

□報告□

下肢反復開閉運動と既存の敏捷性指標との基準関連妥当性

小林 薫* 柗 幸伸* 丸山 仁司*

抄 録

[目的] 本研究では、機器を用いず敏捷性を測定する新たな評価法の確立を目的として、既存の敏捷性指標との基準関連妥当性を検討した。[対象] 健常若年者 43 名（男性 25 名，女性 18 名）とした。[方法] 下肢開閉動作を課題とした反復運動（以下下肢反復開閉運動）と既存の敏捷性指標である座位および立位ステップングテストを測定した。各テストは 2 回ずつ実施し，そのうちの最大値を分析に用いる測定値として採用した。測定時間はすべて 10 秒間に設定した。[結果] 各テストの相関は，座位ステップングと立位ステップング ($r=0.63$)，立位ステップングと下肢反復開閉運動 ($r=0.57$)，座位ステップングと下肢反復開閉運動 ($r=0.37$) であり，すべて有意な正の相関が認められた。[結論] 下肢反復開閉運動は，椅子座位で簡便に実施でき，かつ特別な機器を用いない点で臨床用しやすい。本研究の結果は，評価自体にリスクの少ない新たな敏捷性テストを確立するための一助として意義がある。

キーワード：ステップングテスト，敏捷性，基準関連妥当性

Development of a new stepping test and criterion-related validity of the existing stepping test

KOBAYASHI Kaoru* HIIRAGI Yukinobu* MARUYAMA Hitoshi*

Abstract

[Purpose] This study was conducted with the aim of establishing a new evaluation method for measuring agility without the use of equipment. The criterion-related validity between these new agility measurements and existing indicators were also evaluated. [Subjects] The subjects were 43 healthy young people (25 male and 18 female). [Methods] Measurements were obtained while the subjects performed a repetitive movement task of the lower limbs (OCS-10) and during the sitting and standing position stepping tests (Sit stepping and Stand stepping), which are existing agility indices. Each test was performed twice, and the measurement values were recorded. The test duration was 10 seconds. [Results] Significant positive correlations were found between Sit stepping and Stand stepping ($r=0.63$), Stand stepping and OCS-10 ($r=0.57$), and Sit stepping and OCS-10 ($r=0.37$). [Conclusion] OCS-10 is simple, can be conducted anywhere, and requires no special equipment. It is therefore easy to apply in a wide range of clinical settings. The results of the present study indicate that OCS-10 may prove useful as a new agility test that permits evaluation with low risk.

Keywords：Stepping Test, Criterion-related Validity, Agility

受付日：2013年1月7日 受理日：2013年6月7日

*国際医療福祉大学 保健医療学部 理学療法学科

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, International University of Health and Welfare

E-mail：kkobayashi@iuhw.ac.jp

I. はじめに

敏捷性 (agility) は、反応時間と一定時間内の反復速度で表され、体力の分類のなかでも行動体力として重要な要素である¹⁾。また、生理学的には運動開始のすばやさに加えて、運動の切り換えのすばやさ、筋の短縮速度の3要素を含んだ能力として解釈されている²⁾。現在、敏捷性を測定するためには専用の測定器を用いることが多いが、高価であるため広く普及するには至っていない。また、敏捷性を測定する意義が明確に示されていないことも普及に至らない一つの要因と思われる。しかし、敏捷性に関する先行研究をみると、歩行能力³⁻⁴⁾やバランス能力⁵⁻⁶⁾、高齢者の転倒⁷⁻⁸⁾などとの関連性が報告されている。それと同時に、敏捷性や反応時間はトレーニングによって向上が認められるとの報告もされている⁹⁻¹⁰⁾。そのなかでも、敏捷性の低下と高齢者の転倒に関する先行研究は興味深く、更なる研究が望まれる。

現在、理学療法分野で用いられている転倒評価法やこれまでの転倒リスク因子に関する報告をみると、下肢を中心とした筋力低下やバランス能力の低下、歩行障害などに焦点をあてていることが多い¹¹⁾。また、転倒評価法として報告されている Timed Up & Go Test (以下 TUGT)¹²⁾ や Functional Reach Test (以下 FRT)¹³⁾ においても、評価法としての感度や特異度が報告により異なることが指摘されている。一方、Bergら¹⁴⁾は姿勢が乱れて支持基底面から重心が逸脱した際に、いかにすばやく1歩を踏み出して体重支持できるかが転倒予防には重要であると述べている。Liuら¹⁵⁾は、この敏捷性に対するトレーニング効果を検証し、地域在住高齢者に敏捷性トレーニングを行った結果、転倒リスクが減少したと報告している。これらの結果は、転倒を回避するためのすばやいステップ能力、すなわち敏捷性を評価することの必要性を示唆しており、ステップ動作と転倒の関係を検討することは有意義である。Ikezoeら⁸⁾は、足踏みを課題としたステップングテストと転倒の関連性を検討し、転倒経験

のある者は転倒経験のない者よりも立位ステップング値が有意に少ないことを報告している。しかし、すばやく両足を交互に踏み換えるステップングテストの回数測定は目視では困難であるため、専用の測定器が必要となる。

評価に際して、特に高齢者では内容が理解しやすく簡便であることが望まれる。また、臨床現場で広く応用するためにも機器を用いない方が利便性がよいのではないかと考えた。そこで、筆者らは誰でも・どこでも・簡便に実施できる下肢開閉動作を課題とした反復運動(以下、下肢反復開閉運動)を考案し、基礎的研究を行ってきた。本研究で用いた下肢反復開閉運動は、体力テストのプログラム(平成3年)¹⁶⁾に掲載されている「両足開閉」を参考に筆者らが改良したものである。また、転倒等災害リスク評価セルフチェック実施マニュアル¹⁷⁾に類似したものとして座位ステップングテストが紹介されているが、ともに測定時間が異なることや測定条件が明確に示されていないことに疑問が残る。それと同時に、これらのテストが敏捷性を反映しているのか否かについても追究する必要がある。測定時間に対する問題については、筆者らは先行研究において測定時間の違いによる測定値の信頼性を検討し、測定時間10秒間が検者内・検者間信頼性とともに関係数が高く、系統誤差も認めないことを明らかにしている¹⁸⁾。この結果は、若年者、高齢者ともに同様の傾向を示した¹⁹⁾。また、測定の実施方法を詳細に明示し、測定のための簡易測定ボードを導入した点も新しい。しかし、敏捷性指標としての妥当性が報告されている機器を用いたステップングテストと筆者らが改良した機器を用いない下肢反復開閉運動との関連性については明らかではない。そのため、既存の敏捷性指標であるステップングテストと相関関係があるとの仮説を立て、動作様式は異なるものの、敏捷性指標として応用できるか否かを明らかにしたい。

そこで、本研究では機器を用いず敏捷性を測定する新たな評価法の確立を目的として、既存の敏

捷性指標との基準関連妥当性を検討した。

II. 方法

被験者は、健常若年者 43 名 (男性 25 名, 女性 18 名) とした (表 1)。なお, 四肢および体幹のいずれかに整形外科的・神経学的疾患を有する者は除外した。本研究は, 国際医療福祉大学研究倫理審査委員会の承認を得ており (承認番号: 11-66), 事前に本研究の目的を説明し同意を得た。

方法は, 足踏み回数がリアルタイムに調整器に表示されるステップング測定器 (TAKEI: T.K.K5301)(図 1) を使用した座位および立位でのステップングテスト (以下座位ステップング, 立位ステップング) と下肢反復開閉運動を実施した。測定に先立ち, 検者が実施方法を口頭で説明しながらデモンストレーションを実施し, 被験者が理解したことを確認したのち練習させた。各テストは練習後 2 回ずつ実施し, そのうちの最大値を分析に用いる測定値として採用した。また, 測定順はくじを用いてランダムに決定し, 測定時間はすべて 10 秒間に設定した。各テストの実施方法は次のとおりである。

1. 座位ステップング

椅子の前方に検出部が 2 分割されているゴム式のマットスイッチ(寸法 600×550×11mm)を準備し, 被験者にはマットスイッチの不感帯(センサが反応しない部分)を踏まないように指示しながら靴を脱いで椅子座位をとらせた。その後, 両上肢により椅子の側面端を把持させ, 検者は「よーい」に続いてリモートスイッチのスタートボタンを押し, スタートブザーから終了のブザーが鳴るまで可能な限りすばやく足踏みをさせた。

2. 立位ステップング

マットスイッチの上に不感帯を踏まないように, かつ靴を脱いで両足を肩幅くらいに開かせた立位をとらせた。また, 被験者には検者の「よーい」の合図により中腰の構えをとらせ, スタートブザーに続いてすばやく足踏みができるように準備させた。検者は「よーい」に続いてリモートスイッチのスタートボタンを押し, スタートブザーから終了のブザーが鳴るまで可能な限りすばやく足踏みをさせた。

3. 下肢反復開閉運動 (図 2)

開始肢位は, 靴を脱いだ椅子座位で両足を自作した簡易測定ボード (寸法 300×300×30mm) の中央に揃えた肢位とし, 両上肢により椅子の側面端を把持させた。被験者は, 検者の「よーい, はじめ」という合図により可能な限り速く両足を左右同時に開き, 前足部または足底全体でボード外の床面をタッチし, すばやく元の位置に戻す。この一連動作を 1 回と数え, 測定時間内にすばやく何回反復できたかを検者が測定した。測定時間は, デジタルタイマー (株式会社カスタム: TM-11) を用いて, 反復回数は検者が目視で数えた。なお, 測定時間経過時に両足を元の開始肢位まで戻せなかった場合は 0.5 回として測定値に加算した。

統計学的手法は, 各テスト 2 回の測定値の検者内信頼性には, 級内相関係数 (Intra-class Correlation Coefficient: 以下 ICC) を用いた。各テストの相関には Pearson の積率相関係数を用いた。統計ソフトウェアは, SPSS 15.0J for Windows を使用し, 有意水準はすべて 5%未満とした。

表 1. 対象者の属性

	全体 (n=43)	男性 (n=25)	女性 (n=18)
年齢 (歳)	19.1±1.1	19.0±1.2	19.2±1.0
身長 (cm)	166.1±8.2	170.8±6.4	159.6±5.6
体重 (kg)	62.5±14.9	69.6±15.1	52.8±7.2

平均値±標準偏差

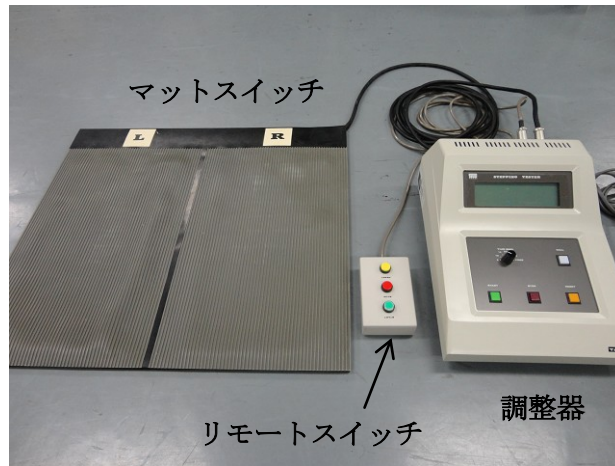


図1. ステッピング測定器 (TAKEI : T.K.K5301)



図2. 下肢反復開閉運動の実施方法

表2. 各テストの測定値 (回/10 秒間) および測定回数間の検者内信頼性

	1 回目	2 回目	ICC (95%CI)
座位ステッピング	115.2±11.8	113.5±13.2	0.93* (0.87-0.96)
立位ステッピング	104.1±13.1	101.3±12.9	0.89* (0.81-0.94)
下肢反復開閉運動	22.2±2.4	22.0±2.5	0.89* (0.80-0.94)

ICC : Intra-class correlation coefficient

*p<0.05

平均値±標準偏差

Ⅲ. 結果

各テストの 1 回目, 2 回目の測定値および ICC(1.1)は表 2 に示した. 各テストの相関は, 座位ステッピングと立位ステッピング($r=0.63$), 立位ステッピングと下肢反復開閉運動($r=0.57$), 座位ステッピングと下肢反復開閉運動($r=0.37$)で

あり, すべて有意な正の相関が認められた.

Ⅳ. 考察

筆者らは, 敏捷性指標として特別な機器を用いず, どこでも, 簡便かつ内容が理解しやすい方法を考案した. 本研究では, 既存のステッピングテ

ストを用いて基準関連妥当性を検討したが、新体力テストでは敏捷性指標として反復横跳びを採用している。しかし、反復横跳びは測定中の足関節捻挫などが危惧され、実際に下肢傷害を起こしたというようなケースも散見する。このような背景を踏まえて、本研究では敏捷性としての妥当性が報告されている座位および立位ステップングと下肢反復開閉運動との基準関連妥当性を検討した。

その結果、下肢反復開閉運動は外的基準（座位・立位ステップング）と有意な正の相関が認められた。また、座位ステップングに比べて立位ステップングとの相関が高かった。下肢反復開閉運動は椅子座位で実施するが、敏捷性指標として実施した立位ステップングと有意な相関が認められたことは大変興味深い。この結果は、両者の動作に参与する下肢筋の類似が影響しているものと考えられた。筆者らの先行研究²⁰⁾では、下肢反復開閉運動の測定値と股関節屈曲、内転、足関節背屈筋力の間に関連が認められた。下肢反復開閉運動の一連動作を分析すると、足元に置かれた簡易測定ボードをまたぐように両足を開閉する動きであるため、股関節周囲の筋力が必要となる。また、ボードには3cmの高さがあるため、主に開いた両足を閉じるとき、ボードに足が引っかからないようにするためにも股関節屈曲とともに足関節背屈が動作として要求される。そのため、これらの動作に参与する下肢筋力と高い相関が認められたと推察した。それと同時に、股関節外転、膝関節伸展、足関節底屈筋力も動作に参与すると考えられ、先行研究の結果からも相関傾向が伺えた。つまり、下肢反復開閉運動は特別な機器を用いず敏捷性が測定でき、かつ立位ステップングの要素を含んだ評価法として応用できる可能性が示された。

その一方で、外的基準と有意な相関が認められたものの、相関係数が高い値を示さなかったことから、敏捷性の要素を含みつつ、座位・立位ステップングとは異なった要素を含む評価法である

ことが示唆された。しかし、どのような要素が含まれているのか分からないことが本研究の限界である。また、本研究の対象は健康若年者に限られているため、中高年者など各年代別の基準関連妥当性が分からないことも限界であり、今後は対象者の選択範囲を増やした上で比較検討することが課題となった。同時に、測定時に用いるボードに関してリスクに相当する事項も見出され、ボードに足が引っかかった場合でもケガ等のないような素材の検討も問題点として挙げられた。

本研究は、下肢反復開閉運動と既存の敏捷性指標との基準関連妥当性を検討したものであり、歩行能力やバランス能力などといった身体能力や転倒との関連性について論じることはできない。また、下肢反復開閉運動は足踏みステップングにみられる交互要素を有していないことも、今後研究を進めていくなかで考慮しなければならない。従来の転倒評価法としては、TUGTやFRTなどが用いられているが、評価法としての感度や特異度が報告により異なることが指摘されている^{12,21-23)}。また、FRTを用いた転倒予測に関する報告では、Receiver Operating Characteristic (ROC) 曲線下面積は0.51であり、スクリーニングテストとしての判別性は低いとの報告がある²⁴⁾。今後、下肢反復開閉運動を高齢者の新たな転倒評価法とすることを目的として、既存の評価法との基準関連妥当性や前向き研究を行うことで転倒に対する有用性を明らかにしていきたい。

V. 結論

下肢反復開閉運動は、敏捷性指標としての妥当性が報告されている外的基準（座位・立位ステップング）と有意な正の相関が認められた。また、座位ステップングに比べて立位ステップングとの相関が高かった。その一方で、敏捷性の要素を含みつつ、座位・立位ステップングとは異なった要素を含む評価法であることが示唆された。下肢反復開閉運動は、足踏みステップングにみられる交互要素を有していないことも、今後研究を進め

ていくなかで考慮しなければならない。しかし、椅子座位で簡便に実施でき、かつ特別な機器を用いない点で臨床応用しやすい。本研究の結果は、評価自体にリスクの少ない新たな敏捷性テストを考案するための一助として意義がある。

謝辞

本研究を進めるなかで、多くの方々に貴重な御意見や御指導を頂きました。また、被験者として国際医療福祉大学保健医療学部理学療法学科の学部生にご協力を頂きました。この場をお借りして、皆様に心より感謝を申し上げます。なお、本論文は平成23年度国際医療福祉大学学内研究費の助成を受けた。

引用文献

- 脇田裕久, 杉田正明, 並木洋子ら. 敏捷性能力の相互関係. *Nagoya J Health Physical Fitness Sports* 1991;14(1):55-63
- 宮本謙三, 竹林秀晃, 滝本幸治ら. 加齢による敏捷性機能の変化過程—Ten Step Testを用いて—. *理学療法科学* 2008;35(2):35-41
- 斉藤琴子, 丸山仁司. 敏捷性と最大歩行速度の関係. *理学療法科学* 2005;20(2):159-163
- 斉藤琴子, 丸山仁司. 敏捷性と歩行能力の関係—若年者と中高年者を比較して—. *理学療法科学* 2006;21(1):7-11
- Medell JL, Alexander NB. A clinical measure of maximal and rapid stepping in older women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000; 55 (8):M429-433
- Cho Be-long, Scarpace D, Alexander NB. Tests of stepping as indicators of mobility, balance, and fall risk in balance-impaired older adults. *J Am Geriatr Soc* 2004;52:1168-1173
- Jha RM, Mithal A, Malhotra N, et al. Pilot case-control investigation of risk factors for hip fractures in the urban Indian population. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2010;11:49
- Ikezoe T, Asakawa Y, Shima H, et al. Physical function screening of institutionalized elderly women to predict their risk of falling. *Jpn J Phys Fitness Sports Med* 2009;58:489-498
- 与那正栄, 室増男, 下敷領光—ら. 筋力トレーニングに伴う反応時間の変化. *体力科学* 1990;39:307-314
- 越智亮, 對馬明, 高石鉄雄. 高ペダル回転数の自転車トレーニングが高齢者の敏捷性に与える効果. *総合リハ* 2011;39(5):483-489
- American Geriatrics Society. Guideline for the prevention of falls in older persons. *J Am Geriatr Soc* 2001;49:664-672
- Shumway - Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Physical Therapy* 2000;80(9): 896-903
- Weiner DK, Duncan PW, Chandler J, et al. Functional reach : a marker of physical frailty. *J Am Geriatr Soc* 1992;40(3):203-207
- Berg WP, Alessio HM, Mills EM, et al. Circumstances and consequences of falls in independent community-dwelling older adults. *Age and Ageing* 1997;26:261-268
- Liu-Ambrose T, Kban KM, Eng JJ, et al. Resistance and agility training reduce fall risk in women aged 75 to 85 with low bone mass : a 6-month randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2004;52:657-665
- 小野三嗣, 岩垣丞恒, 宮崎義憲ら. 体力テストのプログラム. 東京: 健康・体力づくり事業財団, 1991 : 20
- 中央労働災害防止協会. 2009. 転倒等災害リスク評価セルフチェック実施マニュアル http://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzan/dl/101006-1a_07.pdf 2013.3.15
- 小林薫, 丸山仁司, 終幸伸. 座位両足開閉ステップングテストの考案と作成—測定値の信頼性について—. *理学療法科学* 2012;27(2):109-114
- Kobayashi K, Hiiragi Y, Maruyama H, Development of the “10-second Open-Close Stepping Test” (OCS-10) and fundamental study of its measurement values through a comparison of healthy young people and community-dwelling elderly. *J Phys Ther Sci* 2012;24(8) : 747-749
- Kobayashi K, Hiiragi Y, Maruyama H. Relationship between 10-second Open-Close Stepping Test (OCS-10) and lower-limb muscle strength. *The 7th Beijing International Forum on Rehabilitation abstract journal* 2012;2:664
- 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
- Eagle DJ, Salama S, Whitman D, et al. Comparison of three instruments in predicting accidental falls in selected inpatients in a general teaching hospital. *J Gerontol Nurs* 1999;25(7):40-45
- Murphy MA, Olson SL, Protas EJ, et al. Screening for falls in community-dwelling elderly. *J Aging Phys Act* 2003;11:66-80
- Lin MR, Hwang HF, Hu MH, et al. Psychometric comparisons of the timed up and go, one-leg stand, functional reach, and Tinetti balance measures in community-dwelling older people. *J Am Geriatr Soc* 2004;52(8):1343-1348