

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23700596

研究課題名(和文) 感覚系アプローチを取り入れた高齢女性のための転倒予防バランス訓練の開発

研究課題名(英文) Fall prevention balance training with a sensory-based approach for older women

研究代表者

前田 佑輔 (Maeda, Yusuke)

東京大学・先端科学技術研究センター・特任研究員

研究者番号：00404765

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円、(間接経費) 690,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、感覚機能と筋力それぞれに焦点を当てた訓練を実施し、訓練効果の特徴を明らかにするとともに、バランス能力の性差を明らかにすることを目指した。筋力訓練群(N=10)は筋力向上がみられたものの、バランス能力向上はみられなかった。それに対して、感覚訓練群(N=10)ではバランス能力向上の兆候がみられた。次に筋力訓練群に感覚訓練を、感覚訓練群に筋力訓練を実施し、合計20名の高齢者を男女に分けて性差を分析した。その結果、筋力値は男性群の方が高かったものの、感覚機能は女性群の方がやや高く、バランス能力も高い結果を示した。

研究成果の概要(英文)：In this study, training was focused on sensory function and muscle strength, and the study aimed to better understand the features of training effects and gender-based differences in balancing ability. The muscle strength training group (n = 10) showed improved muscle strength but no improvement in balancing ability, while the sensory training group (n = 10) showed improved balancing ability. Then, the muscle strength training group underwent sensory training and the sensory training group underwent muscle strength training, and the 20 participants were divided according to gender to analyze gender-based differences. The results revealed that the men had higher muscle strength, while the women had slightly higher sensory function and higher balancing ability.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学 リハビリテーション科学福祉工学

キーワード：転倒予防 高齢女性 感覚機能

## 1. 研究開始当初の背景

総務省の2008年人口動態調査によると、65歳以上の高齢者人口は全人口の21%であり、今後も増加することが予想されている。公益財団法人日本医療機能評価機構が厚生労働省からの委託事業での調査によると、大腿骨頸部/転子部骨折の年間発生数は男性31,300人、女性116,800人、合計148,100人だった。また、発生数は15年間で男性は1.7倍、女性は2.0倍増加した。国内で1年間に発生した大腿骨頸部骨折による医療・介護費用は、年間3308億円に達する。さらに転倒・骨折受傷者の約半数が頭部などに軽度の外傷を伴っていた。これらを推計すると大腿骨頸部骨折の約2.2倍、約7300億円が転倒後の医療・介護費用として毎年費やされ、この費用は全ての医療・介護費用のおおよそ5%に相当する。

転倒は高齢者の生活の質(QOL)の低下にも直結する。平成23年の厚生労働省の調査によると65歳以上の骨折には50日以上の上の在院日数を要することがわかっている。また、転倒・骨折前に自由に外出していた高齢者の割合は56.2%であったが、受傷後38.9%へ減少した。また、転倒・骨折前に寝たきりとなっていた高齢者の割合は10.6%であったが、骨折後1年で24.2%へ増加していた。このように、転倒・骨折によりその後の行動範囲が制限され日常生活活動が低下することにより、QOLが低下することが報告されている。

日本骨代謝学会によると、50歳以上の骨粗鬆症罹患率は男性4%、女性24%、人口換算にして、男性96万人、女性681万人と推定している。よって、高齢女性は転倒による骨折等の障害リスクが男性と比較し

て高い。また、高齢女性は男性と比較して運動機能が低いため、転倒および転倒後の受傷リスクが高いと考えられる。欧米諸国においては高齢女性の転倒予防に注目し、研究が進められている。

ヒトの姿勢制御には、視覚、体性感覚、前庭覚の3つの感覚入力を統合、処理し、正確な筋出力のための指令を素早く出す必要がある。さらに、変化する環境の中で姿勢制御を遂行するためには、複数の感覚源からの情報を重要度により重みづけを行い、取捨選択することが必要である。立位時において、被験者が異なる6条件の感覚状況での動揺を検討した文献では、視覚と体性感覚の両方が不正確になった状況において動揺が増加することが報告された。立位時に感覚情報を遮断すると動揺量が増すという報告は古くから存在し、その他足底面における二点識別覚と立位時の重心動揺量が負の相関を示しているという報告がされている。このように立位バランスに与える感覚系の役割に関する論文は数多くされている。しかし、認知系、感覚系、運動系などの総合的なバランス評価および訓練を高齢女性に焦点を当て、prospectiveに行った研究は少ない。

## 2. 研究の目的

本研究では、前向きコホートをを用いて、感覚機能に対する重点的アプローチを用いるトレーニング方法を開発することを目標とした。また感覚重視アプローチと対比するため、筋力に対する重点的アプローチをする群を設定した。さらに上記の感覚機能および筋力トレーニング後の改善の性質について性差を明らかにすることを目指した。

### 3. 研究の方法

20名の高齢者をA群(感覚訓練群)とB群(筋力訓練群)にランダムに振り分けた。それぞれの訓練終了後に訓練内容を入れ替えて、A群に筋力訓練を、B群に感覚訓練を実施した。

#### .1 回目トレーニング

##### -1. 感覚訓練

被験者

過去に神経系や筋骨格系に重篤な疾患のない10名の生活自立高齢者(男性4名、女性6名:74.5±4.5歳)をA群とした。

介入方法

感覚攪乱を用いたバランストレーニングを指導し、1か月間週2~3回のバランストレーニングを在宅にて実施してもらった。トレーニングプログラムは、立位で前後左右への重心動揺トレーニング、片足立ち、継足立位の保持、および継ぎ足歩行をマット上にて実施した。

効果判定項目

訓練前後での効果判定のため、下記の項目をデータ収集した。

足底面の感覚機能検査: two-point discriminator (酒井医療株式会社)を使用し、母趾および踵の二点識別閾値を測定した。

下肢筋力測定: 徒手筋力測定器(ミュータス、アニマ(株))を使用して、股関節屈曲、外転、膝関節伸展の最大等尺性収縮筋力を測定した。また、握力計を用いて握力を計測した。

臨床バランス検査: バーグバランススケール、ファンクショナルリーチ検査(FRT)、Timed up and go test(TUG)を実施した。FRTは立位での上肢のリーチ距離を測定する検査であり、TUGは、座位から起立

し、3メートルを往復歩行して着座するまでの時間を計測する検査である。両検査ともバランス能力を示すパラメータとして臨床および研究で用いられている。

重心動揺測定: 静止立位30秒およびクロステスト(立位を保持したまま最大限前後左右各方向へ傾斜するテスト)を実施した。前者について、軌跡長、重心動揺速度、重心動揺面積を算出した。後者について、前後左右の最大値を算出した。

周径: 大腿周径および下腿周径を計測した。

##### -2. 筋力訓練

被験者

過去に神経系や筋骨格系に重篤な疾患のない10名の生活自立高齢者(男性4名、女性6名:73.9±4.6歳)をB群とした。

介入方法

筋力強化トレーニングを指導し、1か月間週2~3回のバランストレーニングを在宅にて実施してもらった。トレーニングプログラムは、背臥位からの体幹屈曲訓練、腹臥位からの体幹伸展、下肢挙上(Straight Leg Raising)、側臥位での下肢外転、椅子からの立ち上がり、立位での爪先立ちを実施した。

効果判定項目

感覚重視アプローチ群と同様の項目にて効果判定を実施した。

#### .2 回目訓練

A群B群の訓練内容を入れ替えて実施した。訓練期間および効果判定項目は1回目と同じとした。

### 4. 研究成果

#### .1 回目トレーニング

##### -1. A群(感覚訓練)

訓練前は、FRT46.6±11.0cm、TUG6.4秒であったが、訓練後はそれぞれ52.9±9.9、

6.1±0.7 秒であった。統計的有意差は見られなかったものの、FRT でのリーチ距離の増加、TUG でのタイム短縮の傾向が見られた。下肢筋力および足底面の感覚機能に著名な改善は見られなかった。重心動揺データでは有意な変化は見られなかった。

-2. B 群 (筋力訓練群)

訓練前は大腿周径 42.7±4.5cm、膝伸展筋力 189.9±54.0N (ニュートン) であったが訓練後はそれぞれ 44.4±3.8cm、213.3±24.1N であった。

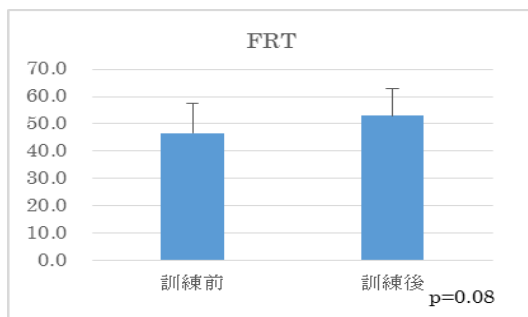


図 1 . FRT

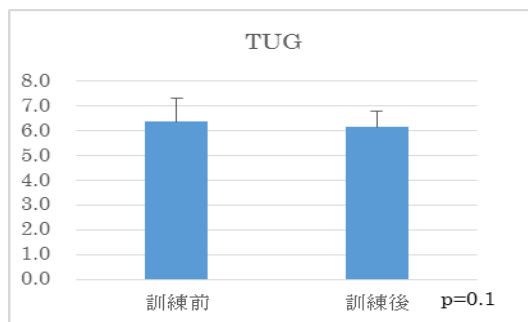


図 2 . TUG

統計的有意差は認められなかったが、周径の増加、伸展筋力の向上の傾向がみられた。ただし、重心動揺データでは有意な変化は

見られなかった。

.2 回目トレーニング

20 名分のデータを合計し、男性群と女性群とで比較した。筋力値は、ほぼすべての項目で男性群が有意に大きい結果となった (表 . 1 )

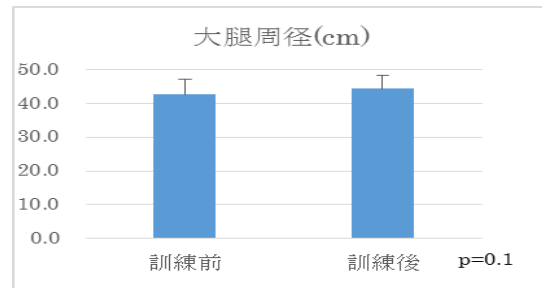


図 3 . 大腿周径

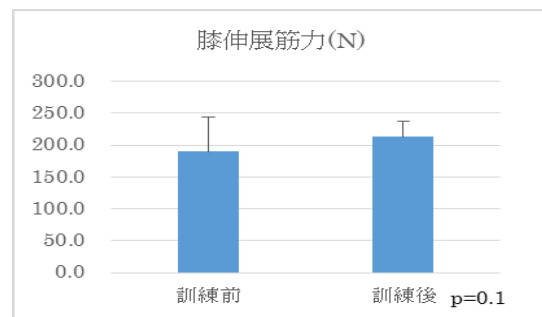


図 4 . 膝伸展筋力

ただし、統計的有意差はないものの、感覚機能および TUG 結果は女性群が高い結果となった (表 2)。また、クロステスト結果について、特に後方について女性群が高い結果であった (図 . 5)。クロステスト値には感覚機能が大きく関与するため、女性群の方が大きい傾向であったと考えられる。

表 1 . 筋力比較

	股関節屈曲	股関節外転	膝関節伸展	握力(右)	握力(左)
男性(N=10)	241.9	234.9	219.8	35.2	32.7
女性(N=10)	198.4	194.3	187.8	24.3	22.2
	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05

股関節屈曲、股関節外転、膝関節伸展 (N)  
握力 (Kg)

表 2 . 感覚および TUG 比較

	感覚 static		感覚 dynamic		TUG
	母趾	踵	母趾	踵	
男性(N=10)	15.6	19.1	17.5	22.0	6.3
女性(N=10)	14.3	18.8	15.9	18.6	6.0
	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.

二点識別覚閾値 (mm)

TUG (秒)

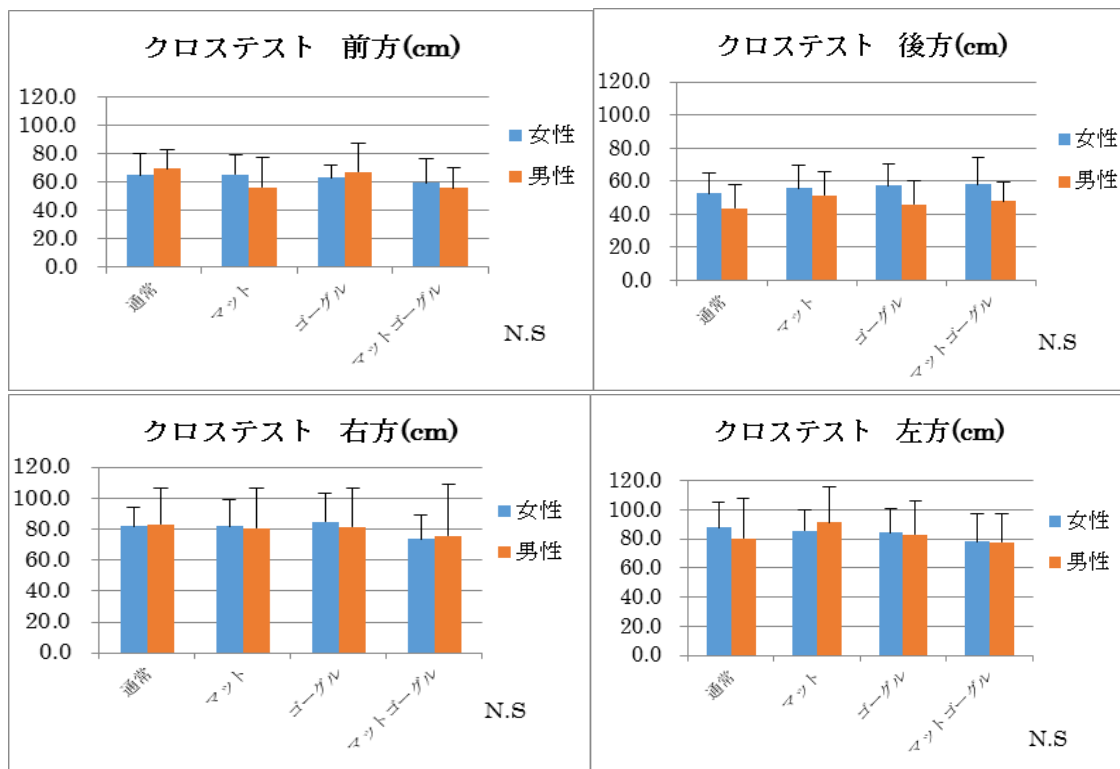


図. 5 クロステスト

感覚訓練を実施したことにより、FRT と TUG に改善の傾向がみられた。FRT の改善には、重心位置の正確な知覚が必要となる。特に、足底の荷重感覚（触圧覚）が高いほど重心の知覚もより正確となると考えられる。統計的有意差は見られなかった ( $p < 0.1$ ) もの、今後サンプル数を増や

すことにより、有意な結果が得られる可能性が見いだされた。TUG は、文献的裏付けの通り、ADL や歩行安定性に高い相関を示すものであり、本結果はバランス能力の向上を示していると考えられる。一方、筋力訓練により特に膝関節伸展筋力の向上が見られたものの、バランス能力の向上には直

結しなかった。

感覚訓練群と筋力訓練群の訓練内容を入れ替え、両群とも感覚および筋力の訓練を実施した。この結果を性差の観点から分析すると、男性群は筋力値が高いことに対し、女性群は感覚機能が高い結果が得られた。感覚機能については、訓練開始前に同程度であったが、訓練終了後は  $p=0.1$  レベルで女性群が高い値を示していた。また、足底の触圧覚が重要な要素であるクロステストにおいて、後方について  $p=0.1$  レベルで女性群が高い値を示していた。これらのことから、筋力値が高い男性群が必ずしもバランス能力が高いわけではなく、感覚機能が高い女性群のバランス能力が高い可能性が示唆された。今後は、サンプル数を増やすことにより、詳細な結論を得られると考えられる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕

該当なし

〔学会発表〕

該当なし

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

前田 佑輔 (MAEDA YUSUKE)  
東京大学先端科学技術研究センター特任  
研究員  
研究者番号：00404765

##### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

##### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：