

# 足趾把持力計を幼児に用いた場合の妥当性，信頼性

## および客観性の検討

日置佑輔<sup>1)</sup>，春日晃章<sup>2)</sup>，坂本拓巳<sup>1)</sup>，野末拓夢<sup>1)</sup>，小島莉緒<sup>1)</sup>，木村夏佳<sup>1)</sup>  
浅川正堂<sup>1)</sup>，上田真也<sup>2)</sup>，林 陵平<sup>2)</sup>

Examination of validity, reliability and objectivity when using a toe muscle strength meter for  
young children

Yusuke Hioki<sup>1)</sup>，Kosho Kasuga<sup>2)</sup>，Takumi Sakamoto<sup>1)</sup>，Hiromu Nozue<sup>1)</sup>  
Rio Kojima<sup>1)</sup>，Natsuka Kimura<sup>1)</sup>，Seido Asakawa<sup>1)</sup>，Shinya Ueda<sup>2)</sup>，Ryohei Hayashi<sup>2)</sup>

- 1) 岐阜大学教育学研究科  
Graduate School of Education, Gifu University
- 2) 岐阜大学教育学部  
Faculty of Education, Gifu University

キーワード：足趾把持力，幼児，妥当性，信頼性，客観性

Key words : Toe muscle strength, young children, validity, reliability, objectivity

### I. 緒言

地面に接地する一部であるヒトの足趾は，ヒトが安定した立位活動を行う上で重要な機能を有している．その中でも足趾把持力は，静止立位時および前傾姿勢の安定性との関係（藤原ほか，1982），片脚立位時の安定性との関係（山口ほか，1989）などが明らかとなっている．また，足趾把持力のトレーニングを行うことで歩行速度や歩幅が改善するという報告（相馬ほか，2012）も存在しており，足趾把持力は姿勢制御や歩行の際に重要な役割を担っていることが考えられる．さらには，二足歩行をするヒトの場合，足趾筋力は転倒軽減に重要な役割を果たすこと（新井ほか，2011），高齢者のうち，転倒経験者では足趾把持力が低下していること（木藤ほか，2001），足趾把持力の強化を行うことにより，転倒経験者数が減

少すること（村田ほか，2004）なども報告されており，高齢者の転倒と足趾把持力の関係も明らかにされている．一方，運動と足趾把持力の関係については，若年健常者を対象に足趾把持練習を行ったところ，50 m 走や垂直跳びなどの動的全身運動に対して好結果を与えたという報告（宇佐波ほか，1994），健常成人に対して足趾・足底練習を行い，反復横跳び，立ち幅跳び記録が改善したという報告（井原ほか，1995, 1997）がされている．加えて，一般成人や中学生を対象とした，足趾筋力とプレス型跳躍能力との関係（Goldmann et al, 2012; Hashimoto et al, 2014; Otsuka et al, 2015），さらにはアスリートのリバウンド型跳躍能力と足趾筋力の関係（湯浅ほか，2019）が明らかにされている．これらのことから，足趾把持力は，姿勢制御や歩行運動および転倒予防など，生活活動に

関するものだけに留まらず、動的全身運動に対しても影響を及ぼしていることが考えられる。

ヒトの足部は、幼児期に形成されると言われており（下枝ほか，1996），歩く，走る，跳ぶといった足部を用いる基礎的な運動が可能となるのも幼児期である（Gallahue，2009）．このことから，幼児期において足趾把持力を測定し，運動能力との関連を明らかにすることは重要であると考えられる．しかし，これまでの足趾把持力に関する研究では，高齢者の転倒と足趾把持力に焦点を当てたものが多く，その対象は高齢者を中心とする成人がほとんどであった．また，幼児の足趾筋力を測定するための適切な器具が開発されていない（田中，2016；関ほか，2014）ために，これまでに児童や幼児を対象とした足趾把持力に関する研究はあまり行われていない．上述した通り，近年の足趾把持力に関する研究では，中学生や一般成人，アスリートの運動能力との関係も明らかにされつつあり，幼児や児童においても足趾把持力について測定・評価していくことは，子どもから高齢者までにおける足趾把持力の特性を明らかにするために重要になると考えられる．そこで，本研究の目的は，改良した足指筋力計を用いて幼児の足趾把持力を測定し，幼児における足趾筋力測定の妥当性，信頼性，客観性を検討することとした．

## II. 研究方法

### 1) 対象者

G 県 G 市内にある幼稚園に在籍する年長男児 50 名（身長： $1.07 \pm 0.04$  m；体重： $18.4 \pm 1.97$  kg）を対象とした．

### 2) 測定項目および統計処理

#### (1) 足趾把持力

足趾把持力の測定には，足指筋力測定器 II（T.K.K.3364b，竹井機器工業）を用い，先行研究（村田・忽那，2002；Soma et al.，2014；浮田・出村，2019）を参考に，対象者の姿勢は体幹垂直

位，股関節約 90 度，膝関節約 90 度，足関節背屈約 0 度とした．把持バーを対象者の第 1 中指骨の位置に合うように調節し，右足のみ 2 回ずつ，2 人の測定者によって計 4 回の測定を行った．また，足関節の内反や底屈などの代償運動が生じないように踵部を固定するため，高さ約 6 cm，幅約 13 cm，厚さ約 4.5 cm の補助材（ゴム製）を測定器の踵あて部分に取り付けた（図 1）．なお，対象者には測定前に足趾を握る動作を数回練習させた．



図 1 幼児の足のサイズに合うように補助材を取り付けた，足指筋力測定器 II（竹井機器）

#### (2) 妥当性の検討

本研究では，静的筋力の指標である握力，筋持久力の指標である体支持持続時間，神経機能を代表する反復横跳び，柔軟性を代表する長座体前屈，走・跳・投に代表される運動能力として 25m 走，立ち幅跳び，ソフトボール投げの 7 項目からなる幼児用体力テストの結果と幼児の足趾把持力との関係から妥当性を検討した．幼児用体力テストについては，春日（2009）が提唱する方法を用いた．なお，本研究の足趾把持力測定が行われた時点では，年長時の体力テストを行っていなかったため，対象者が年中の時点で行われた体力テストのデータを分析データとして用いた．

対象 50 名の足趾把持力を 0.5 歳区分（4～9 月生まれと 10～3 月生まれ）で T スコア化した．また，7 項目の幼児用体力テストの測定値を 0.5 歳区分で T スコア化し，更に各項目における T スコアを平均した値を体力総合得点として算出した．

T スコア化した足趾把持力と体力総合得点および T スコア化した体力テストの項目（握力、体支持持続時間、反復横跳び、長座体前屈、25m 走、立ち幅跳び、ソフトボール投げ）間における Pearson の積率相関係数から検討を行った。

### (3) 信頼性の検討

信頼性については、測定者 A の 1 回目測定値と 2 回目測定値間、測定者 B の 1 回目測定値と 2 回目測定値間の級内相関係数を用いて検討した。

### (4) 客観性の検討

客観性については、測定者 A の 1 回目測定値と測定者 B の 1 回目測定値間の、測定者 A の 2 回目測定値と測定者 B の 2 回目測定値間の級内相関係数を用いて検討した。

なお、本研究における統計的有意水準はすべて 5% 未満とした。



図 2 足趾把持力の測定の様子

## Ⅲ. 結果

表 1 には、T スコア化した足趾把持力と、体力総合得点、体力測定項目（握力、体支持持続時間、反復横跳び、長座体前屈、25m 走、立ち幅跳び、ソフトボール投げ）および体重との間における相関係数を示した。これら 9 つの項目のうち、体力総合得点 ( $r = 0.421$ )、握力 ( $r = 0.429$ )、25 m 走

( $r=0.329$ )、立ち幅跳び ( $r=0.436$ )、体重 ( $r=0.383$ ) において、有意な正の相関が認められた。

表 2 には、足趾把持力測定における検者内信頼性級内相関係数 (1, 1) を示した。検者 A における級内相関係数は 0.846、検者 B における級内相関係数は 0.909 であった。

表 3 には、足趾把持力測定における客観性の指標として、各検者における測定 1 回目および 2 回目の測定値間の級内相関係数を示した。両検者における測定 1 回目の級内相関係数は 0.720、測定 2 回目の級内相関係数は 0.757 であった。

表 1 足趾把持力に対する相関係数

測定項目	足趾把持力	
体力総合得点	$r = 0.421$	*
握力	$r = 0.429$	*
25m走	$r = 0.329$	*
立ち幅跳び	$r = 0.436$	*
反復横跳び	$r = 0.217$	
ソフトボール投げ	$r = 0.271$	
体支持持続時間	$r = 0.089$	
長座体前屈	$r = 0.184$	
体重	$r = 0.383$	*

\* : $p < 0.05$

表 2 検者内信頼性

測定者	A	B
級内相関係数	0.846*	0.909*

\* : $p < 0.05$

表 3 各試行間における客観性

試行	1-3	2-4
級内相関係数	0.720*	0.757*

\* : $p < 0.05$

## Ⅳ. 考察

本研究では、補助材を取り付けた足指筋力計を用いて、幼児の足趾把持力を測定し、幼児におけ

る足趾把持力測定の妥当性、信頼性、客観性を検討した。

妥当性について、T スコア化した足趾把持力と体力総合得点および体力測定における7つの測定項目（握力、体支持持続時間、反復横跳び、長座体前屈、25m 走、立ち幅跳び、ソフトボール投げ）の相関係数を手掛かりに検討した。その結果、足趾把持力と体力総合得点 ( $r=0.421$ ) との間に有意な相関関係が認められた（表 1）。体力総合得点は、体力測定における7項目のT スコアの平均値であり、この値が高い者ほど体力が優れているといえる。小学生を対象とした、足趾把持力と体力の関係を明らかにした研究においても、足趾把持力と体力テストの総合得点との間に相関関係が認められており（関ほか、2014）、本研究の結果は先行研究と同様の傾向であった。また、測定項目ごとに見ると、足趾把持力と握力 ( $r=0.429$ )、25 m 走 ( $r=0.329$ )、立ち幅跳び ( $r=0.436$ ) との間に有意な相関関係が認められた（表 1）。幼児から高齢者まで、幅広い年齢を対象とした先行研究において、足趾把持力と握力（関ほか、2014；安藤ほか、2016；半田ほか、2004）、25 m 走（関ほか、2014；Morita et al, 2015；山田ほか、2017）および立ち幅跳び（関ほか、2014；Morita et al, 2015；木村ほか、2018）との関係が認められることが報告されている。これらのことから、本研究での方法を用いて幼児の足趾把持力を測定した場合においても、小学生や成人、高齢者を測定した場合と同様の傾向が見られ、妥当な測定値が得られる測定法であることが示された。

次に、信頼性について、同一検者における1回目測定値と2回目測定値の間の級内相関係数を手掛かりに検討した。その結果、検者Aにおける級内相関係数は0.846、検者Bにおける級内相関係数は0.909であり、両検者とも有意な相関が認められた。個人測定に可能な信頼性係数は0.80-0.89とされており（松井ほか、1982）、一般に、級内相関係数0.7以上の場合信頼性は普通、0.8以上の場

合信頼性は良好、0.9以上の場合信頼性は優秀とされている（今井ほか、2004）。本研究における結果は、検者Aで良好、検者Bで優秀であり、この条件を満たしているために信頼性は担保されていると考えられる。また、先行研究において、成人を対象に足指筋力測定器IIを用いて測定を行った際の検者内信頼性級内相関係数は0.93であることが報告されている（三浦ほか、2016）。本研究の信頼性級内相関係数はこの値に対して僅かに低い値を示したものの、上述のことを考慮すると本研究の測定は信頼性が得られる方法であることが考えられる。

次に、客観性について、検者Aの1回目測定値と検者Bの1回目測定値間の、検者Aの2回目測定値と検者Bの2回目測定値間の級内相関係数を手掛かりに検討した。その結果、両検者における1回目測定値の級内相関係数は0.720、2回目測定値の級内相関係数は0.757であり、1回目測定値および2回目測定値ともに有意な相関が認められた。クラーク（1977）によると、個人測定にほぼ満足できる客観性係数は0.80-0.89、集団測定には0.70-0.79である。この基準を考慮すると、本研究での級内相関係数は集団測定に適用しうることが推察される。したがって、本研究で用いた方法での幼児の足趾筋力測定は客観性が高く、異なる検者が測定を行ってもある程度信頼できる値が得られると考えられる。

以上のことから、足指筋力計を用いて幼児の足趾把持力を測定した場合にも、妥当性、信頼性、客観性が担保できることが考えられる。また、本研究では足趾把持力と静的筋力の指標である握力、走・跳を代表する運動である25 m 走および立ち幅跳びとの間に相関が認められたが、その相関の強さは中程度の相関であった。したがって、足趾把持力は静的筋力や走・跳の運動能力とある程度相関はするものの、幼児用体力テストにおける握力、25 m 走および立ち幅跳びでは捉えられていない部分の体力を測定している可能性がある。今後、

足趾把持力の特性をさらに明らかにしていくためにも、幼児においても足趾把持力を測定することが重要だと考えられる。

## V. まとめ

本研究は、補助材を取り付けた足指筋力計を用いて、幼児の足趾把持力を測定し、幼児における足趾把持力測定の妥当性、信頼性、客観性を検討した。本研究で得られた結果は以下の通りである。

- 1) 足趾把持力と体力総合得点 ( $r=0.421$ )、握力 ( $r=0.429$ )、25 m 走 ( $r=0.329$ )、立ち幅跳び ( $r=0.436$ ) との間に有意な相関関係が認められた。
- 2) 補助材を取り付けた足指筋力計を用いた幼児の足趾把持力測定信頼性は、検者 A で 0.846、検者 B で 0.909 と高い相関関係を示した。
- 3) 異なる検者における測定値間の相関係数は 0.720-0.757 であり、中程度の相関関係であった。

以上の結果から、補助材を取り付けた足指筋力計を用いて、幼児の足趾把持力を測定した場合、妥当性、客観性、信頼性が得られ、幼児の足趾把持力測定が可能であることが示された。

## VI. 引用参考文献

- 藤原勝夫・池上晴夫・岡田守彦・小山吉明：立位姿勢の安定性における年齢および下肢の関与。人類学雑誌, 90 (4) : 385-399, 1982.
- 山口光国・入谷 誠・大野範夫・永井 聡・山寄 勉・福井 勉：片脚起立時での足趾屈筋群の役割について。理学療法のための運動生理, 4 (2) : 65-69, 1989.
- 相馬正之・五十嵐健文・工藤 渉・中江秀幸・安彦鉄平：足趾把持力トレーニングが Functional Reach Test や最大 1 歩幅、歩行能力に与える影響について。ヘルスプロモーション理学療法研究, 2 (2) : 59-63, 2012.
- 新井智之・藤田博暁・細井俊希・森田泰裕・石橋英

明：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, 38 (7) : 489-496, 2011.

木藤伸宏・井原秀俊・三輪 恵・神谷秀樹・島沢真一・馬場八千代・田口直彦：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, 28 (7) : 313-319, 2001.

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—健常女性を対象とした検討—。理学療法科学, 19 (3) : 245-249, 2004.

宇佐波正輝・中山彰一・高柳清美：足趾屈筋群の筋力強化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—。九州スポーツ学会誌, 6 : 81-85, 1994.

井原秀俊・吉田拓也・高柳清美・三輪 恵・濱田哲郎・石橋敏郎・高山正伸：足指・足底訓練が筋力・筋反応・バランス能に及ぼす効果。日本整形外科スポーツ医学会雑誌, 15 (2) : 268, 1995.

井原秀俊・三輪 恵・石橋敏郎・高柳清美・川蔦真人：足指訓練の持続効果—訓練中止 3 ヶ月後の検討—。整形外科と災害外科, 46 (2) : 393-397, 1997.

Goldmann JP., Sanno M., Willwacher S., Heinrich K., Brüggemann GP. : The potential of toe flexor muscles to enhance performance. J. Sports Sci., 31 (4) : 424-433, 2013.

Hashimoto T., Sakuraba K. : Strength Training for the Intrinsic Flexor Muscles of the Foot: Effects on Muscle Strength, the Foot Arch, and Dynamic Parameters Before and After the Training. J. Phys. Ther. Sci. 26 (3) : 373-376, 2014.

Otsuka M., Yamaguchi J., Kurihara T., Morita N., Isaka T. : Toe flexor strength and lower-limb physical performance in adolescent. Gazz. Med. Ital. 174 : 307-313, 2015.

湯浅 康・栗原俊之・積山和明・小澤 翔・有賀誠司・小山孟志・伊坂忠夫：アスリートにおける方

- 向および様式の異なる跳躍能力と足趾筋力の関係—足趾筋力発揮時の中足趾節関節角度に着目して—。体力科学, 68 (1) : 83-90, 2019.
- 下枝恭子・佐藤雅人・佐藤栄作・梅村元子：幼児の足底アーチの発達と靴の調査 第2報. 靴の医学, 10 : 162-164, 1994.
- Gallahue D L. 杉原 隆 (監訳) : 幼少年期の体育 (第3版). 大修館書店 : 57-87, 2009.
- 田中 瑛 : 幼児期における足指筋力と身体的特徴について. 大阪物療大学紀要, 4 : 23-27, 2016.
- 関 耕二・米嶋美智子・西田彰訓・露木亮人 : 小学生の足指筋力と体力や生活習慣の関係について. 地域学論集, 18 (1) : 41-48, 2014.
- 村田 伸・忽那龍雄 : 足趾把握力測定を試み—測定器の作成と測定値の再現性の検討—. 理学療法科学, 17 (4) : 243-247, 2002.
- Soma M., Murata S., Kai Y., Nakae H., Satou Y. : An Examination of Limb Position for Measuring Toe-grip Strength. J. Phys. Ther. Sci., 26 : 1955-1957, 2014.
- 浮田咲子・出村慎一 : 浮き趾の有る子どもと無い子どもの足裏形態及び足趾筋力の比較. 発育発達研究, 82 : 25-33, 2019.
- 春日 晃章 : 幼児期における体力差の縦断的推移 : 3年間の追跡データに基づいて. 発育発達研究, 41 : 17-27, 2009.
- 安藤彰朗・原 丈貴 : 女子短期大学生における足趾把持筋力の頻度分布と体力との関係. 島根県立大学短期大学部松江キャンパス研究紀要, 54 : 45-49, 2016.
- Morita N., Yamauchi J., Kurihara T., Fukuoka R., Otsuka M., Okuda T., Ishizawa N., Nakajima T., Nakamichi R., Matsuno S., Kamiie S., Shhide N., Kambayashi I., Shinkaiya H. : Toe flexor strength and foot arch height in children. J. Phys. Ther. Sci., 27 : 3533-3536, 2015.
- 山田悟史・館 俊樹・木村憂子 : 幼児の25 m 走における足指筋力の影響. 環境と経営 : 静岡産業大学論集, 23 (2) : 65-69, 2017.
- 木村憂子・山田悟史 : 幼児の立ち幅跳びにおける足指筋力要素の影響. スポーツと人間, 2 (2) : 43-47, 2018.
- 松井三雄・水野忠文・江橋慎四郎 : 体育測定法 (第21版). 杏林書院, 1982.
- 今井 樹・潮見泰藏 : 理学療法研究における“評価の信頼性”の検査法. 理学療法科学, 19 (3) : 261-265, 2004.
- 三浦紗世・世古俊明・隈元庸夫 : 握力計を用いた足趾把持測定法の再現性と妥当性の検討. 理学療法科学, 31 (6) : 847-850, 2016.
- H・ハリンソン・クラーク : 栗本関夫訳 : 保健・体育への測定の活用. ベースボールマガジン社 : 29-38, 1977.