

大腿骨転子部骨折患者におけるMini-Balance Evaluation Systems TestのKeyformを用いたバランス練習の試み：症例報告

小林壮太¹⁾、今井卓也²⁾、海津陽一³⁾、宮田一弘⁴⁾

要旨：【目的】 大腿骨近位部骨折後の症例に対して、Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) のKeyformを使用し評価結果から治療計画へ反映し介入した経験を報告すること。【方法】 対象は右大腿骨転子部骨折術後の70歳代女性である。歩行能力改善後も転倒恐怖心とバランス機能低下が残存していたため、Mini-BESTestのKeyformを使用して評価結果から治療計画へ反映させバランス練習を実施した。【結果】 Mini-BESTestは19点から24点、Timed Up & Go Testは13.8秒から10.7秒へ改善し主訴の転倒恐怖心が改善した。退院1カ月後のフォローアップでは再転倒なく自宅で生活できていた。【結論】 Mini-BESTestのKeyformを使用することは、評価結果から治療へ反映するツールとして有用である可能性が示唆された。

キーワード：大腿骨近位部骨折、バランス、Rasch分析

- 1) 新潟医療福祉大学 (元・公立七日市病院)
〒950-3102 新潟県新潟市北区島見町1398番地
- 2) 公立七日市病院
〒370-2343 群馬県富岡市七日市643番地
- 3) 日高リハビリテーション病院 (元・日高病院)
〒370-2104 群馬県高崎市吉井町馬庭2204番地
- 4) 茨城県立医療大学
〒300-0394 茨城県稲敷郡阿見町阿見4669番地2
(受付日 2024年1月12日 / 受理日 2024年1月26日)

I. 目的

大腿骨近位部骨折後は病前よりも健康状態が低下しやすく¹⁾、受傷後2年以内の対側大腿骨近位部骨折発生率が15.9%であること²⁾や転倒恐怖心の有病率が23～100%³⁾であることから、再転倒予防や転倒恐怖心改善は理学療法の治療目標として重要である。

大腿骨近位部骨折後の高齢者における評価や介入に関してAmerican Physical Therapy Associationは、2021年にガイドラインを公表している⁴⁾。その中で推奨されている介入の1つであるバランス練習は、バランス能力、下肢筋力、移動能力、日常生活活動能力の改善に効果がある^{4) - 6)}。したがって、骨折に伴って低下した身体機能や動作能力を改善させるためにもバランス練習は重要である。

バランス機能を客観的に評価する評価尺度は数多

く報告されているが、成人におけるバランス評価としては、Berg Balance Scale (BBS) とMini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) が推奨されている⁷⁾。また、両評価尺度ともに転倒予測などのカットオフ値^{8), 9)}が報告されており、評価結果を解釈する一助となっている。一方で、カットオフ値の限界として合計得点に着目しているため、評価結果から治療計画へ反映しにくいという欠点がある。

近年、評価結果を治療に反映するツールとしてKeyformが発展してきている。Keyformとは、項目反応理論に基づいたRasch分析の結果を1枚の用紙にまとめたものである^{10) - 12)}。例として、大腿骨近位部骨折および脊椎圧迫骨折後の対象者のRasch分析¹³⁾から作成されたMini-BESTestのKeyformを図1に示した。右側には評価尺度の下位項目から難易

RATING SCALE										ITEM DESCRIPTION														
0 1 2					0 1					3.片足立ち					A									
0 1 2					0 1					14. 二重課題を付加したTUG														
0 1 2					0 1 2					12. 歩行時ピボットターン														
0 1 2					0 1 2					6.代償的な修正ステップー側方														
0 1 2					0 1 2					5.代償的な修正ステップー後方														
0 1 2					0 1 2					2.つま先立ち														
0 1 2					0 1 2					10.歩行速度の変化														
0 1 2					0 1 2					4.代償的な修正ステップー前方														
0 1 2					0 1 2					11.頭を水平回転させながらの歩行														
0 1 2					0 1 2					13.障害物またぎ														
0 1 2					0 1 2					8.静止立位；閉眼，フォーム														
0 1 2					0 1 2					9.傾斜台ー閉眼														
0 1 2					0 1 2					1.座位から立位														
-6 -4 -2 0 2 4 6 8										MEASURE (LOGITS)										B				
0 1 2 3 4 5 10 15 18 20 22 23 24 25										RAW SCORE										C				

図1 大腿骨近位部骨折および脊椎圧迫骨折患者用のMini-Balance Evaluation System Test (Mini-BESTest) のKeyform

(A) 下位項目の難易度毎の階層、(B) Rasch 分析上の尺度、(C) Mini-BESTest の合計得点、(D) 評価スケール

Rasch 分析で[7. 静止立位；開眼，固い地面 (全例満点のため)]と[14. TUG 二重課題の2点(該当者0名のため)]は除外されている。

度順に並び替えられており（下部は難易度が低く、上部は難易度が高い）、左側には評価結果が間隔尺度化されている。用紙とペンを用意し、左側に評価結果を記入することでどの難易度の項目に機能低下があるかを簡便に把握することができるため、近年様々なバランス評価尺度で開発がされている^{10), 14), 15)}。小島ら¹⁶⁾は、Fugl-Meyer AssessmentのKeyformを参考に上肢機能練習の治療計画を行った結果、臨床的意味のある最小値 (Minimal important change: MIC) を超える改善が得られたと報告している。この報告からも、Keyformを用いて評価結果から治療計画へ反映することが有用である可能性が推察されるが、バランス練習にKeyformを用いて治療計画へ反映した報告は存在しない。バランス評価結果を治療計画へ反映する方法の有効性を示すことは、科学的根拠に基づくリハビリテーションの実践のために必要となる。本報告の目的は、大腿骨転子部骨折後の症例に対して、Mini-BESTestのKeyformを使用し評価結果から治療計画へ反映した

結果、バランス機能や転倒恐怖心の改善、退院後の再転倒予防につながった経験を報告することである。

II. 対象

対象は、70歳代の女性（身長152.0cm、体重52.4kg）である。病前は、夫、息子夫婦、孫との5人暮らしであり、孫の送迎の役割を担っていた。

既往歴は、70歳代時に右下肢静脈瘤、時期不明の高血圧があった。現病歴は、X年12月靴下を履こうとして転倒し、救急搬送され、右大腿骨転子部骨折および右橈骨遠位端骨折の診断にて同日入院した（第0病日）。1病日目に観血的整復固定術（γ-nail）を施行され、4病日目に観血的整復固定術（掌側ロッキングプレート固定）が施行された。その後、リハビリテーション継続目的で31病日目に回復期リハビリテーション病棟へ転院となり理学療法、作業療法が処方された。

回復期リハビリテーション病棟入棟時の評価（32

表 1 各種評価結果の経時的変化

	32 病日目	38 病日目	45 病日目	50 病日目
VRS (score)	0	0	0	0
握力 (右/左 : kg)	6.0/15.8	—	—	9.4/21.3
Quick Dash (点)	37.5	—	—	11.4
MMSE-J (点)	26	—	—	—
快適歩行速度 (m/s)	0.81	—	1.10	1.24
最大歩行速度 (m/s)	1.03	—	1.23	1.30
FAC (score)	4	5	5	5
BBS (点)	55	—	—	56
Mini-BESTest (点)	17	18	24	25
TUG (秒)	13.48	13.83	10.66	10.65
FES-I (点)	38	33	25	25
6 分間歩行試験 (m)	307	—	—	—
5 回立ち上がりテスト (秒)	15.58	—	11.06	10.66
膝関節伸展筋力 (右/左 : kgf)	13.8/19.8	—	—	17.3/21.1
膝関節伸展筋力 (右/左 : kgf/weight)	0.24/0.34	—	—	0.31/0.37
FIM (点)	90	—	—	119

VRS: Verbal Rating Scale, BBS: Berg Balance Scale, Mini-BESTest: Mini-Balance Evaluation System Test, TUG: Timed Up & Go Test, FES-I: Fall Efficacy Scale-International, FIM: Functional Independent Measure.

病日目)を表1に示した。歩行能力はT字杖歩行自立していた。バランス能力は、Mini-BESTest¹⁷⁾が17点、Timed Up & Go test (TUG)¹⁸⁾が13.48秒であった。転倒関連自己効力感は、Fall efficacy scale-International (FES-I)¹⁹⁾が38点であり転倒に関する懸念が高かった²⁰⁾。主訴は「最初の一步目が怖い。椅子に座る際に見ないと怖い。」、Hopeは「杖を使わず10分ほど歩き孫の迎えに行けるようになりたい。」であった。孫を迎えに行く際に孫と手を繋いで歩行するとのことから、補助具を使用しない歩行獲得を目標とした。

32～38病日までの1週間は目標達成に向けて、毎日理学療法60分(3単位/日)と作業療法40～80分(3.3±0.8単位/日)を実施した。理学療法では、補助具無しでの歩行練習、階段昇降練習、上肢機能練習を実施した。その結果、屋内歩行は補助具を使用せず自立し、屋外歩行は補助具を使用せず連続歩行が20分以上可能となった。本人のHopeが達成可能な身体機能を獲得したが、本人からは「移動する時はまだ少し気を遣う」と転倒恐怖心の訴えが残存していた。

本症例報告はConsensus-based clinical case report guideline²¹⁾に従い作成した。本報告は、症例の個人情報とプライバシーの保護に配慮し、十分な説明を行った後に口頭および書面で同意を得た。また、公立七日市病院の倫理審査委員会の承認を得て報告した(承認番号:20220140)。

Ⅲ. 方法

歩行能力は改善したが、主訴の転倒恐怖心が残存しており、改善に向けて「移動時の不安感の改善」を新たな目標に設定した。大腿骨近位部骨折後の転倒恐怖心は自己申告機能やバランス機能、歩行速度と関連しており³⁾、本症例もMini-BESTestが38病日に18点と低値であったことからバランス機能に着目して介入した。バランス練習に対する治療計画立案には、本症例の課題を同定するために運動器疾患患者のRasch分析結果から作成されたMini-BESTestのKeyformを用いた(図1)

Keyformの使用例としてFugl-Meyer Assessmentでは、Keyformの難易度の低い下部から確認し点数が下がった所から5項目中3項目以上が満点でな

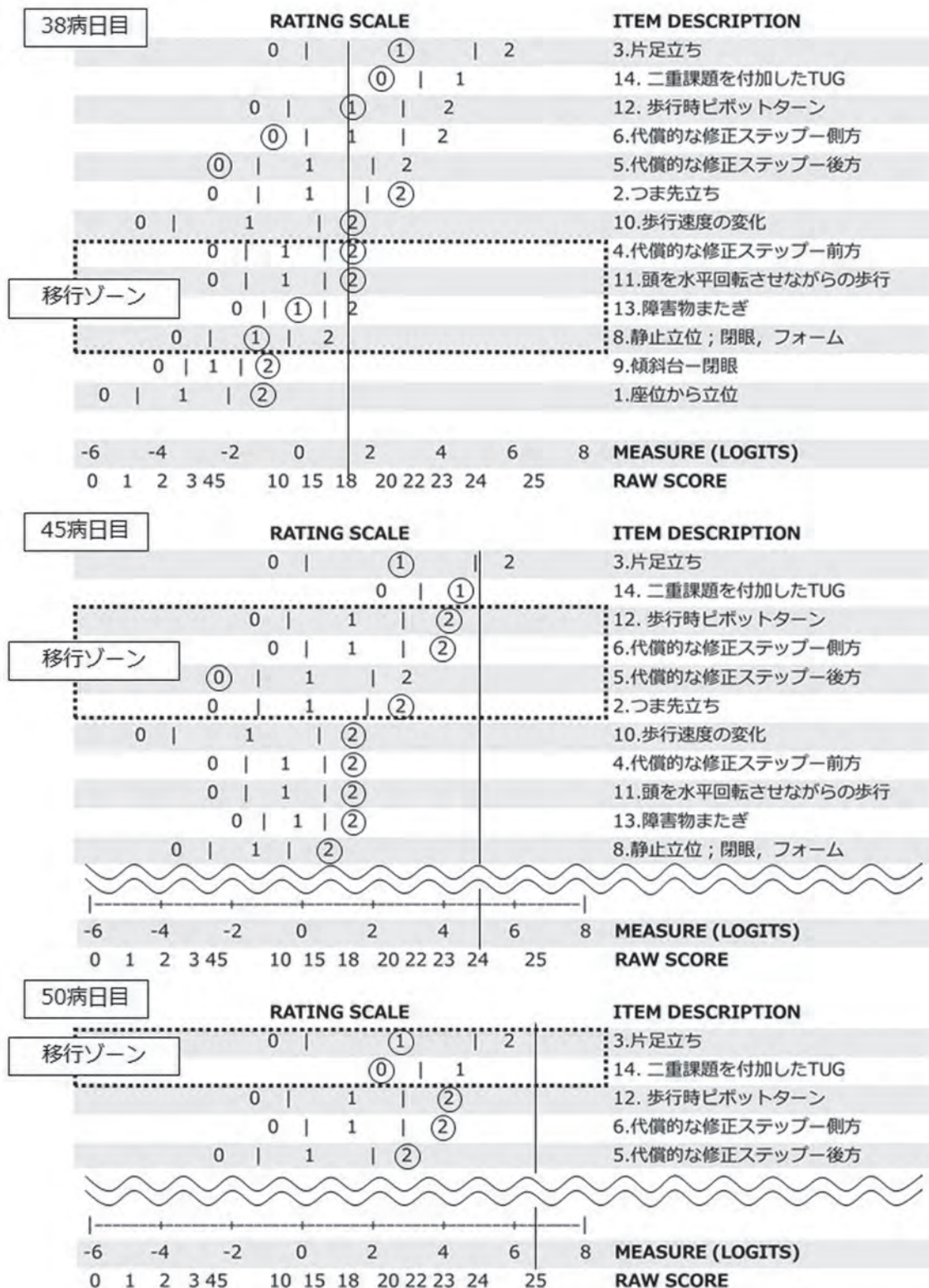


図2 介入前（38病日）、介入後（45病日）、退院前（50病日）のMini-BESTestのKeyform と移行ゾーンの変化

かった箇所を移行ゾーンとして治療へ反映する方法が提唱されている²²⁾。一方で、Mini-BESTestに関する移行ゾーンの同定方法は明らかになっておらず、Fugl-Meyer Assessmentよりも項目が少ない。

そのため本症例では、移行ゾーンに関する先行研究^{10)、14)、22)}を踏まえ、難易度の低い下部から確認し、点数が下がった所からの4項目中2項目以上で点数が下がっている所を移行ゾーンとした。本症例の移

行ゾーンは、静止立位（閉眼・フォーム）、障害物またぎ、頭を水平回転させながらの歩行、代償的なステップ（前方）であった（図2）。移行ゾーンに含まれた4項目をもとに、反応的姿勢制御練習（声掛けした方向へステップする能動的な課題、自己にて支持基底面外への重心移動しステップする能動的な課題、療法士に寄りかかり急に療法士の手が離れ反射的にステップする課題）、感覚機能練習（閉眼での立位保持練習を平行棒内外や支持基底面を少なくし、徐々に難易度を上げていく課題）、動的歩行練習（歩行中に障害物を跨ぐ、歩行中の急停止、数字を呼称しながら歩行などの二重課題）を治療へ反映した。39病日以降は、これらの課題を毎日40-60分の理学療法中の30-40分間実施し、その他は上肢機能練習や階段昇降練習を実施した。

IV. 結果

39～45病日までのリハビリテーション提供量は、理学療法が 2.4 ± 0.5 単位/日、作業療法が 2.7 ± 0.5 単位/日であった。45病日目の再評価では、Mini-BESTestが24点、TUGが10.66秒へ改善した。FES-Iは25点となり、入院時と比べて16項目中10項目で点数の改善を認め、転倒への懸念が中程度²⁰⁾に改善した。

Mini-BESTestは、移行ゾーンに含まれていた項目は全て満点となった（図2）。また、本人の訴えとしては、「動くのは気を遣わないでいられるようになった。前よりバランスが良くなった気がする。」と転倒恐怖心の訴えが改善した。

45病日目のMini-BESTestから代償的な修正ステップ（後方および側方）、歩行時ピボットターン、二重課題を付加したTUGが新たな移行ゾーンとなった。そのため、移行ゾーンから反応的姿勢制御練習（声掛けした方向へステップする能動的な課題、療法士に寄りかかり急に療法士の手が離れ反射的にステップする課題）と動的歩行練習（歩行中の急停止やターン、数字を呼称しながら歩行などの二重課題）を治療プログラムへ反映した。50病日目のMini-BESTestは25点となり、移行ゾーンの代償的な修正ステップが改善した（図2）。二重課題を付加したTUGは、認知課題が付加されることの負担感

から本人が遂行を拒否し、点数が減少した。

その後、51病日目に自宅退院となった。退院から1カ月後に電話で転倒の有無を調査したが、転倒はなく、屋内外補助具を使用せずに自立して生活できていた。

V. 考察

右大腿骨転子部骨折後の症例に対して、Mini-BESTestのKeyformを用いて評価結果を基に治療計画へ反映した。その結果、Mini-BESTestのみならず、TUGや主訴である転倒恐怖心の改善を認め、自宅退院後1カ月間再転倒なく生活することができた。

高齢者のバランス評価尺度として、BBSとMini-BESTestの使用が推奨されている⁷⁾が、BBSは天井効果²³⁾や、反応的姿勢制御や動的歩行が含まれていないなどの欠点がある。一方でMini-BESTestはBESTestの短縮版として開発された尺度¹⁷⁾であり、簡便かつ動的バランスに特化した項目となっている。特に本症例でも低下していた反応的姿勢制御の低下は、転倒リスクへの影響が高い²⁴⁾が、臨床上で反応的姿勢制御の練習を行っている頻度は少ない²⁵⁾。本症例ではKeyformを使用したことで、低下していた反応的姿勢制御の課題を追加することができた。よって、Keyformを使用することは、Mini-BESTestの評価結果の解釈や治療計画への反映に寄与し、反応的姿勢制御などの練習を促進する可能性も考えられる。加えて、Mini-BESTestは天井効果を受けにくい評価であることからKeyformを活用することは歩行自立度に関わらず多くの症例で活用できる方法だと考えられる。

本症例では、Keyformを使用した39～45病日の評価尺度の変化量は、Mini-BESTestが6点、TUGが-3.17秒、FES-Iが-8点で、主訴である転倒恐怖心は45病日時点で改善した。各評価尺度の最小可検変化量は高齢者のMini-BESTestが3.8点²⁶⁾、高齢者のTUGが0.35～0.77秒²⁷⁾、整形外科疾患患者のFES-Iが12.3点²⁸⁾と報告されている。したがって、Keyformを使用し治療計画へ反映した介入は測定誤差を超えるバランス機能改善を認め、転倒関連自己効力感は誤差範囲であったが、自覚的な転倒恐怖心は変化があったと考えられる。

また、退院後1カ月時点で電話調査を行い転倒の有無を聴取した結果、転倒なく安全に生活できていた。病院から退院後の転倒は、1カ月以内に転倒する者が最も多い²⁹⁾。最も転倒が起りやすい時期に転倒なく過ごすことができたことは、バランス練習により再転倒予防に寄与したと考えられる。大腿骨近位部骨折後の高齢者において再転倒予防は重要な視点であり、Keyformを用いて評価結果から治療計画へ反映したことは、治療プログラムを科学的に決定する一助となると考えられる。

本報告の限界として、Keyformを用いて評価結果から治療計画へ反映するにあたり、介入内容が類似課題であったため、学習効果が得られた可能性が考えられる。健常者では、バランス練習の効果は練習された課題で高い効果を示し、練習されていない課題では効果を示さなかったとされている³⁰⁾。そのため、Mini-BESTestの変化は参考程度に留めるべきだと考えられる。しかし、TUGや主訴の転倒恐怖心が改善したことから、Mini-BESTestのKeyformを用いたバランス練習の試みがMini-BESTestの学習効果以外にもバランス能力や転倒恐怖心の改善に寄与したと考えられる。もう1つの限界として、症例報告であるため介入効果の検証はできず、仮説生成の域にとどまる。また、自然治癒の可能性も否定はできない。そのため今後は、シングルケースデザインやKeyformの使用に関する質的調査を行い、効果検証や有効性を明らかにしている必要がある。

VI. まとめ

右大腿骨転子部骨折後の症例に対し、Mini-BESTestのKeyformを用いてバランス練習の難易度設定を行った結果、バランス機能と主訴の転倒恐怖心が改善し、退院後1カ月時点で転倒なく生活することに寄与した。Mini-BESTestのKeyformを用いて評価結果から治療計画へ反映しバランス練習を行うことは、バランス機能改善や転倒恐怖心改善に寄与する可能性が示唆された。

VII. 付記

本報告において開示すべき利益相反はない。

VIII. 引用文献

- 1) Peeters CMM, Visser E, et al.: Quality of life after hip fracture in the elderly: a systematic literature review. *Injury* 47(7): 1369-1382, 2016.
- 2) Zidrou C, Vasiliadis AV, et al.: Second hip fracture in older adults: incidence and risk factors. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 33(5): 1599-1606, 2023.
- 3) Gadhvi C, Bean D, et al.: A systematic review of fear of falling and related constructs after hip fracture: prevalence, measurement, associations with physical function, and interventions. *BMC Geriatr* 23(1): 385, 2023.
- 4) McDonough CM, Harris-Hayes M, et al.: Physical therapy management of older adults with hip fracture. *J Orthop Sports Phys Ther* 51(2): CPG1-CPG81, 2021.
- 5) Lee SY, Jung SH, et al.: Effect of balance training after hip fracture surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 74(10): 1679-1685, 2019.
- 6) Diong J, Allen N, et al.: Structured exercise improves mobility after hip fracture: a meta-analysis with meta-regression. *Br J Sports Med* 50(6): 346-355, 2016.
- 7) Sibley KM, Howe T, et al.: Recommendations for a core outcome set for measuring standing balance in adult populations: a consensus-based approach. *PLoS One* 10(3) e0120568, 2015.
- 8) Lusardi MM, Fritz S, et al.: Determining risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis using posttest probability. *J Geriatr Phys Ther* 40(1): 1-36, 2017.
- 9) Di Carlo S, Bravini E, et al.: The Mini-BESTest: a review of psychometric properties. *Int J Rehabil Res* 39(2): 97-105, 2016.
- 10) Miyata K, Tamura S, et al.: Berg Balance Scale is a valid measure for plan interventions

- and for assessing changes in postural balance in patients with stroke. *J Rehabil Med* 54: jrm00359, 2022.
- 11) Linacre JM: Instantaneous measurement and diagnosis. *Physical Medicine and Rehabilitation* 11: 315-324, 1997.
 - 12) Medical University of South Carolina Keyform Ability Maps. <https://www.patientprogress.org/keyform-recovery-maps> (2023年6月6日引用)
 - 13) Miyata K, Hasegawa S, et al.: Comparison of the structural validity of three Balance Evaluation Systems Test in older adults with femoral or vertebral fracture. *J Rehabil Med* 52: jrm00079, 2020.
 - 14) 近藤夕騎、宮田一弘、他：脊髄小脳失調症を対象とした Balance Evaluation Systems Test 各セクションの Keyform 開発. *神経理学療法学* 2(1) : 24-34, 2023.
 - 15) Miyata K, Hasegawa S, et al.: Rasch validation and comparison of the Mini-BESTest and S-BESTest in individuals with stroke. *Phys Ther* 102(4): pzab295, 2022.
 - 16) 小島佳祐、片桐一敏：脳卒中片麻痺患者にハイブリットな上肢訓練を短期間で実施した症例. *作療の実践と科*4(2) : 24-30, 2022.
 - 17) 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* 51(10) : 673-681, 2014.
 - 18) 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.
 - 19) 上出直人、柴喜崇、他：日本の地域在住高齢女性における国際版転倒関連自己効力感尺度 (the Falls Efficacy Scale-International)の信頼性と妥当性. *総合リハ*38(10) : 1063-1069, 2010.
 - 20) Delbaere K, Close JCT, et al.: The Falls Efficacy Scale International (FES-I). A comprehensive longitudinal validation study. *Age Ageing* 39(2): 210-216, 2010.
 - 21) Gagnier JJ, Kienle G, et al.: The CARE guidelines: consensus-based clinical case reporting guideline development. *J Med Case Rep* 7: 223, 2013.
 - 22) Velozo CA, Woodbury ML: Translating measurement findings into rehabilitation practice: an example using Fugl-Meyer Assessment-Upper Extremity with patients following stroke. *J Rehabil Res Dev* 48(10): 1211-1222, 2011.
 - 23) 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— 前向きコホート研究—. *理学療法学*43(2) : 118-126, 2016.
 - 24) Shinohara T, Saida K, et al.: Ability of the Brief-Balance Evaluation Systems Test to evaluate balance deficits in community-dwelling older adults: a cross-sectional study. *Physiother Theory Pract* 38(10): 1381-1388, 2022.
 - 25) Mansfield A, Danells CJ, et al.: A survey of Canadian healthcare professionals' practices regarding reactive balance training. *Physiother Theory Pract* 37(7): 787-800, 2021.
 - 26) Marques A, Almeida S, 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(12): 2166-2173.e1, 2016.
 - 27) Smith E, Cunningham C, et al.: Detecting subtle mobility changes among older adults: the Quantitative Timed Up and Go test. *Aging Clin Exp Res* 33(8): 2157-2164, 2021.
 - 28) 大谷知浩、宮田一弘、他：整形外科疾患入院患者の歩行獲得早期における Falls Efficacy Scale-International (FES-I) の信頼性および転倒恐怖感予測精度に関する検討. *理学療法科学*

36(4) : 587-593, 2021.

- 29) Worley A, Barras S, et al: Falls are a fact of life for some patients after discharge from a rehabilitation programme. *Disabil Rehabil* 32(16): 1354-1363, 2010.
- 30) Kümmel J, Kramer A, et al: Specificity of balance training in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 46(9): 1261-1271, 2016.