

令和元年6月18日現在

機関番号：37201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K12231

研究課題名(和文) 虚弱高齢者の転倒予防・移動能力の維持向上を目的とした足指機能への介入効果の検証

研究課題名(英文) Verification of toe function of elderly people for the purpose of fall prevention and care prevention.

研究代表者

大田尾 浩 (OTA0, Hiroshi)

西九州大学・リハビリテーション学部・教授

研究者番号：00441345

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：足指機能は、足指に変形があると計測できない。そこで、測定器の構造を変更し、測定を可能とした。足指圧迫力の測定値は、高い信頼性が確認された。足指把持力と足指圧迫力はどちらがより有用な評価法なのか比較した。要介護高齢者の足指把持力と足指圧迫力は、身体機能の評価法として有用であった。次に、足指圧迫力と転倒経験の関係を調査した。転倒する高齢者の足指圧迫力は低値であった。また、転倒する高齢者の足指圧迫力は、最大値に到達する時間が遅延し、脱力も円滑に行えていなかった。さらに、足指圧迫力は加齢や身体機能の影響を受け低下していた。また、足指圧迫力は加齢変化よりも、身体機能の低下による影響をより強く受けていた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

今回開発した足指圧迫力測定器により、これまで測定できなかった足指に変形がある方にまで評価対象が広がった。足の指を床面に押し付ける力(足指圧迫力)は、高齢者の転倒やバランス能力、筋力と関係があることを確認した。足指圧迫力は、全身の筋力と同様に加齢により低下する。また、高齢者の転倒予防には、足指の力を強くするだけでなく、素早く力を発揮する瞬発力、円滑に力を抜く脱力能力が必要であることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：Measurement of toe function can not be measured if there is deformation in the toe. Therefore, the structure of the measuring instrument was changed to enable measurement. The measured values of toe pressure were confirmed to be highly reliable. We compared which of the toe grip force and the toe pressure force were the more useful evaluation methods. The toe-grip force and toe-pressure force of the elderly in need of care were useful as evaluation methods of physical function. Next, the relationship between toe pressure and fall experience was investigated. The toe compression force of the falling elderly people was low. In addition, the toe compression force of the falling elderly person was delayed in the time to reach the maximum value, and the weakness was not smoothly performed. In addition, toe pressure was reduced due to aging and physical function. In addition, toe pressure was more strongly affected by the decline in physical function than age-related changes.

研究分野：理学療法学

キーワード：要介護高齢者 地域在住高齢者 足指機能 転倒 バランス能力 筋力

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

足指筋力は高齢者のバランス能力や転倒予防において重要な要因のひとつである。だが、現在使用されている足趾把持力測定器で高齢者の足指筋力を測定してみると、足指で棒を把持することができずに計測できない者がいる。その多くは、外反母趾のような足指の変形や足指の巧緻性低下が原因であった。だが、外反母趾のような足指に変形がある者であっても、バランスを保とうとする際は、足指で床を掴むように踏ん張っている。この能力を測定できない原因は、測定器の構造にある。評価は、日常で観察される動きに近い方法で行うことが望ましい。また、転倒予防の精度を向上させるためにも、正確な足指機能を捉える必要がある。足指筋力の評価は、高齢者の転倒予防やバランス能力の改善に有効であるが、足指筋力測定器の構造上の都合から測定できる対象者が限定される現状がある。

2. 研究の目的

足指筋力は、高齢者のバランス能力や転倒と関連がある。しかし、現在の足指筋力の測定方法では、外反母趾のような足指に変形がある者の計測は不可能である。そこで、バランスを保とうとする際の「足指を床面に押し付ける」方法で足指筋力を計測できる測定器を開発する。本研究は、足指押圧力測定の臨床応用を可能とすること、転倒予防や移動能力維持を目的とした目標値等を提示することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) ひずみゲージを用いた足指圧迫力測定器の開発および測定方法の検討

健康若年者および健康高齢者を対象に、測定が安全に実施できるのかを確認した。測定を複数回実施しても痛みや疲労を起こすことはなく測定が可能であるか、安定した足指圧迫力の測定方法について検討した。また、測定値はどの程度までを採用することが妥当であるかを検討した。

足指圧迫力の測定値の信頼性および系統誤差について検証した。対象は通所リハビリテーションを利用する要介護高齢者 78 名 (82 ± 7 歳) とした。足指圧迫力の評価は足指押圧力測定器を用い、左右二回ずつ測定した。身体機能は、握力、大腿四頭筋筋力、足関節の底背屈筋力、CS-30 (the 30-second chair stand test)、開眼片脚立位時間、最大歩行速度、骨格筋量とした。測定値の再現性は級内相関係数 (ICC1, 1) を、系統誤差の確認は Bland-Altman 分析を用いた。立位での足指圧迫力の妥当性は各身体機能との関連を Pearson の相関係数から検討した。分析は R2.8.1 および SPSS 25 を用いた。

(2) 足指圧迫力の有用性の検証

足指把持力ならびに足指圧迫力と各身体機能との関連を比較検討した。対象は、通所リハビリテーションを利用している要介護高齢者 115 名 (男性 39 名、女性 76 名) とした。測定項目は、足指把持力、足指圧迫力、握力、大腿四頭筋筋力比、開眼片足立ち、CS-30、FRT (functional reach test)、EC-FRT (functional reach test with eyes closed)、TUG (timed up and go test)、5m 歩行時間とした。足指把持力ならびに足指圧迫力と各身体機能との関連を Spearman の順位相関係数から検討し、その相関係数の差の検定を行った。

高齢者の足指機能が過去一年間の転倒経験と関係するかを調査した。対象は地域在住の女性高齢者 25 名 (平均年齢 71 ± 5 歳) とした。足指機能は、足指押圧力、足指押圧力が最大値に到達するまでの所要時間 (最大値到達時間)、筋力発揮時の継時的波形を測定した。また、過去一年のあいだに経験した転倒経験ならびに転倒しそうになったニアミス経験について調査した。

足指圧迫力は身体機能の評価として有用なのか検証するために、足指圧迫力に影響を及ぼす要因を健康高齢者ならびに要介護高齢者別に比較検討することとした。対象は、在宅で生活している健康高齢者 118 名と要介護高齢者 95 名とした。測定項目は、足指圧迫力、握力、大腿四頭筋筋力、TUG、片足立ち時間、CS-30、歩行速度とした。足指圧迫力と各身体機能との関連を Pearson の相関係数から検討した。さらに、足指圧迫力に影響を及ぼす程度を比較するために、足指圧迫力を従属変数とした強制投入法による重回帰分析を行った。

足指圧迫力の臨床的有用性を確認するために、転倒リスクとの関係を検討した。対象は、通所リハビリテーションを利用する要介護高齢者 74 名とした。測定項目は立位での足指圧迫力、簡易転倒スコア (FRI-5)、握力、膝伸展筋力、足関節底背屈筋力、CS-30、開眼片脚立位時間、TUG、5m 最大歩行時間、骨格筋量、SMI、基本チェックリストとした。立位での足指圧迫力は、左右それぞれ最大値 (kgf) の合計を採用した。転倒リスクは、FRI-5 から転倒リスクあり群と転倒リスクなし群に分けた。転倒リスクの有無別に各測定項目を Mann-Whitney 検定で比較した。転倒リスクの有無と関係する要因を抽出するために、多重ロジスティック回帰分析で検討した。転倒リスクを判別するカットオフ値は ROC 曲線から算出した。統計解析は SPSS 25 を用いた。

4. 研究成果

(1) ひずみゲージを用いた足指押圧力測定器の開発および測定方法の検討

健康若年者を対象に、測定が安全に実施できるのかを確認した。今回、新たに開発した測定器は、プレートに荷重される圧をセンサーで捉えて電圧で感知する方法を採用している。そのため、プレートに体重を負荷すると足指筋力ではない要素が含まれてしまう。一方で、足指

圧迫力は、足底に荷重感覚が入力されないと足指の筋力を十分に発揮できなかった。このことから、センサー部分には足指のみが乗るように足部の位置を調整する必要があることが分かった。また、測定器に足部をベルトで固定することで、安定した足指筋力を発揮しやすくなることが明らかとなった。測定方法は、座位姿勢とし、体幹を動かさずに実施することとした。椅子座位にて測定した足指圧迫力は、計測を複数回実施しても痛みや疲労を起こすことはなく、安定した測定が可能であることを確認した。測定値は小数点1桁程度までを採用することが妥当であることを確認した。足指圧迫力の測定は、とくに高齢者の場合は足指の運動方法の説明が伝わりにくいことから、十分な説明と練習が求められることが明らかとなった。

足指圧迫力の測定値の信頼性および系統誤差について検証した。足指圧迫力は、右1回目 $10.5 \pm 5.8\text{kgf}$ 、2回目 $11.8 \pm 5.9\text{kgf}$ 、左1回目 $10.0 \pm 5.2\text{kgf}$ 、2回目 $10.6 \pm 5.9\text{kgf}$ であった。ICCは右が0.85 (95%CI: 0.77~0.90)、左が0.78 (0.67~0.85) であった。系統誤差は、右足指圧迫力にわずかに固定誤差の存在を認めたが、左足指圧迫力には固定誤差、比例誤差ともに認められなかった。右足指圧迫力に固定誤差が確認されたため LOA を求めた結果 -1.3kgf ($-2.0 \sim -0.7$) であった。SEMは右 2.1kgf 、左 2.6kgf であり MDCは右 5.8kgf 、左 7.2kgf であった。次に、足指圧迫力の妥当性は相関係数から中程度 ($r=0.4$) 以上の関連を検討した。右の足指圧迫力は、握力、大腿四頭筋筋力、背屈筋力、底屈筋力、骨格筋量と、左の足指圧迫力は、握力、大腿四頭筋筋力、背屈筋力、骨格筋量と、足指圧迫力左右合計値は、握力、大腿四頭筋筋力、背屈筋力、底屈筋力、骨格筋量と有意な相関が認められた。なお、左右の足指圧迫力ともに片脚立位時間、CS-30、最大歩行速度と中程度以上の相関は認められなかった。足指圧迫力の信頼性は、左右ともに ICCは高値であり十分な信頼性が確認された。安定した測定値を得るには2回ほど練習をしてから測定することが望ましいことが明らかとなった。次に、足指圧迫力は、握力、大腿四頭筋筋力、背屈筋力、底屈筋力、骨格筋量と中程度以上の相関が認められた。足指圧迫力は筋力の指標と関連があることが明らかとなった。

(2) 足指圧迫力の有用性の検証

足指把持力ならびに足指圧迫力と各身体機能との関連を比較検討した。通所リハビリテーションを利用している要介護高齢者115名全体で単相関分析を行った。その結果、足指把持力は握力、大腿四頭筋筋力、開眼片足立ち、CS-30、FRT、EC-FRT、TUG、5m歩行時間との間に有意な相関が認められた。また足指圧迫力は、握力、大腿四頭筋筋力、開眼片足立ち、CS-30、FRT、EC-FRT、TUG、5m歩行時間との間に有意な相関が認められた。次に、性別に分けて単相関分析を行った結果、男性の足指把持力は、握力、大腿四頭筋筋力、開眼片足立ち、CS-30、FRT、EC-FRT、5m歩行時間との間に有意な相関が認められた。男性の足指圧迫力は、握力、大腿四頭筋筋力、開眼片足立ち、CS-30、TUGとの間に有意な相関が認められた。女性の足指把持力は、握力、大腿四頭筋筋力、開眼片足立ち、CS-30、FRT、EC-FRT、TUG、5m歩行時間との間に有意な相関が認められた。女性の足指圧迫力は、握力、大腿四頭筋筋力、CS-30、FRT、EC-FRT、TUG、5m歩行速度時間との間に有意な相関が認められた。さらに、単相関分析から得られた足指把持力と足指圧迫力の各相関係数を差の検定により比較した。その結果、対象者全体では、すべての測定項目において有意差は認められなかった。性別に検討した結果、男性と女性ともに全ての測定項目において有意差は認められなかった。要介護高齢者の足指把持力と足指圧迫力は、身体機能の評価法としていずれも有用である可能性示された。

地域在住の女性高齢者25人のうち、過去一年のあいだに転倒とニアミスを経験した者は9人、転倒・ニアミスともに経験しなかった者は16人であった。転倒・ニアミスの発生率は36.0%であった。足指押力の平均値は $6.4 \pm 2.6\text{kgf}$ であり、足指押力の最大値到達時間は、平均 $4349.6 \pm 1617.5\text{msec}$ であった。転倒・ニアミスの有無別に足指押力を比較した結果、転倒あり群 ($4.6 \pm 2.4\text{kgf}$)の方が転倒なし群 ($7.4 \pm 2.3\text{kgf}$)よりも有意に低値であった。また、転倒・ニアミスの有無別に最大値到達時間を比較した結果、転倒あり群 ($4880 \pm 1494\text{msec}$)の方が、転倒なし群 ($3406 \pm 1448\text{msec}$)よりも有意に遅延していた。さらに、転倒・ニアミスあり群の波形は、筋力発揮時や脱力時にも上下に乱れて安定しなかったのに対し、転倒なし群の波形は滑らかに筋力を発揮し、また脱力できていた。足指機能は、地域在住の女性高齢者の転倒と関わりがある可能性が示された。

健常高齢者と要介護高齢者の足指圧迫力と各身体機能の相関分析の結果、健常高齢者の足指圧迫力は、各身体機能との間に有意な相関は認められなかった。だが、要介護高齢者の足指圧迫力は、相関係数が高い順に大腿四頭筋筋力 ($r=0.40$)、CS-30 ($r=0.39$)、握力 ($r=0.34$)、歩行速度 ($r=0.29$)、TUG ($r=-0.29$) との間に有意な相関を認めた。次に、足指圧迫力が反映する身体機能を検討した結果、健常高齢者の回帰式は有意に成立しなかった。一方、要介護高齢者で選択された項目は、大腿四頭筋筋力 ($=0.29$)、CS-30 ($=0.27$)、握力 ($=0.21$) であった。要介護高齢者の足指圧迫力は、握力、大腿四頭筋筋力、CS-30を反映していた。これらことから、足指圧迫力は身体能力に応じて足指圧迫力に影響を与える要因は異なることが明らかとなった。足指圧迫力は、要介護高齢者の筋力やバランス能力を反映する有用な指標であることが示された。

転倒リスクあり群は42名 (82 ± 8 歳)、転倒リスクなし群は33名 (82 ± 7 歳)であった。転倒リスクあり群と転倒リスクなし群の各測定項目を比較した結果、握力、足関節背屈筋力、立位での足指圧迫力、CS-30、TUG、歩行速度、基本チェックリストに有意差が認められた。口

ジスティック回帰分析の結果、選択された要因は立位での足指圧迫力（オッズ比:0.93, 95% CI:0.88~0.99）と基本チェックリスト（1.29:1.10~1.51）であった。モデル 2 検定は $p < 0.01$ と有意であり、各変数も有意であり、判別率的中率は 71.7% であった。転倒リスクの有無を判別する立位での足指圧迫力のカットオフ値は 24.1kg（AUC = 0.68, 感度 0.63, 特異度 0.73）であった。要介護高齢者の転倒リスクの有無を判別する要因は、立位での足指圧迫力測定と基本チェックリストであった。足指機能を評価した先行研究では、転倒経験がある地域在住高齢者の足指把握力は低値であることや、地域在住高齢者の足指圧迫力は、転倒ニアミスなし群よりも転倒ニアミスあり群の方が低値であると報告されている。今回、要介護高齢者の足指圧迫力においても同様の結果が得られ、本研究の結果は妥当であると考えられる。要介護高齢者の転倒リスクには、足指圧迫力が関係することが確認され、また転倒リスクの有無を判別するカットオフ値は 24.1 kg であることが明らかとなった。足指圧迫力は要介護高齢者の転倒リスクを判別できる可能性が示された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 12 件)

吉田祿彦、大田尾 浩、八谷瑞紀、井原雄彦、中村正造、大川裕行：要介護高齢者を対象とした簡易バランステストの開発と妥当性の検討、理学療法さが、5 巻、1-8、2019 年（査読有）、<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/sagapt/-char/ja>

八谷瑞紀、大田尾 浩、村田 伸、上城憲司、田中真一、古後晴基、久保温子、満丸望、大川裕行、溝田勝彦：健常女性高齢者の 50m ラウンド歩行テストに影響を及ぼす因子の検討、理学療法さが、5 巻、9-14、2019 年（査読有）、<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/sagapt/-char/ja>

満丸 望、平川信洋、山田道廣、八谷瑞紀、大田尾 浩：足関節へのテーピングが立位バランスへ及ぼす効果、理学療法さが、4 巻、1-6、2018 年（査読有）、https://doi.org/10.20813/sagapt.4.1_1

八谷瑞紀、上城憲司、大田尾 浩、田中真一、古後晴基、岸川由紀、久保温子、満丸 望、大川裕行、溝田勝彦：地域在住高齢者の認知機能と身体機能および注意機能との関係、理学療法さが、4 巻、13-18、2018 年（査読有）、https://doi.org/10.20813/sagapt.4.1_13

釜崎大志郎、大田尾 浩、八谷瑞紀、井原雄彦、中村正造、久保温子、大川裕行：要介護高齢者の足指把握力および足指圧迫力と身体機能との関連 - 足指機能評価の有用性の検証 -、理学療法さが、4 巻、31-36、2018 年（査読有）、https://doi.org/10.20813/sagapt.4.1_31

田中真一、上城憲司、大田尾 浩、八谷瑞紀、古後晴基、岸川由紀、久保温子、満丸 望、大川裕行、溝田勝彦：地域在住高齢者における認知機能と身体機能および活動との関連性について、理学療法さが、4 巻、41-45、2018 年（査読有）、https://doi.org/10.20813/sagapt.4.1_41

八谷瑞紀、村田 伸、大田尾 浩、井原雄彦、浅見豊子：要介護高齢者の 50m ラウンド歩行テストに影響を与える因子の検討、ヘルスプロモーション理学療法研究、7 巻、19-22、2017 年（査読有）、<https://doi.org/10.9759/hppt.7.19>

富永章寛、溝田勝彦、大田尾 浩：歩行能力テストとしての最大努力下での 8 の字歩行テスト（F8Wmax）の有用性に関する研究、ヘルスプロモーション理学療法研究、7 巻、85-89、2017 年（査読有）、<https://doi.org/10.9759/hppt.7.85>

稲富 渉、八谷瑞紀、大田尾 浩：地域在住高齢者における Timed Up & Go Test に影響を与える環境因子と測定誤差、理学療法さが、3 巻、17-22、2017 年（査読有）、http://doi.org/10.20813/sagapt.3.1_17

三牧由奈、大田尾 浩、八谷瑞紀、陣内健太、井原 雄彦：要介護高齢者の生活機能に影響を及ぼす要因、理学療法さが、3 巻、29-35、2017 年（査読有）、http://doi.org/10.20813/sagapt.3.1_29

小山沙也夏、大田尾 浩、宮原洋八、田中真一、岸川由紀、大川裕行：転倒する地域在住高齢者の反応時間は遅い、理学療法さが、3 巻、37-42、2017 年（査読有）、http://doi.org/10.20813/sagapt.3.1_37

真島翔平、大田尾 浩、久保温子、古後晴基、満丸 望、溝田勝彦：高齢者の転倒と足指機能との関係、理学療法さが、3 巻、43-49、2017 年（査読有）、http://doi.org/10.20813/sagapt.3.1_43

〔学会発表〕(計 12 件)

八谷瑞紀、大田尾 浩、上城憲司・他：地域在住高齢者における 50m ラウンド歩行テスト（50m-rwt）の年代別比較、第 55 回日本リハビリテーション医学会、2018 年

稲富 渉、大田尾 浩、永尾 晃彦・他：足指圧迫力低下に関わる要因 若年者・健常高齢者・要介護高齢者の比較、日本ヘルスプロモーション理学療法学会第 8 回学術集会、2018 年

永尾晃彦、大田尾 浩、八谷瑞紀・他：要介護高齢者における転倒経験の有無に影響を及ぼす要因、日本ヘルスプロモーション理学療法学会第 8 回学術集会、2018 年

野田真理子、八谷瑞紀、大田尾 浩・他：地域在住高齢者における要介護状態区分に影響を与える因子、第 26 回佐賀県理学療法士会学会、2018 年

稲富 渉、大田尾 浩、八谷瑞紀・他：足指圧迫力に影響を及ぼす身体機能 - 大学生・健常高

齢者・要介護高齢者の比較-、第26回佐賀県理学療法士会学会、2018年

永尾晃彦、大田尾 浩、八谷瑞紀・他：立ち上がり能力と身体機能との関連 -地域在住高齢者と要介護高齢者の比較 -、第26回佐賀県理学療法士会学会、2018年

手塚善貴、角 栄崇、大田尾 浩・他：高齢者における転倒の有無に影響を及ぼす要因の検討、第51回日本作業療法学会、2017年

永尾晃彦、大田尾 浩、八谷瑞紀・他：要介護高齢者における立ち上がり補助の有無に影響を及ぼす要因、第7回日本ヘルスプロモーション理学療法学会、2017年

富永章寛、溝田勝彦、大田尾 浩：最大努力下での8の字歩行テスト（F8Wmax）に影響を及ぼす要因、第7回日本ヘルスプロモーション理学療法学会、2017年

大田尾 浩、八谷瑞紀、井原雄彦・他：Functional reach test with eyes closed(EC-FRT)による転倒の判別 要介護高齢者を対象とした1年間の追跡調査、第52回日本理学療法学会（日本基礎理学療法学会）、2017年

八谷瑞紀、村田 伸、大田尾 浩・他：地域在住女性高齢者における50mラウンド歩行テストと身体機能との関連、第52回日本理学療法学会（日本基礎理学療法学会）、2017年

政所和也、大田尾 浩、八谷 瑞紀・他：地域在住高齢者の改訂外出頻度に影響を及ぼす要因、第52回日本理学療法学会（日本地域理学療法学会）、2017年

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：八谷 瑞紀

ローマ字氏名：(HACHIYA Mizuki)

所属研究機関名：西九州大学

部局名：リハビリテーション学部

職名：講師

研究者番号(8桁)：60610970

研究分担者氏名：村田 伸

ローマ字氏名：(MURATA Shin)

所属研究機関名：京都橘大学

部局名：健康科学部

職名：教授

研究者番号(8桁)：00389503

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。