

別紙 4

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目	高齢者における転倒の原因解明とその予防可能性
氏 名	千鳥 司浩

論 文 内 容 の 要 旨

日本における高齢化の進展は著しく要介護認定者が急増していることから、可及的に高齢者の自立した生活の維持が求められている。要介護の原因は多岐に渡るが、歩行中の転倒による骨折は重篤な外傷を引き起こし、生活機能を低下させる可能性が非常に高いことが知られている。そのため高齢者の将来的な転倒を可及的に減少させる試みは現代社会において緊急の課題となっている。本論文では、高齢者が転倒に至る可能性となる歩行不安定性の原因を解明するとともに転倒を予防するための介入についての示唆を得ることを目的とした。

我々の歩行様式である直立二足歩行は、ヒトのみが適応した非常に不安定な移動様式であるため「転倒」というリスクを常に抱える宿命にある。転倒の危険性を高めているのは1歩行周期中における単脚支持期であり、片足で立位を維持する能力が重要となってくる。しかし、加齢によりバランス能力が徐々に失われることにより、転倒のリスクは増加することが報告されており、転倒により生じる外傷は高齢者の身体機能に大きな影響を及ぼし深刻な問題となっている。まず第1章では、加齢による歩行機能の運動学的および運動力学的変化について先行研究を概観し、高齢者の歩行特性および転倒リスクの評価方法に関する研究について整理した。現在、高齢者の転倒リスクを予測する評価は数多く存在するが、中でも歩行周期の時間変動（ストライド CV）は他の身体機能指標に比べ転倒予測に優れていることが報告されている。しかし転倒リスクが高い者ほどストライド CVが増加する原因については明らかにされていないことから、転倒予防のためにはストライド CVが増大するメカニズムを解明し、転倒を予防する介入方法についての示唆を得ることが必要であると考えた。

第2章では、ストライド CVが増加する原因について明らかにし、転倒を予防する介入方法についての示唆を得るために以下のように研究の目的を整理した。地域在住高齢者と健常若年者を対象に歩行中の時間要因、空間要因の振る舞いについて観察し、その差異について検討することで高齢者におけるストライド CV増大の原因を解明し（研究課題1, 2）、さらに足圧中心が推移する足底部における感覚機能と片脚立位保持能力との関係（研究課題3）、加えて健常若年者の足底を冷却した際のストライド CVの変化について観察し（研究課題4）、転倒予防に対する臨床介入の可能性について検討す

ることを目的とした。

第3章では、高齢者の歩行周期時間変動の原因を解明することを目的とした。まず歩行中の時間要因の側面からストライド CV に影響する要因を把握することを試みた結果、高齢者ではどの歩行速度でも若年者に比べ時間変動が大きく、速い条件では歩行方略の違いにより両脚支持割合が短縮しており、歩行速度に関わらず単脚支持時間 CV が歩行周期時間変動に影響を及ぼしていたことが明らかとなった(3.2節)。次に、歩行中の空間要因の側面として歩行周期時間変動に影響する要因を把握するために高齢者に特徴的である体幹の側方動揺量とその規則性に注目した。歩行運動を時・空間における連続的な振る舞いとして時系列を考慮し、歩行中の体幹動揺量とその規則性の両面より時間変動が高値である高齢者の特徴を検討することを試みた。本研究では第三腰椎部と第七頸椎部における体幹動揺量と左右のステップでの動揺量の規則性の関係についてリターンマップ分析を用いて検討した結果、ステップ CV が高値であるものが転倒しやすいのは、単に体幹の動揺量が大きだけでなく、ステップごとの動揺量の時間発展が不規則であるために転倒を引き起こしていることが示唆された。すなわち、歩行周期時間の変動の原因には、単脚支持時間 CV、すなわちステップ CV に着目すると、体幹の動揺量とその規則性が相互に関係していることが明らかになった(3.3節)。

第4章では、前章での結果に基づき、転倒予防のための臨床介入への可能性を検討するため単脚支持期でのバランス能力に着目し、高齢者の歩行不安定性と関連性があると考えられている片脚立位保持時間と足底感覚の関係性を明らかにすることを試みた。地域在住高齢者および若年者を対象に歩行中の重心移動に関わるとされている母趾、母趾球、小趾球、踵の4つの部位における二点識別覚の加齢変化および片脚立位保持時間との関連について比較・検討した結果、高齢者群における二点識別覚と開眼片脚立位保持時間の間には中等度の相関関係が認められた。また足底の二点識別覚は高齢者群では若年者群に比べ、すべての測定部位で有意に高値を示し足底感覚が低下しており、4つの足底部位間の比較においては踵部の低下が顕著であったことから、高齢者における足底感覚の低下は均一に生じるのではなく踵部で著しいことが明らかになった(4.1節)。さらに、足底感覚への臨床介入が転倒予防に有効であるかを検討するために、健常若年者の足底部を冷却することにより感覚低下の状態を模擬し、足底感覚の低下がストライド CV に及ぼす影響について検討した。その結果、冷却により足底感覚閾値が有意に上昇し足底感覚の低下が見られ、且つストライド CV も有意に増加することが確認できた。このことは逆に転倒しやすい高齢者の足底感覚が向上すれば、転倒原因であるストライド CV を低下させる転倒予防の臨床介入への可能性が示唆された(4.2節)。

第5章では、本論文を要約したうえで、本論文では高齢者の転倒原因の解明および転倒予防介入への可能性について明らかにすることによって得られた2つの示唆を示した。1つめは、歩行周期時間変動が増大する原因として、(1)単脚支持時間 CV が歩行速度に関わらず大きな

影響を与えていること，(2) 単脚支持時間 CV は，ストライド CV よりもステップ CV への寄与が大きいこと，(3) 歩行中の体幹の動揺量が大きいだけでなく，ステップごとの動揺量の時間発展が不規則である場合に転倒を引き起こすことが示唆された (3 章)．2 つ目に，足底感覚の鋭敏さと立位保持時間には正の相関があり，特に踵部における感覚機能が重要であること，加えて若年者の足底感覚を減弱させた実験において歩行時の CV が増大したことから，足底感覚の低下は CV の増大を惹起する一要因であることが示唆された (4 章)．

以上のことから，転倒予防のための臨床介入への試みとしては，対象者の足底感覚を向上する試みを行いつつ，歩行中の体幹動揺の規則性を高めるために片脚立位保持能力を改善させる介入を行っていくことが，ステップ CV を減少させることとなり，結果として高齢者の転倒予防につながることが示唆された．ただし，高齢者の足底感覚への介入が直接，歩行時間の変動性を改善させ得るかについては，今後解明すべき課題である．