

報 告

高齢者用バランスボードによる転倒予測*

高倉 聡¹⁾ 大城 昌平²⁾³⁾ 穂山富太郎³⁾

要旨

高齢者用バランスボード (BN) を使ったバランス機能評価法が、将来の転倒発生を予測可能かどうかについて検討を行った。対象は、調査から1年間の転倒発生について追跡調査した45名 (平均年齢 81.2 ± 6.4 歳) であった。BNによるバランス機能評価は、BNの高さと保持時間によって4群 (グレード I～IV) に分類した。1年間の転倒は、定期的な問診及びカルテから調査した。その結果、BNによるバランス機能評価と転倒発生には有意な関連があった。また、転倒の有無を目的変数としたロジスティック回帰分析の結果は、BNグレードがIまたはIIである場合はIIIに比べて、またIIIである場合はIVに比べて約4倍転倒リスクが増加する結果であった。BNによるバランス機能評価は、前方視的な転倒ハイリスク者のスクリーニングとして簡易な評価法であることを示唆した。

キーワード 転倒予測, 高齢者用バランスボードN型, バランス評価

はじめに

高齢者の転倒は、骨折などの身体的傷害に加え、転倒経験による恐怖感から活動を著しく制限¹⁾する。そのため、日常生活活動 (activities of daily living : ADL) の障害や寝たきりを招く要因の一つである。従って、高齢者の転倒予防は、自立生活やQOLを維持し、また要介護高齢者の増加を防ぐうえで重要であろう。

老人病院や介護老人保健施設など的高齢者を対象とした施設でも、高齢者の転倒リスクを把握し、転倒を予防することが重要な課題となっている。高齢者の転倒要因は、極めて多因的²⁾であるが、なかでも姿勢バランス機能の低下は重要な要因の一つである。姿勢バランスの臨床的評価には、重心動揺計、Berg Balance Scale (BBS)、Functional Reach Test (FRT)、Timed Up and Go Test (TUG) などの検査法がある³⁻⁷⁾。しかし、

これらの検査法は、日常の臨床の中で行うには時間的・空間的な制約から実施困難な場合が多い。そのため我々は、日常の臨床の場で簡単に利用できる高齢者用バランスボード (Elderly Balance Board type N : BN) を試作、開発した。

これまでに我々は、BNを使ったバランス機能評価と、従来のバランス評価、及び運動機能評価、過去の転倒歴との関連について検討した。その結果、BNは高齢者の身体機能と関連し、転倒リスク者のスクリーニングとして、簡易な評価法であることを報告した⁸⁾。今回は、このBNを使ったバランス機能評価が、将来の転倒発生を予測しうるかどうかについて検討を行った。

対象と方法

1. 研究デザイン

本研究は、前向きコホート研究である。2000年8月から9月に横断調査を行い、その後1年間の転倒発生状況について追跡調査を実施した。

2. 対象

調査の対象は、当院併設の介護老人保健施設に入所およびデイケアに通所する60歳以上の高齢者174名から、1) 日常生活自立度判定基準 (厚生省) に基づくJ1～A2ランクの者、2) 中枢性障害や運動器系及び高次脳機能系に明らかな疾患、障害のない者とし、痴呆および高次機能障害、脳血管障害、四肢関節障害、脊柱アライメ

* Standing Postural Control Test Using the Elderly Balance Board Type N and Predicting Falls

1) 清水病院 リハビリテーション科

(〒851-2102 長崎県西彼杵郡時津町浜田郷572)

Satoshi Takakura, RPT: Department of Rehabilitation, Shimizu Hospital

2) 聖隷クリストファー大学 リハビリテーション学部

Shohei Ohgi, RPT: Department of Rehabilitation, Seirei Christopher College

3) 長崎大学医学部附属病院 理学療法部

Tomitaro Akiyama, MD: Department of Rehabilitation, Nagasaki University Hospital

(受付日 2003年12月5日 受理日 2004年6月26日)

ント不良を有する者は除外した。その結果、抽出条件を満たした者は94名であった。

このうち、調査から1年間の追跡調査が可能であった45名を本研究の対象者とした。男性11名、女性34名、平均年齢81.2歳（標準偏差6.4）、平均身長148.9cm（標準偏差8.5）、平均体重47.9kg（標準偏差8.5）であった。調査不可能であった49名は、死亡8名、脳血管障害発症7名、痴呆9名、腰・膝痛14名、施設転居6名、調査拒否5名であった。

3. 方法

調査時のBNおよびBBSのバランス機能評価、およびその他の運動機能と、その後1年間の転倒発生の有無との関連を調べた。

1) BNの概要と測定

BNは、床面からの高さ4.5cm、7cm、10cmの3種類のバランスボードを用いた。測定方法は、先行研究と同様に⁸⁾被験者に3種類のBN上に立位姿勢を保持させ、BNの高さとその保持時間を測定して、バランス機能を評価した。

BNによるバランス機能の評価結果は、以下の評価基準に従い4段階に分類した（グレードI～IV。以下、BNグレードとした）。評価基準は、グレードI：10cm BNで30秒以上姿勢の保持が可能、グレードII：7cm BNで30秒以上保持が可能、グレードIII：4.5cm BNで30秒以上保持が可能、グレードIV：4.5cm BNで30秒の保持が不可能、とした。

2) その他の評価項目及び測定方法

BN以外のバランス機能評価は、これまでに信頼性、妥当性が検証されている臨床的評価である Berg Balance Scale (BBS), Functional Reach Test (FRT), Timed Up and Go Test (TUG) を用いた⁹⁾。BBSは、Bergら⁶⁾によって開発され、日常生活動作と関連のある14項目の課題から構成されており、動作時の姿勢バランス状態や遂行状況を定性的に段階づけて評価した。BBSによる最も高い得点は、56点である。FRTは、Duncanら¹⁰⁾の方法に従い、立位保持した状態で上肢を90°前方挙上し、そこから前方へ上肢を伸ばした最大到達距離をメジャーにて1cm単位で測定し、3回の平均をFRT値とした。TUGは、Podsiadloら¹⁾の方法に従い、椅座位から立ち上がり3m前方のポールまで歩行し、方向転換後再び元の椅子に坐るまでの時間をストップウォッチで測定し、3回の平均をTUG値とした。

運動能力の評価は、「1分間連続起立回数（1 Minute Standing：1MSD）」、「10m歩行速度」を測定した。「1MSD」は、下肢筋力の指標として、40cm椅子からの1分間における最大起立回数を測定した。「10m歩行速度」は、「自分の足で立ち、身体を移動（杖などの自

助具を含む）させる能力」と定義し、10m自由歩行速度と10m最大歩行速度の2項目を測定した。

3) 転倒調査

転倒発生の有無は、対象者全ての転倒調査チェックリストを作成し、月に1回の頻度で面接聞き取り調査を行い、併せてデイサービスの記録（カルテ）からも転倒の有無を確認した。転倒は、転倒回数に関係なく1回でも転倒のある者は、転倒有りとした。調査で得られた「調査時以降の1年間の転倒発生」での転倒とは、Gibson¹¹⁾の定義に従って「自分の意志からではなく、膝や上肢あるいは臀部や腰などの身体部分が床面や地面などのより低い面に接触した場合」を転倒「有り」とした。ただし、臥床時のベッドからの転落等による転倒は除外した。

4) 統計学的解析方法

統計学的解析は、①調査したBNグレード4群の属性（年齢、性別、身長、体重、BMI）、転倒発生の有無、BBS、FRT、TUG、1MSD、10m歩行速度（自由と最大）を各群間で比較した。統計処理は、分散分析、 χ^2 検定、Kruskal-Wallis検定、及び多重比較検定としてBonferroniの方法を行った。②調査したBNグレードと各測定項目との相関関係をみるため、単相関分析を行った。以上の分析は、各変数の分布によった。③調査したBNグレードと転倒発生の有無との関連について尤度比検定を行い、両者の関連を調べた。④転倒発生の有無（転倒経験の有無）と関連する要因を調べるため、ロジスティック回帰分析を行った。目的変数を転倒発生の有無とし、説明変数は年齢、性別、BMI、BNグレード、BBS、FRT、TUG、1MSD、10m自由歩行速度の変数を選択した。全ての統計解析には、統計解析用ソフトSPSS for Windows (version 10.0 J) を用い、有意水準を5%未満とした。

結 果

1. BNグレードと対象者の属性および運動機能との関連
表1に、BNグレード別にみた対象者の属性および各評価結果を示した。調査したBNグレードと男女の割合、年齢、身長、体重、BMI、FRT、1MSD、10m歩行速度（自由と最大）には有意差は無かった。しかし、調査したBNグレードとBBS、TUGでは群間に有意差が認められた。多重比較検定の結果、BBSではI群とIV群 ($p < 0.01$)、II群とIII群 ($p < 0.05$)、II群とIV群 ($p < 0.01$)に、TUGではII群とIII群 ($p < 0.01$)にそれぞれ有意差があった。

2. BNグレードと他のバランス機能評価、および運動機能評価との関連

調査したBNグレードと各測定項目との関連を検討した。BNグレードとBBS ($r = -0.64$, $p < 0.01$)、FRT

表1 BNグレード別にみた各測定値

BNグレード	I	II	III	IV	p値
対象者数 (M/F)	4 (1/3)	9 (2/7)	20 (6/14)	12 (2/10)	0.86 ³⁾
年齢 (歳) ¹⁾	78.8 ± 5.9	80.4 ± 5.8	80.3 ± 6.9	84.1 ± 5.8	0.32 ⁴⁾
身長 (cm) ¹⁾	146.0 ± 6.2	147.2 ± 10.9	150.7 ± 9.0	148.3 ± 6.2	0.64 ⁴⁾
体重 (kg) ¹⁾	46.0 ± 1.3	48.3 ± 8.5	48.8 ± 8.2	46.7 ± 9.1	0.88 ⁴⁾
BMI ¹⁾	21.6 ± 4.8	22.2 ± 2.3	21.5 ± 3.1	21.2 ± 3.8	0.93 ⁴⁾
BBS (点) ¹⁾	50.8 ± 1.3	50.6 ± 3.0	44.8 ± 4.5	41.2 ± 6.8	0.00 ⁴⁾
FRT (cm) ¹⁾	19.3 ± 4.2	12.4 ± 5.6	12.2 ± 6.3	9.5 ± 5.6	0.05 ⁴⁾
TUG (sec) ²⁾	14 (17.4 - 9.0)	12.4 (28.2 - 8.2)	18.1 (74.9 - 11.7)	20.7 (42.7 - 9.1)	0.02 ⁵⁾
1MSD (回) ¹⁾	19.8 ± 1.9	16.8 ± 6.2	14.2 ± 4.8	12.7 ± 4.3	0.05 ⁴⁾
10m自由歩行速度 (sec) ²⁾	15.4 (23.5 - 9.9)	14.2 (29.9 - 7.3)	16.5 (43.7 - 9.8)	17.4 (30.4 - 10.3)	0.37 ⁵⁾
10m最大歩行速度 (sec) ²⁾	11.4 (17.9 - 10.7)	11.5 (20.5 - 6.6)	13.2 (39.5 - 8.2)	12.6 (28.0 - 8.0)	0.40 ⁵⁾

¹⁾ 平均値 ± 標準偏差, ²⁾ 中央値 (最大値-最小値), ³⁾ χ^2 検定, ⁴⁾ 一元配置分散分析, ⁵⁾ Kruskal Wallis検定

表2 BNグレード別に見た転倒者数¹⁾

	グレードI	グレードII	グレードIII	グレードIV	Total
転倒無し	3 (75)	9 (100)	12 (60)	6 (50)	30 (66.7)
転倒有り	1 (25)	0 (0)	8 (40)	6 (50)	15 (33.3)
Total	4 (100)	9 (100)	20 (100)	12 (100)	45 (100) *

¹⁾ 人数 (%), * p < 0.05 (尤度比 9.23).

表3 転倒の有無を目的変数としたロジスティック回帰分析の結果

	OR	95% CI	p値
年齢	0.88	0.75 ~ 1.04	0.13
性別	2.67	0.38 ~ 18.70	0.33
Body Mass Index (BMI)	0.80	0.62 ~ 1.02	0.08
Functional Reach Test (FRT)	0.94	0.81 ~ 1.09	0.42
Timed Up and Go Test (TUG)	0.96	0.86 ~ 1.07	0.44
1分間連続起立回数 (1MSD)	0.99	0.79 ~ 1.23	0.92
10m自由歩行速度	1.13	0.97 ~ 1.31	0.11
BNグレード (グレードI・IIとIIIとIVの3段階変数)	3.88	1.07 ~ 14.07	0.04

OR: オッズ比 (OR: Odds Ratio), CI: 95%信頼区間 (CI: Confidence Interval).

($r = -0.31$, $p < 0.05$), 1MSD ($r = -0.41$, $p < 0.01$) で, 有意な負の相関が認められた。BNグレードと TUG ($r = 0.39$, $p < 0.05$) には, 有意な正の相関が認められた。その他の項目には, 有意な関連は認められなかった。

3. BNグレードと転倒発生との関連

表2に調査したBNグレード別の転倒有り, 及び無しの人数を示した。尤度比検定の結果, BNグレードと転倒発生の分布には有意な関連が認められた。すなわち, BNグレードが低くなるに従い, 転倒者の割合が高くなる結果であった。

4. 転倒発生の有無を目的変数としたロジスティック回帰分析の結果

表3に転倒発生の有無によるロジスティック回帰分析

の結果を示した。ロジスティック回帰分析は, 調査したBNグレードとBBS, 10m自由歩行速度と10m最大歩行速度の間には, それぞれ $r = -0.64$ ($p < 0.01$), $r = 0.89$ ($p < 0.01$) の相関関係があり, 多重共線性に配慮して, 10m最大歩行速度とBBSは説明変数から除いて分析を行った。また, 調査したBNグレードには, グレードIIに転倒者がいなかったため, グレードIとグレードIIはセル結合し, グレードI・II, グレードIII, グレードIVの3段階変数とした。

その結果, 説明変数のうち, BNグレードのみが有意に転倒と関連があった (オッズ比: 3.88, 95%信頼区間 1.07 ~ 14.07, $p = 0.04$)。すなわち, グレードI・II, グレードIII, グレードIVの各間の転倒リスクはそれぞれ約4倍となる結果であった。

考 察

先行研究⁸⁾において、BNによるバランス機能評価と、過去の転倒経験の有無、及び身体運動機能との関連を報告した。今回は、BNが将来の転倒発生を予測しうるかどうかについて検討した。その結果、BNによるバランス機能評価は将来の転倒発生を予測する上で、有用であろうと考えられた。

BNと転倒との関連では、調査のBNグレードの低い群(グレードIIIやIV)では、その後1年間の転倒発生者が有意に増加した。また、転倒発生の有無を目的変数としたロジスティック回帰分析の結果は、BNグレードがIまたはIIである場合はIIIに比べて、またIIIである場合はIVに比べて約4倍転倒リスクが増加する結果であった。この結果から、BNによるバランス機能評価法は、将来の転倒ハイリスク者のスクリーニングとして有用であろうと推論した。

BNグレードの他には、BBSが有意に転倒リスクと関連(OR: 0.77, 95% CI: 0.60 - 1.00, $p < 0.05$)があった(結果には示さなかった。調査したBNグレードとBBSの間には強い相関関係があったため、BNグレードとBBSは別々にロジスティック回帰分析を行った)。Thorbahnら⁷⁾は、BBS得点の45点未満の被験者は、12ヵ月以内に転倒のリスクが高いと報告している。また、低BBS得点は転倒発生のリスクであるとするBergら⁵⁾の報告を支持する結果であった。

BNグレードと他のバランス機能評価、および運動機能評価との関連については、先行研究と一致した結果であった。すなわち、BNグレード別にみたBBSおよびTUGは、BNグレードが下がるにつれて有意に低かった。また、調査したBNグレードとBBS、FRT、TUGには有意な相関関係があった。従って、BNによるバランス機能評価はBBS、TUG、FRTによる従来のバランス機能評価と関連があり、高齢者のバランス機能を評価する簡便な方法として有用ではないかと思われた。

また、調査したBNグレードと1MSDの間には、有意な相関関係があった。椅子からの立ち上がり動作回数は、下肢筋力、持久力、大腿部の筋量との関連が報告されている¹²⁾。また、下肢筋力の低下と転倒発生、及びADL障害との関連も報告されている¹³⁻¹⁵⁾。従って、BNグレードと1MSDの関連は、下肢筋力との関連を示唆するであろうと思われる。

以上の結果から、BNによる高齢者のバランス機能評

価は、横断的に高齢者のバランス機能、運動機能を捉えることが可能であり、また縦断的に将来の転倒を予測する上で有用な評価方法であろうと考えられた。

また、本法は対象者に過度の負担を強わず、時間的あるいは空間的制約も少ない簡便な方法であるため、臨床的にも有益であろうと思われる。

本研究は、高齢者の縦断調査であったため53%(49/92人)の脱落例があり、各BNグレードに属する対象者の分布が小さかった。一般化可能性について本研究の結果を保証するためには、多施設研究も考慮した対象集団の規模を広めることが必要であろう。

文 献

- 1) 眞野行生, 中根理江: 高齢者の歩行障害と転倒の要因. *J Clin Rehab* 7(3): 243-247. 1998.
- 2) 安村誠司, 新野直明: 高齢者の転倒因子. *理学療法* 14(3): 199-205. 1997.
- 3) Duncan PW, Weiner DK, *et al.*: Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol* 45(6): M192-197. 1990.
- 4) Podsiadlo D, Richardson S: The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 39: 142-148. 1991.
- 5) Berg KO, Wood-Dauphinee SL, *et al.*: Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health* 83 (Suppl 2): S7-11. 1992.
- 6) Berg KO, Wood-Dauphinee SL, *et al.*: Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiother Can* 41: 304-311. 1989.
- 7) Thorbahn LD, Newton RA: Use of the Berg Balance Test to predict falls in elderly persons. *Phys Ther* 76(6): 576-583; discussion 584-585. 1996.
- 8) 高倉 聡, 大城昌平・他: 高齢者用バランスボードN型と身体機能評価及び、転倒リスクとの関連. *理学療法学* 29(2): 43-48. 2002.
- 9) 内山 靖, 臼田 滋・他: 理学療法における標準(値)・6. 平衡機能. *PTジャーナル* 32(12): 949-959. 1998.
- 10) Duncan PW, Studenski S, *et al.*: Functional reach: predictive validity in a sample of elderly male veterans. *J Gerontol* May 47(3): M93-98. 1992.
- 11) Gibson MJ: Falls in later life. In: Kane RL, *et al.* (eds) *Improving the Health of Older People: A World View*. Oxford University Press, New York. 1990. pp296-315.
- 12) 中谷敏昭, 灘本雅一・他: 30秒椅子立ち上がりテスト(CS-30テスト)成績の加齢変化と標準値の作成. *臨床スポーツ医学* 20(3): 349-355. 2003.
- 13) 浅川康吉, 高橋龍太郎・他: 筋力と身体諸機能4. 筋力と高齢者のADL—下肢筋力と転倒・ADL障害の関連—. *PTジャーナル* 32: 933-938. 1998.
- 14) 望月和憲, 中島育昌: 骨粗鬆症と転倒、とくに下肢筋力との関係. *骨・関節・靭帯* 7(2): 221-230. 1994.
- 15) Marguerite ED, Elsie GC: Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65 years and older. *Phys Ther* 79(12): 1177-1185. 1999.

〈Abstract〉

**Standing Postural Control Test Using the Elderly Balance Board Type N
and Predicting Falls**

Satoshi TAKAKURA, RPT

Department of Rehabilitation, Shimizu Hospital

Shohei OHGI, RPT

Department of Rehabilitation, Seirei Christopher College

Tomitaro AKIYAMA, MD

Department of Rehabilitation, Nagasaki University Hospital

The purpose of this study was to determine whether the standing postural control test using the Elderly Balance Board type N could be used to predict an elderly person's risk of falling. Subjects were 45 elderly persons average aged 81.2 (SD; 6.4). At the baseline investigation of this study, we assessed the Elderly Balance Board type N test, Berg Balance Test, walking speed and Timed Up and Go Test. One year after the baseline investigation, we asked subjects about falls during the follow up period. The Elderly Balance Board type N test was classified into four categories based on the duration of standing times on the Balance Board (less than 30 sec or more) and the height of the Balance Board. In the univariate analysis, the Elderly Balance Board type N test differed significantly according to the fall status. The results of logistic regression analysis revealed that, the lower categories of the Elderly Balance Board type N test subjects showed, the higher the risk of falls became. Our results suggested that standing postural control test using the Elderly Balance Board type N may be a simple and easy-to-use clinical measure of functional balance level and useful for preventing recurrent falls.