



ISSN 2186-3741

ヘルスプロモーション理学療法研究

第13巻 第3号

Japanese Journal of
Health Promotion
and Physical Therapy

Vol.13, No.3, February 2024

2024年2月

日本ヘルスプロモーション理学療法学会

ヘルスプロモーション理学療法研究

第13巻 第3号 2024年2月

目 次

原 著

地域在住女性高齢者における歩幅と身体機能との関連： 「身長-100cm」を基準歩幅とした検討	森 耕平・他	111
本邦における変形性膝関節症患者の膝内反アライメントと 大腿骨内側上顆間距離との関連	等々力賢輔・他	117
地域在住女性高齢者における最大一步幅の予測値の測定意義	坂野 裕也・他	123

短 報

全般的認知機能低下の判別における Advanced Trail Making Test の 有用性に関するパイロット研究	谷 佳成恵・他	131
---	---------	-----

活動報告

山間部と平野部に在住する女性高齢者の運動機能および生活状況の比較	白岩加代子・他	143
----------------------------------	---------	-----

学会ニュース

日本ヘルスプロモーション理学療法学会 第14回学術集会 演題募集要項	149
投稿規定	151
会則	153
役員	155
編集委員会	155
査読者	155

地域在住女性高齢者における歩幅と身体機能との関連： 「身長 - 100cm」を基準歩幅とした検討

Relationship between step length and physical function in community-dwelling older women: A study using “height - 100cm” as the reference step length

森 耕平^{1,2)}, 村田 伸³⁾, 合田 明生⁴⁾

菊地 雄貴³⁾, 満丸 望⁵⁾, 中野 英樹³⁾

Kohei Mori^{1,2)}, Shin Murata³⁾, Akio Goda⁴⁾

Yuki Kikuchi³⁾, Nozomi Mitsumaru⁵⁾, Hideki Nakano³⁾

要旨：高齢者の通常歩行時の歩幅は「身長 -100cm」の簡易算出式に適合するとされる。本研究の目的は歩幅の簡易算出式の臨床的意義を検証することである。女性高齢者133名を対象に、簡易算出式から算出された歩幅を基準歩幅として、通常歩行時の実測歩幅が基準歩幅未満の歩幅低下群（19名）、基準歩幅 +10cm 未満の歩幅微増群（53名）、基準歩幅 +10cm 以上の歩幅増加群（61名）の3群に分類し、3群間の身体機能を比較した。その結果、下肢筋力（膝伸展筋力、30秒椅子立ち上がりテスト）は、歩幅増加群に比べ歩幅低下群・微増群で有意に低値であった。また、動的バランス（Timed Up & Go test）は、歩幅微増群と歩幅増加群に比べ歩幅低下群で有意に所要時間が長かった。これらの知見より、実測歩幅が「基準歩幅 +10cm 未満」であることは下肢筋力の低下を、「基準歩幅未満」であることは下肢筋力の低下に加えて動的バランスの低下を判別するスクリーニング指標となることが示唆された。

キーワード：歩幅、身長、歩行評価

Abstract: The usual walking step length of older adults aligns with a simple formula: height - 100 cm. This study aimed to examine the clinical significance of this simple formula for calculating step length. A total of 133 elderly women were divided into three groups based on their measured step lengths during usual walking compared to the step length calculated using the simple formula to establish a reference step length: a group with shortened step length below the reference value (n=19), a group with slightly increased step length that does not exceed “reference value +10cm” (n=53), and a group with step length that exceeds the reference value by at least 10 cm (n=61). The physical functions of these three groups were compared. The results showed that lower limb muscle strength (as measured by knee-extension strength and a 30 s chair-stand test) was significantly lower in the groups with shortened and slightly increased step lengths than in the group with increased step length. Furthermore, the timed up and go test performed to assess dynamic balance revealed significantly longer completion times in the group with shortened step length than in the groups with slightly increased and increased step lengths. These findings indicate the potential utility of measuring step length to be less than “reference value +10 cm” as a useful screening indicator for detecting decline in lower limb muscle strength and measuring step length to be “below the reference value” for detecting not only decline in lower limb muscle strength but also reduced dynamic balance.

Key words: step length, height, gait assessment

受付日：2023年12月1日，採択日：2023年12月29日

¹⁾ 京都橘大学大学院 健康科学研究科

Graduate School of Health Sciences, Kyoto Tachibana University

²⁾ 関西福祉科学大学 保健医療学部：〒582-0026 大阪府柏原市旭ヶ丘3-11-1

Phone : 072-978-0088 Fax : 072-978-0377 E-mail : morikouhei1@gmail.com

Faculty of Allied Health Sciences, Kansai University of Welfare sciences

³⁾ 京都橘大学 健康科学部

Faculty of Health Science, Kyoto Tachibana University

⁴⁾ 北陸大学 医療保健学部

Faculty of Health and Medical Sciences, Hokuriku University

⁵⁾ 株式会社くすきの杜

Kusukinomori Co., Ltd

I. はじめに

高齢者の歩行能力は、自立した生活を維持するための基本的能力である。歩行能力は加齢とともに変化し、高齢になるとその低下率は大きくなる¹⁾。歩行能力の低下は、日常生活動作能力の低下²⁾、転倒リスクの増大³⁾、認知機能の低下⁴⁾、死亡率の増加⁵⁾など、高齢者の生活機能や健康状態に様々な負の影響を及ぼす。そのため、高齢者における歩行能力の評価は、単に移動能力を評価するだけでなく、高齢期に生じる様々な問題に対するリスクを把握するうえで有用である。

歩行能力の指標となる歩行速度はケイデンスと歩幅で規定されるが、加齢による歩行速度の低下を引き起こす要因は、ケイデンスよりも歩幅の低下による影響が大きい⁶⁾。また、歩幅の低下は歩行速度の低下に先行して生じることも報告されており^{6,7)}、高齢者の歩幅の評価は、歩行能力の低下を早期に把握するための重要な指標となりうる。さらに、近年のシステムティックレビュー⁸⁾においても、高齢者の歩幅やストライド長は、単に歩行機能を示すのみならず、身体機能障害、転倒、要介護、施設入所、死亡の予測因子であることが報告され、その評価の重要性が示唆されている。

しかしながら、個人の歩幅は身長と関連する⁹⁾ことから、明確な基準値が存在せず、計測した歩幅の優劣の判断には身長の影響を考慮する必要がある。大塚らは¹⁰⁾、より簡便に個人の歩幅を算出する方法として、通常歩行時の歩幅は「身長(cm)-100cm」の簡易算出式から求められる値に適合することを報告している。この歩幅の簡易算出式は、個人の歩幅の目安を容易に算出できることから、健康増進事業や介護予防事業などの汎用性が高いと考えられる。しかしながら、この基準値を満たすか否かが、高齢者のどのような身体機能の特性を反映しているのかは明らかではない。

そこで本研究は、歩幅の簡易算出式から求められる値を基準歩幅として、実測歩幅が基準歩幅未満、基準歩幅+10cm未満、基準歩幅+10cm以上に分類した3群間の身体機能を比較し、歩幅の簡易算出式の臨床的意義について検証した。

II. 対象と方法

1. 対象

本研究は、I市の高齢者交流事業（いきいき百歳体操）に参加登録している高齢者を対象に、2021年10月に実施した横断調査である。I市の地域包括支援セン

ターの協力のもと、体力測定会への参加者をチラシやポスターを用いて募集し、体力測定会に参加した65歳以上の女性高齢者147名を本研究の対象とした。そのうち、認知機能障害が疑われるもの（Mini Mental State Examination；MMSE が23点以下）（5名）、すべての項目の測定ができなかったもの（9名）を除く133名を解析対象とした。なお、体力測定会は地域のコミュニティセンターで実施したが、対象者は自家用車や自転車、あるいは徒歩によって自ら調査に参加できる高齢者であり、要介護認定を受けている高齢者はいなかった。

対象者には事前に研究目的や意義、想定される利益や不利益などについて十分に説明し、書面にて同意を得て測定を実施した。なお、本研究は著者所属機関の倫理審査委員会の承認（承認番号：18-26）を得て実施した。

2. 方 法

1) 歩幅・歩行速度

歩幅および歩行速度の測定には、アニマ株式会社製のシート型足圧接地足跡計測装置 ウォークWayMW-1000を使用した^{11,12)}。計測用歩行シートのサイズは長さ2,400mm、幅800mm（センサーシート部600×600mm、厚さ5mm）であり、センサー空間分解能は10×10mm、測定ポイント数は14,400ポイントである。歩行路は、2.4mの測定区間の前後に各2mの助走路と追走路を設けた6.4mである。対象者には「いつも通りの速さで歩いてください」と指示を与えた通常歩行とし、裸足で2回実施し、測定により得られた歩幅(cm)と歩行速度(cm/sec)を解析に用いた。なお、歩幅は左右の平均値を代表値とした。

2) 身体機能

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）を使用した¹³⁾。対象者は立位で上肢を体側に下垂した姿勢をとり、握力計が身体に触れないようにして最大努力で握るように指示された。測定は左右2回ずつを行い、最大値(kgf)を解析に用いた。

膝伸展筋力の測定は、片脚用筋力測定台（T.K.K.5715：竹井機器工業）を使用しKatohら¹⁴⁾の方法に従って実施した。測定姿勢は測定台に腰を掛けた座位とし、両上肢を胸の前で組み、膝関節は90°屈曲位で下腿下垂位をとらせ、脚ベルトを対象者の下腿遠位部に固定した。対象者には、その姿勢から最大努力で膝関節伸展運動を行うよう指示した。測定は左右2回ずつを行い、

表1 対象者の基本属性

	歩幅低下群 ^A (基準歩幅未満) (n=19)	歩幅微増群 ^B (基準歩幅+10cm未満) (n=53)	歩幅増加群 ^C (基準歩幅+10cm以上) (n=61)	ANOVA		post hoc test
				F 値	p 値	
実測歩幅 (cm)	50.3±6.2	57.2±6.1	63.6±6.4	37.2	<0.001	A<B<C
実測歩幅と基準歩幅の差(cm)	-2.6±2.0	5.8±2.7	16.4±5.1	206.9	<0.001	A<B<C
年齢 (歳)	78.6±6.2	76.5±5.7	78.1±5.8	1.4	0.244	
身長 (cm)	152.8±5.7	151.4±5.6	147.2±5.6	11.2	<0.001	A, B>C
体重 (kg)	52.9±9.8	52.2±7.7	48.1±6.6	5.2	0.007	B>C
BMI (kg/m ²)	22.6±3.8	22.8±3.6	22.2±2.8	0.5	0.603	

BMI: Body mass index.

基準歩幅：身長 (cm) - 100 (cm)

それぞれの最大値の平均値を体重で除した値 (kgf/kg) を解析に用いた。

30秒椅子立ち上がりテスト (30-second chair-stand test; CS-30) は、椅子に座った状態から30秒間で何回立ち上がるかを計測する下肢筋力の指標である¹⁵⁾。測定には高さ約40cm の椅子を使用し、両上肢を胸の前で組んだ椅子座位を測定開始肢位とした。対象者へは開始の合図で素早く立ち上がり再び着座する動作ができるだけ早く繰り返すように指示し、30秒間に立ち上ることのできた回数を解析に用いた。測定は1回のみとした。

開眼片足立ち時間は静的バランスの指標である¹⁶⁾。測定開始肢位は、裸足で、両手を腰に当てた直立立位姿勢とした。測定は、一方の足を地面から持ち上げた時点から開始し、支持脚が動くか、持ち上げた足が床に着くまでの時間を、120秒を上限としてデジタルストップウォッチで測定した。左右2回ずつ測定し、最長時間(秒)を解析に用いた。

Timed Up & Go test (TUG) は立位や歩行における動的バランス機能を評価する指標である¹⁶⁾。測定には背もたれ付の椅子を使用し、足底を床につけた座位姿勢から立ち上がり、3m前方に配置してある目印を折り返して再び椅子に腰掛けるまでの所要時間をデジタルストップウォッチで測定した。原法¹⁷⁾では「楽な速さ」で歩行するが、本研究では最大努力で行ってもらい、測定時の心理状態や教示の解釈の違いによる結果の変動を排除した¹⁸⁾。測定は2回行い、最短時間(秒)を解析に用いた。

長座体前屈距離の測定には、デジタル式長座体前屈測定器 (T.K.K.5412: 竹井機器工業製) を使用した。測定開始肢位は、壁に後頭部と腰背部をしっかりとつけ、膝関節を伸展した長座姿勢とし、両肘関節は伸展

位で測定器に手を置いた。その後、できるだけ前方へ身体を倒すように指示した。測定は2回行い、最長距離(cm)を解析に用いた。

3) その他の項目

対象者の基本情報として年齢を聴取し、身長、体重、Body mass index (BMI), MMSE を調査した。MMSE は全般的な認知機能評価¹⁹⁾として広く用いられており、得点範囲は0~30点である。23/24点が認知症スクリーニングのカットオフとされている²⁰⁾。

3. 統計学的解析

本研究では、「身長 (cm) - 100cm」を基準歩幅と定義し、通常歩行時の実測歩幅が基準歩幅未満である歩幅低下群、基準歩幅+10cm未満である歩幅微増群、基準歩幅+10cm以上である歩幅増加群の3群に分類した。3群間の比較には一元配置分散分析を用い、その後の多重比較検定には Bonferroni 法を用いた。解析には統計解析ソフト SPSS28.0 (IBM 社製) を使用し、有意水準は5%とした。

III. 結 果

本研究で群分けした3群の内訳は、歩幅低下群19名、歩幅微増群53名、歩幅増加群61名であった(表1)。対象者の基本属性の比較において、身長は歩幅低下群および歩幅微増群に比べ、歩幅増加群で有意に低かった(p<0.05)。体重は歩幅微増群に比べ、歩幅増加群で有意に低値であった(p<0.05)。一方、年齢およびBMI は有意差を認めなかった。

3群間の身体機能の比較結果を表2に示す。一元配置分散分析の結果、歩行速度、膝伸展筋力体重比、CS-30、TUG の4項目に有意差が認められた。歩行速度は、歩幅増加群、歩幅微増群、歩幅低下群の順に低

表2 3群間の身体機能の比較

	歩幅低下群 ^A (基準歩幅未満) (n=19)	歩幅微増群 ^B (基準歩幅+10cm未満) (n=53)	歩幅増加群 ^C (基準歩幅+10cm以上) (n=61)	ANOVA F値	p値	post hoc test
歩行速度 (cm/sec)	103.4±16.0	125.0±16.5	138.1±18.5	30.0	<0.001	A<B<C
握力 (kgf)	21.2±4.5	21.5±3.5	21.6±3.7	0.1	0.944	
膝伸展筋力体重比 (kgf/kg)	0.42±0.16	0.45±0.12	0.54±0.14	9.2	<0.001	A, B<C
CS-30 (回)	18.3±6.4	19.2±4.8	23.5±7.2	9.0	<0.001	A, B<C
開眼片足立ち時間 (秒)	28.6±33.6	35.2±32.4	49.3±44.5	3.0	0.054	
TUG (秒)	7.7±2.0	6.8±1.1	6.2±1.1	10.2	<0.001	A>B, C
長座体前屈距離 (cm)	32.9±8.0	31.4±8.9	33.1±9.9	0.5	0.600	

ANOVA; analysis of variance, CS-30; 30-second chair stand test, TUG; Timed Up & Go test.

下を示した ($p<0.05$)。下肢筋力の指標とした膝伸展筋力体重比およびCS-30は、歩幅増加群に比べ歩幅低下群・微増群で有意に低値を示した ($p<0.05$)。また、動的バランスの指標としたTUGは、歩幅微増群と歩幅増加群に比べ歩幅低下群で有意に所要時間が長かった ($p<0.05$)。一方、握力、開眼片足立ち時間、長座体前屈には有意差は認められなかった。

IV. 考 察

本研究は、歩幅の簡易算出式（身長(cm) - 100cm）から算出される値を基準歩幅として、通常歩行時の実測歩幅が基準歩幅未満、基準歩幅+10cm未満、基準歩幅+10cm以上に分類した3群間の身体機能を比較し、歩幅の簡易算出式の臨床的意義について検証した。その結果、実測歩幅が「基準歩幅+10cm未満」であることは下肢筋力の低下を、「基準歩幅未満」であることは下肢筋力の低下に加えて動的バランスの低下を判別するスクリーニング指標として有用となる可能性が示された。

本研究の結果、歩行速度は3群間に有意差が認められ、歩幅増加群、歩幅微増群、歩幅低下群の順に低下を示した。実測歩幅と通常歩行速度は強い相関 ($r=0.78$) を示すことが報告²¹⁾ されている。本研究では個人の身長が歩幅の大小へ与える影響を考慮し、実測歩幅そのものの値ではなく、基準歩幅（身長-100cm）との差分により歩幅の評価を行った。その結果、実測歩幅が基準歩幅を10cm以上上回る群ほど歩行速度は速く、基準歩幅を下回る群ほど歩行速度が遅くなることが認められ、基準歩幅を用いた歩幅の評価は歩行能力を反映する妥当な歩行機能評価指標であることが示唆された。特に、実測歩幅が基準歩幅未満である歩幅低下群の歩行速度 ($103.4\pm16.0\text{cm/sec}$) は、

フレイル²²⁾ やサルコペニア²³⁾ の診断基準である100cm/secに近似した値であり、実測歩幅が「基準歩幅未満」である高齢者は、生活機能低下のリスクが高い可能性が示された。

歩幅と下肢筋力に正の相関があることはこれまでにも多くの報告がある²⁴⁻²⁶⁾。この関連は単なる線形関係ではなく、下肢筋力が一定の水準以下になると著しく歩幅が制限される非線形関係にあることも報告されている^{7,27)}。加嶋ら²⁷⁾は、歩幅が著しく制限されはじめた下肢筋力値を調査し、膝伸展筋力値が0.50kgf/kgを下回ると歩幅の低下が著しくなることを報告している。本研究では、実測歩幅が「基準歩幅+10cm以上」を示す歩幅増加群に比べ、それ未満の歩幅を示す歩幅微増群（基準歩幅+10cm未満）および歩幅低下群（基準歩幅未満）の下肢筋力は有意に低値を示した。各群の膝伸展筋力の平均値は、歩幅増加群が 0.54kgf/kg 、歩幅微増群が 0.45kgf/kg 、歩幅低下群が 0.42kgf/kg であり、実測歩幅が基準歩幅+10cm未満を示す2群で、歩幅が著しく制限され始める下肢筋力値を下回っていた。以上のことから、通常歩行時の歩幅が「基準歩幅+10cm未満」であることは、下肢筋力の低下を示す指標となり得ると考えられた。

本研究で動的バランスの指標としたTUGは、歩幅微増群と歩幅増加群に比べ歩幅低下群で有意に所要時間が長かった。一方、静的バランスの指標とした開眼片足立ち時間は、3群間に有意差を認めなかった。動的バランスは重心を支持基底面の境界線まで移動できる能力または重心の移動に合わせて支持基底面を移動する能力のことであり¹⁶⁾、動的な重心移動を伴う歩行動作の遂行に欠かせない機能である。臼田ら²⁸⁾は、女性高齢者のバランス能力と歩行能力の関連を調査し、静的バランスの指標である重心動揺距離および面積と

歩行機能には関連を認めないが、動的バランスの指標である Functional Reach Test は歩行速度、歩幅、ケイデンスのいずれとも正の相関を認め、歩行能力は動的バランスの影響を受けることを報告している。本研究結果もそれを追認したものであり、通常歩行時の歩幅が「基準歩幅未満」であることは、動的バランスの低下を示す指標となることが示された。

以上のことから、通常歩行時の実測歩幅が簡易算出式（身長-100cm）から算出される基準歩幅を満たすか否かにより、女性高齢者の異なる身体機能特性が反映され、通常歩行時の実測歩幅が「基準歩幅+10cm未満」であることは下肢筋力の低下を、「基準歩幅未満」であることは下肢筋力の低下に加えて動的バランスの低下を判別するスクリーニング指標として有用である可能性が示された。

本研究の対象は、自ら積極的に地域活動に参加する活動的な女性高齢者であり、本結果をすべての高齢者に言及できないことが本研究の限界である。そのため、スクリーニング指標としての検証を男性高齢者や虚弱高齢者を含む対象に実施することが今後の課題である。

V. 結 論

地域在住女性高齢者を対象に、歩幅の簡易算出式「身長(cm)-100cm」の臨床的意義について検証した。歩幅の簡易算出式より得られた値を基準歩幅として、通常歩行時の実測歩幅が「基準歩幅+10cm未満」である高齢者は下肢筋力が低値であり、「基準歩幅未満」である高齢者は下肢筋力および動的バランスが低値であった。歩幅の簡易算出式は、下肢筋力の低下やバランス能力の低下を判別するスクリーニング指標となり得ることが示された。

謝辞および利益相反

本研究はJSPS科研費JP20K10977の助成を受けたものです。本調査にご協力を賜りました参加者の皆様に心より感謝申し上げます。また、本研究において開示すべき利益相反に相当する事項はありません。

文献

- 1) Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, et al: Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol*, 1985, 95(5): 1851-1860.
- 2) Perez-Sousa MA, Venegas-Sanabria LC, Chavarro-Carvajal DA, et al: Gait speed as a mediator of the effect of sarcopenia on dependency in activities of daily living. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2019, 10(5): 1009-1015.
- 3) Kyrdalen IL, Thingstad P, Sandvik L, et al: Associations between gait speed and well-known fall risk factors among community-dwelling older adults. *Physiother Res Int*, 2019, 24(1): e1743.
- 4) Hsu CL, Liang CK, Liao MC, et al: Slow gait speed as a predictor of 1-year cognitive decline in a veterans' retirement community in southern Taiwan. *Geriatr Gerontol Int*, 2017, 17: 14-19.
- 5) Jung HW, Jang IY, Lee CK, et al: Usual gait speed is associated with frailty status, institutionalization, and mortality in community-dwelling rural older adults: a longitudinal analysis of the Aging Study of Pyeongchang Rural Area. *Clin Interv Aging*, 2018, 13: 1079-1089.
- 6) 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): 223-8.
- 7) 多田実加, 大森圭貢, 最上谷拓磨・他: 高齢入院患者における歩行速度と歩幅を維持するための等尺性膝伸展筋力閾値. *日本老年医学会雑誌*, 2018, 55(4): 624-631.
- 8) Bytyçi I, Henein MY: Stride length predicts adverse clinical events in older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Med*, 2021, 10(12): 2670.
- 9) 山崎昌廣, 佐藤陽彦: ヒトの歩行 歩幅、歩調、速度およびエネルギー代謝の観点から. *人類學雑誌*, 1990, 98(4): 385-401.
- 10) 大塚貴子, 波多野義郎, 小林央幸: 高齢者の歩行速度を規定する要因について. *サーチュラー*, 1989: 48-56.
- 11) Shimada H, Ishii K, Makizako H, et al: Effects of exercise on brain activity during walking in older adults: a randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil*, 2017, 14(1): 50.
- 12) Makino K, Makizako H, Doi T, et al: Fear of falling and gait parameters in older adults with and without fall history. *Geriatr Gerontol Int*, 2017, 17(12): 2455-2459.
- 13) Yu R, Ong S, Cheung O, et al: Reference values of grip strength, prevalence of low grip strength, and factors affecting grip strength values in Chinese adults. *J Am Med Dir Assoc*, 2017, 18(6): 551.e9-551.e16.
- 14) Katoh M, Isozaki K: Reliability of isometric knee extension muscle strength measurements of healthy elderly subjects made with a hand-held dynamometer and a belt. *J Phys Ther Sci*, 2014, 26(12): 1855-1859.
- 15) 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.
- 16) 猪飼哲夫, 辰濃尚, 宮野佐年: 歩行能力とバランス機能の関係. *リハビリテーション医学*, 2006, 43(12): 828-833.
- 17) Podsiadlo D, Richardson S: The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*, 1991, 39: 142-148.
- 18) 島田裕之, 古名丈人, 大渕修一・他: 高齢者を対象とした

- 地域保健活動における Timed Up & Go Test の有用性.
理学療法学, 2006, 33 : 105-111.
- 19) Folstein M.: Mini-mental and son. Int J Geriatr Psych, 1998, 13(5): 290-294.
- 20) Cullen B, Fahy S, Cunningham CJ, et al.: Screening for dementia in an Irish community sample using MMSE : a comparison of norm - adjusted versus fixed cut - points. Int J Geriatr Psych, 2005, 20(4): 371-376.
- 21) 中江秀幸, 村田 伸, 甲斐義浩・他: 健常女性における歩行パラメータと身体機能との関連性. ヘルスプロモーション理学療法研究, 2016, 6(1) : 9-15.
- 22) Satake S, Arai H.: The revised Japanese version of the Cardiovascular Health Study criteria (revised J-ChS criteria). Geriatr Gerontol Int, 2020, 20(10): 992-993.
- 23) Chen LK, Woo J, Assantachai P, et al.: Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. J Am Med Dir Assoc, 2020, 21(3): 300-307.e2.
- 24) 大熊美穂, 西 起成, 村田 伸: 要介護高齢者の歩行テストは最適歩行と最速歩行のどちらで評価すべきか—再現性と妥当性の検討—. ヘルスプロモーション理学療法研究, 2012, 2(1) : 1-4.
- 25) 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.
- 26) 辻井優衣, 村尾太郎, 岩瀬弘明・他: 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. ヘルスプロモーション理学療法研究, 2018, 8(2) : 65-70.
- 27) 加嶋憲作, 山崎裕司, 津田泰路・他: 歩行速度が制限される等尺性膝伸展筋力水準. 理学療法科学, 2019, 34(1) : 17-20.
- 28) 白田 滋, 山端るり子, 遠藤文雄: 地域在住女性高齢者のバランス能力と下肢筋力, 歩行能力との関連性. 理学療法科学, 1999, 14(1) : 33-36.

本邦における変形性膝関節症患者の膝内反アライメントと 大腿骨内側上顆間距離との関連

Relationship between knee varus alignment and the distance between the medial epicondyles of the femur in patients with knee osteoarthritis in Japan

等々力賢輔¹⁾, 甲斐 義浩²⁾, 向井 章悟³⁾, 村田 伸²⁾

Kensuke Todoriki¹⁾, Yoshihiro Kai²⁾, Shogo Mukai³⁾, Shin Murata²⁾

要旨：本研究では、日本人膝OA患者を対象に、大腿脛骨角（FTA）と大腿骨内側上顆間の距離を測定し、大腿骨内側上顆間距離による膝内反アライメントの簡易評価法の妥当性を検討した。対象は、膝OA患者20名（男性14名、女性6名）とした。大腿骨内側上顆間距離は、直立位における左右の大腿骨内側上顆の距離をノギスで測定し、平均化FTAとの関連性を検討した。その結果、平均化FTAと大腿骨内側上顆間距離との間に、有意な極めて高い相関が認められた（ $r=0.91$, $p<0.01$ ）。さらに、平均化FTAと大腿骨内側上顆間距離による単回帰分析の結果、得られた回帰式は、平均化FTA = $1.405 \times$ 大腿骨内側上顆間距離 + 174.944であり、回帰式の調整済み R^2 は 0.81 と有意であった（ $p<0.01$ ）。これらのことから、大腿骨内側上顆間距離は、膝内反アライメントを把握するうえで、有用な評価法であることが示唆された。

キーワード：大腿骨内側上顆間距離、大腿脛骨角、妥当性

Abstract: The purpose of this study was to examine the validity of a simple method for assessing knee varus alignment by the distance between the medial epicondyles of the femur by measuring the femoro-tibial angle (FTA) and distance between the medial epicondyles of the femur in patients with knee OA. METHODS: The subjects were 20 patients with knee OA (14 men, 6 women, 73.5 ± 8.5 years). The distance of between the medial epicondyles of the femur was measured with calipers in the upright position and the distance between the right and left medial epicondyles of the femur was determined in relation to the FTA. RESULTS: A significant and extremely high correlation was found between the FTA and the distance between the medial epicondyles of the femur ($r=0.91$, $p<0.01$). Furthermore, a single regression analysis using FTA and the distance between the medial epicondyles of the femur showed that the regression equation obtained was $FTA = 1.405 \times$ distance between the medial epicondyles of the femur + 174.944, with an adjusted R^2 of 0.81 for the regression equation ($p<0.01$). CONCLUSION: The results suggested that the distance between the medial epicondyles of the femur is useful assessment method the knee varus alignment.

Key words: distance between the medial epicondyles of the femur, femoro-tibial angle, validity

受付日：2023年12月4日，採択日：2024年1月22日

¹⁾ 京都橘大学大学院 健康科学研究科：〒607-8175 京都府京都市山科区大宅山田町34

Phone : 075-571-1111 Fax : 075-574-4122 E-mail : tdrk1811@yahoo.co.jp

Graduate School of Health Sciences, Kyoto Tachibana University

34 Yamada-cho, Oyake, Yamashina-ku, Kyoto 607-8175, Japan.

TEL : +81-75-571-1111

²⁾ 京都橘大学 健康科学部 理学療法学科

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

³⁾ 京都医療センター 整形外科

Department of Orthopedic Surgery, National Hospital Organization Kyoto Medical Center

I. 緒 言

変形性膝関節症 (knee osteoarthritis : 以下、膝OA) は、中高齢者に多く発生する、関節軟骨や韌帯など膝関節構成体の退行変性疾患である¹⁾。その罹患率は、世界で約3億人²⁾、日本では約2500万人と推定されている³⁾。膝OAでは、臨床的に、疼痛⁴⁾、関節可動域制限⁵⁾、筋力低下⁶⁾などの膝関節機能障害を呈する。さらに、膝OAは重症化すると、日常生活動作 (Activities of Daily Living : 以下、ADL)⁷⁾ や生活の質 (Quality of Life : 以下、QOL) の低下⁸⁾と関連することが報告されている。そのため、膝OAの早期発見は、高齢者の健康維持・増進の観点から喫緊の課題である。

膝OAは、内側型の罹患率が90%を占めることから、膝内反アライメントを呈することが多いと報告されている^{9,10)}。また、膝内反アライメントは、膝OA進行の危険因子になりうることが報告されており¹¹⁾、膝OAを早期に把握するための重要な指標といえる。さらに、地域在住高齢者を対象に、膝内反アライメントの有無で身体機能を比較した村田ら¹²⁾の調査では、膝内反アライメントを呈する者は、筋力や歩行能力が劣っていたと報告されている。これらのことから、膝内反アライメントを評価することは、膝OAの進行予防や、身体機能の低下に対する介入を検討する上で重要である。

膝内反アライメントは、医療機関で大腿脛骨角 (femoro-tibial angle : 以下、FTA) による評価が行われることが一般的である^{13,14)}。一方、50歳以上の地域在住高齢者を対象とした、Jinks¹⁵⁾は、調査時から1年以内に膝痛を認めたもののうち、医療機関を受診したのは僅か33%であったと報告している。このことから、医療機関以外でも測定できる膝内反アライメントの評価方法の開発が望まれる。

Parkら¹⁶⁾の調査では、膝内反アライメントの評価法として大腿骨内側上顆間の距離を測定している。この評価法は、本邦においても若年者¹⁷⁾や地域在住高齢者¹²⁾の下肢アライメント評価に用いられている。しかし、X線画像で測定されたFTAとの関連は不明である。一方、Hinmanら¹⁸⁾は、膝OA患者を対象にX線画像から計測されたFTAと両膝関節間距離との関連を分析し、膝内反アライメント評価として両膝関節間距離測定の妥当性を報告している。ただし、この先行研究では、日本人とは体型の異なる外国人の膝OA患者を対象としていることから、この評価法が日

本人の膝内反アライメント評価にも適応できるか否かは不明である。従って、日本人を対象に大腿骨内側上顆間距離とFTAとの関連を検証することは、本邦における簡易的な膝内反アライメント評価として大腿骨内側上顆間距離の一般化可能性を議論する上で必要不可欠である。

そこで本研究では、膝OA患者における平均化FTAと大腿骨内側上顆間距離を測定し、膝内反アライメントの簡易評価法としての大軸骨内側上顆間距離の妥当性を検討した。

II. 方 法

1. 研究デザイン

手術加療を目的とし、A病院へ入院した膝OA患者を対象に測定を実施し、観察的横断研究を行った。

2. 対象者

本研究の対象は、A病院で内側型膝OAと診断され、手術加療が必要となった入院患者20名とした。対象者の性別は、男性6名、女性14名であった。対象者の平均年齢は 73.5 ± 8.5 歳、平均身長は 153.5 ± 10.7 cm、平均体重は 60.4 ± 10.1 kgであった。対象者20名の内、5名は片側性OA、15名は両側性OAであり、Kellgren-Lawrence分類（以下、KL分類）によって、Grade II : 9肢、Grade III : 16肢、Grade IV : 10肢に分類された。対象者の取り込み基準は、研究参加への同意が得られ、静止立位が一人で維持できる者とした。除外基準は股・足に変形性関節症を合併する者、膝関節に手術歴がある者、脳卒中後遺症やパーキンソン病などの中枢性疾患、関節リウマチ、骨折などの外傷性疾患の既往、認知機能障害を有する者とした。また、対象者には、ヘルシンキ宣言に則り、本研究の趣旨および内容、得られたデータや個人情報は研究以外に使用しないことについて説明し、同意を得た上で測定を開始した。なお、本研究は、著者所属大学の研究倫理委員会の承認を得て行った（承認番号：22-40）。

3. 評価項目

1) 基本属性

基本属性として、年齢、身長、体重を調査した。身長および体重は、それぞれ身長計（ツツミ社製）、体重計（タニタ社製）を用いて測定し、Body Mass Index (BMI) を算出（体重kg ÷ 身長m²）した。

2) 大腿骨内側上顆間距離

大腿骨内側上顆間距離の測定は、村田ら¹²⁾の先行研究を参考に、対象者の両足部の母趾球と踵の内側縁

を密着させた直立位とし、その姿勢における左右の大腿骨内側上顆間距離をノギスで測定した（図1）。測定条件は裸足とし、膝が見えるようハーフパンツを着用させた。測定中は、後方の壁に背中、骨盤、踵を接触させ、前方を注視するよう口頭指示を行った。

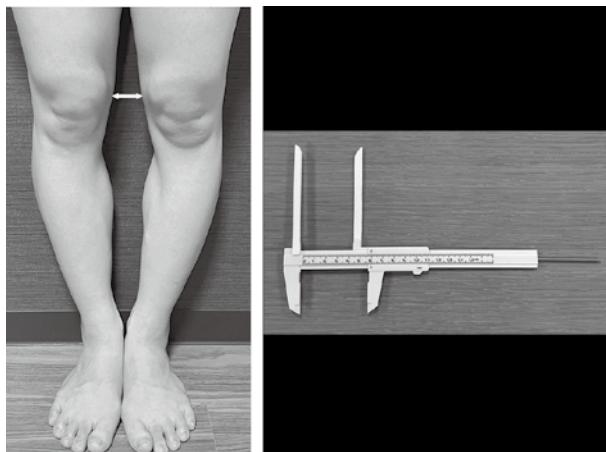


図1 大腿骨内側上顆間距離の測定方法と測定機器
左右両足部の母趾球と踵の内側縁を密着させた直立位とし、その姿勢における左右の大腿骨内側上顆間距離を測定した。

3) 平均化FTA

FTAの測定は、両足を肩幅程度に開き、足尖を前方に向けた静止立位とした。X線は膝関節が中心となるよう照射され、前額面上における下肢全長の撮影を行った。その際、膝関節は完全伸展させ、両脚に均等に荷重するよう指示した。FTAは、前額面上における大腿骨軸と脛骨軸のなす外側角と定義した¹⁹⁾（図2）。なお、本研究で測定したFTAは、両脚の大膝骨内側上顆間の距離を測定することを考慮し、FTAについても左右の平均値を代表値とし、これを平均化FTAと定義した。

4) 統計学解析法

統計処理は、まず、Shapiro-Wilk検定で全ての測定項目が正規分布していることを確認した。その後、基本属性および大腿骨内側上顆間距離と平均化FTAとの関連を、Pearsonの相関係数を用いて検討した。さらに、大腿骨内側上顆間距離から平均化FTAを予測するため、平均化FTAを従属変数、大腿骨内側上顆間距離を独立変数とした単回帰分析を行つ



図2
FTAの測定用画像

た。すべての統計は統計解析ソフト SPSS Ver. 28.0 Windows版（IBM社製）を用い、有意水準は5%とした。

III. 結 果

表1に対象者20名の基本属性を示した（表1）。

基本属性および大腿骨内側上顆間距離と平均化FTAの相関分析の結果、平均化FTAと大腿骨内側上顆間距離との間に、有意な極めて高い相関が認めら

表1 対象者の基本属性 (n=20)

	value
年齢（歳）	73.5 ± 8.5
身長（cm）	153.5 ± 10.7
体重（kg）	60.4 ± 10.1
BMI（kg/m ² ）	25.4 ± 4.1
平均化FTA（°）	182.1 ± 4.1
大腿骨内側上顆間距離（cm）	5.1 ± 2.7

平均値±標準偏差

BMI : Body Mass Index.

FTA : femoro-tibial angle.

表2 平均化FTAと各項目の相関係数 (n=20)

	年齢	身長	体重	BMI	平均化FTA
身長	-0.19				
体重	-0.14	0.73**			
BMI	-0.06	0.16	0.79**		
平均化FTA	0.06	0.22	0.15	-0.06	
大腿骨内側上顆間距離	0.02	-0.26	0.08	-0.23	0.91**

Pearsonの相関係数、**: p<0.01

BMI : Body Mass Index.

FTA : femoro-tibial angle.

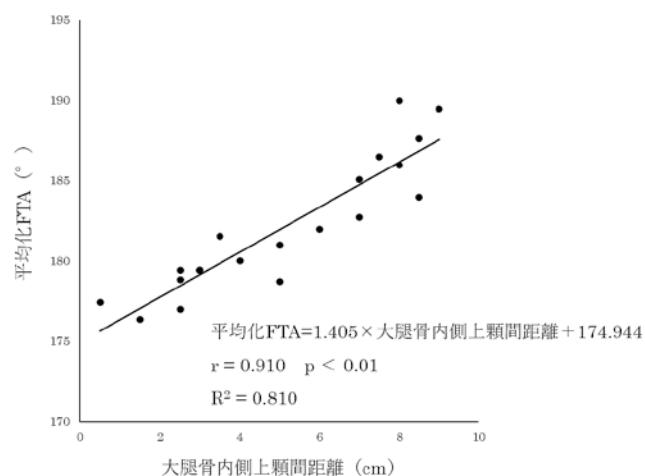


図3 大腿骨内側上顆間距離と平均化FTAとの関連性 (n=20)
FTA : femoro-tibial angle.

れた ($r=0.91$, $p<0.01$) (表2)。

さらに、平均化FTAと大腿骨内側上顆間距離による単回帰分析の結果、得られた回帰式は、平均化FTA = $1.405 \times$ 大腿骨内側上顆間距離 + 174.944 (図3) であり、回帰式の調整済みR²は0.81と有意であった ($p<0.01$)。

IV. 考 察

本研究は、日本人膝OA患者を対象に、平均化FTAと大腿骨内側上顆間距離を測定し、膝内反アライメント評価法としての妥当性を検討した。その結果、平均化FTAと大腿骨内側上顆間距離との間に、有意な極めて高い相関が認められた。これらのことから、大腿骨内側上顆間距離の測定は、日本人膝OA患者における膝内反アライメントの簡易評価法として妥当であることが示された。

これまでにも、X線に頼らない膝内反アライメントの評価法が検証されてきた。膝OA患者を対象としたVanwanseeleら²⁰⁾の調査では、三次元解析装置を用いて膝内反アライメントを評価している。この方法は、測定精度が高いものの、測定方法が煩雑で、計測に時間を要する。健常成人男性を対象とした等々力ら²¹⁾の調査では、マーカーレスモーションキャプチャを用いた膝内反アライメント評価の妥当性を検証した。その結果、膝内反アライメントの評価指標としての妥当性が示されたものの、三次元解析装置と同様に専用の測定装置や解析ソフトを必要とする問題点があった。また、Nguyenら²²⁾は、対象者の膝内・外反アライメントを目視により分類し、X線との関連を調査した。その結果、目視評価は被験者の体型に影響を受ける可能性があり、測定精度が低かったと述べている。本研究結果では、平均化FTAと大腿骨内側上顆間距離との間に極めて高い相関を認めた。大腿骨内側上顆間距離は、測定装置が不要であることから場所を選ばず簡単に測定が可能であり、データ解析の必要もなく短時間で測定できる。また、大腿骨内側上顆間距離は、先行研究において膝内反アライメント測定の影響要因である身長や体重、BMIなどの体型要因との関連を示さなかった。これらのことから、大腿骨内側上顆間距離は、体型の影響を受けずに、膝内反アライメントの測定が可能であることが示された。

さらに、大腿骨内側上顆間距離から平均化FTAを予測する回帰式は有意であった。これまでにも、大腿骨内側上顆間距離は、小児²³⁾や若年者²⁴⁾における膝

内反アライメントの簡易評価法の一つとして用いられてきた。一方、大腿骨内側上顆間距離とFTAとの関連は不明であった。Rajabiら²⁵⁾は、元エリート卓球選手における膝OAの重症度と大腿骨内側上顆間距離を用いた下肢アライメントとの関連を調査した。その結果、膝OAの重症度が高いものでは、大腿骨内側上顆間距離が増加していたと報告している。また、関節軟骨の減少や軟骨下骨の摩耗は、膝OAの進行に影響を及ぼす要因であり、膝内反アライメントと関連することが報告されている^{26,27)}。本研究の結果、大腿骨内側上顆間距離は平均化FTAと有意な極めて強い相関であることが示された。これらのことから、大腿骨内側上顆間距離は、膝OAのモニタリング指標になりうる膝内反アライメントを日常的に把握するうえで、有用な評価法であることが示唆された。

ただし、本研究にはいくつかの限界がある。1点目は、対象が、片側性・両側性膝OA患者であり対象者数も少ないことがあげられる。片側性の者においては、両側性OAの者に比べ、平均化FTAの平均値が小さくなることが考えられる。しかし、大腿骨内側上顆間距離は、平均化FTAの影響を受けること、片側性OAであっても平均化FTAの測定値は正常より大きくなることを考慮し、両脚のFTAを平均化し代表値とした。2点目は、大腿骨内側上顆距離と大腿長や下腿長などの下肢長との関連は調査できていない。今後は対象者数を増やし、下肢長との関連や、地域在住高齢者などに適応できる評価法であるか否かを検証する必要がある。

V. 結 論

本研究は、膝OA患者を対象に平均化FTAと大腿骨内側上顆間の距離を測定し、膝内反アライメントの簡易評価法としての大蔵骨内側上顆間距離の妥当性を検討した。その結果、平均化FTAと大腿骨内側上顆間距離との間に、有意な極めて高い相関が認められた。これらのことから、大腿骨内側上顆間距離は、膝内反アライメントを日常的に把握するうえで、有用な評価法であることが示唆された。

文献

- Englund M: The role of biomechanics in the initiation and progression of OA of the knee. Best Pract Res Clin Rheumatol, 2010, 24: 39-46.
- Sabha M, Hochberg MC: Non-surgical management of hip and knee osteoarthritis; comparison of ACR/AF and

- OARSI 2019 and VA/DoD 2020 guidelines. *Osteoarthr Cartil Open*, 2021, 4: 100232.
- 3) Yoshimura N: Epidemiology of osteoarthritis in Japan: the ROAD study. *Clin Calcium*, 2011, 21: 821-825.
- 4) Felson DT: Osteoarthritis as a disease of mechanics. *Osteoarthritis Cartilage*, 2013, 21: 10-15.
- 5) Hilfiker R, Jüni P, Nüesch E, et al.: Association of radiographic osteoarthritis, pain on passive movement and knee range of motion: a cross-sectional study. *Man Ther*, 2015, 20: 361-365.
- 6) Muraki S, Akune T, Teraguchi M, et al.: Quadriceps muscle strength, radiographic knee osteoarthritis and knee pain: the ROAD study. *BMC Musculoskelet Disord*, 2015, 16: 305.
- 7) Guccione AA, Felson DT, Anderson JJ, et al.: The effects of specific medical conditions on the functional limitations of elders in the Framingham Study. *Am J Public Health*, 1994, 84: 351-358.
- 8) Muraki S, Akune T, Oka H, et al.: Association of radiographic and symptomatic knee osteoarthritis with health-related quality of life in a population-based cohort study in Japan: the ROAD study. *Osteoarthritis Cartilage*, 2010, 18: 1227-1234.
- 9) 白倉賢二, 清水 透, 和田直樹・他: 变形性膝関節症の診断と治療 - 最近の動向 -. リハビリテーション医学, 2005, 42 : 239-244.
- 10) 古賀良生, 大森 豪, 松枝宗則・他: 变形性膝関節症の発症および悪化因子への対応. 臨床整形外科, 2000, 35(3) : 117-123.
- 11) Sharma L, Song J, Felson DT, et al.: The role of knee alignment in disease progression and functional decline in knee osteoarthritis. *JAMA*, 2001, 286: 188-195.
- 12) 村田 伸, 中野英樹, 合田明生・他: 地域在住高齢者におけるO脚の有無と身体機能との関連. ヘルスプロモーション理学療法研究, 2022, 12 : 51-56.
- 13) Chao EY, Neluheni EV, Hsu RW, et al.: Biomechanics of malalignment. *Orthop Clin North Am*, 1994, 25: 379-386.
- 14) Marques N, Varatojo R: Radiological assessment of lower limb alignment. *EFORT Open Rev*, 2021, 6: 487-494.
- 15) Jinks C, Jordan K, Ong BN, et al.: A brief screening tool for knee pain in primary care (KNEST). 2. Results from a survey in the general population aged 50 and over. *Rheumatology (Oxford)*, 2004, 43: 55-61.
- 16) SR park, HL Ro, S Namkoong: The Effect of Stretching and Elastic Band Exercises Knee Space Distance and Plantar Pressure Distribution during Walking in Young Individuals with Genu Varum. *J Korean Soc Phys Med*, 2017, 12: 83-91.
- 17) 石橋健司, 田中賢治, 村江史年: ボールつぶし運動はO脚傾向の軽減に有効か - 女子学生の膝間距離の変化に注目して. 大分大学教育福祉科学部研究紀要, 2011, 33(2) : 189-196.
- 18) Hinman RS, May RL, Crossley KM. Is there an alternative to the full-leg radiograph for determining knee joint alignment in osteoarthritis? *Arthritis Rheum*, 2006, 55: 306-13.
- 19) Moreland JR, Bassett LW, Hanker GJ: Radiographic analysis of the axial alignment of the lower extremity. *J Bone Joint Surg Am*, 1987, 69: 745-749.
- 20) Vanwanseele B, Parker D, Coolican M: Frontal knee alignment: three-dimensional marker positions and clinical assessment. *Clin Orthop Relat Res*, 2009, 467: 504-509.
- 21) 等々力賢輔, 甲斐義浩, 寺尾 純・他: マーカーレスモーションキャプチャを用いた膝関節姿勢推定の再現性と妥当性の検証. ヘルスプロモーション理学療法研究, 2023, 13 : 7-11.
- 22) Nguyen HC, van Egmond N, de Visser HM, et al. Visual Inspection for Lower Limb Malalignment Diagnosis Is Unreliable. *Cartilage*, 2022, 13: 59-65.
- 23) Greene WB: Genu varum and genu valgum in children: differential diagnosis and guidelines for evaluation. *Compr Ther*, 1996, 22: 22-29.
- 24) 合田明生, 成宮 隼, 田村祐樹・他: 若年健常成人における膝内反軽減シユーズの即時効果 - 内反膝の有無別の検証 -. ヘルスプロモーション理学療法研究, 2021, 11 : 13-18.
- 25) Rajabi R, Johnson GM, Alizadeh MH, et al.: Radiographic knee osteoarthritis in ex-elite table tennis players. *BMC Musculoskelet Disord*, 2012, 13: 1-6.
- 26) Hunter DJ, Zhang Y, Niu J, et al.: Structural factors associated with malalignment in knee osteoarthritis: the Boston osteoarthritis knee study. *J Rheumatol*, 2005, 32: 2192-2199.
- 27) Englund M, Guermazi A, Roemer FW, et al.: Meniscal pathology on MRI increases the risk for both incident and enlarging subchondral bone marrow lesions of the knee: the MOST Study. *Ann Rheum Dis*, 2010, 69: 1796-1802.

地域在住女性高齢者における最大一歩幅の予測値の測定意義

Significance of measuring the predicted value of the maximum stride length in community-dwelling elderly females

坂野 裕也^{1,2)}, 村田 伸³⁾, 森 耕平¹⁾, 安彦 鉄平³⁾
堀江 淳³⁾, 白岩加代子³⁾, 菊地 雄貴¹⁾, 中野 英樹³⁾

Yuya Sakano^{1,2)}, Shin Murata³⁾, Kohei Mori¹⁾, Teppei Abiko³⁾
Jun Horie³⁾, Kayoko Shiraiwa³⁾, Yuki Kikuchi¹⁾, Hideki Nakano³⁾

要旨: 本研究では、最大一歩幅の予測と実測を併せて行い、筋力やバランス能力、歩行能力との関連から、最大一歩幅の予測値の測定意義を検討した。地域在住女性高齢者100名を対象に、最大一歩幅の予測値および実測値、30秒椅子立ちあがりテスト、膝伸展筋力、片脚立位時間、通常歩行速度を測定し、最大一歩幅とその他の測定項目の相関分析を行った。さらに、最大一歩幅の予測値を従属変数とした重回帰分析を行った。その結果、最大一歩幅の予測値と実測値には強い正の相関を認めた。さらに、最大一歩幅の予測値および実測値は、その他の測定項目全てと有意な正の相関を認めた。重回帰分析の結果、最大一歩幅の予測値と独立して関連する因子として歩行速度が抽出され、歩行速度低下を示す最大一歩幅の予測値のカットオフ値は77.5cmと算出された。これらのことから、最大一歩幅の予測値は歩行能力低下のスクリーニングテストとして活用できることが示唆された。

キーワード: 最大一歩幅、予測、歩行速度

Abstract: The purpose of this study was to examine the significance of measuring predicted maximum stride length in relation to muscle strength, balance, and walking ability by combining predicted and measured maximum stride length. The subjects were 100 elderly women living in the community. The predicted and measured maximum stride length, 30-second chair standing test, knee extension muscle strength, one-leg standing time, and normal walking speed were measured, and correlation analysis was conducted between maximum stride length and the other measures. In addition, multiple regression analysis was conducted using the predicted value of maximum stride length as the dependent variable. As a result, a strong positive correlation was found between the predicted and measured maximum stride lengths. Furthermore, the predicted and measured maximum stride lengths showed significant positive correlations with all other measures. A multiple regression analysis revealed that walking speed was independently associated with the predicted value of maximum stride length, and the cutoff value of the predicted value of maximum stride length was calculated to be 77.5cm, indicating a decrease in walking speed. These results suggest that the predicted value of maximum stride length can be used as a screening test for reduced walking ability.

Key words: Maximum stride length, prediction, walking speed

受付日：2023年12月20日，採択日：2024年1月24日

¹⁾ 京都橘大学大学院健康科学研究科：〒607-8175 京都府京都市山科区大宅山田町34
TEL : 075-571-1111 E-mail : yuya_sakano@yahoo.co.jp

Graduate School of Health Sciences, Kyoto Tachibana University

²⁾ 社会福祉法人清和園吉祥ホーム

Kissho-home of Social welfare corporation, Seiwaen

³⁾ 京都橘大学健康科学部理学療法学科

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

I. はじめに

わが国の65歳以上の高齢者人口は3623万6千人であり¹⁾、総人口に占める割合は29.0%と非常に高い。この割合は今後さらに増加し、2040年には35%を超えると見込まれている²⁾。超高齢社会において、医療費の6割以上が65歳以上の高齢者の医療費であり³⁾、介護費も毎年増え続けている⁴⁾。医療費や介護費の増大を抑制するため、高齢者の健康水準を高めること⁵⁾や、健康寿命を延ばすこと⁶⁾が望まれている。そのため、高齢者の身体機能を把握することが重要である。

高齢者の身体機能評価の1つに最大一步幅がある。最大一步幅とは、静的立位から一側下肢を前方に大きく一步踏み出し、反対側の下肢を踏み出した足部に揃える動作を行い、軸足のつま先から踏み出したつま先までの距離と定義されている⁷⁾。この最大一步幅は、下肢筋力⁸⁾やバランス機能⁹⁾を反映する指標であることが報告されている。また、最大一步幅は再現性が良好であることが報告されており⁷⁾、特別な機器を必要としないため、転倒予防教室などにおいて効果判定に活用されている¹⁰⁻¹²⁾。

高齢者の身体機能の予測において、近年では運動イメージを活用したものもある¹³⁾。運動イメージとは、明確な運動行動の表現が一切の運動表出を伴わずにワーキングメモリ内で内的に活性化された動的な状態であり¹⁴⁾、実際に動作を行う前にその動作を予測することである。下肢筋力やバランス機能、歩行能力は、加齢に伴い低下する^{15,16)}が、運動のイメージも低下することが報告されている^{17,18)}。Robinovitchら¹⁹⁾は、虚弱高齢者は過大評価が多いと報告している。また、高齢者は若年者と比較して身体機能は低下するが運動イメージは保たれている²⁰⁾という報告もあり、身体機能が低下しているにも関わらず運動のイメージは低下していないため、過大評価につながっていることが要因として考えられる。一方で、小川ら²¹⁾は、高齢者は加齢によって変化した自らの身体能力を正しく認識することが困難となり、運動イメージは低下することを示唆している。このように、身体機能の予測については一様の結果が得られていない。

地域在住高齢者を対象とした身体機能の予測に関する先行研究^{22,23)}にはファンクショナルリーチを用いたものがあるが、最大一步幅は転倒予防教室などの測定や日々の生活の中でも関係することが多いため、高齢者にとってはより予測をしやすいと考えられる。しかし、高齢者の最大一步幅の予測値は、身体機能とど

のような関連があるかは明らかではない。

そこで、本研究の目的は、最大一步幅の予測と実測を併せて行い、筋力やバランス能力、歩行能力との関連から、最大一步幅の予測値の測定意義を検討することとした。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、地域の高齢者交流事業に参加登録している女性高齢者で、2023年9月に実施された体力測定会に参加した113名とした。体力測定会は地域の公共施設で実施し、対象者は自家用車や公共交通機関、あるいは徒歩によって自ら調査に参加できる日常生活が自立した高齢者で、杖などの歩行補助具を使用する者はいなかった。参加者のうち、測定データに欠損値があった13名を除外し、全ての測定を実施することができた100名（年齢 76.5 ± 6.0 歳、身長 151.0 ± 5.4 cm、体重 49.7 ± 7.5 kg）を解析対象とした。なお、その他の除外基準は認知機能障害の可能性がある者とし、Mini-Mental State Examination (MMSE) にて23点以下²⁴⁾の者を除外することとしたが、該当者はいなかった。

本研究は、1975年のヘルシンキ宣言（2013年に改訂）の教義に則って実施した。参加者には、研究の目的と内容、利益とリスク、個人情報の保護、同意の拒否や撤回に関する情報について十分に説明し、同意を得てから実施した。また、本研究は著者所属大学の研究倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号 22-61）。

2. 方法

測定項目は、最大一步幅の予測値および実測値の他、下肢筋力の指標として30秒椅子立ちあがりテスト (30-second chair-stand test：以下、CS-30)、膝伸展筋力、静的バランスの指標として片脚立位時間、歩行能力として通常歩行速度を評価した。

最大一步幅は、杖や壁等の支持物を使用せず、両足を揃えた立位から片脚を前方に大きく一步踏み出し、反対の足を揃えられる最大距離とした²⁵⁾。開始位置の床にテープでラインを引き、つま先をラインに合わせて立つよう指示した。村田ら²⁶⁾の方法を参考に床面に10cm間隔でカラーテープを貼り、対象者には大きく一步を踏み出した後、足を揃えることができる距離を予測してもらった。この距離を、最大一步幅の予測値とした。次に、10m前方に置かれた任意の点を注視

してもらい、自分が予測したカラーテープの位置を確認することなく実際に動作を行ってもらった。そして、開始位置のラインから、一歩を踏み出したつま先までの距離をメジャーにて1cm単位で測定し、この距離を最大一歩幅の実測値とした。

CS-30は中谷らの方法²⁷⁾に従い、ひじ掛けのない高さ約40cmの椅子を使用し、両腕を胸の前で組んだ状態で腰掛けた姿勢を測定開始肢位とした。この姿勢から立ち上がり、再び着座する動作を出来るだけ繰り返すように指示した。30秒間に立ち上がることが出来た回数を評価値とした。

膝伸展筋力は、ハンドヘルドダイナモーター(μ-Tas F-1, アニマ社製)を用いて測定した。測定は先行研究に従い²⁸⁾、膝関節90度屈曲位の端坐位にて行った。代償を防ぐため腕は胸の前で組み、最大限膝を伸展するように指示した。左右2回ずつ測定し、その左右の最大値の平均を体重比百分率(%)に換算した²⁹⁾。

片脚立位時間は、文部科学省が示す新体力テスト実施要項³⁰⁾に従い、開眼にて実施した。方法は、上肢を体側につけた状態で、片足を上げた時から足が床に着くまでの時間をデジタルストップウォッチで測定した。測定は左右2回ずつを行い、それぞれの最長時間の平均を代表値とした。なお、測定の上限を120秒に設定して実施した。

歩行速度および歩幅は、アニマ株式会社製のシート型足圧接地足跡計測装置ウォークWay MW-1000を用いて測定した^{31,32)}。歩行シートのサイズは長さ2,400mm、幅800mm(センサーシート部600×600mm、厚さ5mm)であり、センサー空間分解能は10×10mm、測定ポイント数は14,000ポイントである。測定は、moriらの方法³³⁾に従い、測定区間2.4mに前後各2mの助走路と追走路を設けた6.4mの歩行路にて行った。杖などの歩行補助具は使用せず、「いつも通りの速さで歩いてください」と指示を与え、独歩での通常歩行速度を2回測定し平均値を算出した。

3. 統計解析

対象者の最大一歩幅の予測値および実測値と、CS-30、膝伸展筋力、片脚立位時間、歩行速度の関連をピアソンの相関係数を求めて検討した。さらに、最大一歩幅の予測値と独立して関連する因子を検討するため、従属変数を最大一歩幅の予測値とし、有意な相関を認めた項目を独立変数とした重回帰分析(強制投入

法)を実施した。重回帰分析を実施するにあたって分散拡大係数 Variance Inflation Factor (VIF) を算出し、VIF < 5 であるかを確認して多重共線性について配慮した³⁴⁾。

また、重回帰分析で有意差が認められた項目について、Receiver Operating Characteristic curve (ROC曲線)を作成し、ROC曲線によって下方に囲まれるArea Under the Curve (AUC)を求めた。臨床的妥当性を検討するために、ROC曲線はAUCにて回帰モデルの適合性を判定し、感度、特異度を算出し、Youden index³⁵⁾が最も大きい点をカットオフ値として採用した。歩行速度は、フレイルやサルコペニアの評価基準として、1.0m/sが基準として採用されている^{36,37)}ことから、1.0m/s未満は歩行速度低下と定義した。

なお、すべての統計解析にはSPSS Statistics Version 29.0 (IBM社製)を使用し、有意水準は5%とした。

III. 結 果

最大一歩幅の予測値は $83.8 \pm 12.8\text{cm}$ 、実測値は $95.8 \pm 13.5\text{cm}$ であった。対象者100名のうち、最大一歩幅の予測値と実測値が一致した者は5名、予測値が実測値よりも大きかった者が17名、予測値が実測値よりも小さかった者が78名であり、実際の歩幅よりも小さく見積もる者が多かった。対象者の測定結果は表1に示す。

表1 対象者の測定結果

	全体 (n=100)
最大一歩幅・予測値 (cm)	83.8 ± 12.8
最大一歩幅・実測値 (cm)	95.8 ± 13.5
CS-30 (回)	22.0 ± 6.2
膝伸展筋力 (%)	42.5 ± 10.7
片脚立位時間 (秒)	35.8 ± 9.2
歩行速度 (cm/秒)	132.2 ± 22.2

標準偏差±標準偏差
CS-30: 30秒椅子立ちあがりテスト

単相関分析の結果、最大一歩幅の予測値と実測値には有意な強い正の相関を認めた。さらに、最大一歩幅の予測値および実測値と、その他の測定項目とを比較したところ、予測値および実測値は、CS-30、膝伸展筋力、片脚立位時間、歩行速度と有意な正の相関を認めた(表2)。

表2 最大一步幅と測定結果との相関

	最大一步幅 (n=100)	
	実測値	予測値
最大一步幅・予測値	0.692**	-
CS-30	0.514**	0.366**
膝伸展筋力	0.444**	0.363**
片脚立位時間	0.478**	0.405**
歩行速度	0.488**	0.420**

CS-30 : 30秒椅子立ちあがりテスト

**p<0.01

表3 最大一步幅・予測値を従属変数とした重回帰分析の結果

	標準偏回帰係数	95%信頼区間		P 値	VIF
		下限	上限		
(定数)		31.701	62.499	<0.001**	
CS-30	0.143	-0.165	0.751	0.201	1.621
膝伸展筋力	0.196	0.000	0.460	0.051	1.232
片脚立位時間	0.186	-0.007	0.204	0.067	1.271
歩行速度	0.217	0.004	0.251	0.043*	1.427

CS-30 : 30秒椅子立ちあがりテスト

**p<0.01 *p<0.05

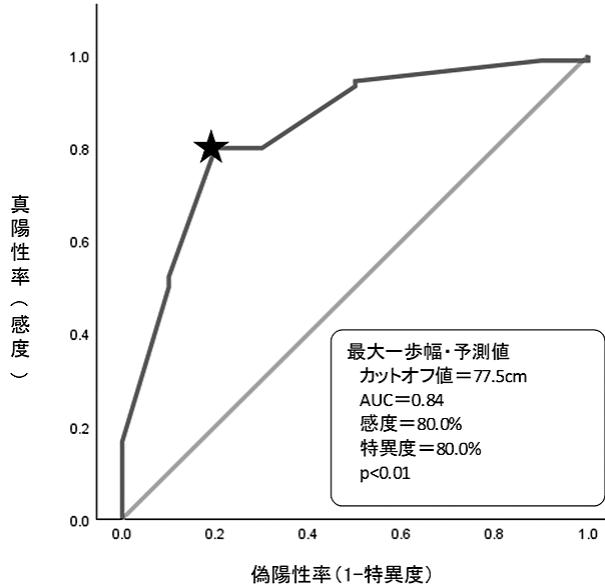


図1 歩行速度低下を判別する最大一步幅・予測値のROC曲線

最大一步幅の予測値を従属変数とし、最大一步幅の予測値と有意な相関を認めたCS-30、膝伸展筋力、片脚立位時間、歩行速度を独立変数とした重回帰分析を行った。その結果、最大一步幅の予測値と独立して関連する因子として抽出された項目は、歩行速度であった（表3）。なお、独立変数間のVIFは1.232から1.621であった。

さらに、歩行速度低下を示す最大一步幅のカットオフ値を算出するためROC曲線を作成して検討した結果、カットオフ値は77.5cmであった。AUC 0.84、感度80.0%、特異度80.0%であった（図1）。

IV. 考 察

本研究では、地域在住女性高齢者を対象に、最大一步幅の予測と実測の測定を併せて行い、筋力やバランス能力、歩行能力との関連から、最大一步幅の予測値の測定意義を検討した。その結果、最大一步幅の予測値は実測値を反映しており、下肢筋力低下や歩行能力低下のスクリーニングテストとして活用できることが

示唆された。さらに、最大一步幅の予測値への影響因子を明らかにするために多変量解析を行った結果、歩行速度が抽出された。歩行速度低下を示す最大一步幅の予測値には77.5cmがカットオフ値として算出された。

最大一步幅の予測値と実測値を比較すると、実測値よりも予測値が小さく、自らの最大一步幅を小さく見積もる高齢者が多かった。先行研究^{21,38,39)}では、身体機能の低い者は大きく見積もることが示唆されているが、本研究対象者は、自家用車や公共交通機関を使って会場まで来ることができる身体機能の高い高齢者であったため、自らの身体機能を小さく見積もる者が多かったと推察した。

最大一步幅の予測値と実測値は、有意な強い相関を認めた。さらに、その他の測定項目全てと有意な正の相関を認めた。身体機能の予測についての先行研究^{19,23,40,41)}にはTUGやファンクショナルリーチ、2ステップテストを用いたものがある。これらの先行研究では、身体機能が低い者は予測と実測の差が大きく

なることが示唆されている。本研究の対象者は運動習慣がある者であり、歩行速度は132.2cm/秒と同世代の歩行頻度が高い高齢者⁴²⁾と比較しても歩行能力は高かった。また、スポーツ庁が実施した令和4年度体力・運動能力調査の結果⁴³⁾と比較しても身体機能は保たれていた。そのため、本研究対象者では最大一歩幅の予測が実測と近似した値となり、強い相関が認められたと推察した。この結果から、最大一歩幅の予測値は実測値を反映することが示唆された。

最大一歩幅の予測値および実測値とCS-30、膝伸展筋力、片脚立位時間、歩行速度との単相関分析を行った結果、全ての項目に有意な正の相関を認めた。最大一歩幅は、足を前方に大きく踏み出す動作であるため、下肢の筋力やバランス能力が必要となる⁷⁾。櫻井ら²⁵⁾は、膝伸展筋力と最大一歩幅の関係について、若年者では相関がなかったものの前期高齢者や後期高齢者では有意な相関がみられたと報告している。本研究対象者は65歳以上の高齢者を対象としており、加齢に伴って筋力が低下していた可能性が考えられる。そのため、下肢筋力の指標であるCS-30や膝伸展筋力が最大一歩幅と有意な相関を示したと考えられる。最大一歩幅は片脚姿勢を伴う動作であり、朴らは高齢者の最大一歩幅はバランスの低下が影響すると報告している⁴⁴⁾。また、一歩を踏み出す動作は歩行動作の一部であり、歩行速度と関連することが明らかになっている²⁵⁾。加えて、中江らは歩行速度と歩幅には有意な相関があることを報告している⁴⁵⁾。これらのことから、最大一歩幅が下肢筋力やバランス能力、歩行能力の測定項目と有意な相関を認めたことは妥当な結果であったと考えられる。

最大一歩幅の予測値に独立して関連する因子を明らかにするために、最大一歩幅の予測値を従属変数とした重回帰分析を行った。その結果、歩行速度のみが抽出された。このことから、最大一歩幅の予測値は歩行速度の影響を受ける評価であることが明らかとなった。歩行能力には、歩行速度や歩幅、歩調などの要素があり⁴⁶⁾、歩幅が大きくなると歩行速度が大きくなる⁴⁷⁾。kanekoら⁴⁸⁾は、歩行速度の低下は主に歩幅の減少で生じていると報告している。最大一歩幅の予測値と実測値が強い正の相関を認めたことから、最大一歩幅の予測値は実測値を反映しており、そのため最大一歩幅の予測値への影響因子として歩行速度が抽出されたと推察した。さらに、歩行速度の低下を示すカットオフ値は77.5cmと算出された。AUCは0.84であり、高

い予測能があると判断される⁴⁹⁾。加えて、感度が80.0%、特異度が80.0%と高かったことから、今回算出されたカットオフ値は信頼することができる結果であると考えられる⁵⁰⁾。

本研究にはいくつかの限界がある。本研究は横断研究であるため、最大一歩幅とその他の測定項目との因果関係までは言及できない。また、本研究の対象者は地域在住女性高齢者であり、身体機能の高い集団であったことから、結果の一般化には留意する必要がある。今後は縦断的な評価を行うことや対象者の範囲を広げることが必要である。

V. 結論

身体機能が高い地域在住女性高齢者において、最大一歩幅の予測値は実測値と強い相関があり、筋力やバランス、歩行能力とも有意な相関を認めた。重回帰分析の結果、最大一歩幅の予測値には歩行速度が関連する因子として抽出された。これらの結果から、身体機能が高い地域在住女性高齢者において、最大一歩幅の予測値は実測値を反映しており、歩行能力低下のスクリーニングテストとして活用できることが示唆された。さらに、歩行速度低下を示すカットオフ値は77.5cmであることが示唆された。

引用文献

- 1) 総務省：総務省統計局人口推計 -2023年（令和5年）3月報-. <https://www.stat.go.jp/data/jinsui/pdf/202303.pdf> (2023年9月4日閲覧)
- 2) 内閣府：令和4年度版高齢者社会白書. https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2022/zenbun/pdf/1s1s_01.pdf (2023年9月4日閲覧)
- 3) 厚生労働省：令和2（2020）年度 国民医療費の概況. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin//hw/k-iryohi/20/dl/kekka.pdf> (2023年9月4日閲覧)
- 4) 厚生労働省：令和3年度 介護給付費等実態統計の概況. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kaigo/kyuufu/21/dl/11.pdf> (2023年9月4日閲覧)
- 5) 鈴木隆雄：特集 超高齢社会の幕開けと今後の日本. Geriatric Medicine, 2015, 53(1): 5-6.
- 6) 中村立一、松儀 恵：医療機関の垣根を越えた健康増進施設（スポーツジム）との多職種連携. 日本クリニカルパス学会誌, 2015, 17(2) : 199-202.
- 7) 武藤芳照、上野勝則、黒柳律雄・他：転倒予防教室-転倒予防への医学的対応 第1版, 日本医事新報社, 東京 : pp46-53, 1999.
- 8) 相馬正之、高口 惟、本木里奈・他：最大一歩幅と下肢筋力およびバランス能力との関連について. 東北理学療法学, 2014, 26 : 38-41.

- 9) Schulz BW, Ashton-Miller JA, Alexander NB: Maximum step length: relationships to age and knee and hip extensor capacities. *Clinical Biomechanics*, 2007, 22(6): 689-696.
- 10) 重森健太, 日下隆一, 大城昌平・他: 高齢者の運動機能評価の特徴. *理学療法科学*, 2006, 21(3): 221-225.
- 11) 古西 勇, 押木利英子, 小林量作・他: 高齢女性における健脚度と膝伸展筋力の横断的調査. *新潟医療福祉学会誌*, 2003, 3 : 117-122.
- 12) 奥泉宏康, 武藤芳照, 長谷川亜弓・他: 転倒予防教室における転倒と身体能力の関係. *骨折*, 2005, 27(1): 97-101.
- 13) 平野恵健, 新田收: 介護予防教室に参加した高齢者の運動イメージと運動機能. *日本保健科学学会誌*, 2021, 24(2): 86-92.
- 14) Mulder TH, Hochstenbach JBH, Heuvelen MJG, et al.: Motor imagery : The relation between age and imagery capacity. *Human Movement Science*, 2007, 26(2): 203-211.
- 15) 池添冬芽: 加齢に伴う運動機能の変化. *理学療法学*, 2021, 48(4) : 446-452.
- 16) 山崎祐司, 横山仁志, 青木詩子, 他: 膝伸展筋力と歩行自立度の関連—運動器疾患のない高齢者を対象として. *総合リハビリテーション*, 2002, 30 : 61-65.
- 17) 山田 実, 古川祐之, 東野江里・他: 歩行運動イメージの加齢変化と転倒経験の関連. *総合リハビリテーション*, 2007, 35 : 705-710.
- 18) 三輪昌子, 秦 温信: 高齢者のボディイメージと評価方法の検討. *日本医療マネジメント学会雑誌*, 2008, 9 : 472-476.
- 19) Robinovitch SN, Cronin T : Perception of postural limits in elderly nursing home and day care participants. *Journal of Gerontology*, 1999, 54(3): 124-130.
- 20) Caçola P, Roberson J, Gabbard C : Aging in movement representations for sequential finger movements: a comparison between young-, middle-aged, and older adults. *Brain and Cognition*, 2013, 82(1): 1-5.
- 21) 小川真寛, 宮口英樹, 木下 遙・他: 高齢者における運動予測と実際の運動の違いと転倒との関係. *総合リハビリテーション*, 2009, 37(4) : 339-349.
- 22) 杉原敏道, 郷 貴大, 三島誠一・他: 高齢者の身体能力認識と転倒について. *理学療法科学*, 2005, 20(1) : 13-16.
- 23) 岡田洋平, 高取克彦, 柳野浩司・他: 地域高齢者におけるリーチ距離の見積り誤差と転倒との関係. *理学療法学*, 2008, 35(6) : 279-284.
- 24) Goda A, Murata S, Nakano H, et al.: Subjective and Objective Mental and Physical Functions Affect Subjective Cognitive Decline in Community-Dwelling Elderly Japanese People. *Healthcare (Basel)*, 2020, 8(3): 347.
- 25) 櫻井陽子, 武市尚也, 杉村誠一郎・他: 最大一步幅や歩行動作における下肢筋群の加齢に伴う役割の変化. *理学療法科学*, 2017, 32(2) : 171-175.
- 26) 村田 伸, 津田 彰, 稲谷ふみ枝・他: 在宅障害高齢者の注意と転倒との関連. *久留米大学心理学研究*, 2005, 4 : 61-70.
- 27) 中谷敏昭, 瀧本雅一, 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.
- 28) 岩瀬弘明, 村田 伸, 阿波邦彦・他: 疾患に関係なく簡便に評価できる下肢機能評価法の検討－虚弱高齢者用10秒椅子立ち上がりテスト(Frail CS-10)を用いて－. *理学療法科学*, 2013, 28(1) : 27-30.
- 29) 島田裕之, 吉名丈人, 大渕修一・他: 高齢者を対象とした地域保健活動におけるTimed Up & Go Testの有用性. *理学療法学*, 2006, 33(3) : 105-111.
- 30) 文部科学省: 新体力テスト実施要項(65-79歳対象). https://www.mext.go.jp/component/a_menu/sports/detail/_icsFiles/afieldfile/2010/07/30/1295079_04.pdf (2023年9月4日閲覧).
- 31) Shimada H, Ishii K, Makizako H, et al: Effects of exercise on brain activity during walking in older adults: a randomized controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 2017, 14(1): 50.
- 32) Makino K, Makizako H, Doi T, et al.: Fear of falling and gait parameters in older adults with and without fall history. *Geriatrics & Gerontology*, 2017, 17(12): 2455-2459.
- 33) Mori K, Murata S, Goda A, et al: Gait Characteristics of Dynapenia, Sarcopenia, and Presarcopenia in Community-Dwelling Japanese Older Women: A Cross-Sectional Study. *Healthcare*, 2022, 10(10): 1-9.
- 34) Sheather S: A Modern Approach to Regression with R. *Springer Texts in Statistics*, 2009, 263-364.
- 35) Fluss R, Faraggi D, Reiser B : Estimation of the Youden Index and its associated cutoff point. *Biom J*, 2005, 47(4): 458-472.
- 36) Satake S, Shimada H, et al: Prevalence of frailty among community-dwellers and outpatients in Japan as defined by the Japanese version of the Cardiovascular Health Study criteria. *GeriatrGerontol Int*, 2017, 17(12): 2629-2634.
- 37) Chen LK, Woo J, et al: Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment. *J Am Med Dir Assoc*, 2020, 21(3): 300-307.
- 38) 中村 凌, 三栖翔吾, 上田雄也・他: 要介護高齢者におけるFunctional Reachの認識誤差と手段の日常生活活動との関係. *理学療法科学*, 2014, 29(6) : 1011-1015.
- 39) Nakano H, Murata S, Shiraiwa K, et al: Increased Time Difference between Imagined and Physical Walking in Older Adults at a High Risk of Falling. *Brain Science*, 2020, 10(6): 332.
- 40) 酒井克也, 池田由美, 栗原康平・他: 要介護認定者の2ステップテストを用いた認識誤差と生活空間との関連. *理学療法の科学と研究*, 2021, 12(1) : 9-13.
- 41) 高橋智子, 加藤智香子: 身体特性を反映したFunctional Reach Testの見積もり誤差 -若年者と高齢者-. *愛知理学療法学会誌*, 2015, 27(1) : 16-19.
- 42) 新井智之, 栗原慶太, 目黒智康・他: 地域在住高齢者におけるウォーキングの実施率と運動機能との関連. *理学療法科学*, 2011, 26(5) : 655-659.

- 43) スポーツ庁：令和4年度体力・運動能力調査結果の概要.
https://www.mext.go.jp/sports/content/20231008-spt_kensport01-000032198_0_1.pdf (2023年10月10日閲覧)
- 44) 朴 相俊, 朴 肇泰, 上岡洋晴・他：最大一歩幅によるダイナミックな移動からスタティックな直立状態に至るまでの姿勢制御に関する研究：高齢者と若年者の比較から. 体力科学, 2008, 57(4) : 423-432.
- 45) 中江秀幸, 村田伸, 甲斐義浩・他：健常女性における歩行パラメータと身体機能との関連性. ヘルスプロモーション理学療法研究, 2016, 6(1) : 9-15.
- 46) 淀本隆文：高齢者の歩行能力を評価することの意義－バイオメカニクス的視点から－. 日本生理人類学会誌. 2000, 5(2), 25-30.
- 47) Huijben B, Schooten KS, Dieën JH, et al.: The effect of walking speed on quality of gait in older adults. Gait and Posture, 2018, 65: 112-116.
- 48) Kaneko M, Morimoto Y, Kimura M, et al.: A kinematic analysis of walking and physical fitness testing in elderly women. Journal of Sports Sciences. 1991, 16: 223-228.
- 49) T Rantanen, J M Guralnik, L Ferrucci, et al.: Coimpairments as predictors of severe walking disability in older women. J Am Geriatr Soc, 2001, 49(1): 21-27.
- 50) 野嶋一平, 野口泰司：新たな評価法の統計—感度・特異度・ROC 曲線など—. The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine, 2022, 59(11): 1125-1130.

全般的認知機能低下の判別における Advanced Trail Making Test の有用性に関するパイロット研究

Pilot study of Usefulness of Advanced Trail Making Test in discriminating general cognitive decline

谷 佳成恵^{1,2)}, 津田 彰^{2,3)}, 村田 伸⁴⁾

Kanae Tani^{1,2)}, Akira Tsuda^{2,3)}, Shin Murata⁴⁾

要旨：Advanced Trail Making Test (ATMT) は、全般的認知機能低下の判別の有用性が報告されている Trail Making Test の改良版で、信頼性と妥当性は不明である。本研究の目的は第一に、ATMT の信頼性と妥当性の検討、第二に、全般的認知機能低下の判別における ATMT の有用性の検討とした。再検査信頼性は不十分であったが、妥当性の検討では、脳年齢がすばやさ、脳の元気度、及び有効活用度を総合的に反映する指標で、すばやさが処理速度、脳の元気度が選択的及び持続的注意、有効活用度が視空間ワーキングメモリの指標であることが確認できた。全般的認知機能低下の有無による 2 群比較の結果、全般的認知機能低下群が正常群に対して、年齢及び脳年齢は有意に高齢で、すばやさ及び脳の元気度、処理速度では有意な低下が認められた。有意差を認めた項目において ROC 曲線を算出した結果、AUC が最も高い値を認めたのは脳年齢であった。脳年齢のカットオフ値は 77.5 歳で、AUC は 89.8%，感度は 88.9%，特異度は 83.6% であった。ATMT によって測定された脳年齢のカットオフ値が、全般的認知機能低下のスクリーニングとして有用である可能性が示唆された。

キーワード：Advanced Trail Making Test, 注意機能, MMSE, 認知機能

Abstract: Advanced Trail Making Test (ATMT) is a modified version of Trail Making Test, which has been reported to be useful in discriminating general cognitive decline, but its reliability and validity are unclear. The objectives of this study were first, to examine the reliability and validity of ATMT, and second, to examine the utility of ATMT in discriminating generalized cognitive decline. Retest reliability was low, but validity studies showed that the results of Spearman's correlation analysis revealed that brain function age is an index that comprehensively reflects quickness, energy of brain, and effective utilization, and that quickness is an index of processing speed, energy of brain is an index of selective and sustained attention, and effective utilization is an index of effective utilization. The results of a comparison of the two groups based on the presence or absence of general cognitive decline showed that the group with general cognitive decline was significantly older than the normal group in terms of age and brain age, and that there was a significant decline in quickness, brain vitality, and processing speed. The ROC curves were calculated for the items that showed significant differences, and the highest AUC value was observed for brain age. The cutoff value of brain age was 77.5 years, AUC was 89.8%, sensitivity was 88.9%, and specificity was 83.6%, suggesting that the cutoff value of brain function age measured by ATMT may be useful as a screening for general cognitive decline.

Key words: Advanced Trail Making Test, attention function, MMSE, cognitive function

受付日：2023年8月18日，採択日：2023年10月4日

¹⁾ 帝京科学大学医療科学研究所

Graduate School of Medical Science, Teikyo University of Science

²⁾ 久留米大学高次脳疾患研究所

Cognitive and Molecular Research Institute of Brain Diseases, Kurume University

³⁾ 帝京科学大学医療科学部

Faculty of Medical Science, Teikyo University of Science

⁴⁾ 京都橘大学健康科学部

Faculty of Health Science, Kyoto Tachibana University

I. はじめに

認知機能低下の早期発見は重要な課題である。例えば、認知症は介護保険制度における要介護認定の原因として最多である¹⁾。認知機能の低下によって生活機能もまた低下する。厚生労働省による認知症施策推進総合戦略（新オレンジプラン）では、2025年までに認知症の早期診断、早期対応を目指している²⁾。このように、認知機能低下の早期発見は、社会的要請の大きい、喫緊の課題である。

認知機能のスクリーニング検査には、Mini-Mental State Examination (MMSE) が国際的に多く用いられている³⁻⁵⁾。しかし認知機能低下の兆候が認められる高齢者は、認知機能検査を拒否することがあり、その理由の一つに、検査への不快感が挙げられる^{6,7)}。そこで、MMSEよりも取り組みやすい検査として Trail Making Test (TMT) が注目されている^{6,7)}。TMT は紙面上に記載されている 1 から 25までの数字を、順番に、できる限り早く、鉛筆を紙から離さずにつなぐことで注意機能を測定する神経心理学的検査であり、アメリカ陸軍用のテストバッテリーの一部として作成された⁸⁾。TMT 施行時間は MMSE 合計点が低い高齢者において延長し^{6,7)}、認知機能低下を判別するカットオフ値として用いると、感度は100%である⁷⁾。このように、全般的認知機能低下の判別において、TMT の有用性は高い。

受検者の心理的負担を軽減する点で、タッチパネルディスプレイ式の TMT が注目されている^{9,10)}。Advanced Trail Making Test (以下 ATMT) は、紙面上で実施されていた TMT をタッチパネルディスプレイ式に改良したものである^{11,12)}。TMT の遂行には、ワーキングメモリや視覚探索機能、注意力の持続、手の運動機能など多くの機能が要求される。従来の TMT ではそれらの機能が TMT 成績へ与える影響を明らかにできないことから、その影響を詳細に検討するために ATMT が開発された¹¹⁾。

ATMT では、2つの課題の探索反応時間や誤答数を記録することによって、従来の TMT で測定可能であった処理速度、持続的及び選択的注意¹¹⁻¹³⁾に加えて、視空間ワーキングメモリ¹¹⁻¹⁵⁾を定量的に測定することが可能となった。ATMT ではディスプレイ上に表示されている 1 から 25までの数字を、1 から順番に押していく。ATMT の課題は、TMT 原版と同様に数字の配置が固定された課題と、ATMT で新たに考案された、数字を押すたびに、ディスプレイ上の他の数字

の配置が変わる課題で構成される^{11,12)}。数字の配置が固定された課題では、視空間ワーキングメモリを活用することによって探索反応時間の短縮が可能となることから、視空間ワーキングメモリの活用の程度が明らかとなる。一方、配置が変わる課題では視空間ワーキングメモリが活用できないため、視覚探索機能が探索反応時間へと反映される。

ATMT は、タッチパネルディスプレイを用いるため、検査者を介すことなく、受検者が自由に測定することが可能である。また検査結果は、検査実施直後に、受検者へ自動的にフィードバックされる。このように使用が簡便であることから、ATMT は高齢者を対象とした健康測定会で多く用いられている¹⁶⁾。また ATMT で測定された探索反応時間の比は、認知機能低下の判別の検出力が100%であると報告されている¹¹⁾。これらの理由から、ATMT は TMT と同様に、全般的認知機能低下の判別における有用性が高いと考えられる。

ATMT を全般的認知機能低下の判別に用いるためには、ATMT でフィードバックされる指標の信頼性と妥当性を明らかにする必要性がある。梶本ら¹¹⁾は ATMT によって測定された探索反応時間を元に、持続的注意や選択的注意、視空間ワーキングメモリを検討している。しかし一般に普及している ATMT では、探索反応時間ではなく、脳年齢、すばやさ、脳の元気度、及び有効活用度がフィードバックされる^{12,17-19)}。すばやさは処理速度^{11,12)}、脳の元気度は持続的及び選択的注意¹¹⁻¹³⁾、有効活用度は視空間ワーキングメモリの指標^{11,12,14,15)}、脳年齢は、それら 3つの指標を総合的に評価する指標であるとされる^{11,12)}。残念ながら、これらの指標は、算出方法や信頼性、妥当性が報告されていない。

そこで第一の目的として、まず ATMT の信頼性と妥当性を検討することを目的とした。第二の目的として、全般的認知機能低下の判別における ATMT の有用性を検討することとした。そのために、全般的認知機能低下のスクリーニング検査として多用されている MMSE と ATMT との間の関連性を検討し、全般的認知機能低下を判別する、ATMT のカットオフ値を算出した。

II. 対象と方法

1. 対象

2015年4月から2016年9月までに、福岡県にある住

宅型有料老人ホーム Sにおいて健康測定会を実施した。健康測定会に参加した60歳以上の地域住民101名のうち、選択基準と除外基準を満たし、MMSE と ATMT の測定値に欠損値のない70名（69.3%）が解析対象となった。本研究の選択基準は65歳以上であること、除外基準は意思疎通が困難であることとした。妥当性及び全般的認知機能低下の判別の有用性の検討では、複数回参加した者については解析対象を原則1回目の測定値とした。1回目の測定値に欠損値が含まれていた場合は、欠損値のない参加回の測定値を採用したため、解析対象者の重複はない。再検査信頼性の検討の対象者は、妥当性の検討の対象となった70名のうち複数回参加した13名とした。解析には1回目と2回目の測定値を用いた。

2. 方 法

基本属性として年齢、性別、要介護認定の程度、通院の有無、同居者の有無について、自己記入式の質問紙で記入を求めた。

ATMT の測定には、脳年齢計 ATMT^{11,12)}（エルクコーポレーション；現キヤノンメドテックサプライ株式会社製）を用いた。受検者は Fixed 課題（以下 F 課題）と Random 課題（以下 R 課題）という2つの課題に回答する。F 課題では、受検者が1から25までの数字を、1から順番に押していく。画面上には25個の数字が常に表示されている。たとえば1を押すと、1は消えて、代わりに26が出現する。25まで押すと、F 課題は終了する。数字の配置は画面上に固定されていることから、視空間ワーキングメモリを活用するほど、速い回答が可能となる。

R 課題は、F 課題と同様に1から25までの数字を押していく。R 課題では、数字を押すたびに他の数字の位置が再配置される。視覚探索機能が高いほど、速い回答が可能となる。対象者が25まで押すと、F 課題と同様に、R 課題は終了する。誤った数字を押した場合には、次の数字へ進むことができない。したがって、誤答すると探索反応時間が延長する。

ATMT では、探索反応時間、F 課題における総誤答数、及びR 課題における総誤答数を記録する。探索反応時間は、それぞれの数字について、1.0秒単位で記録されている。それらを元に、下位指標であるすばやさ、脳の元気度、有効活用度と総合的な評価である脳年齢の、4つの指標が自動的に算出される。以下、これらの4指標をフィードバック（feedback; FB）項目と表記する。

探索反応時間の分類方法は、認知機能低下の判別を報告している梶本ら¹¹⁾に従った。数字1から25までのうち、1から5までは除外する。6から15までは前半、16から25までは後半とする。本研究では処理速度の指標として、F 課題の前半と後半、R 課題の前半と後半の合計を検討に用いた。以下、処理速度 RT (reaction time; RT) と表記する。選択的及び持続的注意の指標として、R 課題後半の探索反応時間を、前半で除した値を用いた。以下、遅延度 RT とする。視空間ワーキングメモリの指標は、F 課題後半を R 課題の後半で除した値を用いた。以下、Visuospatial working memory (VWM)-RT とする。また、これらの3指標を探索反応時間指標とする。

本研究では、脳年齢、すばやさ、脳の元気度、有効活用度、処理速度 RT、遅延度 RT、VWM-RT、F 課題の総誤答数、R 課題の総誤答数を検討に用いた。脳年齢の単位は年齢（歳）であり、年齢と近似した値を示す^{11,12)}。低いほどFB 項目の下位指標が総合的に良好であるとする。下位指標の単位は任意単位（arbitrary unit, 以下 a. u.）であり、高いほど状態が良好であるとする。処理速度 RT は、短いほど処理速度が速いことを示す。遅延度 RT は、高いほど、選択的及び持続的注意が高いことを示す。VWM-RT は、低いほど視空間ワーキングメモリを活用していることを示す。誤答数が多いほど、選択的注意が低下していることを示す²⁰⁾。

全般的認知機能の測定には、MMSE^{3,4)}を用いた。検査は11項目あり、時間の見当識、場所の見当識、即時再生、遅延再生、計算、物品呼称、文章復唱、口頭命令、書字命令、文章書字、図形模写で構成される。MMSE の満点は30点である。本研究では先行研究に基づいて^{3,4)}、23点以下を全般的認知機能低下群（以下、低下群）、24点以上から30点までを全般的認知機能正常群（以下、正常群）とした。

3. 統計解析

再検査信頼性は級内相関係数（1, k）で確認した。目安は Landis and Koch²²⁾に従って、0.21～0.40で fair, 0.41～0.60で moderate, 0.61～0.80で substantial, 0.81以上で almost perfect であるとした。妥当性は、先行研究に従って^{11,12)}、ATMT で測定した探索反応時間、及び探索反応時間の比と、脳年齢、すばやさ、脳の元気度、有効活用度との間の Spearman の順位相

関係数から評価した。これらの間に有意な相関が認められた場合に、ATMT の妥当性が十分であると判断できる。

ATMT と全般的認知機能低下との関連性は、MMSE と ATMT との間の Spearman の順位相関係数と、全般的認知機能低下の有無による ATMT 測定値の比較によって検討した。各項目の分布の正規性を確認するために、Kolmogorov-Smirnov 検定を行った。正規性が認められた場合には、群間比較に対応のない t 検定を行った後、効果量 Cohen's d を算出した。効果量の判定は水本ら²²⁾ に従った。 $0.2 \leq d < 0.5$ を小程度、 $0.5 \leq d < 0.8$ を中程度、 $0.8 \leq d$ を大とした。正規性の逸脱が認められた場合は、Mann-Whitney の U 検定を行った。Mann-Whitney の U 検定を行った後、効果量 r を算出した。 r は、 $0.10 \leq r < 0.30$ を小程度、 $0.30 \leq r < 0.50$ を中程度、 $0.50 \leq r$ を大とした。

2 群間に有意差が認められた項目は、カットオフ値の算出を行った。Receiver Operating Characteristic Curve (ROC 曲線) と、得られた曲線によって下方に囲まれる面積 Area under the curve (AUC)，感度，特異度を算出した。感度と特異度の和が最大となる点をカットオフ値とした。AUC の判定は Swets²³⁾ に従い、69% 以下で不良、70-90% を中程度に良好、90% 以上を良好であるとした。複数の項目に有意差が認められた場合は、AUC が最も高い項目を認知機能低下の判別のカットオフ値とした。その後、得られたカットオフ値による判別の妥当性を検討するために、MMSE による判別と得られたカットオフ値、及び先行研究¹¹⁾ のカットオフ値 VWM-RT0.85 との間の一致率を求め、Fisher の正確確率検定を行った。以上の解析にはすべて SPSS Ver. 29 を使用した。有意水準は 5 % とした。2 群間の比較における検出力の事後検定には、G*power 3.1.9.7 版²⁴⁾ を使用した。検出力は 0.80 以上で十分であるとした。

4. 倫理的配慮

対象者に対して研究目的、内容及び得られたデータは研究目的以外で使用しないこと、研究の参加は自由意思であり、参加しない場合であっても対象者の不利益にならないことを口頭と書面で説明し、対象者本人の同意を得た。本研究は久留米大学御井学舎倫理委員会（承認番号：388）、及び帝京科学大学「人を対象とする研究」に関する倫理審査委員会の承認を得た（承認番号：21A049）。

III. 結 果

本研究の対象者の基本属性を Table 1 に示す。本研究の対象者の平均年齢は 77.9 ± 7.7 歳であった。低下群は 9 名 (12.9%)、正常群は 61 名 (87.1%) が該当した。対象者全体の年齢及び ATMT 測定値における Spearman の相関分析の結果を Table 2 に示す。年齢は、脳年齢及び処理速度 RT との間に有意な正の相関が ($\rho = .37 \sim .60$, $p < .01$)、すばやさ、脳の元気度との間に有意な負の相関が認められた ($\rho = -.48 \sim -.30$, $p < .01 \sim .05$)。

FB 項目である脳年齢は、すばやさ、脳の元気度、及び有効活用度との間に有意な負の相関が認められた ($\rho = -.84 \sim -.55$, $p < .01$)。すばやさ、脳の元気度、及び有効活用度との間には、互いに有意な正の相関が認められた ($\rho = .32 \sim .77$, $p < .01$)。

処理速度 RT および F 課題誤答数は、脳年齢 ($\rho = .32 \sim .81$, $p < .01$) 及びすべての FB 項目下位指標との間に ($\rho = -.28 \sim -.96$, $p < .01$)、有意な相関が認められた。

すばやさは処理速度 RT および F 課題誤答数に加えて、R 課題誤答数との間 ($\rho = -.31$, $p < .01$) との間に有意な負の相関が認められた。脳の元気度は遅延度 RT との間、有効活用度は VWM-RT との間に有意な負の相関が認められた ($\rho = -.72 \sim -.52$, $p < .01$)。

再検査信頼性の対象者 13 名（男性 2 名、女性 11 名）の平均年齢は 81.5 ± 6.4 歳であった。MMSE は 28.8 ± 1.2 点であった。級内相関係数 ($1, k$) を算出した結

Table 1. 対象者全体 (n=70) の基本属性

	平均値 ± 標準偏差 / n (%)	
年齢 (歳)	77.9 ± 7.7	
性別 (名)	男性	21 (30.0)
	女性	49 (70.0)
要介護度 (名)	認定なし	51 (72.9)
	要支援 1	15 (21.4)
	要支援 2	4 (5.7)
通院の有無 (名)	有	56 (80.0)
	無	14 (20.0)
同居者の有無 (名)	同居者有	36 (51.4)
	独居	33 (47.1)
	無回答	1 (1.4)
認知機能の水準(名)	正常群	61 (87.1)
	低下群	9 (12.9)

正常群：MMSE24点以上

低下群：MMSE23点以下

Table 2. 年齢、及び ATMT 測定値間における Spearman の相関分析 (n=70)

測定項目	年齢	脳年齢	すばやさ	脳の元気度	有効活用度
フィードバック項目					
脳年齢 (歳)	.60**				
すばやさ (a.u.)	-.48**	-.84**			
脳の元気度 (a.u.)	-.30*	-.84**	.77**		
有効活用度 (a.u.)	-.01	-.55**	.32**	.61**	
探索反応時間指標					
処理速度 RT (秒)	.37**	.81**	-.96**	-.78**	-.44**
遅延度 RT (秒／秒)	.03	.20	-.19	-.52**	.03
VWM-RT (秒／秒)	-.21	.02	.21	.02	-.72**
誤答数					
Fixed 課題 (回)	.15	.32**	-.40**	-.40**	-.28*
Random 課題 (回)	.20	.20	-.31**	-.11	.04

**p < .01, *p < .05

ATMT : 脳年齢計 ATMT, RT; reaction time, VWM; Visuospatial working memory

Table 3. ATMT 測定 1 回目と 2 回目との間の級内相関係数 (n=13)

測定項目	実測値		(1, k)	95%信頼区間	
	1回目	2回目		下限値	上限値
脳年齢 (歳)	72.7 ± 8.1	75.1 ± 7.7	0.50	-0.59	0.85
すばやさ (a.u.)	39.7 ± 9.1	39.6 ± 8.0	0.55	-0.42	0.86
脳の元気度 (a.u.)	46.1 ± 17.3	43.2 ± 9.2	0.51	-0.55	0.85
有効活用度 (a.u.)	47.5 ± 8.8	43.3 ± 10.2	0.07	-1.93	0.71

ATMT : 脳年齢計 ATMT, a.u.; arbitrary unit

果を Table 3に示す。脳年齢が0.50 (95%信頼区間：-0.59～0.85), すばやさが0.55 (95 % 信頼区間：-0.45～0.86), 脳の元気度が0.51 (95 % 信頼区間：-0.55～0.85), 脳年齢が0.07 (95 % 信頼区間：-1.93～0.71) であった。

MMSE と ATMT の間の相関について Table 4に示す。認知機能の指標である MMSE は、脳年齢、処理速度 RT, R 課題誤答数との間に有意な負の相関が ($\rho = -.33 \sim -.30$, $p < .01 \sim .05$), すばやさ及び脳の元気度との間には有意な正の相関が認められた ($\rho = .29 \sim .31$, $p < .01 \sim .05$)。

全般的認知機能低下と ATMT との間の関連性について、Kolmogorov-Smirnov 検定の結果、正規性が認められた項目は平均値±標準偏差で、逸脱が認められた項目は中央値 (四分位範囲25–75) で示す。2群間の比較の結果を Table 5に示す。年齢は、低下群が正常群よりも有意に高齢であった ($p < .05$)。MMSE 合計点、すばやさ、脳の元気度において、低下群は正常群よりも有意に低値であった ($p < .01$)。脳年齢及

Table 4. MMSE と ATMT 測定値との間の Spearman の相関分析 (n=70)

測定項目	MMSE
フィードバック項目	
脳年齢 (歳)	-.33**
すばやさ (a.u.)	.29*
脳の元気度 (a.u.)	.31**
有効活用度 (a.u.)	.16
探索反応時間指標	
処理速度 RT (秒)	-.30*
遅延度 RT (秒／秒)	-.09
VWM-RT (秒／秒)	-.01
誤答数	
Fixed 課題 (回)	-.05
Random 課題 (回)	-.31**

**p < .01, *p < .05

MMSE; Mini-Mental State Examination,

ATMT ; 脳年齢計 ATMT,

RT; reaction time,

VWM; Visuospatial working memory

Table 5. 全般的認知機能の低下による年齢、MMSE 及び ATMT 測定値の比較

測定項目	対象者全体 (n=70)	低下群 (n=9, 12.9%)	正常群 (n=61, 87.1%)	P 値	効果量	群間比較	検出力
	平均値±標準偏差／ 中央値 (25-75)	平均値±標準偏差／ 中央値 (25-75)	平均値±標準偏差／ 中央値 (25-75)				
年齢 (歳)	77.9±7.7	82.6±5.0	77.2±7.8	0.02 ^a	0.71 ^c	低下>正常	0.50
MMSE 合計点 (点)	28.5 (26.0-30.0)	23.0 (21.0-23.0)	29.0 (26.5-30.0)	<0.01 ^b	-0.59 ^d	低下<正常	0.35
フィードバック項目							
脳年齢 (歳)	72.5±8.7	83.3±5.3	70.9±8.0	<0.01 ^a	1.61 ^c	低下>正常	0.99
すばやさ (a.u.)	38.6 (33.8-46.1)	26.3 (22.4-33.1)	43.0 (36.1-47.2)	<0.01 ^b	-0.42 ^d	低下<正常	0.21
脳の元気度 (a.u.)	42.0±11.7	28.5±6.7	44.0±10.9	<0.01 ^a	1.48 ^c	低下<正常	0.98
有効活用度 (a.u.)	44.1±9.4	38.9±9.8	44.8±9.2	0.08 ^a	0.64 ^c	n.s.	0.42
探索反応時間指標							
処理速度 RT (秒)	127.6 (107.5-158.8)	182.2 (152.0-200.0)	120.5 (104.2-145.8)	<0.01 ^b	-0.44 ^d	低下>正常	0.22
遅延度 RT (秒/秒)	1.2 (0.9-1.5)	1.2 (1.1-2.1)	1.1 (0.9-1.4)	0.12 ^b	-0.19 ^d	n.s.	0.08
VWM-RT (秒/秒)	0.7±0.3	0.7±0.4	0.8±0.3	0.87 ^a	0.06 ^c	n.s.	0.05
誤答数							
Fixed 課題 (回)	0.0 (0.0-1.0)	1.0 (0.0-1.0)	0.0 (0.0-1.0)	0.36 ^b	-0.11 ^d	n.s.	0.06
Random 課題 (回)	0.0 (0.0-2.0)	1.0 (0.0-6.0)	0.0 (0.0-2.0)	0.31 ^b	-0.12 ^d	n.s.	0.06

正常群：MMSE24点以上、低下群：MMSE23点以下

MMSE: Mini-Mental State Examination, ATMT: 脳年齢計 ATMT, a.u.: arbitrary unit, RT: reaction time,

VWM: Visuospatial working memory

a ; 対応のない t 検定, b ; Mann-Whitney の U 検定, c ; 効果量 Cohen'sd, d ; 効果量 η^2 **Table 6.** 全般的認知機能低下の判別に用いるカットオフ値 (n=70)

測定項目	カットオフ値	AUC	P 値	95%信頼区間		感度	特異度
				下限値	上限値		
年齢 (歳)	80.5	70.4%	<0.01	0.56	0.85	77.8%	63.9%
脳年齢 (歳)	77.5	89.8%	<0.01	0.81	0.99	88.9%	83.6%
すばやさ (a.u.)	9.0	13.2%	<0.01	0.03	0.24	100.0%	0.0%
脳の元気度 (a.u.)	17.6	9.6%	<0.01	0.01	0.19	100.0%	1.6%
処理速度 RT (秒)	164.0	87.8%	<0.01	0.78	0.97	77.8%	88.5%

ATMT : 脳年齢計 ATMT, AUC: Area under the curve,

a.u. : arbitrary unit, RT: reaction time

び処理速度 RT は、低下群が正常群よりも有意に高値であった ($p < .01$)。効果量が大と判定されたのは MMSE 合計点、脳年齢、脳の元気度であった。効果量の中程度は年齢、すばやさ、有効活用度、処理速度 RT であった。それ以外の測定値の効果量は、小またはほとんどなしであった。検出力が0.80以上で、十分であったのは脳年齢、及び脳の元気度であった。その他の項目の検出力に十分な高さは認められなかった。

2 群比較の結果、有意差が認められた年齢、脳年齢、すばやさ、脳の元気度、処理速度 RT について、認知機能の低下の有無 (MMSE23点以下 vs MMSE24点以上) を状態変数として、カットオフ値の算出を行った。

結果を Table 6, ROC 曲線を Figure 1-5に示す。ROC 曲線から得られた年齢のカットオフ値は80.5歳であった。AUC は70.4% (95%信頼区間 : 0.56~0.85), 感度は77.8%, 63.9%であった。脳年齢のカットオフ値は77.5歳であった。AUC は89.8% (95%信頼区間 : 0.81~0.99), 感度は88.9%, 特異度は83.6%であった。

すばやさのカットオフ値は9.0a.u.で、AUC は13.2% (95%信頼区間 : 0.03~0.24) であった。感度は100.0%で、特異度は0.0%であった。脳の元気度のカットオフ値は17.6a.u.で、AUC は9.6% (95%信頼区間 : 0.01~0.19) であった。感度は100.0%で、特

異度は1.6%であった。処理速度 RT のカットオフ値は164.0秒で、AUC は87.8% (95%信頼区間：0.01～0.19) であった。感度は77.8%で、特異度は88.5%であった。AUC の判定の結果、脳年齢と処理速度 RT は中程度に良好で、それ以外の項目は不良であった。

AUC が最も高い値を認めたのは脳年齢であった。脳年齢のカットオフ値に基づいた全般的認知機能低下の判定の妥当性を検討するために、MMSE に基づい

た判定との間で Fisher の正確確率検定を行い、有意差が認められた。MMSE による判定と脳年齢による判定の一一致率は84.3%で、1 %水準で有意であった (Table 7)。VWM-RT の0.85以上を低下、0.85未満を正常とした場合の一一致率は62.9%で、人数の分布に有意差は認められなかった (Table 8)。

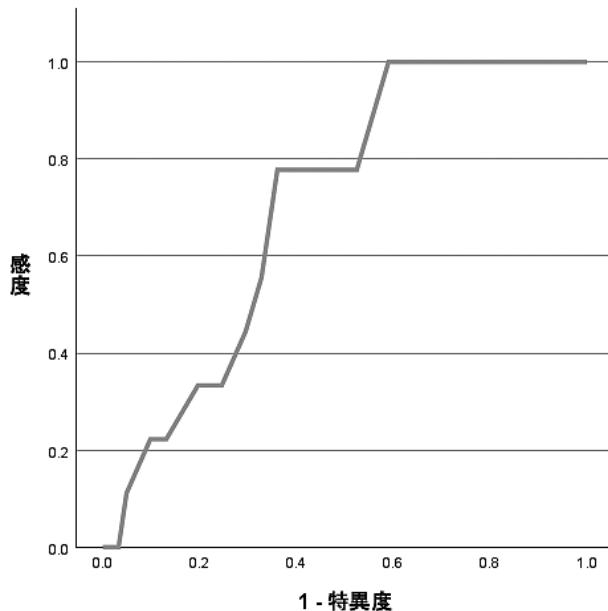


Figure 1. 認知機能低下の有無を状態変数とした年齢の ROC 曲線 (n = 70)

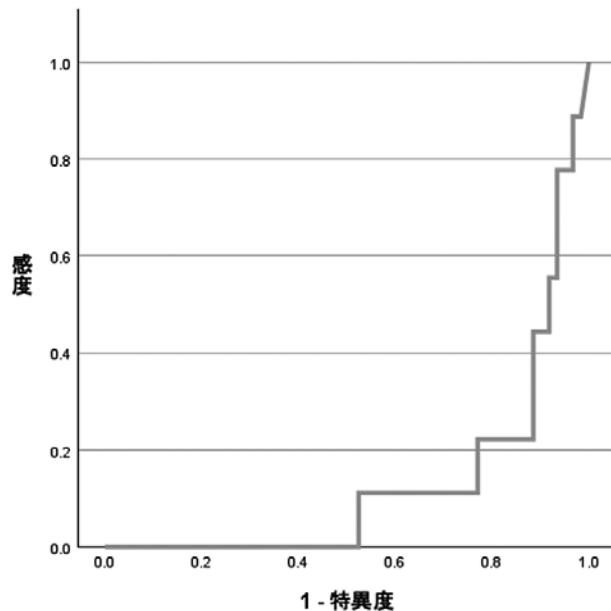


Figure 3. 認知機能低下の有無を状態変数としたすばやさの ROC 曲線 (n = 70)

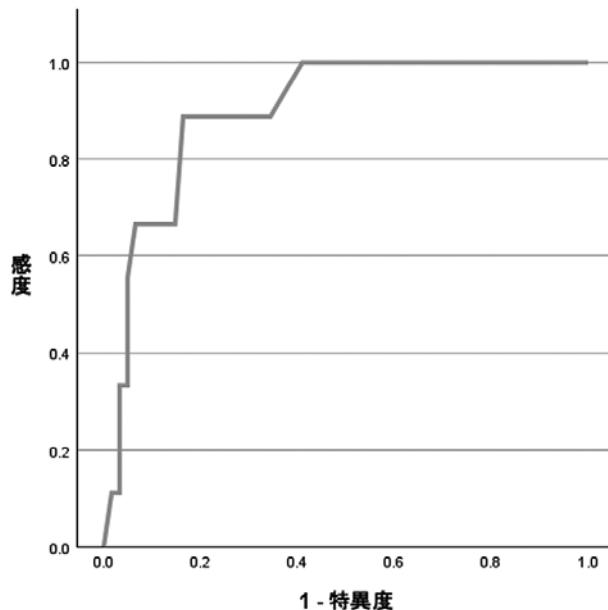


Figure 2. 認知機能低下の有無を状態変数とした脳年齢の ROC 曲線 (n = 70)

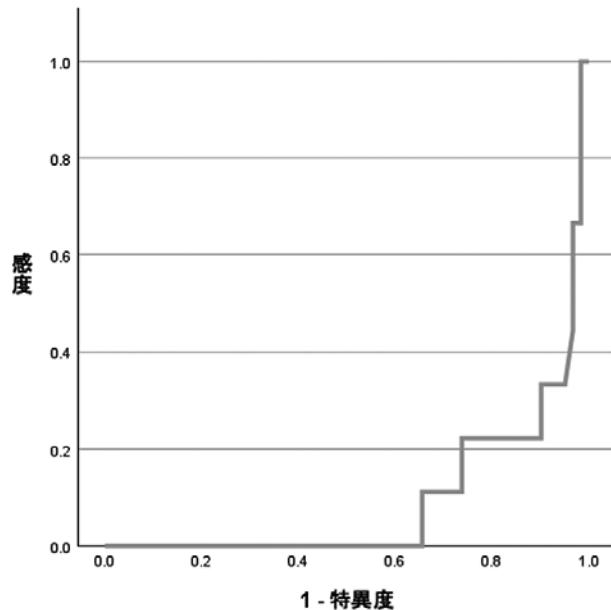


Figure 4. 認知機能低下の有無を状態変数とした脳の元気度の ROC 曲線 (n = 70)

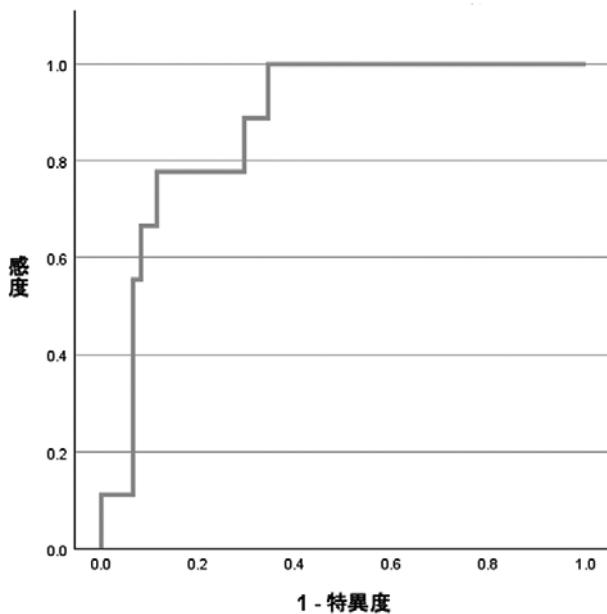


Figure 5. 認知機能低下の有無を状態変数とした
処理速度 RT の ROC 曲線 (n=70)

Table 7. MMSE による判定と脳年齢カットオフ値 (77.5歳) による判定

項目	MMSE		小計	P 値 ^a
	正常群 n (%)	低下群 n (%)		
脳年齢 77.5歳未満	51 (83.6%)	1 (11.1%)	52 (74.3%)	< .01
77.5歳以上	10 (16.4%)	8 (88.9%)	18 (25.7%)	
小計	61 (100.0%)	9 (100.0%)	70 (100.0%)	

MMSE : Mini-Mental State Examination

正常群 : MMSE24点以上, 低下群 : MMSE23点以下

a : Fisher の正確確率検定

MMSE による判定に対する脳年齢による判定 :

感度 88.9% (=8/9), 特異度 83.6% (=51/61),

一致率 84.3% [= (51+8)/70]

Table 8. MMSE による判定と VWM-RT カットオフ値 (0.85) による判定

項目	MMSE		小計	P 値 ^a
	正常群 n (%)	低下群 n (%)		
VWM-RT 0.85未満	41 (67.2%)	6 (66.7%)	47 (67.1%)	0.62
0.85以上	20 (32.8%)	3 (33.3%)	23 (32.9%)	
小計	61 (100.0%)	9 (100.0%)	70 (100.0%)	

MMSE; Mini-Mental State Examination, RT; reaction time,

VWM; Visuospatial working memory

正常群 : MMSE24点以上, 低下群 : MMSE23点以下

a : Fisher の正確確率検定

MMSE による判定に対する脳年齢による判定 :

感度 33.3% (=3/9), 特異度 67.2% (=41/61),

一致率 62.9% [= (41+3)/70]

IV. 考 察

ATMT によって測定された探索反応時間の比は、全般的認知機能低下の判別において有用であることが報告されている¹¹⁾。しかし一般に普及している ATMT¹²⁾では、受検者へ探索時間のフィードバックが行われない。また受検者へフィードバックされる指標は信頼性と妥当性が明らかではない。そこで本研究では第一の目的として、受検者へフィードバックされる指標の信頼性と妥当性を検討することとした。

本研究で FB 項目の再検査信頼性の指標とした級内相関係数は、0.07~0.55で、再検査信頼性は十分に認められなかった。本研究の対象者全体における FB 項目の値は、脳年齢が 72.5 ± 8.7 歳、すばやさは38.5(33.8-46.1) a.u., 脳の元気度が 42.0 ± 11.7 a.u., 有効活用度が 44.1 ± 9.4 a.u. であった。本研究の対象者の平均年齢は 77.9 ± 7.7 歳で、後期高齢者に該当し、その ATMT 測定値は先行研究¹⁷⁾の後期高齢者とほぼ同値である。例えば、渡部ら¹⁷⁾の後期高齢者の脳年齢は 71.93 ± 6.39 歳、すばやさは 41.41 ± 9.69 a.u., 脳の元気度は 41.09 ± 7.86 a.u., 有効活用度は 44.10 ± 7.97 a.u. であった。本研究及び先行研究の結果から、初回では異なる対象者集団において、ほぼ同値が得られるが、本研究のように1ヵ月間後に同一の対象者集団では異なる値が認められる可能性が考えられる。その理由の一つに、繰り返しによる学習効果を挙げる。梶本ら¹¹⁾は ATMT の学習効果から ATMT 成績への影響は認められないとしているが、その繰り返しの期間は報告されていない。本研究の結果から、少なくとも1ヶ月間では学習効果により ATMT 値が変動する可能性が示唆された。

妥当性の検討では相関分析を行い、すばやさと探索反応時間、脳の元気度と遅延度 RT、有効活用度と VWM-RT とが関連性を認め、脳年齢は、すばやさ、脳の元気度、有効活用度を包括する指標であることが認められた。この結果は、一般に普及している ATMT の指標の説明¹²⁾と矛盾しない。本研究の結果から、すばやさが処理速度、脳の元気度が選択的及び持続的注意、有効活用度が視空間ワーキングメモリを反映する指標であり、脳年齢がすばやさ、脳の元気度、及び有効活用度を総合的に反映する指標であるといえる。

さらに処理速度 RT 及び F 課題誤答数は、すべての FB 項目との間に有意な相関が認められた。ATMT では誤答した場合に、次の数字へ進むことができない。

したがって、誤答数が多いほど、探索反応時間は延長する。誤答数は探索反応時間よりも選択的注意の低下を反映することが指摘されている²⁰⁾。先行研究及び本研究の結果から、すべての FB 項目は、選択的注意を反映することが示唆された。

脳年齢の算出方法として、探索反応時間と年齢、性別を用いた計算式が報告されている¹¹⁾。本研究の脳年齢は先行研究¹⁷⁾と同様に、加齢に伴う脳年齢の増加を認めた。本研究の結果からは、年齢が脳年齢の算出項目に含まれているかどうかを明らかにすることはできない。しかし加齢が脳年齢の増加へ影響を及ぼすと考えられる。

本研究の第二の目的は、全般的認知機能低下の判別における ATMT の有用性を検討することであった。MMSE との間に有意な相関が認められたのは、脳年齢、すばやさ、脳の元気度、処理速度 RT であった。この結果から、探索反応時間指標よりも FB 項目の方が全般的認知機能低下を反映する指標であると考えられる。

全般的認知機能低下と ATMT 測定値の低下との間の関連性は、探索反応時間によって理解できる。全般的認知機能低下の有無によって ATMT 測定値を比較したところ、低下群は正常群よりも、処理速度 RT が有意に延長した。この結果は、MMSE で全般的認知機能低下に該当した高齢者の TMT 施行時間が、正常な高齢者よりも延長したことを報告した上城ら⁹⁾や岩瀬ら¹⁰⁾と一致する。本研究及び先行研究の結果から、ATMT で測定される探索反応時間の延長は、MMSE によって判別された全般的認知機能低下と関連することが明らかとなった。

全般的認知機能の低下によって、処理速度 RT が延長したメカニズムとして、前頭葉、及び頭頂葉機能の低下が挙げられる。前頭葉は、注意機能や記憶、ワーキングメモリ等を担う²⁵⁾。また、頭頂葉は空間的注意に関与する¹³⁾。F 課題及び R 課題の遂行には、前頭葉及び頭頂葉機能が用いられる^{13,15)}。MMSE には、即時再生や遅延再生、計算等の前頭葉機能を用いる課題や、空間的注意が必要な図形模写が含まれている^{3,4)}。本研究の低下群においても、前頭葉及び頭頂葉機能の低下によって、処理速度 RT が延長した可能性がある。

さらに本研究では、認知機能の低下と脳年齢の増加、すばやさ及び脳の元気度の低下との関連性が認められた。これらの指標は、探索反応時間の指標である処理速度 RT との間に有意な相関が認められた。全般的認

知機能の低下と脳年齢、すばやさ、元気度との間に関連性が認められたことは、妥当である。

本研究において全般的認知機能低下を判別するための、ATMT のカットオフ値を算出したとき、AUC が最も高値であったのは、脳年齢で 89.8% であった。これは中程度に良好な値である。脳年齢のカットオフ値は 77.5 歳であった。MMSE による判別と脳年齢のカットオフ値との間の一一致率は 84.3% であった。この結果は、MMSE と脳年齢を報告した大野ら¹⁹⁾ と矛盾しない。大野ら¹⁹⁾ は、地域在住の高齢女性を対象として 2 群に分け、それぞれの群の ATMT の脳年齢を報告している。第一群では平均年齢が 76.4 ± 5.1 歳で、MMSE 合計点が 28.4 ± 1.0 点、脳年齢が 68.1 ± 4.0 歳であった。第二群では、平均年齢が 73.3 ± 4.0 歳で、MMSE 合計点が 28.4 ± 2.1 点、脳年齢が 66.6 ± 6.5 歳であった。MMSE による全般的認知機能のスクリーニングでは、MMSE 合計点が 24 点以上のとき、正常と判断される。大野ら¹⁹⁾ が対象とした 2 群の全般的認知機能は正常であり、脳年齢は 77.5 歳未満である。また上城ら⁹⁾ は TMT 施行時間のカットオフ値に加え、生活年齢が 75 歳以上であることが注意機能低下を疑う指標となることを報告している。注意機能は全般的認知機能低下に先だって低下する²⁶⁾。また脳年齢は生活年齢と近似する¹¹⁾。これらの先行研究の結果から、生活年齢と探索反応時間を反映する脳年齢の AUC が、年齢よりも高く、脳年齢のカットオフ値が 77.5 歳であったことは妥当であると考えられる。

本研究において、全般的認知機能低下と VWM-RT 0.85 未満との間の一一致率は 62.9% であった。また、本研究では VWM-RT と MMSE との間に有意な相関が認められなかった。この結果は、梶本ら¹¹⁾ の先行研究と矛盾する結果となった。梶本らの報告¹¹⁾ では、認知機能低下の判別に VWM-RT の 0.85 が用いられ、その検出率は 100% であった。梶本ら¹¹⁾ と本研究の結果が不一致であった理由として、3 点が挙げられる。1 点目は認知機能低下の判別方法の違い、2 点目は本研究の対象者の認知機能低下の程度が軽度であったこと、3 点目は本研究の課題の負担が少ないと考えられる。

1 点目の認知機能低下の判別方法の違いについて、先行研究¹¹⁾ では長谷川式簡易知能スケール²⁷⁾ を、本研究では MMSE を使用した。長谷川式簡易知能スケールは見当識、物品記録、言葉の記録、計算、数字の逆唱、言語の流暢性で構成され²⁷⁾、MMSE よりも記憶力の程度を測定する項目が多い。そのためワーキ

ングメモリの指標である VWM-RT の検出力が高かった可能性がある。

2 点目の認知機能低下の程度について、梶本らは認知機能低下を厳密に判別しているが¹¹⁾、本研究における判別は MMSE のみであった。梶本ら¹¹⁾ での認知機能低下群の選定基準は、長谷川式簡易知能スケールが軽度または境界域であることに加えて、認知症と考えられるエピソードを 2 回以上有する者としている。本研究の対象者の全般的認知機能低下の程度は先行研究よりも軽度であった可能性がある。梶本ら¹¹⁾ と本研究で共通する指標は、遅延度 RT と VWM-RT である。遅延度 RT は本研究と先行研究¹¹⁾ との間で一致する。本研究における正常群の遅延度 RT の中央値は 1.1 (0.9-1.4) で、低下群は 1.2 (1.1-2.1) であった。先行研究¹¹⁾ の遅延度 RT は、健常者で 1.25 ± 0.11 、認知機能低下群で 1.24 ± 0.11 で、この 2 群間に有意差は認められていない。本研究の遅延度 RT は梶本ら¹¹⁾ とほぼ同値であり、本研究においても全般的認知機能低下の有無による有意差は認められなかった。

一方本研究の VWM-RT は、正常群と低下群のいずれも、先行研究¹¹⁾ の正常群とほぼ同値である。本研究では正常群で 0.8 ± 0.3 、低下群で 0.7 ± 0.4 であった。先行研究¹¹⁾ では、健常者で 0.76 ± 0.07 、認知機能低下群で 0.96 ± 0.93 であった。VWM-RT は低いほど視空間ワーキングメモリを活用していることを表し、認知機能が低下している者は視空間ワーキングメモリの活用が認められない¹¹⁾。これらの結果から、本研究の低下群の全般的認知機能低下の程度は、梶本ら¹¹⁾ よりも軽度であった可能性が考えられる。

3 点目の本研究の課題の負担の少なさとして、試行数とボタンの数を挙げる。健常成人において、ATMT による視空間ワーキングメモリの低下が認められるのは、課題を連続して実施した場合である。例えば、Takahashi et al.¹⁴⁾ は、1 試行で押す数字の数を 99 個とし、F 課題と R 課題を 2 試行ずつ、各試行間に 60 秒間の休憩を挟んで行っている。本研究では F 課題と R 課題を 1 試行ずつ実施した。また、1 試行の数字の数は 25 個であった。本研究は先行研究¹⁴⁾ よりも試行数や押すボタンの数が少なかったことから、低下群において VWM-RT の低下が認められなかった可能性がある。

本研究の結論として、以下の 3 点が挙げられる。第 1 に、ATMT の再検査信頼性は、十分に認められなかった。第 2 に、ATMT の FB 項目の妥当性が確認

できた。第3に、全般的認知機能低下とATMT低下との間に関連性を認め、全般的認知機能低下を判別するATMTのカットオフ値を示すことができた。

本研究の限界として、以下の4点を挙げる。第1に、本研究の結果からは、FB項目の算出方法を明らかにできない。第2に、再検査信頼性が低い理由を明らかにできない。第3に、2群間の比較において、十分な検出力が認められたのは、脳年齢と脳の元気度のみであった。すばやさや有効活用度は、検出力が不十分であったが、効果量が中程度以上認められた。サンプルサイズが増えることによって、全般的認知機能低下を判別するカットオフ値の算出が可能となるかもしれない。第4に、全般的認知機能低下を判別する検査の違いを挙げる。先述の通り、本研究ではMMSEを用いたが、先行研究¹¹⁾では長谷川式簡易知能スケールが用いられている。本研究では先行研究で用いられているVWM-RTで全般的認知機能低下の判別ができなかった。判別方法の違いによる影響を検証するために、長谷川式簡易知能スケールを用いて判別された全般的認知機能低下とATMTとの間の関連性を検討する必要性がある。

謝 辞

参加してくださった皆様、調査の準備や場所の提供に協力してくださった社会福祉法人 創生会の職員の皆様、脳年齢計ATMTについて対応してくださった東京疲労・睡眠クリニックの梶本修身先生、キヤノンメドテックサプライ株式会社の担当者様に心より御礼を申し上げます。

引用文献

- 1) 内閣府：第1章高齢化の状況（第2節高齢期の暮らしの動向）。令和4年版高齢社会白書。日経印刷株式会社、東京、2022、p29。入手先<https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2022/zenbun/pdf/1s2s_02.pdf>、（最終閲覧日：2023年8月10日）
- 2) 厚生労働省：認知症施策推進総合戦略～認知症高齢者等にやさしい地域づくりに向けて～（新オレンジプラン）（概要）。2017、p9。入手先<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12300000-Roukenkyoku/kaitei_orangeplan_gaiyou.pdf>、（最終閲覧日：2023年8月17日）
- 3) Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR: "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.*, 1975, 12(3): 189-198.
- 4) 森 悅朗, 三谷洋子, 山鳥 重: 神経疾患患者における日本語版 Mini-Mental State テストの有用性. *神経心理学*, 1985, 1(2) : 82-90.
- 5) 田代大祐, 中原雅美, 田中香織・他: 地域在住高齢者におけるMMSE・MoCA-Jを用いた認知機能の年代比較. *理学療法科学*, 2019, 34(3) : 331-335.
- 6) 上城憲司, 井上忠俊, 西田征治・他: 地域在住高齢者における注意機能と心身機能との関連性 (Trail Making Testのカットオフ値). *地域リハビリテーション*, 2016, 11(7) : 480-485.
- 7) 岩瀬弘明, 村田 伸, 日沖義治・他: Trail Making TestとMini-Mental State Examinationとの関連 (簡便な認知機能低下の識別方法の検討). *ヘルスプロモーション理学療法研究*, 2013, 3(1) : 1-4.
- 8) 滑川瑞穂: トレイン・マイキング・テスト. 子安增生・丹野義彦・箱田祐司(監). 有斐閣, 東京, 2010, 576R.
- 9) 辻 美和, 東 祐二, 岩瀬義昭・他: 認知症高齢者にタッチパネルを用いた神経心理学的検査の試み. *ライフサポート*, 2009, 21(4) : 158-163
- 10) 岩瀬弘明, 村田 伸, 日沖義治・他: iPadアプリケーション「Touch the Numbers」を用いた注意機能評価の信頼性と妥当性. *ヘルスプロモーション理学療法研究*, 2014, 4(2) : 87-91.
- 11) 梶本修身, 山下 仰, 高橋清武・他: Trail-Making-Testを改良した「ATMT 脳年齢推測 痴呆判別ソフト」の臨床的有用性. *新薬と臨床*, 2000, 49(4) : 104-115.
- 12) 株式会社ウエルアップ: 脳年齢 ATMT. 入手先<<https://wellup.jp/healthcheck/pdf/nou.pdf>>（最終閲覧日：2023年9月29日）
- 13) 沖 和磨, 越澤 亮, 高寄正樹・他: 長時間の連続した視覚探索は視覚探索機能および視空間ワーキングメモリ機能を低下させる. *Health and Behavior Sci.*, 2016, 14(2) : 59-65.
- 14) Takahashi H, Iwase M, Nakahachi T, et al.: Spatial working memory deficit correlates with disorganization symptoms and social functioning in schizophrenia. *Psychiatry Clin Neurosci*, 2005, 59(4): 453-460.
- 15) 沖 和磨, 森 昭雄, 越澤 亮・他: 長時間の視覚探索による大脳皮質の活動の変化. *Health and Behavior Sci.*, 2013, 11(2) : 67-72.
- 16) 日本調剤株式会社: 手軽に健康状態をチェックしてみよう！健康測定イベント in 山形薬局. 入手先<https://www.nicho.co.jp/column/20211223_c1/>, (最終閲覧日：2023年8月17日)
- 17) 渡部月子, 富塚美和, 武藤三千代・他: 運動習慣のある地域高齢者の生活活動力の実態と認知機能との関連. *運動とスポーツの科学*, 2020, 26(1) : 45-51.
- 18) 内田誠也, 津田康民, 木村友昭・他: 美術文化活動と高齢者の脳機能について (静岡県I氏における調査). *Res Rep MOA Health Science*, 2009, 13 : 61-72.
- 19) 大野敦子, 佐久川千津子, 矢田幸博: 紅茶の香りが高齢女性の睡眠と心理・認知機能に及ぼす効果. *日生理人類会誌*, 2022, 27(1) : 10-22.
- 20) Mizuno K and Watanabe Y: Utility of an advanced trail making test as a neuropsychological tool for an objective evaluation of work efficiency during mental fatigue. In

- Fatigue science for human health. Watanabe Y,
Evengard BH, Natelson et al. (Ed.), Springer, Tokyo,
2008, 47-54.
- 21) Landis JR and Koch GG: The measurement of observer
agreement for categorical data. *biometrics*, 1977, 33(1):
159-174.
- 22) 水本 篤, 竹内 理: 研究論文における効果量の報告のた
めに. 基礎的概念と注意点. 英語教育研究, 2008, 31 :
57-66.
- 23) Swets JA: Measuring the accuracy of diagnostic systems.
Science, 1988, 240 (4857): 1285-1293.
- 24) Faul F, Erdfelder E, Lang AG, et al: G*Power (A flexible
statistical power analysis program for the social,
behavioral, and biomedical sciences). *Behav Res
Methods*, 2007, 39(2), 175-191.
- 25) 小野田慶一：前頭葉 子安増生・丹野義彦・箱田裕司（監
修）現代心理学事典，有斐閣，東京，2021，462R。
- 26) Carlson MC, Xue QL, Zhou J, et al: Executive decline and
dysfunction precedes declines in memory: the Women's
Health and Aging Study II. *Journals of Gerontology
Series A: J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2009, 64(1): 110-
117.
- 27) 北村世都：長谷川式認知症スケール 子安増生・丹野義
彦・箱田裕司（監修）現代心理学事典，有斐閣，東京，
2021，615L。

山間部と平野部に在住する女性高齢者の 運動機能および生活状況の比較

Comparison of Motor Function and Living Conditions of Elderly Women Living in Mountainous and Flat Areas

白岩加代子¹⁾, 村田 伸¹⁾, 合田 明生²⁾

中野 英樹¹⁾, 菊地 雄貴¹⁾, 堀江 淳¹⁾

Kayoko Shiraiwa¹⁾, Shin Murata¹⁾, Akio Gouda²⁾

Hideki Nakano¹⁾, Yuki Kikuchi¹⁾, Jun Horie¹⁾

要旨：本研究では、山間部と平野部で生活する女性高齢者を対象とし、運動機能および生活状況の調査を行った。測定項目は、握力、CS-30、大腿四頭筋筋力、長座体前屈、開眼片脚立位時間、歩行時間、TUGである。その他、閉じこもりや運動習慣の有無について聞き取り調査を行った。その結果、山間部の女性高齢者は、平野部の女性高齢者と比べて、握力、開眼片脚立位時間は有意に高値を示し、大腿四頭筋筋力は、有意に低値を示した。また山間部の女性高齢者は、平野部の女性高齢者より、閉じこもり者の割合が有意に多く、運動習慣有りの割合が有意に低い結果を示した。山間部の女性高齢者では、地形を活用した生活がバランス能力を高めており、外出頻度の低下が下肢筋力に反映していると推測した。本研究結果から、運動機能には地域差がみられることが明らかとなった。異なる地域における高齢者の相違点を把握し、各地域の実情に即した対応策が必要であると考える。

キーワード：地域差、運動機能、地域在住女性高齢者

Abstract: This study examined elderly women living in mountainous and flat areas to compare their motor function and living conditions. We measured their hand grip strength, CS-30 score, quadriceps muscle strength, sit-and-reach test score, duration of standing on one leg with the eyes open, walking time, and timed up & go test (TUG) score. We also interviewed them about their social isolation and exercise habits. The values representing the hand grip strength and duration of standing on one leg with the eyes open were significantly higher, but the quadriceps muscles were significantly weaker among elderly women in the mountainous compared with flat areas. Furthermore, in the former, social isolation was significantly more prevalent, and the rate of those with exercise habits was significantly lower. We speculated that in the mountainous area, life adapted to the terrain improves the motor balance, while the decrease in the frequency of going out is associated with a decline in lower limb muscle strength. The results revealed regional differences in motor function, indicating the necessity of understanding the differences among the elderly in different regions, and adopting tailored measures for each region.

Key words: regional difference, motor function, community-swelling female elderly

受付日：2023年7月4日, 採択日：2023年8月1日

¹⁾ 京都橘大学 健康科学部理学療法学科：〒607-8175 京都市山科区大宅山田町34

TEL : 075-571-1111 E-mail : shiraiwa@tachibana-u.ac.jp

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

²⁾ 北陸大学 医療保健学部理学療法学科

Department of Physical Therapy, Faculty of Health and Medical Sciences, Hokuriku University

I. はじめに

令和4年版高齢社会白書によると、我が国における高齢化率は28.9%であり、平均寿命は男性81.6歳、女性87.7歳と報告され、今後も増加することが推計されている¹⁾。一方、日常生活に制限のない期間（健康寿命）は、徐々に延伸してはいるものの、いまだに平均寿命との差はみられ、要介護予防に関する取り組みは重要な課題である。

宮原ら²⁾は、高齢期の非自立状態の発生を予防するには、体力水準を維持する必要があるとし、健康寿命の延伸と運動機能には関連があると述べている。古名ら³⁾は、都市部と農村地域における高齢者の運動機能を比較した結果、できるだけ速く行う指タッピング動作やできる限り速く歩く最大速度歩行では、都市部の高齢者の方が農村部の高齢者より速かったと報告している。このように運動機能には地域性があると推測されるが、異なる地域における高齢者の運動機能を比較した文献はきわめて少ない。健康日本21（第二次）における国民の健康の増進の総合的な推進を図るために基本的な事項1つに、「健康寿命の延伸と健康格差の縮小」が掲げられている⁴⁾。健康格差とは、地域の違いによる健康状態の差を示し、その縮小を実現することを目標としている。そのため、健康寿命の延伸に向けた社会環境を整備し、地域による格差を解消していくためには、異なる地域に在住する高齢者の運動機能を理解する必要があると考える。

そこで、本研究では、異なる地域で生活している高齢者を対象として運動機能を測定し、地域間による差異について検討を行った。運動機能や生活状況の差異を明らかにし、地域の実情に応じた健康支援対策へつなげたいと考える。

II. 対象と方法

1. 対象

本研究では、山間部と平野部で生活する女性高齢者を対象として調査を行った。山間部の女性高齢者は、奈良県Y村に在住している女性高齢者（33名）とした。Y村は、奈良県の北東部に位置し、起伏とゆるやかな傾斜地が多い地域である。村の約80%が山林であり、農林業を主とした農山村である⁵⁾。平野部の女性高齢者は、佐賀県I市に在住している女性高齢者（110名）とした。I市は、北部九州の西部に位置し、港を抱き主に製造業を主とした地域である。山林面積は市の約5%である⁶⁾。高齢化率はY村では48.5%，I市は

32.3%であり、いずれも全国平均（28.7%）よりも高齢化率が高い地域である。

対象者は、それぞれの保健福祉課を通じて健康調査への参加募集を行い、参加希望の意思を示した者とした。内訳については表1に示す。

表1 対象者の内訳

	平野部 (n=110)	山間部 (n=33)
年齢（才）	77.1±6.2	74.0±5.7 *
身長（cm）	149.3±5.3	150.4±7.6
体重（kg）	49.3±8.1	50.1±8.3
BMI	22.1±3.4	22.1±3.1

*p<0.05

倫理的配慮として、対象者には事前に測定内容や測定結果の取り扱いについて十分に説明し、理解を得られた上で協力を求めた。また研究への参加は自由意思であることや辞退しても不利益にならないことを、口頭及び書面にて説明し、参加の同意を得られた者を調査対象としている。なお、本研究は所属機関の研究倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号18-26）。

2. 方 法

本研究では、運動機能の測定および生活状況に関する調査を行った。

運動機能に関する測定項目は、筋力指標として握力、30秒いす立ち上がり（30s chair stand test：CS-30）、大腿四頭筋筋力、柔軟性の指標として長座体前屈、バランス能力の指標として開眼片脚立位時間、歩行能力として歩行時間、Timed Up and Go test (TUG) の測定を行った。

握力は、デジタル式握力計（竹井機器工業製、グリップーD T.K.K.5401）を用いて測定した。文部科学省が示す新体力テスト実施要項⁷⁾に基づき、示指の第2関節がほぼ直角になるように握りを調整した。測定時に握力計が身体に触れないように指示した。最大努力での測定を左右2回ずつ実施し、最大値（kg）を代表値とした。

CS-30⁸⁾は、高さ40cmの肘掛けのない椅子を使用し、両上肢を胸の前で組んだ肢位から開始した。そこから立ち上がり動作を行い、膝関節が完全伸展してから再び着座するまでの動作を1回とし、30秒間における実施回数（回）を計測した。

大腿四頭筋筋力は、ハンドヘルドダイナモーター（アニマ社製、μ-Tas F-1）を使用して測定した。加藤らの方法⁹⁾に準じて、椅子座位にて椅子の支柱にベ

ルトを固定し、下腿下垂位で等尺筋力を測定した。対象者は両上肢を胸の前で組み、体幹垂直位、膝関節90°屈曲位とした。センサーパッドを下腿の遠位部にあてて測定した。測定中はセンサーパッドを検者が前方で固定して行い、殿部が椅子から浮かないように留意した。測定は左右2回ずつ実施し、最大値(kg)を代表値とした。

長座体前屈距離は、デジタル式長座前屈測定機器(竹井機器工業製、T.K.K.5412)を使用して測定した。文部科学省新体力テスト実施要項⁷⁾に従い、壁に背中と殿部をしっかりとつけ、両足をそろえ、膝関節を伸展した長坐位の状態から前屈した時の最大到達距離を測定した。測定は2回行い、最長距離を代表値(cm)とした。

開眼片脚立位時間⁷⁾は、両上肢を体側に沿わせた状態で、2m先の目印を見ながら片脚での立位姿勢を保持するように指示した。上げた足が床や支持脚に触れた場合、支持脚の位置がずれた場合や、沿わせた手が体幹から離れた時点で終了とし、上限時間は2分とした。時間はストップウォッチを用いて測定した。左右交互に2回ずつ実施し、最長時間(sec)を代表値とした。

歩行は、普段歩く速さで行うように指示した。歩行路は、測定区間5mと前後に3mずつの予備路を設定した計11mを設定し、ストップウォッチを用いて時間(sec)を測定した。測定は2回行い、平均値を代表値とした。

TUG¹⁰⁾は、肘掛けのない椅子に腰掛けた肢位から立ち上がり、最速で3m先のコーンを回って着座するまでの時間を、ストップウォッチを用いて測定した。測定は2回行い最速時間(sec)を代表値とした。

生活状況に関しては、基本チェックリストを用いて評価した。基本チェックリストは、25の質問項目に対

し、「はい」、「いいえ」で回答する自記式質問票である。日常生活関連動作、運動器の機能、栄養状態、口腔機能、閉じこもり、認知機能、うつ気分の7領域に関する質問からなる。本研究では、閉じこもりに関する質問のうち、厚生労働省が示した選定基準¹¹⁾に該当した者を閉じこもり者とした。

運動習慣の有無に関しては、「週に3日以上、30分程度の運動を半年以上続けていますか?」の質問に対し、「はい」、「いいえ」で回答を求め、「はい」と回答した者を運動習慣有りと判定した。

各測定項目における測定値は、平均値±標準偏差で表した。対象者の年齢の影響を考慮し、年齢を調整した共分散分析を用いて解析した。さらに閉じこもり者の有無および運動習慣の有無と地域との関連性については、カイ二乗検定を用いた。調整済み残差が1.96、あるいは-1.96を超える場合、有意な偏りがあると判定した。統計学的分析にはSPSS ver.24を使用し、統計学的有意水準は5%とした。

III. 結 果

山間部の女性高齢者は、平野部の女性高齢者と比べて、握力、開眼片脚立位時間は有意に高値を示し、大腿四頭筋筋力は、有意に低値を示した(表2)。各測定項目間の相関を表3に示す。山間部の女性高齢者では、握力は大腿四頭筋筋力のみに正の相関がみられた。一方、平野部の女性高齢者では、握力は、すべての測定項目と相関がみられた。

閉じこもり者の割合は、山間部の女性高齢者の方が平野部の女性高齢者より有意に多い結果を示した。運動習慣の有無に関しては、山間部の女性高齢者では、平野部の女性高齢者より、運動習慣有りの割合が有意に低い結果を示した(表4)。

表2 運動機能の比較

	平野部(n=110)	山間部(n=33)	年齢で調整した 有意判定
握力(kg)	21.1±4.2	23.3±3.2*	*
CS-30(回)	20.4±6.2	20.6±5.3	
大腿四頭筋筋力(kg)	24.1±6.7	20.7±4.5*	*
長座体前屈(cm)	32.6±9.2	33.2±8.2	
開眼片脚立ち時間(秒)	32.1±35.3	65.1±48.8*	*
通常歩行速度(cm/sec)	128.6±21.8	123.7±27.0	
TUG(秒)	6.7±1.5	5.9±1.0*	

*p<0.05

表3 閉じこもり者の有無、運動習慣者の有無と地域との関連性

閉じこもり		p 値
無	有	
山間部	29 (-2.6)	4 (2.6)
平野部	108 (2.6)	2 (-2.6)

上段の数値は観測度数、下段の（ ）内数値は調整済み残差を記載

運動習慣		p 値
無	有	
山間部	26 (5.0)	6 (-5.0)
平野部	34 (-5.0)	74 (5.0)

上段の数値は観測度数、下段の（ ）内数値は調整済み残差を記載

表4 握力と身体機能の相関関係

	平野部 (n=110)	山間部 (n=33)
CS-30	-0.27*	-0.01
大腿四頭筋筋力	0.66*	0.47*
長座体前屈	0.28*	0.27
開眼片脚立ち時間	0.28*	0.27
通常歩行速度	0.35*	0.22
TUG	-0.51*	-0.34

*p < 0.05

IV. 考 察

本研究では、山間部と平野部における女性高齢者の運動機能の検討を行った。その結果、山間部の女性高齢者は、平野部の女性高齢者に比べて、握力および片脚立位時間は有意に高値を示し、大腿四頭筋筋力は有意に低値を示した。

荒川ら¹²⁾によると、農作業は、作業中に高い強度が発生することもあることから、高齢者の筋力低下の予防にはよい効果を与えると述べている。また、農作業はスポーツなどに比較すると、部分的な筋の使用が多いのが特徴である¹³⁾といわれている。農作業では運搬作業などを考えると、上肢帶の筋を多く使用することが推測される。調査対象とした山間部は、農林業を主産業としている農山村である⁵⁾ことから、本研究への参加者は農作業に従事している者が多かった可能性を考えられる。そのため山間部の女性高齢者は、平

野部の女性高齢者に比べて、握力が有意に高値を示したと推測した。高齢者の握力は、全身の筋力や運動機能を反映する指標として有用であるといわれている^{14), 15)}。平野部の女性高齢者では、先行研究と同様の結果を示し、握力は高齢者の全身機能の指標として有用であるといえる。しかし、山間部の女性高齢者では、握力と全身の機能には関係性が認められず、握力は全身機能を反映する指標とはいえない結果となった。そのため、高齢者の握力を全身機能の指標として用いる際には、生活状況も留意し解釈する必要があると考える。

大腿四頭筋筋力は、山間部の女性高齢者では平野部の女性高齢者より有意に低値を示した。これについては、基本チェックリストの閉じこもりに関する項目やアンケートによる運動習慣に関する回答結果から、山間部の女性高齢者は、平野部の女性高齢者よりも閉じこもり傾向を示す者の割合、および運動習慣の無い者の割合が有意に高いことが示されたことと関係しているのではないかと考える。閉じこもり者に関しては、交通機関の利用が少なく、外出先の種類が少ないことが示されている^{16), 17)}。運動習慣の有無と身体機能の関係については、村田ら¹⁸⁾によると、運動習慣有り群の方がなし群より大腿四頭筋筋力や足指把持力などの下肢筋力が有意に上回っていたと報告している。また高齢者は運動を定期的に行うことによって、筋力低下の予防に効果がみられる¹⁹⁾ことが報告されている。さらに、活動範囲の拡大や積極的な身体活動を遂行している高齢者は、良好な身体機能を有していることが報告されている²⁰⁾。これらのことから、山間部の女性高齢者は、外出頻度が少ないと運動習慣がないことが下肢の筋力低下を引き起こしていると推測した。また調査対象とした山間部は、村の周辺は大自然に囲まれており、集落と農地が点在する地域である⁵⁾ことから、外出先の種類が多くないことが推測される。外出する機会が低下することにより、活動不足による筋力低下や他者との交流が減少してしまう可能性が考えられる。そのため、それらを予防するためには、外出目的となるようなイベントや動機づけを考案し、外出を促す支援が重要な課題ではないかと考える。

開眼片脚立位時間については、山間部の女性高齢者では、平野部の女性高齢者に比べて、有意に高値を示した。調査対象とした山間部は、起伏とゆるやかな傾斜地が多い地域であり、傾斜地を活用した茶畠が多く存在する地域である⁵⁾。このような地形を利用しながら日常生活を送ることにより、身体へ多様な外乱刺激

が加わることが考えられる。藤原ら²¹⁾は、複雑な地形でのウォーキングでは、平坦な硬い地面とは異なり、推進力と制動に関与する下肢筋や側方の安定性を高める筋の活動が大きくなることが推測され、バランス機能や種々の環境に適応した運動調整能力の獲得が期待されると述べている。そのため、山間部の女性高齢者では、意図的なトレーニングを実施しなくても平衡機能の強化が図られている可能性が示唆された。一方、平野部においては、活動範囲や活動場所は多く確保でき、閉じこもり予防や活動量の維持・向上には効果が期待できると思われる。しかし、平坦に舗装された道路や活動場所においては、筋力トレーニングやウォーキングは容易に遂行できるが、不安定な状況への対応力や平衡機能のトレーニングは十分に実施できていない可能性が考えられる。平野部における高齢者に対しては、不安定板や低反発マットなどを活用し、平衡機能を視野に入れたトレーニングの実施が必要ではないかと考える。

本研究結果から、運動機能には地域差がみられることが明らかとなった。辻²²⁾は、市町村格差の現状を示すことは、第一段階にしかすぎず、その後課題の大きい市町村を特定し、課題の大きい市町村に対する支援を強化して底上げを図ることが大事だと述べている。異なる地域における高齢者の運動機能を比較することは、相違点を把握し、互いの地域の実情に即した対応策を考案する一助になると考える。

本研究の限界として、参加者の数に偏りが生じたことと女性高齢者を対象とした検討しか行っていないことである。そのため、今後は対象者のリクルート方法の改善や男性高齢者を対象とした検討などもすすめていきたいと考える。

引用文献

- 1) 令和4年版高齢社会白書：https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2022/zenbun/pdf/1s1s_01.pdf (2023年5月17日閲覧)
- 2) 宮原洋八、竹下寿郎：地域高齢者における運動能力と健康寿命の関連について。理学療法学, 2004, 31(3) : 155-159.
- 3) 古名丈人、長崎 浩、伊藤 元・他：都市および農村地域における高齢者の運動能力。体力科学, 1995, 44 : 347-356.
- 4) 厚生労働省：健康日本21（第二次）国民の健康の増進の総合的な推進を図るために基本の方針。https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkounippon21_01.pdf (2023年5月17日閲覧)
- 5) 山添村ホームページ：<https://www.vill.yamazoe.nara.jp/>
- life/about/gaiyou (2023年5月21日閲覧)
- 6) 伊万里市ホームページ：<https://www.city.imari.saga.jp/6887.htm> (2023年5月21日閲覧)
- 7) 文部科学省：新体力テスト実施要項（65-79対象）。https://www.mext.go.jp/component/a_menu/sports/detail/_icsFiles/afieldfile/2010/07/30/1295079_04.pdf (2023年5月17日閲覧)
- 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秒いす立ち上がりテストの妥当性。体育学研究, 2002, 47(5) : 451-461.
- 9) 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展筋力の測定－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, 2001, 29(11) : 1047-1050.
- 10) 島田裕之、古名丈人、大瀬修一、他：高齢者を対象とした地域保健活動におけるTimed Up & Go Testの有用性。理学療法学, 2006, 33, 105-111.
- 11) 厚生労働省：介護予防のための生活機能評価に関するマニュアル（改訂版）。https://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-1c_0001.pdf (2023年5月17日閲覧)
- 12) 荒川正夫、上野 博、弦間正彦・他：農（業）・商（業）・高（齢者）連携による地域再生シナリオに関する実践的政策研究。農林水産政策研究所レビュー, 2013 : 8-9.
- 13) 正田慶生、垂井不二男、鶴崎 孝：農作業における心拍数と酸素摂取量の関係について。農作業研究, 1982, 46 : 1-7.
- 14) 奥住秀之、古名丈人、西澤 哲・他：静的平衡機能と筋力との関連－高齢者を対象とした検討－。Equilibrium Res, 2000, 59 : 574-578.
- 15) 池田望、村田伸、大田尾浩・他：地域在住女性高齢者の握力と身体機能との関係。理学療法科学, 2011, 26(2) : 255-258.
- 16) 柳原崇男、嶋田真尚、大藤武彦：高齢者の外出頻度と交通行動の地域間特性に関する一考察。土木学会論文集, 2017, 34 : 761-769.
- 17) 鳩野洋子、田中久恵、古川磐子・他：地域高齢者の閉じこもりの状況とその背景要因の分析。日本地域看護学会誌, 2001, 3(1) : 26-31.
- 18) 村田 伸、大山美智江、大田尾浩・他：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, 2009, 15(1) : 1-9.
- 19) 久野譜也、村上春香、馬場紫乃・他：高齢者の筋特性と筋力トレーニング。体力科学, 2003, 54 : 17-30.
- 20) 島田裕之、内山 靖、加倉井周一：高齢者の日常生活内容と身体機能に関する研究。日本老年医学会, 2002, 39(2) : 197-203.
- 21) 藤原勝夫、佐藤文亮、外山 寛・他：砂浜および林間でのウォーキングエクササイズの運動学的および生理学的特性。Health and Behavior Sciences, 2015, 13(2) : 29-36.
- 22) 辻 一郎：健康日本21（第二次）最終評価結果の概要と地方自治体に伝えたいこと。保健医療科学, 2022, 71(5) : 378-388.

学会ニュース

日本ヘルスプロモーション理学療法学会 第14回学術集会 演題募集要項

1. 開催要項

【大会テーマ】 ヘルスプロモーションと QOL

【日 時】 令和6年12月1日（日）

【大会長】 阿波 邦彦（奈良学園大学保健医療学部 准教授）

【会 場】 奈良学園大学

2. 演題募集期間

令和6年5月1日～8月25日

- ・期間内に下記のメールアドレス宛てに、メールにて演題登録を行ってください。
- ・演題を登録されると後日確認メールが登録のメールアドレスに届きます。確認メールが届かない場合は、演題登録などが正確になされていない可能性がございますので、ご連絡ください。
- ・採択結果は、後日メールにて通知いたします。

3. 応募資格

発表代表者は、原則として正会員に限ります。

正会員でない場合は、「日本ヘルスプロモーション理学療法学会」へ入会の手続きを行ってください。

4. 演題登録要項

1) 口述発表のみ。

2) 原稿について

演題名・著者名・所属・抄録本文は、必ず OS : Windows, アプリケーション : Microsoft Word (Word 以外での投稿は受け付けません) で作成してください。

抄録本文は全角500字以内（演題名、著者名、所属を除く）で作成してください。原稿サイズは A4 版。フォントは MS 明朝、文字サイズは11pt とします。また、余白などに関する指定はありません。作成した抄録は、下記 6) のメールアドレス宛てに添付ファイルで送付してください。演題投稿の際には、著者名・所属・連絡先を必ず明記してください。

3) 演題名は50字以内、副題は40字以内で作成してください。

4) 登録可能な最大著者数（筆頭著者 + 共著者）：10名まで

投稿可能な最大所属施設数：10施設まで

5) 原稿を作成の際は、下記見本を参考にされてください。

6) 演題登録・問い合わせ先

奈良学園大学保健医療学部リハビリテーション学科 野中 紘士

〒631-8524 奈良市中登美ヶ丘3丁目15-1

E-mail : nonaka*naragakuen-u.jp (スパムメール防止のため @ を * にしております)

TEL : 0742-93-5425

※見本

地域在住高齢者の身体・認知・心理機能に及ぼすウォーキング介入の効果判定
—無作為割り付け比較研究—

奈良市子（○○大学）、登美学郎（○○病院）

本研究の目的は、地域在住高齢者を対象にウォーキングによる運動介入を行い、その介入が身体・認知・心理機能に及ぼす効果について、無作為割り付け比較試験により検討することである。対象は、地域在住高齢者69名（平均年齢 72.0 ± 4.4 歳）とし、快適自己ペースでのウォーキングによる運動介入前後の身体・認知・心理機能を比較検討した。その結果、週3日、1回30分のウォーキングを12週間継続できた介入群25名（脱落者：10名）の測定値は、介入後6分間歩行距離が有意に延長し、主観的健康感、生活満足度、生きがい感といった心理面の有意な向上が認められた。一方、その他の指標とした上下肢筋力や立位バランスなどの身体機能、および認知機能には有意差は認められなかった。なお、統制群29名（脱落者：5名）におけるすべての測定値に有意差は認められなかった。これらの結果から、快適自己ペースでのウォーキングは、地域在住高齢者の介護予防や健康増進に有用である可能性が示された。ただし、身体機能や認知機能を向上させるためには、本研究における介入の期間や頻度、および運動強度などの検討がさらに必要であることが明らかとなった。

5. 演題の採否通知について

演題登録時に入力いただきましたメールアドレスへ、9月に採否通知をお送りする予定です。

6. 発表形式について

- 1) 発表時間は10分、質疑応答は10分です。
- 2) 発表用コンピューターはOS: Windows 10、プレゼンテーションソフト: Microsoft PowerPoint を用意します。（Macintoshは用意していません。変換コネクタが必要な方は準備をお願いいたします。）
- 3) 動画、音声出力は対応いたしません。ご了承ください。

7. 演題登録についての注意事項

- 1) 登録締め切り後の原稿の変更および共著者の追加、変更は一切できません。重要な共著者が漏れているようなことのないよう、十分に確認ください。
- 2) 機種依存文字の使用は避けてください。機種依存文字のチェックの際は、
<http://www.submit.ne.jp/tool/uniquechar/check.html>などをご使用の上、ご確認をお願いいたします。

日本ヘルスプロモーション理学療法学会役員一覧

(2023~2025年)

顧問

- 山田 道廣（元西九州大学）
溝田 勝彦（令和健康科学大学）

理事長

- 小野 武也（県立広島大学）

副理事長

- 山崎 先也（西南学院大学）

常任理事

- | | |
|--------------|-------|
| 村田 伸（京都橘大学） | 事務局担当 |
| 堀江 淳（京都橘大学） | 研究担当 |
| 大田尾 浩（西九州大学） | 専門担当 |
| 宮崎 純弥（京都橘大学） | 経理担当 |

理事

- 村田 潤（長崎大学）
兒玉 隆之（京都橘大学）
甲斐 義浩（京都橘大学）
相馬 正之（東北福祉大学）
中江 秀幸（東北福祉大学）
崎田 正博（京都橘大学）
久保 温子（西九州大学）
八谷 瑞紀（西九州大学）

監事

- 弓岡 光徳（大阪人間科学大学）
横山 茂樹（京都橘大学）

評議員

- 岩瀬 弘明（神戸国際大学）
大田尾 浩（西九州大学）
小田桐 匠（京都橘大学）
小野 武也（県立広島大学）
甲斐 義浩（京都橘大学）
片渕 宏輔（佐賀県医療センター好生館）
金井 秀作（県立広島大学）
古後 晴基（令和健康科学大学）
兒玉 隆之（京都橘大学）
崎田 正博（京都橘大学）
相馬 正之（東北福祉大学）
田中 真一（令和健康科学大学）
二宮 省悟（東京国際大学）
八谷 瑞紀（西九州大学）
福本 貴彦（畿央大学）
堀江 淳（京都橘大学）
松尾 奈々（京都橘大学）
合田 明生（北陸大学）
宮崎 純弥（京都橘大学）
村田 伸（京都橘大学）
村田 潤（長崎大学）
山崎 先也（西南学院大学）
横山 茂樹（京都橘大学）
中江 秀幸（東北福祉大学）
弓岡 光徳（大阪人間科学大学）
久保 温子（西九州大学）
満丸 望（くすきの杜）

事務局担当

- 事務局長 村田 伸（京都橘大学）
庶務・経理 久保 温子（西九州大学）
出版・編集 八谷 瑞紀（西九州大学）
大田尾 浩（西九州大学）

編集委員会

- | | | |
|--------------------|---------------|-----------------|
| 委員長 村田 伸（京都橘大学） | 小野 武也（県立広島大学） | 岩瀬 弘明（神戸国際大学） |
| 副委員長 八谷 瑞紀（西九州大学） | 山崎 先也（西南学院大学） | 大杉 紘徳（城西国際大学） |
| 委員 溝田 勝彦（令和健康科学大学） | 堀江 淳（京都橘大学） | 崎田 正博（京都橘大学） |
| 相馬 正之（東北福祉大学） | 甲斐 義浩（京都橘大学） | 白岩加代子（京都橘大学） |
| 村田 潤（長崎大学） | 安彦 鉄平（京都橘大学） | 阿波 邦彦（奈良学園大学） |
| 田中 真一（令和健康科学大学） | 久保 温子（西九州大学） | 合田 明生（北陸大学） |
| 吉後 晴基（令和健康科学大学） | 野中 紘士（奈良学園大学） | 幸田 仁志（関西福祉科学大学） |
| 中江 秀幸（東北福祉大学） | | |
| 中野 英樹（京都橘大学） | | |

査読者一覧（第13巻3号）

今回ご尽力いただいた査読者に心からお礼申し上げるとともに、会員の皆様方には活発な投稿やご意見をお願い申し上げます。

阿波 邦彦 小野 武也 幸田 仁志 相馬 正之 野中 紘士
 安彦 鉄平 甲斐 義浩 合田 明生 中江 秀幸 村田 潤
 大田尾 浩 久保 温子 古後 晴基 中野 英樹 横山 茂樹
 (五十音順)

日本ヘルスプロモーション理学療法学会 入会申込書

記入年月日： 年 月 日

※必要事項を記載の上、事務局までFAX若しくは郵送（メール添付可）でお送り下さい。

西九州大学リハビリテーション学部 八谷 瑞紀
FAX：0952-51-4482 mail：hachiyami@nisikyu-u.ac.jp

フリガナ	
お名前	
所属	
職位 (職種)	
最終学歴 学位	
メールアドレス	
自宅	〒 Tel：()
勤務先	〒 Tel：()
郵便物送付先希望	自宅 勤務先 ※いずれかに○をして下さい。

皆様からお預かりした個人情報は適切に管理し、保護を徹底いたします。

ヘルスプロモーション理学療法研究 第13巻 第3号

発行日 2024年2月

発行者 日本ヘルスプロモーション理学療法学会
〒842-8585
西九州大学リハビリテーション学部内
佐賀県神埼市神埼町尾崎4490-9
TEL 0952-52-4191
FAX 0952-52-4194

印刷所 株式会社 昭和堂
〒849-0932
佐賀県佐賀市鍋島町大字八戸溝1449-2
TEL 0952-33-1221
FAX 0952-34-1144

Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy
Vol.13, No.3, February 2024

CONTENTS

ORIGINAL ARTICLES

- Relationship between step length and physical function in community-dwelling older women:
A study using “height - 100cm” as the reference step length K Mori. et al. 111

Relationship between knee varus alignment and the distance between
the medial epicondyles of the femur in patients with knee osteoarthritis in Japan
K Todoriki. et al. 117

Significance of measuring the predicted value of the maximum stride length
in community-dwelling elderly females Y Sakano. et al. 123

SHORT REPORT

- ## Pilot study of Usefulness of Advanced Trail Making Test in discriminating general cognitive decline

FIELD REPORT

- ## Comparison of Motor Function and Living Conditions of Elderly Women Living in Mountainous and Flat Areas K Shiraiwa, et al. 143

NEWS

149