地域在住女性高齢者の最速歩行時の歩行パラメータと 身体機能との関連

Relationship between Fast Walking Parameters and Physical Functions in Community Dwelling Elderly Woman

辻井 優衣, 村尾 太郎, 岩瀬 弘明, 白岩加代子
安彦 鉄平, 堀江 淳, 内藤 紘一, 村田 伸

Yui Tsujii, Tarou Murao, Hiroaki Iwase, Kayoko Shiraiwa
Teppei Abiko, Jun Horie, Kouichi Naitou, Shin Murata

要 旨：本研究の目的は、地域在住女性高齢者における最速歩行時の歩行パラメータと身体機能との関連を明らかにすることである。体力測定会に参加した地域在住女性高齢者96名（平均年齢：73.7±5.7歳）を対象に、最速歩行時の歩行パラメータと下肢筋力や立位バランスなどの身体機能を計測した。重回帰分析の結果、歩行パラメータに独立して関係する因子として抽出された項目は、最大歩行速度では、trail making test (TMT), 30-second chair-stand test (CS-30), 開眼片脚立位時間の3項目であった。歩幅とストライドの影響因子はともに長座体前屈距離、身長、CS-30の3項目、両脚支持時間は上体起こし、年齢、体重の3項目であった。歩行角度は身長とCS-30の2項目であった。これらのことから、地域在住女性高齢者の下肢筋力と柔軟性、バランス能力、および注意機能を改善することで、歩行能力の維持・向上を図れる可能性が示唆された。

キーワード：地域在住女性高齢者, 歩行パラメータ, 身体機能

Abstract: This study examined the relationship between fast walking parameters and physical functions in community dwelling elderly woman. The measurement of physical functions, such as gait parameters, the lower limb muscle strength, and standing balance, was performed in 96 elderly females (mean age: 73.7±5.7), who lived in a community and participated in a physical fitness measurement event. Multiple regression analysis revealed that the trail making test (TMT) and 30-second chair-stand test (CS-30) scores and duration of standing on one leg with the eyes open influence the maximum walking speed; the sit-and-reach test score, height, and CS-30 score influence both the step length and stride; the number of sit-ups, age, and weight influence the duration of the double-support period; and the height and CS-30 score influence the gait angle. Based on this, it may be possible to maintain/improve the walking ability of elderly females living in communities by enhancing their lower limb muscle strength, flexibility, balance, and attention.

Key words: community dwelling elderly woman, walking parameters, physical functions

受付日：2017年10月24日，採択日：2018年6月14日

京都橘大学健康科学部理学療法学科：〒607-8175 京都府京都市山科区大宅山田34 TEL：075-571-1111

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Kyoto Tachibana University

E-mail：murata-s@tachibana-u.ac.jp

I. はじめに

高齢化が進行する近年、加齢による運動能力の低下に人々の関心が集まっている。高齢者が自立した生活を営む上で移動能力は必要不可欠である。歩行速度が遅い高齢者は転倒リスクが高く¹⁾、将来「閉じこもり」老人となりやすいことが報告²⁾されており、歩行速度を維持・改善することは、高齢者の quality of life (QOL) の向上に繋がると考えられる。

高齢者を対象とした先行研究では、歩行パラメータの中でもとくに歩行速度に着目した研究が多い。大杉ら³⁾は最速歩行時の歩行パラメータと身体機能との関係について検討し、最大歩行速度は握力や下肢筋力、バランス能力など種々の身体機能と関連することを報告している。

高齢者の歩行能力低下は、加齢による筋力低下やバランス能力の低下に起因することは周知の事実である。しかし、歩行は筋力やバランス能力の他にも注意機能などが複合的に機能することで遂行される動作であるため、先行研究³⁾のような単変量解析では加齢による筋力低下や柔軟性の低下など、複数の因子が歩行速度に影響を及ぼすといった交絡関係を調整することはできない。高齢者の歩行能力を維持・改善するためには、歩行パラメータに独立して関連する身体機能の因子を明らかにする必要がある。

そこで、本研究は地域在住高齢者の最速歩行時の歩行パラメータと身体機能との関連について、多変量解析を用いて検討することとした。

II. 対象と方法

1. 対 象

対象はY市に居住し、Y市で実施している介護予防・生きがい対策事業である「生きがいサークル」に登録している高齢者のうち、Y市と著者所属大学との連携事業である健康調査に参加した高齢者を対象とした。なお、参加者が少なかった男性、杖歩行者は除外し、女性高齢者96名を解析対象とした。対象者の平均年齢は 73.7 ± 5.7 歳、身長は 150.8 ± 5.9 cm、体重は 49.6 ± 8.7 kg (平均 $\pm$ 標準偏差)であった。対象者には研究の趣旨と内容、得られたデータは研究以外で利用しないこと、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であり、被験者にならなくとも不利益にならないことを口頭と書面で説明し同意を得た。なお、本研究は京都橋大学の研究倫理委員会に承認を

得て行った(承認番号14-5)。

2. 方 法

歩行パラメータは、最速歩行時の歩行速度、歩幅、ストライド、立脚時間、遊脚時間、両脚支持時間、歩隔、歩行角度、つま先角度の9項目とした。最大歩行速度は、歩行能力の評価指標のみならず、高齢者の予後予測としても有用であり、健康者では下肢筋力やバランス能力の影響を受ける⁴⁾。そのため、対象者には最大速度での歩行を指示した。身体機能の評価は、体幹筋力として上体起こし、上肢筋力として握力、下肢筋力として大腿四頭筋筋力、足趾把持力、30秒椅子立ち上がりテスト(30-second chair-stand test: CS-30)の3項目、柔軟性として長座体前屈距離、バランス機能評価として開眼片脚立位時間を測定した。また、注意機能をTrail Making Test (TMT)で評価した。

歩行パラメータの測定には、シート式足圧設置足跡計測器(ウォーク way MW-1000, アニマ社製)を用いた。ウォーク wayはシート上を歩行することにより、ヒトの歩行解析に必要な時間因子である歩行速度や立脚時間、空間因子であるストライドや歩行角などの歩行パラメータを収集する機器である。測定するシートは800mm $\times$ 2,400mmの薄型シート形状で、14,000ポイントのセンサーが埋め込まれている。シート前後の3mを助走路と追走路とし、計8.4mを歩行区間とした。対象者には「できるだけ速く歩いてください」と口頭指示を与え、歩行区間を最大歩行速度で歩行してもらい、中央2.4mのシート上の歩行パラメータを測定した。分析に用いた歩行パラメータは、歩行速度(cm/sec)、歩幅(cm)、ストライド(cm)、立脚時間(sec)、遊脚時間(sec)、両脚支持時間(sec)、歩隔(cm)、歩行角度($^{\circ}$)、つま先角度($^{\circ}$)とした。歩行角度は、歩行中の身体線に対しての足部の角とし、つま先角度とは踵から進行方向への直線に対してつま先と踵を結んだ線が角度とした。なお、立脚時間、遊脚時間、立脚支持時間、歩幅、歩隔、歩行角度、つま先角度については左右の平均値を代表値とした。

上体起こしの測定は、文部科学省新体力テストの実施要項⁵⁾に従い、測定肢位は背臥位とし、両上肢を胸の前で組み、両膝関節は 90° 屈曲位の姿勢から、両肘が両大腿部に接触するまで上体を起こすよう指示した。その際、検者は対象者の両膝を固定した。測定は30秒間で可能な限り繰り返させ、その回数(回)を記録した。

握力の測定には、デジタル式握力計(T.K.K. 5401, 竹井機器工業製)を使用した。文部科学省新体力テストの実施要項⁵⁾に従い、示指の近位指節間関節が約90°になるように握り幅を調節した。測定肢位は立位とし両上肢を体側に下垂した状態で最大努力にて握りしめるように指示した。測定は、左右2回ずつ測定し、その最大値(kg)を代表値として採用した。

大腿四頭筋筋力の測定には、ハンドヘルドダイナモメーター(μ -TasF-1, アニマ社製)を使用した。加藤ら⁶⁾の方法に準じて、椅子座位にて椅子の支柱にベルトを固定し、下腿下垂位での等尺筋力を測定した。対象者は、体幹垂直位、膝関節90°屈曲位、両上肢は胸の前で組み、センサーパッドを下腿の遠位部にあて測定した。測定中はセンサーパッドのずれを防止するために検者が前方で固定した。測定は、左右2回ずつ測定し、その最大値(kg)を代表値として採用した。

足趾把持力は、足趾筋力測定器Ⅱ(T.K.K3364b, 竹井機器工業製)を使用した。相馬ら⁷⁾の方法に準じて、測定肢位は端座位とし体幹垂直位、膝関節90°屈曲位、両上肢は胸の前で組み、把持バーを足趾で把持できるように調節し実施した。測定は、左右2回ずつ測定し、その最大値(kg)を代表値として採用した。

CS-30の測定は、中谷ら⁸⁾の方法に従い、肘掛と背もたれのない椅子を使用し、両上肢は胸の前で組んだ椅子座位で実施した。その際、足底がしっかり床に接することに留意した。開始の合図で座位姿勢から膝関節完全伸展位するように立位姿勢になり再び着座するまでを1回とし、30秒間の実施回数(回)を記録した。なお、立ち上がり途中で30秒を経過した場合は測定回数に含めなかった。

長座体前屈距離の測定は、デジタル式長座体前屈測定機器(T.K.K. 5412, 竹井機器工業製)を使用した。文部科学省新体力テストの実施要項⁵⁾に従い、壁に背中と臀部をしっかりとつけた長座位姿勢から前屈した時の最大到達距離を測定した。測定は、2回測定し、その最長距離(cm)を代表値として採用した。

開眼片脚立位時間⁹⁾の測定は、対象者は裸足となり、両上肢は軽く体側につけた開眼片脚立位で姿勢保持できる時間について120秒を上限としてストップウォッチを使用して測定した。なお、中止基準は上肢が体幹から離れる、支持脚の位置が動く、または対側の足部が床に接触する場合とした。測定は、左右2回ずつ測定し、その最長時間(sec)を代表値として採用した。

TMT¹⁰⁾の測定は、TMT-Aを実施した。紙面上にラ

ンダムに配置された1から25までの数字を小さい方から順に線で結んでいく。評価は開始から順にすべてを結ぶまでの時間をストップウォッチで測定し、その測定時間(sec)を記録した。なお、対象者には施行手順を修得させるために、練習用TMTを用いて十分に実施できることを確認した後、測定を1回行い、代表値とした。

3. 統計処理

各歩行パラメータと身体機能との関連を明らかにするために、従属変数を歩行速度、歩幅、ストライド、立脚時間、遊脚時間、両脚支持時間、歩隔、歩行角度、つま先角度の9項目、独立変数を上体起こし、握力、大腿四頭筋筋力、足指把持力、CS-30、長座体前屈距離、開眼片脚立位時間、TMTとした重回帰分析ステップワイズ法で解析した。統計ソフトにはSPSS Statistics Version22.0 (IBM社製)を用い、有意水準を5%とした。

III. 結果

表1に被験者96名の属性、歩行パラメータ、身体機能に関する測定項目の平均値と標準偏差を示す。

重回帰分析において、各歩行パラメータに影響を及ぼす因子として抽出された項目を表2に示す。最大歩行速度の影響因子はTMT、CS-30、開眼片脚立位時間の3項目、歩幅とストライドの影響因子はともに長座体前屈距離、身長、CS-30の3項目、両脚支持時間は上体起こし、年齢、体重の3項目、歩行角度は身長とCS-30であった。なお、立脚時間、遊脚時間、歩隔、つま先角度の4項目については、影響因子として抽出された項目は認められなかった。

IV. 考察

本研究は、地域在住女性高齢者の最速歩行時の歩行パラメータと身体機能との関連について検討した。重回帰分析の結果、歩行速度に関連する身体機能の項目は、注意機能を評価したTMT、下肢筋力の指標としたCS-30、バランス評価である開眼片脚立位時間の3項目であり、いずれも数値が高いほど歩行速度が速かった。

注意力に関する先行研究では、地域在住高齢者の通常歩行と二重課題条件下での歩行パラメータを比較すると、二重課題条件下での歩行速度と歩行率が有意に低下したと報告¹¹⁾されている。下肢筋力については、

表1 対象者の属性・歩行パラメータ・身体機能の測定値 (n=96)

属性		歩行パラメータ		身体機能	
年齢(歳)	73.7±5.7	歩行速度 (cm/sec)	171.5±28.0	上体起こし (回)	8.0± 5.9
身長(cm)	150.8±5.9	歩幅 (cm)	63.4± 8.3	握力 (kg)	22.4± 4.1
体重(kg)	49.6±8.7	ストライド (cm)	126.9±16.5	大腿四頭筋筋力 (kg)	21.1± 4.1
		立脚時間 (sec)	0.5± 0.1	足趾把持力 (kg)	6.0± 2.9
		遊脚時間 (sec)	0.3± 0.0	CS-30 (回)	19.2± 5.6
		両脚支持時間(sec)	0.1± 0.0	長座体前屈距離 (cm)	36.4± 8.5
		歩隔 (cm)	7.0± 2.8	開眼片脚立位時間 (sec)	34.0±34.6
		歩行角度 (°)	6.5± 2.8	TMT (sec)	119.7±40.8
		つま先角度 (°)	2.7± 4.3		

平均値±標準偏差

CS-30: 30-second chair-stand test

TMT: Trail Making Test

表2 各歩行パラメータを従属変数とした重回帰分析

従属変数	説明変数	標準偏回帰係数	95%信頼区間		有意確率	VIF
			下限	上限		
歩行速度	TMT	-0.343	-0.344	-0.090	<0.001	1.069
	CS-30	0.231	0.221	2.209	0.017	1.037
	開眼片脚立位時間	0.221	0.021	0.313	0.025	1.076
(調整済み R ² =0.294)						
歩幅	長座体前屈距離	0.250	0.051	0.445	0.014	1.122
	身長	0.285	0.139	0.722	0.004	1.064
	CS-30	0.270	0.121	0.730	0.007	1.059
(調整済み R ² =0.280)						
ストライド	長座体前屈距離	0.250	0.102	0.890	0.014	1.122
	身長	0.285	0.276	1.444	0.004	1.064
	CS-30	0.270	0.242	1.460	0.007	1.059
(調整済み R ² =0.280)						
両脚支持時間	年齢	0.265	0.000	0.002	0.009	1.012
	体重	0.214	0.000	0.001	0.035	1.010
(調整済み R ² =0.205)						
歩行角度	身長	-0.316	-0.242	-0.053	0.003	1.000
	CS-30	-0.213	-0.202	-0.005	0.040	1.000
(調整済み R ² =0.144)						

※ステップワイズ法によって抽出された項目

TMT: Trail Making Test

CS-30: 30-second chair-stand test

CS-30を虚弱高齢者用に修正した Frail CS-10の回数が多いほど歩行速度が速いとの報告⁴⁾がある。また南條ら¹²⁾は、歩行速度と等尺性膝伸筋筋力がともに良好な高齢者では、とくに開眼片脚立位時間が歩行速度に影響を与えたと報告している。本研究でも、地域在住女性高齢者の注意力、下肢筋力、バランス能力が高いほど歩行速度が速いことが示され、先行研究と矛盾しない。

歩幅とストライドの影響因子として抽出されたのは

長座体前屈距離、身長、CS-30の3項目であり、いずれも数値が高いほど歩幅とストライドが大きいう関係が示された。先行研究では、膝窩部をストレッチすることで歩行速度が即時的に改善すると報告されており¹³⁾、柔軟性が歩幅やストライドに影響を与えることが示唆される。また、身長¹⁴⁾や大腿四頭筋筋力¹⁵⁾が歩幅に関与することも明らかにされており³⁾、本研究においても先行研究を追認した。

両脚支持時間の影響因子として抽出されたのは、年

齢と体重の2項目であり、年齢が高く体重が重いほど両脚支持時間が長いという関係が認められた。先行研究では若年者に比べ高齢者は両脚支持期の割合が大きく、加齢の要因が影響する^{16,17)}と報告されている。また体重の0~60%の重りを背部に装着して歩行した場合、両脚支持時間は体重の60%の重りを付けた時に最大となり、何も重りを付けなかった時に最小値となることが明らかにされている¹⁸⁾。本研究においても、年齢が高く体重が重い高齢者ほどバランス能力が低下するため¹⁹⁾、不安定な単脚支持時間を減少させて両脚支持時間を延長させたものと推察した。

歩行角度を従属変数とすると、身長とCS-30の2項目が独立して関連する因子として抽出され、ともに数値が低いほど歩行角度が増加することが認められた。先行研究において、歩行角度は歩幅と負の相関が認められ、歩幅が減少すると歩行角度は増加することが示されている¹⁸⁾。歩幅は身長と比例し¹⁴⁾、歩幅と下肢筋力には正の相関がある¹⁵⁾。したがって身長が低い、または下肢筋力が低下している高齢者は、歩幅が減少し歩行角度が増加した可能性が考えられる。

これらの結果から、下肢筋力の指標としたCS-30、バランス能力の指標とした開眼片脚立位時間、柔軟性の指標とした長座体前屈距離、および注意機能の指標としたTMTを改善することで、地域在住女性高齢者の歩行能力の維持・向上を図れる可能性が示された。これまでの研究において、下肢筋力⁴⁾・バランス能力¹²⁾・柔軟性¹³⁾が高齢者の歩行パラメータに影響することが報告されている。本結果は、高齢者の最速歩行には身体機能だけでなく注意機能も関係していることを示唆したものであり、注意機能への介入の重要性が示された。

ただし、本研究は女性のみを対象とした横断調査であり、歩行パラメータと関連があった身体機能や注意機能を改善することで、高齢者の歩行能力が改善できるかは明らかにできていない。また、重回帰分析によって抽出された各変数の標準偏回帰係数、ならびに決定係数の値が高値ではなく、説明力が十分ではないことが本研究の限界である。今後は、本研究で歩行パラメータと関連が認められた下肢筋力、柔軟性、バランス能力、注意機能に介入することで、歩行パラメータが改善するか否かについて縦断的に検討する必要がある。

引用文献

1) Ribom EL, Grundberg E, Mallmin H, et al: Estimation of

physical performance and measurements of habitual physical activity may capture men with high risk to fall—data from the Mr Os Sweden cohort. Arch Gerontol Geriatr, 2009, 49(1): 72-76.

- 2) 新開 省二, 熊谷 修, 渡辺修一郎・他: 縦断研究からみた地域老人の“閉じこもり”の特徴とその危険因子. J Epidemiol Suppl, 2000, 10(1): 52.
- 3) 大杉 紘徳, 村田 伸, 堀江 淳・他: 地域在住高齢者の各種歩行パラメータに関連する要因分析. ヘルスプロモーション理学療法研究, 2014, 4(1): 31-35.
- 4) 高橋 佑太, 川島 拓馬, 廣田 千香・他: 安定期慢性閉塞性肺疾患患者における最大歩行速度の決定因子と予後予測指標との関連. 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌, 2015, 25(2): 218-221.
- 5) 文部科学省: 新体力テスト実施要項 (65-79歳対象). http://www.mext.go.jp/component/a_menu/sports/detail/_icsFiles/afiedfile/2010/07/30/1295079_04.pdf (閲覧日 2017/4/1)
- 6) 加藤 宗規, 山崎 裕司, 柊 幸伸・他: ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性膝伸筋力の測定—固定用ベルトの使用が検者間再現性に与える影響—. 総合リハビリテーション, 2001, 29(11): 1047-1050.
- 7) 相馬 正之, 村田 伸, 甲斐 義浩・他: 足指把持力発揮時における下腿筋の筋活動. 理学療法学科, 2013, 28(4): 491-494.
- 8) 中谷 敏昭, 灘本 雅一, 三村 寛一・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, 2002, 47(5): 451-461.
- 9) 村田 伸, 大山 美智子, 大田尾 浩・他: 地域在住高齢者の足趾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, 2007, 22(4): 499-503.
- 10) 本田 哲三: 注意障害と記憶障害の評価法, 高次脳機能障害とリハビリテーション. J.of CLINICAL REHABILITATION 別冊高次脳機能障害のリハビリテーション, 1995: 129-134.
- 11) 飯田 康平, 村田 伸, 井内 敏揮・他: 二重課題が地域在住高齢者の歩行パラメータに及ぼす影響. ヘルスプロモーション理学療法研究, 2016, 6(3): 127-131
- 12) 南條 恵悟, 長澤 弘, 千葉 公太・他: 歩行速度と下肢筋力の違いは足趾圧力と歩行速度・バランス能力の関連性に影響するか?—入院高齢患者での検討—. 理学療法科学, 2016, 31(1): 151-155.
- 13) 本間 秀文, 鈴木 博人, 櫻井 優・他: 膝窩部持続伸張が歩行に与える影響. 東北理学療法科学, 2014, (26): 95-98.
- 14) 翁長 謙良, 吉永 安俊, 趙 廷寧: 身長と歩幅の相関に関する一考察—学生の歩測の事例から—. 琉球大学農学部学術報告, 1998, (45): 149-155.
- 15) Nakamura R, Hosokawa T, Tsuji I: Relationship of muscle strength for knee extension to walking capacity in patients with spastic hemiparesis. Tohoku J exp Med 1985, 145(3): 335-340.
- 16) Kaneko M, Morimoto Y, Kimura M, et al: A kinematic analysis of walking and physical fitness testing in elderly

- women. Can J Sport Sci, 1991, 16(3): 223-228.
- 17) Murray MP, Kory RC, Clarkson BH: Walking patterns in health old men. J Gerontol, 1969, 24(2): 169-178.
  - 18) Tomohiro Demura, Shin-ichi Demura : Relationship among Gait Parameters while Walking with Varying Loads. Journal of PHYSIOLOGICAL ANTHROPOLOGY, 2010, 29(1): 29-34
  - 19) Spyropoulos P, Pisciotta JC, Pavlou KN, et al.: Biomechanical gaitanalysis in obese men. Arch Phys Med Rehabil 1991. 72(13): 1065-1070.