

中高齢者の運動習慣が体力および足趾把持力に及ぼす影響

辻 慎太郎・松尾 貴司・織田 恵輔・徳島 実友香・臼井 達矢

Effects of exercise habits on physical fitness and toe
flexor muscle strength
in middle-aged and elderly people

Shintaro TSUJI, Takashi MATSUO, Keisuke ORITA, Miyuka Tokushima, Tatsuya USUI

神戸医療未来大学紀要 第24巻 第1号

(令和5年12月)

<原著>

中高齢者の運動習慣が体力および足趾把持力に及ぼす影響

辻 慎太郎¹⁾・松尾 貴司²⁾・織田 恵輔³⁾・徳島 実友香⁴⁾・臼井 達矢⁵⁾

Effects of exercise habits on physical fitness and toe flexor muscle strength in middle-aged and elderly people

Shintaro TSUJI¹⁾, Takashi MATSUO²⁾, Keisuke ORITA³⁾,
Miyuka Tokushima⁴⁾, Tatsuya USUI⁵⁾

It is known that for middle-aged and elderly people, exercising habitually can maintain a certain level of physical fitness and muscle strength, but to the best of the author's knowledge, there are no reports on the relationship between toe flexor muscle strength and exercise habits, which is the focus of this study. Therefore, in this study, we decided to examine the effects of exercise habits on toe flexor muscle strength as well as physical fitness factors related to falls in middle-aged and elderly subjects. Forty middle-aged and elderly women (mean age 72.8 ± 8.2 years) living in the community were surveyed about their current exercise habits and the type of exercise they practice, and their physical fitness and toe flexor muscle strength were measured. The results of this study showed that, after adjusting for age as a confounding factor by stepwise multiple regression analysis, the only factor that showed a significant relationship with exercise habits in middle-aged and elderly women was toe flexor muscle strength. Furthermore, it was confirmed that exercise habits can prevent the decline of toe flexor muscle strength.

Key words : middle-aged and elderly women, exercise habits, physical fitness,
toe flexor muscle strength
中高齢女性、運動習慣、体力、足趾把持力

I、緒言

我が国の高齢者率は増加の一途をたどり平均寿命が延伸する中、2000年にWHO（世界保健機関）が健康寿命を提唱し、以来、平均寿命を延ばすだけでなく、いかに健康に生活できる期間を延ばすかに関心が向けられた¹⁾。

健康寿命の延伸には、まず日常生活の中に運動習慣を取り得ることが重要であると考えられる。例えば、運動を継続的に行うことで、歩行能力²⁾や骨量³⁾、心肺機能⁴⁾および日常生活の維持⁵⁾と関連し、健康寿命の延伸⁶⁾に有効であると報告されている。また、平瀬ら⁷⁾の研究では、筋力運動やバランス運動

1) 神戸医療未来大学 (Kobe University of Future Health Sciences) 〒679-2217 兵庫県神崎郡福崎町高岡1966-5
2) 湊川短期大学 (Minatogawa College) 〒669-1342 兵庫県三田市四ツ辻1430
3) 大阪国際大学短期大学部 (Osaka International College) 〒570-0014 大阪府守口市藤田町6丁目21-57
4) 大阪成蹊大学大学院 (Osaka Seikei University Graduate School) 〒533-0007 大阪市東淀川区相川3丁目10-62
5) 大阪成蹊大学 (Osaka Seikei University) 〒533-0007 大阪市東淀川区相川3丁目10-62

の継続が、椅子起立時間と TUG (Timed Up and Go Test; 歩行や生活動作における転倒リスクを判定するために、動的バランス・歩行・敏捷性などを複合的に診るテスト) に関わる運動能力の改善に有効であるが、これらの運動能力より先に下肢筋力が増加していることが確認されている。さらに村田ら⁸⁾は、運動習慣がある中高齢者では、握力や大腿四頭筋力が高い傾向にあると報告している。これらの研究からも、運動習慣や運動の継続が体力および筋力の維持、そして健康寿命の延伸に関連していることがわかる。それに加え、中高齢者における健康寿命の延伸の一つとして転倒予防の重要視され、転倒を未然に防ぐことが中高齢者の健康課題とされている^{9, 10)}。転倒を引き起こす要因としては、立位保持能力、下肢筋力および敏捷性の低下などが報告されている^{11, 12)}。また、ここ数年で歩行時の姿勢の安定性や、転倒を防ぐための重心位置の調節に関与する筋力として、足趾の屈曲筋力を計測した足趾把持力が注目されている^{13, 14)}。我々は、中高齢者を対象に足趾把持力と転倒に関わる体力因子との関係について明らかにし、足趾把持力が中高齢者の転倒予防に必要な筋力であることを報告した¹⁵⁾。また、江上ら¹⁶⁾は、60歳以上で運動習慣がある者は運動習慣がない者と比較して体力が高く維持されていること、さらに中高齢者の運動習慣は転倒予防に効果的であることが確認されている¹⁷⁾。以上の報告から、運動習慣を身につけることで、ある程度の体力や筋力を維持できることがわかっているが、本研究で着目している足趾把持力と運動習慣の関係についての報告は著者が知る限り見当たらない。また、足趾把持力は男性よりも女性の方が加齢にともない徐々に弱化し、80歳以上になると足趾把持力は男性に比べ女性の方が急激に低下することがわかっている¹⁸⁾。そこで本研究では、

中高齢者女性を対象に運動習慣の有無が転倒に関わる体力因子だけでなく足趾把持力に与える影響について検討することにした。そして、本研究の独自性は、運動習慣が足趾把持力に大きく影響することを確認し、足趾把持力に関する基礎的資料を得ることである。

II、対象および方法

1、対象

地域に在住する中高齢女性40名(平均年齢 72.8 ± 8.2 歳)を対象に、現在の運動習慣や運動実践内容に関する調査と体力測定および足趾把持力の測定を行った。いずれの対象者も下肢に関する疾患の既往はなかった。

対象者には本研究の趣旨と内容、個人を特定しないデータ収集・管理、本研究の目的以外にデータは使用しないこと、個人情報への漏洩防止に努めることを口頭にて説明し、同意書への署名を以て本研究への参加の同意を得た。本研究は神戸医療福祉大学研究倫理委員会の承認(201910)を受けて実施した。

2、測定方法

運動習慣の有無に関しては自記式アンケートを用いて確認した。また、体力測定として、全身の筋力の指標である握力、下肢機能の指標でもある垂直跳び、調整力として重心動揺および敏捷性や反応性を評価する全身反応時間、そして足趾把持力の測定を実施した。各測定方法については以下に詳細に記述する。

1) 運動習慣に関するアンケート

現在の運動習慣や運動実践内容に関する調査について、本研究では、1回30分以上の運動を週2回¹⁹⁾以上行っている対象者を運動習慣あり群(18名 73.5 ± 7.5 歳)とし、それ以外は運動習慣なし群(22名 72.2 ± 8.7 歳)とした。

2) 足趾把持力(竹井機器工業社製, T.K.K.

3364b)

足趾把持力の測定には、竹井機器工業社製の足指筋力測定器Ⅱベルト付 (T.K.K.3364b) を用いた。足趾把持力の測定は、端座位にて膝関節屈曲90度、足関節背屈0度になるように下肢の位置を定めた。さらに、足趾把持力計バーを対象者の第1中足指節関節に合うように調節し、平坦な床上に足を肩幅に開き、両上肢を体側に下垂して上体を前方、後方へ移動することがないように指示した²⁰⁾。対象者によって利き足と非利き足が異なるが、甲斐ほか²¹⁾の報告では、利き足と非利き足の足趾把持筋力には差がないことから、測定は左右3回実施し、左右それぞれの最高値の平均を算出して足趾把持力の値とした。また、右・左の順番で足趾把持力の測定を行い、右・左と1回測定後に休息時間を設けた。なお、同一対象者を複数回測定した際の測定値の信頼性を確認するために、1回目、2回目および3回目の値を一元配置分散分析で級内相関係数(以下、ICC)を算出した。ICCは、0.7以上であれば高い信頼性があると判断され^{22, 23)}、右脚の足趾把持力のICC(1,1)は0.72、左脚の足趾把持力のICC(1,1)は0.74を示し、測定値の信頼性を確認した。さらに、一元配置分散分析により1回目、2回目および3回目の試行間の差を確認したが、左右ともに試行間の差は認められなかった。

3) 握力(竹井機器工業社製, T.K.K.5401)

人差し指の第2関節がほぼ直角になるように握り幅を調節し、握力計が身体や衣服に触れないようにして力いっぱい握らせた²⁴⁾。測定は左右交互に計4回実施し、左右の平均値を算出して握力の値とした。

4) 垂直跳び(竹井機器工業社製, ジャンプMD T.K.K.5406)

測定器のマット上に立たせ、腰に紐を巻き付け、紐に緩みがないようにした。跳躍前の

立位姿勢の腰の高さを基準の0 cmとした。その場で膝を曲げ、腕を大きく振りながら真上に跳ばせた²⁴⁾。測定は2回実施して高値を垂直跳びの値とした。

5) 重心動揺(アニマ株式会社グラビコーダGP-31)

2 m前方の視標を注視させ、両脚立ちにおける重心動揺を開眼にて30秒間測定した。測定は1回とし、総軌跡長を重心動揺の値とした²⁵⁾。

6) 全身反応時間(竹井機器工業社製, T.K.K.5408)

膝を軽く曲げた状態で測定器のマット上に立ち、発光時に両足がマットから離れるようにさせた²⁶⁾。5回測定し、全測定データの最高値、最低値除く3回の値の平均を全身反応時間の値とした。なお、全ての検査は、静かな場所で行い、余計な刺激が入らないように留意した。

3、統計処理

中高齢者女性の運動習慣と体力および足趾把持力との関係を検証するため、階層的重回帰分析を行った。投入した変数間の多重共線性の有無を確認するため、相関係数と変動インフレーション因子(variance inflation factor: 以下VIFと略す)を算出し、VIFは10を超えていないことを確認した。また、運



写真1 足趾把持力測定

動習慣の有無が及ぼす影響を検討するため、各項目の平均値を対応のないt検定により比較し、Bonferroni法による多重比較補正を行った。統計解析にはSPSS, Ver.21を用いて解析した。なお、有意水準は $p < 0.05$ 未満とした。

Ⅲ、結 果

対象者の各体力測定の前平均値と標準偏差を表1に示した。次に階層的重回帰分析の結果を表2に記す。Step 1として年齢を交絡因子として調整するために強制投入法にて運動習慣(ダミー変数)を従属変数、年齢を独立変数とした。step 2として、ステップワイズ法にて運動習慣を従属変数、握力、垂直跳び、重心動揺、全身反応時間および足趾把持力を独立変数とした。その結果、運動習慣と年齢($\beta = 0.352$, $p < 0.017$)に有意な関係が示され、さらに、年齢を交絡因子として調整すると、運動習慣と足趾把持力($\beta = 0.673$, $p < 0.001$)のみに有意な関係が示された。この回帰式の決定係数は $R^2 = 0.351$ ($p < 0.001$)であり、運動習慣の予測式として有意な関係が認められた。この結果から、中高齢女性の運動習慣は年齢を考慮すると、握力、垂直跳び、重心動揺および全身反応時間との関係が認められず、足趾把持力のみに関係していることが確認できた。

表1 体力測定項目の平均値と標準偏差 (n=40)

	平均値	標準偏差
足趾把持力 (kg)	8.7	3.10
握力 (kg)	21.6	3.40
垂直跳び (cm)	23.0	4.90
重心動揺 (cm)	58.3	21.60
全身反応時間 (msec)	473.4	75.50

表3には、運動習慣あり群と運動習慣なし群における体力測定の比較を示した。足趾把持力 ($p < 0.01$) と垂直跳び ($p < 0.05$) に有意差が認められたが、握力 ($p \geq 5.04$)、重心動揺 ($p \geq 0.15$) および全身反応時間 ($p \geq 0.216$) に有意差は認められなかった ($p < 0.05$, ボンフェローニ補正後の対応のないt検定)。

Ⅳ、考 察

本研究の結果、階層的重回帰分析により年齢を交絡因子として調整し、中高齢女性における運動習慣と有意な関係を示した因子は、足趾把持力のみであり、握力、垂直跳び、重心動揺および全身反応時間との関係は認められなかった。また、運動習慣あり群が運動習慣なし群より足趾把持力と垂直跳びが高いことが示された。

足趾把持力に関する研究報告で、村田ほか¹⁸⁾は、中高齢者の足趾把持力には性差が認められ、女性の足趾把持力は男性よりも低いことを明らかにしている。また、女性の足趾把持力は加齢にともない徐々に弱体化し、80歳以上になると足趾把持力が急激に低下することを報告している。加えて、転倒経験のある中高齢者は、最大歩幅、歩行速度、足趾把持力および足関節背屈角度の4項目については、転倒しそうになったニアミス体験群と非経験群より有意に低値であったことを、村田ほか²⁷⁾が明らかにした。さらに、我々¹⁵⁾は転倒に関わる体力因子には足趾把持力が重要な役割であることを報告している。

本研究の結果と先行研究を踏まえ、足趾把持力は年齢と共に弱体化し特に80歳あたりで著しく低下すること、また転倒を招く要因の一つとして足趾把持力が低いことがわかり、運動習慣の確保が加齢による足趾把持力の低下を防げることも明らかにした。以上のことか

中高齢者の運動習慣が体力および足趾把持力に及ぼす影響

表2 運動習慣の階層的重回帰分析 (n=40)

測定項目	b	SE	β	P-value	VIF
年齢	0.022	0.091	0.352*	0.017	1.198
足趾把持力 (kg)	0.108	0.023	0.673**	0.001	2.713
握力 (kg)	—	—	—	0.611	3.961
垂直跳び (cm)	—	—	—	0.491	2.269
重心動揺 (cm)	—	—	—	0.795	2.927
全身反応時間 (msec)	—	—	—	0.069	1.698
R ²	0.385**	0.001			

標準回帰係数 (b)、標準誤差 (SE)、標準化係数 (β)、有意確率 (p) 変動インフレーション因子 (VIF)、VIF>10で多重共線性の疑いが高いと判定される
*p<0.05、**p<0.01

表3 運動習慣あり群と運動習慣なし群における体力測定と比較 (n=40)

測定項目	運動習慣あり			運動習慣なし			
	平均値	±	標準偏差	平均値	±	標準偏差	
年齢	73.5	±	7.5	71.3	±	8.8	n, s
足趾把持力	10.5	±	3.01	7.2	±	2.4	**
握力	22.6	±	3.48	20.7	±	3.2	n, s
垂直跳び	25.2	±	3.69	21.1	±	5.1	*
重心動揺	50.9	±	16.7	64.4	±	23.4	n, s
全身反応時間	445.8	±	75.4	459.9	±	69.2	n, s

運動習慣あり VS 運動習慣なし *p<0.05、**p<0.01

ら、中高齢者にとって運動習慣の確保は足趾把持力の維持に必要であり、転倒予防としても運動の継続は重要であると推測できる。また、今回の結果では、運動習慣の有無と足趾把持力および垂直跳び以外の体力因子との関係が認められなかったが、三村ら²⁸⁾は、運動習慣の確保が体力のみならず良好な生活習慣の獲得にも影響を与えていることを報告した。また、松下ら²⁹⁾らは、中高齢者で定期的に運動している群は運動をしていない群よりも体力が高いことを明らかにしており、健康づくりや介護予防の観点からも、中高齢者の運動習慣の確保は健康寿命の延伸に欠かせない要素であるが、厚生労働省の調査³⁰⁾では、運動習慣のある人は65歳以上の男性で46.2%、女性で39.0%と男女ともに健康日本

21 (第二次) の目標値に届いていない状況である。今後、運動習慣の定着は中高齢者にとって重要な課題であり、急務に取り組むべき問題である。こうした中で重松ら³¹⁾は、運動習慣をもたない中高齢者は、一人でできる運動を望んでおり、いきなり運動教室への参加を促すのではなく、まずは自宅で行える簡単なエクササイズの提供が必要であると報告している。そのため、我々は自宅で行える足趾を活用したエクササイズを考案し、即時的に歩行能力を高められることを確認した³²⁾。今後の展開として、我々が考案した自宅で行える足趾エクササイズが中高齢者の運動習慣の定着に寄与できるかを検討する予定である。

V. まとめ

中高齢者の運動習慣と体力因子および足趾把持力の関係について検討した結果、運動習慣が足趾把持力に強く関係することが示唆された。さらに運動習慣が足趾把持力の低下を防げることも確認できたことから、本研究は足趾把持力に関する基礎的資料と成り得た。

文献

- 1) WHO (世界保健機関): The World Health Report 2000: Health Systems: Improving Performance June 2000.
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/42281> (参照日2023年8月1日)
- 2) 谷本芳美: 地域高齢者の健康づくりのための筋肉量の意義、日本老年医学会雑誌、42 (6)、691-697、2005
- 3) Kemmler, W., Lauber, D., Weineck, J., Hensen, J., Kalender, W., Engelke, K.: Benefits of 2 years of intense exercise on bone density, physical fitness, and blood lipids in early postmenopausal osteopenic women: results of the Erlangen Fitness Osteoporosis Prevention Study (EFOPS). *Arch Intern Med*, 164 (10), 1084-1091, 2004
- 4) 吉田祐子、熊谷 修、杉浦美穂、古名丈人、吉田英世、金 憲経、新開省二、渡辺修一郎、鈴木隆雄: 地域在宅高齢者における運動習慣の継続と心拍数の縦断変化、体力科学、54 (4)、295-304、2005
- 5) Yasunaga, A., Tokunaga, M.: The Relationships among Exercise Behavior, Functional ADL, and Psychological Health in the Elderly. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci*, 20 (6), 339-343.
- 6) 李 恩兒、恒吉玲代、澤田樹美: 地域在住高齢者の身体活動と健康寿命との関連、運動疫学研究、8、56-59、2006
- 7) 平瀬達哉、井口 茂、中原和美、松坂誠應: 在宅虚弱高齢者に対する異なる運動介入が身体機能に及ぼす経時的変化について－バランス運動と筋力増強運動での検討－、理学療法科学、26 (1)、1-5、2011
- 8) 村田 伸、大山美智江、大田尾 浩、村田 潤、木村裕子、豊田謙二、津田 彰: 在宅高齢者の運動習慣と身体・認知・心理機能との関連、行動医学研究、15 (1)、1-9、2010
- 9) 金成由美子、安村誠司: 高齢者における転倒予防介入プログラムの有効性に関する文献的考察、日本公衆衛生雑誌、49 (4)、287-304、2002
- 10) 鈴木隆雄、杉浦美穂、古名丈人、西澤 哲、吉田英世、石崎達郎、金 憲経、湯川晴美、柴田博: 地域高齢者の転倒発生に関連する身体的要因の分析的研究－5年間の追跡研究から－、日本老年医学会雑誌、36 (7)、472-478、1999
- 11) Oliveira, MR., Silva, RA., Dascal, JB., Teixeira, DC: Effect of different types of exercise on postural balance in elderly women: a randomized controlled trial, *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 59 (3), 506-514, 2014
- 12) 大淵修一: 高齢者の転倒と予防、バイオメカニクス学会誌、27 (1)、2-5、2003
- 13) 村田 伸: 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
- 14) 村田 伸、大山美智江、大田尾 浩、村田 潤、富田謙二、藤野英巴、弓岡光徳、武田 功: 地域在住女性高齢者の開眼片足立ち保持と身体機能との関連、理学療法科

- 学、23 (1)、11-14、2008
- 15) 辻 慎太郎、安部恵子、臼井達矢、涌井忠昭：中高年齢女性における足趾把持力と体力との関係、教育医学 66 (4)、252-259、2021
- 16) 江上京里、見城道子、守屋治代、山元由美子：健康増進施設利用者の運動習慣と健康関連指標の関連、日本看護研究学会雑誌、32 (1)、69-78、2009
- 17) 大久保善郎、清野 諭、藪下典子、大須賀洋祐、鄭松伊、根本みゆき、金美芝、フィゲロアラファエル、田中喜代次：地域在住高齢者における運動習慣と転倒の関係、体力科学、63 (4)、391-400、2014
- 18) 村田 伸、大山美智江、大田尾 浩、村田 潤、豊田謙二、藤野英巳、弓岡光徳、武田 功：地域在住高齢者の足把持力に関する研究－性差および年代別の比較－、理学療法科学、22 (4)、499-503、2007
- 19) 厚生労働省：平成27年国民健康・栄養調査 https://www.mhlw.go.jp/www1/topics/kenko21_11/b2.html (参照日2023年8月11日)
- 20) 相馬正之、村田 伸、太田尾 浩、甲斐義浩、中江秀幸、佐藤洋介、村田 潤：足趾把持力および足趾圧迫力と身体機能との関係について－足関節固定ベルト使用の有無による検討－、ヘルスプロモーション理学療法研究、8 (1)、13-18、2018
- 21) 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の比較、理学療法科学、22 (3)、365-368、2007
- 22) 栗原洋一、斉藤俊弘、稲垣義明：検者内および検者間の Reliability (再現性・信頼性) の検討、呼吸と循環、41 (10)、945-952、1993
- 23) 谷 浩明：評価の信頼性、理学療法科学、12 (3)、113-120、1997
- 24) Kimura, M., Mizuta, C., Yamada, Y., Okayama, Y : Constructing an index of physical fitness age for Japanese elderly based on 7-year longitudinal data: sex differences in estimated physical fitness age, Age (Dor), 34 (1), 203-214, 2012
- 25) 望月 久、峯島孝雄：重心動揺計を用いた姿勢安定度評価指標の信頼性および妥当性、理学療法学、27、199-203、2000
- 26) 猪飼道夫、浅見高明、芝山秀太郎：全身反応時間の研究とその応用、OLYMPIA、7、18-27、1961
- 27) 村田 伸、津田 彰、稲谷ふみ枝、田中芳幸：理学療法学、32 (2)、88-95、2005
- 28) 三村寛一、塩野祐也、斉藤誠二、鉄口宗弘、安部恵子、三村達也：中高年齢者の体力と生活・運動習慣に関する研究、大阪教育大学紀要、教育科学、54 (2)、35-44、2006
- 29) 松下年子、松島英介：中高年齢者のQOL (Quality of life) と生活習慣の関連、日本保健科学学会誌、7 (3)、156-163、2004
- 30) 厚生労働省：平成29年国民健康・栄養調査 <https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/000351576.pdf> (参照日2023年8月11日)
- 31) 重松良祐、中垣内真樹、岩井 浩：運動実践の頻度別にみた高齢者の特徴と運動継続に向けた課題、体育学研究、52、173-186、2007
- 32) 辻 慎太郎、安部恵子、臼井達矢、涌井忠昭：足底および足趾エクササイズが高齢者の移動能力に及ぼす即時的効果の検証、教育医学、62 (2)、145-156、2023

