

研究報告



パーキンソン病患者の動的バランス能力評価 ～ Mini-BESTest と BBS の比較～ *

佐橋健斗・堀場充哉・山下 豊・板本將吾・植木美乃・和田郁雄

【要 旨】

【目的】本研究の目的は、動的バランス能力の評価法である Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) と臨床において広く使用されているバランス評価法 Berg Balance Scale (BBS) を比較し、パーキンソン病の転倒の有無の判別における有用な動的バランス能力評価を検討する事である。【方法】パーキンソン病患者 22 例を対象とし、Mini-BESTest と BBS、および Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) の評価を行った。バランス評価と UPDRS の相関関係、両バランス評価の相関関係、および転倒の有無の判別能を ROC (Receiver Operating Characteristic : 以下, ROC) 曲線を用いて検討した。また、Mini-BESTest の下位項目についても検討した。【結果・結論】両バランス評価の間には有意な相関関係を認めた。Mini-BESTest と UPDRS の姿勢安定性に有意な相関関係を認めた。Mini-BESTest の曲線下面積 (Area Under the Curve : AUC) は 0.77, BBS の AUC は 0.66 であり、転倒の有無を判別する上では、Mini-BESTest の方が BBS よりも優れていた。Mini-BESTest の下位項目では、反応的姿勢制御や二重課題下での Timed Up and Go Test (TUG) において減点者が多かった。

キーワード：パーキンソン病, Mini-BESTest, Berg Balance Scale

はじめに

パーキンソン病は振戦、固縮、無動、姿勢反射障害の 4 徴候を呈する進行性疾患であり、進行するにつれ転倒を経験する患者が多くなっていく。1 年間フォローの前向き研究において、パーキンソン病患者の 68% が転倒を経験し、51% は転倒を繰り返しているという報告がある¹⁾。転倒に関係する因子は様々なものが報告されているが、主たる要因である姿勢反射障害やバランス障害を適切に評価することは非常に重要である。

臨床においてバランス機能の評価には Berg Balance Scale (BBS) が広く使われている。BBS は

評価の信頼性が高く、Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) で評価されるパーキンソン病の重症度とも相関がある²⁾。しかし、BBS には姿勢反射障害、歩行を評価する項目がないことや特に軽症者においては天井効果があることが問題とされている³⁾⁴⁾。最近では、様々なバランスに関係する要因を含んだ the Balance Evaluation Systems Test (BESTest) が開発され、使用されるようになってきている。BESTest は生体力学的制約、安定限界/垂直性、予測姿勢制御、姿勢反応、感覚適応、歩行安定性の 6 つのセクションからなり、信頼性や妥当性が確認されている⁵⁻⁷⁾。しかし、BESTest は評価課題が 36 項目あり、実施には 30 ～ 40 分を要してしまうため、臨床において頻繁に使用することは困難である。そこで、動的バランスの評価に重点を置き、BESTest の中から 4 セクション 14 項目を抽出し、Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) が開発されている⁸⁾。

Mini-BESTest と BBS を個々に用いてバランスの評価をしている報告は散見されるが、パーキンソ

* Assessment of dynamic balance in Parkinson's disease

名古屋市立大学病院 リハビリテーション部
(〒467-8602 愛知県名古屋市瑞穂区瑞穂町字川澄1)
Kentou Sahashi, PT, Mitsuya Horiba, PT, Yutaka Yamashita,
PT, Shogo Itamoto, PT, Yoshino Ueki, MD, Ikuo Wada,
MD: Department of rehabilitation, Nagoya City University
hospital

E-mail: ptkento1204@live.jp

ン病のバランス、転倒の評価として両評価を比較した報告は少ない。今回は、Mini-BESTest と BBS を比較し、パーキンソン病の転倒の有無の判別における有用な動的バランス能力評価を検討する事を目的とした。

対象および方法

1. 対象 (表 1)

当院に入院中のパーキンソン病患者 22 名 (性別: 男性 12 名, 女性 10 名, 年齢: 64.1 ± 11.2 歳, 罹病期間: 8.1 ± 4.9 年, Hoehn & Yahr on 2.3, off 3.4, 1 日レボドパ換算量 (LEDD) 347.6 ± 227.1 mg / day) を対象とした。なお、重度の整形外科疾患, 他の中樞神経疾患, 重度の認知機能障害を有する症例を除外した。対象者には研究の目的や方法, 検査の内容, 意義について十分に説明し, 同意を得た。

2. バランス・運動機能評価

Mini-BESTest と BBS を使用してバランスの評価を行った。Mini-BESTest は予測姿勢制御, 姿勢反応, 感覚適応, 歩行安定性の 4 セクション 14 項目からなり, 各 0 ~ 2 点の 28 点満点で評価した。BBS は 14 項目からなり, 各 0 ~ 4 点の 56 点満点である。UPDRS にてパーキンソン病の重症度を評価した。なお, 全ての評価は抗パーキンソン病薬内服 2 時間以内の on 状態で実施した。

3. 統計解析

Mini-BESTest, BBS, UPDRS の相関関係をスピアマンの順位相関係数を用いて検討した。なお, 危険率 5% 未満を有意とした。UPDRS Part II -13 に

て 22 名の対象者の過去 1 年の転倒の有無の評価を行った。転倒の定義は, 本人が意図せず足底以外の身体が地面またはより低い面に接触する事とした。Receiver Operating Characteristic (ROC) 曲線を用いて転倒の有無を判別する上で最適なカットオフ値, そのカットオフ値における曲線下面積 (Area Under the Curve: 以下, AUC), 感度, 特異度, 陽性尤度比, 陰性尤度比を算出した。また, Mini-BESTest の下位項目の難易度を検討するため, 各下位項目において 1 点でも減点しているものは減点者とし, 減点者の割合を算出した。統計解析には統計ソフトエクセル統計 (株式会社社会情報サービス) を使用した。

結果

1. Mini-BESTest, BBS, UPDRS の相関

(表 1, 2, 図 1)

表 1. 対象者の基本属性と評価結果

項目	男性 12 名	女性 10 名
性別		
年齢 (歳)	64.1 ± 11.2	
罹病期間 (年)	8.1 ± 4.9	
Hoehn & Yahr	on2.3	off3.4
LEDD (mg/day)	347.6 ± 227.1	
Mini-BESTest (点)	21.9 ± 3.4	
BBS (点)	52.7 ± 3.5	
UPDRS Part III (点)	13.1 ± 7.0	

LEDD : Levodopa Equivalent Daily Dose (1 日レボドパ換算量)

Mini-BESTest : Mini-Balance Evaluation Systems Test

BBS : Berg Balance Scale

UPDRS : Unified Parkinson's Disease Rating Scale

表 2. Mini-BESTest, BBS と UPDRS の相関

UPDRS 項目	Mini-BESTest			BBS	
	score	r	p-value	r	p-value
UPDRS Part III	13.1 ± 7.0	-0.17	0.46	-0.06	0.79
転倒 (item 13)	0.5 ± 0.6	-0.28	0.20	-0.13	0.57
振戦 (item 20, 21)	0.9 ± 1.5	0.22	0.32	0.18	0.43
固縮 (item 22)	2.7 ± 2.1	-0.24	0.29	-0.11	0.60
立ち上がり (item 27)	0.1 ± 0.3	-0.18	0.43	-0.08	0.71
姿勢 (item 28)	0.5 ± 0.6	-0.27	0.23	-0.38	0.08
歩行 (item 29)	0.8 ± 0.6	-0.07	0.77	-0.21	0.36
姿勢安定性 (item 30)	0.8 ± 0.6	-0.51	0.02 *	-0.19	0.40
動作緩慢 (item 31)	1.0 ± 0.6	-0.31	0.16	-0.21	0.35

* : $p < 0.05$

Mini-BESTest : Mini-Balance Evaluation Systems Test BBS : Berg Balance Scale UPDRS : Unified Parkinson's Disease Rating Scale

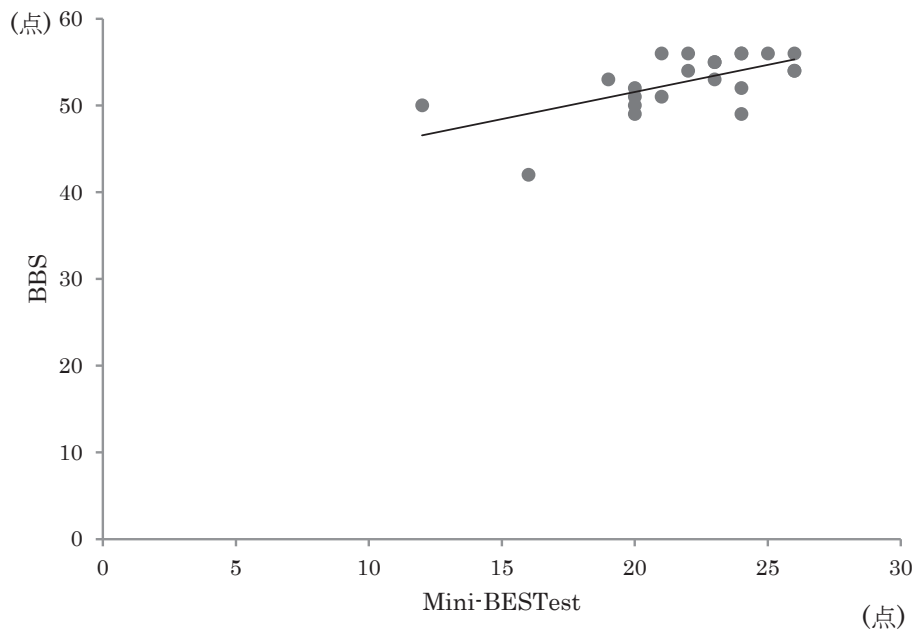


図 1. Mini-BESTest と BBS の相関

Mini-BESTest : Mini-Balance Evaluation Systems Test BBS : Berg Balance Scale

Mini-BESTest, BBS, UPDRS の結果は表 1 に示す。Mini-BESTest と BBS の間には中等度の相関関係を認めた ($r = 0.58, p < 0.01$)。バランス評価と UPDRS Part III, 各下位項目との相関関係をみると、Mini-BESTest と UPDRS の姿勢安定性 (item 30) の間に中等度の負の相関関係を認めた ($r =$

$-0.51, p < 0.05$)。BBS と UPDRS の間には有意な相関関係は認められなかった。

2. ROC 解析 (図 2, 表 3)

UPDRS Part II -13 での転倒評価より、転倒者は 10 名、非転倒者は 12 名であった。転倒の有無を

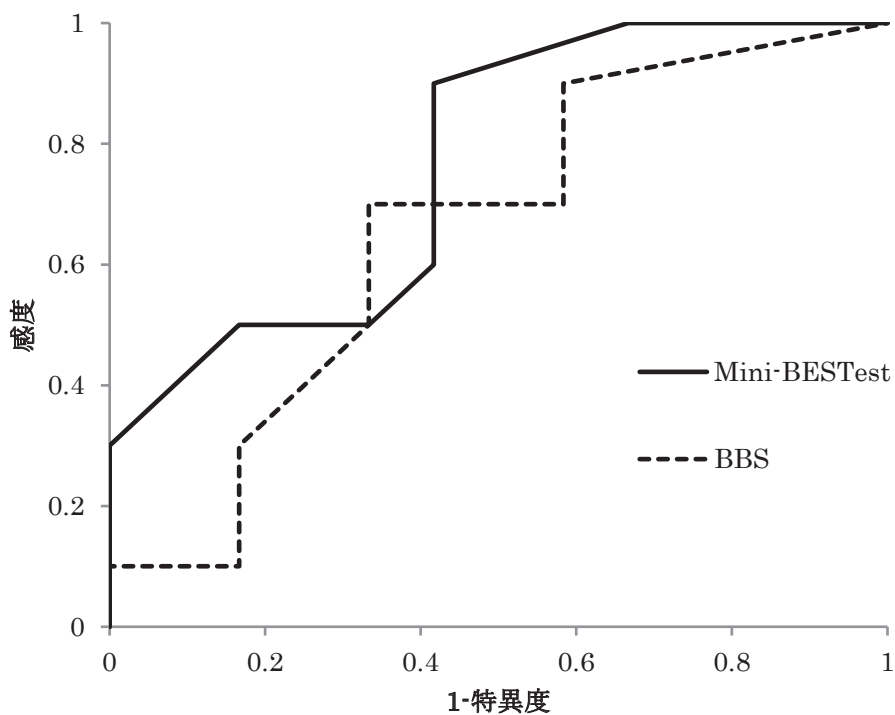


図 2. Mini-BESTest と BBS の転倒の有無を判別する ROC 曲線

Mini-BESTest : Mini-Balance Evaluation Systems Test BBS : Berg Balance Scale

表3. Mini-BESTest と BBS の転倒の有無を判別する精度

	AUC	感度 (%)	特異度 (%)	陽性尤度比	陰性尤度比	カットオフ (点)
Mini-BESTest	0.77	90	59	2.20	0.17	23
BBS	0.66	90	43	1.58	0.23	55

AUC : Area Under the Curve

Mini-BESTest : Mini-Balance Evaluation Systems Test

BBS : Berg Balance Scale

判別する上での ROC 曲線より, Mini-BESTest の AUC は 0.77, 感度 90%, 特異度 59%, 陽性尤度比 2.20, 陰性尤度比 0.17, カットオフ値 23 点, BBS の AUC は 0.66, 感度 90%, 特異度 43%, 陽性尤度比 1.58, 陰性尤度比 0.23, カットオフ値 55 点という結果であった.

3. 満点者の数と Mini-BESTest の下位項目の減点者の割合 (図3)

Mini-BESTest は満点者がいなかったが, BBS は 6 名 (27%) の満点者がいた. Mini-BESTest の下位項目においては安定支持面での開眼閉脚立位は減点者がいなかった. 椅子からの立ち上がり, 傾斜-開眼, 歩行速度の変化は減点者の割合が 10% 未満であった. 前方へのステップ修正, 不安定支持面での閉眼閉脚立位, 片脚立位は約 50% の患者で減点していた. 後方へのステップ修正, 側方へのス

テップ修正, 二重課題 TUG (Timed Up and Go Test : 以下, TUG) は 70 ~ 90% の患者で減点していた.

考察

転倒にはバランス能力が大きく関係している. バランスには運動学的に大きく分けて, 静的バランスと動的バランスがある. BBS は身体重心を支持基底面内に安定して位置させる能力である静的バランスに特化した評価であるという指摘がされている⁹⁾. パーキンソン病患者の転倒は歩行や体位変換, 方向転換など動作時に起こることが多く^{10) 11)}, 動的バランス能力の評価が必須である. Mini-BESTest は BBS にはない反応性姿勢制御や歩行を含め, 動的バランスを評価できる項目が多く含まれている. 本研究では, 臨床で広く使用されているバランス評価である BBS と動的バランスの評価である Mini-BESTest を評価し, 比較検討し

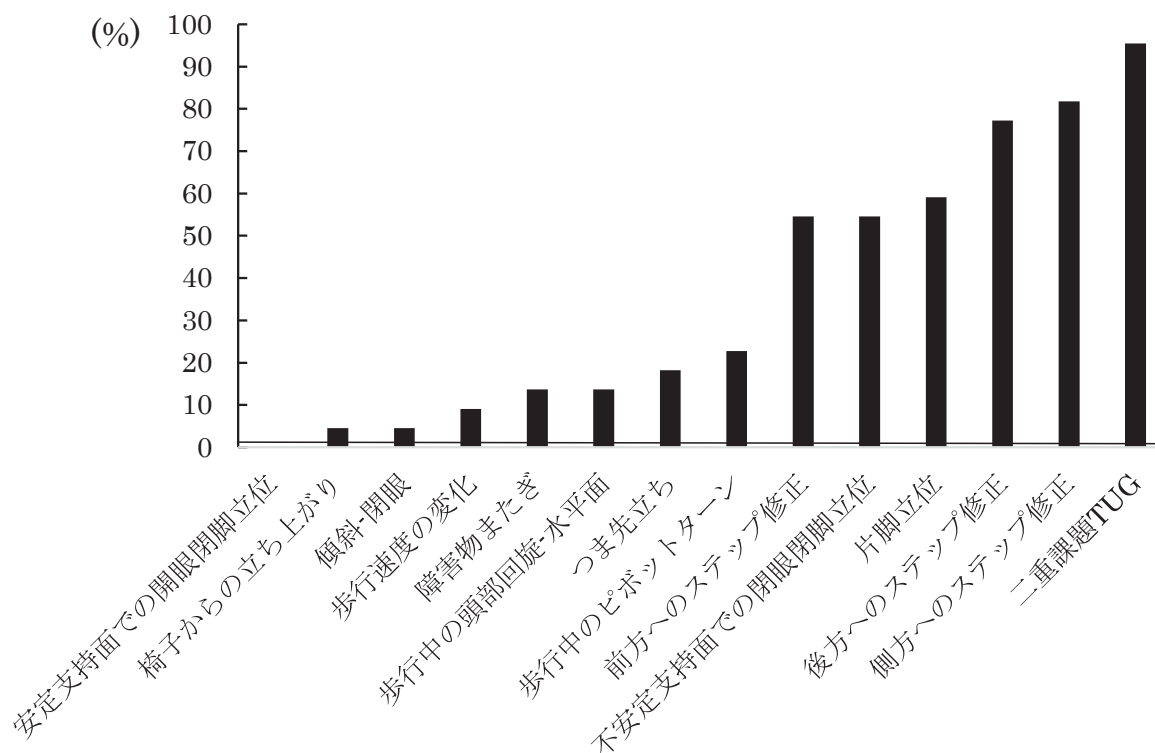


図3. Mini-BESTest の下位項目の減点者の割合

Mini-BESTest : Mini-Balance Evaluation Systems Test

TUG : Timed Up and Go Test

た。その結果、BBS よりも Mini-BESTest の方が天井効果は少なく、転倒判別能が高く、パーキンソン病の動的バランス能力評価として有用であることが示唆された。

Mini-BESTest と BBS の両評価の間には $r = 0.58$ と中等度の相関関係を認めた。临床上、最も広く使用されている BBS と同様に Mini-BESTest は妥当性の高い評価であることが示された。既報告では Mini-BESTest と BBS の間に、パーキンソン病患者で $r = 0.79$ ⁴⁾、脳卒中患者や骨折患者などのバランス障害患者で $r = 0.85$ ³⁾、 $r = 0.82$ ¹²⁾ と本研究よりも高い相関関係を示した。これは、疾患の違い、パーキンソン病の重症度の違いが影響しているかもしれない。

バランス評価とパーキンソン病の重症度評価である UPDRS の相関関係を見てみると、Mini-BESTest の総得点と UPDRS の姿勢安定性 (item 30) の間に中等度の負の相関関係を認めた。BBS と UPDRS の間には有意な相関関係は認められなかった。Mini-BESTest にはパーキンソン病の 4 徴候の一つである姿勢反射障害を評価する項目が 3 項目含まれており、パーキンソン病のバランス能力を評価する上では特に適していると考えられる。

今回、Mini-BESTest と BBS がどの程度の転倒判別能があるかを ROC 曲線を用いて、検討した。Mini-BESTest の AUC は 0.77、陽性尤度比 2.20、陰性尤度比 0.17、BBS の AUC は 0.66、陽性尤度比 1.58、陰性尤度比 0.23 であり、Mini-BESTest の方が優れた転倒判別能を有していることが示唆された。パーキンソン病患者を対象とした先行研究では、6 ヶ月の前向き調査において、Mini-BESTest の転倒の予測精度は、AUC は 0.75、感度 0.79、特異度 0.67¹³⁾ や、調査開始後 1 年間の転倒予測の AUC は 0.77、陽性尤度比 2.37、陰性尤度比 0.52¹⁴⁾ と、本研究と同様で中等度の予測精度を有する結果であった。また、慢性期脳卒中患者の転倒予測の AUC は 0.64¹⁵⁾、回復期病院入院患者 (脳卒中もしくは骨折) は 0.79¹⁶⁾ と他疾患においても、転倒予測に有用な評価であると報告されている。転倒の有無を判別する上でのカットオフ値は Mini-BESTest で 23/28、BBS で 55/56 であった。しかし、感度は高いが、特異度は低い結果の解釈には注意が必要である。パーキンソン病患者を対象とした先行研究では、Mini-BESTest のカットオフ値は Ducan ら¹⁴⁾、Leddy ら¹⁷⁾ は 20/32、Mak ら¹³⁾、Schlenstedt ら¹⁸⁾ は 19/28 と報告している。

Mini-BESTest は比較的難易度の高い課題が多

く、満点者は 0 人であったが、BBS は満点者が 6 人いた。BBS は天井効果があり、軽症者においては適切にバランス機能を評価できていない可能性がある。Mini-BESTest の下位項目の減点者の割合を見てみると、安定支持面での開眼閉脚立位、椅子からの立ち上がり、傾斜 - 開眼、歩行速度の変化の項目の減点者が 1 割にも満たなかったのに対し、後方、側方へのステップ修正は 8 割近くの患者が減点していた。パーキンソン病のバランス障害に対しては、やはり姿勢反射障害の影響が大きいことが示唆された。更に、二重課題 TUG は 96% の患者が減点しており、かなり難易度の高い評価項目ということが示された。パーキンソン病患者は、大脳基底核の前頭前野系ループの障害により、注意機能などを含む前頭葉機能低下を来すとされている¹⁹⁾ が、二重課題 TUG は計算をしながら立ち上がり、歩行、方向転換、着座することが要求されるため、難しい課題となる。運動機能だけでなく、注意機能を含めた認知機能の評価も転倒予防のために必要である。

臨床を行う上では、評価で問題点を抽出し、そこからアプローチを考えていくことが必須である。Mini-BESTest は予測姿勢制御、姿勢反応、感覚適応、歩行安定性の 4 セクションから構成されており、バランス障害の原因を同定し易く、治療に直結させやすいのが特徴である。また、最近では Mini-BESTest をアウトカムにした介入試験も散見される。Conradsson ら²⁰⁾ は 5 名のパーキンソン病患者に対して、週 3 回のバランストレーニングを 12 週間行い、5 名中 4 名の Mini-BESTest の点数が改善したと報告している。Romenets ら²¹⁾ は 33 名のパーキンソン病患者をタンゴトレーニング群とコントロール群にランダムに分け、12 週間介入したところ、タンゴトレーニング群の方がコントロール群よりも有意に Mini-BESTest の点数が改善したと報告している。

前述したように、Mini-BESTest は BBS に比して天井効果が少なく、ROC 解析より転倒判別能が高く、パーキンソン病の動的バランス能力評価として有用であることが示唆された。パーキンソン病のバランス障害には、予測的姿勢制御、感覚情報処理、反応性姿勢制御、前庭機能などが関与していると言われている²²⁾。Mini-BESTest には予測姿勢制御、姿勢反応、感覚適応を評価する項目が含まれており、パーキンソン病特有のバランス障害を評価するのに適している。更に、Mini-BESTest では不十分な前庭機能や認知機能等を評価することで、より正確に転倒のリスクを把握できると考

えられる。

本研究の限界は転倒歴を後ろ向きに調査したことがあげられる。過去の転倒を想起しなくてはならないため、精度が低下する可能性が考えられる。また、今回の対象者の中には、Hoehn & Yahrが1の軽症者から、4の進行期まで様々な病期の方が含まれている。病期によりバランス障害に関与する因子は変化してくると考えられるため、病期ごとの検討も今後必要であると考えられる。

結論

パーキンソン病患者の動的バランス能力をBBSとMini-BESTestを用いて評価し、有用性を検討した。その結果、Mini-BESTestの方が天井効果が少なく、中等度の転倒予測精度を有し、有用性の高い評価である事が示唆された。

【文 献】

- 1) Wood BH, Bilclough JA, et al.: Incidence and prediction of falls in Parkinson's disease: a prospective multidisciplinary study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2002; 72: 721-725.
- 2) Qutubuddin AA, Pegg PO, et al.: Validating the Berg Balance Scale for patients with Parkinson's disease: a key to rehabilitation evaluation. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005; 86: 789-792.
- 3) Godi M, Franchignoni F, et al.: Comparison of reliability, validity, and responsiveness of the Mini-BESTest and Berg Balance Scale in Patients with balance disorders. *Phys Ther*. 2013; 93: 1-10.
- 4) King LA, Priest KC, et al.: Comparing the Mini-BESTest with the Berg Balance Scale to evaluate balance disorders in Parkinson's disease. *Parkinsons Dis*. 2012; 2012: 375419.
- 5) Horak FB, Wrisley DM, et al.: The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to Differentiate Balance Deficits. *Phys Ther*. 2009; 89: 484-498.
- 6) 篠原智行, 宮田一弘・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.
- 7) 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 J Rehabil Med*. 2014; 51: 565-573.
- 8) Franchignoni F, Horak FB, et al.: Using psychometric techniques to improve the Balance Evaluation System's Test: the mini-BESTest. *J Rehabil Med*. 2010; 42: 323-331.
- 9) 坂本由美, Gunther JS・他: 虚弱高齢者に対する Standardized Walking Obstacle Course (SWOC) によるバランス評価の試み. *茨城県立医療大学紀要*. 2007; 12: 25-33.
- 10) 鎌田理之, 松尾善美・他: パーキンソン病患者における方向転換時バランス保持の重要性. *甲南女子大学研究紀要*. 2009; 2: 47-50.
- 11) 山下哲平, 倉田節子・他: 入院中のパーキンソン病患者の転倒・転落の発生状況と対策. *ヒューマンケア研究学会誌*. 2016; 8: 21-28.
- 12) 大高恵莉, 大高洋平・他: 日本語版 Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) の妥当性の検討. *Jpn J Rehabil Med*. 2014; 51: 673-681.
- 13) Mak MK, Auyeung MM: The mini-BESTest can predict parkinsonian recurrent fallers: a 6-month prospective study. *J Rehabil Med*. 2013; 45: 565-571.
- 14) Duncan RP, Leddy AL, 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; 94: 42-549.
- 15) Tsang CS, Liao LR, 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.
- 16) 宮田一弘, 小泉雅樹・他: BESTest, Mini-BESTest, Brief-BESTest における得点分布の特性と転倒予測精度に関する検討. *理学療法科学*. 2016; 43: 118-126.
- 17) Leddy AL, Crouner BE, et al.: 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.
- 18) Schlenstedt C, Brombacher S, et al.: Comparison of the Fullerton Advanced Balance Scale, Mini-BESTest, and Berg Balance Scale to Predict Falls in Parkinson Disease. *Phys Ther*. 2016; 96: 494-501.
- 19) 高草木薫: 大脳基底核の機能; パーキンソン病との関連において. *日本生理学雑誌*. 2003; 65: 113-129.
- 20) Conradsson D, Lofgren N, et al.: Is Highly Challenging and Progressive Balance Training Feasible in Older Adults With Parkinson's Disease?. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014; 95: 1000-1003.

- 21) Romenets SR, Anang J, et al.: Tango for treatment of motor and non-motor manifestations in Parkinson's disease: A randomized control study. *Complement Ther Med.* 2015; 23: 175-184.
- 22) 堀場充哉：パーキンソン病によるバランス障害の評価と理学療法. *理学療法.* 2012; 29: 398-407.