

[研究ノート]

地域在住男性高齢者のバランス能力を簡便に評価する 継ぎ足歩行テストの提案

石原 一成¹⁾・三村 達也²⁾・坂井 智明³⁾・石原 礼子⁴⁾

1. はじめに

我が国の 65 歳以上人口は、3,624 万人となり、総人口（1 億 2,495 万人）に占める割合（高齢化率）も 29.0%となった（内閣府, 2023）。一般的に、高齢になるにつれて、徐々に心身の機能が低下し、場合によっては寝たきりなどの要介護状態に陥る可能性が高まる。本邦の高齢者人口が増加する中で、高齢者の心身機能低下によって生じる問題に対して、適切なケアや予防策が必要となっている。

高齢者の心身機能低下によって生じる問題として、転倒が挙げられる。転倒により生じる直接的な問題は骨折である。65歳以上の方が要介護状態になった原因は、「認知症」が16.6%と最も多く、次いで、「脳血管疾患（脳卒中）」が16.1%、「骨折・転倒」が13.9%、「高齢による衰弱」が13.2%、「関節疾患」が10.2%となっている（厚生労働省, 2023a）。「骨折・転倒」は転倒の結果であり、それ以外の4項目は転倒のリスク要因でもある。高齢者の場合、骨折の治療に時間を要するため、寝たきり状態になるリスクが少なくない。したがって、高齢者が転倒回避能力を身につけることは転倒予防や介護予防に寄与することになる。過去の転倒歴、バランス障害、筋力低下、視力障害、薬剤、不適切な靴、滑りやすい床などが高齢者の転倒のリスク因子として指摘されている（大高, 2014）。特に、加齢によるバランス能力の低下は、転倒リスクを予測する上で重要な因子であると報告されている（Tinetti and Kumar, 2010）。

既存のバランス能力を評価する方法として、Timed Up and Goテスト（以下、TUG）（Podsiadlo and Richardson, 1991）やFunctional Reachテスト（以下、FRT）（Duncan et al., 1990）、Berg Balance Scale（Berg et al., 1992）などが広く用いられており、転倒発生に対するカットオフ値の検討がなされている（Bohannon et al., 2017; Lajoie and Gallagher, 2004; Shumway-Cook et al., 2000）。一方で、現状のバランス能力評価指標の多くは、虚弱高齢者に焦点を当てて検討がなされており、健全な高齢者の転倒リスク評価としては不十分であることが指摘されてい

受付日 2024.5.8

受理日 2024.6.13

所属 1) 福井県立大学学術教養センター 2) 大阪産業大学スポーツ健康学部
3) 名古屋学院大学スポーツ健康学部 4) 大阪経済大学人間科学部

る (Lusardi et al., 2017).

本研究では、地域在住高齢者の「バランス能力評価指標としての継ぎ足歩行（以下、継ぎ足歩行テスト）」に着目した。継ぎ足歩行は、床面に引いた一線の上を、一側のつま先に対側の踵を接触させながら歩行する応用歩行のひとつであり（下井, 2018）、（1）正確に継ぎ足ができる歩数、（2）一定距離の継ぎ足歩行のミス・ステップ数、（3）一定距離の継ぎ足歩行の所要時間などによって動的バランスを評価する指標である。継ぎ足歩行は、特別な器具を使用しないため、動的バランス（支持基底面（身体を支えるために必要な床面積およびその範囲）が移動した状態でのバランス保持）の評価や（Mallinson and Longridge, 2008）、そのトレーニング（Stožek et al., 2016）として応用されているが、継ぎ足歩行テストの測定方法や評価基準についての知見は少ない。

男性高齢者に着目すると、女性に比べ男性は閉じこもりやすく、他者との交流が希薄であることや地域の事業に参加しない傾向があることが指摘されている（斎藤ほか, 2015）。日本の平均寿命は年々上昇している一方、その男女差は年々広がりを見せている（厚生労働省, 2023b）。したがって男性高齢者の健康づくりは急務と言える。

以上より、本研究では地域在住男性高齢者を対象として、継ぎ足歩行テストを実施し、テストの信頼性の検討、機能的体力との関連および加齢変化について検討することを目的とした。また、年齢階級別評価を作成して、介護予防や保健指導の現場に活用することも目的とした。

本研究の実施により、バランス能力を簡便に評価できる手法を確立することは、高齢化が著しい我が国において実効性のある転倒予防や介護予防事業を検討する上で、新たな視点を提供できると考えられる。

2. 方法

2.1. 対象者

地域で開催された健康セミナーや地域の広報誌などによって募集し、応募のあった61歳から94歳までの男性高齢者109名を対象とした。表1に、対象者の年代ごとの身体的特徴を示している。対象者の条件は、（1）生活の拠点が自宅であること、（2）補助具を使用せずに歩行が自立していること、（3）運動禁忌でないこと、であった。

本研究はヘルシンキ宣言に従い、対象者の個人情報管理など人権擁護に配慮して実施された。具体的には、対象者に研究の趣旨および目的、測定時のリスクや中止の権利を事前に説明し、参加への同意を得た。

表 1 対象者の身体的特徴

年代	n	年齢 (歳)		身長 (cm)		体重 (kg)		BMI	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
60-64歳	6	63.17 ±	1.17	166.17 ±	7.25	67.72 ±	9.24	24.41 ±	3.27
65-69歳	9	67.44 ±	1.51	165.71 ±	6.72	66.78 ±	9.34	24.24 ±	3.58
70-74歳	26	71.92 ±	1.32	160.89 ±	5.20	61.78 ±	9.28	23.81 ±	2.76
75-79歳	29	76.79 ±	1.18	160.65 ±	6.59	60.78 ±	7.56	23.56 ±	3.19
80+歳	39	84.21 ±	3.19	158.31 ±	5.27	55.67 ±	8.24	22.13 ±	4.25
全体	109	76.76 ±	6.91	160.59 ±	6.23	60.06 ±	9.17	23.21 ±	3.49

M：平均値，SD：標準偏差

2.2. 測定項目

2.2.1. 形態

身長と体重を測定し、体格指数 (Body Mass Index：以下、BMI) を算出した。BMIは、体重 (kg) を身長 (m) の2乗で除して算出した。

2.2.2. 継ぎ足歩行テスト

継ぎ足歩行テストは、幅5cmのテープ上を、一側の足のつま先と対側の足の踵を接触させながら歩行させた。歩行する際には、つま先と踵を接触させるとともに、テープ上から足部を逸脱させないように注意し、可能な限り早く歩くよう指示した。10歩の継ぎ足歩行に要した時間 (秒) を計測した。測定は2回実施し、良好な方の記録を採用した。

2.2.3. 機能的体力テスト

継ぎ足歩行テストに影響を及ぼす因子として、下肢筋力や動的バランス能力が考えられる。測定環境を選ばずに実施可能で、介護予防事業等で採用されている下肢筋力、動的バランス能力の評価指標である以下の機能的体力を測定した。

a. Timed Up and Goテスト

TUGは、Podsiadlo and Richardson (1991) の方法に従い、椅子の背もたれに背中をつけて座った状態から立ち上がり、3m先の目標物を折り返して、再び椅子に座るまでの所要時間 (秒) を計測した。全ての動作は最大努力にて行うよう指示した。測定は2回実施し、良好な方の記録を採用した。

b. Functional Reachテスト

FRTは、Duncan et al. (1990) の方法に従い、肩幅の立位をとり、利き手の上肢を肩の高さまで挙上した姿勢から、上肢を水平に前方へ最大に到達させた際の指先の移動距離 (cm) を計測した。2回の測定を行い、良好な方の記録を採用した。

c. 開眼片足立ち

開眼片足立ちは、両手を腰に当て、片足を床から5 cm程度前方に挙げて立った状態を維持する時間(秒)を計測した。テストは、挙げた足が支持脚や床に触れた場合、支持脚の位置がずれた場合、腰から手が腰から離れた場合に終了とした。測定は最長120秒とし、2回実施して良好な方の記録を採用した。

d. 30秒椅子立ち上がりテスト

30秒椅子立ち上がりテスト(30-sec chair stand test:以下,CS-30)は、中谷ほか(2002)の方法に従い、高さ40cmの肘掛けのないパイプ椅子を用いて、30秒間に立ち上がった回数(回)を測定した。テストは両足を肩幅に開き、両手を胸の前で組んだ座位姿勢から開始し、全ての動作を最大努力で行うよう指示した。測定は1回のみ実施した。

e. 床からの立ち上がり所要時間

床からの立ち上がり所要時間(以下,立ち上がり時間)は、津島(2002)の方法に従い、両手を体側に置き、両足を肩幅に開いた背臥位から立ち上がり、静止立位となるまでの時間(秒)を計測した。立ち上がり動作の過程は指定せず、対象者が最も行いやすい方法を選択させた。測定は最大努力で2回実施し、良好な方の記録を採用した。

f. 最大一歩幅

最大一歩幅は、武藤ほか(1999)の方法に従い、静止立位から一方の足を前方に最大に踏み出し、もう一方の足を揃えた際の軸足のつま先から踏み出したつま先までの距離(cm)を計測した。測定は2回実施し、良好な方の記録を採用した。

2.3. 統計処理

測定値はすべて平均値±標準偏差で示した。継ぎ足歩行テストの試行間信頼性は、再テスト法(同じテストを間隔を置いて同じ対象者に2度行う)により検討した。方法は、一要因分散分析を用いて2試行の差の検定を行った後、級内相関係数(intraclass correlation coefficient:以下,ICC)を算出した(出村,2007)。継ぎ足歩行テストと他の機能的体力テスト結果との関連については、年齢を制御変数として偏相関分析を実施した。年代(年齢群)による比較は、一要因分散分析を用いた。各年代における評価基準(5点法)の算出は、Shapiro-Wilk検定を用いて分布度を検討した後、正規性が認められた場合はMean+1.5SD, Mean±0.5SD, Mean-1.5SDを、認められなかった場合はデータの累積相対度数から93, 70, 30, 7パーセンタイル値を境界点とした(青柳,2005)。分析には、IBM SPSS Statistics Version 23.0 for Windowsを使用し、有意水準は5%未満に設定した。

3. 結果

3.1. 継ぎ足歩行テストの信頼性

対象者のうち、異なる日に2回目の継ぎ足歩行テストを測定できた44名(75.55±6.55歳)を対象として試行間信頼性を検討した。1回目は8.02±3.64秒、2回目は7.65±2.64秒と2回目の方がわずかに短い値を示したが、それぞれ有意な差は認められなかった(F=1.48)。ICCは0.79であり、高い信頼性が確認された(表2)。

表2 継ぎ足歩行テストの試行間信頼性

	1試行		2試行		ICC
	M	SD	M	SD	
継ぎ足歩行テスト(秒)	8.02	± 3.64	7.65	± 2.64	0.79

M: 平均値, SD: 標準偏差, ICC: 級内相関係数

3.2. 継ぎ足歩行テストの妥当性

継ぎ足歩行テストと機能的体力テストとの関係を表3に示した。継ぎ足歩行テストは7.20±2.41秒、TUGは7.19±2.09秒、FRTは34.55±7.40cm、開眼片足立ちは30.94±22.34秒、CS-30は18.28±5.95回、立ち上がり時間は3.76±3.26秒、最大一步幅は110.52±16.80cmであった。年齢を統制した継ぎ足歩行テストとそれぞれの機能的体力テストの偏相関係数は、 $|r| = 0.20 \sim 0.56$ の有意な相関関係が認められた(CS-30は $p < 0.05$ 、他はそれぞれ $p < 0.01$)。

表3 継ぎ足歩行テストと機能的体力テストの関係

項目	M	SD	1	2	3	4	5	6
1 継ぎ足歩行テスト(秒)	7.20	± 2.41						
2 TUG(秒)	7.19	± 2.09	0.41 **					
3 FRT(cm)	34.55	± 7.40	-0.37 **	-0.32 **				
4 開眼片足立ち(秒)	30.94	± 22.34	-0.36 **	-0.36 **	0.43 **			
5 CS-30(回)	18.28	± 5.95	-0.20 *	-0.39 **	0.15	0.28 **		
6 立ち上がり時間(秒)	3.76	± 3.26	0.56 **	0.40 **	-0.37 **	-0.24 *	-0.43 **	
7 最大一步幅(cm)	110.52	± 16.80	-0.40 **	-0.57 **	0.49 **	0.38 **	0.27 **	-0.35 **

M: 平均値, SD: 標準偏差

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

3.3. 継ぎ足歩行テストの加齢変化

継ぎ足歩行テストは60-64歳群が5.46±1.27秒、65-69歳群が6.33±1.91秒、70-74歳群が6.79±1.87秒、75-79歳群が7.07±1.94秒、80+歳群が8.18±3.06秒であった(図1)。継ぎ足歩行テストにおける年代を要因とした一要因分散分析の結果、有意な主効果は認められなかった。

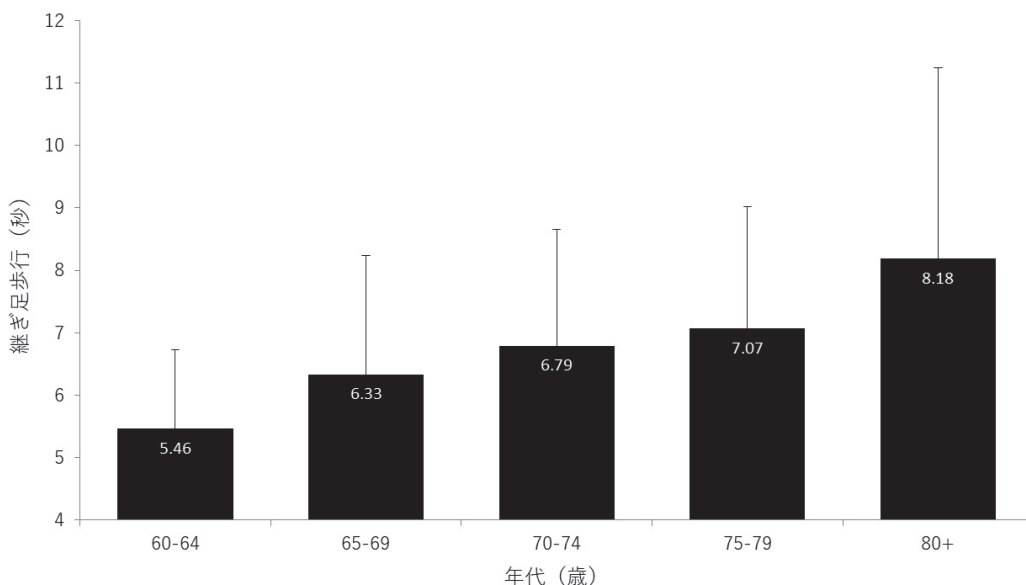


図1 継ぎ足歩行テストの加齢変化

3.4. 継ぎ足歩行テストの年齢階級別標準値

各年代における継ぎ足歩行テスト結果の分布度を検討したところ、65-69歳群、75-79歳群および80+歳群において分布に正規性が認められた。一方、60-64歳群と70-74歳群に正規性は認められなかった。各年代における代表値の評価3（ふつう）は、60-64歳群で4.84～6.09秒、65-69歳群で5.39～7.28秒、70-74歳群で5.75～7.51秒、75-79歳群で6.02～7.19秒、80+歳群で6.11～8.63秒であった（表4）。

表4 継ぎ足歩行テストの年齢階級別標準値

年代	5	4	3	2	1
	優れている	やや優れている	ふつう	やや劣っている	劣っている
60-64 歳	≧ 3.56	3.57 ~ 4.83	4.84 ~ 6.09	6.10 ~ 7.36	≧ 7.37
65-69 歳	≧ 3.47	3.48 ~ 5.38	5.39 ~ 7.28	7.29 ~ 9.19	≧ 9.20
70-74 歳	≧ 4.30	4.31 ~ 5.74	5.75 ~ 7.51	7.52 ~ 11.20	≧ 11.21
75-79 歳	≧ 5.01	5.02 ~ 6.01	6.02 ~ 7.19	7.20 ~ 11.34	≧ 11.35
80+ 歳	≧ 5.15	5.16 ~ 6.10	6.11 ~ 8.63	8.64 ~ 14.46	≧ 14.47

単位 (秒)

4. 考察

本研究では、地域在住の男性高齢者を対象に、バランス能力を簡便に評価できる継ぎ足歩行テストを提案し、その信頼性と妥当性を検証することであった。

高齢期におけるバランス能力の低下は、転倒リスクの増大や要介護状態に陥る危険性を高め

る。したがって、高齢者個人のバランス能力を適切に評価し、予防的介入を行うことが極めて重要となる。

4.1. 信頼性の検討

一般的に、テストの信頼性は同一条件で同一テストを複数回実施して、その一致度により評価される（出村，2001）。本研究において、継ぎ足歩行テストの試行間に有意差は認められず、ICCは0.79であった。ICCは0.75以上で良好とされていることから（Fleiss, 1981）、継ぎ足歩行テストは高い信頼性を有するテストであることが確認できた。一方で、測定回数を重ねるにつれてタイムが速まる傾向がみられたため、練習の効果や測定への慣れの効果があった可能性がある。したがって、継ぎ足歩行テストの実施に際しては、課題内容の理解不足や短期間の運動学習によって生じる影響を排除するための配慮（統一された説明、事前の練習など）が必要であると考えられた。

4.2. 妥当性

継ぎ足歩行テストが男性高齢者のバランス能力を評価するテストとして妥当であるかどうかは、既存のバランス能力を評価する機能的体力テストとの関連（基準関連妥当性）を検討する必要がある。本研究では、継ぎ足歩行テストとそれぞれの機能的体力テストの間で有意な弱い～中等度の相関関係が認められた。既存のバランス能力評価指標との関連が認められたことから、継ぎ足歩行テストの基準関連妥当性が確認されたと考えられる。

4.3. 加齢変化

本研究では、加齢とともに継ぎ足歩行テストの所要時間が延びる傾向にあった。加齢によるバランス能力の低下は、身体機能の低下と密接に関係しており（大高，2014）、この能力を適切に維持することは、日常生活を快適に送るだけでなく、要介護状態に陥ることを予防するためにも重要である。継ぎ足歩行テストは、特別な器具を使用せず、測定環境を選ばずに実施できるため、身体機能の水準が低い虚弱な高齢者にも応用が可能であると考えられた。

4.4. 年齢階級別標準値

65-69歳群、75-79歳群および80+歳群における継ぎ足歩行テストの分布に極端な偏りは認められず、正規分布することが明らかになった。一方で、60-64歳群と70-74歳群においては、分布に偏りが認められた。このことから、男性高齢者が地域で開催される健康セミナーなどに積極的に参加していても、加齢に伴い身体機能の個人差が大きくなり、継ぎ足歩行テストの分布度に影響を与える可能性があることが示唆された。本研究では提案した年齢階級別標準値が健

康づくりや介護予防の現場で有効に活用できる資料となることが期待される。

4.5. 本研究の限界と今後の課題

本研究の対象者は、健康セミナーや運動教室への参加者であったため、比較的活動的な者が多かった可能性がある。また、もともと男性参加者の少ない介護予防事業に参加した者であったため、地域在住男性高齢者の中でもバランス能力や機能的体力が高い集団であった可能性(サンプリングバイアスの混入)を否定できない。さらに、本研究では対象者を地域在住の男性高齢者に限定したため、虚弱・要支援高齢者のように身体機能水準の低い者への応用は、今回の結果からは難しいと考えられる。今後は、身体機能水準の低い者にも適用できる評価法の再検討と転倒発生に対するカットオフ値について検討することが課題となる。また、年代によっては対象者が少なかったため、年齢階級別標準値の一部が加齢の影響を十分に反映したものとならなかった可能性がある。今後さらに例数を増やし、表4に示した値の基準としての精度を高めていく必要がある。

5. まとめ

本研究の目的は、継ぎ足歩行テストの有用性について検討し、年齢階級別評価を作成することであった。地域在住男性高齢者109名を対象に、信頼性、妥当性、加齢変化、年齢階級別評価について検討し、以下の結果を得た。

- (1) 継ぎ足歩行テストの信頼性は、 $ICC = 0.79$ と高かった。
- (2) 継ぎ足歩行テストと機能的体力テストの間に、 $|r| = 0.20 \sim 0.56$ の有意な相関関係が認められた。
- (3) 継ぎ足歩行テストは、加齢とともに延びる傾向を示した。

以上のことから、継ぎ足歩行テストは地域在住男性高齢者を対象としたバランス能力を現場で簡便に評価するテストとして有効であると考えられる。

文献

- 青柳 領 (2005) スポーツ統計学概論 (増補版). 九州大学出版会: 福岡, pp. 75-80.
- Berg, K. O., Wood-Dauphinee, S. L., Williams, J. I., and Maki, B. (1992) Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Canadian journal of public health*, 83: S7 -S11.
- Bohannon, R. W., Wolfson, L. I., and White, W. B. (2017) Functional reach of older adults: normative reference values based on new and published data. *Physiotherapy*, 103: 387-391.
- 出村慎一 (2001) 健康・スポーツ科学のための統計学入門. 不昧堂出版: 東京, pp. 177-180.
- 出村慎一 (2007) 健康・スポーツ科学のための研究方法. 杏林書院: 東京, pp. 252-256.
- Duncan, P. W., Weiner, D. K., Chandler, J., and Studenski, S. (1990) Functional reach: a new clinical measure of balance. *Journal of gerontology*, 45: M192-M197.

- Fleiss, J.L. (1981) The case of two raters. *Statistical Method for Rates and Proportions* (2nd ed.). John Wiley & Sons: New York, pp. 212-225.
- 厚生労働省 (2023a) 2022 (令和4)年 国民生活基礎調査の概況, <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa22/index.html>, (参照日 2024年5月31日).
- 厚生労働省 (2023b) 令和4年簡易生命表の概況, <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/life/life22/index.html>, (参照日 2024年5月31日).
- Lajoie, Y., and Gallagher, S. P. (2004) Predicting falls within the elderly community: comparison of postural sway, reaction time, the Berg balance scale and the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers. *Archives of gerontology and geriatrics*, 38: 11-26.
- Lusardi, M. M., Fritz, S., Middleton, A., Allison, L., Wingood, M., Phillips, E., Criss, M., Verma, S., Osborne, J., and Chui, K. K. (2017) Determining risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis using posttest probability. *Journal of geriatric physical therapy*, 40: 1-36.
- Mallinson, A. I., and Longridge, N. S. (2008) Increasing the usefulness of tandem walking evaluation. *Journal of otolaryngology - head & neck surgery*, 37: 860-864.
- 武藤芳照・黒柳律雄・上野勝則・太田美穂編 (1999) 転倒予防教室 - 転倒予防への医学的対応 -. 日本医事新報社: 東京, pp. 46-53.
- 内閣府 (2023) 令和5年版高齢社会白書. <https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2023/html/zenbun/index.html>, (参照日 2024年5月31日).
- 中谷敏昭・灘本雅一・三村寛一・伊藤稔 (2002) 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*, 47: 451-461.
- 大高洋平 (2014) 高齢者の転倒予防の現状と課題. *日本転倒予防学会誌*, 1: 11-20.
- Podsiadlo, D., and Richardson, S. (1991) The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39: 142-148.
- 斎藤 民・近藤克則・村田千代栄・鄭 丞媛・鈴木佳代・近藤尚己・JAGESグループ (2015) 高齢者の外出行動と社会的・余暇的活動における性差と地域差 JAGES プロジェクトから. *日本公衆衛生雑誌*, 62: 596-608.
- Shumway-Cook, A., Brauer, S., and Woollacott, M. (2000) Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Physical therapy*, 80: 896-903.
- 下井俊典 (2018) 継ぎ足歩行テストの構成概念妥当性. *理学療法学*, 45: 143-149.
- Stozek, J., Rudzińska, M., Pustułka-Piwnik, U., and Szczudlik, A. (2016) The effect of the rehabilitation program on balance, gait, physical performance and trunk rotation in Parkinson's disease. *Aging clinical and experimental research*, 28: 1169-1177.
- Tinetti, M. E., and Kumar, C. (2010) The patient who falls: "It's always a trade-off". *JAMA.*, 303: 258-66.
- 対馬栄輝 (2002) 背臥位からの立ち上がり動作の所要時間測定における検者間・検者内信頼性の検討. *理学療法科学*, 17: 93-99.