

Reliabilität, Validität und diagnostische Güte eines neuen Mobilitätsscreenings

1 Einleitung

Die Mobilität, als eine Kategorie der Internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF), hat vor allem im Kontext einer immer älter werdenden Gesellschaft eine wichtige Bedeutung (Kaczmarek, Schwarz & Wydra, 2016). Mobil zu sein bedeutet in diesem Zusammenhang, die Möglichkeit zu haben mit der Umwelt zu interagieren. Um im Bereich der Rehabilitation für ein einheitliches Verständnis zu sorgen, wird für die Diagnostik die Konzeption praktikabler und valider ICF-basierter Verfahren als wichtige Forschungsaufgabe erachtet (Schliehe, 2006). Bisher wurden hauptsächlich ICF-Fragebögen verwendet, die u. a. Fragen zum Mobilitätsstatus beinhalten (z. B. MOSES-Fragebogen, Farin, Kosiol & Fleitz, 2008; ICF-PsychA&P, Brütt, Schulz, Koch & Andreas, 2010). Im Bereich Motorik zählt der Timed Up and Go Test (TUG; Podsiadlo & Richardson, 1991) zu den international anerkannten und am häufigsten verwendeten Verfahren zur Beurteilung der Mobilität (Shumway-Cook, Brauer & Woollacott, 2000; Zampieri, Salarian, Carlson-Kuhta, Nutt & Horak, 2010). Dem TUG wurde über ICF-Linking Rules (Cieza et al., 2002) nachträglich die ICF-Komponente „Gehen“ zugeordnet. In diesem Beitrag wird nun der Timed Up and Go Test 50+ (TUG 50+) vorgestellt, der eine Weiterentwicklung des TUG darstellt und neben der Fertigkeit „Gehen“ weitere alltagsorientierte Bewegungshandlungen beinhaltet. Bisher wurden die Testitems und Messparameter auf Eignung überprüft (Kaczmarek, Fröhlich, Schwarz, & Wydra, 2015). Im Folgenden sollen Reliabilität, Validität und diagnostische Güte des TUG 50+ untersucht werden.

2 Methodik

2.1 Entwicklung des Timed Up and Go Test 50+ (TUG 50+)

Für die Auswahl der Testitems war die Praktikabilität für die Rehabilitation, insbesondere Bewegungs- und Sporttherapie, entscheidend. Aus diesem Grund wurde Material verwendet, das in herkömmlichen Sporthallen vorhanden ist. So entstand ein Screening, das als Parcours absolviert wird und Items zu den Mobilitätskategorien „Körperposition ändern und aufrecht erhalten“, „Gegenstände tragen und handhaben“ und „Gehen und sich fortbewegen“ beinhaltet (Kaczmarek et al., 2015) (Abb. 1). Anhand des Screenings sollen so Mobilitätseinschränkungen erkannt werden. Gemessen wird die Gesamtzeit, die eine Person für den Parcours benötigt.

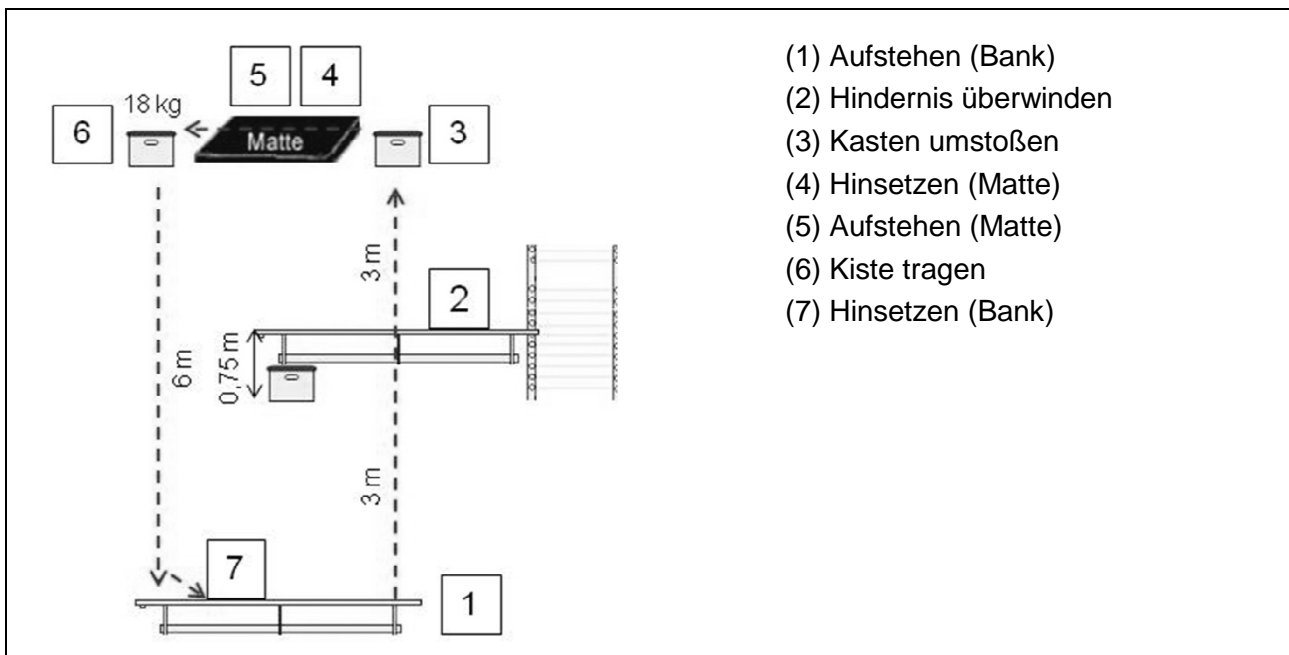


Abbildung 1: Aufbau, Ablauf und Items des TUG 50+

2.2 Untersuchungsdurchführung

Die Studien basieren auf den gleichen Patientengruppen mit neurologischen (Schlaganfall, Hirntumor, Multiple Sklerose, Gleichgewichtsstörungen, Parkinson) (NE) und Hals-Nasen-Ohren-Erkrankungen (Tinnitus, Hörverlust, Morbus Menière) (HNO) und fanden in einer stationären Rehabilitationseinrichtung statt. Zur Kontrolle der Sekundärvarianz wurde der Trainingszustand insofern konstant gehalten, dass jeder Patient in der ersten Rehabilitationswoche getestet wurde. Hinsichtlich des zu evaluierenden Instruments diente die Gesamtzeit, die eine Person für den TUG 50+ benötigt, als Messkriterium.

Reliabilität

N = 120. 47 % der Gesamtstichprobe (Alter: $54,1 \pm 10,3$ Jahre) litten an NE-Erkrankungen. 53 % der Probanden (Alter: $48,0 \pm 11,3$ Jahre) waren HNO-Patienten. Zur Überprüfung der Reliabilität des TUG 50+ wurden die Testpersonen in zwei Gruppen eingeteilt. Zur Sicherstellung, dass sich die Grunderkrankungen gleichmäßig auf die Gruppen verteilen, erfolgte die Zuteilung blockrandomisiert.

Pretest: Um Auswirkungen der Therapie bereits beim Vortest auszuschließen, wurde die Untersuchung am ersten Kliniktag nach Anreise der Patienten durchgeführt. Zur Bestimmung der kurzfristigen Test-Retest-Reliabilität (r_{ttk}) absolvierten Gruppe 1 und Gruppe 2 einen Vortest (n = 83). Gruppe 1 absolvierte den TUG 50+ einmal, während Gruppe 2 diesen zweimal durchlief.

Treatment: Alle Untersuchungsteilnehmer absolvierten ein zweiwöchiges, stationäres Rehabilitationsprogramm. Während diesem Zeitraum nahmen die Patienten an verschiedenen Trainingsprogrammen (Kraft-, Koordinations-, Ausdauertraining; Wassertherapie, Rückenschule usw.) teil.

Posttest: Zur Beurteilung der mittelfristigen Test-Retest-Reliabilität (r_{ttm}) bzw. Änderungssensitivität wurde ein Wiederholungstest durchgeführt ($n = 74$). Hierzu wurden alle Patienten (Gruppe 1, 2) eingeschlossen, die am Vortest teilnahmen. Der Nachtest fand genau zwei Wochen nach dem Vortest statt. Um den Einfluss kognitiver Aspekte zu minimieren, wurde der TUG 50+ erneut verbal erklärt und demonstriert. Alle Teilnehmer absolvierten den TUG 50+ einmal, unabhängig davon in welcher Gruppe sich die Patienten befanden.

Validität

Die Kriteriumsvalidität des TUG 50+ wurde anhand von vier Testinstrumenten beurteilt. Die Stichprobengrößen unterschieden sich bei den angewendeten Verfahren (Timed Up and Go Test – TUG: $n = 521$; Motorische Basisdiagnostik – MBD: $n = 119$; Mobilitäts-Funktionalitäts-Index – MFI: $n = 229$; Handkraft: $n = 74$).

1. Timed Up and Go Test (TUG): Der TUG (Podsiadlo & Richardson, 1991) kommt vor allem bei geriatrischen Personen zum Einsatz. Bei diesem Test soll, ähnlich dem TUG 50+, das Konstrukt der Mobilität abgebildet werden. Hierbei wird die Zeit gestoppt, die eine Person benötigt, um von einem Stuhl aufzustehen, zu einem drei Meter entfernten Hütchen zu gehen, wieder zum Stuhl zurück zu kehren und sich auf diesen zu setzen. Der TUG wurde von den Probanden zweimal nacheinander durchlaufen. Der Mittelwert beider Durchgänge wurde für weitere statistische Berechnungen verwendet.
2. Motorische Basisdiagnostik (MBD): Die MBD (Wydra, 2012) ist ein im klinischen Sektor eingesetzter Test zur Aufdeckung motorischer Defizite. Die Aufgaben orientieren sich am Modell der motorischen Fähigkeiten von Bös und Mechling (1983) und beinhalten dichotome Items zur Ausdauer (Gehen mit 5 und 6 km/h, Laufen mit 6 und 7 km/h), Kraft (Schulterwegdrücken, Hüftstrecken, Einbeinaufstehen, Rumpfaufrichten), Beweglichkeit (Rumpfflexion und -extension, Beinstrecken, Anfersen, Ausschultern) und Koordination (Achterkreisen, Balancieren und Ballprellen, Ball umgreifen, an der Wand entlang). Die einzelnen MBD-Items wurden von jedem Probanden nacheinander durchgeführt. Die MBD-Summenscores Ausdauer, Kraft, Beweglichkeit, Koordination und der MBD-Gesamtsummenscore stellten die Messkriterien dar.
3. Mobilitäts-Funktionalitäts-Index (MFI): Der MFI (Lange, 2013) ist ein Fragebogen, der Aussagen zu alltagsbezogenen Fähigkeiten und Einschränkungen beinhaltet. Hinsichtlich des MFI wurde der Gesamtsummenscore herangezogen.
4. Handkraft: Die Erfassung der Handkraft (als Prädiktor von Funktionseinschränkungen; Rantanen, Foley, Masaki, Leveille, Curb & White, 1999) erfolgte mittels Handdynamometer. Gemessen wurde die isometrische Kraft der rechten und linken Hand (Crosby, Whebé & Mawr, 1994). Die Handkraft wurde jeweils zweimal getestet und der Mittelwert beider Seiten für weitere Berechnungen herangezogen.

Diagnostische Güte

N = 109 (Alter: ♀ (n = 44): $50,6 \pm 8,2$ Jahre; ♂ (n = 65): $53,1 \pm 9,6$ Jahre). Die benötigte Zeit für den TUG 50+ sowie die bei der MBD getestete Fähigkeit, mit einer Geschwindigkeit von 7 km/h laufen zu können, wurden erfasst. Diese Fähigkeit diente als Kriterium, um einen Cut-Off-Wert ermitteln zu können.

Die Durchführung der Testverfahren zur Beurteilung der Validität und diagnostischen Güte dauerte eine Zeitstunde.

2.3 Statistik

Zur Beurteilung der Reliabilität wurde aufgrund nicht normalverteilter Daten der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman verwendet. Die Effektstärke (Cohens d) wurde zur Untersuchung von Testeffekten und Leistungsveränderungen für beide Krankheitsbilder berechnet. Die Signifikanzprüfung ($\alpha = 0,05$) der Zeiten erfolgte mittels einfaktorieller ANOVA.

Hinsichtlich der Validität wurden aufgrund normalverteilter Residuen zur Berechnung des Zusammenhangs zwischen der TUG 50+-Gesamtzeit und den Ergebnissen der verwendeten Testverfahren einfache Regressionen durchgeführt.

Die diagnostische Güte wurde mittels Receiver-Operating-Characteristic-Kurve (ROC-Kurve), Sensitivität – SE (Identifizierung tatsächlich Auffälliger), Spezifität – SP (Identifizierung tatsächlich Nicht-Auffälliger), Area Under The Curve – AUC (diagnostische Qualität), Ratz-Index (relativer Anstieg der Trefferquote gegenüber der Zufallstrefferquote) und Youden-Index (Summe aus Sensitivität und 1 - Spezifität) überprüft.

3 Ergebnisse

3.1 Reliabilität

Die kurzfristige Test-Retest-Reliabilität liegt bei $r_{ttk} = 0,97$. Zwischen Vortest 1 und 2 verbesserten sich beide Patientengruppen (HNO-Patienten: 6 % Verbesserung, $d = 0,11$, $p \leq 0,01$; NE-Patienten: 5 % Verbesserung, $d = 0,18$, $p \leq 0,01$). Die mittelfristige Reliabilität beträgt $r_{ttm} = 0,90$. Alle Gruppen haben sich vom Vortest zum Nachtest hinsichtlich der Testzeit im Mittel verbessert ($p \leq 0,05$). HNO-Patienten verbesserten sich weniger als NE-Patienten (HNO-Gruppe 1: 5 %, $d = 0,25$; HNO-Gruppe 2: 9 %, $d = 0,33$; NE-Gruppe 1: 15 %, $d = 0,79$; NE-Gruppe 2: 11 %, $d = 0,44$).

3.2 Validität

Tabelle 1 zeigt die Zusammenhänge zwischen dem TUG 50+ und den verwendeten Testverfahren.

Tabelle 1: Korrelationen (r ; * = $p \leq 0,05$; ** = $p \leq 0,01$; *** = $p \leq 0,001$; n.s. = nicht signifikant) zwischen TUG 50+ und externen Kriterien

Kriterium	Korrelation (r) zum TUG 50+
TUG	-0,64***
MBD-Summenscore	-0,63*
- Ausdauer (Summenscore)	-0,57***
Gehen 5 km/h	-0,18 ^{n.s.}
Gehen 6 km/h	-0,30**
Laufen 6 km/h	-0,53***
Laufen 7 km/h	-0,58***
- Kraft (Summenscore)	-0,60***
Schulterwegdrücken	-0,22*
Einbeinaufstehen rechts	-0,53***
Einbeinaufstehen links	-0,54***
Hüftstrecken	-0,33***
Rumpfaufrichten	-0,30***
- Beweglichkeit (Summenscore)	-0,43***
Rumpfflexion, -extension	-0,30**
Ausschultern	-0,21*
Beinstrecken	-0,38***
Anfersen	-0,33***
- Koordination (Summenscore)	-0,35***
Achterkreisen	-0,31***
Achterkreisen (geschlossene Augen)	-0,20*
Balancieren und Ballprellen	-0,24**
Ballumgreifen	-0,25**
An der Wand entlang	-0,20*
Handkraft rechts	-0,48***
Handkraft links	-0,39**
MFI-Summenscore	-0,37***

Der TUG 50+ zeigt die größten Zusammenhänge zum TUG ($p < 0,001$) und zur MBD ($p \leq 0,05$). Lediglich zum MBD-Item „Gehen 5 km/h“ liegt kein signifikanter Zusammenhang vor. Insbesondere die Items „Einbeinaufstehen“ und die Fähigkeit „Laufen“ zu können, haben einen nennenswerten Einfluss auf die TUG 50+-Zeit. Mittlere Zusammenhänge ($p < 0,01$) sind zudem zur Handkraft und zum MFI zu beobachten. Die MBD zeigt mit 49 % die größte Varianzaufklärung (TUG: 40 %, MFI: 16 %, Handkraft: 16 %).

3.3 Diagnostische Güte

Auf der ROC-Kurve ist die Richtig-Positiv-Rate (Sensitivität) in Abhängigkeit der Falsch-Positiv-Rate ($1 - \text{Spezifität}$) für verschiedene Trennpunkte abgetragen (Abb. 2). Ein „perfektes“ Screening entspricht einer 100 prozentigen Richtig-Positiv-Rate (alle Personen mit Einschränkungen/Krankheiten werden als solche erkannt) und einer Falsch-Positiv-Rate von 0 % (keine „uneingeschränkte/ gesunde“ Person wird als „eingeschränkt/ krank“ klassifiziert. Jeder Punkt auf der Kurve repräsentiert einen Sensitivitäts- und Spezifitätswert, der einem bestimmten potenziellen Trennpunkt (Cut-Off-Wert) entspricht. Weist das Screening keine Entscheidungskraft auf, so verläuft die ROC-Kurve nahe der Winkelhalbierenden (Abb. 2). Ein gutes Screening nimmt hinsichtlich des Youden-Index Werte zwischen 0 und 1 ($1 = \text{Verfahren}$

trennt perfekt zwischen „Kranken“ und „Gesunden“) (Fluss, Faraggi & Reiser, 2005) und AUC-Werte zwischen 0,5 und 1 (Hanley & McNeil, 1982) an. Je näher der Youden-Index bei +1 liegt, desto besser ist der vorliegende diagnostische Test in der Lage, Kranke und Gesunde voneinander zu trennen. Ob die Trefferquote des Screenings die Trefferquote des Zufalls schlägt, wird durch den Ratz-Index angegeben. Hier bedeuten Werte zwischen 0,3 und 0,6 eine leichte Verbesserung und Werte ab 0,6 eine hohe Verbesserung gegenüber der Zufallstrefferquote (Loeber & Dishion, 1983).

In der vorliegenden Untersuchung haben von 119 Patienten 63 (67 % der HNO, 42 % der NE) das Kriterium „Laufen mit 7 km/h“ geschafft (TUG 50+-Zeit: $19,5 \pm 5,0$ s). Patienten, die dieses Kriterium nicht erfüllten, benötigen im Mittel $28,5 \pm 7,8$ s für den TUG 50+. Der höchste Youden-Index (0,49) findet sich bei einer Zeit von 25 s (Sensitivität 68 %, Spezifität 81 %, AUC = 0,73, Ratz-Index = 0,55). Niedrigere Trennpunkte (< 25 s) erhöhen die Sensitivität und den Ratz-Index, gehen jedoch zu Lasten der AUC und des Youden-Index. Hinsichtlich des 95 % Konfidenzintervalls liegt der Trennpunkt zwischen 22 und 28 s.

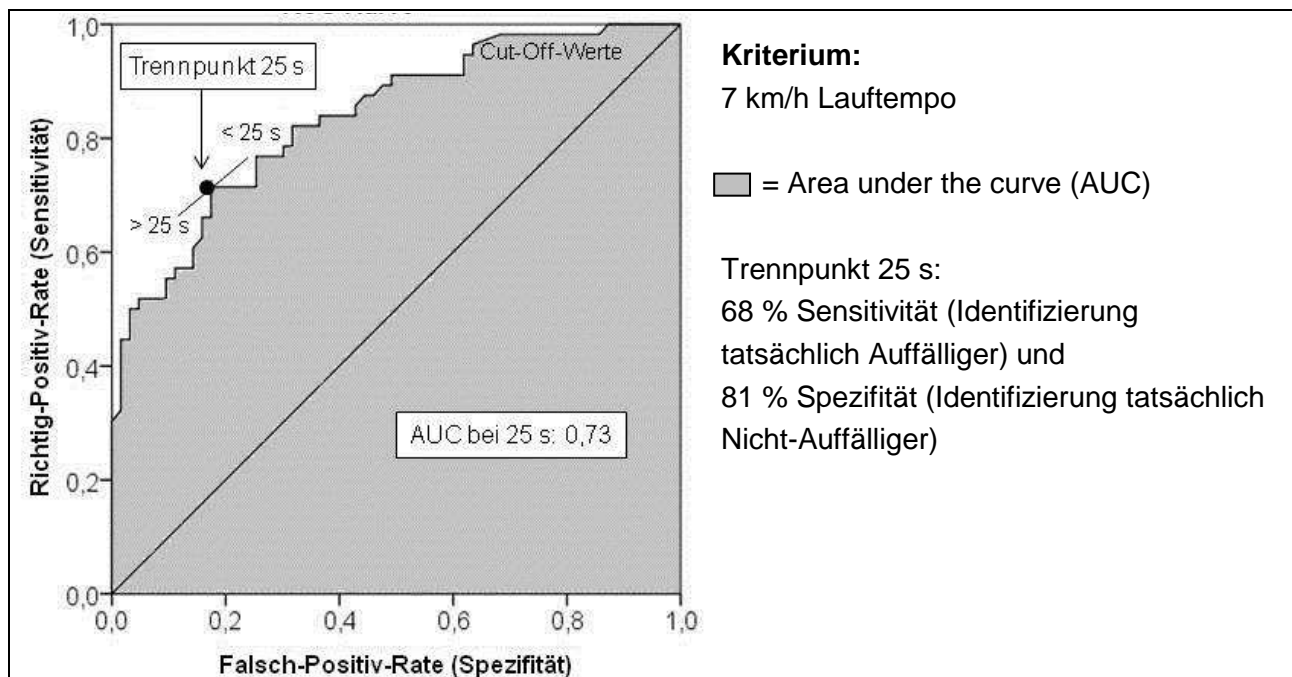


Abbildung 2: ROC-Kurve: Richtig-Positiv-Rate und Falsch-Positiv-Rate für verschiedene Cut-Off-Werte

4 Diskussion

Nachdem die Testitems und Messparameter des TUG 50+ auf Eignung überprüft wurden (Kaczmarek et al., 2015), wurden nun die Gütekriterien und diagnostische Güte untersucht. Der TUG 50+ weist hohe Test-Retest Reliabilitäten auf (Bös, 2001). Anhand des Screenings können nach einem zweiwöchigen, stationären Therapieprogramm Leistungssteigerungen gemessen werden. Die Änderungssensitivität kann somit bei neurologischen Patienten der Gruppe 1 als mittelmäßig und bei allen anderen Gruppen als gering eingestuft werden (Cohen, 1988). Andererseits stören die durch die interventionsbedingten Zeiteinflüsse und Reifungsprozesse wiederum die Prüfung der Retest-Reliabilität. Zu folgern, dass die Leistungsveränderungen primär auf das Treatment zurückzuführen sind, ist keineswegs zwingend. So lassen sich bereits anhand der kurzfristigen Retest-Prüfung geringe Wiederholungseffekte messen. Die erste Durchführung kann somit neben der Intervention das Ergebnis der Abschlussmessung beeinflussen haben. Welche Therapieformen für die Leistungssteigerungen verantwortlich sind, konnte in dieser Studie aufgrund unstandardisierter Therapieprogramme ebenfalls nicht ermittelt werden.

Die mittleren Zusammenhänge zu den externen Kriterien (TUG, MBD, MFI, Handkraft) bestätigen die Validität des Screenings. „Laufen“ als Fähigkeit (gemessen mittels MBD) scheint hierbei den größten Einfluss auf die benötigte Zeit zu haben. Dies zeigt auch eine TUG-Validitätsstudie (Lin, Whang, Hu, Wu, Wang & Huang, 2004). Aufgrund der Fülle an Testverfahren und der Dauer, kann eine zunehmende Ermüdung (auch aufgrund der Erkrankung) bei den getesteten Patientengruppen und somit eine Ergebnisbeeinflussung nicht ausgeschlossen werden.

Zur Berechnung der diagnostischen Güte wurde die Fähigkeit „Laufen bei 7 km/h“ als Kriterium für uneingeschränkte Mobilität herangezogen. Dieses Kriterium wurde in Anlehnung an Brisswalter und Mottet (1996) gewählt, die den Übergang vom Gehen zum Laufen bei einem Tempo von $7,7 \pm 0,6$ km/h ermittelten. Basierend auf Studien zum TUG (Podsiadlo & Richardson, 1991; Bischoff et al., 2003) dienen die Gütemaße Sensitivität, Spezifität, Youden-Index, Ratz-Index, Area under the curve als Qualitätskriterien des TUG 50+. Wird der Youden-Index als Maß der diagnostischen Güte (Fluss et al., 2005) gewählt, liegt der optimale Trennpunkt beim TUG 50+ bei 25 s (s. Abb. 2). Bei einem Cut-Off-Wert < 25 s kann ein höherer Prozentsatz von Personen mit Mobilitätsstörungen erkannt werden als bei höheren Trennpunkten. Die Wahl des Cut-Off-Wertes ist hierbei abhängig von der jeweiligen Zielstellung (Fokus auf Sensitivität oder Spezifität) (Lalkhen & McCluskey, 2008).

Schlussfolgernd erfüllt der TUG 50+ die Gütekriterien Reliabilität und Validität. Das Screening weist anhand des MBD-Items „Laufen mit 7 km/h“ und einem Cut-Off-Wert von 25 s eine annehmbare diagnostische Güte auf. Trennpunkte < 25 s erhöhen die Sensitivität des Verfahrens. Somit kann der TUG 50+ im therapeutischen Kontext komplementär zu den gängigen Testverfahren zur Beurteilung motorischer Fähigkeiten eingesetzt werden. Durch die Integration des Screenings in eine sequentielle Diagnosestrategie könnte so der Untersuchungsprozess gegebenenfalls

verkürzt bzw. optimiert werden. In weiteren Untersuchungen müssen die faktorielle (Konstrukt-) und prognostische Validität bestimmt werden. Zudem sollte eine Normierung an einer Stichprobe, die die gesamte Bandbreite des Erwachsenenalters abdeckt, durchgeführt werden.

Literatur

- Bischoff, H., Stähelin, H., Monsch, A., Iversen, M., Weyh, A., von Dechend, M., Akos, R., Conzelmann, M., Dick, W., & Theiler, R. (2003). Identifying a cut-off point for normal mobility: comparison of the timed 'up and go' test in community-dwelling and institutionalised elderly women. *Age and Ageing*, *32*, 315 - 320.
- Bös, K., & Mechling, H. (1983). *Dimensionen sportmotorischer Leistungen*. Schorndorf: Hofmann.
- Bös, K. (2001). *Handbuch Motorische Tests* (2. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Brisswalter, J., & Mottet, D. (1996). Energy cost and stride duration variability at preferred transition gait speed between walking and running. *Canadian Journal of Applied Physiology*, *21*, 471 - 480.
- Brütt, A., Schulz, H., Koch, U., & Andreas, S. (2010). Psychometrische Überprüfung eines ICF-basierten Instrumentes zu Aktivitäten und Partizipation bei Patienten mit psychischen Störungen. *Psychologische Medizin*, *21*, 100 - 101.
- Cieza, A., Brockow, T., Ewert, T., Amman, E., Kollerits, B., Chatterji, S., Üstün, T., & Stucki, G. (2002). Linking health-status measurements to the International Classification of Functioning, Disability and Health. *Journal of Rehabilitation Medicine*, *34*, 205 - 210.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: Erlbaum.
- Crosby, C., Whebé, M., & Mawr, B. (1994). Hand strength: normative values. *The Journal of Hand Surgery*, *19A*, 665 - 670.
- Farin, E., Kosiol, D., & Fleitz, A. (2008). Der MOSES-Fragebogen zu Mobilität, Selbstversorgung und häuslichem Leben: Ein ICF-orientiertes Assessmentinstrument, welches in einer Patienten- und einer Behandlerversion vorliegt. *Gesundheitswesen*, *70*, A247.
- Fluss, R., Faraggi, D., & Reiser, B. (2005). Estimation of the Youden Index and its associated cut-off point. *Biometrical Journal*, *47*, 458 - 472.
- Hanley, J., & McNeil, B. (1982). The meaning and use of the Area under a Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve. *Radiology*, *143*, 29 - 36.
- Kaczmarek, C., Fröhlich, M., Schwarz, M., & Wydra, G. (2015). Bewertungsmaßstab eines ICF orientierten Mobilitätstests. In T. Könecke, H. Preuß & W. I. Schöllhorn (Hrsg.). *Moving Minds – Crossing Boundaries in Sport Science* (S. 352). Hamburg: Czwalina.
- Kaczmarek, C., Schwarz, M., & Wydra, G. (2016). Mobilitätskonzept in Sporttherapie und -wissenschaft – Neue Perspektiven. *Sportwissenschaft*, *46*, 268 - 274.
- Lalkhen, A., & McCluskey, A. (2008). Clinical tests: sensitivity and specificity. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain*, *8*, 221 - 223.
- Lange, M. (2013). Entwicklung und Überprüfung eines Fragebogens zur Erfassung körperlicher Aktivität bei älteren Menschen (60 bis 85 Jahre). *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge*, *54*, 145 - 155.
- Lin, M., Hwang, H., Hu, M., Wu, H., Wang, Y., & Huang, F. (2004). Psychometric comparisons of the Timed Up and Go, One-Leg Stand, Functional Reach, and Tinetti Balance Measures in community-dwelling older people. *Journal of the American Geriatrics Society*, *52*, 1343 - 1348.
- Loeber, R., & Dishion, T. (1983). Early predictors of male delinquency: a review. *Psychological Bulletin*, *94*, 68 - 99.
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The Timed "Up & Go": A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, *39*, 142 - 148.
- Rantanen, T., Foley, D., Masaki, K., Leveille, S., Curb, J., & White, L. (1999). Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. *Journal of the American Medical Association*, *281*, 558 - 560.

- Schliehe, F. (2006). Das Klassifikationssystem der ICF. Eine problemorientierte Bestandsaufnahme im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Rehabilitationswissenschaften. *Die Rehabilitation*, 45, 258 - 271.
- Shumway-Cook, A., Brauer, S., & Woollacott, M. (2000). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Physical therapy*, 80, 896 - 903.
- Wydra, G. (2012). Eine problemorientierte Diagnosestrategie für die Sporttherapie. Prävention, ambulante und stationäre Rehabilitation. In K. Schüle & G. Huber (Hrsg.), *Grundlagen der Sport- und Bewegungstherapie* (S. 182 - 194). Köln: Deutscher Ärzteverlag.
- Zampieri, C., Salarian, A., Carlson-Kuhta, P., Nutt, J., & Horak, F. (2010). Assessing mobility at home in people with early Parkinson's disease using an instrumented Timed Up and Go test. *Parkinsonism & related disorders*, 17, 277 - 280.