に寄与するような下肢セグメントの変動性が増加しており、これにより運動学シナジーが高くなることが明らかになっている。一般的に変動性の増加が転倒リスク増大に関与すると考えられてきたが、本論文により、転倒歴のある高齢者の変動性増加は、遊脚足部を制御し歩行を安定させるための代償的な戦略である可能性が示唆された。歩行時、運動学シナジーによって下肢セグメントを協調的に運動させ、遊脚足部を十分に制御することが重要であることは報告されていたが、これが実際に転倒と関連するかを調査した研究は今までになく、本論文は新規性の高い内容であった。

以上の研究は、高齢者における歩行中の転倒メカニズムの解明に貢献し、今後の歩行や加齢に関する研究への発展に寄与するところが多い。したがって、本論文は博士 (人間健康科学) の学位論文として価値あるものと認める。なお、本学位授与申請者は、平成 **31** 年 **1** 月 **31** 日実施の論文内容とそれに関連した試問を受け、合格と認められたものである。

要旨公開可能日： 年 月 日以降