

学位論文の要旨

学位の種類	博士	氏名	小島 悟
学位論文題目			
積雪寒冷地域に居住する高齢者の転倒予防のための運動指導法の開発に関する総合的研究 (Study on development of exercise for preventing falls among community-dwelling elderly people living in regions with severe winter)			
1) Falls among community-dwelling elderly people of Hokkaido, Japan. (北海道における地域高齢者の転倒実態に関する調査研究) 共著者名：古名丈人、池田望、中村真理子、澤田雄二 Geriatrics & Gerontology International 8巻272頁～277頁 平成20年12月			
2) Kinematics of the compensatory step by the trailing leg following an unexpected forward slip while walking. (歩行中の不意な前方滑り刺激に対して後肢に発現する補償ステップに関するバイオメカニクス研究) 共著者名：中島康博、高田潤一 Journal of Physiological Anthropology 27巻309頁～315頁。 平成20年12月			
研究目的			
本研究は積雪寒冷地域に居住する高齢者に対する効果的な転倒予防プログラムを開発することを目的に、まず北海道における地域高齢者の転倒実態に関する調査を実施した。次に、歩行中の不意な前方スリップ刺激に対して後肢に発現する補償ステップの運動学的特性をバイオメカニクスの視点から検討を加えた。			
材料・方法			
1) 北海道における地域高齢者の転倒実態に関する調査研究 対象は、北海道全域に在住の自宅で生活している65歳以上の男女1,000名とした。まず、北海道全域を行政区から14地域に区分し、2006年3月末時点における北海道の人口動態統計に基づいて、各地域の標本数を決定した。その後、電話帳から世帯を無作為に抽出し、電話にて世帯に65歳以上の者がいるかどうかの確認を行った。もし、世帯に65歳以上の者がいる場合には、調査への参加協力を依頼した。なお、世帯に65歳以上の者がいる場合であっても、調査の質問に自身で回答できない者は今回の対象から除外した。 調査への参加協力の同意が得られた1,000名に対して、属性、健康状態、転倒実態、生活習慣、介護保険への関心度に関する65項目の質問に回答してもらった。転倒実態に関しては、過去1年間の転倒の有無、転倒回数、転倒時の状況（季節、発生場所、転倒原因）、ケガの有無と程度、転倒恐怖感（転ぶことが怖いと感じるか、転ぶことがこわくて外出を控えたことがあるか）等について調査を行った。調査は自記式質問紙法とし、郵送にて質問票を送付し、回答後に郵送で返信してもらった。質問票の返信は882名から得られた。			

2) 歩行中の不意な前方滑り刺激に対して後肢に発現する補償ステップに関するバイオメカニクス研究
被験者は整形外科的、神経学的に問題のない健常男性15名とした。被験者には、歩行中に前方への滑り刺激を誘発させるための可動式プラットフォームを組み込んだ全長7.0mの歩行路上を快適歩行速度にて、前方を注視しながら歩行してもらった。滑り刺激の強度は可動式プラットフォームのプレート部が0.4秒間で前方へ0.15m移動（最大速度0.75m/秒）するように規定し、被験者に予見されないようランダムに滑り刺激を提示した。歩行中における身体動作の様相は3次元動作解析装置にて計測された。計測データから、滑り刺激後に発現した補償ステップを同定し、補償ステップの時間・距離因子、股、膝、足関節角度の経時的変化について定性的および定量的に解析した。加えて、これらの解析結果を通常歩行における後肢のステップと比較し、その差異を検討した。

成績

1) 北海道における地域高齢者の転倒実態に関する調査研究

本調査における有効回答者数は849名（男性436名、女性413名、平均年齢は73.0±5.2歳）であった。過去1年間に転倒を経験した者は277名（32.6%）であった。このうち、155名（56.0%）は複数回の転倒を経験していた。転倒を経験した季節については、277名の転倒経験者のうち169名（61.0%）が「冬期間」と回答した。転倒発生場所では道路・歩道、転倒原因では滑りによる転倒がそれぞれ最も多かった。転倒恐怖感については、有効回答者849名のうち、508名（59.8%）が「転ぶことがこわい」と回答していた。また、転倒恐怖感に伴う外出制限では、転倒恐怖感を持っている回答者の約10%で転倒恐怖感から外出制限をしたことがあると回答した。これらの発生割合は転倒経験者で有意に増加した。

2) 歩行中の不意な前方滑り刺激に対して後肢に発現する補償ステップに関するバイオメカニクス研究

15名中12名の被験者で、滑り刺激が加わると遊脚相にあった後肢足部を前肢（刺激側）足部より後方位置で一旦接地させる運動パターン、すなわち補償ステップを発現させた。補償ステップにおける後肢の足先位置は、前肢足先位置より約0.4m後方であった。また、その際の身体重心は、前肢および後肢の足部間で形成される支持基底面内に位置していた。滑り刺激開始から後肢足部が再び地面に接地するまでに要した時間は約0.3秒であった。補償ステップにおける後肢の関節運動は通常歩行と異なる関節角度変化を示した。具体的には、足趾離地後に①股関節では屈曲運動が早期に制動された、②膝関節では伸展運動が早期に出現した、③足関節では急速な背屈運動が起こった。

考案

1) 北海道における地域高齢者の転倒実態に関する調査研究

本調査における参加協力者の属性は、これまでの地域高齢者の転倒実態や手段的日常生活動作を調査した研究と類似していることから、調査結果は、本邦における積雪寒冷地域で生活する一般的な地域高齢者の転倒実態を反映しているものと思われる。今回、自宅で生活している高齢者の約1/3で過去1年間に転倒を経験していたことから、北海道で生活する地域高齢者は、我が国の他地域に比べて転倒頻度が高いことが示唆された。また、転倒発生状況としては、季節では「冬期間」、場所では「道路・歩道」、原因では「滑り」がそれぞれ最も多いことから、北海道という積雪寒冷地域に特有な気象状況が関連して転倒が発生しているものと推察された。

2) 歩行中の不意な前方滑り刺激に対して後肢に発現する補償ステップに関するバイオメカニクス研究

本実験で観察された補償ステップの発現頻度は、概ね先行研究と同様な結果であった。補償ステップによって、前方への滑り刺激で後方に偏位した身体重心は後肢より前方に位置し支持基底面内に収ま

っていたことから、補償ステップは過去の報告で指摘されているように後方転倒を回避するための姿勢制御応答の一つであると推察された。また、補償ステップの関節運動を通常歩行のそれと比較したところ、後肢の足趾離地後で異なる関節角度変化を示しており、これらの所見は身体の後方転倒を回避するための合目的な関節運動パターンであることが示唆された。

結論

本研究は、積雪寒冷地域に居住する高齢者に対する効果的な転倒予防プログラムの開発をめざして、総合的に検討を加えた。まず、積雪寒冷地域に居住する高齢者の転倒発生状況の特性を把握するための調査研究を実施した。調査結果から、積雪寒冷地域に特有な転倒発生状況、すなわち冬期間に屋外において滑って転倒するというケースが多いことが明らかになった。したがって、積雪寒冷地域における高齢者の転倒予防対策を講じていくには、こうした状況下で発生する転倒をいかに未然に防ぐかといった視点が重要となってくると考えられた。

次に、転倒予防プログラムの中でも運動指導法に焦点をあて、冬期間に屋外で滑って転倒しないための体づくりに有効な運動指導法の開発に資する基礎データを検索した。具体的には、歩行中に発生する滑りによる後方転倒を回避するための姿勢制御応答、とくに後肢に発現する補償ステップを解析対象として、バイオメカニクス手法を用いてキネマティクスデータを検出した。検出されたデータは、運動指導法の開発にあたり、転倒回避に必要な運動機能要素を検討していくうえでの基礎資料になるばかりでなく、将来的には運動機能の評価指標やトレーニングの効果判定指標としても有用な情報になっていくものと思われる。




引用文献

- 1 Campbell AJ, Spears GFS, Borrie MJ, Fitzgerald JL. Falls, elderly women and the cold. *Gerontology* 1988; 34: 205-208.
- 2 Redfern MS, Cham R, Gielo-Perczak K, Grönqvist R, Hirvonen M, Lanshammar H, Marpet M, Pai YC, Powers C. Biomechanics of slips. *Ergonomics* 2001; 44: 1138-1166.
- 3 Marigold DS, Bethune AJ, Palta AE. Role of the unperturbed limb and arms in the reactive recovery response to an unexpected slip during locomotion. *J Neurophysiol* 2003; 89: 1727-1737.

参考論文

- 1 Kojima S, Mitani M, Ishikawa A. Development of an e-learning resource on mobile devices for kinesiology: A pilot study. *J. Phys. Ther. Sci.* 2011; 23: 667-672.
- 2 小島悟, 田中敏明, 橋本伸也, 武田秀勝. 力学モデルを用いた椅子からの立ち上がり動作分析. 札幌医科大学保健医療学部紀要 1999; 2: 25-31.

学位論文の審査結果の要旨

報告番号	第 号		
学位の種類	博士(医学)	氏 名	小島 悟
審査委員長 伊藤 浩 			
審査委員 大田 哲生 			
審査委員 吉田 貴彦 			
学 位 論 文 題 目			
積雪寒冷地域に居住する高齢者の転倒予防のための運動指導法の開発に関する総合的研究 (Study on development of exercise for preventing falls among community-dwelling elderly people living in regions with severe winter)			

この研究は積雪寒冷地域に居住する高齢者に対する効果的な転倒予防プログラムの開発を目指しており、2つのパートに分けられる。

1) 北海道における地域高齢者の転倒実態に関する調査研究

本調査における有効回答者数 849 名において過去 1 年間に転倒を経験した者は 277 名 (32.6%) であった。転倒を経験した季節は冬が最も多く、転倒発生場所では道路と歩道、転倒原因では滑りが最も多かった。この調査結果から積雪寒冷地域に特有な転倒発生状況において滑って転倒するケースが多いことが明らかとなり、高齢者の転倒予防対策にはこの状況下で発生する転倒をいかに防ぐかが重要であることが判明した。

2) 歩行中の不意な前方滑り刺激に対して後肢に発現する補償ステップに関するバイオメカニクス研究

健常男性 15 名を被検者とし、滑り刺激を誘発させる可動式プラットフォームを組み込んだ全長 7.0m の歩行路上を快適歩行速度にて歩行させランダムに滑り刺激を加えて、3 次元動作解析装置にて身体動作を解析した。滑り刺激後に発現した補償ステップを解析したところ、補償ステップにおける後肢の関節運動は通常歩行と異なる角度変化を示し、足趾離地後に股関節では屈曲運動が早期に制動され、膝関節では伸展運動が早期に出現し、足関節では急速な背屈運動が起こっていた。本研究より補償ステップは後方転倒を回避するための姿勢制御応答の一つであり後方転倒を回避するための合目的な関節運動パターンであると推測された。このデータを基に転倒回避に必要な運動機能要素を検討し、運動指導により後方転倒を減少させ得ることが示唆された。

以上、本研究結果より運動療法によって積雪寒冷地域における高齢者の転倒を予防できる可能性が示唆された。各審査委員による本研究の内容及び関連領域についての諮問においては論文提出者から適切な応答が得られ、十分な学力を有することを確認した。以上より、審査委員は本論文を学位論文として適切なものであると判断した。