

在宅虚弱高齢者に対するバランス強化運動とその効果尺度に関する検討 — パフォーマンステストと静止立位時重心動揺での効果検証 —

平瀬 達哉¹・井口 茂¹・中尾理恵子²・川崎 涼子²
新田 章子²・田平 隆行³・松坂 誠應¹

要 旨 本研究では、在宅虚弱高齢者を対象にバランスを強化した運動を行い、効果尺度としてのパフォーマンステストと重心動揺検査に及ぼす影響について検討した。65歳以上で通所介護を利用している在宅虚弱高齢者24名を対象に、週1回の運動を3ヶ月間実施した。バランス能力は、パフォーマンステスト（開眼片足立ち、Functional Reach、Timed up and go test）と静止立位時重心動揺を評価した。その結果、パフォーマンステストでは有意に改善を認めていたが、静止立位時重心動揺では有意差を認めていなかった。地域在住の虚弱高齢者を対象としたバランス能力は、静止立位時重心動揺検査よりもパフォーマンステストの方が効果尺度として反映しやすいことが示唆された。

保健学研究 23(2): 35-39, 2011

Key Words : 在宅虚弱高齢者, バランス強化運動, パフォーマンステスト, 静止立位時重心動揺

(2011年4月7日受付)
(2011年6月30日受理)

【はじめに】

高齢者の転倒とそれに伴う骨折は寝たきり、要介護、そして死亡に至る深刻な問題を引き起こすため、その予防は非常に重要である。高齢者の転倒を予防するためには運動介入が第一義的であるとされており、虚弱高齢者に対する運動介入の必要性が報告されている¹⁾。地域在住高齢者を対象にさまざまな運動介入が実践されているが、近年バランス能力を改善させることが転倒予防には最も重要であることが報告されている²⁾。

バランス能力の評価においては、測定の実施が比較的簡便な臨床的評価指標と特別な測定機器を用いる研究的評価指標に分けることができる³⁾。前者の例には開眼片足立ち、Functional Reach Test（以下、FRT）⁴⁾、Timed up and go test（以下、TUG）⁵⁾ などといったパフォーマンステストが含まれ、これらのテストは簡便で実施しやすく、有益性についても明らかにされている⁶⁾。

一方、研究的評価指標の代表は、重心動揺計（足圧中心測定装置）による足圧中心軌跡の動揺面積、動揺軌跡長などの測定があり、バランス機能を客観的に数値化できる点で優れており、バランス能力や転倒との関連性について幅広く研究が行われている^{7,8)}。しかし、検査機器が高価であること、検査や分析に時間を要するなどにより、臨床場面より実験室レベルでの効果尺度として用いられている研究が多い⁹⁾。また、重心動揺検査はフォーム上での静止立位、片足立ち、移動式プラット

フォームによる測定、EquiTestによる姿勢バランスに関与するSensory Organization Testなど様々な測定方法で評価されており⁹⁾、効果尺度として一定した解釈が得られていないのも現状である。

これらのことより、虚弱高齢者に対するバランス強化運動の効果尺度としては、パフォーマンステストだけでなく、より客観的な指標も必要である。そして、地域において実施するためには、安全で比較的簡単に測定できる方法が望まれる。

そこで、本研究では在宅虚弱高齢者を対象にバランスを強化した運動（以下、バランス強化運動）を行い、通所介護事業所で実施可能な静止立位時の重心動揺検査を測定した。そして、効果尺度としてのパフォーマンステストと静止立位時の重心動揺検査に及ぼす影響について検討することを目的とし、静止立位時の重心動揺検査が虚弱高齢者における運動介入の効果尺度として用いることが可能かどうかを考察した。

【方法】

1. 対象

対象は、65歳以上で週1回もしくは2回通所介護を利用している在宅虚弱高齢者24名（男性6名、女性18名）であり、介護度が要支援1・2、要介護1の者とした。対象者の平均年齢は83.2±8.3歳、平均身長は147.6±9.7cm、平均体重は48.2±9.7kgであった。除外基準は、

1 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科保健学専攻理学・作業療法学講座

2 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科保健学専攻看護学講座

3 西九州大学リハビリテーション学部

重度な脳血管疾患、神経筋疾患を伴う者、関節リウマチ、重篤な心疾患、認知症自立度判定基準がⅡ以下の者、個別に筋力もしくはバランストレーニングを行っている者とした。

対象者には紙面および口頭にて十分な説明を行い署名にて同意を得た。なお、本研究は長崎大学大学院医歯薬学総合研究科の倫理委員会の承認を得て実施した。

2. 評価尺度

バランス能力は、パフォーマンステストと静止立位時重心動揺検査を評価した。パフォーマンステストは、開眼片足立ち、FRT⁴⁾、TUG⁵⁾を測定した。開眼片足立ちは、直立位より片足を挙げた時を開始、挙上足が床に着いた時、または軸足が動いた時を終了とし、その間の時間を計測した。なお、軸足は特別に規定せず対象者が実施しやすい方とした。FRTは、閉足立位条件で、右上肢90度屈曲位から最大限前方へリーチさせ1cm単位で測定した。TUGは至適速度にて椅子座位から3m先の目標物を周り、再び椅子座位となるまでの時間とした。開眼片足立ち、FRT、TUGはそれぞれ2回ずつ計測し、いずれか良い方の値を測定値とした。静止立位時の重心動揺は、重心動揺計（アニマ社製荷重検査GS-620）を使用しサンプリング周期50msにて30秒間測定した。測定条件は、裸足にて上肢を自然下垂し前方マーカーを注視させ、足部の位置は、閉足位となるように設定した。静止立位は、開眼条件下にて3回測定し、その平均値を代表値とした。なお、解析項目は総軌跡長、外周面積とした。

3. 運動介入

運動介入の頻度と期間は、週に1回3ヶ月間とした。運動時間は10分間のウォームアップ、40分間のバランストレーニング、10分間のクールダウンで構成された合計60分間とした。

運動プログラムは、Seidlerら¹⁰⁾を参考に、立位・歩行に関する運動、バランスマットを用いた運動の計12種目より作成した。開始から2ヶ月目までの運動内容は、立位での運動では片足立ち、頸部屈曲・伸展、足振り、踵・つま先立ち、頸部・体幹回旋、床をタッチしてバンザイ動作、歩行に関する運動では、横歩き（そろえ型とクロス型）、後歩き、タンDEM歩行とし、バランスマット上での運動では立位、足踏み動作とした。残りの1ヶ月間は、立位での運動からバランスマット上で行う運動内容を増やした。

4. 統計解析

運動介入前後でのバランス評価尺度の変化を比較するために、対応のあるt検定を用いて検討を行った。なお、統計解析には統計解析用ソフトSPSS 11.0Jを用い、危険率5%未満を有意水準とした。

【結果】

対象者のうち1名は呼吸器疾患による入院のため継続が困難であった。そのため、本研究では23名を解析対象とした。

1. パフォーマンステストの変化について

開眼片足立ちは、ベースライン時 6.0 ± 8.4 秒、介入後 10.1 ± 15.7 秒であった。FRTは、それぞれ 17.9 ± 5.9 cmと 22.5 ± 6.6 cm、TUGはそれぞれ 15.6 ± 5.1 秒と 13.8 ± 5.0 秒であり、全ての尺度において有意に改善した（表1）。

2. 静止立位時重心動揺の変化について

総軌跡長はベースライン時 52.9 ± 21.9 cm、介入後 52.5 ± 20.0 cmであった。外周面積はそれぞれ 2.6 ± 1.4 cm²と 2.5 ± 1.1 cm²であり、全てにおいて有意差を認めていなかった（表2）。なお、個別の推移においても一定した傾向を見出すことができなかった（図1）。

表1. パフォーマンステストの変化

	ベースライン時	介入後	P 値
開眼片足立ち (秒)	6.0 ± 8.4	10.1 ± 15.7	0.033
FRT (cm)	17.9 ± 5.9	22.5 ± 6.6	0.023
TUG (秒)	15.6 ± 5.1	13.8 ± 5.0	0.011

対応のある t 検定 n=23

表2. 静止立位時重心動揺の変化

	ベースライン時	介入後	P 値
総軌跡長 (cm)	52.9 ± 21.9	52.5 ± 20.0	0.835
外周面積 (cm ²)	2.6 ± 1.4	2.5 ± 1.1	0.440

対応のある t 検定 n=23

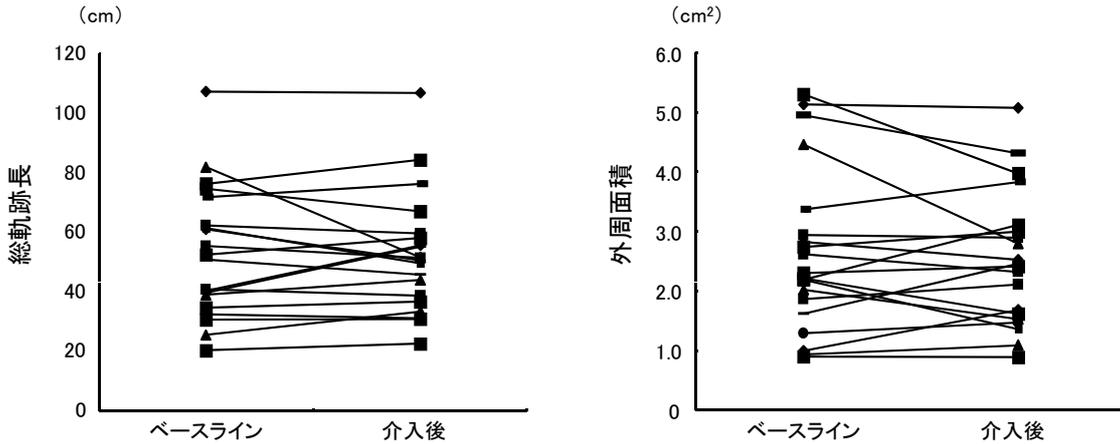


図1. 静止立位時重心動揺の個別推移

【考察】

本研究では在宅虚弱高齢者を対象にバランス強化運動を行い、パフォーマンステストと静止立位時の重心動揺検査におけるバランス尺度の効果を検討した。その結果、パフォーマンステストでは全てにおいて改善を認めたが、静止立位時重心動揺では変化しなかった。

在宅高齢者を対象とした多くの研究は、パフォーマンステストにおいてバランス能力の効果を検討している。Shimadaら¹¹⁾は、12週間のバランス強化運動を実施し、開眼片足立ち、FRT、TUGが有意に改善したと報告している。また、Wolfsonら¹²⁾も12週間のバランス強化運動において開眼片足立ちが有意に改善したと報告している。さらに、Ledira¹³⁾も9週間のバランス強化運動において開眼片足立ち、ターン歩行が改善したとしている。これら先行研究とわれわれの研究見解は一致しており、運動介入効果としてのバランス尺度においてはパフォーマンステストで効果判定を図る必要があることが考えられた。

一方、バランス強化運動の効果を重心動揺検査で判定している先行研究では、Lichtensteinら¹⁴⁾が16週間の介入効果を検証している。その結果、静止立位時重心動揺では変化を認めなかったとしている。Jodgeら¹⁵⁾は、24週間の介入を行い開眼時での片足立ちと静止立位時の重心動揺の変化を検討している。その結果、片足立ち時の重心動揺では改善を認めたが、静止立位時の重心動揺では変化を認めなかったとしている。これら先行研究より、運動介入の効果は静止立位時重心動揺では判定できないことが考えられ、これはわれわれの研究見解と一致している。そして、これら先行研究は12週間以上の介入においても改善を認めておらず、静止立位時重心動揺よりもパフォーマンステストの方が効果を反映しやすいことが示唆された。

重心動揺計を効果尺度として用いた先行研究では、重心動揺計の床面を傾斜させたり、ゴム製のマット上立位での足圧中心軌跡の変化を検討している報告がある^{12, 13, 16)}。

これらの研究では、介入前後で改善を認めている。静止立位のバランス保持には、体性感覚、視覚、前庭機能、姿勢保持筋のコントロールが必要となるが、安定した静的な状態では実質的な筋力もしくは筋活動を必要としない¹⁷⁾。しかし、片足立ち、重心動揺計の傾斜やゴム製のマット上立位など不安定な状態での測定は上記した静止立位でのシステムに加え、下肢筋活動を必要とする。諸角ら¹⁸⁾は、静止立位時重心動揺検査は病的状態の検出力は高いものの、虚弱あるいは健常高齢者の介入効果判定では評価が難しく、随意的重心移動能力(クロステスト)を評価する必要があることを報告している。したがって、バランス強化運動の効果判定は静止立位ではなく、ある程度下肢筋活動を伴うクロステスト、床面の傾斜やゴム製のマット上など不安定な状態で評価する必要があると考えられる。

本研究では、バランス強化運動の効果尺度に着目し、パフォーマンステストと静止立位時重心動揺検査にて検討を行い、パフォーマンステストの方が効果判定に反映しやすいことが示唆された。しかしながら、本研究は縦断前向き研究としてデザインされ、対照群を設けていない。そのため、直ちに今回の改善を運動内容によるものと判断することはできない。通所の効果や体操などのディサービスの効果なども考えられる。今後は、対象者数を増やして無作為化比較試験などでの検証が必要であると思われる。

【謝辞】

本研究にご協力頂いたディサービス望星濱田総子氏、特別養護老人ホーム海風荘中村千恵子氏にここに謹んで感謝いたします。

【文献】

- 1) Garner MM, Robertson MC, Campbell AJ: Exercise in preventing falls and fall related injuries in older people: a review of randomized controlled trials. Br

- J Sports Med, 34: 7-17, 2000.
- 2) Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, Herbert RD, Cumming RG, Close JCT: Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc*, 56: 2234-2243, 2008.
 - 3) 望月 久: バランス能力の評価指標とバランス障害に対する運動療法の検討. *運動・物理療法*, 15: 236-241, 2004.
 - 4) Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S: Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol*, 45: M192-197, 1990.
 - 5) Podsiadlo D, Richardson S: The timed up-and-go: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*, 39: 142-148, 1991.
 - 6) 島田裕之: 長期ケア施設の理学療法: 介護老人保健施設における機能評価と転倒予防の方法. *理学療法科学*, 17: 141-148, 2002.
 - 7) Fernie GR, Gryfe CI, Holliday PJ, Llewellyn A: The relationship of postural sway in standing to the incidence of falls in geriatric subjects. *Age Ageing*, 11: 11-16, 1982.
 - 8) Maki BE, Holliday PJ, Tropper AK: Fear of falling and postural performance in the elderly. *J Gerontol*, 46: M123-131, 1991.
 - 9) 島田裕之, 内山 靖, 原田和宏, 大淵修一, Stephan Lord, 鈴木隆雄: 姿勢バランス機能の因子構造: 臨床的バランス機能検査による検討. *理学療法科学*, 33: 283-288, 2006.
 - 10) Seidler RD, Martin PE: The effects of short term balance training on the postural control of older adults. *Gait and Posture*, 6: 224-236, 1997.
 - 11) Shimada H, Uchiyama Y, Kakurai S: Specific effects of balance and gait exercises on physical function among the frail elderly. *Clin Rehabil*, 17: 472-479, 2003.
 - 12) Wolfson L, Whipple R, Derby C, Jodge J, King M, Amerman P, Schmidt J, Smyers D: Balance and strength training in older adults: intervention gains and tai chi maintenance. *J Am Geriatr Soc*, 44: 498-506, 1996.
 - 13) Ledin T, Kronhed AC, Moller C, Moller M, Odkvist LM, Olsson B: Effects of balance training in evaluated by clinical tests and dynamic posturography. *J Vestib Res*, 1: 129-138, 1990.
 - 14) Lichtenstein MJ, Shields SL, Shiavi RG, Burger MC: Exercise and balance in aged women: a pilot controlled clinical trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 70: 138-143, 1989.
 - 15) Jodge JO, Lindsey C, Underwood M, Winsemlus D: Balance improvements in older women: effects of exercise training. *Phys Ther*, 73: 254-265, 1993.
 - 16) Liu-Ambrose T, Khan KM, Eng JJ, Janssen PA, Lord SR, McKay HA: 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*, 52: 657-665, 2004.
 - 17) Patla A, Frank J, Winter DA: Assessment of balance control in the elderly: major issues. *Physiotherapy Canada*, 42: 89-97, 1990.
 - 18) 諸角一記, 藤原孝之, 烏野 大, 半田健壽, 杉本 淳, 北村博孝: 高齢者を対象とした随意的重心移動能力評価の再現性と妥当性に関する検討. *理学療法*, 25: 1339-1345, 2008.

Effects of a balance training program on community-dwelling frail elderly: Performance tests and center of gravity sway in the static standing posture

Tatsuya HIRASE¹, Shigeru INOKUCHI¹, Rieko NAKAO², Ryoko KAWASAKI²
Akiko NITTA², Takayuki TABIRA³, Nobuo MATSUSAKA¹

- 1 Department of Physical Therapy, Health Sciences, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences
- 2 Department of Nursing, Health Sciences, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences
- 3 Department of Rehabilitation Sciences, Nishikyushu University

Received 7 April 2011

Accepted 30 June 2011

Abstract The purpose of this study was to conduct a balance training program aimed at frail community-dwelling elderly and assess performance test parameters for balance ability and center of gravity sway. Subjects were 24 frail community-dwelling elderly over 65 years of age. The training program was conducted once a week for 3 months. Balance ability was assessed with performance tests (one leg standing with eyes open, functional reach test, and timed up and go test) and center of gravity sway in a static standing posture. Performance test parameters significantly improved with the training program, although center of gravity sway did not. These results suggest that improvements in balance resulting from the training program correlated with performance test parameters rather than center of gravity sway.

Health Science Research 23(2): 35-39, 2011

Key Words : frail community-dwelling elderly, balance training program, performance test, center of gravity sway