

異なる測定姿勢における足把持力の比較

Comparison of toe-gripping strength in different measurement postures

山田 健二*, 須藤 明治**

Kenji YAMADA* and Akiharu SUDO**

Abstract

The purpose of this study was to compare toe-gripping strength in different measurement postures. Subjects were 179 healthy university students (147 males, 32 females). Toe-gripping strength in one foot was measured with an instrument to measure toe strength. Measurement postures were seated in a chair, standing, and seated with the legs extended. The highest measurement from three attempts in each posture was used as the toe-gripping strength. Toe-gripping strength was greatest when standing, less when sitting in a chair, and least when seated with the legs extended, and toe-gripping strength differed significantly among the three postures. Results revealed that toe-gripping strength is affected by the measurement posture. In addition, results suggested that toe-gripping strength may be affected by the body's center of gravity. The current results may prove of use as basic data on toe-gripping strength.

Key words; toe-gripping strength, measurement posture

I. 研究背景および研究目的

二足歩行を行うヒトにとって、足底や足趾は地面と接する重要な役割を持ち、安定した立位姿勢を保つ上で、足で物をつかむ力、いわゆる足把持力は必要不可欠なものである。近年になり、握力計を改良して作成した足趾把持力測定器の開発^{1, 7, 8, 12)}などが進み、高齢者の転倒予防対策を中心として足把持力が注目されるようになった。村田¹⁰⁾は転倒の危険因子とされる身体機能（下

肢筋力、柔軟性、足底感覚など）と足把持力との関係から、足把持力の低下は転倒の危険因子となりうることを報告し、高齢者における転倒経験群と非経験群では、転倒経験群の方が非経験群に比べて足把持力が低いことを示唆している¹¹⁾。また、足把持力は歩行における推進力^{4, 6)}や離地時の後方へのキック⁵⁾と関係している可能性が報告されており、歩行においても重要であると考えられる。これらのことから、高齢者における足把持力は姿勢の保持や歩行時の転倒などに影響している一つ

* 国士舘大学体育学部附属体育研究所 (Institute of Health, Physical Education and Sport Science, School of Physical Education, Kokushikan University)

** 国士舘大学体育学部 (Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

の要因であると考えられている。また、若年健常者に対し、足把持力と静的および動的平衡能力との関係において、静的バランス能力よりも動的な平衡能力において足把持力が重要である可能性が示唆されている^{2, 4)}。若年者における50m走の疾走速度と足把持力との関係において、裸足と靴での疾走条件ともに正の相関関係が認められている¹⁶⁾。足把持力の向上を目的とした竹井ら¹⁴⁾の研究により、タオルギャザーなどを用いた足把持トレーニングによって、約4週間で足把持力を有意に向上させることができると報告している。さらに、宇佐波ら¹⁵⁾の若齢健常者に対して足把持トレーニングを行った研究において、50m走や垂直跳びの記録の向上を報告している。これらの研究のように、足把持力は高齢者の転倒の予防だけでなく、走能力や跳能力などの運動能力の向上にも有効であることが考えられ、日常生活から運動やスポーツなど多くの場面で重要となるのではないかと考えられる。

足把持力の研究が進んでいる一方で、これまでの足把持力を計測している研究^{14, 7-15)}では、椅座位（端座位）での計測がほとんどである。立位姿勢の保持や歩行などに重要であると足把持力が報告されているにも関わらず、立位や長座位などの異なる姿勢との比較をした報告は少なく、姿勢の違いにより足把持力が異なるかという知見は、あまり見かけられない。立位や椅座位などの荷重下では体重などの影響を受けることから非荷重下の長座位姿勢についても検討することで、非荷重下での足把持力を明らかにできるのではないかと考えられる。そこで、本研究は足把持力への測定姿勢の影響について比較検討することを目的とした。

II. 研究方法

i. 被験者

本研究における被験者は、大学生男子147名および女性32名の計179名であった（Table 1）。実験を開始するにあたり、口頭にて研究の目的、方法および実験に伴う安全性に関して、十分な説明を行った後に実験参加の同意を得た。

ii. 測定方法

足把持力の測定は、足趾筋力測定器 T.K.K.3362（竹井機器工業社製）を用いて計測した。この測定器は、足趾をかけるバーに指をかけ、手の握力の測定と同様に足指を屈曲することによって力発揮し、足趾の等尺性筋力を計測するものである。また、被験者によって利き足が異なるが、甲斐ら³⁾や村田ら¹²⁾によって利き足と非利き足といった左右差は認められないことが明らかとなっている。そのため、本測定は被験者の把持しやすい任意の片足とし、把持バーを被験者の第1中足指節関節に合うように調整した¹⁶⁾。測定姿勢は立位（膝関節伸展位、足関節底背屈0°）、椅座位（膝関節90°屈曲位、足関節底背屈0°）、長座位（膝関節伸展位、足関節底背屈0°）とし、この順に異なる3つの姿勢で最大努力にて3回ずつの測定を行い、3回のうち最も高い値を代表値として採用した。それぞれの姿勢において、非測定足の高さが水平になるよう測定器の高さに調整したマットを使用した。なお、足把持力発揮に慣れるため、数回の練習の後に計測を行った。手の握力測定などと同様に体幹や膝、足関節の代償運動が生じないようにするため、椅座位時に椅子の端を握る、

Table 1. Physical characteristics of subjects

	n	Age (yrs)	Body height (cm)	Body weight (kg)	BMI (kg/m ²)	%Fat (%)
Male	147	20.2±0.4	173.0±6.2	71.6±12.1	23.9±3.5	12.9±4.6
Female	32	20.3±1.6	160.1±4.6	58.2±10.0	22.7±3.4	24.4±6.7

BMI;Body mass index

Values are mean ± S.D..

立位時に膝を曲げる、長座位時に手を体の後方の床につくなどの動作を行わないように、手は大腿に添えるもしくは身体の横に自然に下ろすよう指示をした。身体の高い動作や踵が浮いてしまった際には失敗試技とし、休憩をした後に再度計測した。

iii. 統計処理

各測定項目の値は、平均値±標準偏差で示した。統計処理はエクセル統計2010にて行った。足把持力および体重に対する足把持力における椅座位、立位および長座位の姿勢の違いによる比較には、一元配置分散分析を行い、Bonferroniの多重比較検定を用いて分析した。いずれも有意水準は危険率5%をもって有意とした。

Ⅲ. 結果

足把持力について椅座位、立位、長座位の異なる3つの姿勢で比較を行った。その結果、椅座位 15.8 ± 4.4 (kg)、立位 21.6 ± 6.0 (kg)、長座位 13.4 ± 4.0 (kg) であり、立位・椅座位・長座位の順に足把持力が高く、それぞれの測定姿勢の間に有意な差が認められた ($p < 0.001$) (Fig. 1)。なお、椅座位に対する立位と長座位のそれぞれの割合では、立位が136.9%であり、長座位が85.1%であった。また、体重に対する足把持力については、椅座位 0.228 ± 0.050 (kg)、立位 0.313 ± 0.074 (kg)、長座位 0.196 ± 0.055 (kg) であり、絶対値と同様の有意差が認められた ($p < 0.001$) (Fig. 2)。

体重と測定姿勢の足把持力との関係において、足把持力と全ての姿勢との間に正の相関関係が認められた ($p < 0.001$) (Fig. 3)。

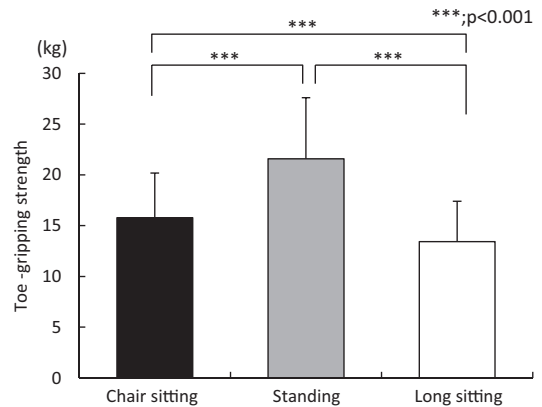


Fig.1 Comparison of toe-gripping strength in measurement postures.

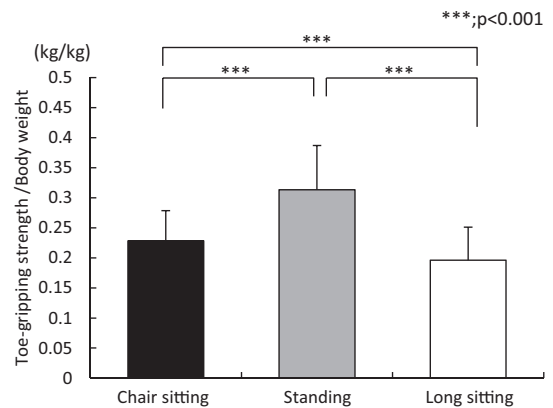


Fig.2 Comparison of relative value of toe-gripping strength in measurement postures.

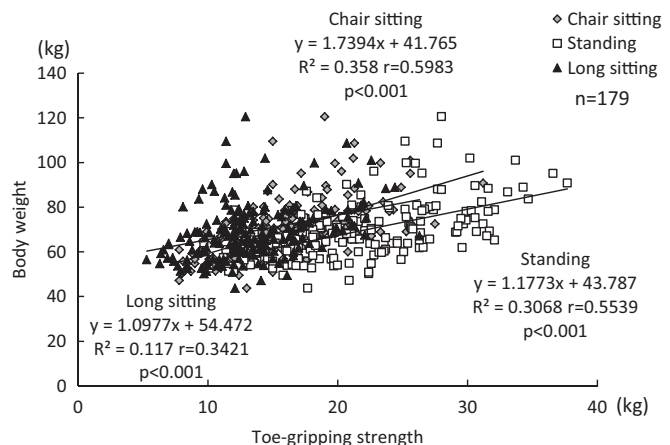


Fig.3 Relationship between body weight and toe-gripping strength in measurement postures.

Ⅳ. 考 察

近年になって足で物をつかむ力である足把持力が注目され始め、平衡感覚との関係やトレーニング効果を中心とした運動能力との関係について研究がされている。甲斐ら³⁾や村田ら¹²⁾の研究においては機能脚と支持脚や利き足と非利き足などについて検討され、足把持力には左右による差が存在しないことを明らかにしており、測定足の比較についての報告は見られる。これまでの足把持力を研究しているほとんどが椅座位における片足での測定を行っており、立位や長座位といった姿勢の違いによる検討は見当たらない。足把持力が立位姿勢での平衡性能力や歩行において重要であると報告されているにもかかわらず、立位をはじめとした異なる姿勢での足把持力が椅座位とどの程度異なるのかについて検討されておらず、これらを明らかにすることは足把持力の知見を広げるうえで重要であると考えられる。そこで、本研究では足把持力について椅座位と立位、長座位の姿勢の違いによる比較を行った。その結果、立位、椅座位、長座位の順に足把持力は高値を示し、それぞれの姿勢の間に有意な差が認められた ($p < 0.001$)。また、椅座位の足把持力を基準とした際の立位の割合は約40%高く、長座位では約15%低かった。椅座位では膝関節90°屈曲位、足関節背底屈0°にて実施し、非測定足に関しては地面に接地するようにし、手で椅子をつかまないように考慮し、足把持力の計測を行っている他の研究と同様の方法にて実施していた。立位では、マットを使用することで非測定足の高さを測定器と揃えていた。しかし、把持をする際に非測定足側に重心をのせていた可能性も考えられ、それにより測定足に踏ん張りが利きやすくなっていたことで高い値を示したのではないかと推察された。また、椅座位では端座位のため足部の前方に重心をのせにくいと考えられるが、立位では足部の前方に重心を移動して把持できることもあり、椅座位よりも高い値を示したのではないかと考えられる。この点につい

ては、足圧などについての検討が必要であると考えられる。長座位においては、両足の膝関節を伸展している状態で行った。足把持力と体重との関係について検討した結果、全ての姿勢で正の相関関係が認められ、先行研究においても同様の結果が得られている。このことから長座位では、椅座位や立位と異なり自体重の影響を受けにくいことにより足把持力が低い値を示した要因なのではないかと考えられた。しかしながら、本研究の結果において、体重で除した足把持力の相対値においても絶対値と同様の結果が得られた。この要因として、体重の影響だけでなく、把持をする際の身体重心の位置および重心移動しやすい姿勢であるのかという点も足把持力に影響を及ぼす可能性があるのではないかと推察された。本研究の限界について、足把持力の測定時における非測定足の位置については配慮を行ったが、測定時の身体重心についての検討は行っていないことである。これについては身体重心についての測定も今後の課題としていきたい。

以上のことから、足把持力は姿勢によって異なり、立位、椅座位、長座位の順に高いことが明らかになり、測定時の身体重心の影響を受ける可能性が示唆された。足把持力は姿勢維持や歩行などの荷重下において発揮される筋力であることから、継続した検討が必要であると考えられた。

引用文献

- 1) 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: 139-147.
- 2) 加辺憲人, 黒澤和生, 西田裕介・他: 足趾が動的姿勢制御に果たす役割に関する研究. 理学療法学, 2002, 17 (3): 199-204.
- 3) 甲斐義浩, 村田伸, 田中真一: 利き足と非利き足における足把持力および大腿四頭筋筋力の比較. 理学療法科学, 2007, 22 (3): 365-368.
- 4) 木藤伸宏, 井原秀俊, 三輪恵・他: 高齢者の転倒予防としての足指トレーニングの効果. 理学療法学, 2001, 28 (7): 313-319.
- 5) 前田明, 西薮秀嗣, 江橋博・他: 歩行運動時の中足指節関節の可動がキック力発揮に及ぼす影響.

- Ann Physiol Anthropol, 1993, 12 (6) : 371-378.
- 6) Mann RA : The function of the toes in walking, jogging and running. Clin Orthop Relat Res, 1979, 142 : 24-28.
 - 7) 三輪恵, 井原俊秀 : 足指・足底把持力測定器. 関節外科, 1995, 1 : 41-43.
 - 8) 村田伸, 忽那龍雄 : 足把持力測定の試み—測定器の作成と測定値の再現性の検討—. 理学療法科学, 2002, 17 (4) : 243-247.
 - 9) 村田伸, 忽那龍雄 : 足把持力に影響を及ぼす因子と足把持力の予測. 理学療法科学, 2003, 18 (4) : 207-212.
 - 10) 村田伸 : 開眼片足立ち位での重心動揺と足部機能との関連—健康女性を対象とした検討—. 理学療法科学, 2004, 19 (3) : 245-249.
 - 11) 村田伸, 津田彰, 稲谷ふみ枝・他 : 在宅障害高齢者の注意と転倒との関連. 久留米大学心理学研究, 2005, 4 : 61-70.
 - 12) 村田伸, 甲斐義浩, 田中真一・他 : ひずみゲージを用いた足把持力測定機の開発. 理学療法科学, 2006, 21 (4) : 363-367.
 - 13) 村田伸, 甲斐義浩, 田中真一・他 : 健康成人と高齢者における足把持機能の比較. 理学療法科学, 2007, 22 (3) : 341-344.
 - 14) 竹井和人, 村田伸, 甲斐義浩・他 : 足把持力トレーニングの効果. 理学療法科学, 2011, 26 (1) : 79-81.
 - 15) 宇佐波政輝, 中山彰一, 高柳清美 : 足趾屈筋群の筋力増強が粗大筋力や動的運動に及ぼす影響—足趾把持訓練を用いて—. 九州スポーツ会誌, 1994, 6 : 81-85.
 - 16) 山田健二, 須藤明治 : 足把持力と疾走速度との関係. 理学療法科学, 2015, 20 (4) : 519-521.