

Mini-BESTest: Tool zur Bewertung des Gleichgewichts und zur Vermeidung von Stürzen bei neurologischen Erkrankungen – eine narrative, nicht systematische Literaturübersicht

Die Autoren erklären, dass sie keine Interessenkonflikte im Zusammenhang mit diesem Artikel haben.

Artikel am 16. Dezember 2024 eingegangen und am 01. Februar 2025 angenommen.

Mini-BESTest: Tool for assessing balance and preventing falls in neurological pathologies - A Narrative, Non-Systematic Literature

(Abstract on page 134)

Mini-BESTest : Outil d'évaluation de l'équilibre et de prévention des chutes dans les pathologies neurologiques – une synthèse narrative, non-systématique de la littérature

(Résumé à la page 135)

Taina Lauber¹ (BSc, PT) und Pierre Nicolo² (PhD, PT)

Mains Libres 2025; 2: 129-136 | DOI: 10.55498/MAINSLIBRES.2025.01.2.0129

SCHLÜSSELWÖRTER Mini-BESTest / neurologische Erkrankungen / Gleichgewichtsstörungen

ZUSAMMENFASSUNG

Einleitung: Gleichgewichtsstörungen im Zusammenhang mit neurologischen Erkrankungen haben schwerwiegende Auswirkungen auf die Selbstständigkeit und die Lebensqualität der Betroffenen Personen. Diese Defizite erhöhen das Risiko von Stürzen und stellen Physiotherapeuten vor eine große Herausforderung. Um die Behandlung zu optimieren, sind zuverlässige und geeignete Bewertungsinstrumente wie der Mini-BESTest zur Verfeinerung der klinischen Argumentation von entscheidender Bedeutung.

Ziel: Ziel dieses Artikels ist es, den Mini-BESTest als klinisches Instrument zur Bewertung des Gleichgewichts zu beschreiben und seine Nützlichkeit in der klinischen Praxis zu erforschen.

Entwicklung: Der Mini-BESTest beurteilt das Gleichgewicht anhand von 14 Items, die in vier Abschnitte unterteilt sind: antizipatorische posturale Anpassungen, reaktive posturale Kontrolle, sensorische Orientierung und Stabilität beim dynamischen Gang. Der Test ist einfach durchzuführen, erfordert nur wenig Material und weist ausgezeichnete psychometrische Eigenschaften auf. Da es keinen

Decken- oder Bodeneffekt gibt, ist er für eine vielfältige Population relevant.

Diskussion: Im Vergleich zur Berg Balance Scale (BBS), die als Goldstandard gilt, zeigt der Mini-BESTest eine bessere Fähigkeit, Defizite in dynamischen Situationen zu erkennen, und begrenzt die Deckeneffekte. Seine Anwendung bleibt jedoch aufgrund des erforderlichen Materials, wie der schiefen Ebene, und des Mangels an alters- und geschlechtsspezifischen Normdaten eingeschränkt. Diese Mängel sind zwar nicht unerheblich, beeinträchtigen jedoch nicht seine klinische Relevanz.

Schlussfolgerung: Der Mini-BESTest ist ein zuverlässiges, schnelles und geeignetes Instrument zur Beurteilung von Gleichgewichtsstörungen bei neurologischen Erkrankungen. Seine psychometrischen Qualitäten und sein zielgerichteter Ansatz machen ihn zu einem Schlüsselement für die Durchführung physiotherapeutischer Maßnahmen.

¹ HUG, Hôpitaux Universitaires de Genève, Département des Neurosciences Cliniques, Genf, Schweiz

² Studiengang Physiotherapie, Hochschule für Gesundheit, HES-SO// Haute École Spécialisée de Suisse Occidentale, Genf, Schweiz

EINFÜHRUNG

Neurologische Erkrankungen wie Schlaganfall, Parkinson und Multiple Sklerose führen zu Gleichgewichtsstörungen⁽¹⁾. Diese Defizite führen auch zu Einschränkungen bei den Aktivitäten des täglichen Lebens, die die Selbstständigkeit der Betroffenen einschränken. Gleichgewichtsstörungen wirken sich auch auf die Lebensqualität aus. Die Studie von Jia *et al.*⁽²⁾ zeigt eine Reduzierung der Lebensqualität um 7,3 Jahre (QALYs: Maß, das die Lebenszeit und die Lebensqualität kombiniert und die Auswirkungen von Krankheiten und Behinderungen berücksichtigt, um die Auswirkungen auf die Gesundheit bei Menschen mit Gleichgewichtsstörungen besser einschätzen zu können).

Gleichgewichtsstörungen in Kombination mit Schwierigkeiten beim Gehen, dem Altern und der Angst vor Stürzen sind intrinsische Risikofaktoren, die mit Stürzen in Verbindung gebracht werden. Laut einer Studie von Stolze *et al.*⁽³⁾ werden etwa 34 % der Menschen mit neurologischen Beeinträchtigungen innerhalb eines Zeitraums von 12 Monaten mindestens einen Sturz erleiden. Daher ist es in der Physiotherapie von entscheidender Bedeutung, gezielte Rehabilitationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen, um das Gleichgewicht zu verbessern, das Sturzrisiko zu senken und die funktionelle Unabhängigkeit dieser Patienten zu erhalten.

Um diese Behandlung von Patienten mit neurologischen Erkrankungen zu optimieren, ist ein optimaler Behandlungsplan erforderlich. Dieser Behandlungsplan muss auf der Grundlage eines physiotherapeutischen Befunds erstellt werden, der eine umfassende und gründliche klinische Argumentation ermöglicht. Daher müssen geeignete klinische Tests und Skalen verwendet werden, die den Informationsbedarf des Kliniklers und der Person erfüllen, um den Zustand der Person zu beurteilen und eine Überwachung der Entwicklung zu ermöglichen. Die Beurteilung von Gleichgewicht und posturaler Kontrolle ermöglicht es, das Sturzrisiko einzuschätzen und die am besten geeigneten Behandlungsstrategien zu identifizieren, wodurch die Stabilität verbessert und die Auswirkungen von Gleichgewichtsstörungen minimiert werden können⁽⁴⁾.

Um in der klinischen Praxis eingesetzt werden zu können, sollte der Test oder die Skala eine Durchführungszeit haben, die mit der Zeit der Sitzungen (30 Minuten), die den Personen gewidmet sind, vereinbar ist, und für den Therapeuten leicht zu verstehen und zu verwenden sein. Die klinische Skala sollte außerdem kein komplexes Material verwenden, um in verschiedenen klinischen Kontexten eingesetzt werden zu können⁽⁵⁾.

Es stehen mehrere klinische Skalen zur Verfügung, um das Gleichgewicht bei Patienten mit neurologischen Erkrankungen zu beurteilen. Dazu gehören der **Tinetti Performance-Oriented Mobility Assessment (POMA)**⁽⁶⁾ und der **Short Physical Performance Battery (SPPB)**⁽⁷⁾ mit einer nicht umfassenden Bewertung des Gleichgewichts, sowie der **Berg Balance Scale (BBS)**, der oft als Goldstandard in diesem Bereich angesehen wird⁽⁸⁾, aber signifikanten Decken-/Bodeneffekten unterliegt⁽⁹⁾. Der Mini Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) scheint aufgrund seiner Bewertung der Gleichgewichtsdimensionen (d. h. antizipierte posturale Anpassungen, reaktive posturale

Kontrolle, sensorische Orientierung, dynamisches Gehen) und der Dauer seiner Verabreichung ein besonders relevantes Bewertungsinstrument für die Bewertung des Gleichgewichts in der neurologischen Population zu sein. Dennoch wird der Mini-BESTest in der Praxis nach wie vor relativ selten eingesetzt.

Dieser Artikel basiert auf einer unsystematischen Literaturrecherche und soll den **Mini-BESTest** narrativ vorstellen, indem er seine Hauptmerkmale untersucht. Zunächst werden die Struktur des Tests, seine psychometrischen Qualitäten und die Auswertung der Daten beschrieben. Anschließend werden diese Elemente in der Diskussion mit dem BBS verglichen. Schließlich werden die Vorteile und Grenzen seiner Anwendung in der klinischen Praxis beleuchtet.

ENTWICKLUNG

Der Mini-BESTest wurde 2010 von Franchignoni *et al.*⁽¹⁰⁾ aus dem Balance Evaluation Systems Test (BESTest) entwickelt, mit dem Ziel, eine kürzere, psychometrisch robuste und klinisch anwendbare Version des BESTests anzubieten. Der Mini-BESTest soll eine umfassende und schnelle Beurteilung von Gleichgewichtsstörungen ermöglichen und die Systeme (das visuelle, das propriozeptive und das vestibuläre System), die eine Gleichgewichtsstörung verursachen, identifizieren.

Dieser Test steht kostenlos zum Download zur Verfügung und kann auf der eigens dafür eingerichteten Website (BESTest - Gleichgewichtstest - <https://bestest.us>) in einer Vielzahl von Sprachen (wie z. B. Deutsch, Italienisch und Französisch) heruntergeladen werden.

Schließlich, benötigt es wenig Material und ist platzsparend. In der Tat benötigt man eine 10 cm dicke Schaumstoffoberfläche mit mittlerer Dichte, einen Stuhl ohne Armlehne oder Rollen, eine schiefe Ebene (10°, mindestens 60x60 cm), eine Stoppuhr, eine Box (23 cm hoch) und eine Entfernung von 3 m, die vom Stuhl aus gemessen wird und auf dem Boden durch Markierungen gekennzeichnet ist.

Aufbau des Tests

Der Mini-BESTest enthält 14 Items, die auf einer dreistufigen Ordinalskala (0 = niedrigstes Funktionsniveau und 2 = höchstes Funktionsniveau) mit einer maximalen Punktzahl von 28 Punkten bewertet werden⁽¹¹⁾. Die Items des Tests sind in vier Abschnitte gegliedert, die die Schlüsselaspekte des Gleichgewichts abdecken, nämlich: **1) antizipatorische posturale Anpassungen**, **2) reaktive posturale Kontrolle**, **3) sensorische Orientierung** und **4) Stabilität während des dynamischen Gehens**⁽¹²⁾.

Das Gleichgewicht oder auch posturale Kontrolle genannt ist eine komplexe Funktion, die die vertikale Projektion des Massenzentrums innerhalb der Stützfläche beinhaltet⁽¹³⁾. Diese posturale Kontrolle hängt von den Interaktionen zwischen dem Individuum, der ausgeführten Aufgabe und der Umgebung, in der sich die Person befindet, ab.

Die Gleichgewichtsfunktionen, die an der Aufrechterhaltung der Projektion des Massenzentrums in die Stützfläche beteiligt sind, beruhen auf antizipatorischen und reaktiven

posturalen Anpassungen. Diese Funktionen sind in mehreren Abschnitten des Mini-BESTests spezifisch dargestellt, sodass ihre Integrität gezielt beurteilt werden kann.

Antizipatorische posturale Anpassungen ermöglichen Stabilität bei der Vorbereitung der Bewegung und während der Bewegung, indem sie die aus den willkürlichen Bewegungen resultierenden Kräfte kompensieren. Reaktive posturale Anpassungen ermöglichen die Wiedererlangung von Stabilität, d. h. die Verlagerung des Massenzentrums in die Stützfläche nach internen und externen Störungen⁽¹⁴⁾.

Die Fähigkeit der Person, antizipatorische Anpassungen vorzunehmen, wird anhand von drei Items beurteilt: Transfer vom Sitzen zum Stehen, die Fähigkeit, im Stehen auf die Zehenspitzen zu gehen, und das unipodale Gleichgewicht.

Die Fähigkeit zur reaktiven posturalen Kontrolle wird durch die kompensatorische Schrittstrategie bei einem Gleichgewichtsverlust beurteilt. Im Mini-Best-Test wird diese Fähigkeit in der Sagittalebene durch den anterioren und posterioren Ausgleichsschritt und in der Frontalebene durch die seitliche Schrittstrategie beurteilt.

Die sensorische Orientierung wird anhand von drei Items im Stehen beurteilt, die so konzipiert sind, dass sie den visuellen und propriozeptiven Input modulieren und so die Fähigkeit des Patienten testen, sein Gleichgewicht unter veränderten sensorischen Bedingungen aufrechtzuerhalten. Es geht darum, das Gleichgewicht im Stehen auf Flächen mit unterschiedlicher Neigung oder Steifigkeit (z. B. feste oder weiche Oberfläche), mit variabler Stützfläche (z. B. Füße zusammen oder auseinander) und unter visuellem Entzug zu halten.

Die Stabilität während des dynamischen Gehens wird anhand von vier Items bewertet, die die Veränderung der Gehgeschwindigkeit, das Ausweichen vor Hindernissen, motorische und kognitive Doppelaufgaben sowie Pivots (d. h. bei Richtungswechseln) beinhalten.

Bei der Bewertung des unipodalen Gleichgewichts und der lateralen Ausgleichsschrittstrategie werden die Tests auf beiden Seiten durchgeführt. Bei der Bewertung dieser beiden Items wird jedoch nur die Seite mit der niedrigeren Punktzahl berücksichtigt. Dies erklärt die maximale Punktzahl von 28 Punkten im Mini-BESTest. In der klinischen Forschung verwenden einige Studien einen 32-Punkte-Score, da sie die Daten des linken und rechten Beins für diese Items auswerten, bei denen normalerweise die Bewertung nur einer Seite integriert ist⁽¹⁵⁾.

PSYCHOMETRISCHE EIGENSCHAFTEN

Zuverlässigkeit

Die Zuverlässigkeit zeigt, wie stabil die Ergebnisse eines Tests sind, wenn er wiederholt wird. Das heißt, dass die Testergebnisse gleich bleiben sollten, wenn sich der Status der Person nicht geändert hat⁽¹⁶⁾.

Die Test-Retest-Zuverlässigkeit ist definiert als die Konsistenz einer Messung, wenn sie mehrmals im Laufe der Zeit von demselben Beurteiler auf dieselbe Person angewendet wird⁽¹⁷⁾. Diese Zuverlässigkeit wird durch einen Index

gemessen, der als Intraklassenkorrelation (ICC) bezeichnet wird und zwischen 0 und 1 variiert, wobei 1 eine perfekte Übereinstimmung zwischen den erhaltenen wiederholten Messungen bedeutet. Di Carlo *et al.*⁽⁴⁾ berichtet von sechs Studien, die eine ausgezeichnete Test-Retest-Reliabilität mit einem ICC von 0,86 bis 0,98 zeigen, was eine ausgezeichnete Stabilität der Ergebnisse zwischen zwei Messungen in Bezug auf den Mini-BESTest belegt.

Ergänzend dazu bezieht sich die Interrater-Reliabilität auf die Reproduzierbarkeit eines Tests, wenn er von verschiedenen Untersuchern unter ähnlichen Bedingungen durchgeführt wird⁽¹⁸⁾. Di Carlo *et al.*⁽⁴⁾ beschreibt die Interrater-Reliabilität als ausgezeichnet mit einem ICC von 0,86 bis 0,99 auf der Grundlage der sechs eingeschlossenen Studien.

Ein weiterer wichtiger Maßstab, der sich auf die Änderungsanfälligkeit des Tests auswirkt, ist der Standardmessfehler (SEM), der die Fehlerspanne um jeden Messwert angibt. Sie gibt ein Intervall an, in dem sich der wahre Wert befindet. Ein engeres Intervall zeigt eine höhere Genauigkeit an⁽¹⁹⁾. Für den Mini-BESTest liegt die Fehlerspanne zwischen 0,86 und 1,26 Punkten, was bedeutet, dass der wahre Wert in einem Intervall um den gemessenen Wert liegt, mit einer Genauigkeit von $\pm 0,86$ bis $1,26$ ⁽⁴⁾. Dieser enge SEM-Wert deutet auf eine gute Messgenauigkeit in Bezug auf die Gesamtpunktzahl hin.

Schließlich gibt die interne Konsistenz an, inwieweit die verschiedenen Items eines Tests aufeinander abgestimmt sind und die gleiche Dimension messen⁽²⁰⁾. Für den Mini-BESTest wird eine gute interne Konsistenz mit einem Cronbachs Alpha zwischen 0,89 und 0,96 berichtet, was darauf hindeutet, dass die Items des Tests die Schlüsselaspekte des Gleichgewichts effektiv erfassen⁽⁴⁾.

Reaktivität oder Sensibilität gegenüber Veränderungen

Die Fähigkeit einer klinischen Skala, Veränderungen im Laufe der Zeit zu messen, entspricht der Reaktivität dieses Tests. Sie ist entscheidend, um die Wirksamkeit von therapeutischen Maßnahmen zu beurteilen und die Entwicklung des Patienten zu verfolgen.

Ein Schlüsselindikator für diese Reaktionsfähigkeit ist die minimal nachweisbare Veränderung (*Minimal detectable change* : CMD), die den kleinsten Unterschied bestimmt, den ein Instrument oder eine Methode feststellen kann, der nicht auf einen Messfehler zurückzuführen ist⁽²¹⁾. Für den Mini-BESTest wird der CMD auf 3,5 Punkte geschätzt⁽²²⁾ in einer Population mit verschiedenen Pathologien, die zu Gleichgewichtsstörungen führen. Dies ist die Mindestpunktzahl, die sicherstellt, dass der Messunterschied nicht auf einem Messfehler beruht, sondern auf der tatsächlichen Entwicklung des Patienten⁽¹⁹⁾.

Ein weiteres grundlegendes Konzept ist die minimale klinisch relevante Veränderung (MCID) und stellt die kleinste Veränderung des Scores dar, die für den Patienten oder den Therapeuten als signifikant wahrgenommen wird⁽¹⁹⁾. Diese Differenz entspricht 4 Punkten im MiniBESTest⁽²²⁾ in derselben Population. Dies macht 4 Punkte zu einem relevanten Schwellenwert für die Beurteilung von Fortschritten oder die Festlegung von Behandlungszielen, da es sich um

einen Schwellenwert handelt, bei dem die Veränderung vom Patienten als wichtig empfunden werden kann.

Der CMD sowie der MCID variieren je nach Pathologie. Einige Autoren unterscheiden den CMD nach dem Ausmaß der Beeinträchtigung. Die Werte für häufige neurologische Erkrankungen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Darüber hinaus zeigt der Mini-BESTest mit einer Sensitivität von 94% und einer Spezifität von 81% eine hervorragende Fähigkeit, Patienten mit Gleichgewichtsstörungen zu identifizieren⁽¹⁵⁾. Aus Sicht der Definitionen dieser beiden Konzepte stellt die Sensitivität die Fähigkeit eines Tests dar, das Vorhandensein einer Störung zu erkennen, wenn diese tatsächlich vorhanden ist. Die Spezifität stellt die Fähigkeit dar, das Fehlen einer Störung bei einer gesunden Person zu erkennen⁽¹⁹⁾.

Die Boden- und Deckeneffekte beschreiben die mangelnde Unterscheidbarkeit von Wertnuancen, die sich in den letzten Graden der Extremwerte befinden. Ein Bodeneffekt tritt auf, wenn die Skala Patienten mit schweren Beeinträchtigungen nicht ausreichend unterscheidet, während ein Deckeneffekt Patienten mit Fähigkeiten betrifft, die nahe am Normalbereich liegen⁽¹⁹⁾. Die Studie von Godi *et al.*⁽²²⁾ beschreibt, dass für den Mini-BESTest in einer gemischten neurologischen Population kein Boden- oder Deckeneffekt beobachtet wurde, was seine Anwendbarkeit auf ein breites Spektrum von Patienten unterstreicht.

Gültigkeit

Die Validität eines Tests ist entscheidend, um sicherzustellen, dass die von ihm gelieferten Ergebnisse genau das

widerspiegeln, was er messen soll. Wie Piette⁽¹⁴⁾ erklärt: „Eine Messung ist valide, wenn die Informationen, die sie liefert, mit der Realität dessen, was sie messen soll, übereinstimmen“.

Die Kriteriumsvalidität bewertet den Grad der Übereinstimmung einer Messung mit einem „Goldstandard“⁽³⁵⁾. Der Mini-BESTest zeigt eine ausgezeichnete Kriteriumsvalidität mit der Berg Balance Scale (BBS) und weist eine Korrelation mit einem $r=0.85$ (CI 0.78-0.90) auf⁽³⁶⁾.

Die Inhaltsvalidität bestimmt, ob die klinische Skala alle wesentlichen Aspekte des bewerteten Konzepts abdeckt⁽³⁷⁾. Der Mini-BESTest weist eine hohe Inhaltsvalidität auf und integriert Items aus validierten Tests wie der Berg Balance Scale, der Performance-Oriented Mobility Assessment (POMA) und dem Dynamic Gait Index. Er beinhaltet auch unabhängige Tests wie Timed Up and Go und Timed Up and Go mit einer kognitiven Doppelaufgabe⁽¹⁰⁾.

INTERPRETATION DER DATEN

Cut-off-Werte sind Schwellenwerte, die eine binäre Interpretation der Ergebnisse ermöglichen, insbesondere um das Sturzrisiko des Patienten zu beurteilen. Es ist wichtig zu beachten, dass diese „Cut-off“-Werte keinen diagnostischen Wert haben, aber sie bieten einen nützlichen Hinweis für die klinische Praxis⁽¹⁹⁾. Der *Cut-off-Wert* variiert je nach Krankheitsbild und Literaturquelle (Tabelle 2).

Tabelle 1

Veränderung von CMD und MCID nach Pathologien

Pathologie	CMD (in Punkten)	MCID (in Punkten)
Multiple Sklerose	Gesamtbevölkerung: 4.0 ⁽¹⁹⁾ - 4.1 ⁽¹⁸⁾ Leichte Beeinträchtigungen (EDSS** 2.0-3.5): 3.5 ⁽²³⁾ Mäßige Beeinträchtigungen (EDSS 4.0-5.5): 4.7 ⁽²³⁾	Gesamtbevölkerung: 5.0 ⁽²⁴⁾
Parkinson-Krankheit	Gesamtbevölkerung: 4.1 ^{(25)*} , 5.5 ⁽¹⁵⁾	Gesamtbevölkerung: 3.4 - 4.0 ⁽²⁶⁾
Unvollständige Rückenmarksverletzung	Bevölkerung, die länger als 30 Sekunden stehen kann: 3,1 bis 3,8 ⁽²⁷⁾ - 4,0 ⁽²⁸⁾	Fehlende Daten in der Literatur
Schlaganfall	Subakute Phase: 3.4 ⁽²⁹⁾ Chronische Phase: 3.0 ⁽³⁰⁾	Subakute Phase : 2.3 (Verteilungsmethode) oder 4.2-4.5 (Verankerungsmethode) ⁽³¹⁾ , 3.2-4.5 ⁽³²⁾ Allgemeine Bevölkerung: 4.0 ⁽³³⁾

Abkürzungen: CMD: minimal nachweisbare Veränderung - MCID: minimal klinisch relevante Veränderung

* CMD berechnet aus dem Standardmessfehler (SEM) von 1.5, der in dem Artikel von Löfgren & al.⁽²³⁾ verfügbar ist. Formel(34) : $CMD\ 95\ \% = 1,96 \times \sqrt{2} \times SEM$

** EDSS: Expanded Disability Status Scale

Tabelle 2

„Cut-off“-Werte des Mini-BESTests zur Einschätzung des Sturzrisikos

Pathologie	Cut-off-Wert (max. Punkte)
Multiple Sklerose	22.5 (28) ⁽³⁸⁾
Parkinson-Krankheit	19.0 (28) ⁽³⁹⁾ 21.5 (28) ⁽⁴⁰⁾ 20.0 (32) ⁽⁴¹⁾
Unvollständige Rückenmarksverletzung (Aufrecht stehen ≥ 30 Sekunden)	19.0 (28) ⁽⁴²⁾
Schlaganfall (chronische Phase)	17.5 (28) ⁽⁴³⁾

Die Cut-off-Werte variieren je nach Pathologie und Autor. Einige Cut-off-Werte sind bei einer Gesamtpunktzahl von 28 oder 32 zu interpretieren. Tatsächlich beträgt die Gesamtpunktzahl im Mini-BESTest normalerweise **28 Punkte**, da bei zwei bilateralen Items nur die Leistung der **schwächeren Seite** berücksichtigt wird. In der Forschung verwenden einige Protokolle einen **32-Punkte-Score**, indem sie die Leistungen **beider Seiten** (links und rechts) bei denselben Items mit einbeziehen. Diese Punktzahl wird in Klammern angegeben.

DISKUSSION

Ziel dieser Literaturübersicht war es, den Mini-BESTest, eine klinische Skala zur Beurteilung des Gleichgewichts bei Menschen mit neurologischen Erkrankungen, sowie seine psychometrischen Eigenschaften und die Interpretation der Daten vorzustellen. Außerdem soll die klinische Skala mit dem Goldstandard verglichen und die Vorteile und Grenzen ihrer Anwendung in der klinischen Praxis diskutiert werden⁽¹⁰⁾.

Vergleich mit dem Goldstandard

Der BBS wird als „Goldstandard“ für die Beurteilung des Gleichgewichts bei Schlaganfallpatienten angesehen⁽⁶⁾. In der Literatur wird der Mini-BESTest häufig mit dieser klinischen Skala verglichen.

Sowohl der BBS als auch der Mini-BESTest weisen eine ausgezeichnete Zuverlässigkeit auf. In einer Population mit chronischem Schlaganfall weisen der BBS und der Mini-BESTest eine ausgezeichnete Test-Retest-Reliabilität auf, die durch ICC von jeweils 0,99⁽⁴⁴⁾ bzw. 0,96⁽¹⁵⁾ belegt wird. Eine ausgezeichnete Interexaminator-Reliabilität ist ebenfalls vorhanden mit einem ICC von 0,96 für den Mini-BESTest⁽¹⁵⁾ und von 0,97 für den BBS⁽⁴⁴⁾. Der Mini-BESTest weist eine ausgezeichnete Validität durch eine Korrelation mit dem BBS von $r = 0,83$ ⁽⁴³⁾ bei einer Population mit Schlaganfall⁽¹⁵⁾ auf. In der Allgemeinbevölkerung mit Gleichgewichtsstörungen zeigte der Mini-BESTest einen geringeren Deckeneffekt als der BBS⁽³⁶⁾. In der Tat verglich die Studie von Godi *et al.*⁽³⁶⁾ die psychometrischen Eigenschaften zweier klinischer Skalen in einer Population von 93 weiblichen und männlichen Teilnehmern mit verschiedenen neurologischen Störungen, darunter Parkinson-Krankheit, Hemiparese, Multiple Sklerose, vestibuläre Störungen und neuromuskuläre Erkrankungen. Die Höchstpunktzahl wurde beim Mini-BESTest von 2,1 % und beim BBS⁽³⁶⁾ von 13,0 % der Teilnehmer erreicht. Der Vergleich dieser beiden Tests bei Menschen mit Parkinson-Krankheit zeigt, dass der Mini-BESTest bei der Vorhersage des Sturzrisikos von Patienten

genauer ist als der BBS⁽⁴⁵⁾. Tatsächlich zeigt die Studie von Duncan & al.⁽⁴⁵⁾ eine bessere Erkennung von Leistungsveränderungen durch den Mini-BESTest als durch den BBS bei Menschen mit Parkinson⁽⁴⁵⁾.

Literaturkritik

Die verfügbare Literatur bietet eine Vielzahl von Informationen über die psychometrischen Qualitäten des Mini-BESTests in der neurologischen Gesamtbevölkerung sowie in der Bevölkerung mit Schlaganfall und Parkinson-Krankheit. Es fehlen jedoch Daten über die Anwendung dieser klinischen Skala bei anderen neurologischen Erkrankungen wie inkompletten Rückenmarksverletzungen oder Schädel-Hirn-Traumata.

Die psychometrischen Qualitäten des Mini-BESTests werden mit seinen Varianten, dem BESTest und dem brief-BESTest⁽⁴⁶⁾ sowie mit dem Goldstandard zur Beurteilung des Gleichgewichts in der neurologischen Bevölkerung, dem BBS⁽³⁶⁾ verglichen. Es fehlen jedoch Vergleichsdaten mit anderen Tests wie dem Tinetti POMA und dem SPPB, deren Mehrwert darin bestehen würde, die psychometrischen Qualitäten von in der Klinik verwendeten Feldinstrumenten zu bewerten.

Es gibt nur wenige Artikel zu alters- und geschlechtsspezifischen Normwerten für Patienten⁽⁴⁷⁾. Da das Alter mit dem Auftreten von Gleichgewichtsstörungen korreliert⁽⁴⁸⁾, werden aufgrund der demografischen Veränderungen unserer alternden Bevölkerung immer mehr Menschen mit diesen konfrontiert werden. Umso interessanter wäre es, Normwerte zu erhalten, um diese von den pathologischen Werten, die bei unseren Patienten angetroffen werden, zu unterscheiden.

Vorteile und Grenzen des Tests in der klinischen Realität

Die Dauer der Verabreichung von 10 bis 15 Minuten und der geringe Schulungsaufwand für die Durchführung dieses Tests machen ihn für jeden Therapeuten, ob Anfänger oder Experte, zugänglich und einfach während einer physiotherapeutischen Sitzung durchführbar.

Das Fehlen von Schwellen- und Deckeneffekten des Mini-BESTests in gemischten neurologischen Populationen⁽¹⁵⁾ bedeutet, dass der Test Variationen in den Extremwerten unterscheiden kann und daher in einer Population mit unterschiedlichem Funktionsniveau einsetzbar ist. Darüber hinaus wurde für Personen mit geringeren Fähigkeiten der Frail Bestest⁽⁴⁹⁾ entwickelt.

Die Änderungssensitivität des Tests mit einem CMD von 3,5 Punkten für die neurologische Gesamtpopulation⁽³⁶⁾ ermöglicht es, die Entwicklung des Patienten zu verfolgen und gleichzeitig die Verzerrung durch Messfehler zu eliminieren.

Die meisten Stürze von Patienten mit neurologischen Erkrankungen ereignen sich zu Hause, wenn sie über ein Hindernis stolpern, sich nicht an Möbeln abstützen können, auf rutschigem Boden, barfuß oder in einer schlecht beleuchteten Umgebung laufen⁽³⁾. Der Mini-BESTest, bewertet antizipatorische und reaktive Aspekte des Gleichgewichts. ermöglicht es, Defizite in Situationen aufzuzeigen, die den Alltag der Patienten widerspiegeln.

Die Genauigkeit des Tests bei der Identifizierung von Gleichgewichtsfunktionen, die Gleichgewichtsverluste verursachen, ermöglicht eine genaue Anpassung der Interventionen. Die Identifizierung von Defiziten bei der antizipatorischen Haltungsanpassung, der reaktiven Haltungskontrolle, der sensorischen Orientierung oder der Stabilität beim dynamischen Gehen ermöglicht die Erstellung von Rehabilitationsprogrammen, die auf die Bedürfnisse des Patienten ausgerichtet sind.

Die Grenzen des Tests liegen vor allem in der benötigten Ausrüstung. Insbesondere die schiefe Ebene ist ein spezielles Hilfsmittel für diesen Test, das in der Klinik nicht unbedingt in den Physiotherapieräumen zur Verfügung steht. Eine zweite Grenze des Tests ist die Variation der Punktzahl in den verschiedenen Studien. Wie oben erläutert, wird in der klinischen Forschung manchmal ein Score von 32 Punkten verwendet, um die linke und rechte Seite zu berücksichtigen. Diese Variation kann bei der Interpretation der Cut-off-Werte in der praktischen Anwendung, wo der Test mit 28 Punkten bewertet wird, irreführend sein.

Die Population, für die der Test verwendet werden kann, stellt ebenfalls eine Einschränkung dieser klinischen Skala dar. Obwohl es keinen Boden- oder Deckeneffekt gibt, ist der Test für eine Population ungeeignet, die nicht stehen kann, wie z. B. Menschen mit kompletten Rückenmarksverletzungen oder mit schweren Folgen einer neurologischen Erkrankung. In diesem Fall können andere spezifische Tests aussagekräftiger sein. Schließlich scheint es notwendig, dass weitere Untersuchungen durchgeführt werden, um die Validität und klinische Relevanz des Mini-BESTests zu erhöhen, insbesondere für die Anwendung bei spezifischen Bevölkerungsgruppen (Schädel-Hirn-Trauma) oder in verschiedenen klinischen Kontexten, in denen die aktuellen Daten begrenzt sind.

SCHLUSSFOLGERUNG

Die Behandlung von Gleichgewichtsstörungen bei neurologischen Erkrankungen stellt eine große Herausforderung für Physiotherapeuten dar, deren Ziel es ist, den Patienten zu helfen, eine bessere Lebensqualität zu erreichen. Der Mini-BESTest ist aufgrund seiner Struktur in vier Abschnitte und seiner psychometrischen Eigenschaften ein wertvolles Instrument zur Beurteilung von Gleichgewichtsstörungen bei Patienten mit neurologischen Erkrankungen. Seine Sensitivität gegenüber Veränderungen und das Fehlen eines Decken- oder Bodeneffekts sowie seine ausgezeichnete Zuverlässigkeit und Validität erhöhen seine Nützlichkeit in der Klinik. Seine Anwendung in der Klinik kann jedoch durch die Verfügbarkeit spezifischer Materialien und die in der Forschung beobachteten Variationen der Ratings eingeschränkt werden. Trotz dieser Einschränkungen bleibt der Mini-BESTest ein Test der Wahl, um therapeutische Interventionen an die Bedürfnisse der Patienten anzupassen. Er bietet somit potenziell einen personalisierten Ansatz für die physiotherapeutische Behandlung. Für den Einsatz des Tests bei Menschen mit neurologischen Erkrankungen sind jedoch weitere Forschungsarbeiten erforderlich.

IMPLIKATIONEN FÜR DIE PRAXIS

- Der schnell durchzuführende Mini-BESTest bewertet spezifische Aspekte des Gleichgewichts.
- Die Identifizierung der Gleichgewichtsfunktionen die für Gleichgewichtsstörungen verantwortlich sind durch den MiniBESTest ermöglichte eine Optimierung des Behandlungsplans.
- Die psychometrischen Qualitäten und die einfache Anwendung des Mini-BESTests machen ihn zu einem Instrument, das für Fachkräfte im Gesundheitswesen von größtem Interesse ist.
- Die „Cut-off“-Werte ermöglichen eine Einschätzung des Sturzrisikos, dem der Patient ausgesetzt ist.

Kontakt

Taina Lauber | tainalauber@gmail.com

ABSTRACT

Background: Balance disorders associated with neurological diseases have a major impact on patients' autonomy and quality of life. These deficits increase the risk of falls, presenting a major challenge for physiotherapists. To optimize management, reliable and adapted assessment tools, such as the Mini-BESTest, are essential to enhance clinical reasoning.

Goal: The aim of this article is to present the Mini-BESTest and evaluate its use in clinical practice.

Development: The Mini-BESTest assesses balance through 14 items grouped into four sections: anticipatory postural adjustments, reactive postural control, sensory orientation, and stability in dynamic gait. Easy to administer, it requires little equipment and has excellent psychometric qualities. Its lack of a ceiling or floor effect makes it relevant for a broad population.

Discussion: Compared with the Berg Balance Scale, considered the gold standard, the Mini-BESTest shows a better ability to detect deficits in dynamic situations and limits ceiling effects. However, its use remains limited by the equipment required, such as an inclined surface, and by the lack of normative data according to age and gender. These limitations, although not negligible, do not alter its clinical relevance.

Conclusion: The Mini-BESTest is a reliable, rapid tool for assessing balance disorders in neurological pathologies. Its psychometric qualities and targeted approach make it a key element in guiding physiotherapeutic interventions.

KEYWORDS:

Mini-BESTest / neurological conditions / balance disorders

RÉSUMÉ

Introduction : Les troubles de l'équilibre, associés aux pathologies neurologiques, impactent gravement l'autonomie et la qualité de vie des personnes. Ces déficits augmentent les risques de chutes, posant un défi majeur pour les physiothérapeutes. Pour optimiser la prise en charge, des outils d'évaluation fiables et adaptés, tels que le Mini-BESTest (*Mini Balance Evaluation Systems Test*), sont essentiels afin d'affiner le raisonnement clinique.

Objectif : L'objectif de cet article est de décrire le Mini-BESTest comme un outil clinique d'évaluation de l'équilibre, de présenter et explorer son utilité en pratique clinique.

Développement : Le Mini-BESTest évalue l'équilibre à travers quatorze items regroupés en quatre sections : ajustements posturaux anticipatoires, contrôle postural réactif, orientation sensorielle et stabilité en marche dynamique. Facile à administrer, il nécessite peu de matériels et présente d'excellentes qualités psychométriques. Son absence

d'effet plafond ou plancher le rend pertinent pour une population variée.

Discussion : Comparé au *Berg Balance Scale* (BBS), considéré comme le *gold standard*, le Mini-BESTest montre une meilleure capacité à détecter les déficits en situations dynamiques et limite les effets plafond. Toutefois, son utilisation reste limitée par le matériel requis, comme le plan incliné, et par le manque de données normatives selon l'âge et le sexe. Ces lacunes, bien que non négligeables, n'altèrent pas sa pertinence clinique.

Conclusion : Le Mini-BESTest est un outil fiable, rapide et adapté pour évaluer les troubles de l'équilibre dans les pathologies neurologiques. Ses qualités psychométriques et son approche ciblée en font un élément clé pour guider les interventions en physiothérapie.

MOTS-CLÉS

Mini-BESTest / pathologies neurologiques / troubles de l'équilibre

Références

- Salari N, Hayati A, Kazemina M, Rahmani A, Mohammadi M, Fatahian R, et al. The effect of exercise on balance in patients with stroke, Parkinson, and multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Neurol Sci*. 1 Jan 2022;43(1):167-85.
- Jia H, Lubetkin EI, DeMichele K, Stark DS, Zack MM, Thompson WW. Prevalence, risk factors, and burden of disease for falls and balance or walking problems among older adults in the U.S. *Prev Med*. 1 Sep 2019;126:105737.
- Stolze H, Klebe S, Zechlin C, Baecker C, Friege L, Deuschl G. Falls in frequent neurological diseases. *J Neurol*. 1 Jan 2004;251(1):79-84.
- Di Carlo S, Bravini E, Vercelli S, Massazza G, Ferriero G. The Mini-BESTest: a review of psychometric properties. *Int J Rehabil Res Int Z Rehabil Rev Int Rech Readaptation*. Juni 2016;39(2):97-105.
- Terwee CB, Bot SDM, de Boer MR, van der Windt DAWM, Knol DL, Dekker J, et al. Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *J Clin Epidemiol*. 1 Jan 2007;60(1):34-42.
- Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment | RehabMeasures Database [Internet]. 2014 [cited 14 Jan 2025]. Verfügbar unter: <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/tinetti-performance-oriented-mobility-assessment>
- Short Physical Performance Battery | RehabMeasures Database [Internet]. 2017 [cited 14 Jan 2025]. Verfügbar unter: <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/short-physical-performance-battery>
- Hasegawa S, Matsui T, Kishi M, Kouchi H, Watanabe M, Yanagisawa T, et al. Sensitivity to change and responsiveness of the Balance Evaluation Systems Test (BESTest), Mini-BESTest, and Brief-BESTest in patients with subacute cerebral infarction. *J Phys Ther Sci*. Jan 2021;33(1):69-74.
- Mao HF, Hsueh IP, Tang PF, Sheu CF, Hsieh CL. Analysis and comparison of the psychometric properties of three balance measures for stroke patients. *Stroke*. Apr 2002;33(4):1022-7.
- Franchignoni F, Horak F, Godi M, Nardone A, Giordano A. Using psychometric techniques to improve the Balance Evaluation System's Test: the mini-BESTest. *J Rehabil Med Off J UEMS Eur Board Phys Rehabil Med*. Apr 2010;42(4):323.
- King L, Horak F. On the Mini-BESTest: Scoring and the Reporting of Total Scores. *Phys Ther*. 1 Apr 2013;93(4):571-5.
- Potter K, Brandfass K. The Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest). *J Physiother*. Oct 2015;61(4):225.
- Postural Control - an overview | ScienceDirect Topics [Internet]. [cited 7 Jan 2025]. Verfügbar unter: <https://www.science-direct.com/topics/neuroscience/postural-control>
- Horak FB. Posturale Orientierung und Gleichgewicht: Was müssen wir über die neuronale Kontrolle des Gleichgewichts wissen, um Stürze zu verhindern? *Age Ageing*. 1 Sep 2006;35(suppl_2):ii7-11.
- Mini Balance Evaluation Systems Test | RehabMeasures Database [Internet]. 2013 [cited 27 Nov 2024]. Verfügbar unter: <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/mini-balance-evaluation-systems-test>
- ResearchGate [Internet]. [cited 14 Jan 2025]. (PDF) Die Eigenschaften von Messinstrumenten: Nützliche Fragen, die man sich stellen sollte. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/356874618_Les_proprietes_des_outils_de_mesure_les_questions_utiles_a_se_poser
- Test Retest Reliability - an overview | ScienceDirect Topics [Internet]. [cited 20 Nov 2024]. Verfügbar unter: <https://www.science-direct.com/topics/nursing-and-health-professions/test-retest-reliability>
- Interrater Reliability - an overview | ScienceDirect Topics [Internet]. [cited 20 Nov 2024]. Verfügbar unter: <https://www.science-direct.com/topics/nursing-and-health-professions/interrater-reliability>
- (PDF) 1. Piette P. Métrologie appliquée à la kinésithér mesures , tests et bilans , concepts fondamentaux. EMC - Kinésithérapie - Médecine Phys - Réadaptation. 2016;0(16). ResearchGate [Internet]. 22 Oct 2024 [cited 3 Dec 2024]; Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/301730610_1_Piette_P_Metrologie_appliquee_a_la_kinesither_mesures_tests_et_bilans_concepts_fondamentaux EMC - Kinésithérapie - Médecine Phys - Réadaptation_2016016
- Internal Consistency - an overview | ScienceDirect Topics [Internet]. [cited 20 Nov 2024]. Verfügbar unter: <https://www.science-direct.com/topics/nursing-and-health-professions/internal-consistency>
- Suijker JJ, van Rijn M, ter Riet G, van Charante EPM, de Rooij SE, Buurman BM. Minimal important change and minimal detectable change in activities of daily living in community-living older people. *J Nutr Health Aging*. 1 Feb 2017;21(2):165-72.

- 22.** Godi M, Franchignoni F, Caligari M, Giordano A, Turcato AM, Nardone A. Comparison of Reliability, Validity, and Responsiveness of the Mini-BESTest and Berg Balance Scale in Patients With Balance Disorders. *Phys Ther.* 1 Feb 2013;93(2):158-67.
- 23.** Wallin A, Franzén E, Ekman U, Piehl F, Johansson S. A highly challenging balance training intervention for people with multiple sclerosis: a feasibility trial. *Pilot Feasibility Stud.* 15 March 2023;9(1):41.
- 24.** Molhemi F, Monjezi S, Mehravar M, Shaterzadeh-Yazdi M, Majdinasab N. Validity, reliability, and responsiveness of Persian version of mini-balance evaluation system test among ambulatory people with multiple sclerosis. *Physiother Theory Pract.* 3 March 2024;40(3):565-75.
- 25.** Löfgren N, Lenholm E, Conradsson D, Ståhle A, Franzén E. The Mini-BESTest—a clinically reproducible tool for balance evaluations in mild to moderate Parkinson's disease? *BMC Neurol.* 12 Dec 2014;14:235.
- 26.** Godi M, Arcolin I, Giardini M, Corna S, Schieppati M. Responsiveness and minimal clinically important difference of the Mini-BESTest in patients with Parkinson's disease. *Gait Posture.* 1 Jul 2020;80:14-9.
- 27.** Morooka Y, Takakura Y, Kunisawa Y, Okubo Y, Araki S, Obayashi S. Reliability of the Mini-BESTest and Brief-BESTest for assessing patients with incomplete spinal cord injury. *Spinal Cord.* 13 Sep 2024;
- 28.** Roy A, Higgins J, Nadeau S. Reliability and minimal detectable change of the mini-BESTest in adults with spinal cord injury in a rehabilitation setting. *Physiother Theory Pract.* 2 Jan 2021;37(1):126-34.
- 29.** Winairuk T, Pang MYC, Saengsirisuwan V, Horak FB, Boonsinsukh R. Comparison of measurement properties of three shortened versions of the balance evaluation system test (BESTest) in people with subacute stroke. *J Rehabil Med.* 4 Oct 2019;51(9):683-91.
- 30.** Tsang CSL, Liao LR, Chung RCK, Pang MYC. Psychometric Properties of the Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) in Community-Dwelling Individuals With Chronic Stroke. *Phys Ther.* 1. August 2013;93(8):1102-15.
- 31.** Takeda R, Miyata K, Igarashi T. The minimal clinically important difference of the mini-balance evaluation systems test in patients with early subacute stroke. *Top Stroke Rehabil.* 3 Oct 2023;30(7):672-80.
- 32.** Tamura S, Miyata K, Hasegawa S, Kobayashi S, Shioura K, Usuda S. Pooled Minimal Clinically Important Differences of the Mini-Balance Evaluation Systems Test in Patients With Early Subacute Stroke: A Multicenter Prospective Observational Study. *Phys Ther.* 2 Apr 2024;104(4):pzae017.
- 33.** Beauchamp MK, Niebuhr R, Roche P, Kirkwood R, Sibley KM. A prospective study to establish the minimal clinically important difference of the Mini-BESTest in individuals with stroke. *Clin Rehabil.* 1 August 2021;35(8):1207-15.
- 34.** ResearchGate [Internet]. [cited 14 Jan 2025]. (PDF) Die Eigenschaften von Messinstrumenten: Nützliche Fragen, die man sich stellen sollte. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/356874618_Les_proprietes_des_outils_de_mesure_les_questions_utiles_a_se_poser
- 35.** Criterion Related Validity - an overview | ScienceDirect Topics [Internet]. [cited 20 Nov 2024]. Verfügbar unter: <https://www.science-direct.com/topics/nursing-and-health-professions/criterion-related-validity>
- 36.** Godi M, Franchignoni F, Caligari M, Giordano A, Turcato AM, Nardone A. Comparison of reliability, validity, and responsiveness of the mini-BESTest and Berg Balance Scale in patients with balance disorders. *Phys Ther.* Feb 2013;93(2):158-67.
- 37.** Content Validity - an overview | ScienceDirect Topics [Internet]. [cited 20 Nov 2024]. Verfügbar unter: <https://www.science-direct.com/topics/nursing-and-health-professions/content-validity>
- 38.** Ross E, Purtill H, Uszynski M, Hayes S, Casey B, Browne C, et al. Cohort Study Comparing the Berg Balance Scale and the Mini-BESTest in People Who Have Multiple Sclerosis and Are Ambulatory. *Phys Ther.* Sept 2016;96(9):1448-55.
- 39.** Schlenstedt C, Brombacher S, Hartwigsen G, Weisser B, Möller B, Deuschl G. Comparison of the Fullerton Advanced Balance Scale, Mini-BESTest, and Berg Balance Scale to Predict Falls in Parkinson Disease. *Phys Ther.* Apr 2016;96(4):494-501.
- 40.** Lopes LKR, Scianni AA, Lima LO, de Carvalho Lana R, Rodrigues-De-Paula F. The Mini-BESTest is an independent predictor of falls in Parkinson Disease. *Braz J Phys Ther.* 1 Sep 2020;24(5):433-40.
- 41.** Duncan RP, Leddy AL, Cavanaugh JT, Dibble LE, Ellis TD, Ford MP, et al. Accuracy of fall prediction in Parkinson disease: six-month and 12-month prospective analyses. *Park Dis.* 2012;2012:237673.
- 42.** Jørgensen V, Opheim A, Halvarsson A, Franzén E, Roaldsen KS. Comparison of the Berg Balance Scale and the Mini-BESTest for Assessing Balance in Ambulatory People With Spinal Cord Injury: Validation Study. *Phys Ther.* 1. Juni 2017;97(6):677-87.
- 43.** Tsang CSL, Liao LR, Chung RCK, Pang MYC. Psychometric properties of the Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) in community-dwelling individuals with chronic stroke. *Phys Ther.* August 2013;93(8):1102-15.
- 44.** Berg Balance Scale | RehabMeasures Database [Internet]. 2020 [zitiert 14. Jan. 2025]. Verfügbar unter: <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/berg-balance-scale>
- 45.** Duncan RP, Leddy AL, Cavanaugh JT, Dibble LE, Ellis TD, Ford MP, et al. Detecting and predicting balance decline in Parkinson disease: a prospective cohort study. *J Park Dis.* 2015;5(1):131-9.
- 46.** O'Hoski S, Sibley KM, Brooks D, Beauchamp MK. Construct validity of the BESTest, mini-BESTest and briefBESTest in adults aged 50 years and older. *Gait Posture.* Sept 2015;42(3):301-5.
- 47.** Nakhostin-Ansari A, Naghshtabrizi N, Mohammadzadeh M, Naghdi S, Delavari F, Khalifeloo M, et al. Balance measures of mini and brief balance evaluation system tests for Iranian population. *J Prev Med Hyg.* März 2024;65(1):E83-92.
- 48.** National Institute on Aging [Internet]. 2022 [zitiert am 7. Jan. 2025]. Older Adults and Balance Problems. Verfügbar unter: <https://www.nia.nih.gov/health/falls-and-falls-prevention/older-adults-and-balance-problems>
- 49.** Kubicki A, Brika M, Coquisart L, Basile G, Laroche D, Mourey F. 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.* 2020;15:1249-62.