

後方2ステップテストと静的・動的バランス評価との関係

兎澤 良輔^{1) 2)}, 宮島 恵樹¹⁾, 平野 正広¹⁾, 勝木 員子¹⁾, 遠藤 元宏¹⁾, 加藤 宗規¹⁾

了徳寺大学・健康科学部理学療法学科¹⁾

医療法人社団了徳寺会・葛西整形外科内科リハビリテーション科²⁾

要旨

【目的】 後方2ステップテストの信頼性と静的・動的バランス評価との関係を検討することを目的とした。

【対象と方法】 健康男性19名に後方および前方2ステップテストを実施した。バランス評価は、重心動揺計から総軌跡長を算出し、さらにダイナミック平衡機能測定装置を使用し、前後方向への外乱刺激に対する反応時間を求めた。後方2ステップテストの信頼性を検討後、バランス評価との関連をスピアマンの順位相関係数にて算出した。【結果】 信頼性は1回目の測定値を除外して算出した結果、ICC (1, 1) は0.89であった。バランス評価との関連は後方への外乱刺激との間に軽度の関連がみられ、前方2ステップテストとは有意な相関が認められた。【考察】 後方2ステップテストは不慣れな運動であり、信頼性の高い値を得るには1度練習を行ってから本測定することが推奨された。また、前方よりも後方への外乱との関連がみられることから、バランスを総合的に評価するためには、前方だけでなく後方2ステップテストの評価を実施していくことが重要と考えられた。

キーワード：後方2ステップテスト, 信頼性, バランス評価

Assessment of Relationship Between Static and Dynamic Balance Evaluation and Backward Two-Step Test.

Ryosuke Tozawa¹⁾²⁾, Shigeki Miyazima¹⁾, Masahiro Hirano¹⁾, Kazuko Katsuki¹⁾

Motohiro Endo¹⁾, Munenori Katoh¹⁾

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Ryotokuji University¹⁾

Medical Corporation Ryotokuji Group, Kasai Clinic of Orthopedic and Internal Medicine²⁾

Abstract

[Purpose] The purpose of this study was to assess the relationship between static and dynamic balance evaluation and the Backward Two-Step Test. The present study also examined the reliability of Backward Two-Step Test.

[Subjects and Methods] Subjects were 19 healthy males. The 19 males were measured using the Backward and Forward Two-Step Test. In addition, balance evaluation was measuring body sway and motor control. Body sway was calculated by total length, and the motor control was calculated by the latency disturbing the stimulation of backward and forward direction. After the reliability of the Backward Two-Step Test was examined, the relationship between balance evaluations was calculated by Spearman's rank correlation coefficient.

[Results] Reliability results were calculated by excluding the first measurement value, ICC (1,1) was 0.89. A

significant mild relation was seen between disturbance stimulation of backward. In addition, a significant correlation was found between the Forward Two-Step Test and balance evaluation.

[Discussion] The movement required for Backward Two-Step Test is unfamiliar to subjects. So, in order to obtain reliable values, we recommend the measurement after several practices. In addition, Backward Two-Step Test is considered to be associated with the disturbance of backward, not forward. For this reason, it is important to conduct the evaluation of the Backward Two-Step Test, not only forward, in order to comprehensively evaluate the balance,

Keyword : Backward Two-Step Test, Reliability, Balance evaluation

I. 背景と目的

我が国では急速に高齢化が進行し、75歳以上の高齢者の割合が増加している。それに伴い、厚生労働省は国民の健康増進を目的として、「健康日本21」（第1次2000年～2012年、第2次2013年～）を推進している。この中の主要な目標の一つに国民の「健康寿命の延伸」を掲げている¹⁾。健康寿命とは「日常生活に制限がない期間の平均」とされており²⁾、平均寿命との間に男性で9.13年、女性で12.68年の差がある²⁾。健康寿命と平均寿命との差が拡大すれば、医療費や介護給付費の多くを消費する期間が増大することになる²⁾。ため、健康寿命の延伸は重要である。

健康寿命を縮める一つの原因として転倒があり、高齢者の転倒は骨折や寝たきり状態を引き起こすため、転倒予防は重要な課題である^{3, 4)}。現在、各地域で転倒予防の運動が行われており、その中で、転倒を予測する身体評価が実施されている。転倒との関連が示唆され、転倒の予測に使用されている主な評価項目はTimed up and go test（以下TUG）、Functional reach test（以下FR）、2ステップテスト等がある。しかし、これらの評価項目の多くは前方移動に対する評価である。しかし、眞野ら⁵⁾による転倒方向の報告では107例の転倒高齢者の内のしりもちが28%（前方転倒は25%）という報告や、佐藤ら⁶⁾による施設入所者を対象とした転倒調査では後方転倒が26回、前方転倒が19回次いで左側方転倒15回、右側方転倒9回となっており、後方転倒が最も多かったという報告がある。これらの報告から、後方の移動・バランス評価は重要であると考えられる。また、美和ら⁷⁾は、高齢者は重心線が後方にシフトし、後方への転倒リスクが増大することや、Nortonら⁸⁾によって後方転倒が大腿骨頸部骨折のリスクがあることが明らかにされていることから、後方への評価が重要としており、後方歩行の特徴とバランス能力との関連性を報告している。この中で、後方への歩行は前進歩行に比べて歩幅の減少、歩行速度の低下が認められ、後方へのバランス移動性を捉えることができる可能性を示唆している。Fritzら⁹⁾は、後方歩行は前方歩行よりも高齢者の転倒に対する感度が高いと報告しており、近年、後方への移動・バランス評価が注目されている。しかし、一方で後方歩行は視覚情報が得られず、高齢者にとっては困難な歩行状態であった可能性も報告されている⁷⁾ことから、高齢者に対し、後方歩行を行うことはリスクが高く、難易度の高い評価方法であると考えられ、臨床応用の妨げになっている。

そこで、我々は現在、前方への歩行との関連性が明らかにされている2ステップテスト¹⁰⁾に着目した。2ステップテストは前方に出来るだけ大きく2歩前進し、その結果を身長で除した数値を基に歩行能力を評価するものである。これを前方ではなく後方に2ステップ行うことで、後方歩行能力を簡便に測定する方法を考案した。連続した後方歩行は転倒のリスクが高くなるが、2ステップであればそのリスクも大きく軽減され、さらに簡便化できれば、臨床応用も容易となり、転倒予防の新しい評価となる可能性がある。

本研究では新規に考案した後方2ステップテストの信頼性の検討と、その評価特性を検討するために、他の静的・動的バランス評価項目との関連を検討することを目的とした。

Ⅱ. 対象と方法

1. 対象

対象者は健常男性19名であった。年齢は21-23歳、身長、体重（平均±標準偏差）は172.2±6.4cm、65.5±6.1kgであった。

2. 方法

対象者は後方2ステップテストの測定（図1）、とTimed up and go test（以下、TUG）やFunctional reach test（以下、FR）等の評価と相関関係があり、転倒との関連も報告されている既存の前方2ステップテストの測定も併せて実施した。2ステップテストは前方後方ともに対象者をスタート位置に両足を揃えた状態で立位にし、出来るだけ大腿で2歩前進、もしくは後進させた。左右の下肢どちらから開始しても良いが、同一下肢での2歩連続後退は禁止した。また、測定中バランスを崩し、ステップ反応などが出現した場合はその測定結果は除外した。この最大二歩前進、後進幅を測定し、身長で除した数値を前方、後方2ステップテストの値（以下、2ステップテスト身長比）とした。後方2ステップテストは信頼性の検討のため、3回連続で測定を行った。次に重心動揺計（GRAVICORDER®, G-620：ANIMA社）を使用し、開眼時、閉眼時の総軌跡長を求めた。さらに、ダイナミック平衡機能測定装置（Equi-test®, MPS-3102：NeuroCom社）に組み込まれている動作調整機能テスト（以下、MCT）の中から、標準検査2種類（Large Forward and Back, Medium Forward and Back）を選択し、反応時間を測定した。反応時間は左右の下肢の反応時間が速い方を代表値として選択した。

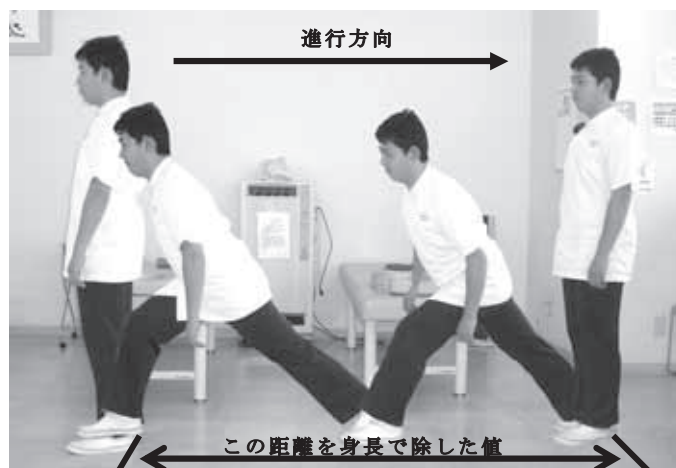


図1. 後方2ステップテストの測定方法

3. 統計学的処理

はじめに後方2ステップテストの信頼性の検討を行った。後方へのステップ動作は不慣れな運動であり、学習効果を確認するために、測定間の差の検討として、反復測定による一元配置分散分析、多重比較法としてShaffer法を実施した。得られた結果を参考に級内相関係数（以下、ICC）を算出し、検者内信頼性の検討を行った。信頼性の検討後、得られた後方2ステップテスト身長比の代表値と他のバランス評価との関連をスピアマンの順位相関係数を用いて検討を行った。統計処理はすべてR2.8.1を使用し、有意水準はすべて5%未満とした。

4. 倫理的配慮

本研究はヘルシンキ宣言に則り行われ、対象者には本研究の目的や方法について十分に文章、口頭にて説明を行い、書面にて同意を得た。また、本研究は了徳寺大学生命倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号2523）。

Ⅲ. 結果

後方2ステップテスト身長比（平均値±標準偏差）は、1回目が 1.29 ± 0.18 、2回目が 1.35 ± 0.17 、3回目が 1.36 ± 0.17 であった。反復測定による一元配置分散分析の結果は、主効果を認めた（ $p < 0.05$ ）。そこで、多重比較法（Shaffer法）を実施した結果、1回目より2回目が、1回目より3回目が有意に高い値を示した（図2）。そのため、1回目の数値を除外し、2回目、3回目の結果から検者内信頼性を算出した結果、ICC（1，1）が0.89、ICC（1，2）が0.94となった（表1）。これらの結果から、後方2ステップテスト身長比の代表値を2回目、3回目の平均値とした。続いて後方2ステップテスト身長比とバランス評価との関連を検討した（表2）。後方2ステップテスト身長比との重心動揺計の分析結果との相関係数は閉眼時の総軌跡長が $\rho = -0.20$ （ $p = 0.41$ ）、開眼時の総軌跡長が $\rho = -0.07$ （ $p = 0.77$ ）であった。次に後方2ステップテスト身長比とMCTの中の標準検査2種類との相関係数はLatency Large Frontが $\rho = 0.10$ （ $p = 0.69$ ）、Latency Large Back が $\rho = -0.47$ （ $p = 0.06$ ）であった。Latency Medium Frontが $\rho = -0.03$ （ $p = 0.90$ ）、Latency Medium Backが $\rho = -0.58$ （ $p < 0.01$ ）であった。後方2ステップテスト身長比と既存の前方2ステップテスト身長比との相関係数は $\rho = 0.76$ （ $p < 0.01$ ）であった。

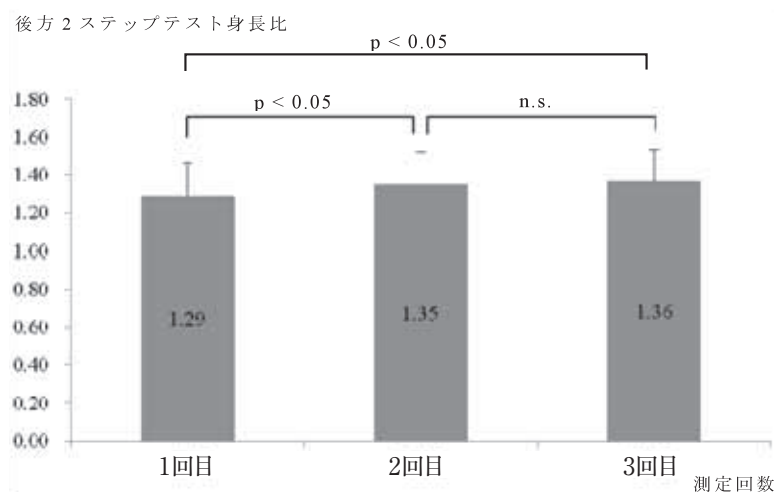


図2 後方2ステップテスト身長比の値と測定回数による差の検討

Ⅳ. 考察

本研究では我々が考案した後方2ステップテストの信頼性の検討と、その評価特性を検討するため、静的・動的バランス評価との関係について検討した。後方2ステップテストの信頼性の検討では、測定回数に対して反復測定による一元配置分散分析、多重比較法を実施した結果、1回目よりも2回目、3回目の数値が有意に高値を示した。これは、後方への移動動作は不慣れな運動であることや、視覚的情報がない不安感などが影響し、1回目は低値を示したことが考えられる。しかし、2回目以降は有意な差はみられず、級内相関係数もICC（1，1）が0.89と高値を示した。ICCは0.7以上で良好とされているため¹¹⁾、本研究結果か

表1. 2, 3回目の結果を用いた信頼性の検討

	2,3 回目	95%信頼区間	SEM (cm)
ICC (1,1)	0.89	0.75-0.96	0.06
ICC (1,2)	0.94	0.86-0.98	

SEM : standard error of measurement

表2 後方2ステップテスト身長比と他のバランス評価との間の相関係数

評価項目			平均±標準偏差	相関係数（ ρ ）	p 値
総軌跡長		閉眼時	29.48±15.15 cm	-0.20	0.41
		開眼時	20.96±7.49 cm	-0.07	0.77
Latency	Front	Large	123.68±14.99 msec	0.10	0.69
		Medium	118.42±12.14 msec	-0.03	0.90
	Back	Large	123.68±10.12 msec	-0.47	0.06
		Medium	124.21±14.27 msec	-0.58	0.01 **
前方 2 ステップテスト身長比			1.56±0.17	0.76	0.00 **

*: p<0.05 **: p<0.01

ら、信頼性の高い値を得るためには、測定実施前に最低1回は練習を行うことが推奨された。

次に後方2ステップテスト身長比の代表値と他のバランス評価との関連について検討を行った。重心動揺計を使用し、立位にて測定した開眼時、閉眼時の総軌跡長と後方2ステップテスト身長比との間の相関係数は双方ともに低値を示し、関連はみられなかった(表2)。このことから後方2ステップテストは立位での重心動揺は影響せず、開閉眼立位重心動揺とは異なる機序が関与している可能性が示唆された。さらに、後方2ステップテスト身長比とMCTとの関連であるが、Front(前方)への外乱よりもBack(後方)への外乱との相関係数が著明に高値を示した。これは前方へのバランス戦略と後方のバランス戦略が異なる可能性があることを示しており、前方だけではなく、後方へのバランス評価である後方2ステップテストを評価することは重要であると考えられる。また、後方への外乱刺激でもLarge(外乱刺激が強い方)よりもMedium(外乱刺激が中等度)の方が後方2ステップテスト身長比との相関係数が高値を示し、有意な相関がみられた。これは、後方への強い外乱刺激は後方2ステップテストに使用する身体機能要因とは異なる身体機序や要因が関連している可能性が示唆された。また、その他の要因として、後方2ステップテストは難易度が高い評価ではあるが、対象者が健常成人であり、測定範囲の限界に達していた可能性もある。すなわち、脚長と股関節自動可動域を超えた値にはなり得ず、その値に必要なバランス能力を超えた測定は不可能で天井効果と考えられる。そのため、後方への強い外乱刺激に対応する高いバランス能力を定量化する値が測定出来ていないことにより、中等度の外乱刺激の方が、相関係数が高くなった可能性がある。これらの部分は本研究の限界であり、今後は幅の広い対象者に評価を実施し、後方2ステップテストの測定限界値について検討していく必要がある。

本研究の結果、新規開発した後方2ステップテストにおいて、信頼性が高い値を得るためには、最低1回

の練習を行うことが推奨された。また、後方2ステップテスト身長比は、静的バランス評価である立位での重心動揺、前方への外乱刺激に対する反応時間との関連は低かった。しかし、後方への中等度の外乱刺激に対する反応時間との関連が示唆され、前方2ステップテスト身長比と相関が認められた。このことから、後方2ステップテストは後方のバランス評価、新規の転倒予防評価として有用である可能性が示唆された。今後は、後方歩行と後方2ステップテストとの関連を検討し、さらに転倒との関連を検討していく。また、先行研究では後方歩行の方が、前方歩行よりも転倒の感受性が良いという報告⁸⁾からも、この後方2ステップテストは既存の前方方向の評価では抽出できなかった転倒予備軍の抽出が可能となり、転倒予防、健康寿命の延伸に役立つ評価になる可能性が示唆された。

V. 謝辞

本研究に協力していただきました被験者の皆様に心から謝辞を申し上げます。また、数々のご指導、ご協力をいただきました理学療法学科教員の皆様に謝辞申し上げます。

文献

- 1) 厚生労働省：健康日本21（総論）、厚生労働省ホームページ、
http://www1.mhlw.go.jp/topics/kenko21_11/top.html
(2014. 11. 26 11:50アクセス)
- 2) 厚生労働省：健康日本21（第2次）の推進に関する参考資料、厚生労働省ホームページ、
http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkounippon21_02.pdf
(2014. 11. 26 11:55アクセス)
- 3) 江藤文夫（2008）高齢者の転倒—内的危険因子と老化現象—. 関節外科. 27（2）, 262-267.
- 4) Cameron ID, Murray GR, Gillespie LD et al（2010）Interventions for preventing falls in older people in nursing care facilities and hospitals. Cochrane Database of Systematic Reviews. 20（1）.
- 5) 眞野行生（1999）高齢者の転倒とその対策、医歯薬出版、東京. 10-11.
- 6) 佐藤幸子、井上京子、片桐智子ほか（1999）老人施設における転倒の実態について. 山形保健医療研究. 2, 1-6.
- 7) 美和香葉子、大杉紘徳、重森健太ほか（2007）高齢者の後方歩行の特徴およびバランス能力との関連性. 理学療法科学. 22（2）, 205-208.
- 8) Norton R, Campbell AJ, Lee-Joe T et al（1997）Circumstances of falls resulting in hip fractures among older people. J Am Geriatr Soc. 45（9）, 1108-1112.
- 9) Fritz NE, Worstell AM, Kloos AD et al（2013）Backward walking measures are sensitive to age-related changes in mobility and balance. Gait Posture. 37（4）, 593-597.
- 10) 村永信吾、平野清孝（2003）2ステップテストを用いた簡便な歩行能力推定法の開発. 昭和医学会誌. 63（3）, 301-308.
- 11) 対馬栄輝（2011）SPSSで学ぶ医療系データ解析、東京図書、東京、212-213.

（平成26年11月28日稿）

査読終了年月日 平成26年12月9日