

博士論文（要約）

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

小島 悟

## 緒言

近年、全国を上回るスピードで進行している北海道の高齢化を背景に、介護予防への積極的な取り組みが求められている。本研究は、介護予防事業の中でも代表的な取り組みの一つである転倒・骨折予防事業に焦点をあて、積雪寒冷地域に居住する高齢者に対する転倒予防に有効な運動指導法の開発をめざすものである。

## 研究の概要

本学位論文は次の1、2の研究課題から構成される。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、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、である。それぞれの研究課題について、公表された原著論文は次の通りである。

1. Falls among community-dwelling elderly people of Hokkaido, Japan.  
Geriatrics and Gerontology International 2008; 8: 272-277.  
Kojima S, Furuna T, Ikeda N, Nakamura M and Sawada Y.
2. Kinematics of the compensatory step by the trailing leg following an unexpected forward slip while walking.  
Journal of Physiological Anthropology 2008; 27(6): 309-315.  
Kojima S, Nakajima Y and Takada J.

なお、本学位論文には、公表された原著論文の中に掲載されていないデータも含まれている。

## 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

### 1) 目的

転倒予防に有効な運動指導法を開発するには、地域に居住する高齢者の転倒実態について把握する必要がある。そこで、北海道に居住している高齢者の転倒発生状況を調査し、積雪寒冷地域における高齢者の転倒特性を検討した。

### 2) 対象および方法

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。

### 3) 結果

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  $73.0 \pm 5.2$  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。

### 4) 考察

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。

# 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

## 1) 目的

転倒予防に有効な運動指導法の開発にあたっては、転倒回避の際に発現する姿勢制御について明らかにし、必要な運動機能要素を探索していくことが必要になる。そこで、研究課題1の結果を踏まえ、冬期間の滑りによる転倒を回避する際に発現する姿勢制御応答に焦点をあて、その様相について力学的観点から解析した。具体的には、歩行中の身体に前方滑り刺激を加えた際に発現する姿勢制御応答の一つである後肢の補償ステップを解析し、その関節運動動態について検討した。

## 2) 対象および方法

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を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。

## 3) 結果

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が観察された。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のタイミングを示した。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。

#### 4) 考察

補償ステップと通常歩行のステップ間には、足趾離地後に異なる関節角度変化のタイミングを示しており、これらの所見は前方へ振り出した後肢の推進を制御して、床面に素早く足部を接地させるための関節運動動態であることが示唆された。

### 結論

研究課題1から、北海道における高齢者の転倒発生状況は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、北海道における高齢者の転倒予防対策を講じていくには、冬期間に発生する屋外での転倒をいかに未然に防ぐかといった視点が重要になってくると考えられた。また、研究課題2では、滑りによる後方転倒を回避するために発現する後肢の補償ステップは、通常歩行のステップと異なる角度変化のタイミングを示すことが明らかになった。今後はこれらの研究成果をもとに、加齢が補償ステップ発現に及ぼす影響や、補償ステップに関するトレーニング効果、およびその運動指導法について更に検討し、積雪寒冷地域の高齢者に対する転倒予防に有効な運動指導法の開発につなげていきたいと考えている。