

博士学位論文内容の要旨

学位申請者氏名

坂 下 理 穂

論 文 題 目

高齢者の歩行動態の解析に基づくつまずき予防靴下の開発に関する基礎的研究

論文審査担当者

主 査 諸 岡 晴 美 ㊞

審査委員 榎 本 雅 穂 ㊞

審査委員 成 実 弘 至 ㊞

高齢者が直面する最も深刻な問題として転倒があげられ、早期自宅介護の原因の一つとなっている。転倒に至る機序として、つまずき、すべり、よろめき、踏み外しなどがあり、そのうちでも、つまずきが最も多いと報告されている。また、つまずき等による転倒は、一般道路、公園などの野外に比べて住宅内が圧倒的に多いとの報告がみられる。これらのことから、靴ではなく、靴下につまずき予防機能をもたせることは非常に有用であり、健康寿命を延伸する上において極めて重要な課題の一つであると考えられる。しかしながら、つまずき予防機能をもつ靴下に着目した先行研究は少なく、科学的論拠に基づく設計指針がいまだ得られていないのが現状である。そこで本研究では、高齢者の歩行動態の特徴を明らかにするとともに、つまずき予防靴下のための具体的設計指針を導出することを目的としている。

本論文は、序論、本論、結論から構成されており、序論では、本研究の目的と意義、関連する国内外の研究および本研究の概要を述べている。本論は、3章で構成され、その内容は以下のように要約される。

第1章では、高齢者の歩行動態の特徴を的確に表現しうる特徴量の抽出と、それに影響を及ぼす要因として、ストライド長および積分筋電図を取り上げ、それらの関係性からつまずきにくい歩容の特徴を明確化することを目的としている。20歳代若齢女性8人、65歳～83歳までの高齢女性10人を被験者とし、三次元動作解析システムにより、スティックピクチャーを作成し、膝関節・足関節・足趾関節の角度・角速度・角加速度の歩行周期曲線を検討している。また、ストライド長を算出して、歩行動態との関係を解析するとともに、大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋外側頭、腓腹筋内側頭の筋腹となる位置で筋電図を測定し、積分筋電図 *IEMG* と歩行動態との関係を解析している。

その結果、各関節の角度・角速度・角加速度の歩行周期曲線における最大値と最小値との差、すなわち両振幅 (ΔS) が若齢者と高齢者の歩容の相違を示す特徴量として抽出できることを明らかにしている。 ΔS は加齢するにつれて減少し、足関節角速度の ΔS とストライド長との間に高度に有意な相関があり、 ΔS が大きい高齢者ほどストライド長が長くなることを見出し

また、主働筋として前脛骨筋および腓腹筋内側頭があげられ、それらの *IEMG* が大きい高齢者ほど、足関節角速度の ΔS が大きい傾向にあることを見出し、足関節角速度の ΔS がつまずき予防靴下の設計において有用な指標となると述べている。

第 2 章では、つまずき予防機能をもつ靴下の具体的な設計指針を導出することを目的として、高齢者 10 人および若齢者 8 人を被験者とし、前章で抽出した特徴量 ΔS を指標として、4 種の試料を用い、素足をコントロールとして動作解析および筋電図解析により検討している。

その結果、高齢者群で市販つまずき予防靴下と介護用靴の組み合わせ（試料 FS）着用時に、各関節角度および角速度の ΔS が増加する傾向があることを見出している。特に、膝関節角度および足関節角度の ΔS が小さい高齢者ほど試料 FS の効果が大きかったが、市販つまずき予防靴下のみの着用では効果がみられなかったことから、試料 FS の効果は介護用靴の効果であると述べている。また、介護用靴着用時には、主働筋に加えて、大腿二頭筋および腓腹筋外側頭が歩行を補助すること、立脚相の割合が高くなりストライド長が増加することなどを明らかにしている。

以上のことから、靴の要素であるソール部分やアッパー底部の機能を取り入れた靴下設計がつまずき予防に有用であることを提案している。

第 3 章では、高齢者 12 人を被験者として、はじめに、若齢者との比較から歩行能力テストスコアと歩行動態との関係性を検討している。また、靴の機能を取り入れたつまずき予防靴下として、内側縦アーチ部をもつ試作インソールと、アッパー底部の代用としてテーピングを施した靴下を用いて、前章で導出された靴下設計指針の妥当性を検証している。

歩行能力テストの結果を主成分分析した結果、主成分 1 として「歩行総合力」、主成分 2 として「ふらつき」があげられ、主成分得点により被験者の歩行能力を評価し、股関節および膝関節の角速度の ΔS が「歩行総合力」と関係し、足関節角速度の ΔS は「ふらつき」と密接に関係していることを明らかにしている。また、素足時の各関節角速度の ΔS を用いて、 ΔS の大きい被験者群（H 群）と小さい被験者群（L 群）に分類して検討した結果、特に L 群において、足底に沿った内側縦アーチをもつインソール機能と、足部側面を把持する機能を付与した靴下が各関節角速度を増加させ、つまずき予防に効果的であることを立証している。

結論では、論文全体を総括し、足部に沿った内側縦アーチをもつインソール機能と足部側面を把持する機能を付与した靴下が、つまずきやすい高齢者に対して効果的であると結論付けている。また、今後の課題について言及している。