簡易足関節底屈筋力測定法における 基準関連妥当性の検討

Evaluation of the Criterion-related Validity of Ankle Plantar Flexion Strength Measurement

甲斐 義浩¹⁾ 村田 伸¹⁾ 相馬 正之²⁾
田守 康彦³⁾ 藤田 美和子³⁾ 中井 啓太³⁾
石川 晴美³⁾ 中嶋 千秋³⁾ 窓場 勝之³⁾

YOSHIHIRO KAI, RPT, PhD¹⁾, SHIN MURATA, RPT, PhD¹⁾, MASAYUKI SOMA, RPT, MS²⁾,
YASUHIKO TAMORI, RPT³⁾, MIWAKO FUJITA, RPT³⁾, KEITA NAKAI, RPT³⁾,
HARUMI ISHIKAWA, OTR³⁾, CHIAKI NAKAZAKI, OTR³⁾, KATSUYUKI MADOKA, RPT³⁾

¹⁾ Faculty of Health Science, Kyoto Tachibana University: 34 Yamada-cho, Oyake, Yamashina-ku, Kyoto 607-8175, Japan.
TEL+81 75-571-1111 E-mail: kai-y@tachibana-u.ac.jp

²⁾ Tohoku Fukushi University, Course of rehabilitation Department of health sciences

³⁾ Department of Rehabilitation, Kyoto Hakuikai Hospital

Rigakuryoho Kagaku 28(6): 741-744, 2013. Submitted May 2, 2013. Accepted Jun. 13, 2013.

ABSTRACT: [Purpose] In this study, we investigated the criterion-related validity of ankle plantar force measurements made with a hand-held dynamometer (HHD). [Subjects] The subjects were 36 legs of 18 healthy adult males (average age 30.8 ± 7.3). [Method] We measured ankle plantar flexion strength, knee extension strength, and vertical jump height. [Results] Significant correlations between ankle plantar flexion strength, and knee extension strength and vertical jumping distance were found. [Conclusion] The proposed, simple ankle plantar flexion strength measurement method met the external criterion validity, suggesting it is a convenient and useful measurement method. **Key words:** ankle plantar flexion strength, vertical jump height, criterion-related validity

要旨:〔目的〕本研究では、ハンドヘルドダイナモメーターを用いた簡易足関節底屈筋力測定法の基準関連妥当性について検討した。〔対象〕対象は、健康成人男性18名36肢（平均年齢： 30.8 ± 7.3 歳）とした。〔方法〕測定項目は足関節底屈筋力と膝関節伸展筋力および垂直跳びの跳躍高を測定した。〔結果〕統計処理の結果、足関節底屈筋力は膝関節伸展筋力および跳躍高との間に有意な相関が認められた。〔結語〕考案した簡易足関節底屈筋力測定法は外的基準との妥当性を満たした簡便かつ有用な測定法であることが示された。

キーワード: 足関節底屈筋力, 跳躍高, 基準関連妥当性

¹⁾ 京都橘大学 健康科学部 理学療法学科: 京都府山科区大宅山田町34 (〒607-8175) TEL 075-571-1111

²⁾ 東北福祉大学 健康科学部 リハビリテーション学科

³⁾ 京都博愛会病院 リハビリテーション科

I. はじめに

高齢者の下肢筋力を簡便に評価することは、身体機能を予測し、効果的な介護予防プログラムを立案する上で必要不可欠である。なかでも、足関節底屈筋力は下肢筋力の指標とされる膝関節伸展筋力と並んで、その重要性が繰り返し報告されてきた¹⁻⁴⁾。

足関節底屈筋力を簡便かつ定量的に評価する方法は、膝関節伸展筋力と比べると容易とは言い難い。臨床では徒手筋力検査法 (manual muscle testing : MMT)⁵⁾ が用いられてきたが、主観的な段階評価であるため客観性に著しく乏しい。近年では、安価かつ簡便なハンドヘルドダイナモメーターを用いた足関節底屈筋力の測定方法が提案されている^{1,6,7)}。しかし、これまで提案されてきた方法は、手製のセンサーパッド固定具 (足部固定台や専用ベルト) を用いること、高齢者では肢位の統制が難しい膝関節完全伸展位で測定を行うことなど、条件設定の煩雑さから臨床現場での普及にはいたっていない。

このような背景から、著者らはハンドヘルドダイナモメーターを用いて、専用固定具を使用しない、座位での足関節底屈筋力測定法を考案した。健常成人34名68肢を対象とした研究では、簡易足関節底屈筋力測定法の良好な再現性 (intraclass correlation coefficient, 男性: 0.860, 女性: 0.895) が確認された⁸⁾。そこで本研究では、足関節底屈筋力との関与が明らかにされている垂直跳びの跳躍高との関係を分析することで、簡易足関節底屈筋力測定法の基準関連妥当性について検討した。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は健常成人男性18名36肢とした。いずれも下肢や脊柱に疼痛などの既往はなかった。対象者の年齢は 30.8 ± 7.3 歳、身長は 172.0 ± 4.5 cm、体重は 67.7 ± 9.2 kg であった (平均 $\pm$ 標準偏差)。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説明し、理解を得た上で協力を求めた。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答と書面で説明し、同意を得て研究を開始した。なお、本研究は東北福祉大学倫理委員会の承認を受け実施した (RS1208283)。

2. 方法

足関節底屈筋力の測定には、ハンドヘルドダイナモメーター (アニマ社製等尺性筋力測定装置 μ Tas F-1) を用いた。測定肢位は治療台 (プラットホーム型: 高さ40 cm) に端座位をとり、膝関節90度屈曲位および足関節底背屈中間位とし、高さ10 cmの足台に踵を載せた (図1)。その後、ハンドヘルドダイナモメーターのセンサーパッドの下端を中足骨頭に合わせて設置し、付属の固定用ベルトを大腿遠位部 (膝蓋骨のやや上方) で被験者自身に把持させることで固定した。なお、被験者には把持した固定用ベルトを上方へ引き上げないこと、測定時はできる限り身体を正中位に保ち、前方を向くよう指示した。測定は最大等尺性収縮筋力を左右2回ずつ測定し、平均値を足関節底屈筋力 (kg) の代表値として採用した。

膝関節伸展筋力はハンドヘルドダイナモメーターを用い、

図1 足関節底屈筋力の測定方法

ハンドヘルドダイナモメーターのセンサーパッドの下端を中足骨頭に合わせて設置し、固定用ベルトを大腿遠位部で被験者自身に把持させた。

被験者を坐位、膝関節90度屈曲位として左右とも2回測定し、その最大値を膝関節伸展筋力(kg)の代表値として採用した。測定はハンドヘルドダイナモメーターのセンサーパッドを下腿遠位部に設置した。また、測定値の再現性を考慮して、センサーパッドはベルトで固定した。

跳躍高の測定には光学式歩行分析装置オプトゲイト(Microgate社製)を用いた。オプトゲイト・システムは、高感度光学センサーを搭載した2本1対のセンサーユニットから構成され、1/1000秒単位(sampling rate: 1,000 Hz)の計測信号より各種歩行パラメーター(距離、時間、速度)や跳躍高(滞空時間と重力加速度より算出)などの計測が可能である。測定は、オプトゲイト・システムのセンサーユニット内で、手を腰部で組んだ直立位を開始肢位とし、最大努力下で上肢の反動を制限した垂直跳びを2回測定し、最大値を跳躍高(cm)の代表値として採用した。なお、本研究で上肢の反動を制限した理由は、下肢筋力以外の技術的要素をできるだけ除くためであった。

統計処理は被験者の足関節底屈筋力と膝関節伸展筋力、および跳躍高の関連について、ピアソンの相関係数を求めて検討した。なお、危険率は5%未満とした。

III. 結 果

各測定値(平均±標準偏差)は、足関節底屈筋力: 82.8 ± 15.9 kg, 膝関節伸展筋力: 40.8 ± 7.2 kg, 跳躍高: 36.2 ± 4.8 cmであった。足関節底屈筋力は膝関節伸展筋力($r=0.82$, $p<0.01$)、および、跳躍高($r=0.51$, $p<0.05$)の間に有意な正相関が認められた。また、膝関節伸展筋力と跳躍高の間に有意な相関は認められなかった(表1)。

IV. 考 察

本研究では、ハンドヘルドダイナモメーターを用いた簡易足関節底屈筋力測定法の基準関連妥当性について検討した。分析の結果、簡易足関節底屈筋力測定法の測定値は、外的基準として測定された膝関節伸展筋力および跳躍高の間に有意な相関が認められた。

本法で測定した足関節底屈筋力は膝関節伸展筋力との間に極めて強い相関が認められた。この結果は、著者ら⁸⁾が調査した健常成人34名68肢における足関節底屈筋力と膝関節伸展筋力との相関関係(男性: $r=0.72$, 女性: $r=0.75$)と近似した値を示した。また、Suzukiら²⁾は膝関節伸展筋力との関係が報告されるchair rise time(椅子から10回立ち上がる時間)と足関節底屈筋力の関連を調査し、足関節底屈筋力はchair rise timeの独立した予測因子であることを明らかにしている。よって、本研究で測定された足関節底屈筋力は、下肢筋力の指標とされる膝関節伸展筋力を反映することが確認された。ただし、本法で測定された足関節底屈筋力(82.8 ± 15.9 kg)は、

表1 各測定値の相関係数

	跳躍高	足関節底屈筋力
足関節底屈筋力	0.51*	
膝関節伸展筋力	0.44	0.82**

* $p<0.05$, ** $p<0.01$.

真田ら⁹⁾が膝関節伸展位で測定した足関節底屈筋力(平均: 70.2 kg)と比べて高かった。本研究では健常成人男性のみを対象としたが、真田ら⁹⁾の研究では女性を含む健常成人11名を対象としている。つまり、対象者の性別や体格差を考慮すると、本研究の測定値と大差ない値であると判断される。また、それぞれの測定値は、測定時の膝関節肢位(屈曲位または伸展位)が足関節底屈筋力の測定値に影響しにくいことを示している。これらのことより、膝関節痛などの影響で膝関節伸展筋力の測定が困難な場合、本法で計測される足関節底屈筋力を下肢筋力の指標として用いることができる可能性が示された。

本研究における足関節底屈筋力は、跳躍高との間に有意な相関が認められた。一方で、膝関節伸展筋力と跳躍高の間には有意な相関が認められなかった。下肢筋力と跳躍高の関連を分析した研究では、足関節底屈筋の総仕事量が跳躍高に最も強く影響することが明らかにされている⁹⁻¹¹⁾。しかしながら、膝関節伸展筋力との関連については否定的な意見が多く、跳躍高の優劣を膝関節伸展筋力では予測できないことが示されている¹²⁻¹⁴⁾。本研究結果は、垂直跳びの跳躍高は膝関節伸展筋力よりも足関節底屈筋力に反映されることが確認された。また、考案した簡易足関節底屈筋力測定法は、基準関連妥当性を満たした有用な測定法であることが示された。

ただし、本研究では対象を健常成人男性に限定したため、今回の結果が女性や高齢者にも該当するとは限らない。また、筋力測定時の筋活動性を分析していないことが本研究の限界である。今後は、女性や高齢者を対象に調査を進めるとともに、筋力測定時の筋活動を筋電図学的に分析することで、本測定法の内容的妥当性を検討する必要がある。

引用文献

- 1) Daubney ME, Culham EG: Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65 years and older. *Phys Ther*, 1999, 79(12): 1177-1185.
- 2) Suzuki T, Bean JF, Fielding RA: Muscle power of the ankle flexors predicts functional performance in community-dwelling older women. *J Am Geriatr Soc*, 2001, 49(9): 1161-1167.
- 3) Volpato S, Bianchi L, Lauretani F, et al.: Role of muscle mass and muscle quality in the association between diabetes and gait speed. *Diabetes Care*, 2012, 35(8): 1672-1679.

- 4) Webber SC, Porter MM: Reliability of ankle isometric, isotonic, and isokinetic strength and power testing in older women. *Phys Ther*, 2010, 90(8): 1165-1175.
- 5) Hislop HJ, Montgomery J: 新・徒手筋力検査法原著第7版. 津山直一(訳), 協同医書, 東京, 2003, pp230-231.
- 6) 真田将幸, 一圓未央, 中川法一・他: ハンドヘルドダイナモメーターを用いた下腿三頭筋筋力測定. *理学療法科学*, 2008, 23(3): 391-394.
- 7) 杉本 諭, 小野塚直子, 篠塚敏雄・他: ハンドヘルドダイナモメーターを用いた足底屈筋力測定法の信頼性およびMMTとの関連について. *理学療法科学*, 2005, 32(6): 380-383.
- 8) 甲斐義浩, 村田 伸, 相馬正之・他: 座位で測定できる簡易足関節底屈筋力測定法の検討. *運動療法と物理療法*, 24(1), 2013. (印刷中)
- 9) Nagano A, Fukashiro S: Relationships between mechanical output from individual joints and jump height in sub-maximal to maximal effort vertical jumps. *バイオメカニクス研究*, 2000, 4(1): 16-20.
- 10) Tsiokanos A, Kellis E, Jamurtas A, et al.: The relationship between jumping performance and isokinetic strength of hip and knee extensors and ankle plantar flexors. *Isokinetics and Exercise Science*, 2002, 10(2): 107-115.
- 11) Jarić S, Ristanovic D, Corcos DM: The relationship between muscle kinetic parameters and kinematic variables in a complex movement. *Eur J Appl Physiol*, 1989, 59(5): 370-376.
- 12) Anderson MA, Gieck JH, Perrin D, et al.: The relationships among isometric, isotonic, and isokinetic concentric and eccentric quadriceps and hamstring force and three components of athletic performance. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1991, 14(3):114-120.
- 13) Iossifidou A, Baltzopoulos V, Giakas G: Isokinetic knee extension and vertical jumping: Are they related?. *J Sports Sci*, 2005, 23(10): 1121-1127.
- 14) 福永哲夫, 松尾彰文, 安部 孝・他: 種目別スポーツ競技力評価方法の開発—バレーボール競技の場合—. *スポーツ医・科学*, 1991, 5(2): 47-54.