

報告

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*

高倉 聡¹⁾ 大城 昌平^{2,4)} 中野 裕之³⁾
 穂山富太郎³⁾ 高橋 達也⁴⁾ 飯野 朋彦¹⁾

要旨

本研究は、高齢者用バランスボードN型 (BN) と、身体機能及び転倒既往の有無との関連を分析し、BNによるバランス機能と転倒リスクの評価の有用性を検討した。対象は、高齢者50名(平均年齢80.4 ± 7.7歳)であった。BNによるバランス機能評価結果は、BNの高さと保持できた時間によって4群 (Grade I～IV) に分類した。その他の身体機能評価は、Berg Balance Scale, 体幹筋力, 立ち上がり能力, 歩行スピードを測定した。また、過去6ヶ月の転倒歴の有無を問診した。BNによるバランス機能評価と年齢, 体幹筋力, BBS, 歩行スピード, 転倒歴に有意な関連があった。転倒歴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, Grade IV群 (BNによるバランス機能評価が最も低い群) は他の群と比較して, 転倒リスクのオッズ比が14.3 (95% CI: 1.47-138.6) であった。BNによるバランス機能評価は、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と思われた。

キーワード 高齢者用バランスボードN型, Berg Balance Scale, 転倒

はじめに

高齢者における転倒事故は、骨折などの身体障害や、生活能力の低下、廃用症候群を引き起こす。高齢者における歩行移動能力の確保は、本人の生活範囲や生活の質 (QOL) を維持する上で重要であるばかりでなく、要介護高齢者の増加の抑制という点で社会的なニーズでもある。超高齢化社会を迎えた現在、高齢期の転倒予防は重要な課題の一つである。

転倒の原因は極めて多因的¹⁾であり、多くの要因が複雑に関与しているが、なかでも、姿勢バランスは重要な要因の一つである。姿勢バランス機能の臨床的評価には、

重心動揺計, Berg Balance Scale (BBS), Functional Reach Test (FRT), Get Up & Go Test (GUG) などのバランス機能検査法が一般的に用いられている。これらの方法と日常生活動作の自立度, 歩行自立度, 他の身体機能評価との関連や転倒予測について報告されている²⁻⁶⁾。しかし、これらの評価法は、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ことが多い。そこで、我々は、高齢者用のバランスボードを試作し、日常の臨床の場で簡単に利用できるバランス評価法を開発した。また、このバランスボードを利用して、高齢者のバランス機能の向上と転倒防止を目的に、バランスエクササイズを実施している。本研究では、この高齢者用バランスボードN (Nagasaki) 型と身体機能および、転倒予測との関連を調べ、この高齢者用バランスボードが簡便なバランス機能と転倒リスクの評価に利用しうるかどうかを検討した。

対象と方法

1. 対象

対象は、デイケア目的にて当院及び関連施設である老人保健施設に定期的に通所する60歳以上の高齢者117名のうち、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

* The Relationship between Standing Postural Control Test Using the Balance Board and the Performance of Physical Function in the Elderly

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, Tomohiko Iino, RPT: Department of Rehabilitation, Shimizu Hospital
 2) 長崎大学医学部附属病院 理学療法部
 Shohei Ohgi, RPT: Department of Rehabilitation, Nagasaki University Hospital
 3) 同 医学部保健学科 理学療法学
 Hiroyuki Nakano, RPT, Tomitaro Akiyama, MD: Department of Physical Therapy, School of Health Science, Nagasaki University
 4) 同 医学部 衛生学
 Tatsuya Takahashi, MD: Department of Preventive Medicine & Health Promotion, Nagasaki University
 (受付日 2001年8月2日/受理日 2001年12月21日)

び高次脳機能系に明らかな疾患、障害のない者（脊柱アライメント不良による明らかなバランス能力低下の者を含む）とした。この条件を満たした63名の中から、追跡調査不可能であった13名を除き、協力が得られた50名を研究対象とした。研究対象者は、男性15名、女性35名、平均年齢80.4歳（標準偏差7.7）、平均身長150.0cm（標準偏差8.6）、平均体重49.7kg（標準偏差10.0）であった。

2. 方法

「高齢者用バランスボードN型」(Elderly Balance Board type N:BN)と、Berg Balance Scale (BBS)による2種類のバランス機能評価の関連、および、BNと他の身体運動機能との関連を調べた。これまでの研究でBBS得点を45点でカットオフ値として2分した場合、転倒との関連があるといわれている⁵⁾¹¹⁾。本研究でも、評価得点自体の他に、BBS得点を45点以上とそれ未満で分けた2群とBNとの関連を検討した。また、BNによるバランス機能評価と「過去6ヵ月間における転倒歴」の関連を調べた。

1) BNの概要と測定 (図1)

BN (プラスチック製) は、円盤 (実際使用するときの上面) の直径35.0 cm、床面からの高さ4.5 cm (重さ3.0 kg、曲率半径80 cm)、7 cm (重さ4.0 kg、曲率半径40 cm)、10 cm (重さ5.0 kg、曲率半径25 cm) の3種類のバランスボードで、小児用のバランスボードを高齢者用に改良したものである。測定方法は、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。立位姿勢においては、両上肢は体側に下垂し、足部の位置はバランス能力低下者にも立位保持できるように開脚位とした。測定手順は、平行棒内に置いたBN上に両上肢で平行棒を把持し、前方を向いて最も立位姿勢が安定する位置で静止させ、測定開始とともに立位姿勢を保持させた。BNの下には滑り止め用マット (ゴム製) を敷いた。被験者には、測定内容を理解してもらうため測定前にBNに乗ってもらい、1度試技を行った。測定は原則とし

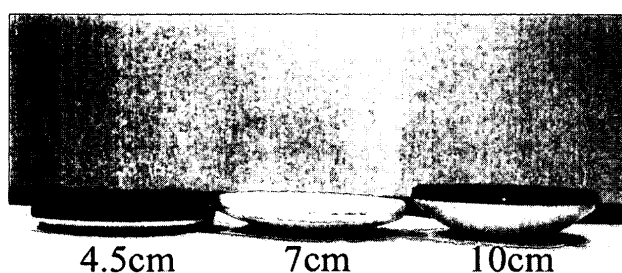


図1 バランスボードの種類

て裸足で行ったが、薄手の靴下等の着用は認められた。測定中は、被験者に可及的に静止姿勢を保持するように注意を促した。測定は低い高さのBNから順に行い、それぞれのBNの高さで30秒以上保持可能であれば、次の高さのBNで測定した。

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

2) BBSの概要と測定

BBSは、Bergら⁶⁾により、高齢者のバランス能力の評価を目的に開発された機能的評価法である。日常生活動作と関連のある次の14項目の検査から構成されている。すなわち、椅坐位から立位 (立ち上がり)、立位保持、坐位保持、立位から椅坐位、トランスファー、閉眼立位、閉脚立位、前方へのリーチ、床から物を拾う、肩越しに後方を見る、360度方向転換、台への足の挙上、タンデム立位、片足立ち、の14項目である。評定内容は動作によって異なり、その安全性、時間、距離の要素から、動作遂行不能の0点から自立または容易に課題が遂行できる場合の4点までの5段階で評定される。BBSの検査方法と評定は、Bergらに従った。評定は14項目全体を合計してその合計点を算出した。BBSによる最も高い得点は、56点である。

3) その他の身体運動機能の測定

運動能力の評価は、「体幹筋力」、「立ち上がり能力」、「10 m歩行スピード」を測定した。「体幹筋力」は、背筋・腹筋群の筋力をMMT (Manual Muscle Test) で評価し、Normal, Good, Fair, Poor及びそれ以下、の4段階に分類した。「立ち上がり能力」は、下肢筋力の指標として、床上座位および高さの異なるベンチから立位 (直立姿勢) までの立ち上がり動作の可否で測定した。評価基準は起立できたベンチの高さによって、0～5 cm、10～15 cm、25～30 cm、40 cm以上可能、の4段階に分類した。「10 m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、10 m自由歩行スピードと10 m最大歩行スピードの2項目を測定した。

4) 転倒歴

転倒歴の有無は、過去6ヶ月の転倒の有無を面接聞き取り調査で行った。調査対象は、本人のみからとし、転倒回数に関係なく1回でも転倒歴のある者は、転倒有りとした。調査で得られた「過去6ヵ月間における転倒歴」での転倒とは、Gibson⁷⁾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。

5) 統計学的解析方法

統計学的解析は、1) BNのグレードによって分類した4群について属性（年齢、身長、体重）、転倒歴の有無、BBS得点、10 m自由歩行スピード、10 m最大歩行スピード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、及び多重比較検定を行った。多重比較検定は、変数の分布に従って、正規分布に従う場合はBonferroniの方法を用い、また、正規分布に従わない場合には、Mann-Whitney U検定を繰り返し行いBonferroniの方法に準じて、有意水準として比較の組み合わせの数で除したものをを用いた。2) 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) BBS得点45点をカットオフしたBBSの2群とBNグレードとの関連を χ^2 検定によって調べた。4) 転倒歴とBNグレードとの関連についての χ^2 検定を行い、両者の関連を調べた。5) 転倒歴の有無（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。目的変数を転倒歴の有無とし、説明変数は年齢、性別、身長、体重、BNグレード（Grade IVとそれ以外）、体幹筋力（Good以上とFair以下の2段階のカテゴリー変数）、立ち上がり能力（0～15 cmと25～40 cm以上の2段階のカテゴリー変数）とした。BNグレードとBBS、BBSと10 m最大歩行スピード、10 m最大歩行スピードと10 m自由歩行スピードには、Spearman順位相関係数で、それぞれ $r = -0.65$ 、 $r = -0.68$ 、 $r = 0.90$ （いずれも $p < 0.01$ ）の強い相関関係があったため、多重共線性を考慮して、BBSと10 m最大歩行スピード及び10 m自由歩行スピードは説明変数には入れなかった。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%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グレードごとにみた対象者の属性および運動機能との関連を示した。BNグレードと男女の割合、身長、体重、体幹筋力、立ち上がり能力には有意差は認められなかった。しかし年齢、転倒経験者数、BBS、10 m自由歩行スピード、10 m最大歩行スピードでは各BNグレードとの間に分散分析、 χ^2 検定、Kruskal-Wallis検定で有意差が認められた。多重比較検定では、年齢でI群とIV群間（ $p < 0.01$ ）に、BBSでI群とIV群（ $p < 0.01$ ）、III群とIV群（ $p < 0.01$ ）に、10 m自由歩行速度でI群とIV群（ $p < 0.01$ ）のBNグレード間にそれぞれ有意差が認められた。

2. BNグレードとBBSおよび、運動機能との関連

BNグレードとBBSおよび、運動機能との関連を検討した。BNグレードとBBS（ $r = -0.69$ 、 $p < 0.01$ ）で、有意な負の相関が認められた。BNグレードと年齢で（ $r = 0.55$ 、 $p < 0.01$ ）、10 m自由歩行スピード（ $r = 0.40$ 、 $p < 0.01$ ）、10 m最大歩行スピード（ $r = 0.38$ 、 $p < 0.01$ ）には有意な正の相関が認められた。また、BNグレードと体幹筋力（ $\chi^2 = 17.73$ 、 $p < 0.05$ ）にも関連が認められた。

BBS得点を45点でカットオフした2群とBNグレードとの関連を見た場合、BBSが45点未満の全例がGrade IVであった。 χ^2 検定の結果、 $\chi^2 = 10.36$ （ $p < 0.05$ ）で有意であった（表2）。

3. BNグレードと転倒歴の関連

表3にBNグレードごとの転倒歴有り、および無し的人数を示した。 χ^2 検定の結果、 $\chi^2 = 8.65$ （ $p < 0.05$ ）で、BNグレードと転倒歴には有意な関連が認められた。その他に、転倒歴と有意な関連を示すものとしては、BBS（ $p < 0.01$ ）、10 m最大歩行スピード（ $p < 0.01$ ）、

表1 BNグレード別に見た各測定値

BN グレード	I	II	III	IV	p 値
総数 (男:女)	5 (1:4)	5 (2:3)	18 (4:14)	22 (8:14)	0.70 ^{a)}
年齢 (歳) ^{a)}	68.8 ± 6.6	77.2 ± 3.6	79.7 ± 6.8	84.4 ± 6.3	0.00 ^{d)}
身長 (cm) ^{a)}	156.3 ± 9.9	148.8 ± 10.9	149.4 ± 7.6	149.3 ± 8.7	0.38 ^{d)}
体重 (kg) ^{a)}	51.3 ± 9.9	51.8 ± 9.6	51.1 ± 9.2	47.6 ± 11.0	0.81 ^{d)}
転倒者数	0	0	2 (4%)	9 (18%)	0.03 ^{e)}
BBS (点) ^{b)}	54 (52-56)	51 (48-54)	52 (45-54)	46 (33-52)	0.00 ^{e)}
体幹筋力 ^{b)}	2 (1-3)	3 (1-4)	2 (2-4)	3 (2-4)	0.07 ^{e)}
立ち上がり能力 ^{b)}	2 (1-3)	2 (1-3)	3 (1-4)	3 (1-4)	0.22 ^{e)}
10m 自由歩行速度 (sec) ^{b)}	8.7 (6.8-11.1)	14.2 (12.8-15.8)	12.4 (7.8-37.8)	14.8 (9.3-28.5)	0.02 ^{e)}
10m 最大歩行速度 (sec) ^{b)}	7.4 (5.7-9.9)	12.2 (9.5-13.7)	8.6 (6.7-28.1)	12.2 (7.6-24.4)	0.03 ^{e)}

a)平均値 ± 標準偏差, b)中央値 (最小値 - 最大値), c) χ^2 検定, d)一元配置分散分析, e)Kruskal Wallis 検定.

表2 BNグレード別に見た転倒者数

BNグレード	Grade I	Grade II	Grade III	Grade IV
BBS45点以上	5	5	18	15
BBS45点未満	0	0	0	7

* $p < 0.05$ (χ^2 検定).

表3 BNグレード別に見た転倒者数

BNグレード	Grade I	Grade II	Grade III	Grade IV
転倒無し	5	5	16	13
転倒有り	0	0	2	9

* $p < 0.05$ (χ^2 検定).

表4 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

BNグレード	OR	95%CI	p値
年齢(歳)	0.93	0.8 ~ 1.07	0.29
性別	0.18	0.02 ~ 2.07	0.17
身長(cm)	1.04	0.91 ~ 1.20	0.55
体重(kg)	0.92	0.82 ~ 1.03	0.15
体幹筋力(2段階)	5.66	0.55 ~ 58.65	0.15
立ち上がり能力(2段階)	3.14	0.45 ~ 21.79	0.25
BNグレード(GradeIVとそれ以外)	14.26	1.47 ~ 138.56	0.02

OR: オッズ比 (OR: Odds Ratio).

95%信頼区間 (CI: Confidence Interval).

10 m自由歩行スピード ($p < 0.01$) であった。転倒歴が有る場合、BBS値が低く、歩行スピードが遅かった。

4. 転倒歴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4に転倒歴の有無によるロジスティック回帰分析の結果を示した。説明変数の年齢、性別、身長、体重、体幹筋力、立ち上がり能力、BNグレードのうち、BNグレードのオッズ比が有意で、14.3 (95%信頼区間 1.47-138.6) であった。すなわち、Grade IVの者の転倒リスクは、その他のGradeと比較して、約14.3倍であった。

考 察

BNグレードとBBSとの単相関分析では、有意な負の相関が認められた。これは、BNのグレードが高くなる (Grade Iに近くなり、BNによるバランス機能評価が高くなる) とBBSによるバランス機能評価も高くなることを示している。近年バランス能力評価としてBBSを用いることの有用性を示す研究が多く報告されているが⁸⁻¹⁰⁾、BNにBBSとの関連がみられたということは、BNが高齢者のバランス機能評価としての有用性を持つ可能性を示唆していると思われた。BBSと転倒との関係については、BBSの得点が56点中45点以下の被検者は、12ヵ月以内に何らかの転倒の危険性があるというBergら⁵⁾の報告や、Thorbahnら¹¹⁾による45点のカッ

トオフ値が転倒予測に有効であるとする報告がある。今回の我々の研究でも、BBSの得点を45点以上と未満で分けた場合、BBSが45点未満の対象者の全例がBNグレードIVであり、また、BNグレードの低い群 (Grade IIIやIV) に過去6ヵ月間の転倒経験者が、有意に多かった。これは、前述のBergら、Thorbahnらの報告と一致している。このことから、BNグレードが転倒のリスクを示唆すると考えられた。

転倒歴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Grade IVの場合、それ以外の群と比較して、転倒リスクが14.3倍高くなるという結果であった。これは、BNによるバランス機能評価が転倒ハイリスク者のスクリーニングとして臨床応用することができることを示唆している。BNグレードが低くなる (Grade IVに近くなる) に従い、高齢者のバランス機能は低下し、それに伴って転倒のリスクが高くなる。このように、BNグレードはADLや移動動作時の注意や歩行補助具の必要性などについて検討する一つの示唆を与えるものと思われた。

BNと他の運動機能との関連では、10 m自由歩行スピードや10 m最大歩行スピードとの間に有意な正の相関が認められ、BNによるバランス機能評価が低くなると歩行スピードが遅くなった。歩行とバランス機能との関連では、歩行速度と歩行率、重心動揺距離の間および歩行率と重心動揺距離との間に有意な相関があり、重心動揺距離の大きいことが歩行速度と歩行率の低下に関連す

ると報告されている¹²⁾。すなわち、バランス機能の低下が歩行率の減少をもたらし、それが歩行速度の低下につながると考えられる。

一方、転倒と下肢の各筋力の関連が報告されているが¹³⁾¹⁴⁾、本研究で用いた立ち上がり能力とBNグレードには関連はみられなかった。本研究では、下肢筋力の指標を高さの異なるベンチからの立ち上がり動作によって、下肢全体の筋力を評価したのに対して、バランスボード上の姿勢調節機能は、このような筋力よりもむしろ、足関節底屈・背屈の筋力、及び筋収縮の協調運動能力や神経-筋系の反応性の要素が反映しやすいためと考えられる。

今後は、高齢者のBNによるバランス機能と日常生活の活動性、精神機能などとの関連、さらに、BNのバランスエクササイズへの利用効果についても検討する。

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) Duncan PW, Weiner DK, *et al.*: Functional reach: a new clinical measure of balance. J Gerontol 45(6): M192-197, 1990.
- 3) Duncan PW, Studenski S, *et al.*: Functional reach: predictive validity in a sample of elderly male veterans. J Gerontol 47(3): M93-98, 1992.
- 4) Mathias S, Nayak US, *et al.*: Balance in elderly patients: the "get-up and go" test. Arch Phys Med Rehabil 67(6): 387-389, 1986.
- 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) 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.
- 8) 笠原岳人, 菅原道俊・他: 高齢者のバランス能力と移動手段の選択—Berg Balance Scaleを用いて—理学療法学 27 (学会特別号): 236, 2000.
- 9) 丹羽義明: 脳卒中片麻痺患者のバランス評価における Berg Balance Scaleの有用性—最大歩行速度との関連性について—. 理学療法学 27 (学会特別号):237, 2000.
- 10) 望月 久, 峯島孝雄: 姿勢安定度評価指数と歩行能力の関連性. 理学療法学 27 (学会特別号): 237, 2000.
- 11) Thorbahn LD, Newton RA: Use of the Berg Balance Test to predict falls in elderly persons. Phys Ther 76(6): 576-583, 584-585, 1996.
- 12) 伊東 元, 長崎 浩・他: 健常老年者における最大歩行速度低下の決定因—重心動揺と歩行率の関連—. 理学療法学 17(2): 123-125, 1990.
- 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.

〈Abstract〉

The Relationship between Standing Postural Control Test Using the Balance Board and the Performance of Physical Function in the Elderly

Satoshi TAKAKURA, RPT, Tomohiko IINO, RPT

Department of Rehabilitation, Shimizu Hospital

Shohei OHGI, RPT

Department of Rehabilitation, Nagasaki University Hospital

Hiroyuki NAKANO, RPT, Tomitaro AKIYAMA, MD

Department of Physical Therapy, School of Health Science, Nagasaki University

Tatsuya TAKAHASHI, MD

Department of Preventive Medicine & Health Promotion, Nagasaki University

The purpose of this study was to examine the relationship between standing postural control test using the Balance Board and performance of physical function in the elderly, and to determine whether it could be used to predict an elderly person's risk of falling. The study included 50 elderly subjects average aged 80.4 (SD; 7.7) years. Standing postural control test using the Balance Board 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. Performance of physical function was assessed by the Berg Balance Scale, trunk muscle strength, lower-extremity muscle strength, walking speed (using a high-speed and moderate-speed) and histories of falls. Statistical analysis revealed that the standing postural control test using the Balance Board was significantly correlated with age, Berg Balance Scale, trunk muscle strength, walking speed and histories of falls. Analysis using logistic regression revealed that of the elderly classified into category IV, the adjusted odds ratio (OR) of having falls was 14.3 (95% CI 1.47-138.6), compared with the elderly in the other groups. Standing postural control test using the Balance Board may be a simple and easy-to-use clinical measure of balance functional level and that has validity in preventing recurrent falls.