

原著

足指把持筋力トレーニング時の短指屈筋と 短母指屈筋の筋活動量

佐野徳雄¹⁾, 中里愛未¹⁾, 柳川大悟¹⁾, 古畑瑞貴¹⁾,
寺本孝弘¹⁾, 竹内千紗¹⁾, 平賀篤¹⁾, 昇寛¹⁾²⁾

要旨: [目的] 足指把持筋力トレーニング (立位 3 種, 座位 3 種) の筋活動量を, 筋電図を用いて検討することを目的とした. [対象] 健康成人 19 名のボールを蹴る方の下肢とした. [方法] 測定項目は, 筋電計による筋電波形から取り込んだ積分筋電図とし, 導出筋は短指屈筋と短母指屈筋とした. 運動課題は 30 秒間実施し, 波形が安定した中間の 10 秒間を解析の対象とした. 統計的解析は, 運動課題毎の筋活動量の比較に多重比較検定を実施した. [結果] 立位運動課題は, 踵上げ運動の短指屈筋の筋活動量が, 体前倒し運動より優位に高かった. 座位運動課題では, 足指ジャンケン筋の筋活動量が, タオルギャザー, ビー玉掴みより短指屈筋, 短母指屈筋どちらも優位に高かった. [結語] 足指把持筋力トレーニング時の筋活動量は, 方法によって異なることが示唆された.

キーワード: 足指把持筋力トレーニング, 筋活動量, 短指屈筋

I. はじめに

高齢者の転倒や転倒による骨折は, 介護が必要となった原因の上位に含まれている¹⁾. 転倒は多くの要因が重複して発生するため, その原因を同定することは困難であるが, その一つに足指把持筋力が挙げられている.

二足歩行を行うヒトにとって, 足底が唯一の接地面であり, 足指および足底が立位活動に果たす役割は大きく, 特に足指把持筋力とバランス機能の関係

は多くの先行研究で報告されてきた. 木藤らは^{2,3)}, 足指把持筋力と動的姿勢制御能, 膝伸展筋力, Functional Reach Test, 10m歩行時間, Time Up and Go Test との相関関係を報告しており, 足指機能の評価の重要性を報告している. 村田らは^{4,5)}, 在宅障害高齢者を対象に, 転倒発生の危険因子を検討した結果, 足指把持筋力の低下が重要であるとしており, 実際に高齢者を対象に足指把持筋力トレーニングを実施した結果, トレーニングをしなかった群に比べ転倒率が有意に減少したと報告している⁶⁾. これら

1) 帝京科学大学医療科学部理学療法学科 〒409-0193 山梨県上野原市八ツ沢 2525 TEL:0554-63-4411 E-mail: n-sano@ntu.ac.jp

2) 帝京科学大学医療科学部柔道整復学科 〒405-0018 山梨県山梨市上神内川 1150-1 TEL:0553-23-1240

受付日 2016年11月24日 受理日 2017年2月7日

先行研究のように、足指把持筋力のトレーニング効果は多くの研究で報告されてきた。しかし、タオルギャザー、足指歩行、ビー玉やボール掴み、ゴムバンドを利用したトレーニングなど、足指把持筋力トレーニングとして一般的に行われているこれらの運動の筋活動量については明らかになっていない⁷⁻⁹⁾。

そこで本研究は、各足指把持筋力トレーニング時の筋活動量を比較検討することで、トレーニングを選択する際の一助とすることを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、下肢に整形外科的疾患や疼痛などがない健康成人 19 名（男性 14 名、女性 5 名）とした。なお、測定肢はボールを蹴る方とし、全対象で右側であった。対象の属性は、年齢 21.1 ± 0.7 歳、身長 166.5 ± 8.4 cm、体重 63.1 ± 11.4 kg であった。本研究は、帝京科学大学倫理審査委員会の承認を得て実施した（第 16014 号）。

2. 方法

立位での運動課題は、足指・踵荷重起立台（実用新案登録第 3201544 号、竹井機器工業株式会社）での静止立位保持（以下、足指踵荷重起立運動）、体前倒し運動、踵上げ運動、座位での運動課題は、タオルギャザー、足指ジャンケン、ビー玉掴みの各 3 種類とした。運動課題の順番はランダム化し、それぞれの測定は 5 分以上間隔を空けて実施した。

足指踵荷重起立運動は、足指・踵荷重起立台を使用し、上肢は下垂位、足指と踵部のみが接地した立位姿勢を開始肢位とした。足指・踵荷重起立台は、基盤、足指荷重台、踵荷重台の 3 部品からなり、足指荷重台と踵荷重台の位置は磁石により固定、調整することが可能である。基盤は横 360 mm、縦 330 mm、厚さ 10 mm、足指荷重台と踵荷重台は横 135 mm、縦 30 mm、厚さ 15 mm である（図 1）。対象者の足指と踵部の下に、足指荷重台と踵荷重台を置き、踏み台の上で立位保持させることで、足指と踵部のみが台に

接地する立位姿勢を強制的につくり出すことが出来る運動機器である。足指の伸展は深層筋膜の中央線維を伸張し、内側縦アーチに緊張を与えることができるため、短母指屈筋や短指屈筋などの足指屈筋群の筋収縮を誘発し、足指把持筋力の増強が望める^{10,11)}。開始姿位から膝、股関節は中間位に保持しながら踵を離さず足指に体重を乗せるように口頭にて指示し、状態が安定したことを確認してから測定した。

体前倒し運動は、両手掌を前方の壁に接地させ、測定下肢は膝、股関節伸展 0° とし、反対下肢は膝関節屈曲 90° で地面から浮かせた片脚立位姿勢を開始肢位とした。測定下肢の踵部を地面から離さず足指に体重を移動させるように口頭にて指示し、状態が安定したことを確認してから測定した。

踵上げ運動は、両手掌を前方の壁に接地させた立位姿勢を開始肢位とした。足関節を最大まで底屈させ膝、股関節伸展 0° を保持したまま踵部を床から離す。その際、足指に体重を乗せるため、身体を前方へ移動させるよう口頭で指示し、状態が安定したことを確認してから測定した。

タオルギャザーは、膝、股関節が屈曲 90° 、足関節底背屈 0° のいす座位を開始肢位とし、綿素材のタオル上に足指から踵部まで乗るようにセットした。踵が浮かないように口頭で説明し、タオルを足指の屈曲運動で手繰り寄せた状態で測定した。

足指ジャンケンは、5 指ともに屈曲させたグーの状態とした。膝、股関節が屈曲 90° となるいす座位を開始肢位とし、5 指を最大限屈曲させた状態で測定した。

ビー玉掴みは、膝、股関節が屈曲 90° となるいす座位を開始肢位とし、直径 17 mm、重さ 6.5 g のビー玉を母指と示指の屈曲で把持させ、宙に保持させた状態で測定した。

測定項目は、筋電計による筋電波形から取り込んだ積分筋電図 (integrated electromyography: IEMG) とし、導出筋は短指屈筋と短母指屈筋とした。Noraxon 社製テレマイオ DTS を用いて対象筋の筋電位を導出した。電極として銀/塩化銀型のディスポー

ダブル電極 (Ambu 社製ブルーセンサー) を、十分な皮膚前処理をした後、電極間距離を 35mm として、各筋の表層の皮膚上に貼付した。

各運動課題時の測定は 30 秒間とし、波形が安定した中間の 10 秒間を解析の対象とした。データの処理は、Noraxon 社製表面筋電図解析ソフトウェア MyoResearchXP を用いた。解析方法は、生波形における 30~100Hz の周波数帯域外に対してデジタルフィルター処理を行い整流化した後、運動課題時と最大随意等尺性収縮 (maximal voluntary contraction : MVC) 運動時の IEMG を求めた。課題運動時の IEMG を MVC 運動時の IEMG を用いて正規化し、これを %MVC とした。MVC の測定は、足指筋力測定器 II (竹井機器工業社製) を使用し、いす座位で等尺性運動を 30 秒間実施した。

統計的解析においては、立位トレーニングと座位

トレーニングの結果を分けて検討した。それぞれの運動課題時の短指屈筋と短母指屈筋の筋活動量の比較に Friedman 検定を、多重比較に Tukey 補正された Wilcoxon 符号付順位検定を用いた。統計ソフトウェアは JSTAT13.0 for Windows を使用し、有意水準は 5%未満とした。

III. 結果

立位運動課題時の筋活動量を表 1 に示す。踵上げ運動の短指屈筋の筋活動量は、体前倒し運動と比較して優位に高かった。

座位運動課題時の筋活動量を表 2 に示す。足指ジャンケンの筋活動量は、タオルギャザー、ビー玉掴みと比較して、短指屈筋、短母指屈筋どちらも優位に高かった。

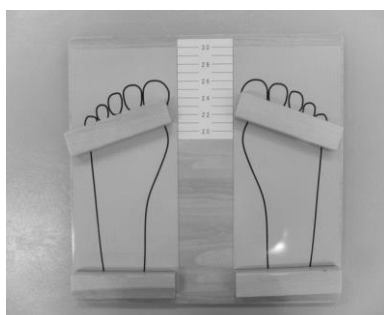


図1 足指・踵荷重起立台

表 1 立位運動課題時の筋活動量 (%MVC)

	短指屈筋	短母指屈筋
足指踵荷重起立運動	78.1 (58.7-120.4)	107.1 (55.6-154.0)
体前倒し運動	64.1 (43.0- 75.1)	84.8 (59.3-101.7)
踵上げ運動	86.7 (62.7-137.1)	79.0 (58.7-120.4)
中央値(四分位範囲)	* : p<0.05	

表 2 座位運動課題時の筋活動量 (%MVC)

	短指屈筋	短母指屈筋
タオルギャザー	13.0 (10.9- 22.3)	13.0 (10.0- 20.3)
足指ジャンケン	71.0 (36.4- 88.5)	63.9 (24.6- 78.6)
ビー玉掴み	21.1 (14.4- 29.5)	19.6 (14.4- 23.2)
中央値(四分位範囲)	* : p<0.05	

IV. 考察

本研究の結果から、足指把持筋力トレーニングによって短指屈筋、短母指屈筋の筋活動量が異なることが示唆された。

足指・踵荷重起立台を使用した足指踵荷重起立運動は、筋電計による筋電波形から取り込んだ積分筋電位を指標として検証した結果、短指屈筋の活動電位が有意に高値を示すことが認められ、足指把持筋力トレーニングに有効である可能性が示唆されていた¹¹⁾。本研究の結果より、従来のトレーニングである体前倒し運動と踵上げ運動時の筋活動量と有意な差はないことが明らかとなり、足指踵荷重起立運動は、従来の足指把持筋力トレーニングと遜色ない筋活動量を誘発することが示唆された。

体前倒し運動の短指屈筋の筋活動量が、踵上げ運動より低くなった要因として、支持基底面が関係していると考えた。体前倒し運動は踵部を床面から離さずに足指に体重を乗せるため、足指への荷重が不十分になる可能性がある。一方、踵上げ運動は、支持基底面中足指節関節より遠位部になるため、より足部への荷重が可能となると考えた。また、辻野らは¹²⁾、第1指と第2～5指の足指圧迫力と前方リーチ時の足圧中心位置の関係を調査した結果、最大傾斜時では第1指、第2～5指ともに関与するが、10度傾斜時では、第1指のみで、他の足指はほとんど関与していないことを報告している。つまり、体前倒し運動の筋活動量において短母指屈筋では有意差が認められず、短指屈筋でのみ有意に低くなった要因として、第2～5指の参加を十分に促通する負荷量がかけられなかった可能性が示唆された。

ビー玉掴みやタオルギャザーの筋活動量が、足指ジャンケンの筋活動量より低くなった要因として抵抗力の低さを考えた。タオルギャザーではタオル、ビー玉掴みではビー玉の質量が運動時の負荷量となる。従って、それ以上の負荷量を課すことはできず、足指に対する抵抗はないものの最大収縮を行う足指ジャンケンより優位に筋活動量が低くなったものと

考えた。その一方で、タオルギャザーとビー玉掴みは、重錘を使用するなど必要に応じて負荷量を増強させることが出来る。そのため、足指把持筋力の強弱に関わらず実施できる運動課題であることが示唆された。

本研究の限界として、対象者が健常成人であり、少数であることが挙げられるため、結果の解釈には限界がある。今後は高齢者を対象とした足指把持筋力トレーニングの運動特性について検討をする必要があると考える。

本研究は、6種類の足指把持筋力トレーニングの筋活動量について比較検討した。その結果、足指把持筋力トレーニングによって短指屈筋、短母指屈筋の筋活動量が異なることが示唆された。今後は高齢者での検討、トレーニング効果についても検討する必要があると考えられる。

文献

- 1) 厚生労働省：平成25年国民生活基礎調査の概況。
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-t-yosa/k-tyosa13/dl/16.pdf#search=> 国民生活基礎調査+転倒 (閲覧日2015年11月1日)。
- 2) 木藤伸宏, 土井秀俊, 三輪 恵・他：高齢者の易転倒性を予測する因子の抽出と、その予防の為に訓練法の開発。健康医科学研究助成論文集, 2000, 15: 25 - 36。
- 3) 木藤伸宏, 土井秀俊, 三輪 恵・他：高齢者の転倒予防としての足趾トレーニングの効果。理学療法科学, 2001, 28 (7): 313 - 319。
- 4) 村田 伸, 津田 彰, 稲谷ふみ枝・他：在宅障害高齢者の転倒に影響を及ぼす身体及び認知的要因。理学療法学, 2005, 32 (2): 88 - 95。
- 5) 村田 伸, 津田 彰：在宅障害高齢者の身体機能・認知機能と転倒発生要因に関する前向き研究。理学療法学, 2006, 33 (3): 97 - 104。
- 6) 村田 伸, 津田 彰：在宅障害後期高齢者に対する足把持力トレーニングの転倒予防効果。健康支援, 2005, 7 (1): 11 - 18。



- 7) 加辺憲人：足趾の機能. 理学療法科学, 2003, 18 (1) : 41 - 48
- 8) 金子諒, 藤澤真平, 佐々木誠：足指把持筋力トレーニングが最大速度歩行時の床反力に及ぼす影響. 理学療法科学, 2009, 24 (3) : 411 - 416.
- 9) 藤高紘平, 藤竹俊輔, 来田晃幸：大. 学サッカー選手の足部・足関節損傷に対する足部アーチ保持筋力トレーニングの効果. 理学療法科学, 2012, 27 (3) : 263 - 267.
- 10) 昇寛, 石川孝司, 松本泰章：足指・踵起立盤の考案と作製. 日本スポーツリハビリテーション学会誌, 2015, 4 : 35 - 37.
- 11) 嶋田裕司, 昇寛, 中山彰博・他：足指・踵荷重起立台の運動効果について一下肢筋の活動電位からみた影響—. 日本スポーツリハビリテーション学会誌, 2016, 5.
- 12) 辻野綾子, 田中則子：足趾圧迫力と前方リーチ動作時の足圧中心位置の関係. 理学療法科学, 2007, 22 (2) : 245-248.

Muscle activity of the flexor digitorum brevis and flexor hallucis brevis muscles during toe grasping muscle training

Norio Sano¹⁾, Aimi Nakazato¹⁾, Daigo Yanagawa¹⁾, Mizuki Huruhashi¹⁾, Takahiro Teramoto¹⁾,
Chisa Takeuchi¹⁾, Atsushi Hiraga¹⁾, Hiroshi Nobori²⁾

Abstract

[Purpose] The principal aim of the present study was to examine muscle activities during toe grasping muscle training (3 types each for the erect and sitting positions) by using electromyography. [Materials and methods] The dominant leg for kicking balls was studied in 19 healthy adults. The electromyographic waveform of the integrated electromyograms obtained from the recorded flexor digitorum brevis and flexor hallucis brevis muscles was the parameter measured. The motor task was performed for 30 seconds, and an intermediate 10-second interval of stable waveforms was used for analysis. Statistical analysis was performed for each motor task to compare the muscle activities by using a multiple comparison test. [Results] The motor tasks in the erect position involved lifting heel exercises, during which the muscle activity of the flexor digitorum brevis muscle was significantly higher than during tilt forward exercises. During motor tasks in the sitting position, the muscle activity of the flexor digitorum brevis and flexor hallucis brevis muscles were significantly higher during the “rock-paper-scissors” task than during the towel gathering or “grasping marbles” task with the toes. [Conclusions] Our study results indicate that muscle activity during toe grasping muscle training varies depending on the method.

Key words : toe grasping muscle training, muscle activities, flexor digitorum brevis

1) Department of Physical Therapy, Faculty of Medical Sciences, Teikyo University of Science: 2525 Yatsusawa, Uenohara-shi, Yamanashi, 409-0193 Japan. TEL: +81 554-63-4411

2) Department of judo Therapy, Faculty of Medical Sciences, Teikyo University of Science: 1150-1 Kamikanogawa, Yamanashi-shi, Yamanashi, 405-0018 Japan. TEL: +81 553-23-1240