在宅パーキンソン病患者の異なる歩行速度と 身体組成および立位バランスとの関連

Relationships between different walking speeds and body composition or standing balance in home-care patients with Parkinson's disease

村田 伸¹⁾, 児玉 隆之¹⁾, 中野 英樹¹⁾, 相馬 正之²⁾
佐藤 洋介²⁾, 弓岡 まみ³⁾, 村田 潤⁴⁾, 中江 秀幸²⁾

Shin Murata, Takayuki Kodama, Hideki Nakano, Masayuki Soma
Yosuke Satou, Mami Yumioka, Jun Murata, Hideyuki Nakae

要旨：本研究の目的は、自力歩行が可能で在宅生活しているパーキンソン病患者14名（男性6名，女性8名，平均年齢 71.3 ± 6.1 歳）を対象に，通常・最速・低速での歩行速度を測定し，各種バランステストおよび骨格筋量との関連から，パーキンソン病患者の歩行能力評価に適した歩行速度計測の方法について検証することである。相関分析の結果，通常歩行速度と有意な相関を示したのはTimed up & go test (TUG)のみであり，最速歩行速度のそれは身長，TUG，Functional reach test (FRT)の3項目であった。一方，低速歩行速度と有意な相関を示したのは骨格筋量，上肢・下肢・体幹筋量の4項目であった。さらに，最速歩行と低速歩行の速度差と有意な相関を示したのは身長，骨格筋量，上肢・下肢・体幹筋量，TUG，FRTの7項目に及んだ。これらの知見から，パーキンソン病患者の歩行能力評価は通常歩行で速度計測するよりも，最速歩行に加えて低速歩行でも評価する重要性が示された。

キーワード：パーキンソン病患者，低速歩行，立位バランス，身体組成

Abstract: To determine an appropriate method to measure gait speed in patients with Parkinson's disease (PD), the maximum, normal, and slow gait speeds of 14 PD patients (6 males, 8 females, 71.3 ± 6.1 years), who were able to walk independently and living at home, were measured, and their relationships with various balance test results and the skeletal muscle volume were analyzed. Normal gait speed was only significantly correlated with the Timed up & go test (TUG) score, whereas maximum gait speed was significantly correlated with the height, and TUG and Functional reach test (FRT) scores. Slow gait speed was significantly correlated with skeletal, upper/lower limb, and trunk muscle volumes. Furthermore, the difference between the maximum and slow gait speeds was significantly correlated with height, skeletal, upper/lower limb, and trunk muscle volumes, and TUG and FRT scores. The results highlight the importance of assessing gait at low speeds, in addition to maximum speeds, rather than normal speeds, in PD patients.

Key words: parkinson's disease, slow gait speed, standing balance, body composition

受付日：2019年11月5日，採択日：2019年12月10日

¹⁾ 京都橘大学健康科学部：〒607-8175 京都市山科区大宅山田34
TEL：075-571-1111 E-mail：muratas3944@gmail.com
Faculty of Health Science, Kyoto Tachibana University

²⁾ 東北福祉大学健康科学部
Faculty of Health Sciences, Tohoku Fukushi University

³⁾ 大阪人間科学大学人間科学部
Faculty of Human Sciences, Osaka University of Human Sciences

⁴⁾ 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科
Graduate School of Biomedical Sciences, Nagasaki University

I. 背景

パーキンソン病の主な症状は安静時振戦、無動・寡動、筋固縮、姿勢反射障害であり¹⁾、日本における有病率は人口10万人あたり100~150人と推定されている²⁾。また、パーキンソン病は進行性の神経難病であるが、生命予後は比較的良好で一般の高齢者と大差がないことが報告³⁾されている。よってパーキンソン病患者は、要介護状態での在宅生活が長く、地域リハビリテーションを実践するうえでとくに重要視されている⁴⁾。

パーキンソン病患者は、疾患由来による振戦、筋固縮、無動、姿勢反射障害などの一次的な機能障害が複合的に出現することで、バランス障害や歩行障害が出現し、転倒や骨折を引き起こしやすい。このため、パーキンソン病患者のバランス機能や歩行の評価が繰り返され報告⁵⁻¹⁰⁾されてきた。パーキンソン病患者のバランス評価には、Timed up & go test (TUG)⁵⁾、Functional reach test (FRT)⁶⁾、重心動揺⁷⁾などが報告されており、いずれも一般高齢者と比較してパーキンソン病患者の立位バランスが低下していることが明らかにされている。また、パーキンソン病患者の歩行評価については、通常歩行速度^{8,9)}や最速歩行速度^{10,11)}で測定されることが多く、これらも一般の高齢者と比較すると速度が遅いことが報告されている。

パーキンソン病患者の歩行機能とバランス機能との関連について、Paker ら⁹⁾は通常歩行速度が速い者ほど TUG 所要時間が短いことを報告し、高見ら¹⁰⁾は最速歩行速度が速い者ほど重心動揺の総軌跡長が短いことを報告している。一方、八谷ら¹²⁾は出来るだけゆっくり歩く「低速歩行」に着目し、ゆっくり歩けるパーキンソン病患者は足趾把持力が強く、歩幅を調整できることからバランス機能が高いことを示唆している。

ただし、これら先行研究は通常・最速・低速におけるそれぞれの歩行速度と、一部のバランステストとの関連を検討したに過ぎず、異なるどの歩行速度がパーキンソン病患者のバランス機能をよく反映するのかについては明らかにされていない。そこで本研究は、自力歩行が可能で在宅生活しているパーキンソン病患者を対象に、通常・最速・低速での歩行速度を測定し、各種バランステストおよび筋機能をよく反映することが確認¹³⁾されている身体組成計による骨格筋量との関連から、パーキンソン病患者の歩行能力評価に適した歩行速度計測の方法について検証した。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、宮城県パーキンソン病友の会に所属し、友の会会報誌に掲載された本研究参加への呼びかけに同意した在宅パーキンソン病患者16名である。ただし、16名のうち2名が全ての測定を実施できなかったため、解析対象者は14名となった。14名の内訳は、男性が6名、女性が8名であり、平均年齢は 71.3 ± 6.1 歳、平均身長が 155.9 ± 8.3 cm、平均体重が 57.6 ± 7.6 kgであった。Hoehn & Yahr の重症度分類は stage II が5名、stage III が9名であり、発症からの期間は平均 107.0 ± 64.5 週、認知機能評価である Mini-mental state examination (MMSE) の平均は 27.3 ± 2.1 点、最低点が24点と認知症の疑いがある対象はいなかった。

なお、対象者には研究の趣旨と内容、得られたデータは研究の目的以外で使用しないこと、および個人情報の漏洩に注意することについて説明し、理解を得た上で協力を求めた。さらに、研究への参加は自由意思であり、被験者にならなくても不利益にならないことを口頭と書面で説明し同意を得た。また、本研究実施にあたり、著者所属大学の研究倫理委員会の承認を得た（承認番号17-33）。

2. 方法

年齢や性別、Hoehn & Yahr の重症度分類などの個人情報聴取したのち、身長、体重、MMSE を測定し、歩行速度ならびに身体組成と各種立位バランステストを実施した。

歩行パラメータの測定には、アニマ社製のシート式足圧接地足跡計測器ウォーク Way MW-1000を使用した。ウォーク Way は、ヒトの歩行分析に必要な空間パラメータ（ストライド長、歩幅、歩隔、歩行角、つま先角など）と時間パラメータ（歩行速度、立脚時間、両脚支持時間など）について、シート上を歩行することで収集するシステムである。歩行シートのサイズは、長さ2400mm、幅800mm（センサーシート部600mm×600mm、厚さ5mm）であり、センサー空間分解能は10mm×10mm、測定ポイント数は14000ポイントである。なお、シートは歩行情報を分析するノートパソコンと接続している。

歩行開始時の加速と終了時の減速を考慮して、歩行路の中央に2.4mの測定シートを設置し、その前後2mをインターバルとする計6.4mを歩行区間とした。解析には、2.4mの測定シート上を歩いた際の歩行速

度を用いた。測定条件は裸足で、まず「普段歩いているように歩いてください」と口頭指示を行い、通常歩行速度で2回測定して平均値を算出した。その後、最速歩行は「できる限り速く歩いてください。ただし走ってはいけません」、低速歩行は「できるだけゆっくり歩いてください。ただし立ち止まってはいけません」と口頭で指示し、通常歩行と同様2回測定してその平均値を求めた。最速歩行と低速歩行の測定順はランダムとした。

身体組成の測定には、生体電気インピーダンス法によるポータブル体成分分析装置 InBody430（インボディ・ジャパン製）を用いた。測定によって得られた骨格筋量、体脂肪量、上肢筋量、下肢筋量、体幹筋量を分析に用いた。立位バランステストとして、開眼での片脚立位時間、TUG、FRTを測定した。片脚立位時間¹⁴⁾は120秒を上限として、ストップウォッチを用いて左右2回ずつ行い、左右の最長時間の平均値を代表値として採用した。この際、対象者は体側に上肢をつけ2m先の印を注視するように指示し、上肢が体幹を離れる、支持脚の位置がずれる、または対側の足部が床につくまでの時間を測定した。

TUGの測定¹⁵⁾は、坐面の高さが40cmの肘掛けのない椅子に腰掛けた姿勢から、開始の合図で歩き出し3m前方に配置したポールを回って着座するまでの時間をデジタルストップウォッチで測定した。歩行の条件は最速歩行¹⁶⁾で行うように説明した。

FRTの計測¹⁷⁾には、リーチ測定器（OG技研GB-210）を用いて測定した。対象者には、裸足で肩幅に開脚して立ち、利き手の肘を伸展させ肩を90°拳上位にして踵を浮かせないこと、体幹を回旋させないことを指示した上で限界までの前方リーチを行わせた。その際の最大移動距離を測定したが、踵部が浮いた場合やバランスを崩した場合は測定を中止し再度計測した。なお、認知機能の評価にはMMSEを用いた。MMSE

は、広く用いられる全般的な認知機能障害のスクリーニング検査であり、11項目30点満点で評価される。測定は対面式で行い、得られた合計点を解析に用いた。

統計処理は、通常歩行速度・最速歩行速度・低速歩行速度および最速歩行と低速歩行の速度差と年齢・MMSE・身長・体重・Body mass index (BMI)、身体組成（骨格筋量・体脂肪量・上肢筋量・下肢筋量・体幹筋量）、各種立位バランステスト（片脚立位時間・TUG・FRT）との関連をピアソンの相関分析を用いて検討した。なお、解析には統計解析ソフトSPSS21.0（IBM社製）を用い、有意水準は5%とした。

III. 結 果

対象者14名の各歩行速度における歩行パラメータの比較を表1に、その他の測定値を表2に示す。歩行速度は、通常で 90.8 ± 22.2 cm/sec、最速で 133.4 ± 30.0 cm/sec、低速で 47.2 ± 16.4 cm/secであり、有意差が認められた。その他、低速歩行時は通常・最速時と比べて、ストライド長と歩幅は有意に狭く、歩隔と歩行角は有意に広がり、立脚時間と両脚支持時間は有意に延長した。つま先角には有意差は認められなかった（表1）。

通常歩行速度と有意な相関を示したのはTUG ($r = -0.721$, $p < 0.01$)のみであり、最速歩行速度のそれは身長 ($r = 0.631$, $p < 0.05$)、TUG ($r = -0.875$, $p < 0.01$)、FRT ($r = 0.548$, $p < 0.05$)の3項目であった。一方、低速歩行速度と有意な相関を示したのは骨格筋量 ($r = -0.648$, $p < 0.05$)、上肢筋量 ($r = -0.574$, $p < 0.05$)、下肢筋量 ($r = -0.600$, $p < 0.05$)、体幹筋量 ($r = -0.550$, $p < 0.05$)の4項目であった。さらに、最速歩行と低速歩行の速度差と有意な相関を示したのは身長 ($r = 0.552$, $p < 0.05$)、骨格筋量 ($r = 0.736$, $p < 0.01$)、上肢筋量 ($r = 0.627$, $p < 0.05$)、下肢筋量 ($r = 0.787$, $p < 0.01$)、体幹筋量 ($r = 0.675$,

表1 各歩行速度における歩行パラメータの結果 (n=14)

	最速歩行	通常歩行	低速歩行	F 値	多重比較
歩行速度 (cm/sec)	133.4 ± 30.0	90.8 ± 22.2	47.2 ± 16.4	91.3**	最速>通常>低速
ストライド長 (cm)	105.0 ± 21.2	91.7 ± 20.5	71.0 ± 20.9	32.6**	最速>通常>低速
歩幅 (cm)	53.2 ± 6.5	46.1 ± 7.4	36.4 ± 8.0	59.1**	最速>通常>低速
歩隔 (cm)	9.8 ± 3.0	10.3 ± 3.3	12.5 ± 3.9	14.9**	最速・通常<低速
立脚時間 (sec)	0.5 ± 0.1	0.6 ± 0.1	1.1 ± 0.3	58.8**	最速<通常<低速
両脚支持時間 (sec)	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.3 ± 0.1	60.3**	最速・通常<低速
歩行角 (度)	11.1 ± 4.6	14.2 ± 6.6	20.8 ± 9.8	19.6**	最速・通常<低速
つま先角 (度)	7.6 ± 5.6	7.2 ± 6.0	7.8 ± 5.9	0.7ns	

表2 歩行以外の測定結果 (n=14)

	平均値	標準偏差	最小値	最大値
年齢 (歳)	71.3	6.1	64.0	85.0
MMSE (点)	27.3	2.1	24.0	30.0
身長 (cm)	155.9	8.3	137.0	169.0
体重 (kg)	57.6	7.6	45.5	71.4
BMI	23.7	2.8	18.2	27.9
骨格筋量 (kg)	22.4	4.5	17.0	28.9
体脂肪量 (kg)	16.0	5.3	9.2	26.7
上肢筋量 (kg)	4.3	1.2	3.0	6.5
下肢筋量 (kg)	12.2	2.7	8.5	16.5
体幹筋量 (kg)	18.2	3.5	13.2	24.6
片脚立位時間 (sec)	16.9	17.8	1.8	53.0
TUG (sec)	10.2	5.4	6.7	27.4
FRT (cm)	21.3	5.7	11.5	29.9

MMSE: Mini-mental state examination

BMI: Body mass index

TUG: Timed up & go test

FRT: Functional reach test

表3 各歩行速度別相関分析の結果 (n=14)

	歩行速度 (通常)	歩行速度 (最速)	歩行速度 (低速)	最速歩行-低速歩行
年齢	-0.335	-0.394	-0.173	-0.286
MMSE	0.460	0.150	0.169	0.055
身長	0.244	0.631*	-0.355	0.552*
体重	0.012	0.367	-0.305	0.509
BMI	-0.184	-0.146	0.004	-0.141
骨格筋量	-0.078	0.417	-0.648*	0.736**
体脂肪量	0.142	-0.020	0.486	-0.273
上肢筋量	-0.182	0.344	-0.574*	0.627*
下肢筋量	0.070	0.497	-0.600*	0.787**
体幹筋量	-0.090	0.420	-0.550*	0.675**
片脚立位時間	-0.008	0.152	-0.153	0.225
TUG	-0.721**	-0.875**	-0.264	-0.698**
FRT	0.418	0.548*	-0.055	0.551*

ピアソンの相関係数 *p<0.05 **p<0.01

MMSE: Mini-mental state examination

BMI: Body mass index

TUG: Timed up & go test

FRT: Functional reach test

p<0.01), TUG (r = -0.698, p<0.01), FRT (r = 0.551, p<0.05) の7項目であった (表3)。

IV. 考 察

先行研究におけるパーキンソン病患者の歩行速度は、通常歩行で94cm/sec⁹⁾や85cm/sec¹²⁾、最速歩行で132cm/sec¹⁰⁾、低速歩行で49cm/sec¹²⁾と報告されている。本研究における対象者の歩行速度は、通常歩行が平均90.8cm/sec、最速歩行が133.4cm/sec、低速歩行が

47.2cm/secであり、先行研究と近似した結果を示したことから、本研究対象者が指示通りに歩行速度を変化させることができたものと推察した。なお、低速歩行時の歩行の特徴として、ストライド長や歩幅を狭くし、立脚時間と両脚支持時間を延長させて速度を遅くしていることが確認された。また、歩隔と歩行角が広がるのは、低速での歩行には立位バランスが要求されるためと推察した。

通常歩行速度および最速歩行速度は、ともに TUG

と有意な負の相関を示した。TUG は、高齢者のバランス機能の評価法として開発¹⁵⁾され、その信頼性と妥当性が繰り返し報告されている¹⁶⁾。ただし TUG は、片道 3 m 往復 6 m の歩行を行うことから、歩行能力の指標とされることもあり¹⁸⁾、歩行速度と高い相関を示した本研究結果も矛盾しない。また、最速歩行速度は身長と FRT とも有意な相関が認められた。すなわち、最速歩行が速い者ほど身長が高く、前方へのバランス機能が高いことが示された。最速歩行速度と身長との関連については既に明らかにされており¹⁹⁾、パーキンソン病患者においても、最速歩行速度を検討する場合は身長で補正する必要性が示唆された。Sawada ら¹¹⁾は、パーキンソン病患者の最速歩行速度と TUG や FRT などのバランステストとの間に、高い相関が認められたと報告している。本研究結果も Sawada らの結果を追認し、最速歩行速度はパーキンソン病患者のバランス機能をよく反映する歩行評価法であることが確認された。

一方、低速歩行速度は骨格筋量や上肢・下肢・体幹の筋量と有意な中等度から高い相関が認められた。八谷ら¹²⁾の研究では、パーキンソン病患者の低速歩行速度と下肢筋力である足趾把持力との間に有意な相関が認められ、下肢筋力が強い患者ほどより低速で歩行できると報告している。本研究結果も先行研究と矛盾しない結果であった。さらに、最速歩行と低速歩行の速度差を用いて相関分析を行うと、最速歩行と低速歩行の速度とそれぞれに有意な相関を示したすべての項目と有意な相関が認められた。すなわち、速度差が大きい患者ほど上肢・下肢・体幹すべての骨格筋量が多く、TUG や FRT で測定したバランス機能が良好であることが示された。パーキンソン病患者は、疾患特有の安静時振戦、無動・寡動、筋固縮、姿勢反射障害などにより、運動の調節が困難となりやすい¹⁾。よって、パーキンソン病患者は意図的に歩行速度を速めたり、遅くできることが彼らの身体機能を反映するものと推察した。

これらの知見から、パーキンソン病患者の歩行能力評価は通常歩行で速度計測するよりも、最速歩行に加えて低速歩行でも評価する重要性が示された。歩行速度の計測は、専用の測定機器を必要とせず、ストップウォッチで計測できる最も一般的な定量的歩行能力評価として普及している。今回の結果は、パーキンソン病患者に対する地域リハビリテーション活動の効果判定を行う上で臨床的意義が高い。

ただし、本研究で対象としたパーキンソン病患者は十分な投薬管理が行えており、内服薬の効果のあるオン時間帯にすべての測定を実施した。よって本研究結果は、パーキンソン病患者特有のすくみ足や小刻み歩行、突進現象などの歩行障害²⁰⁾が出現していない状態に限定される。今後は、長期的な視点で検討する必要がある。

引用文献

- 1) 菊地誠志：Parkinson 病の運動症状と精神症状。神経治療, 2017, 34(3)：195-198.
- 2) 山永裕明, 野尻晋一：図説パーキンソン病の理解とリハビリテーション。三輪書店, 東京, 2010, 2-5.
- 3) 水野美邦, 近藤智善：よくわかるパーキンソン病のすべて。永井書店, 東京, 2004, 207-215.
- 4) 中島雪彦, 三穂野大樹, 前田悠希・他：パーキンソン病患者の在宅生活支援。OT ジャーナル, 2013, 47(6)：527-530.
- 5) Lauhoff P, Murphy N, Doherty C, et al: A controlled clinical trial investigating the effects of cycle ergometry training on exercise tolerance, balance and quality of life in patients with Parkinson's disease. Disabil Rehabil, 2013, 35(5): 382-387.
- 6) Bruske KJ, Zimdars S, Zalewski KR, et al: Testing functional performance in people with Parkinson disease. Phys Ther, 2005, 85(2): 134-141.
- 7) 内藤 寛：歩行と姿勢（重心動揺）—すくみ足と重心移動障害。Brain Med, 2007, 19(4)：359-367.
- 8) Okuda S, Takano S, Ueno M, et al: Gait analysis of patients with Parkinson's disease using a portable triaxial accelerometer. Neurology and Clinical Neuroscience, 2016, 4(3): 93-97.
- 9) Paker N, Bugdayci D, Goksenoglu G, et al: Gait speed and related factors in Parkinson's disease. Journal of Physical Therapy Science, 2015, 27(12): 3675-679.
- 10) 八谷瑞紀, 村田 伸, 熊野 亘・他：パーキンソン病患者における虚弱高齢者用10秒椅子立ち上がりテスト (Frail CS-10) の有用性。理学療法科学, 2012, 27(4)：391-395.
- 11) Sawada M, Murakami T, Morioka S, et al: Relationship between gait cycle variation on 10-m walk and motor function in parkinsonian patients. 鳥取臨床科学研究会誌, 2015, 6(1)：29-34.
- 12) 八谷瑞紀, 村田 伸, 熊野 亘・他：パーキンソン病患者における低速歩行と足趾把持力との関連。ヘルスプロモーション理学療法研究, 2013, 3(2)：53-57.
- 13) Chang JS, Kim TH, Kim Het, al: Qualitative muscle mass index as a predictor of skeletal muscle function deficit in Asian older adults. Geriatrics & Gerontology International, 2017 17(1): 99-107.
- 14) 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/a_menu/sports/stamina/03040901.htm (閲覧日2018年5月7日)

- 15) Podsiadlo D, Richardson S: The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc, 1991, 39(2): 142-148.
- 16) 島田裕之, 古名丈人, 大淵修一・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.
- 17) Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al: Functional Reach: A New Clinical Measure of Balance. Journal of Gerontology, 1990, 45(6): M 192-197.
- 18) 村田 伸, 大田尾 浩, 村田 潤・他: 虚弱高齢者における Timed Up and Go Test, 歩行速度, 下肢機能との関連. 理学療法科学, 2010, 25(4): 513-516.
- 19) 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.
- 20) 中島 孝: 歩行訓練のエビデンスーパーキンソン病. 総合リハビリテーション, 2017, 45(3): 201-207.