

令和 2 年 5 月 26 日現在

機関番号：30108

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K21305

研究課題名(和文)高齢者における片脚立位保持機構の解析に基づいた転倒予防プログラムの構築

研究課題名(英文) Construction of fall prevention programs in elderly based on elucidation of inter-limb coordination during one-leg standing

研究代表者

佐藤 洋一郎 (Sato, Yoichiro)

北海道科学大学・保健医療学部・准教授

研究者番号：20433518

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：高齢者の片脚立位保持中の足趾運動について、若年者の足趾の動きと比較することで、その特徴を明らかにすることを目的とした。足圧分布測定装置を利用して、片脚立位保持中の母趾を含めた4部位の圧変化を測定した。若年者と高齢者のデータを比較したところ、高齢者では足圧中心の左右方向への挙動に対する母趾の圧変化が稚拙であった。この知見から足趾運動促進プログラムを立案し、高齢者へ実施した。実施前後での片脚立位保持中の足趾の動きは、保持時間が延長した高齢者においては母趾と足圧中心の挙動との連携がうまくなっていた。一方、変化しない高齢者については、足趾以外に片脚立位を保持できない原因があると推測された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢者が転倒することにより身体は重大な機能障害を負ってしまう。転倒はバランスを崩すことで起きる。バランス能力を評価する手段として片脚立ちの保持がよく用いられるが、これまで片脚立ち保持のメカニズムについての報告はなかった。本研究では、片脚立ちを保持する際に、高齢者では若年者と比較して身体の揺れに対して母趾の使い方が稚拙であることを発見した。さらに、その知見に基づいて立案された転倒予防プログラムは一定数の高齢者の片脚立ちの保持時間を延長させることがわかり、転倒による身体機能低下を予防するプログラムとなることを示唆した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to clarify characteristics of foot motion during one-leg standing in older based on comparing with those of young adults.

Using a plantar-pressure distribution system, time-course of pressure in four regions, including the hallux, during one-leg standing was recorded. I found that movements of the hallux relative to movement of medial-lateral component in center of pressure in older were poorer than those of younger adults. I constructed programs for facilitate toe movements based on that finding. Older in community dwelling performed that program. After perform that program, movement of toes during one-leg standing in older became better.

研究分野：転倒予防

キーワード：転倒 高齢者 片脚立ち 足趾機能 姿勢制御 足圧中心

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

高齢者の転倒による重大な身体の機能障害にかかる医療費は 8000 億円に上るとの試算があり、画期的な転倒予防プログラムの構築が望まれていた。片脚立ちを保持する能力は転倒との関連性が報告されている (Vellas, 1997)。さらに、本邦では運動器症候群 (ロコモティブシンドローム) のチェック項目の中に片脚立ちでの靴下着脱の可否がある (日本臨床整形外科学会, 2010)。これらは、片脚立ちの保持が高齢者のバランス能力を検査する項目として広く認知されていることを示している。

これまでの片脚立ち保持に関する報告では、保持時間とその他の日常生活活動との関係に関する報告がほとんどであり (Vellas, 1997; 藤澤, 2005) どのようなメカニズムで片脚立ちが保持されているかについての報告はなかった。

2. 研究の目的

本研究では、転倒の予測因子となりえる片脚立ち保持中の身体メカニズムとして、保持側の足趾運動に注目して、片脚立ちを保持している間に各足趾がどのように力を入れているかについて、高齢者データと若年者データを比較することで明らかにすることを目的とした。

また、明らかにした片脚立ち保持中の高齢者の足趾運動の特徴に基づいて、高齢者の足趾運動促進プログラムを作成することを目的とした。

3. 研究の方法

若年者 19 名と地域高齢者 (喜茂別町在住者) 17 名の片脚立ち中の足趾の運動 (力の入れ具合) について足圧分布計 (アニマ社製) を利用して検討した。足長および足幅から保持側の母趾、第 1 中足趾節関節部 (第 1MP 部)、小趾、および第 5 中足趾節関節部 (第 5MP 部) を同定し、それらの経時的な力の変化を記録した。片脚立ち保持中の各部位の時系列データおよび算出された足圧中心の前後成分と側方成分の値の関係について、相互相関関数を用いて検討した。

明らかとなった高齢者の片脚立ち保持中の足趾の特徴から足趾運動促進プログラムを作成 (母趾のストレッチと 1 Hz 程度での足趾屈伸運動) し、そのプログラム実施前後での即時的な高齢者の片脚立ち保持時間の変化について検討した。対象の高齢者は前年とは異なる地域高齢者 17 名とした。

4. 研究成果

1) 高齢者における片脚立ち保持中の足趾運動の特徴

本研究で調査した高齢者の片脚立ちの時間は、若年者と比較して有意に短かった。したがって、本研究で観察される足趾運動の特徴は、高齢者が片脚立ちを保持できない原因の 1 つであると仮説が立てられた。

足趾の片脚立ち中の母趾側と小指側との切り替えしの程度を、若年者と高齢者で比較したところ、統計学的な違いは認めなかった。つまり、片脚立ち中の重心の動揺を制御するための支持足での内外側の切り替えしの具合は、高齢者が片脚立ちを保持できない、もしくは時間が短い原因ではないことが明らかとなった。そこで、足圧中心 (Center of Pressure, COP) の前後成分と側方成分 (medial-lateral, COPml) の移動と母趾、第 1MP 部、小趾、および第 5MP 部との相関関係を検討した。COP の前後成分と各部位との関係では高齢者と若年者との間で特筆すべき違いは認められなかった。一方 COPml と各部位との間に特徴的な違いを認めた。COPml と各部位との相互相関関数で求められた相関係数を図 1 に示す。係数の正負が母趾側と小趾側で異なるのは、COPml の力の増減に対して、母趾側が正位相であるのに対して、小趾側は逆位相になるためである。どちらにしても、係数が絶対値で 1 に近い方が関係性が高いことを示している。

母趾側および小趾側ともに、相互作用 (*1)、部位の主効果 (*2) および年齢の主効果 (*3) が有意であった。このことは、母趾側の場合、高齢者では COP の左右方向の揺れに対して、第 1MP 部よりも母趾 (Hallux) に力を入れることが稚拙であることを示している。一方、小趾側では、第 5MP 部の力を入れることが稚拙であることを示している。

したがって、高齢者が片脚立ちを保持できない原因が足趾にある場合、母趾と第 5MP 部での床への押しの力を COP の移動に合わせて発揮できていないことが明らかとなった。

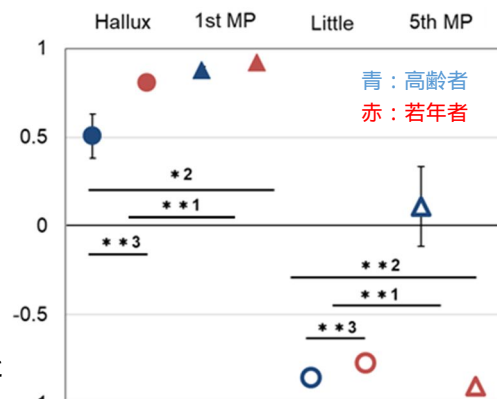


図 1 COPml と各部位との相関係数。
Hallux : 母趾、Little : 小趾、*1 : 相互作用、*2 : 部位による主効果、*3 : 年齢による主効果。

2) 足趾運動促進プログラムの片脚立ち保持への効果

COP の移動に合わせて足趾の力を適切に入れることが、高齢者では稚拙であるという知見から、足趾の動きを改善させるためのストレッチと 1Hz 程度での足趾の屈伸運動を足趾運動促進

プログラムとして、高齢者（n = 17）に実施してもらった。また、COPの揺れに対して、母趾および第5MP部に力をいれることが稚拙であることから、片脚立ち保持中に、それらの部位を意識することを口頭で指示した。

考案されたプログラムの運動前後の片脚立ち保持の時間は統計学的には有意な延長は認めなかった（図2）。ただ、4秒程度の保持時間であった高齢者が30秒間保持できるようになった例がある等、一定数の高齢者での片脚立ちの保持時間を考案したプログラムが延長する可能性も示した。

片脚立ちの保持には、足部による戦略だけではなく、股関節による保持戦略も並行して関与しているため、今後は、股関節運動と足趾運動との協調性を検討しながら、より汎用性のある転倒予防につながる運動プログラムを検討していく必要があると考えられる。

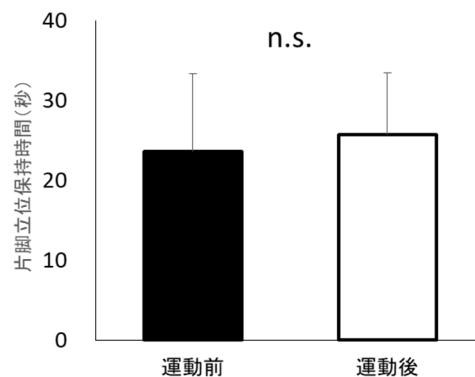


図2 運動前後における片脚立ち保持時間。

<引用文献>

- 1) Vellas BJ, et al. *J Am Geriatr Soc*, 45: 735-738, 1997.
- 2) 藤澤宏幸ら. *理学療法学*, 32: 391-399, 2005.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Sato Yoichiro, Yamada Norimasa	4. 巻 54
2. 論文標題 Temporal coordination between ground reaction forces generated by leading and trailing limbs for propulsion during double stance phase in human walking.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Gait & Posture	6. 最初と最後の頁 295 ~ 299
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.03.026	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sato Yoichiro, Murakami Kenichi, Fujisawa Hiroyuki	4. 巻 4
2. 論文標題 Mechanical properties of water alter temporal parameters of human walking.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Therapy and Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 1 ~ 4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7243/2055-2386-4-10	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 Sato Yoichiro, Yamada Norimasa	4. 巻 8
2. 論文標題 Interlimb coordination of ground reaction forces during double stance phase at fast walking.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Advances in Physical education	6. 最初と最後の頁 263-273
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 佐藤洋一郎, 春名弘一, 細谷志帆, 土岐洋平, 工藤友治, 松尾亜利沙, 丹後春菜
2. 発表標題 最大歩行速度での方向転換に靴下着用が及ぼす影響
3. 学会等名 第40回臨床歩行分析研究会定例会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤洋一郎、安喰里奈、細谷志帆、井野拓実、河口明人
2. 発表標題 高齢者における片脚立位保持中の足趾および足部の協調性
3. 学会等名 第9回 Human Movement研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 熊谷創、藤田勇輝、景山研斗、井野拓実、河口明人、佐藤洋一郎
2. 発表標題 健常男子大学生における足趾圧迫力と片脚立位時の姿勢制御能との関係
3. 学会等名 第69回北海道理学療法士学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安喰里奈、櫻田大貴、松岡星香、佐藤洋一郎、井野拓実、河口明人
2. 発表標題 視覚情報の距離と大きさの違いが重心動揺に及ぼす影響
3. 学会等名 第69回北海道理学療法士学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菊田有美、花田優里子、齋藤麻美、木下美緒、桜井勝義、井野拓実、佐藤洋一郎、河口明人
2. 発表標題 高齢者の転倒歴および転倒不安感と日常身体機能について
3. 学会等名 第70回北海道公衆衛生学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
--	---------------------------	-----------------------	----