

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：32309

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K12161

研究課題名（和文）治療的運動介入による感覚機能改善効果の定量化に関する研究

研究課題名（英文）Quantification of sensory function improving effect due to therapeutic exercise intervention

研究代表者

佐藤 満 (SATO, Mitsuru)

群馬パース大学・リハビリテーション学部・教授

研究者番号：10300047

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：足部の感覚機能は高齢者の転倒との関連が高いと指摘されているが、加齢で低下した感覚機能は治療運動によって改善するかどうかに関する知見は乏しい。本課題は転倒予防運動による足底感覚の改善の有無と程度を定量的に把握し、治療的裏付けが曖昧であった転倒予防運動の臨床的根拠をより明確にすることを目的とする。通所介護施設で介護予防運動を定期的にする高齢者49名を対象に、6ヶ月間の変化を測定した結果、歩行の速度やバランス維持能力の向上とともに、足底面の触覚機能の向上も確認された。転倒予防のための訓練は、身体運動機能向上だけでなく感覚機能の改善が効果に関与している可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢者の転倒予防は我が国だけでなく、国際的に重要な課題である。高齢者の転倒は単に運動機能の低下だけでなく複数の要因の相互作用で生じるとされる。そのため足腰の筋力を増強するだけでは転倒を防ぎきれないことが明らかとなってきている。加齢で低下する足の感覚機能が転倒の大きな原因となることはわかっていたが、介護予防運動でこれらの感覚機能が向上するかどうかはよくわかっていなかった。この研究によって、介護施設で提供される介護予防運動は、足の感覚も向上させる効果をもつことが明らかとなり、より転倒予防効果の高い運動プログラムを立案するための手掛かりを与える点で学術的かつ社会的に価値がある。

研究成果の概要（英文）：Decline in sensory function of the feet is indicated to be a factor in falls. However, it is unknown whether therapeutic exercise can improve age-related decline in sensory function. The purpose of this study was to evaluate changes in plantar sensation following fall prevention exercises and to provide additional clinical evidence for fall prevention interventions. Forty-nine older adults who received six months of regular preventive exercise at day service facilities were measured for improvement in several physical functions. The results showed improvements in their walking speed and ability with balance maintenance, as well as improvements in the tactile function of the plantar surfaces of their feet. It was suggested that the fall prevention exercises may have been effective not only in improving physical motor function but also in improving sensory function.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：足底感覚 高齢者 転倒予防 運動介入

1. 研究開始当初の背景

高齢者の転倒は要介護状態を招く要因のひとつであり、転倒予防が喫緊の課題となっている。転倒を招く要因として筋力低下、バランス機能低下、関節痛、多剤服用等と並んで、加齢による足底の感覚機能低下も重大な要因であるとされている。立位姿勢のバランス維持能力は、姿勢の傾きや揺れを感知する感覚機能に依存しており、唯一地面と接している足底面の感覚機能低下がバランスを損なう要因となるからである。しかし、既存の感覚機能検査法として一般的なモノフィラメント触覚計は、太さの異なるナイロン製の細線を順次対象部位に手作業で押し当てて、知覚できたかどうかを応答してもらう方法をとるため、煩雑であり検査時間を要する。足底感覚は極めて有用な治療的情報でありながら、多忙な外来診療や地域健診、介護予防事業の場ではその把握がほとんど行われてこなかった。研究代表者らはこの課題を解決するために、専門知識がない者でも簡便に扱え、信頼性の高い検査結果を提供する足底感覚検査装置を開発した。この装置を用いることで、介護予防の現場でも信頼性の高い感覚機能の測定が可能となる。これまでに研究代表者らは科研費基盤(C)(平成 27 年～29 年)の補助を受け、高齢者の転倒事象の発生とこの装置で測定された足底感覚の低下度合いの間には一定の関連があることを示す結果を得ている。すなわち、介護現場等での足底感覚検査の実施は、高齢者の転倒リスク判定の精度を高めるために有用であることを示すところまでの成果を得ている。

2. 研究の目的

高齢者の転倒予防事業では、対象者の状況に応じた治療的運動処方によって、身体機能や能力を改善に導く取り組みが行われる。その効果は、筋力や関節可動範囲のように、定量的に測定可能な項目がある一方で、上述の理由から、感覚障害は治療的運動によって改善するかどうかについての知見は乏しく、研究者間での合意は得られていない。この事実は、転倒予防運動の効果を裏付ける根拠の一部が希薄なまま、高齢者に対して運動介入が実施されていることを示している。

本研究課題は転倒予防運動の効果を裏付ける根拠をより明確にするために、一定期間の治療的運動介入の前後で上記装置を用いて足底感覚機能を測定して比較することで、治療的運動介入の効果としての足底の感覚機能の改善の有無を明らかにすること、および治療的運動介入の種目によって改善の程度に差が生じるかどうかを定量的に示す。感覚機能が治療的運動で改善するかどうかの「問い」に客観的な答えを与えて研究者間の合意形成に寄与すること、感覚機能の改善効果が高い運動種目や適切な運動負荷量を特定するなどの転倒予防運動の効果に裏付けを与えることを目的としている。

本課題と、その後に継続実施予定の一連の研究が目指す最終到達点は、筋力など運動器の機能に偏重しがちな転倒予防の治療的根拠に感覚機能の要素を導入して、感覚-運動連関(sensory-motor coupling)の概念に沿った包括的な治療根拠を確立すること、その方法論を転倒予防事業に反映させて運動介入法の最適化・標準化の指針を確立した上で普及を図り、予防成果向上をもたらすことで、高齢者の健康寿命の延伸と介護費用の抑制に貢献することである。

3. 研究の方法

- (1) 通所介護施設を定期利用し転倒予防の運動介入を受けている要介護・要支援高齢者を対象に、転倒予防運動プログラムを6カ月間継続実施した前後で生じる感覚機能の変化を足底感覚検査

装置で定量的に測定した。足底感覚は触覚機能として、測定部位は両側足底面の母趾球、小趾球、踵の合計6ヶ所とする。足底感覚検査装置の検査刺激は皮膚面に対して平行な方向(せん断方向)への移動刺激であり、検知できた最小刺激量を測定した。さらに、転倒リスク指標となる運動機能検査として、最大歩行速度、バランスを伴う移動能力検査(Timed up & go テスト:TUG)を6カ月の前後で測定した。これによって、一定期間の運動介入によって低下した高齢者の足底感覚が改善するかどうかという問いに客観的な答えを得るとともに、他の身体機能や能力への運動介入の寄与の強さと足底感覚の改善度への寄与の強さとを比較する。

- (2) 異なる種類の転倒予防運動を実施した群間で足底感覚機能の変化を測定し比較するために、通所介護施設を新規に利用開始する要介護・要支援高齢者を対象に、転倒予防運動プログラムを3カ月間継続実施した前後で生じる感覚機能の変化を足底感覚検査装置で定量的に測定する。さらに予防プログラムの前後での転倒事象の有無を聴取する。具体的には、(1)筋力増強運動、(2)バランス向上運動、(3)ストレッチング、(4)持久性向上運動の中から、低下した足底感覚の改善と転倒事象の低減に強く寄与する運動種目を特定する。この結果から、足底感覚の改善を希求する場合に、どのような運動メニューを立案すべきかの指針を得る。

4. 研究成果

- (1) 6カ月の運動プログラムを継続して前後での身体機能・能力測定を実施できた高齢者は 49 名(女性 36 名、男性 13 名、研究開始時の平均年齢 82.3 歳)であった。要介護度は要支援が 32 名、要介護 1 が 10 名、要介護 2 が 6 名、要介護 4 が 1 名であった。感覚の影響する神経障害を招く疾患の既往を持つ者は27名(糖尿病5名、脊椎疾患15名、脳血管障害9名)であった。6 カ月前後での足底触覚閾値(PTT)と5mを歩くのに要した時間、TUG テストの結果を図1に示す。どの項目も値が小さいほど成績が良好と判定される。6ヶ月間の運動プログラム後には、転倒リスクの程度を判定するために用いられる指標である歩行の速度とバランスを伴う移動能力(TUG)はいずれも向上していた(統計的な有意差はなし)。さらに、足底の感覚機能も測定した3部位すべてで向上しており、測定部位母趾球では統計的に有意な改善を示した。この結果によって、要介護認定を受けた高齢者群への転倒予防の運動プログラムは、身体運動機能の改善に加えて、足底の感覚機能も改善させることが明らかとなった。

- (2) 新型コロナウイルス感染症の蔓延により、通所介護の新規利用開始者が激減し、被験者の確保が困難となった。研究期間を 2 年延長したが、感染者数の増減を繰り返す中で、研究者の施設への立ち入りが制限されて介入条件の統制が困難で、なおかつ利用中断者も多発したため、最終的に研究継続を断念した。そのため、感覚機能の改善効果が高い運動種目や適切な運動負荷量を特定するに至らなかった。

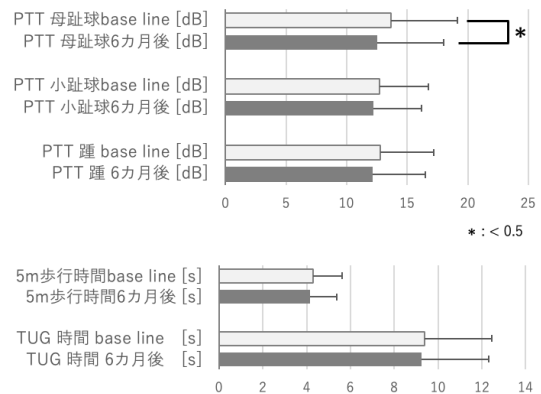


図1 転倒予防介入前後での足底感覚と身体機能の変化

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Yamashita Tomoko, Yamashita Kazuhiko, Sato Mitsuru, Kawasumi Masashi, Ata Shingo	4. 巻 95
2. 論文標題 Foot-surface-structure analysis using a smartphone-based 3D foot scanner	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Medical Engineering & Physics	6. 最初と最後の頁 90-96
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.medengphy.2021.08.001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 佐藤 満、山下 和彦、仲保 徹、加茂野 有徳	4. 巻 47
2. 論文標題 転倒リスク因子としての足底触覚閾値の有用性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 理学療法学	6. 最初と最後の頁 465～473
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.15063/rigaku.11654	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Yamashita Kazuhiko, Yamashita Tomoko, Sato Mitsuru, Inoue Masahiro, Takase Yoshimasa	4. 巻 9
2. 論文標題 The Effects of an 18-Month Walking Habit Intervention on Reducing the Medical Costs of Diabetes, Hypertension, and Hyperlipidemia? A Prospective Study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Biomedical Engineering	6. 最初と最後の頁 117～124
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14326/abe.9.117	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Yamashita Tomoko, Yamashita Kazuhiko, Sato Mitsuru, Takase Yoshimasa	4. 巻 19
2. 論文標題 Effect of walking on depression prevalence for diabetes using information communication technology: Prospective study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geriatrics & Gerontology International	6. 最初と最後の頁 1147～1152
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/ggi.13787	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Tomoko Yamashita, Kazuhiko Yamashita, Chugo Rinoie, Yoshimasa Takase, Mitsuru Sato, Kenji Yamada, Yoshiki Sawa	4. 巻 19
2. 論文標題 Improvements in lower-limb muscle strength and foot pressure distribution with foot care in frail elderly adults: a randomized controlled trial from Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BMC Geriatrics	6. 最初と最後の頁 Open access
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12877-019-1097-z.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件(うち招待講演 0件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 山下和彦, 山下知子
2. 発表標題 子どもから高齢者のための足部の骨格の3D定量的評価による足病予防
3. 学会等名 第59回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下知子, 山下和彦, 原晋介
2. 発表標題 スマートフォンを用いた中高年者の足部の解剖学的評価システムの開発
3. 学会等名 第59回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yamashita Kazuhiko, Yamashita Tomoko, Sato Mitsuru, Kawasumi Masashi, Takase Yoshimasa
2. 発表標題 Development of a quantitative measurement system for three-dimensional analysis of foot morphology using a smartphone
3. 学会等名 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山下知子, 山下和彦
2. 発表標題 中高年者の変形性膝関節症予防のための足部の形状評価システムの開発
3. 学会等名 ITヘルスケア学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 川手信行 (編), 関勝, 川手信行, 澤田如, 佐藤満, 平岡崇	4. 発行年 2022年
2. 出版社 南江堂	5. 総ページ数 144
3. 書名 リハビリテーション概論のいろは	

1. 著者名 (編) 関屋昇, (著) 山崎弘嗣, 加茂野有徳, 佐藤満	4. 発行年 2019年
2. 出版社 三輪書店	5. 総ページ数 301
3. 書名 力学で読み解くからだの動き -動作理解のための基礎バイオメカニクス-	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>研究者情報 https://researchmap.jp/read0090374</p>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	山下 和彦 (YAMASHITA Kazuhiko) (00370198)	東都大学・幕張ヒューマンケア学部・教授 (32428)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関