転倒予測指標としての応用歩行予備能力有用性の検討

The Usefulness of Functional Gait Reserve and the Life Space Assessment Score in the Prediction of Falls

池田 翔¹⁾ 松田 憲亮²⁾ 池田 拓郎²⁾ 永井 良治²⁾
中原 雅美²⁾ 岡本 龍児²⁾

SHO IKEDA¹⁾, KENSUKE MATSUDA²⁾, TAKUROU IKEDA²⁾, YOSHIHARU NAGAI²⁾,
MASAMI NAKAHARA²⁾, RYUJI OKAMOTO²⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Takaki Hospital: 141-11 Sakemi, Okawa-shi, Fukuoka 831-0016, Japan. TEL+81 944-87-0001
E-mail: 13s1006@g.iuhw.ac.jp

²⁾ Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation Sciences at Fukuoka, International University of Health and Welfare

Rigakuryoho Kagaku 30(6): 973-976, 2015. Submitted Jul. 3, 2015. Accepted Aug. 21, 2015.

ABSTRACT: [Purpose] The purpose of this study was to investigate the usefulness of the functional gait reserve and life space assessment (LSA) score in the prediction of falls. [Subjects] The subjects were 36 elderly women participating in a second preventive project. [Methods] Assessment tools for measurement were selected based on motor function, coefficient of variation of stride time (STcv), motor function, movement ability, balance, and the modified falls efficacy scale and LSA scores. In univariate analysis, stride time variability was found to be significantly greater for fallers than for non-fallers. Multiple regression analysis was used to determine factors of falls. The cut-off value and the area under the curve were determined from the receiver operating characteristic curve. [Results] Significant differences were observed between the falls group and no-falls group in STcv, functional gait reserve, and LSA scores. Functional gait reserve was not recognized as fall assessment tool, but a correlation between functional gait reserve and the LSA score was found. [Conclusion] Our results suggest that functional gait reserve is not a useful assessment tool for predicting falls. However, functional gait reserve used together with the LSA score, could possibly be used as a supplementary measure of motor function.

Key words: second preventive project, fall assessment tool, functional gait reserve

要旨:〔目的〕転倒予測指標としての応用歩行予備能力の有用性を検討する。〔対象〕二次予防事業対象者の高齢女性36名。〔方法〕運動機能評価, 歩行周期変動, 応用歩行予備能力, 生活活動量, 転倒恐怖感を測定し, 転倒経験の有無でこれらの平均値を比較した。転倒予測因子を多重ロジスティック回帰分析から検討し, Receiver-Operating-Characteristic 曲線からカットオフ値を求めた。〔結果〕転倒群では歩行周期変動が有意に増加し, 応用歩行予備能力と生活活動量が有意に低下した。応用歩行予備能力は転倒予測因子として有用性は認められず, 生活活動量と中等度の相関を認めた。〔結語〕応用歩行予備能力は生活活動量の評価と併用し, 移動能力の補足的な値として利用できる可能性が示唆された。

キーワード: 二次予防事業, 転倒予測, 歩行予備能力

¹⁾ 医療法人社団高邦会 高木病院リハビリテーション部:福岡県大川市酒見141-11 (〒831-0016) TEL 0944-87-0001

²⁾ 国際医療福祉大学 福岡保健医療学部 理学療法学科

I. はじめに

我が国では高齢化に伴い転倒の発生頻度は増加し、高齢になるほど転倒による死亡率が増加傾向にある¹⁾。転倒危険因子として、運動機能低下、視力低下、認知機能低下などの内的因子と環境面の外的因子が考えられており、転倒の発生は認知機能障害、運動機能低下、視力低下、向精神薬の服用、環境因子などに強く影響すると報告されている²⁾。近年、理学療法士は介護予防事業の一環として転倒予防教室を行っている。地域在住高齢者を対象とした転倒予防教室などでは、運動機能評価が実施されており、運動機能評価の有用性について多く報告されている³⁻⁵⁾。しかし、参加者の中には運動機能が比較的高く、運動機能評価での転倒スクリーニングが困難なケースも多い。先行研究では転倒経験群と未経験群の比較を行い、歩行速度やTimed Up and Go Test（以下TUG）などの評価では有意差を認めず、転倒群で歩行周期時間の変動係数（以下歩行周期変動）が有意に増加することを報告している⁶⁾。我々の継続研究においては転倒を予測する指標として歩行周期変動、生活活動量の指標であるLife Space Assessment（以下LSA）が有用性を認め、従来用いられてきている運動機能評価において有用性が認められなかった⁷⁾。応用歩行予備能力は通常の状態が発揮される機能と、通常以上の機能が発揮される最大機能の差とされている。再現性の高さや簡便性が利点であり、高齢者の生活機能と密接に関連することが報告がされている⁸⁾。応用歩行予備能力については転倒との関連性、転倒予測指標の有用性について検討が少ない状況である。本研究の目的は二次予防事業対象者を対象として、転倒予測指標としての応用歩行予備能力の有用性を検討することである。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は転倒予防教室に参加した二次予防事業対象者の女性36名（表1）とした。身体機能評価測定の手順を理解できないほど重度の認知機能低下がある者、視力障害および身体機能障害によりすべての項目を測定できなかった者、服薬等の影響があると判断された者は除外した。対象者には本研究の内容を十分に説明し、紙面にて同意を得た。なお、本研究は国際医療福祉大学の倫理委員会の承認（10-42）を得て実施した。

2. 方法

はじめに対象者の年齢、当日の体調、既往歴、運動習慣、服薬状況、過去一年間の転倒歴・転倒した時の状況などを問診にて聴取した。過去1年間の転倒歴は、調査日以前の1年間の転倒経験を対象者が想起して「はい」

と「いいえ」の二択で回答し、その転倒回数を聴取した。なお、転倒の定義は「自分の意思ではなく不注意により膝、上肢、あるいは尻や腰などの身体部分が床面や地面などのより低いレベルに接触する場合」とした。運動機能の評価として、握力、長座位体前屈、開眼・閉眼片脚立位、Functional Reach Test（以下FRT）、TUGの至適・最大速度、10 m最大速度歩行を測定した。また従来の運動機能評価に加え、歩行周期変動、歩行予備能力、LSA、Modified Falls Efficacy Scale（以下MFES）の測定を行った。

握力、長座位体前屈、開眼片脚起立時間の測定を文部科学省高齢者用新体力テスト⁹⁾に従い実施した。閉眼起立時間は、閉眼片足立ち位で姿勢保持できる時間の上限を120秒として、デジタルストップウォッチを使用して左右各2回行い、その最長時間を代表値とした。この際、対象者に裸足、両上肢は体側につけるように指示した。

FRTはDuncanら¹⁰⁾の方法に従った。開始肢位は左右のつま先を床面に設定した直線にあわせ直立姿勢とし、その後、肩関節屈曲90度、肘関節伸展、前腕回内位にて手指を屈曲させた。手指の先端位置を決定した上で対象者にできるだけ前方へのリーチを行わせ、その時の手指先端位置を再び計測した。測定値は開始肢位と終了肢位の差として算出した。2回実施されたうちの最大値を代表値とした。

TUGは、岡持ら¹¹⁾の方法に従い、椅子から立ち上がり、3 m先の目標物まで歩行、方向転換後、元の椅子まで戻り着座するまでの時間とした。測定の開始は開始の合図のあった時点とし、その時に背もたれおよび座面に身体を接地させ、体重がかかった状態になっているものとした。終了は臀部が椅子に接地した時点とした。測定にはデジタルストップウォッチを使用した。TUGは至

表1 対象の属性

	項目別	Mean ± SD
基本的属性	年齢 (age)	74.2 ± 8.3
	BMI (kg/m ²)	21.9 ± 4.1
身体機能	握力 (kg)	23.8 ± 6.4
	長座位体前屈 (cm)	32.5 ± 7.0
	開眼片脚立位 (sec)	19.6 ± 20.6
	閉眼片脚立位 (sec)	5.5 ± 9.9
	FRT (cm)	31.4 ± 5.1
	TUGcom (sec)	8.6 ± 2.2
	TUGmax (sec)	7.6 ± 2.1
	10 m 歩行速度 (m/min)	1.6 ± 0.3
	STcv (%)	2.1 ± 1.3
	TUG-R	2.2 ± 2.9
転倒恐怖感	MFES (score)	117.8 ± 22.9
生活活動量	LSA (score)	55.2 ± 11.8

適速度（以下 TUGcom）と最大速度（以下 TUGmax）での TUG を測定した。採用した TUG 測定値は、TUGcom の測定値とした。

応用歩行予備能力は通常の状態で発揮される機能と、通常以上の機能が発揮される最大機能の差とされている^{12,13)}。橋立ら⁸⁾の方法に従い、TUGcom と TUGmax の TUG を測定し、下記の式に基づき歩行予備能力の指標（以下、TUG-R）を算出した。

$$\text{TUG-R} = [(\text{TUGcom} - \text{TUGmax}) / \text{TUGmax}] \times 100 / \text{TUGmax}$$

10 m 最大歩行速度の測定は中江ら¹⁴⁾の方法に従った。加速路と減速路をそれぞれ 3 m ずつ設けた約 16 m の直線路を最大歩行速度で歩行し、その中間の 10 m 所要時間を計測した。測定は 2 回実施し、最小値を代表値とした。

歩行周期変動の指標として Coefficient of Variation Stride Time（以下 STcv）を用いた。方法は先行研究^{15,16)}をもとに第 3 腰椎棘突起に加速度計（MA-04AC；マイクロストーン社製）を装着し、約 16 m の直進路で自由歩行を 2 回実施し、歩行中の加速度データから安定した 1 歩行周期時間を 5 歩行周期分抽出した。5 歩行周期時間の平均、標準偏差を求め歩行周期変動を算出した。

LSA は Baker ら¹⁷⁾によって開発された生活活動量の尺度である。本研究には日本理学療法士協会の E-SAS に含まれる日本語版 LSA を使用した。LSA は過去 1 ヶ月間の活動範囲、活動頻度および自立度から点数を算出するものであり、最終的な点数は活動範囲に分かれた 5 つの小項目の合計点にて算出した。120 点満点で、点数が高いほど活動量が多いことを示す。

MFES は Hill らによって開発された転倒恐怖感の指標である。本研究では日本語版に修正されたスケール¹⁸⁾を用いた。MFES は基本的 ADL および手段的 ADL の 14 項目 10 段階で構成され、地域で生活する高齢者本人の屋内・屋外活動をも含む評価尺度である。合計得点が低いほど転倒恐怖感が強いことを意味し、140 点満点を転倒恐怖感なし、139 点以下を転倒恐怖感ありと判断した。

統計学的解析は SPSS15.0J を使用し、有意水準はすべて 5% とした。過去 1 年間の転倒経験有無から対象者を転倒群と非転倒群に群別し、各評価指標の値を対応のない t 検定で比較した。対応のない t 検定にて有意差が認められ各評価指標の関連性について Spearman の順位相関係数を用いて検討した。過去 1 年間の転倒経験の有無を従属変数、各評価指標を独立変数として、多重ロジスティック回帰分析を行い、転倒発生のオッズ比を求めた。多重ロジスティック回帰分析から転倒の有無に影響すると判断された因子については、Receiver-Operating-Characteristic 曲線から Area Under the Curve（以下

AUC）とカットオフ値、感度、特異度を求めた。

III. 結 果

対象者 36 名のうち、過去 1 年間の転倒歴調査から転倒群 13 名、非転倒群 23 名とした。また 2 群間には年齢、BMI について有意差を認められなかった。対応のない t 検定の結果、STcv、TUG-R と LSA の 3 つの評価項目に有意差は認められ、その他の評価項目について有意差は認められなかった（表 2）。TUG-R と LSA の関連性については、中等度の相関が認められた（ $r=0.50$ ）。STcv については各評価項目と有意な相関は認められなかった。多重ロジスティック回帰分析の結果、転倒に対する予測因子として STcv と LSA に有意な結果が認められた（表 3）。また STcv は $\text{AUC}=0.80$ 、LSA は $\text{AUC}=0.81$ を示し、転倒に対する中等度の予測精度を示した。転倒の危険性に対するカットオフ値は $\text{STcv}=2.26\%$ 、 $\text{LSA}=47.3$ 点であった（表 4）。

IV. 考 察

転倒群と非転倒群の比較では年齢、BMI 共に有意差は認められなかった。転倒群と非転倒群で有意差を認めた評価項目として、STcv、TUG-R、LSA であった。

応用歩行予備能力は高い再現性と信頼性が確認されている指標であり、歩行の持久性、エネルギー効率、安楽性といった要因の特徴的な側面をそれぞれ反映する⁷⁾。また TUG-R は特別な機器を用いずに TUG の至適速度と最大速度を計測することで容易に算出可能であるのが利点である。本研究の結果、応用歩行予備能力は転倒群

表 2 転倒群と非転倒群の比較

対象者特性	転倒群 (n=13)	非転倒群 (n=23)
年齢 (Age)	75.6 ± 7.2	73.4 ± 9.0
BMI (kg/m ²)	23.7 ± 5.2	21.2 ± 3.4
握力 (kg)	22.0 ± 5.7	24.8 ± 6.7
長座位体前屈 (cm)	32.4 ± 5.0	32.6 ± 8.1
開眼片脚立位時間 (sec)	13.0 ± 8.4	23.5 ± 24.4
閉眼片脚立位時間 (sec)	2.8 ± 1.9	7.0 ± 12.1
FRT (cm)	31.5 ± 5.3	31.4 ± 5.0
TUGcom (sec)	8.5 ± 2.7	8.7 ± 2.0
TUGmax (sec)	8.0 ± 2.6	7.5 ± 1.6
10m 歩行速度 (m/sec)	1.5 ± 0.4	1.7 ± 0.3
STcv (%)	2.8 ± 1.8	1.6 ± 0.6 *
TUG-R	0.9 ± 1.1	2.2 ± 1.9 *
MFES (score)	109.0 ± 22.5	122.7 ± 22.0
LSA (score)	47.0 ± 10.6	59.8 ± 9.9 *

Mean ± SD, *: $p<0.05$.

表3 転倒発生に関する多重ロジスティック回帰分析

変数 (単位変化量)	オッズ比 (95% 信頼区間)
STcv (0.1%)	8.49 (1.48-48.78)
LSA (1点)	1.15 (1.04-1.27)

表4 ROC 曲線から算出された AUC, カットオフ値, 感度, 特異度

評価項目	AUC	カットオフ値	感度 (%)	特異度 (%)
STcv	0.80	2.26%	69.2	87.0
LSA	0.81	47.3 点	87.0	69.2

では有意に低い値を示した。この結果から転倒群の通常歩行では常に最大に近い歩行機能を発揮し、歩行時に努力を強いられている可能性が高いことが推測される。多重ロジスティック回帰分析の結果、応用歩行予備能力は転倒予測因子として有用性を認めなかったが、LSA との関連性を示した ($r=0.50$)。歩行予備能力における先行研究では、屋外活動の有無に関連性が高い項目として TUG-R のみが抽出されている⁸⁾。本研究の結果から転倒予測に対する LSA スコアのカットオフ値は 47.3 点であり、庭や隣接する家屋程度を生活範囲としていることがわかった。このことから転倒群では屋外活動が乏しい状況であり、LSA と TUG-R の関連性があると考えられる。また LSA で評価された生活空間が運動機能へ影響を与え、運動機能もまた生活空間に影響を与える相互作用がある¹⁹⁾とも報告されている。本研究において二次予防事業対象者の転倒予測として、生活活動量の評価に加えて比較的容易に算出できる TUG-R の値を補足的に用いることで対象者の転倒スクリーニングをより高いレベルで実施できる可能性がある。本研究の限界としては、移動能力に関連性が高い運動機能評価を加えておらず、LSA と運動機能の関連性については検証できない。また、横断的な調査結果であり、対象者が少なく、年代別に比較することができていない。運動機能制限は歩行不安定性と関連があるため、TUG-R と歩行に関わる運動機能との関連性を検討する事や対象者を増やし、継続的に経過を追っていくことは今後の課題である。

引用文献

- 厚生労働省：平成21年度「不慮の事故死亡統計」の概況。
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/tokusyu/furyo10>。(閲覧日2015年4月10日)
- Moreland J, Richardson J, Chan DH, et al.: Evidenced-based guidelines for the secondary prevention of falls in older adults. *Gerontology*, 2003, 49(2): 93-116.
- 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.
- 新谷和文, 西脇祐司, 寺垣康裕・他：地域在住高齢者における立位バランス能力と転倒関連要因に関する研究。理学療法科学, 2008, 23(5): 597-600.
- 村田 伸, 大山美智江, 大田尾浩・他：地域在住女性高齢者の開眼片足立ち保持時間と身体機能との関連。理学療法科学, 2008, 23(1): 79-83.
- Hausdorff JM, Rios DA, Edelberg HK: Gait variability and fall risk in community-living older adults: a 1-year prospective study. *Arch Phys Med Rehabil*, 2001, 82(8): 1050-1056.
- 松田憲亮, 中原雅美, 永井良治・他：地域在住女性高齢者の転倒予防教室で用いる評価項目の有用性。理学療法科学, 2012, 27(6): 635-639.
- 橋立博幸, 内山 靖：地域在住高齢者における応用歩行予備能力の有用性と生活機能との関連。日本老年医学会雑誌, 2007, 44: 367-374.
- 文部科学省スポーツ・青年局：H22年度体力・運動能力調査報告書・新体力テスト実施要項。2010: 5-12.
- Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al.: Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol*, 1990, 45(6): M192-M197.
- 岡持利亘：Up & Go テスト。理学療法, 2005, 22(1): 129-139.
- Gray JA: Practicing prevention: in old age. *BMJ* 1982, 285: 545-547.
- 佐直信彦：老年者とりハビリテーション老化の障害学 3. Handicap 社会参加。総合リハビリテーション, 1991, 19: 343-346.
- 中江秀行, 相馬正之, 高村元章：歩行能力と身体活動能力の関連性について。東北理学療法科学, 2010, 22: 62-66.
- 山田 実, 平田総一郎, 小野 玲・他：体幹加速度計由来歩容指標における歩容異常の評価。理学療法科学, 2006, 33(1): 14-21.
- 新井智之, 柴 喜崇, 渡辺修一郎・他：10 m 歩行における歩行周期変動と運動機能、転倒との関連。理学療法科学, 2011, 38(3): 165-172.
- Baker PS, Bodner EV, Allman RM: Measuring life-space mobility in community dwelling older adults. *J Am Geriatr Soc*, 2003, 51: 1610-1614.
- Hill KD, Schwart JA, Kalogeropoulos AJ, et al.: Fear of falling Revisited. *Arch Phys Med Rehabil*, 1996, 77(10): 1025-1029.
- 日下隆一, 原田和宏, 金谷さとみ・他：介護予防における総合的評価の研究—運動機能、活動能力、生活空間の相互関係から—。理学療法科学, 2008, 35: 1-7.