

足部柔軟性の再現性と妥当性に関する研究：健全成人と障害高齢者における検討

村田，伸
第一福祉大学人間社会福祉学部

熊谷，秋三
九州大学健康科学センター

津田，彰
久留米大学文学部心理学科

<https://doi.org/10.15017/3523>

出版情報：健康科学. 27, pp.49-55, 2005-03-25. 九州大学健康科学センター
バージョン：
権利関係：



— 原著論文 —

足部柔軟性の再現性と妥当性に関する研究 — 健常成人と障害高齢者における検討 —

村田 伸^{1)*} 熊谷 秋三²⁾ 津田 彰³⁾

Reproducibility and validity of a foot flexibility measurement method
: Evaluation in normal adults and elderly subjects with disability

Shin MURATA^{1)*}, Shuzo KUMAGAI²⁾ and Akira TSUDA³⁾

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the reproducibility and validity of our foot flexibility measurement method in 59 normal adults and 65 elderly subjects with disability living at home, and clarify the influences of age and disability on foot flexibility by comparing measurement values between the two groups. Foot flexibility did not differ between males and females, and the reproducibility was high (interclass correlation coefficient, 0.982). Foot flexibility was positively correlated with the ankle dorsiflexion angle ($r = 0.43$) but not with trunk flexibility. The foot flexibility, ankle dorsiflexion angle, and trunk flexibility in the disabled elderly group were 41.0%, 62.3%, and 65.8%, respectively, of the value in the healthy adult group. This suggests that foot flexibility is more markedly affected by age and disability. The foot flexibility measurement method used in this study showed high reproducibility and validity. Since there was no correlation between foot flexibility and trunk flexibility, foot flexibility may be a parameter independent of the flexibility of the entire body.

Key words : foot flexibility, reproducibility, validity, normal adults, elderly subjects with disability

(Journal of Health Science, Kyushu University, 27: 49-55, 2005)

緒言

近年、高齢者の転倒予防の観点から足趾および足底機能の役割が注目され、立位姿勢保持や転倒との関連性が報告されている¹⁻⁶⁾。著者らは、これまでに自作の足把持力測定器を用いて⁷⁾、足趾・足底機能を足把持力として定量的に評価し、在宅障害高齢者の足把持力の

低下が転倒の危険因子となることを報告した⁸⁾。さらに、足把持力に影響を及ぼす因子として、足部柔軟性と足部アーチ高率が重要であることも明らかにした⁹⁾。

足部アーチ高の測定法については、舟状骨の高さ（舟状骨粗面から床面までの垂線の長さ）を足アーチ長（踵骨後面から第一中足骨骨頭までの長さ）で除して求めた値を用いるのが一般的である¹⁰⁾。しかし、足部柔軟性についての測定法を明らかにした報告は、著

1) 第一福祉大学人間社会福祉学部 Faculty of Social Welfare and Human Services, Daiichi Welfare University

2) 九州大学健康科学センター Institute of Health Science, Kyushu University

3) 久留米大学文学部心理学科 Faculty of Psychology, Kurume University

* 連絡先：第一福祉大学人間社会福祉学部 〒818-0194 福岡県太宰府市五条3丁目10-10 Tel : 092-918-6511 Fax : 092-918-6510
Correspondence to: Faculty of Social Welfare and Human Services, Daiichi Welfare University 3-10-10 Gojo, Dazaifu-shi, Fukuoka 818-0194, Japan. Tel : +81-92-918-6511 Fax : +81-92-918-6510 E-mail : smurata@dfu.ac.jp

者らが知り得た範囲では見当たらない。

柔軟性は、体力の重要な構成要素¹¹⁾であるが、測定法やその意義に不明確な点があり、整形外科や理学療法臨床場面で測定されることが少ないのが現状である¹²⁾。整形外科や理学療法領域では、柔軟性に変わる用語として関節可動域が多く用いられている^{12,13)}。関節可動域のテスト法はすでに確立されており^{14,15)}、各種動作能力との関連性などについても報告されている¹⁶⁻¹⁸⁾。しかし、柔軟性についての確立された定義はなく、研究者独自の定義が用いられている^{12,13,19)}。例えば、Chandlerら¹⁹⁾は「柔軟性は筋や腱に対して、抵抗なしに正常な運動範囲を関節が動く能力」と定義し、鈴木¹³⁾は「動きにおける関節あるいは関節群の運動可動範囲」と定義している。本研究では足部柔軟性を「短母趾屈筋、長母趾屈筋、虫様筋、短趾屈筋、長趾屈筋の作用により起こる足の指節間関節、中足指節関節、足根中足関節などの総合的屈曲運動可動範囲」と定義した。

本研究の目的は、我々が考案した足部柔軟性の測定方法を紹介し、その測定値の再現性と妥当性について検討するとともに、健常成人と身体障害を有する高齢者の測定値を比較することにより、足部柔軟性の加齢や障害による影響について検討することである。

対象と方法

対象者は、下肢に病的機能障害が認められなかったM医療系専門学校に在学中の学生59名（男性30名、女性29名、平均年齢21.7歳±1.7）、および2カ所の通所リハビリテーション施設に通所している65名（男性8名、女性57名、平均年齢82.0歳±4.9）の障害高齢者であった。なお、本研究で対象とした障害高齢者は、要介護認定が要支援から要介護3と判定されている高齢者であった。ただし、障害は身体障害に限定し、精神障害を有する者は除外した。また、対象としたすべての高齢者が、測定に支障を来す知的障害は認められなかった。

足部柔軟性測定値の妥当性については健常成人59名、障害高齢者65名全員を対象に検討したが、測定値の再現性については健常成人59名のうち、協力の得られた29名（男性15名、女性14名）を対象に検討した。

1. 足部柔軟性の測定法（図1）

開始肢位は、30cm定規をプラスチックシートに取り付けた専用シート上に足底を置き、足の踵後面を後壁にしっかりと接触させる（図1-a）。測定は、専用シート上で足長を測定（図1-b）した後、踵部を専用シート

から離れないことを条件に、足趾及び前足部を最大限に屈曲させ、踵部からの距離を測定する（図1-c）。足長からその距離を除いた値を足部柔軟性としたが、測定値を足長で除して標準化した。

再現性を検討するため、2回目の測定を翌日もしくは2日後、測定が可能であった健常成人29名の右足部を対象に、同様の方法で測定した。

2. 足関節背屈角度と体幹柔軟性の測定法

足関節背屈角度は、端坐位で膝関節を十分に屈曲した後、自動運動による背屈角度を測定した。測定は基本軸を腓骨への垂直線、移動軸を第5中足骨として¹⁵⁾、ゴニオメーターを用いて測定した（図2）。

体幹の柔軟性は、長座体前屈をデジタル式長座位体前屈測定器（竹井機器工業製）を用いて測定（cm）した。

3. 統計処理

抽出された足部柔軟性の再現性は、対応のあるt検定及びテスト-再テスト法による級内相関係数（Intraclass correlation coefficient : ICC）を用いて検討した。また、性差は対応のないt検定、足部柔軟性と足関節背屈角度および体幹柔軟性との関連性は、ピアソンの相関係数を求めて検討した。さらに、健常成人と障害高齢者の測定値を比較するため、健常成人の測定値を100として、障害高齢者の測定値を百分率で表した。

4. 倫理的配慮

対象者には、研究の趣旨と内容について説明し、理解を得た上で協力を求めたが、研究への参加は自由意志であり、被検者にならなくても不利益にならないことを十分に説明し、同意を得た後研究を開始した。なお、データはコンピューターで処理し、研究の目的以外には使用しないこと及び個人情報の漏洩に注意した。

結果

1. 測定値の性差（表1）

性差を検討した健常成人における足部柔軟性、足関節背屈角度、体幹柔軟性において、男女間に有意差は認められなかった。身長、体重、足長には性差が認め

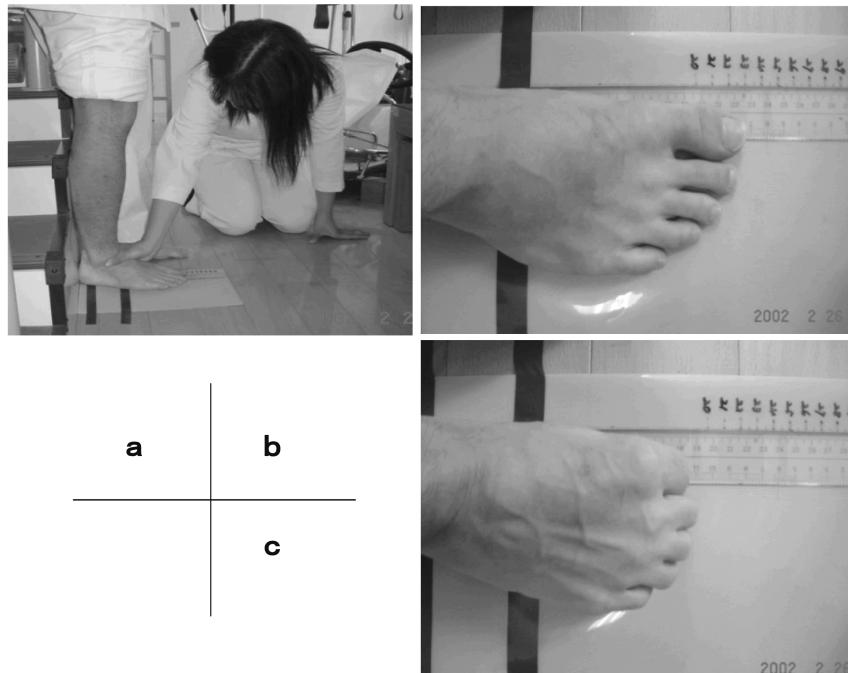


図1 足部柔軟性の測定

- a 測定姿勢：安静立位で利き足の踵後面を後壁にしっかりと接触させる。
- b 足長の測定：専用シート上で測定する（例は23 cm）
- c 柔軟性の測定：踵部を専用シートから離れないようにして、足趾及び前足部を最大限に屈曲し測定する（例は19 cm）。得られた値を足長から除いて足部柔軟性とした（例は $23 - 19 = 4$ cm）

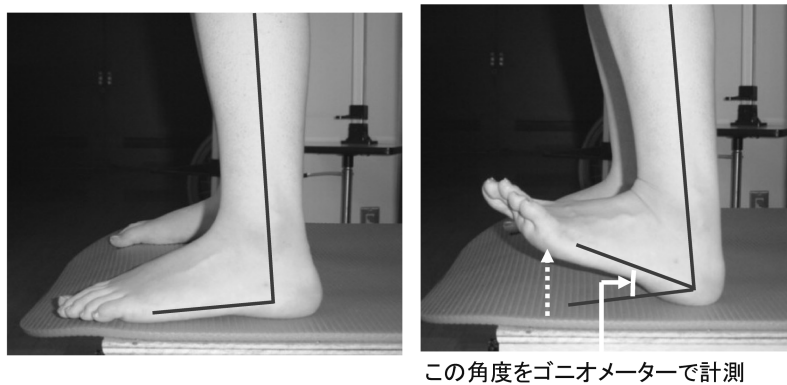


図2 足関節背屈角度の計測

端坐位で膝関節を十分に屈曲した後、自動運動による背屈角度を計測。測定は基本軸を腓骨への垂直線、移動軸を第5中足骨として、ゴニオメーターを用いて左右を測定（度）した。

表1 測定値の性差

	男性 (n = 30)	女性 (n = 29)
年齢 (歳)	21.7±1.9	21.1±1.4
身長 (cm)	21.7±1.10	21.1±1.5**
体重 (kg)	68.1±9.1	50.0±3.4**
右足長 (cm)	25.1±1.0	22.9±1.0**
左足長 (cm)	25.2±1.1	22.8±0.9**
体幹柔軟性 (cm)	43.9±12.9	45.8±9.9
右足部柔軟性 (%)	18.6±5.3	18.7±6.7
左足部柔軟性 (%)	17.2±5.2	18.9±5.6
右足関節背屈角度 (度)	19.3±7.6	20.8±5.7
左足関節背屈角度 (度)	18.8±6.4	20.9±5.7

られ、男性の測定値が有意に大きかった。なお、年齢には有意差は認められなかった。

2. 足部柔軟性測定値の再現性

再現性を検討した健常成人29名の初回測定時の足部柔軟性は平均3.7 cm±1.1, 2回目の足部柔軟性は平均3.6 cm±0.9であり、2群間に有意差は認められなかった。また、ICCは0.982であった。

3. 足部柔軟性の妥当性 (足関節背屈角度および体幹柔軟性との関連) (表2・3)

各測定項目間の相関係数を健常成人 (表2), 障害高齢者 (表3) 別に表に示す。足部柔軟性は、足関節背屈角度との間に有意な正の相関 {健常成人: 右側 $r = 0.51$ ($p < 0.01$), 左側 $r = 0.50$ ($p < 0.01$), 障害高齢者: 左右とも $r = 0.43$ ($p < 0.01$) } が認められた。足部柔軟性と体幹柔軟性との間には有意な相関は認められなかった。また、足関節背屈角度と体幹柔軟性との間にも、有意

な相関は認められなかった。

4. 健常成人と障害高齢者の測定値の比較

対象とした障害高齢者65名の測定値と健常成人59名の測定値を比較した。障害高齢者の体幹柔軟性は、平均29.5 cm±9.7であり、健常成人の平均値44.8 cm±11.6の65.8%であった。足関節背屈角度は、障害高齢者の左右平均値は12.4度±7.0であり、健常成人の左右平均値19.9度±6.4の62.3%であった。足部柔軟性については、障害高齢者の左右平均値が7.5%±3.7であり、健常成人の左右平均値18.3%±5.6の41.0%であった。

考 察

柔軟性は、関節を動かした際の身体部位の距離や関節の角度を指標として表されることが多い^{11,12)}。本研究では、足趾や前足部を屈曲した際の移動距離を指標として、足部の柔軟性を表現した。

表2 各測定項目間の相関分析 (n = 59)

	体幹柔軟性	足部柔軟性 (右)	足部柔軟性 (左)	足関節背屈角度 (右)
足部柔軟性 (右)	0.20			
足部柔軟性 (左)	0.23	0.84**		
足関節背屈角度 (右)	0.23	0.51**	0.40**	
足関節背屈角度 (左)	0.07	0.32*	0.50**	0.66**

Pearson's correlation coefficient ** $p < 0.01$ * $p < 0.05$

表3 各測定項目間の相関分析 (n = 65)

	体幹柔軟性	足部柔軟性 (右)	足部柔軟性 (左)	足関節背屈角度 (右)
足部柔軟性 (右)	0.01			
足部柔軟性 (左)	0.03	0.48**		
足関節背屈角度 (右)	0.00	0.43**	0.29*	
足関節背屈角度 (左)	0.06	0.35**	0.43**	0.65**

Pearson's correlation coefficient **p<0.01 *p<0.05

健康成人59名の測定値は、体幹柔軟性の指標とした長座体前屈が平均44.8 cm、足関節背屈角度が平均19.9度であった。文部科学省スポーツ・青少年局の体力・運動能力調査報告書(2002)²⁰⁾によれば、20歳から24歳までの長座体前屈の平均値は、男性45.0 cm、女性45.1 cmであり、今回の調査結果と近似した値であった。また、足関節背屈角度における正常値の参考可動域は15度から20度であり²¹⁾、今回の結果も正常範囲といえる。

男女差については、身長、体重、足長に有意差が認められたが、体格における性差は周知の事実であり、矛盾しない結果であった。また、長座体前屈と足関節背屈角度において性差を認めなかった。これは、先行研究^{20,21)}を追認する結果であった。

これらのことから、今回測定した健康成人の測定値は、信頼できる値が抽出されたと推察できる。健康成人の足部柔軟性は平均18.3%であり、性差を認めなかったが、本研究で測定した測定値が足部柔軟性の一応の基準値になり得ると考えられた。

足部柔軟性測定値の再現性を検討するために測定した、健康成人29名における2回の測定値は、ICC = 0.982であり、ICCによる再現性の解釈(0.7以上が普通、0.8以上が良好、0.9以上が優秀)²²⁾に基づくと、測定値の再現性は「優秀」であった。

足部柔軟性測定値の妥当性を検討するため、健康成人59名と身体障害を有する高齢者65名を対象に、足関節背屈角度および体幹柔軟性と比較した。その結果、健康成人および障害高齢者の足部柔軟性と足関節背屈角度に、左右とも有意な正相関が認められ、本方法で測定した足部柔軟性の妥当性が認められた。

しかし、体幹柔軟性とは、健康成人、障害高齢者の足部柔軟性測定値と有意な相関を認めなかった。本研

究における体幹柔軟性は、長座体前屈を指標としたが、長座体前屈の測定は、Curetonが1941年に水泳選手の基礎的身体能力の指標として用いられたことより始まる²³⁾。さらに、1970年代に入り、日本を含めた世界各国に普及したテスト法である²³⁾。しかし、近年の報告では、長座体前屈の測定は、上下肢の長さや足部の固定などにより影響を受けやすいとの報告や、長座体前屈と歩行速度などの運動能力とは、相関関係が認められないなどの問題点が指摘されている¹²⁾。今回、足部柔軟性と長座体前屈との間に相関関係が認められなかったことは、足部柔軟性が必ずしも身体全体の柔軟性を表す指標にはなり得ないことを意味する。一方、長座体前屈と足関節背屈角度との間にも相関関係を認めなかったことより、長座体前屈が足部柔軟性の併存的妥当性を検討する指標として適当でなかったのかもしれない。

本研究では、健康成人と障害高齢者の測定値を比較することにより、足部柔軟性の加齢や障害による影響について検討した。健康成人の比較対象を障害高齢者としたのは、身体の柔軟性は加齢とともに減少が認められるが、筋収縮力の加齢変化(65歳で成人期の3分の2)²⁴⁾に比べ減少率は少ない。文部科学省スポーツ・青少年局(2002)の調査では、後期高齢者の柔軟性は成人期の80%強を有していることが報告されている²⁰⁾。また、著者の経験的にも健康高齢者の足部柔軟性は比較的良好であったことから、健康成人と障害高齢者の測定値を比較することとした。その結果、障害高齢者の足部柔軟性は、他の測定値と比較して最も低下していた。この理由については明らかにできないが、高齢者の立位姿勢は、特有の前傾姿勢により足圧中心の位置に比べ重心線は後方にシフトしている²⁵⁾。また、歩行時においても60歳から65歳を境に、軽度屈曲姿勢といわゆる

る老人性歩行が特徴として現れると報告されている²⁶⁾。これら高齢者特有の現象により前足部への加重が不十分となり、廃用性の柔軟性低下を引き起こしているのではないかと推測された。

今回の結果から、本研究による足部柔軟性の測定方法は再現性に優れ、妥当性のある測定方法であることが認められた。一方、足部柔軟性と体幹柔軟性との間に相関関係が認められなかったことより、足部柔軟は身体全体の柔軟性とは独立した指標であることが示唆された。また、高齢者転倒の危険因子である足把持力の低下との関連が指摘されている足部柔軟性の低下は、障害高齢者に発生し易いことが示唆された。

本研究の限界と今後の課題

本研究によって、足部柔軟性測定値の再現性と妥当性については確認された。しかし、足部柔軟性の加齢や障害による影響についての検討には課題が残った。健常成人と障害高齢者の測定値のみの比較では、その機能の低下が加齢によるものなのか、障害に起因するものなのか明らかにできない。今後、健常な高齢者などを含めた各年代別の比較検討が必要である。また、障害高齢者に限定したため男性の対象者が極端に少なく、障害高齢者における測定値の性差についての検討ができなかったことも本研究の限界であった。

引用文献

- 1) 浅井 仁, 奈良 勲, 立野勝彦, 山下美津子(1989): 立位姿勢保持における足指の作用に関する研究. PTジャーナル, 23(2): 137- 141.
- 2) Helfand AE(1966): Foot impairment-an etiologic factor in falls in the aged. J of American Podiatry Association, 56(7): 326- 330.
- 3) Koski K, Luukinen H, Laippala P, Kivela SL(1996) : Physiological factors and medications as predictors of injurious falls by elderly people: a prospective population-based study. Age Ageing, 25(1): 29- 38.
- 4) 井原秀俊(1996) : 関節トレーニング改訂第2版神経運動器協調訓練. 共同医書, pp91- 92.
- 5) 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(2001): 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.
- 6) 加辺憲人, 黒澤和生, 西田祐介, 岸田あゆみ, 小林聖美, 田中淑子, 牧迫飛雄馬, 増田幸泰, 渡辺観世子(2002): 足趾が動的姿勢制御に果たす役割に関する研究. 理学療法科学, 17(3): 199- 204.
- 7) 村田伸, 忽那龍雄(2002): 足把持力測定を試みー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.
- 8) 村田伸, 忽那龍雄(2003) : 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, 24: 8- 13.
- 9) 村田伸, 忽那龍雄(2003): 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, 18(4): 2073- 212.
- 10) 塩澤伸一郎, 加賀谷善教, 三橋成行(2003): 関節の障害および不安定性の検査・測定: 足関節. 理学療法, 20(1): 62-73.
- 11) 田中喜代次, 重松良祐(1997): アメリカで実施されている最近の体力テスト. 体育の科学, 47(11): 858- 863.
- 12) 諸橋 勇(1999): 高齢者の柔軟性と理学療法. 理学療法, 16(9)718- 724.
- 13) 鈴木重行(1999): IDストレッチング. 三輪書店, pp16- 25.
- 14) 日本整形外科学会・日本リハビリテーション医学会(1974) : 関節可動域表示ならびに測定法. リハ医学, 11: 127- 132.
- 15) 日本リハビリテーション医学会評価基準委員会(1995): 関節可動域表示ならびに測定法. リハ医学, 32(4): 208- 217.
- 16) Johnston RC, Smidt GL(1970): Hip motion measurements for selected activities of daily living. Clin Orthop, 72: 205- 215.
- 17) Andriacchi TP, Andersson GB, Fermier RW, Stern D, Galante JO(1980): A study of lower-limb mechanics during stair-climbing. J Bone Joint Surg Am, 62(5): 749- 757.
- 18) 吉元洋一(1988) : 下肢のROMとADL. 理学療法学, 15: 257- 261.
- 19) Chandler TJ, Kibler WB, Uhl TL, Wooten B, Kiser A, Stone E(1990) : Flexibility comparisons of junior elite tennis players to other athletes. Am J

- Sports Med, 18(2): 134- 136.
- 20) 文部科学省スポーツ・青少年局(2002): 体力・運動能力調査報告書. 文部科学省スポーツ・青少年局, pp43.
- 21) 下堂蘭恵, 田中信行(2000): 関節可動域測定, 徒手筋力検査, 米本恭三, 石神重信, 岩谷 力, 西村尚志, 宮野佐年(編), リハビリテーションにおける評価Ver.2. 医歯薬出版, pp57- 71.
- 22) 桑原洋一, 齊藤俊弘, 稲垣義明(1993): 検者内および検者間のReliability(再現性, 信頼性)の検討呼と循, 41(10): 945-952.
- 23) 波多野義郎(1997): 立位体前屈から長座体前屈へ. 体育の科学, 47(11): 884-888.
- 24) 飯島 節(2001): 加齢に伴う変化・運動機能, 大内尉義(編), 老年学. 医学書院, pp19- 22.
- 25) 藤原勝夫, 池上晴夫(1982): 立位姿勢の安定性における年齢および下肢筋力の関与. 人類誌, 90(4): 385- 400.
- 26) 真野行生, 中根理江, 服部一郎(1999): 高齢者の歩行と転倒の実態, 真野行生(編), 高齢者の転倒とその対策. 医歯薬出版, pp8- 13.