

原 著

# 体重計を用いた下肢の粗大筋力簡易測定法の開発

那須 乗斗<sup>1)</sup>, 安藤 正志<sup>2)</sup>

**要旨：**[はじめに] 本研究の目的は、市販体重計を用いて、簡易的に測定可能なように開発した下肢筋力の測定方法の信頼性と妥当性を検討することである。[方法] 対象は、大学生 25 名（平均年齢  $1.4 \pm 0.9$  歳）であった。被検者は、ベッドに、股・膝関節  $90^\circ$  の端坐位をとり、足底に市販体重計を置いて測定された。足底で体重計を 3 秒間押させ、両足を 2 回ずつ測定し、それぞれの最大値を下肢支持力 (kg) とした。また、腸腰筋、ハムストリングス、大腿四頭筋、大殿筋、中殿筋の 5 つの筋を Daniels の徒手筋力検査法 (MMT) に基づいて、ハンドヘルドダイナモメーター (HHD, 酒井医療製) を使用して測定した。左右の合計値をそれぞれの筋力値とした。体重計の再現性は級内相関係数、下肢支持力と各下肢筋との関係はピアソンの相関係数を使用して統計処理し検討した。[結果] 体重計を用いた 2 回の測定値との間には有為差は認められなかった。また級内相関係数は右下肢  $r=0.95$ 、左下肢  $r=0.96$  と非常に高い再現性を示した。下肢支持力と各下肢筋 MMT との相関は、中殿筋 ( $r=0.68$ )、ハムストリングス ( $r=0.66$ )、腸腰筋 ( $r=0.52$ )、大腿四頭筋 ( $r=0.51$ ) でいずれも有為な正の相関が認められた ( $p<0.01$ )。[考察と結論] 考案した体重計の下肢支持力測定に高い再現性が見られた。また、下肢筋群との間で有為な正の相関が認められた。これらのことから、考案した下肢の粗大筋力方法の信頼性と妥当性が確認できた。

キーワード：下肢筋力、体重計、筋力測定

## I. はじめに

加齢による筋力の低下<sup>1)</sup>は、日常生活活動 (Activities of daily living : ADL) の低下をきたし、要支援・要介護状態へつながっていくことが知られている<sup>1,2)</sup>。一方、介護する者も高齢化が進んでおり、家族の介護や看護を理由として離職・転職する者も少なくない<sup>3)</sup>。こうしたことから、高齢者が

高い ADL 能力を維持し健康寿命を延伸することが重要である。

Bassey (1998) はランダムに選ばれた 65 歳以上の男女を対象に、握力、肩関節可動域、体重、ADL 状況などを 4 年後、8 年後と縦断的に調査しベースラインとの比較を行った<sup>4)</sup>。その結果、8 年間において筋力は 1 年につき 2% 低下し、ADL 状況も筋力の低下に伴い低下したと報告している。こ

1) 一般社団法人スポーツ能力発見協会 〒173-0023 東京都板橋区大山町 17-4

2) 法政大学 スポーツ健康学部・同研究科

受付日 2020 年 12 月 17 日 受理日 2021 年 2 月 15 日

のように、加齢による筋力の低下は、避けられない生理学的な変化である。

池添ら（1997）は養護老人ホーム利用者を対象に、階段昇降、入浴動作、歩行、トイレ動作、移乗動作に必要な下肢筋力について膝伸展筋力を代表値として、自立している群（以下、自立群）、介助や監視が必要な群（以下、介助群）に分類して検討した<sup>5)</sup>。その結果、階段昇降、入浴動作、歩行、トイレ動作、移乗動作の全ての項目において、自立群の筋力の方が介助群よりも有意に大きい値を示した。これにより、起居移動動作が自立するためには、ある程度高い水準の膝伸展筋力が必要であることを報告している。

特に高齢者に関連した、歩行動作などADLと下肢筋力について述べた研究報告は多い。池添ら（1997）によれば、入浴動作・歩行動作・トイレ動作・移乗動作を自立させるためには体重の44～45%程度、また階段昇降の自立ではこれよりやや高い水準である48%程度の膝伸展筋力が必要であると述べており<sup>5)</sup>、実際にそれぞれの自立した日常生活動作を実行するにあたり、どれだけの筋力が必要になるかの指標を調べた報告も少なくない。

このようにADLと各動作における個々の筋力との関連は多く調査研究されており、筋力の低下はADLの低下の大きな原因であると考えられている。

これらのことから普段から自らの下肢筋力値を知っておくことは、健康寿命を維持するうえで大切な指標である。しかしながら、自分自身の下肢筋力を把握している人は、ほとんどいない。

これは、下肢筋力を測定するためには、等速筋力測定器やダイナモメーターなど、高価な測定機材、あるいは複雑な測定方法などが必要であり、病院や研究所など以外で容易に測定できないことが原因である。

そこで今回、健康意識や健康改善への取り組みを促すことにつながる、家庭でも日常的に測定可能な条件内での下肢筋力のモニター方法として、体重計を用いた下肢粗大筋力測定法を考案し、下肢全体の筋力としての信頼性と妥当性を検討した。

## II. 方 法

対象は、下肢に障害のない大学生25名（男性17名、女性8名）で、平均年齢は $21.4 \pm 0.9$ 歳であった。対象者には研究の趣旨と内容について十分に説明し、同意を得た後に計測を開始した。

運動療法ベッド（高田社製ベッドTB-674-01）に端坐位をとり足底に市販体重計（BC-316、TANITA）を置き、足底接地した状態で股・膝関節屈曲90°になるようにベッドの高さを調整し、ベッドと膝窩部との間を拳1個分空けた。測定開始の合図とともに、一側下肢で体重計を下垂直方向に最大努力下で3秒間かけてゆっくり押してもらった。この時、体幹の前屈・側屈の動きは制限せず、体重計を押しやすい姿勢をとらせたが、臀部をベッドから完全に浮かないように留意させた。この時、腕は胸の前でクロスさせ、腕による条件の違いが起きないように留意した。また、体幹を前屈した際に肘で大腿部を押さないように事前に説明した。

測定は、3秒間かけてゆっくり体重計を押させ体重計の値が安定した時点を測定値として判断し記録した。両足を2回ずつ計4回測定し、左右それぞれの最大値を合計した値を下肢支持力（kg）とした。なお、測定値の再現性を検討するため、1回目の測定から少し時間を置いた後に2回目の測定を行った。

また下肢の粗大筋力を知るために、股屈曲筋力（腸腰筋）、膝屈曲筋力（ハムストリングス）、膝伸展筋力（大腿四頭筋）、股伸展筋力（大殿筋）、股外転筋力（中殿筋）の5つの下肢筋を、酒井医療製の徒手筋力計モービィ MT-100ハンドヘルドダイナモメーター（HHD）を用いてダニエルらのMMTの手順に従い測定を行った。この5つの下肢筋は左右それぞれ1回ずつ測定し、左右測った値の合計値をそれぞれの筋力値として用いた。各筋のHHDを用いた測定方法は表1の通りである。

### 分析方法

体重計により得られた測定値の再現性は級内相関

表1 HHDを使用した測定手順

- 腸腰筋：座位、体幹を固定するため検査台に上肢で支持する。骨盤を固定し、被験者には膝を天井の方へ上げるように力を加えるように指示した。大腿部遠位部にHHDをあて、膝を真下に押し下げるようにして抵抗を加えた。
- ハムストリングス：ベッドに伏臥位・下腿中間位で膝関節屈曲角度45°屈曲位を開始肢位とした。骨盤を固定し、大腿を浮かさず、踵をお尻につけるようにして膝関節屈曲運動を行ってもらった。足関節より近位部で下腿後面にHHDをあて、測定を行った。
- 大腿四頭筋：座位で体幹を軽く後傾させ、上肢は座面を支持した状態を開始肢位とした。大腿骨遠位部を固定し、膝を伸ばすようにして踵を天井の方に近づけるように力を加えるように指示した。足関節近位部の下腿前面にHHDをあて、測定を行った。
- 大殿筋：伏臥位にて膝関節屈曲位を開始肢位とし、骨盤を固定したまま足を天井の方へ上げるように力を加えるように指示した。大腿骨遠位部にHHDをあて、測定を行った。
- 中殿筋：検査側を上側にし、検査側下肢は股関節中間位もしくは軽度屈曲位を測定開始肢位とした。骨盤を固定し、膝を伸ばしたまま足を天井の方にあげてもらうようにして力を加えてもらうように指示をした。膝関節より近位部の大殿筋外側面にHHDをあて、測定を行った。

表2 体重計による測定値（右下肢）

変数	1試行		2試行		ICC	F (1, 25, 0.05)
	M	SD	M	SD		
重量(kg)	31.6	8.4	31.7	9.2	0.947	0.4 n.s.

M:平均値、SD:標準偏差。F:1要因分散分析のF値(水準間および誤差の自由度、有意水準),  
n.s. : p>0.842.

表3 体重計による測定値（左下肢）

変数	1試行		2試行		ICC	F (1, 25, 0.05)
	M	SD	M	SD		
重量(kg)	32.2	7.8	32.3	7.3	0.959	0.2 n.s.

M:平均値、SD:標準偏差。F:1要因分散分析のF値(水準間および誤差の自由度、有意水準),  
n.s. : p>0.658.

係数を用いて検討した。また、下肢支持力の妥当性を検討するため、下肢支持力と各筋との関連性をピアソンの相関係数を求めて検討した。

### III. 結 果

測定値の再現性を検討した結果を表2、3に示す。右下肢、左下肢のそれぞれについて、1回目の測定値と、2回目の測定値との間には有意差は認められず、級内相関係数は右下肢0.947、左下肢0.959と高かった。

### 下肢支持力と各下肢筋との関連

各下肢筋の筋力と下肢支持力との関連性は表4の通りであった。各下肢筋力の平均値は腸腰筋 $58.4 \pm 11.5$  kgf、ハムストリングス $33.9 \pm 8.1$  kgf、大腿四頭筋 $49.1 \pm 16.5$  kgf、大殿筋 $81.2 \pm 49.0$  kgf、中殿筋 $65.8 \pm 16.2$  kgfだった。下肢支持力との間には、腸腰筋( $r=0.519$ ,  $p<0.01$ )、ハムストリングス( $r=0.663$ ,  $p<0.01$ )、大腿四頭筋( $r=0.512$ ,  $p<0.01$ )、中殿筋( $r=0.681$ ,  $p<0.01$ )の下肢筋で有為な正の相関が認められた。大殿筋( $r=0.314$ ,  $p>0.05$ )には相関関係は認められなかった。

表4 各下肢筋の筋力と下肢支持力との関係

	平均値／標準偏差	下肢支持力との相関係数
下肢支持力	66.2 ± 15.9	—
腸腰筋	58.4 ± 11.5	0.519 **
ハムストリングス	33.9 ± 8.1	0.663 **
大腿四頭筋	49.1 ± 16.5	0.512 **
大殿筋	81.2 ± 49.0	0.314
中殿筋	65.8 ± 16.2	0.681 **

\*\* p < 0.01.

#### IV. 考 察

加齢により筋肉量は減少していくが、特に下肢筋肉量は早期より加齢に伴い大きく減少する<sup>6,7)</sup>。谷本ら（2010）の研究によれば、全身筋肉量の約40%は下肢筋肉量で構成され、下肢の筋肉量は20歳代以降に減少していくことが報告されている<sup>6)</sup>。下肢筋力は25～35歳をピークにむかえ、40歳代までわずかに低下後、50～60歳以降は大きく減少していく<sup>7)</sup>、という報告もされている。下肢筋力は80歳代では20歳代の約1/2～1/3に低下し<sup>8)</sup>、若年期、もしくは中年期以降からの定期的な下肢筋力の定量的測定は、日常生活における機能低下を生じさせる下肢筋力の弱化度を客観的に知ることができ、筋力強化のためのトレーニングを始める動機につながると考えた。

高齢者の体力測定事業の中では地域において、椅子立ち上がりテスト（CS-30）を下肢筋力の評価として利用していることが多い。前述したように下肢筋力の測定機器は高価で、設置できる場所が限られてしまうために、簡易的な測定としてCS-30は有効な方法であるといえる。中谷ら（2002）は60歳以上の健康な高齢者486名を対象に30秒椅子立ち上がりテストの妥当性について検討した<sup>9)</sup>。男女ともに高い再現性（男性：γ=0.84、女性：γ=0.88）があること、CS-30の成績が加齢に伴って有為に低下する傾向があることを示し、これは日本人高齢者を対象として下肢筋力を簡便に評価するテストとして有効であると報告している。また、中原（2007）はリカンベントスクワットマシンを用いた下肢全体

の1回最大筋力とCS-30との関連性を検討した<sup>10)</sup>。その結果、CS-30と1回最大筋力は有為な正の相関を認め、体力の中でも日常生活と関連する生活機能としての体力の測定として有効であると報告している。この下肢筋力の測定方法は椅子とストップウォッチだけで実施でき簡単であることが特徴である。しかしながら、虚弱者や高齢者においては、30秒の間、測定動作を持続できないため、このテストを行うことができない。

一方、体温や血圧の変化は、体温計、血圧計など市販されている簡便な測定機器の普及により、誰もが日常簡便に測定している。体重計を利用した下肢筋力の測定は、体重計が既に一般家庭にまで普及されていることから、体温や血圧の測定と同様、家庭用で手軽に測定できる方法であると考えられる。

村田ら（2005）は、座位姿勢において下肢で地面を最大限に押す力を下肢支持力として、体重計を用いた定量的な下肢筋力評価方法として報告している<sup>11)</sup>。介護老人保護施設に入所中の45名の障害高齢者（歩行可能：25名、歩行不可：20名）を対象とし調査し、体重計に表示される測定値の再現性を証明している（級内相関係数=0.823）。また、下肢支持力値の妥当性の検討をするために、下肢支持力体重比とADL状況および歩行速度との関連性を検討し、下肢支持力体重比とADL状況（r=0.75, p<0.01）、下肢支持力体重比と歩行速度（r=0.53, p<0.01）で有為な正の相関が認められたと報告している。さらに、下肢支持力体重比が50%以上であれば、対象とした全ての高齢者が歩行可能であったことを報告している。

また宮崎ら（2004）は、若年者71名（平均年

齢： $22.1 \pm 2.6$  歳）を対象に、市販体重計を用いた下肢支持力の測定を行い、下肢の各筋との相関があるかどうかの検討を行っている<sup>12)</sup>。測定の方法は村田ら<sup>11)</sup>の方法とは異なり、測定時に多くの条件が設定された。体重計に表示される測定値の再現性については、級内相関係数 0.903 と極めて高い再現性を示し、下肢の各筋とは腸腰筋 ( $r=0.539$ )、ハムストリングス ( $r=0.519$ )、大腿四頭筋 ( $r=0.501$ )、大殿筋 ( $r=0.429$ )、中殿筋 ( $r=0.340$ ) の順で有為な正の相関があることを証明している ( $p<0.01$ )。

しかし、これらの研究は、「①非計測下肢底にも体重計を置き、左右対称になるよう被験者の前方に鏡を設置し、体重計の値が同じになるように体勢を整える。②非計測下肢が体重計から離れないようにする。③測定時体幹が前屈・側屈しないようにする。④体重計の測定値から下肢の重量を除いた値を測定値とする。」など複雑で測定したい人が一人で測定をすることが困難と思われる諸条件が設定されている。

そこで本研究では、一人で下肢筋力測定が可能になるように、測定時の諸条件を簡素化した。この簡素化し改良された下肢筋力測定方法の再現性と妥当性を検討した。

体重計を使用した端坐位での下垂直方向へ押す力の測定値の再現性において、左右それぞれで体重計による測定値の再現性が認められた。これは村田らによる障害高齢者を対象にした測定結果（級内相関係数 0.82）<sup>11)</sup>、宮崎らによる若年者を対象にした測定結果（級内相関係数 0.90）<sup>12)</sup>と比較しても高い再現性が認められ、測定の条件がそれほど難解なものではないことを考慮すると、日常的に家庭でもできる簡易的で定量的な測定の方法として、十分に使用可能な範囲にあると考えられる。

次に下肢支持力と各下肢筋力との関連性を検討した。下肢筋力と中殿筋、ハムストリングス、大腿四頭筋、腸腰筋との間には、有意な正の相関が認められた。これらの結果は体重計を使用した下肢支持力の測定が下肢の粗大筋力を表す指標として信頼しうる可能性を示唆していると考えられた。

加齢に伴う生理学的な筋肉量の低下は免れられな

いことであり、その減少率が最も大きいのは下肢で、次に全身、上肢、体幹部である<sup>6)</sup>。しかし、高齢者も筋力トレーニングにおける筋肉増強の効果が認められている<sup>13)</sup>。下肢筋力の家庭でもできる測定方法としては、日整会の出す片足立ちテストも指標になるが、特定の台を準備する必要があることに加え、片足立ちができない高齢者には測定が難しい。一方で体重計を用いた下肢筋力の測定は、若年期から高齢期を通して、家庭でも簡単に定量的で継続的な測定ができ、測定値をモニターすることで、健康維持のための運動やトレーニングを促す動機付けになり得ると考えられる。

### 研究の限界

本研究において、体重計による下肢の粗大筋力の測定が可能であることが認められた。しかしながら、研究対象者が大学生であったことから、他の年齢層においても同じ結果となるかどうかは不明である。今後、特に高齢者を対象として研究を進める必要がある。

## V. 結 論

本研究の結果、体重計の下肢支持力測定に高い再現性が見られた。また、下肢支持力と大殿筋以外の下肢筋との間で有為な正の相関が認められた。このことから、考案した下肢の粗大筋力方法の信頼性と妥当性が確認できた。

この測定方法が日常的に普及し、現在の血圧計、体重計、体温計のような位置付けになれば、新たな健康増進への効果を生み出すことができるようになる。

### 参考文献

- 八木保・他：児童より高齢者にわたる体格・筋力等の測定値の分布にみられる身体の加齢変化。体力科学。38：186-196, 1989.
- 長澤弘：日常生活活動と筋力。理学療法科学。18(1)：7-13, 2003.
- 内閣府：2019 年 12 月 10 日 平成 28 年度版高齢

- 社会白書 3 高齢者の健康・福祉 介護・看護を理由に離職・転職した人数.
- 4) Bassey JE: Longitudinal changes in selected physical capabilities: Muscles strength, flexibility and body size. Age Ageing, 1998, 27: 12-16.
- 5) 池添冬芽・他：高齢者における起居移動動作自立に必要な膝伸展筋力について. 理学療法科学. 12 : 179-181, 1997.
- 6) 谷本芳美・他：日本人筋肉量の加齢による特徴. 日本老年医学会雑誌. 47 : 52-57, 2010.
- 7) Lindle, R.S., Metter et al.: Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr. J Appl Physiol 83: 1581-1587, 1997.
- 8) 福元喜啓・他：下肢筋力の加齢変化－最も筋力低下を起こしやすい下肢筋は何か－. 理学療法基礎系. 6 : 1-055.
- 9) 中谷敏昭・他：日本人高齢者の下肢筋力を簡便に評価する 30 秒椅子立ち上がりテストの妥当性. 体育学研究. 47 : 451-461, 2002.
- 10) 中原和美：最大下肢伸展筋力および生活機能と 30 秒椅子立ち上がりテストの関連性. 理学療法科学. 22(2) : 225-228, 2007.
- 11) 村田伸, 宮崎正光：障害高齢者の簡易下肢機能評価法 - 市販体重計を用いた下肢支持力の測定 -. 理学療法科学. 20(2) : 111-114, 2005.
- 12) 宮崎正光, 村田伸：ヘルスマーテーを用いた下肢の粗大筋力測定. 理学療法福岡. 17 (学会特別), 11, 2004.
- 13) 浅川康吉・他：高齢者の筋力トレーニングにおける筋力増強効果の関連要因. 第 38 回日本理学療法学術大会抄録集. 30(2), 2003.

---

## **Development of a simple method for measuring gross muscle strength of the lower limbs using a weight scale**

Norito NASU<sup>1)</sup>, Masashi ANDO<sup>2)</sup>

### **Abstract**

The purpose of this study is to examine the reliability and validity of the lower limb muscle strength measurement method developed so that it can be easily measured using a weight scale. The subjects were 25 university students (mean age  $1.4 \pm 0.9$  years). The measurement method was to take a sitting position at 90 degrees on the hip and knee joints on the bed and place a commercially available weight scale on the sole of the foot for measurement. The subject then pressed the scale on the sole of the foot for 3 seconds to measure. Measurements were performed twice on both feet, and the maximum value for each was defined as lower limb muscle strength (kg). Next, subjects were measured use a handheld dynamometer (HHD, manufactured by Sakai Medical Co., Ltd.) for the five muscles of the iliopsoas, hamstrings, quadriceps, gluteus maximus, and gluteus medius by following on Daniels' manual strength test (MMT). The reproducibility of the scale was statistically processed using the intraclass correlation coefficient, and the relationship between the lower limb bearing capacity and each lower limb muscle was statistically processed using the Pearson correlation coefficient. No significant difference was observed between the two measurements using the scale. The intraclass correlation coefficient was  $r = 0.95$  for the right lower limb and  $r = 0.96$  for the left lower limb, showing extremely high reproducibility. The correlation between lower limb strength and each lower limb muscle MMT is gluteus medius ( $r = 0.68$ ), hamstrings ( $r = 0.66$ ), iliopsoas ( $r = 0.52$ ), quadriceps femoris ( $r = 0.51$ ). There was also a significant positive correlation ( $p < 0.01$ ). High reproducibility was observed in the lower limb bearing capacity measurement of the devised scale. In addition, there was a significant positive correlation with the lower limb muscle groups. From this, it was possible to confirm the reliability and validity of the devised lower limb coarse muscle strength method.

**Key words:** lower limb muscle strength, weight scale, muscle strength measurement

---

1) General incorporated association Discovery of Sports Ability: DOSA: 17-4 Oyamacho, Itabashi-ku, Tokyo 173-0023, Japan

2) Hosei University department of Sport and Health Study