回復期リハビリテーション病棟入院患者における Balance Evaluation Systems Test (BESTest), Mini- BESTest, Brief-BESTest の歩行自立判定の精度の検討

*Accuracies of the Balance Evaluation Systems Test (BESTest), Mini-BESTest, and
Brief-BESTest in Discriminating the Ambulatory Independence of Patients
in a Convalescence Rehabilitation Ward*

長谷川 智^{1,2)} 幸地 大州¹⁾ 臼田 滋²⁾

SATOSHI HASEGAWA, RPT^{1,2)}, HIROKUNI KOUCHI, RPT¹⁾, SHIGERU USUDA, MD²⁾

¹⁾ Public Nanokaichi Hospital: 643 Nanokaichi, Tomioka-shi, Gunma 370-2343, Japan TEL +81 274-62-5100
E-mail: hase9281987@gmail.com

²⁾ Gunma University Graduate School of Health Sciences

Rigakuryoho Kagaku 32(4): 477-481, 2017. Submitted Jan. 23, 2017. Accepted Mar. 11, 2017.

ABSTRACT: [Purpose] The present study determined the cutoff values of the Balance Evaluation Systems Test (BESTest), Mini-BESTest, and Brief-BESTest for discriminating ambulatory independence, and compared the accuracy of the three cutoff values for patients in a convalescence rehabilitation ward. [Subjects and Methods] Sixty-nine patients in a convalescence rehabilitation ward were assessed using the BESTest, Mini-BESTest, and Brief-BESTest, and cutoff values were calculated for discriminating their ambulatory independence. [Results] The cutoff values for ambulatory independence determined using the BESTest, Mini-BESTest, and Brief-BESTest were 72% (area under the curve, AUC: 0.90; sensitivity, 87.9%; specificity, 88.9%), 18/28 (AUC, 0.84; sensitivity, 85.7%; specificity, 78.1%), and 14/24 (AUC, 0.85; sensitivity, 85.7%; specificity, 78.1%) points, respectively. [Conclusion] All the tests discriminated ambulatory independence with equal accuracy.

Key words: convalescence rehabilitation ward, Balance Evaluation Systems Test, gait

要旨: [目的] 回復期リハビリテーション (以下, リハ) 病棟入院患者における歩行自立判定のための Balance Evaluation Systems Test (以下, BESTest), Mini-BESTest, Brief-BESTest の精度の検討を行うこと. [対象と方法] 入院患者 69 名を対象に歩行自立判定のための各 BESTest のカットオフ値を算出した. [結果] BESTest 72% (AUC 0.90, 感度 87.9%, 特異度 88.9%), Mini-BESTest 18/28 点 (AUC 0.84, 感度 85.7%, 特異度 78.1%), Brief-BESTest 14/24 点 (AUC 0.85, 感度 85.7%, 特異度 78.1%) であった. [結語] 各 BESTest はいずれも歩行自立判定における精度が高かった.

キーワード: 回復期リハビリテーション病棟, Balance Evaluation Systems Test, 歩行

¹⁾ 公立七日市病院 リハビリテーション部: 群馬県富岡市七日市 643 (〒370-2343) TEL 0274-62-5100

²⁾ 群馬大学大学院 保健学研究科

I. はじめに

回復期リハビリテーション（以下、リハ）病棟にて家庭復帰を目指す入院患者において病棟生活でより早期に高い歩行能力を獲得することは重要である¹⁻³⁾。一方で、転倒は身体機能の悪化を引き起こし日常生活活動（activities of daily living：以下、ADL）、Quality of Life（以下、QOL）の著しい低下につながりうるものであり、最も避けるべき事態の一つと言える⁴⁾。そのため、入院患者における歩行自立の判定は多面的評価に基づいた慎重な判断が必要と言える。回復期リハ病棟入院患者における歩行自立の判定においては、これまでに脳血管疾患後片麻痺者を対象に Berg Balance Scale（以下、BBS）を用いたカットオフ値の検討がなされており、その精度は高い（感度 87.0%，特異度 100%，Area Under the Curve：以下、AUC 0.98）ことが示されている⁵⁾。

Balance Evaluation Systems Test（以下、BESTest）は、運動は多くのシステムが密接に関連、作用し合うことで制御されるとする運動制御理論であるシステム理論に基づいて考案された多面的なバランス評価指標である⁶⁾。BESTest はバランス機能に関わる 6 種類のセクションから構成されている（表 1）。6 種類のセクションとはⅠ．生体力学的制限、Ⅱ．安定性限界／垂直性、Ⅲ．予測姿勢制御、Ⅳ．姿勢反応、Ⅴ．感覚適応、Ⅵ．歩行安定性である。一方で、BESTest は項目数が多く評価に時間を要することから 2 種類のショートバージョンが作成され

ている。Mini-BESTest は動的バランス機能に特化した評価を目的として作成されており、BESTest のセクションⅠ、Ⅱが削除され、セクションⅢ～Ⅵの 4 セクションから選出された 14 項目から構成されている（表 1）⁷⁾。Brief-BESTest はオリジナルの BESTest と同様に 6 種類のセクションで評価する側面を反映したショートバージョンであり、6 セクションから各 1 項目が選出され、6 項目 8 テストで構成されている（表 1）⁸⁾。BESTest、Mini-BESTest、Brief-BESTest はいずれも信頼性、妥当性に優れていることが示されている⁶⁻¹³⁾。3 種類の BESTest と歩行能力との関連性については、パーキンソン病者や地域在住の脳卒中者を対象とした転倒の有無の識別に関する検討がなされており、いずれもその精度は高い（感度 38～100%，特異度 39～95%，AUC 0.64～0.89）と報告されている^{10-12,14,15)}。しかし、本邦における回復期リハ病棟入院患者を対象とした検討や歩行自立判定に関する検討はなされていない。

本研究の目的は回復期リハ病棟入院患者における歩行自立判定のための BESTest、Mini-BESTest、Brief-BESTest のカットオフ値の精度を検討し、3 種類の BESTest の精度を比較することである。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は回復期リハ病棟の入院患者で研究への参加に同

表 1 Balance Evaluation Systems Test (BESTest), Mini-BESTest, Brief-BESTest のテスト項目

BESTest	M	B	BESTest	M	B
Ⅰ．生体力学的制限			Ⅳ．姿勢反応		
1. 支持基底面			14. 定位置での反応 - 前方		
2. 体重心とアライメント			15. 定位置での反応 - 後方		
3. 足関節の筋力と可動域			16. 代償的な修正ステップ - 前方	○	
4. 股関節／体幹の側方筋力		○	17. 代償的な修正ステップ - 後方	○	
5. 床での立ち座り			18. 代償的な修正ステップ - 側方	○	○
Ⅱ．安定性限界／垂直性			Ⅴ．感覚適応		
6. 垂直座位と側方傾斜			19. バランスのための感覚統合 *	○	○
7. FRT - 前方		○	20. 傾斜面 - 閉眼	○	
8. FRT - 側方			Ⅵ．歩行安定性		
Ⅲ．予測姿勢制御			21. 平地歩行		
9. 立ち上がり	○		22. 歩行速度の変化	○	
10. つま先立ち	○		23. 歩行中の頭部水平回旋	○	
11. 片脚立位	○	○	24. 歩行でのピボットターン	○	
12. 段差への交互ステップ			25. 障害物またぎ	○	
13. 立位での上肢挙上			26. TUG		
			27. TUG with Dual Task	○	○

*：BESTest は固い床面上での開眼・閉眼条件、マット上での開眼・閉眼条件の計 4 条件。Mini-BESTest は固い床面上での開眼条件、マット上での閉眼条件の 2 条件。Brief-BESTest はマット上での閉眼条件。
M：Mini-BESTest の該当項目、B：Brief-BESTest の該当項目、FRT：Functional Reach Test、TUG：Timed Up and Go test.

意の得られた者のうち、退院時に人的介助を要さず、杖なし歩行、あるいは杖歩行が連続 6 m 以上可能であった 69 名（平均年齢 76.8 ± 10.1 歳、男性 26 名、女性 43 名、運動器疾患 39 名、脳血管疾患 27 名、廃用症候群 3 名）とした。強い疼痛や耐久性低下により研究への参加が過度な負担になるもの、認知機能低下や高次脳機能障害などにより本研究の趣旨の理解が困難なもの、急変などの理由で転棟、または転院となったものは除外とした。

本研究は公立七日市病院倫理委員会の審査のもと承認を得て実施した。対象者には事前に紙面と口頭にて十分な説明を行い、同意書への署名を得た上で研究の対象とした。

2. 方法

測定は対象者の退院前 2 週間以内に実施した。検者は 2 名とし、事前に BESTest の検査内容や採点基準について十分な話し合いを行った。測定項目は下肢筋力¹⁶⁾、BBS¹⁷⁾、BESTest⁶⁾、Mini-BESTest⁷⁾、Brief-BESTest⁸⁾、10 m 最大歩行時間（Maximum Walking Time：以下、MWT）¹⁸⁾、歩行自立度⁵⁾、Functional Independence Measure（以下、FIM）¹⁹⁾とした。脳卒中者は上記項目に加えて Stroke Impairment Assessment Set（以下、SIAS）の下肢感覚項目^{19,20)}、下肢 Brunnstrom Recovery Stage（以下、BRS）²¹⁾を測定した。

下肢筋力は加藤ら¹⁶⁾の方法を参考に等尺性膝関節伸展筋力を Hand Held Dynamometer（以下、HHD）と固定用のベルトを用いて測定した。HHD は徒手筋力測定器（ μ Tas F-1、アニマ社製）を使用した。測定姿勢は端座位とし、座面高が可変式のベッドを使用して両足底が床から離れるように座面高を調整した。HHD のセンサーパッドを下腿遠位部に当て、ベルトでベッドの脚と固定した。ベルトは下腿が床と垂直になるように長さを調節した。また、体幹は垂直位を保つように指示し、両上肢は体幹前方で組ませた。約 3 秒間の最大努力による膝伸展運動を左右各 2 回行わせ、計 4 回の中の最大値を代表値とした。測定値は体重で除して標準化した。

BESTest は 6 セクション 27 項目で構成され、左右などを含めると 36 テストが含まれる。各テストはパフォーマンス最低を示す 0 点からパフォーマンス最高を示す 3 点の 4 段階順序尺度で採点される。各セクションは 3～7 項目で構成され、セクションの合計点は 15 点～21 点とセクションにより異なる。全セクションの合計点は 108 点満点となる。各セクション、および全セクションの合計点は各満点で除して得点率を算出して用いる⁶⁾。Mini-BESTest は 14 項目で構成される。各テストは 0 から 2 点の 3 段階順序尺度で採点され、左右がある項目は低い方の得点が採用され 28 点満点となる⁷⁾。Brief-BESTest は 6 セクション 6 項目で構成され、左右を含めると 8 テストが含まれる。各テストは 0 から 3

点の 4 段階順序尺度で採点され、24 点満点となる⁸⁾。本研究において Mini-BESTest、Brief-BESTest の測定値は BESTest の測定結果より換算して使用した。

歩行自立度は退院時の病棟生活で実際にしている ADL を評価し、歩行自立している者を歩行自立群、歩行自立していない者を歩行非自立群とした。本研究における歩行自立とは歩行補助具の使用を問わずに病棟内全範囲を歩行自立している状態とし、病棟内の一部分のみを歩行自立している状態や、歩行に監視や介助を要する状態は非自立として扱った。

統計的解析は歩行自立群と歩行非自立群の各項目の比較を、年齢、下肢筋力、BBS、BESTest、Mini-BESTest、Brief-BESTest、FIM は 2 標本 t 検定を用いて、BRS、SIAS 感覚項目は Mann-Whitney の U 検定を用いて、性別は χ^2 独立性の検定を用いて行った。また、歩行自立判定のためのカットオフ値の算出においては歩行自立の可否で歩行自立群と歩行非自立群に群分けし、BBS、BESTest、Mini-BESTest、Brief-BESTest についての Receiver Operating Characteristic Curve（以下、ROC 曲線）から Youden Index（感度 + 特異度 - 1）を使用して求めた。また、ROC 曲線の曲線下面積 AUC を算出した。各解析は IBM SPSS statistics version19 を使用し、有意水準は 5% とした。

III. 結 果

歩行自立群は 33 名（運動器疾患 20 名、脳血管疾患 11 名、廃用症候群 2 名）、歩行非自立群は 36 名（運動器疾患 19 名、脳血管疾患 16 名、廃用症候群 1 名）であった。歩行自立群は歩行非自立群に比較して有意に年齢が若く、下肢筋力、4 つのバランス評価指標の得点、FIM の得点が有意に高かった（表 2）。脳卒中者において歩行自立群と歩行非自立群で BRS、下肢感覚に有意差を認めなかった。

歩行自立判定のためのカットオフ値は BBS 55 / 56 点、BESTest 72%，Mini-BESTest 18 / 28 点、Brief-BESTest 14 / 24 点であった（表 3）。AUC は BESTest（0.899）が最も高く、BBS（0.828）が最も低かった。感度は BBS（95.5%）が最も高く、Mini-BESTest と Brief-BESTest（共に 85.7%）が最も低かった。特異度は BESTest（88.9%）が最も高く、BBS（74.5%）が最も低かった。

IV. 考 察

歩行能力に関する BBS、BESTest、Mini-BESTest、Brief-BESTest のカットオフ値はこれまでに多々検討されており、パーキンソン病者を対象とした転倒の有無の識別においては BBS 47 点（AUC 0.79、感度 72%、特

表2 歩行自立群と歩行非自立群の基本項目、および測定結果

	全体 (n=69)	自立群 (n=33)	非自立群 (n=36)
年齢 (歳) [#]	76.8 ± 10.1	74.1 ± 10.3	79.3 ± 9.3*
性別 (人; 男/女)	26 / 43	13 / 20	13 / 23
下肢筋力 (%) [#]	36.2 ± 14.0	41.4 ± 11.2	32.2 ± 13.8**
下肢 BRS (人; Ⅲ/Ⅳ/Ⅴ/Ⅵ) [†]	1 / 3 / 11 / 12	0 / 0 / 4 / 7	1 / 3 / 7 / 5*
下肢表在感覚 (人; 0 / 1 / 2 / 3) [†]	1 / 2 / 5 / 20	1 / 0 / 3 / 8	0 / 2 / 2 / 12
下肢深部感覚 (人; 0 / 1 / 2 / 3) [†]	1 / 0 / 9 / 18	1 / 0 / 3 / 8	0 / 0 / 6 / 10
BBS (点) [#]	49.8 ± 6.1	53.2 ± 4.1	46.7 ± 6.1**
BESTest (%) [#]	69.6 ± 17.1	81.3 ± 12.3	58.9 ± 13.6**
Mini-BESTest (点) [#]	15.1 ± 6.1	18.8 ± 5.1	11.7 ± 5.0**
Brief-BESTest (点) [#]	12.3 ± 6.0	16.2 ± 5.5	8.8 ± 4.2**
FIM (点) [#]	105.5 ± 12.5	113.8 ± 6.3	98.1 ± 11.8**

性別, 下肢 BRS, 下肢表在感覚, 下肢深部感覚のみ (人), その他は平均値 ± 標準偏差. BRS: Brunnstrom Recovery Stage, BBS: Berg Balance Scale, BESTest: Balance Evaluation Systems Test, FIM: Functional Independence Measure. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$. #: 2 標本 t 検定, †: Mann-Whitney の U 検定 (全体: $n = 27$, 自立群: $n = 11$, 非自立群: $n = 16$), 性別: χ^2 独立性の検定.

表3 各バランス評価指標の歩行自立判定のためのカットオフ値

	カットオフ値	AUC	感度 (%)	特異度 (%)
BESTest	72%	0.899	87.9	88.9
Mini-BESTest	18 点	0.841	85.7	78.1
Brief-BESTest	14 点	0.847	85.7	78.1
BBS	55 点	0.828	95.5	74.5

AUC: Area Under the Curve, その他略称は表2と同様.

異度 75%)¹⁰⁾, BESTest69% (AUC 0.68~0.89, 感度 46~93%, 特異度 74~84%)¹⁰⁻¹²⁾, Mini-BESTest 19~20 点 (AUC 0.75~0.87, 感度 62~88%, 特異度 67~78%)^{11,12,14)}, Brief-BESTest 11 点 (AUC 0.76~0.88, 感度 53~76%, 特異度 84~93%)¹²⁾であったとの報告がある. 本研究における歩行自立判定のための4つのバランス評価指標のカットオフ値は AUC 0.828~0.899, 感度 85.7~95.5%, 特異度 74.5~88.9%となっており, その精度はいずれも高いと考える. また, 回復期リハ病棟における歩行自立判定のためのカットオフ値は BBS 45.5 点とする報告がある⁹⁾. また, 地域在住脳卒中者を対象とした転倒の有無の識別に関するカットオフ値の検討では BBS 50.5 / 56 点とする報告がある¹⁵⁾. 本研究におけるカットオフ値は BBS 55 点となっており, 先行研究に比較して高い. これは本研究の歩行自立の定義に病棟内全範囲を自立していることという範囲の条件を設定したことで歩行自立の難易度が高くなったためである. 実際に本研究における歩行非自立群には病棟内を部分的に歩行自立している者を7割以上含んでいる. つ

まり, 本研究の対象者は歩行非自立群も含めて歩行能力の高い集団であった. これは測定が在宅復帰を目前とした退院前に実施されたこと, 取り込み基準として歩行能力に一定の基準を設けたことが影響していると考えられる. したがって, 本研究で得られたカットオフ値はベッド周囲の狭い範囲における歩行自立ではなく, ある程度広範囲における歩行自立を判定する際に適応することが望ましい. これは退院後の生活範囲を屋内レベルとするか, 屋外歩行自立レベルとするかなど, 退院後の生活指導場面へ応用できる可能性を有していると考える.

BBS はカットオフ値が 55 点であることから歩行自立群において BBS は天井効果を生じやすいことが予想される. その点で BESTest, Mini-BESTest, Brief-BESTest は BBS に比較して歩行能力の高い対象者においても天井効果が生じにくいことが示唆された. これは, BESTest は BBS よりも天井効果を生じにくいとする篠原ら⁹⁾の報告とも一致しており, BESTest, Mini-BESTest, Brief-BESTest は歩行能力の高い対象者におけるバランス障害を検出する能力が BBS よりも高いと言える.

本研究において BESTest, Mini-BESTest, Brief-BESTest を比較すると歩行自立判定のためのカットオフ値において AUC, 感度, 特異度のいずれも BESTest が最も高く, カットオフ値の精度は優れていた. しかし, Mini-BESTest, Brief-BESTest も AUC, 感度, 特異度ともに過去の検討と比較しても優れた精度を有しており, BESTest に比較して項目数が少ないことから, より効率的な評価が可能である.

本研究の限界は対象者が杖歩行監視レベル以上の能力を有した歩行能力の高い集団であったことから, カット

オフ値を適用させるには歩行能力による対象者の選定が必要となることである。また、本研究は対象者の疾患特性を考慮していないため、今後は疾患別にカットオフ値の算出とその精度の検討を行っていく必要がある。

回復期リハ病棟入院患者を対象に歩行自立を判定するための BESTest, Mini-BESTest, Brief-BESTest のカットオフ値を検討した。カットオフ値はそれぞれ BBS 55/56 点, BESTest 72 %, Mini-BESTest 18/28 点, Brief-BESTest 14/24 点であった。4 指標とも AUC, 感度, 特異度ともに高い値を示し、カットオフ値の精度は高かった。BESTest, Mini-BESTest, Brief-BESTest を比較すると AUC, 感度, 特異度ともに BESTest が最も高く歩行自立を判定するためのカットオフ値としては精度が高いが、Mini-BESTest, Brief-BESTest もカットオフ値の精度も BESTest と同等に高く、時間的な効率性は BESTest に比較して優れている。本研究のカットオフ値は歩行能力が一定以上の水準に達している集団に限定されており、適応していくには注意が必要である。今後は疾患特性を考慮すること、より幅広い能力の対象者に適応できるカットオフ値を検討することが必要である。

引用文献

- 濱田和美, 平原寛隆, 入江将考・他: 大腿骨近位部骨折患者の術後早期運動能力と自宅復帰について. 理学療法学, 2007, 34: 273-276.
- 白井智裕, 竹内幸子, 福田憲子・他: 大腿骨近位部骨折症例における予後予測. 理学療法科学, 2015, 30: 213-217.
- 佐藤淳史, 藤田貴昭, 山本優一・他: 脳卒中患者における運動機能評価と日常生活動作評価との関連性. 理学療法科学, 2014, 29: 721-724.
- 加藤龍一, 高城智圭, 櫻井尚子・他: 地域在住高齢者の転倒の関連要因と3年後の生存. 日本公衆衛生雑誌, 2012, 59: 305-314.
- 北地 雄, 原 辰成, 佐藤優史・他: 回復期リハビリテーション病棟に入院中の脳血管疾患後片麻痺を対象とした歩行自立判断のためのパフォーマンステストのカットオフ値. 理学療法学, 2011, 38: 481-488.
- Horak FB, Wrisley DM, Frank J: The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to differentiate balance deficits. Phys Ther, 2009, 89: 484-498.
- Franchignoni F, Horak F, Godi M, et al.: Using psychometric techniques to improve the Balance Evaluation Systems Test: The mini-BESTest. J Rehabil Med, 2010, 42: 323-331.
- Padgett PK, Jacobs JV, Kasser SL: Is the BESTest at its best? A suggested brief version based on interrater reliability, validity, internal consistency, and theoretical construct. Phys Ther, 2012, 92: 1197-1207.
- 篠原智行, 宮田一弘, 大谷知浩・他: Balance Evaluation Systems Test (BESTest) の信頼性と妥当性の検討. 理学療法科学, 2011, 26: 381-385.
- Leddy AL, Crowner BE, Earhart GM: Functional gait assessment and balance evaluation system test: reliability, validity, sensitivity, and specificity for identifying individuals with Parkinson disease who fall. Phys Ther, 2011, 91: 102-113.
- Leddy AL, Crowner BE, Earhart GM: Utility of the Mini-BESTest, BESTest, and BESTest sections for balance assessments in individuals with Parkinson disease. J Neurol Phys Ther, 2011, 35: 90-97.
- Duncan RP, Leddy AL, Cavanaugh JT, et al.: Comparative utility of the BESTest, mini-BESTest, and brief-BESTest for predicting falls in individuals with Parkinson disease: A cohort study. Phys Ther, 2013, 93: 542-550.
- Chinsongkram B, Chaikere N, Saengsirisuwan V, et al.: Reliability and validity of the Balance Evaluation Systems Test (BESTest) in people with subacute stroke. Phys Ther, 2014, 94: 1632-1643.
- Mak MK, Auyeung MM: The mini-BESTest can predict parkinsonian recurrent fallers: A 6-month prospective study. J Rehabil Med, 2013, 45: 565-571.
- Tsang CS, Liao LR, Chung RC, et al.: Psychometric properties of the Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) in community-dwelling individuals with chronic stroke. Phys Ther, 2013, 93: 1102-1115.
- 加藤宗規, 山崎裕司, 終 幸伸・他: ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性膝伸展筋力の測定. 総合リハビリテーション, 2001, 29: 1047-1050.
- Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI, et al.: Measuring balance in the elderly: Preliminary development of an instrument. Phys Cana, 1989, 41: 304-311.
- 諸橋 勇, 半田健壽: 最大歩行速度. 臨床評価指標入門. 内山 靖(編), 協同医書出版社, 東京, 2006, pp127-133.
- 千野直一, 里宇明元, 園田 茂・他: 脳卒中患者の機能評価—SIAS と FIM の実際. シュプリンガー・フェアラーク東京, 東京, 2004, pp17-38.
- 園田 茂: 脳卒中片麻痺患者の機能評価法 Stroke Impairment Assessment Set (SIAS) の信頼性および妥当性の検討 (2) — 体幹, 高次脳機能, 感覚項目, 帰結予後—. リハビリテーション医学, 1995, 32: 123-131.
- 吉元洋一: Brunnstrom Recovery Stage (BS または BRS). 臨床評価指標入門. 内山 靖(編), 協同医書出版, 東京, 2006, pp55-59.