

通所リハビリテーションを利用する高齢者における Brief-Balance Evaluation Systems Testと 転倒歴との関連についての検討

Relationships Between the Brief-Balance Evaluation Systems Test and History of Falls of Elderly Individuals Attending Community Day-care Centers

岩本英了^{1) 3)}、土屋謙仕²⁾、星野太一⁴⁾、狩野あゆみ¹⁾、
澤内裕樹¹⁾、茂木千夏³⁾、中島洋巳¹⁾、木村典子³⁾

Hideaki Iwamoto^{1) 3)}, Kenji Tsuchiya²⁾, Taichi Hoshino⁴⁾, Ayumi Kanou¹⁾,
Yuuki Sawauchi¹⁾, Chinatsu Motegi³⁾, Hiromi Nakajima¹⁾, Noriko Kimura³⁾

要旨:【目的】通所リハビリテーション(通所リハ)の利用高齢者を対象に、Brief-Balance Evaluation Systems Test (Brief-BESTest)と転倒歴との関連性を検討した。【方法】研究デザインは横断研究である。対象は、通所リハ利用者30名とした。開始時にBrief-BESTestの測定と過去1年間の転倒歴の聴取を行った。解析は、Brief-BESTest合計点について、全対象者の転倒群と非転倒群を比較し、さらに対象者をBrief-BESTestの床効果の影響が無い者に限定し、比較した。【結果】Brief-BESTest合計点において、全対象者では差が認められなかった。しかし、床効果の影響が無い対象者では、非転倒群に対して転倒群の点数が有意に低かった($p=0.03$)。【結論】床効果の影響を排除した通所リハ利用者において、Brief-BESTestの合計点と転倒歴との関連が示唆された。
キーワード: 通所リハビリテーション・転倒・バランス

- 1) JCHO群馬中央病院附属介護老人保健施設
〒371-0025 群馬県前橋市紅雲町1丁目7-13
JCHO Gunma Chuo Hospital Long-Term Care Health Facility
1-7-13, Kouun-cho, Maebashi-shi, Gunma, 371-0025, Japan
- 2) 長野保健医療大学 保健科学部 リハビリテーション学科
〒381-2227 長野県長野市川中島町今井原11-1
Department of Rehabilitation, Faculty of Health Sciences, Nagano University of Health and Medicine
11-1 Imahara, Kawanakajima-machi, Nagano-shi, Nagano 381-2227, Japan
- 3) JCHO群馬中央病院 リハビリテーション部
〒371-0025 群馬県前橋市紅雲町1丁目7-13
Department of Rehabilitation, JCHO Gunma Chuo Hospital
1-7-13, Kouun-cho, Maebashi-shi, Gunma, 371-0025, Japan
- 4) JCHO埼玉メディカルセンター リハビリテーション科
〒330-0074 埼玉県さいたま市浦和区北浦和4-9-3
Department of Rehabilitation, JCHO Saitama Medical Center
4-9-3 Kitaurawa, Urawa-ku, Saitama-shi, Saitama, 330-0074, Japan

(受付日 2025年5月7日/受理日2025年7月29日)

I. 目的

高齢者における転倒及び骨折は、歩行障害、施設入所、死亡と強く関連し¹⁾、Quality of Lifeの低下を招く。通所リハビリテーション（通所リハ）を利用する高齢者を対象にした先行研究では、年間の転倒発生率が58.3%という報告もあり²⁾、通所リハ利用者における転倒予防は社会的にも大きな意義がある。転倒危険因子を調べた研究では、身体機能の要因としてバランス障害や歩行障害で転倒の危険性は約3倍上昇するとされている³⁾。地域在住高齢者と老人ホームに入居している高齢者を対象とした、転倒予防に関するシステマティックレビューにおいては、転倒予防にはバランス練習が効果的であると強く示されている⁴⁾。これらから、通所リハ利用者の転倒予防としてバランスに着目することが重要である。

臨床におけるバランス機能の評価としては、TUG (Timed Up and Go test)⁵⁾、FRT (Functional Reach Test)⁶⁾ のような単一課題によるものや、Berg Balance Scale (BBS)⁷⁾ のように複数課題からなるものなどがあり、高齢者における転倒との関連も報告されている⁸⁾。一方でこれらの評価法は、バランス機能のどの部分に問題があるかを示すことが困難であり、治療アプローチを立案する上では参考にしにくいなどの問題点も指摘されている⁹⁾。Shumway-cookら¹⁰⁾ は、バランスを「身体質量中心の鉛直投影点である重心を基底面に対して相対的に制御すること」としており、その制御には筋骨格系要素、神経筋協同収縮系、個々の感覚系、感覚戦略、予測機構、適応機構、内部表象などの多数のシステムによる複雑な相互交流が必要と述べている。これらを受けて、Horakら¹¹⁾ は運動制御理論の一つであるシステム理論に基づいてBESTest (Balance Evaluation Systems Test) を開発した。この評価法はバランス障害を有する患者への治療的介入方針を明確化する目的で考案され、バランス機能を6つの制御システム（生体力学的制約、安定限界、姿勢変化－予測的姿勢制御、反応的姿勢制御、感覚機能、歩行安定性）として捉えて評価する。Sibleyら¹²⁾ はスコーピングレビューにて、66種のバランス能力評価がバランス構成要素をどの程度評価できるか検討を行ない、全てのバランス構成要素を満たした評価

はBESTestのみであったと結論づけた。BESTestは日本語への翻訳もされており⁹⁾、地域在住高齢者や施設入所高齢者における信頼性と妥当性も確認されている^{13) 14)}。さらに、BESTestを基に治療アプローチを展開した報告も散見され^{15) 16)}、介入指向ツールとしても活用されている。一方でBESTestは計36項目で構成され、検査の所要時間が40～50分程度かかってしまうことが臨床での実施上の難点である。

そのため、短縮版としてPadgettら¹⁷⁾ によりBrief-BESTest (Brief-Balance Evaluation Systems Test) が開発された。Brief-BESTestは、BESTestの6セクションの構成は保持しており、検査の所要時間は15分ほどである。施設入所高齢者における先行研究では、検者間信頼性の級内相関係数 (ICC) が0.993、再検査信頼性のICCが0.939と高い信頼性を示しており、過去の転倒歴の有無を判別するROC分析では曲線下面積0.756、感度0.944、特異度0.581、カットオフ値9.00点であり、BESTestと比較してより高い感度を認めている¹⁴⁾。このようにBrief-BESTestは施設入所高齢者のバランス障害の評価としての有用性が示されており、より転倒リスクの高い通所リハ利用者にとっても必要性が高い評価尺度であると考えた。しかし、通所リハを利用する高齢者におけるBrief-BESTestと転倒との関連を検討した報告はない。

そこで本研究の目的は、通所リハ利用者を対象としたBrief-BESTestの得点と過去1年間の転倒歴との関連性を検討することとした。

II. 対象

対象は、2020年3月～2021年3月の間に当介護老人保健施設の通所リハを利用した高齢者139名とした。除外基準を①屋内歩行が非自立 (n=39)、②認知症の診断あり (n=38)、③MMSE (Mini-Mental State Examination) が23点以下 (n=22)、④測定を拒否 (n=6)、⑤健康上の理由から測定が困難 (n=4) とし、これらの該当者を除いた30名を本研究の対象とした。

III. 方法

研究のデザインは後方視的横断研究とした。

カルテより基本属性（年齢、性別、要介護度、歩行補助具の有無）、通所リハ利用開始時点でのBrief-BESTestの点数と、過去1年間の転倒歴の有無について情報収集を行った。Brief-BESTestは、BESTestの短縮版であり、6セクション（Ⅰ.生体力学的制約、Ⅱ.安定限界、Ⅲ.姿勢変化－予測的姿勢制御、Ⅳ.反応的姿勢制御、Ⅴ.感覚機能、Ⅵ.歩行安定性）で構成されている。各0～3点の順序尺度で配点されており、セクションⅢ、Ⅳの2項目は左右の評価を含むため0～6点で配点される。合計点は24点で点数が高いほどバランス能力が高いことを意味する。検査時間は15分ほどである。転倒歴については、利用開始当初に対象者またはその家族に対して口頭で「過去1年間に1回以上転倒しましたか？」と尋ね、1回以上転倒したものを転倒群、1回も転倒していない者を非転倒群とした。なお、本研究における転倒は、Gibson¹⁸⁾の「本人の意思によらず、地面またはより低い面に身体が倒れること」という定義に従った。

統計解析は、対象者の基本属性について転倒群と非転倒群で差がないことを確認するために、年齢は対応のないt検定、性別・要介護度・歩行補助具の有無についてはPearsonの χ^2 検定を用いて群間の比較を行った。バランスと転倒の関係について、全体でBrief-BESTestの合計点及び各セクションの点数についてMann-Whitney U 検定を用いて群間の比較を行った。次に、床効果の影響を排除した対象におけるBrief-BESTest点数の比較を行うため、最もゼロ得点者割合が高かったセクションのゼロ得点者を対象から除外した上で、Mann-Whitney U検定にて転倒群と非転倒群の群間の比較を行った。なお、床効果の有無についての判別は、Winairukら¹⁹⁾の報告に従い、得点が最低点（0点）であった者の割合（ゼロ得点者割合）が20%を超えたセクションには床効果が認められたこととした。最後に、床効果の影響を排除した対象においては、サンプル数が非常に小さくなるため、ノンパラメトリックブートストラップt検定²⁰⁾を用いた比較を追加して行った。この検定は、復元抽出法の一つであるブートストラップ法により、Brief-BESTestの合計点の値を、対象者の数と同じ数だけランダムに再抽出し、検定

統計量を計算する。この作業を転倒群と非転倒群でそれぞれ10000回ずつ繰り返し、得られた各群10000個ずつの検定統計量をもって、群間の差の検定を行うものである。小さなサンプルサイズでも、他の検定と同様もしくはより高い検定力を持つことが示されている²⁰⁾。全ての統計解析はIBM SPSS statistics 26およびR for Mac ver. 4.1.2を用いて行い、有意水準は5%未満とした。群間比較の結果については、効果量 r を算出し、0.10「効果量小(Small)」、0.30「効果量中(Medium)」、0.50「効果量大(Large)」を目安とした²¹⁾。

本研究はJCHO群馬中央病院倫理審査委員会の承認（承認番号:2019-046）を得た上で実施した。研究対象者の個人情報及びプライバシー保護に十分配慮し、研究に係る個人情報は個人を識別できる記述等を削除し匿名化を行った。

Ⅳ. 結果

対象者の基本属性を表1に示した。年齢、性別、要介護度、歩行補助具の有無のすべての項目について、転倒群と非転倒群の間に有意な差は認めなかった。

表2にBrief-BESTestの各セクションと合計の得点の結果を示した。各セクションのゼロ得点者割合は、Ⅰが46.7%、Ⅱが10.0%、Ⅲが33.3%、Ⅳが63.3%、Ⅴが20.0%、Ⅵが3.3%であった。20%を超えたセクションⅠ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴで床効果を認め、最も割合が高かったセクションは「Ⅳ. 反応的姿勢制御」であった。

全対象者に対して転倒群と非転倒群におけるBrief-BESTestの比較を行った（表3）。全てのセクションの点数と合計点において、有意な差を認めなかった。

次に、床効果の影響を排除した対象におけるBrief-BESTest点数の比較を行った。最もゼロ得点者割合が高かったセクションⅣのゼロ得点者を除外し、床効果の影響を排除した対象（ $n=11$ ）においては、セクションⅠを除いた全てのセクションでゼロ得点者割合が20%を下回った（表2）。表4にセクションⅣのゼロ得点者を除外した対象における、転倒群と非転倒群のBrief-BESTestを比較した結果

表1 基本属性

	全対象者 (n=30)				セクションIVゼロ得点者を除外 (n=11)			
	全体 (n=30)	転倒群 (n=14)	非転倒群 (n=16)	p 値	全体 (n=11)	転倒群 (n=6)	非転倒群 (n=5)	p 値
年齢 (歳)	83.7 ± 6.7	82.9 ± 6.9	84.4 ± 6.0	0.52	81.4 ± 7.9	78.5 ± 7.9	84.8 ± 7.3	0.05
性別 (男/女、人)	10/20	4/10	6/10	0.35	4/7	3/3	1/4	0.35
要介護度 (要支援/要介護、人)	9/21	4/10	5/11	0.87	4/7	2/4	2/3	0.65
歩行補助具の有無 (なし/あり、人)	13/17	5/9	8/8	0.34	10/1	5/1	5/0	0.55

値は平均値±標準偏差、中央値（第1－第3四分位）で示した。

性別、介護度、歩行形態は人数で示した。

対応のないt検定、Pearsonの χ^2 検定 * : p<0.05

表2 Brief-BESTestの各セクションと合計の得点結果

セクション	全対象者 (n=30)			セクションIVゼロ得点者を除外 (n=11)		
	平均値±標準偏差	中央値 (第1－3四分位)	ゼロ得点者 割合 (%)	平均値±標準偏差	中央値 (第1－3四分位)	ゼロ得点者 割合 (%)
I. 生体力学的制約	0.8 ± 0.9	1 (0-2)	46.7	1.3 ± 0.9	2 (1-2)	22.2
II. 安定限界	1.3 ± 0.7	1 (1-2)	10.0	1.4 ± 0.5	1 (1-2)	0
III. 予測的姿勢制御	1.4 ± 1.5	1 (0-2)	33.3	2.6 ± 1.0	2 (2-3)	0
IV. 反応的姿勢制御	1.3 ± 2.1	0 (0-2)	63.3	3.1 ± 1.8	2 (2-4)	0
V. 感覚機能	1.2 ± 1.0	1 (1-1)	20.0	1.6 ± 0.9	1 (1-2)	0
VI. 歩行安定性	1.9 ± 0.7	2 (1-2)	3.3	2.3 ± 0.5	2 (2-3)	0
合計	7.9 ± 5.7	6 (4-10)	0	12.6 ± 4.7	12 (9-13)	0

Brief-BESTest : Brief-Balance Evaluation Systems Test

表3 Brief-BESTestの転倒の有無による群間比較 (全対象者)

	転倒群 (n=14)	非転倒群 (n=16)	p 値	効果量 r
I. 生体力学的制約 (点)	1 (0-1)	1 (0-2)	0.95	0.01
II. 安定限界 (点)	1 (1-1)	2 (1-2)	0.18	0.28
III. 予測的姿勢制御 (点)	1 (0-2)	1 (0-2)	0.95	0.02
IV. 反応的姿勢制御 (点)	0 (0-2)	0 (0-3)	0.92	0.02
V. 感覚機能 (点)	1 (1-1)	1 (1-1)	0.82	0.05
VI. 歩行安定性 (点)	2 (1-2)	2 (2-3)	0.21	0.26
合計点 (点)	6 (4-9)	4 (4-12)	0.89	0.03
	6.9 ± 3.9	8.8 ± 7.0	—	—

値は平均値±標準偏差、中央値（第1－第3四分位）で示した。

Mann-Whitney U 検定 * : p<0.05

効果量 r: 0.10 (効果量小)、0.30 (効果量中)、0.50 (効果量大)

表4 Brief-BESTestの転倒の有無による群間比較（セクションⅣゼロ得点者を除外）

	転倒群 (n=6)	非転倒群 (n=5)	p 値		効果量 r
			MWUT	NPBTT	
I. 生体力学的制約（点）	2 (0-2)	2 (1-3)	0.43	0.26	0.29
II. 安定限界（点）	1 (1-1)	2 (2-3)	0.08	0.06	0.62
III. 予測的姿勢制御（点）	2 (2-3)	4 (3-5)	0.05	0.05	0.60
IV. 反応的姿勢制御（点）	2 (2-4)	6 (3-6)	0.05	0.05	0.60
V. 感覚機能（点）	1 (1-2)	3 (1-3)	0.33	0.28	0.34
VI. 歩行安定性（点）	2 (2-2)	3 (3-3)	0.03*	0.008**	0.79
合計点（点）	10 (8-14)	19 (13-23)	0.03*	0.02*	0.64
	10.5 ± 2.9	17.8 ± 5.2	—	—	

値は平均値±標準偏差、中央値（第1－第3四分位）で示した。

Mann-Whitney U 検定（MWUT）、

ノンパラメトリックブートストラップt検定（NPBTT）

*：p<0.05、**：p<0.01

効果量 r: 0.10（効果量小）、0.30（効果量中）、0.50（効果量大）

を示した。Mann-Whitney U 検定にて、非転倒群に対して転倒群のBrief-BESTestのセクションⅥおよび合計点数が、有意に低い結果となった。この結果は追加で行ったノンパラメトリックブートストラップt検定においても同様だった。

V. 考察

通所リハ利用高齢者を対象としたBrief-BESTestの得点分布の特性や過去1年間の転倒歴の有無との関連から、転倒評価としての有用性を検討した。その結果、通所リハ利用高齢者においてBrief-BESTestは床効果を生じていたものの、床効果の影響を排除した対象者においては、Brief-BESTestの点数が転倒群に対して非転倒群の方が有意に高いことが明らかとなった。つまり、Brief-BESTestは通所リハ利用者にとっては難易度が高いが、今回対象としたような極めて限定された対象者においては転倒評価として有用である可能性が示唆された。

Brief-BESTestは通所リハの利用者にとっては難易度が高いことが示唆された。本研究において全対象者における結果では、ゼロ得点者割合がセクションⅠ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴで20%を超えるという特徴的な結果であった。篠原ら²²⁾は地域在住高齢者におけるBrief-BESTestのセクション特性を検証しており、ゼロ得点者割合はセクションⅠで22.4%と最も高く、そのほかのセクションは0.0～8.6%で床効果は

乏しかったとしている。Kubickiらは、Brief-BESTestの類型であるBESTestやMini-BESTestについて、虚弱高齢者にとっては難易度が高い評価尺度であることを指摘している²³⁾。また、谷ら²⁴⁾によるとBrief-BESTestの先行研究における対象者の平均年齢は63～78歳としており、対象者の属性（年齢・性別・疾患など）や転倒の有無の定義の違いによって、転倒カットオフ値やその予測精度に幅があったと報告している。本研究における対象者の平均年齢は83.7±6.7歳であり、先行研究と比較すると年齢の高さが際立っている。これらのことから、今回研究の対象とした通所リハ利用者は、これまで先行研究でBrief-BESTestが用いられてきた対象者よりも高齢であり、かつ低いバランス能力を呈していたことで相対的にBrief-BESTestの難易度が高くなったことが推察される。

Brief-BESTestと過去1年間の転倒歴との関連については、地域高齢者²⁵⁾、入院中のCOPD患者²⁶⁾、2型糖尿病患者²⁷⁾など幅広い対象で検証されており、いずれも転倒群のBrief-BESTestの点数が非転倒群よりも有意に低い点数であったと報告されている。本研究においても、床効果の影響を排除した対象者においては、先行研究を支持する結果となった。しかし、床効果を除いた対象者はサンプル数が少なくなっていた。小サンプルに対する解析手法の一つとして、Dwivediらはブートストラップ法を用いた

ノンパラメトリックブートストラップt検定の手法を提唱している²⁰⁾。本研究で床効果の影響を排除した対象者に対して、補助的にノンパラメトリックブートストラップt検定による解析を用いた結果においても、転倒群と非転倒群の間でBrief-BESTestの点数に有意な差を認めた。

本研究では、セクションⅣの「側方にバランスを崩した際に1歩でも足が出る」対象群においては、床効果の解消を認め、非転倒群に対して転倒群のBrief-BESTest点数が有意に低いことが示された。Aldra²⁵⁾によると、地域在住高齢者におけるBrief-BESTest合計点の結果が、転倒群 9.7 ± 6.6 点、非転倒群 16.0 ± 6.0 点となり有意な差を認めたと報告しており、これは本研究の側方にバランスを崩した際に1歩でも足がでる対象群の得点結果とも類似している。これらのことから、側方ステップが全く出ない対象者における転倒には、バランス機能以外の要素がより強く関わっている可能性がある。今回の研究対象条件で限定された対象者、また先行研究より高齢な対象者であることを強調しなければならないが、通所リハの利用者における、転倒予測にバランス能力が効果的に影響する対象群とそうでない対象群の判別手段として、側方ステップの可否を用いることは有用と思われる。

今回の結果から、バランス機能評価であるBrief-BESTestは、適用する対象を見極めた上で使用すれば、通所リハ利用者に対しても転倒評価として有用である可能性が示唆された。そしてそれは、セクションⅣの評価内容である「側方にバランスを崩した時、転ばないために一歩足が出るか」という課題の可否により、対象者がBrief-BESTestの適用範囲可否かを判断できるものと思われる。

本研究の限界は、対象がごく限られており、かつサンプルサイズが小さい点である。また、転倒を過去1年間の転倒歴で評価した後方視的な研究という点である。したがって、Brief-BESTestの結果と過去の転倒経験との関連性は明らかにできたが、転倒を予測できる要因かどうかは検討が必要である。さらに、本研究の結果から、超高齢社会における通所リハ利用者の大部分がBrief-BESTestの適用対象外となることが明らかとなった。Brief-BESTestの測

定肢位は基本的に立位と歩行を想定しており、また対象者に教示する内容が複雑な項目も含まれていることから、本研究では屋内歩行が非自立の者、認知症の診断または認知機能の低下を認める者は対象から除外した。バランスを崩した際に側方ステップが困難な対象者を含めれば、当通所リハ利用者のうち8割以上が対象から除外されたこととなる。このことは、現在の通所リハ利用高齢者に対してはより簡便で信頼性の高いバランス評価ツールの開発や選択が必要であることを示唆している。一方でセクションⅣ（反応的姿勢制御）の評価結果が、Brief-BESTestの適用可否を判断する簡便なスクリーニング指標として活用できる可能性が示された。今後は、セクションⅣのスクリーニング機能をより詳細に検討し、適用対象者にはBrief-BESTest、適用外対象者にはすでに有効性が示されているBBS²⁸⁾等の他の評価法を使い分ける階層的評価システムの構築が、通所リハにおける効率的な転倒評価につながると考えられる。

Ⅵ. 利益相反

本研究において開示すべき利益相反はない。

Ⅶ. 引用文献

- 1) Rubenstein LZ: Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. Age ageing 35 Suppl 2: 37-41, 2006.
- 2) 陣内達也、平瀬達哉・他: 通所リハビリテーション利用者における身体機能と認知機能が転倒におよぼす影響について. 理学療法科学 31(1): 31-35, 2016.
- 3) Masdeu JC, Sudarsky L, et al.: Gait disorders of aging: falls and therapeutic strategies. Leslie Wolfson Lippincott-Raven, c1997, pp309-326.
- 4) Sherrington C, Whitney JC, et al.: Effective Exercise for the Prevention of Falls: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Am Geriatr Soc 56(12): 2234-2243, 2008
- 5) Podsiadlo D, Richardson S: The timed "Up &

- Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 39(2): 142-148, 1991.
- 6) Duncan PW, Weiner DK, et al.: Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol* 45(6): 192-197, 1990.
 - 7) Berg K, Sharon WD, et al.: Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiother Can* 41(6): 304-311, 1989.
 - 8) Persad CC, Cook S, et al.: Assessing falls in the elderly: should we use simple screening test or a comprehensive fall risk evaluation? *Eur J Phys Rehabil Med* 46(2): 249-259, 2010.
 - 9) 大高恵莉、大高洋平・他: 日本語版Balance Evaluation Systems Test(BESTest)の妥当性の検討. *Jpn Rehabil Med* 51: 565-573, 2014.
 - 10) Shumway-cook A, Woollacott MH: モーターコントロール 運動制御の理論から臨床実践へ(第3版). 田中繁、高橋明(監訳). 医歯薬出版、東京、2008、pp153-155.
 - 11) Horak FB, Wrisley DM, et al.: The balance evaluation systems test (BESTest) to differentiate balance deficits. *Phys Ther* 89(5): 484-498, 2009.
 - 12) Sibley KM, Beauchamp MK, et al.: Using the systems framework for postural control to analyze the components of balance evaluated in standardized balance measures: a scoping review. *Arch Phys Med Rehabil* 96(1): 122-132, 2015.
 - 13) Eric Anson, Elizabeth Thompson, et al.: Reliability and fall risk detection for the BESTest and Mini-BESTest in older adults. *J Geriatr Phys Ther* 42(2): 81-85, 2019.
 - 14) Larissa A, Gisele C, et al.: Reliability, Validity, and Ability to Identify Fall Status of the Berg Balance Scale, Balance Evaluation Systems Test (BESTest), Mini-BESTest, and Brief-BESTest in Older Adults Who Live in Nursing Homes. *J Geriatr Phys Ther* 42(4): E45-E54, 2019.
 - 15) 小松大輝、長谷川智・他: 頸椎症性脊髄症の患者に対しBalance Evaluation Systems Testを使用して介入した一症例. *理学療法群馬*28: 50-55, 2017.
 - 16) 宮田一弘、篠原智行・他: バランス障害に対してBalance Evaluation Systems Test(BESTest)を用いた理学療法介入の有効性 小脳梗塞一症例における検討. *理学療法群馬*23: 32-37, 2012.
 - 17) Padgett PK, Jacobs JV, et al.: Is the BESTest at its best? A suggested brief version based on interrater reliability, validity, internal consistency, and theoretical construct. *Phys Ther* 92(9): 1197-1207, 2012.
 - 18) Gibson MJ: Falls in later life. Improving the Health of Older people. A world view. New York, Oxford University Press, 1990, pp296-315.
 - 19) Winairuk T, Pang MYC, et al.: Comparison of measurement properties of three shortened versions of the balance evaluation systems test (BESTest) in people with subacute stroke. *J Rehabil Med* 51(9): 683-691, 2019.
 - 20) Dwivedi AK, Mallawaarachchi I, et al.: Analysis of small sample size studies using nonparametric bootstrap test with pooled resampling method. *Stat Med* 36(14): 2187-2205, 2017.
 - 21) 水本篤、竹内理: 研究論文における効果量の報告のためにー基礎的概念と注意点ー. *英語教育研究* 31: 57-66, 2008.
 - 22) 篠原智行、齊田高介・他: 地域在住高齢者におけるBrief-Balance Evaluation Systems Test (BESTest)のセクション特性の検証. *理学療法科学* 34(1): 31-36, 2019.
 - 23) Kubicki A, Brika M, et al.: The Frail' BESTest. An Adaptation of the "Balance Evaluation System Test" for Frail Older Adults. Description, Internal Consistency and Inter-Rater Reliability. *Clin Interv Aging* 30: 1249-1262, 2020.

- 24) 谷友太、堀川朱莉・他: Mini-Balance Evaluation Systems TestとBrief-Balance Evaluation Systems Testのカットオフ値の調査—A Scoping Review—. 理学療法学 51(4): 133-139、2024.
- 25) Alda M、Sara A、et al.: Reliability、Validity、and Ability to Identify Fall Status of the Balance Evaluation Systems Test、Mini-Balance Evaluation Systems Test、and Brief-Balance Evaluation Systems Test in Older People Living in the Community. Arch phys Med Rehabil. 97: 2166-2173、2016.
- 26) Cristina J、Joana C、et al.: Validity、reliability、and ability to identify fall status of the Berg Balance Scale、BESTest、Mini-BESTest、Brief-BESTest in patients with COPD. Phys Ther 96: 1807-1815、2016.
- 27) Alda M、Alexandre S、et al.: Validity and Relative Ability of 4 Balance Tests to Identify Fall Status of Older Adults With Type 2 Diabetes. J Geriatr Phys Ther 40(4): 227-232、2017.
- 28) 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.