低座面高での端坐位姿勢が足趾把持力発揮に及ぼす影響について Influence of toe-gripping action in the sitting position at low seat height

相馬 正之¹⁾, 村田 伸²⁾, 大田尾 浩³⁾, 甲斐 義浩²⁾

中江 秀幸¹⁾, 佐藤 洋介¹⁾, 村田 潤⁴⁾

Masayuki Soma¹⁾, Shin Murata²⁾, Hiroshi Otao³⁾, Yoshihiro Kai²⁾

Hideyuki Nakae¹⁾, Yousuke Satou¹⁾, Jun Murata⁴⁾

要旨：〔目的〕本研究は、適切な足趾把持力の測定肢位を検討するため、低座面高での端坐位姿勢が足趾把持力と足趾把持力発揮時の筋活動量に及ぼす影響を検討した。〔対象・方法〕健康成人女性20名を対象とした。足趾把持力の測定肢位は、股・膝関節90度屈曲位座位姿勢および20cm 台に着座した低座面高での端坐位姿勢の2条件とした。測定項目は、足趾把持力および足趾把持力発揮時の大腿直筋と大腿二頭筋長頭および前脛骨筋と腓腹筋内側頭の筋活動量を算出した。〔結果〕足趾把持力は、股・膝関節90度屈曲位座位姿勢に比べ低座面高での端坐位姿勢が有意に低値を示した。また、低座面高での端坐位姿勢における足趾把持力発揮時の筋活動は、大腿直筋および前脛骨筋の筋活動が、股・膝関節90度屈曲位座位姿勢に比べ有意に高値を示した。〔結語〕このことから低座面高での端坐位姿勢は、足趾把持力発揮時に拮抗筋の筋活動量が増加し、筋力発揮を妨げることで、足趾把持力が低値を示すことが示唆された。

キーワード：足趾把持力, 低座面高での端坐位姿勢, 筋活動量

Abstract: [Purpose] This study aimed to determine the influence of toe grip strength exertion in the sitting position at low seat height on toe grip strength and muscle activity in order to identify the appropriate measurement position. [Subject and Methods] The study subjects were 20 healthy women. We compared toe grip strength and muscle activity between two positions, hip and knee joints at 90° flexion position on the edge of a seat and sitting position at low seat height. The activities of the following leg muscles were recorded: rectus femoris, biceps femoris, medial head of the gastrocnemius, and tibialis anterior. We then calculated the percent integrated electromyography values during toe gripping. [Results] We found that toe grip strength was significantly lower in the sitting position at low seat height than when the hip and knee joints were at 90° flexion. Moreover, the percent integrated electromyography values of the rectus femoris and tibialis anterior in the sitting position at low seat height were significantly higher than those of the hip and knee joints at 90° flexion. [Conclusion] The results of this study suggest that the toe grip strength in the sitting position at low seat height was kept low to inhibit the increase in muscle activity.

Key words: toe grip strength, sitting position at low seat height, muscle activity

受付日：2020年3月18日, 採択日：2020年4月17日

¹⁾ 東北福祉大学健康科学部リハビリテーション学科：〒981-8522 宮城県仙台市青葉区国見1-8-1

Tel : 022-233-3111 FAX : 022-233-3113

E-mail: souma@tfu-mail.tfu.ac.jp

:1-8-1, Kunimi, Aoba-ku, Sendai-city, 981-8522, Japan Tel: 022-233-3111 FAX: 022-233-3113

E-mail : souma@tfu-mail.tfu.ac.jp

²⁾ 京都橘大学健康科学部理学療法学科

³⁾ 西九州大学リハビリテーション学科

⁴⁾ 長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科保健学専攻

I. はじめに

超高齢社会に突入した我が国では、平均寿命のみならず健康寿命を延伸させるための支援や対策が急務となっている¹⁾。そのため、各自治体においては介護保険制度における各種サービスのみならず、栄養指導や身体活動・運動指導の機会として、体力測定会の実施など様々な取り組みがなされている。

近年、床面に唯一接地する足部の足趾機能が重要であるという視点から、身体機能評価の1つとして足趾把持力の測定が行われている²⁻⁵⁾。先行研究では、足趾把持力の低下は転倒リスクを2.55倍高めること²⁾や、自力歩行が可能な在宅障害高齢者に対し、3カ月間、4回以上/週の頻度で足趾把持力トレーニングすることで足趾把持力の向上が得られ、転倒経験者数が減少すること³⁾が示されている。これらのことから、足趾把持力は転倒リスクの評価指標となりうることや足趾把持力への介入が転倒予防に有用であることが示されている。しかし、測定肢位の検討についての報告は少なく⁶⁻⁹⁾、十分な検討がなされていない。

現在、足趾把持力の測定は、端座位、体幹垂直位、股および膝関節を90度屈曲し、足関節底背屈中間位(以下、股・膝関節90度屈曲位座位姿勢)で行うことが多い²⁻⁵⁾。足趾把持力における測定肢位を検討した報告では、座位姿勢が立位姿勢と同等に筋力発揮でき⁶⁾、足関節の肢位については、背屈位および中間位が底屈位よりも最大発揮しやすく⁷⁾、足部内旋位、中間位、外旋位の足角度変化は足趾把持力値に影響を及ぼさないことが報告⁸⁾されている。膝関節に焦点を当てた報告では、股関節90度屈曲・膝関節伸展位の測定姿勢が、股・膝関節90度屈曲位よりも足趾把持力が低値を示すことが報告⁹⁾されている。また、再現性の観点からは、現行の測定肢位が立位や股関節90度屈曲・膝関節伸展位よりも再現性が良好であることが示されている⁹⁾。以上のことから、現行の測定肢位である股・膝関節90度屈曲位座位姿勢は、足趾把持力の適切な測定肢位と考えられる。この肢位で測定するためには、個人ごとに電動昇降ベッドなどを用いて座面の高さを調整する必要がある。しかし、体力測定会などで足趾把持力を測定する場合、既製品の椅子を用いることが多いため、適切な肢位が確保されていない可能性がある。座面が高く、測定肢位が股・膝関節90度屈曲未満の対象者については台を足底に設置し調整することが可能であるが、座面が低い場合は調整が困難であることが多い。

そこで本研究では、現行の股・膝関節90度屈曲位座

位姿勢および低座面高での端坐位姿勢で測定した足趾把持力値や下肢の筋活動量の相違を明らかにし、低座面高での端坐位姿勢が足趾把持力と足趾把持力発揮時の筋活動量に及ぼす影響を検討した。

II. 対象・方法

1. 対 象

対象は、健康成人女性20名とした。いずれも下肢に整形外科的疾患や疼痛などの既往は認められなかった。対象者の年齢は平均 21.0 ± 0.5 歳、身長は平均 155.1 ± 33.4 cm、体重は平均 53.1 ± 5.4 kgであった。対象者には研究の趣旨と内容、得られたデータは研究の目的以外には使用しないこと、および個人情報の漏洩に注意することについて十分に説明し、理解を得たうえで協力を求めた。また、研究への参加は自由意志であり、被験者にならなくても不利益にならないことを口頭と書面で説明し、同意を得て研究を開始した。なお、本研究は、所属機関の研究倫理委員会の承認(RS 160706)を受けて実施した。

2. 方 法

測定項目は、股・膝関節90度屈曲位座位姿勢および低座面高での端坐位姿勢から得られる足趾把持力と、その際に発揮される大腿直筋、大腿二頭筋長頭、前脛骨筋、腓腹筋内側頭の筋活動量とした。

足趾把持力の測定には、足指把持力測定器(竹井機器工業社製、T.K.K. 3362)を用いた。測定肢位は、股・膝関節90度屈曲位座位姿勢および低座面高での端坐位姿勢の2条件とした。股・膝関節90度屈曲位座位姿勢は、端座位、体幹垂直位、股・膝関節を90度屈曲位、足関節底背屈中間位とした。低座面姿勢は、730 mm (W) × 400 mm (D) のエクササイズブロックの20cm 台(酒井医療社製、EXB-100)を用いた座位姿勢とした(図1)。なお、2条件ともに足関節ベルトで固定して測定を行った。課題遂行の順序による影響を相殺するために、対象者毎に測定順を変えランダムに測定した。把持バーの調整は、被験者の第1中足趾関節の位置に合わせ、十分に習得させた後、休息をとりながら利き足で2回ずつ測定し、その最大値(kg)を採用した。利き足の定義はボールを蹴る足とし、対象者の全員が右側であった。

筋活動量の測定には表面筋電計(Noraxon社製、TeleMyoG 2)を用い、サンプリング周波数は1,000Hzとした。各筋の電極貼付部位は、Perottoの記述¹⁰⁾に

図1 低座面高での端坐位姿勢

低座面姿勢は、730mm (W)×400mm (D) のエクササイズブロックの20cm 台を用いた座位姿勢とした

準じて貼付し、電極間距離は2 cm とした。大腿直筋では膝蓋骨上縁と上前腸骨棘を結んだ中点、大腿二頭筋長頭では腓骨頭と座骨結節を結んだ中点、前脛骨筋では脛骨粗面より4横指遠位部で脛骨稜より1横指外側、腓腹筋内側頭では膝窩皮線より5横指遠位部で内側の筋腹にそれぞれ貼付した。筋電信号の導出には、解析ソフト (Noraxon 社製、MyoResearch XP) を用い、20–500Hz の帯域通過フィルターを適応して、あらかじめ筋電信号からノイズを除去した。導出された筋電信号は、全波整流処理を行ったのち、足趾把持力発揮3秒間の中間1秒間の積分筋電 (Integrated Electromyogram : IEMG) を求めた。得られた IEMG は、足趾把持力発揮の測定肢位で測定した各筋の最大随意等尺性収縮 (Maximum Voluntary contraction : MVC) の値を基準に正規化 (%IEMG) を行った。

統計処理は、統計ソフトウェア (SPSS Statistics Version 23.0, IBM 社) を使用した。2条件における足趾把持力および足趾把持力発揮時の大腿直筋と大腿二頭筋長頭、前脛骨筋、腓腹筋内側頭の %IEMG の比較には対応のある t 検定を用い、有意水準を5 % として検討した。

III. 結 果

表1に股・膝関節90度屈曲位座位姿勢および低座面高での端坐位姿勢における足趾把持力とその際の下肢4筋の %IEMG を示す。足趾把持力は、股・膝関節90

表1 各姿勢における足趾把持力および大腿部と下腿部の %IEMG

	股・膝関節90度 屈曲位座位姿勢	低座面高での 座位姿勢
足趾把持力 (kg)	19.6±4.8*	14.6±3.4
大腿直筋 (%IEMG)	4.7±4.1*	9.6±10.3
大腿二頭筋 (%IEMG)	24.9±12.6	29.6±15.8
前脛骨筋 (%IEMG)	32.7±21.4*	39.9±18.3
腓腹筋内側頭 (%IEMG)	24.5±11.6	20.5±3.13

paired t test

n=20. Mean ±standard deviation (SD)

*p<0.05

度屈曲位座位姿勢に比べ低座面高での端坐位姿勢が有意に低値を示した (p<0.05)。また、低座面高での端坐位姿勢における足趾把持力発揮時の筋活動は、大腿二頭筋と腓腹筋内側頭には有意差が認められなかったが、大腿直筋と前脛骨筋の %IEMG は、股・膝関節90度屈曲位座位姿勢に比べ有意に高値を示した (p<0.05)。

IV. 考 察

本研究では、低座面高での端坐位姿勢が足趾把持力と足趾把持力発揮時の筋活動量に及ぼす影響を検討した。その結果、低座面高での端坐位姿勢では、足趾把持力が有意に低値を示し、大腿直筋および前脛骨筋の %IEMG が、股・膝関節90度屈曲位座位姿勢に比べ有意に高値を示した。このことから低座面高での端坐位姿勢は、足趾把持力発揮時に拮抗筋の筋活動量が増加し、筋力発揮を妨げることで、足趾把持力が低値を示すことが示唆された。

本結果では、低座面高での端坐位姿勢が股・膝関節90度屈曲位座位姿勢よりも足趾把持力が有意に低値を示した。この要因の1つとして、足関節安定性の減少を推察した。健康成人女性が20cm 台に着座した姿勢では、足関節が底屈位を呈す。足関節は距腿関節であり、距骨滑車と脛骨の下関節面、その両側に続く脛骨の内果関節面および外果関節面 (果間関節窩) より構成され、距骨滑車は前方より後方の幅が広いいため、底屈位では距骨滑車と果間関節窩が弱まり、関節に遊びが生じる¹¹⁾。一方、背屈位では、距腿関節は果間関節窩にはまり込むため関節の遊びは生じず、安定性が得られる¹¹⁾。また、足趾把持力発揮時には、踵部を支点として足趾を屈曲するため、足関節が背屈位へと偏位する。しかし、低座面高での端坐位姿勢では、重心が後方偏位するため、足趾把持力発揮時に足関節背屈方向への運動が生じにくく、足関節安定性が得られない。

これらのことが、強い足趾把持力を発揮できない要因と考えられた。

本研究において、低座面高での端坐位姿勢における大腿直筋および前脛骨筋の%IEMGが、股・膝関節90度屈曲位の座位姿勢に比べ有意に高値を示した。大腿直筋および前脛骨筋の筋活動は、足趾把持力発揮時に共同作用する大腿二頭筋長頭、腓腹筋に拮抗することで、膝関節および足関節の安定性に寄与すると考えられている^{12,13)}。低座面高での端坐位姿勢での足趾把持力発揮時には、大腿直筋の筋長が静止長よりも伸長され、前脛骨筋の筋長が静止長より短縮される¹⁴⁾。そのため筋力発揮時には、筋長が静止長より減弱したことによる筋力発揮の減弱を補うため運動単位の活動増加やインパルスの同期化¹⁵⁾が生じて筋活動が高まったものと考えられた。

本研究の結果から、低座面高での端坐位姿勢では、足趾把持力が低値となることが示された。そのため、体力測定会などで低座面高の椅子を使用し得た測定値と他の測定データと比較する際は、一概に比較できないことに留意する必要性が示された。本研究は、皮膚抵抗の影響やアーチファクト、近傍にある筋からのクロストークの影響など、表面筋電図特有の問題点がある。また本研究の対象者は健常若年女性に限られており、本結果が幅広い年齢層に該当するとは限らない。今後は、虚弱高齢者や男性など被験者による影響について検討することが課題である。

引用文献

- 1) 福永哲夫, 宮下和久: 体力科学の躍進で健康づくりを支援し健康寿命を延伸させる. 体力科学, 2016, 65(1): 14.
- 2) 村田伸, 忽那龍雄: 在宅障害高齢者の足把持力と転倒との関連性. 国立大学理学療法士学会誌, 2003, 24: 8-13.
- 3) 村田伸, 忽那龍雄: 在宅障害高齢者に対する転倒予防対策—足把持力トレーニング. 日本在宅ケア学会誌, 2004, 7(2): 67-74.
- 4) 新井智之, 藤田博暁, 細井俊希・他: 地域在住高齢者における足趾把持力の年齢, 性別および運動機能との関連. 理学療法学, 2011, 38(7): 489-496.
- 5) 半田幸子, 堀内邦雄, 青木和夫: 足趾把握筋力の測定と立位姿勢調整に及ぼす影響の研究. 人間工学, 2004, 40(3): 139-147.
- 6) 中江秀幸, 村田伸, 甲斐義浩・他: 端座位と立位における足趾把持力と足関節周囲筋の筋活動の比較. ヘルスプロモーション理学療法研究, 2013, 3(1): 11-14.
- 7) 相馬正之, 村田伸, 甲斐義浩・他: 足関節の角度変化による足趾把持力の比較. ヘルスプロモーション理学療法研究, 2013, 3(1): 21-23.
- 8) Soma M, Murata S, Kai Y, et al.: Strength and muscle ac-

低座面高での端坐位姿勢が足趾把持力発揮に及ぼす影響について

- tivities during the toe-gripping action: comparison of ankle angle in the horizontal plane between the sitting upright and standing positions. J. Phys. Ther. Sci 28(3), 2016: 992-995.
- 9) Soma M, Murata S, Kai Y, et al.: An examination of limb position for measuring toe-grip strength. J. Phys. Ther. Sci 26(12), 2014: 1955-1957.
 - 10) Aldo O. Perotto: 筋電図のための解剖ガイド—四肢・体幹—第3版. 西村書店, 東京, 2007, 140-155.
 - 11) Neumann DA: 筋骨格系のキネシオロジー原著第2版. 医歯薬出版, 東京, 2005, 636-641.
 - 12) Soma M, Murata S, Kai Y, et al.: Activity of the Femoral Muscles during Toe-gripping Action. J. Phys. Ther. Sci 26(10), 2014: 1619-1621.
 - 13) 相馬正之, 村田伸, 甲斐義浩・他: 足趾把持力発揮時における下腿筋の筋活動. 理学療法科学, 2013, 28(4): 491-494.
 - 14) 中村隆一・斉藤宏: 基礎運動学第6版. 医歯薬出版, 東京, 2008, 76-78.
 - 15) 大畑光司, 市橋則明: 大腿四頭筋の筋疲労による筋活動比の変化について. 京都大学医学部保健学科紀要: 健康科学, 2006, 2: 15-19.