

DISSERTATION

Analyse der Mobilität und nichtadäquaten Selbsteinschätzung des
Sturzrisikos älterer Menschen sowie deren Coping-Strategien

Analysis of mobility and inadequate self-assessment of older people's fall
risk and their coping strategies

zur Erlangung des akademischen Grades

Doctor rerum medicinalium (Dr. rer. medic.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Nicole Jennifer Strutz

Erstbetreuer*in: Prof. Dr. Ursula Müller-Werdan

Datum der Promotion: 23.03.2024

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	iii
Abbildungsverzeichnis.....	iv
Abkürzungsverzeichnis.....	v
Zusammenfassung.....	1
1 Einleitung.....	4
1.1 Mobilität im Alter.....	4
1.2 Sturzrisikofaktor Sturzangst.....	4
1.3 Objektives und subjektives Sturzrisiko und Coping.....	5
1.4 Digitales Assessment zur Erfassung des Sturzrisikos.....	5
1.5 Zielformulierung und Fragestellung.....	6
2 Methodik.....	7
2.1 Klassifizierung der Sturzangst und Adäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos und Coping.....	8
2.1.1 Assessments, Erhebung qualitativer und quantitativer Daten.....	9
2.1.2 Datenanalyse.....	10
2.2 Validierung der Sturzrisiko-App.....	12
2.2.1 Assessments, Erhebung quantitativer Daten.....	13
2.2.2 Datenanalyse.....	15
3. Ergebnisse.....	17
3.1 Klassifizierung der Sturzangst.....	17
3.2 Adäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos und Coping.....	19
3.3 Validierung der Sturzrisiko App.....	21
4. Diskussion.....	23
4.1 Kurze Zusammenfassung der Ergebnisse.....	23
4.2 Interpretation der Ergebnisse.....	23
4.3 Einbettung der Ergebnisse in den bisherigen Forschungsstand.....	24

4.4	Stärken und Schwächen der Studien	24
4.5	Implikationen für Praxis und/oder zukünftige Forschung	25
5.	Schlussfolgerungen	27
	Literaturverzeichnis	28
	Eidesstattliche Versicherung	35
	Anteilerklärung an den erfolgten Publikationen.....	36
	Druckexemplare der Publikationen.....	38
	Komplette Publikationsliste.....	67
	Danksagung	70

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Merkmale der drei identifizierten Gruppen mit den Grenzwerten des SAFE von $\leq 0,6$ und $>1,4$; Quelle: mod. nach Brodowski et al. 2022	18
Tabelle 2: Adäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos; N=16; Quelle: modifiziert nach Strutz et al. 2023.....	19
Tabelle 3: Identifizierte Kategorien und Subkategorien; N=16; Quelle: mod. nach Strutz et al. 2023.....	20
Tabelle 4: Korrelation nach Spearman zwischen analogen und digitalem Sturzrisiko- und Mobilitätsassessment; Quelle: mod. nach Strutz et al. 2022	21

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Fragebogen der App Linder Mobility-Analyse; Beispiel zu personenbezogenen Risikofaktoren; Quelle: Linder GmbH.....	14
Abbildung 2: Adäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos und Verteilung der Copings aktiv/positiv und passiv/negativ; N=16; Quelle: mod. nach Strutz et al. 2023..	20
Abbildung 3: Bland-Altman Plot von BBS und LIN; Quelle: mod. nach Strutz et al. 2022	22

Abkürzungsverzeichnis

ABC	Activities-specific Balance Confidence Scale
B-A Plots	Bland-Altman Plots
BBS	Berg-Balance-Scale
DEMMI	de Morton Mobility Index
DNQP	Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege
FAB	Fullerton Advanced Balance Scale
LIN	Lindera Mobility Analysis/Lindera Mobilitätsanalyse
mHealth	mobile Health
MMSE	Mini-Mental State Examination
MW	Mittelwert
NYHA	New York Heart Association
SAFE	Survey of Activities and Fear of Falling in the Elderly
SD	Standard Deviation (Standardabweichung)
SR	Sturzrisiko
TIN	Tinneti Test
TUG	Timed Up & Go Test
WHO	World Health Organization

Zusammenfassung

Hintergrund: Die durch Stürze entstehenden Kosten stellen für Gesundheitssysteme weltweit eine Herausforderung dar.

Neue Ansätze wie z. B. innovative Technologien bieten die Möglichkeit Mobilität und Sturzrisiken älterer Menschen unter neuen Perspektiven zu analysieren. Diese Dissertation untersucht neue Ansätze zur Beeinflussung der Sturzinzidenz. Die Ansätze fokussieren auf die valide Skalierung eines in der Praxis eingesetzten Assessments zur Erhebung des Sturzrisikofaktors Sturzangst sowie auf die inadäquate Einschätzung des eigenen Sturzrisikos und auf das, mit der Selbsteinschätzung des Sturzrisikos einhergehende, Coping. Ein weiterer Ansatz prüft die Validität einer Sturzrisiko-App, die von der Adäquatheit der Selbsteinschätzung unabhängig ist.

Methode: Die Dissertation schließt drei Publikationen aus zwei Forschungsprojekten ein. Aus dem Forschungsprojekt „GAITRITE“ gehen zwei Publikationen hervor. Für die erste Publikation wurden Daten von 98 Patient*innen eines geriatrischen Krankenhauses analysiert, um den international eingesetzten Sturzangst-Fragebogen Survey of Activities and Fear of Falling in the Elderly (SAFE) auf potenzielle Grenzwerte zu untersuchen. Für die zweite Publikation wurde ein mixed-methods Design gewählt. Mit einer Subgruppe von 16 Patient*innen aus dem Forschungsprojekt „GAITRITE“ wurden leitfadengestützte Interviews zum Thema Sturzrisiko und Coping geführt. Zudem wurde das subjektive Sturzrisiko mit der Activities-specific Balanced Confidence Scale (ABC) und das objektive Sturzrisiko mit dem Assessment de Morton Mobility Index (DEMMI) erhoben und ausgewertet.

Die dritte Publikation geht aus dem Forschungsprojekt „Analog vs. Digital“ hervor. Um die Validität einer Sturzrisiko-App, der Lindera Mobilitätsanalyse, zu prüfen, wurden die Mobilität und das Sturzrisiko älterer Menschen untersucht und mit den analogen Assessments Berg-Balance-Scale, Tinetti Test und Timed Up & Go Test, als Referenzstandards, bei 42 Proband*innen ab 65 Jahren eingesetzt.

Ergebnisse: Der Sturzangst-Fragebogen (SAFE) weist die Grenzwerte 0,6 und 1,4 auf und identifiziert diese als Grenzen für niedrige, moderate und hohe Sturzangst.

Das eigene Sturzrisiko schätzten 62,5% (N=10) inadäquat ein. Diese Personengruppe zeigte ein überwiegend passives/negatives Coping. Die Gruppe der, das eigene

Sturzrisiko adäquat einschätzenden Personen, zeigte ein ausschließlich aktives/positives Coping.

Die Ergebnisse der Sturzrisiko-App korrelieren moderat bis hoch ($r_s = -.563$, $r_s = .583$, $r_s = -.611$) mit den drei analogen Assessments. Die Sturzrisiko-App zeigt belastbare Einschätzungen des Sturzrisikos.

Schlussfolgerung: Die Dissertation bietet mit der Klassifizierung der Sturzangst, mit Erkenntnissen zur Adäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos und dem damit in Zusammenhang stehenden Coping sowie mit der Validität der laienanwendbaren Sturzrisiko-App Ansätze zu Beeinflussung der Sturzinzidenz von Personen ab 65 Jahren.

Abstract

Background: For health systems it is a great challenge to deal with the costs of falls. New approaches like innovative technologies have the opportunity to analyse older adults mobility and fall risks due to new perspectives. This thesis analyses new approaches to impact mobility and fall risks. The approaches focus both on the valid scaling of an assessment used in practice to determine the fall risk factor of fear of falling. The approaches also focus on the inadequate assessment of one's own fall risk and the coping associated with the self-assessment of the fall risk. Another approach tests the validity of a fall risk app that is independent of the adequacy of self-assessed risk.

Methods: This thesis includes three publications from two research projects. Two publications emerge from the first research project "GAITRITE". For the first publication, data from 98 patients of a geriatric hospital were analyzed detecting cut-off points of the fear of falling assessment Survey of Activities and fear of falling in the Elderly (SAFE) to classify low, moderate and high fear of fallig. The second publication focused on a sub group of total cohort. Based on a mixed-methods approach guided interviews were conducted on the topic of fall risk and fall risk coping. The adequately self-assessed fall risk by captured and evaluated the subjective fall risk on Activities-specific Balanced Confidence Scale (ABC) and the objective fall risk on de Morton Mobility Index (DEMMI). The third publication results from the second research project "Analog vs. Digital". To test the validity of mobility and fall risk the analogue assessments Berg-Balance-Scale,

Tinetti Test (TIN) and Timed Up & Go Test (TUG) were as reference to digital fall risk app performed for 42 participants aged 65 years and older.

Results: The fear of falling assessment (SAFE) shows cut-off points of 0.6 and 1.4 and identified these as limits for low, moderate and high fear of falling.

In the sub group 62.5% (N=10) inadequately self-assessed the own fall risk. This group predominantly shows passive/negative coping. Adequately self-assessing older adults exclusively shows active/positive coping.

The fall risk app correlates moderate to high ($r_s = -.563$, $r_s = .583$, $r_s = -.611$) with the three analogue fall risk assessments. The fall risk app shows robust assessments of fall risk.

Conclusion: This thesis provides with the classification of fall risks, the identified adequacy of self-assessed fall risk and coping strategies associated with them and also the validity of non-professional applicable fall risk app approaches to influence fall event incidence of older adults.

1 Einleitung

Analyse der Mobilität und nichtadäquaten Selbsteinschätzung des Sturzrisikos älterer Menschen sowie deren Coping-Strategien

1.1 Mobilität im Alter

Die Mobilität älterer Menschen wird als Fähigkeit und Fertigkeit verstanden, den Aufenthaltsort in der eigenen Häuslichkeit zu verändern, sowie als Möglichkeit sich in der Umwelt selbständig oder auch mit Hilfsmitteln zu bewegen. Webber et al. (Webber et al., 2010) formulierten 2010 „Mobility has been defined as the ability to move oneself (either independently or by using assistive devices or transportation) within environments that expand from one’s home to neighborhood and to regions beyond“.

Die Mobilität in der Umwelt geht mit dem Zugang zu gesellschaftlicher Teilhabe (Hughes et al., 2015, p. hughes) einher und ist sowohl mit Lebensqualität (Smee et al., 2012) als auch mit funktionalen Veränderungen und so mit dem Sturzrisiko älterer Personen assoziiert.

Sturzereignisse sind laut World Health Organization “[...] *defined as an event that causes a person to come to rest on the ground, floor, or other lower level inadvertently.*” (Fact Sheets Falls., 2021).

Auch heute sind ältere Menschen von Sturzereignissen bedroht (Park, 2017) und von Sturzrisikofaktoren wie zum Beispiel Sturzangst (Delbaere et al., 2004) betroffen.

1.2 Sturzrisikofaktor Sturzangst

Die Angst zu stürzen ist als eigenständiger Sturzrisikofaktor anerkannt (Young & Williams, 2015). Sturzangst wurde 2006 in den *Expertenstandard Sturzprophylaxe in der Pflege* (Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege, 2006) des Deutschen Netzwerks für Qualitätsentwicklung in der Pflege (DNQP) (Büscher & Möller, 2014) integriert und bereits im Jahr 1998 von Lachmann et al. thematisiert (Lachman et al., 1998). Delbaere et al. postulieren, dass Sturzangst sowohl zu Einschränkungen der Aktivität als auch, über die Einschränkung der Aktivität, zu einer Verringerung von Muskelkraft und zur Verringerung mobilitätsspezifischer Fertigkeiten und Fähigkeiten führen kann (Delbaere et al., 2004) (Mendez da Costa et al., 2012). In der

therapeutischen und pflegerischen Praxis existiert bisher keine valide abgrenzbare Quantifizierung des Sturzrisikofaktors Sturzangst. Es ist bisher leider nicht möglich Sturzangst in die Ausprägungen „niedrig“, „moderat“ und „hoch“ zu unterteilen.

1.3 Objektives und subjektives Sturzrisiko und Coping

Das eigene, von älteren Menschen wahrgenommene, Sturzrisiko deckt sich nicht immer mit dem tatsächlichen, objektiv erfassten Sturzrisiko (Delbaere et al., 2010). Neuere Forschungsergebnisse zur Adäquatheit der Selbsteinschätzung des Sturzrisikos älterer Personen (Kiselev et al., 2017) bestätigen dieses. Die Frage nach der Bewältigung, dem Coping, von Sturzrisiken durch ältere Menschen darf auch weiterhin gestellt werden.

Lazarus et al. (1984) beschrieben Coping als Teil des Transaktionalen Stressmodells (Lazarus & Folkman, 1984). Coping wird hier als Prozess verstanden, in dem ein, durch Stressoren ausgelöstes, Ungleichgewicht nach erfolgter Ereignis- und Ressourceneinschätzung wieder in ein Gleichgewicht gebracht wird bzw. zu bringen versucht wird. Lazarus postuliert zudem Coping als unabhängig von Attributen wie adaptiv/nicht-adaptiv, erfolgreich/nicht-erfolgreich und stabil/variabl (Lazarus, 1993).

Bislang ist unbekannt, ob ein Zusammenhang zwischen der Adäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos und Coping besteht.

1.4 Digitales Assessment zur Erfassung des Sturzrisikos

Die Gesundheitskompetenz nimmt nach Baker et al. in höheren Altersgruppen ab (Baker et al., 2000). Das Wissen um das eigene Sturzrisiko und geeignete Interventionsmaßnahmen sind für ältere Menschen jedoch wichtige Voraussetzungen, um die eigene Mobilität zu erhalten (Rosenstock et al., 1988). Zudem verfügen Menschen im hohen Lebensalter häufig über wenig Wissen über das eigene Sturzrisiko und zu geeigneten Interventionsmaßnahmen (Hill et al., 2011) (Zecevic et al., 2006). Der internationale Gesundheitsmarkt bietet eine Vielzahl an mobilen, digitalen Gesundheitsanwendungen, sogenannten mHealth Apps. Neben Smartphone-Applikationen (Apps) zum Managen des Umgangs von chronischen Erkrankungen (Estacio et al., 2019) wie zum Beispiel Diabetes Mellitus, existieren auch verschiedene Apps zur Erfassung des eigenen Sturzrisikos (Hsieh et al., 2018) (Rasche et al., 2017) (Fiems et al., 2020). Diese bieten eine Orientierung zur Bestimmung des Sturzrisikos für die Nutzer*innen. Zumeist fehlen jedoch robuste Validierungsstudien.

1.5 Zielformulierung und Fragestellung

Ziel dieser Dissertation ist es, mit den Forschungsergebnissen aus drei Publikationen neue Ansätze zur Beeinflussung der Sturzinzidenz zu detektieren. Die drei Publikationen thematisieren zum einen die Mobilität beeinflussende Determinante Sturzangst unter Einsatz von Fragebögen (face-to-face) sowie die Ausprägung der Adäquatheit bzw. Inadäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos älterer Menschen und deren Coping-Strategien sowie zum anderen die Validität einer Sturzrisiko-App, deren Anwendung unabhängig von den Ressourcen Raum und Zeit sowie deren Nutzer*innen ist.

Aus den Erkenntnissen zur Adäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos älterer Menschen ist das Forschungsvorhaben entstanden, die Validität eines laienanwendbaren digitalen Sturzrisiko-Assessments als weiteren potenziellen Ansatz zu untersuchen.

Die Hauptfragestellung lautet: Welche neuen Ansätze können zur potenziellen Beeinflussung der Sturzinzidenz von Personen ab 65 Jahren generiert werden?

Folgend aufgeführte Fragen sollen helfen die Hauptfrage zu beantworten:

1. Welche Grenzwerte zur Detektion der Sturzangst lassen sich bei dem Assessment Survey of Activities and Fear of Falling in the Elderly (SAFE) identifizieren?
2. Wie adäquat schätzen ältere Personen das eigene Sturzrisiko ein und welches Coping zeigen sie?
3. Wie belastbar sind die Ergebnisse der Sturzrisiko-App Linder Mobilityanalyse? Haben ältere Personen die Möglichkeit das eigene Sturzrisiko in Laienanwendung, objektiviert und valide zu bestimmen?

2 Methodik

Vorgestellt werden drei Publikationen aus den Forschungsprojekten „GAITRITE“ und „Analog vs. Digital“. Das wissenschaftliche Projekt „GAITRITE“ wurde ebenso wie das wissenschaftliche Projekt „Analog vs. Digital“ in der Arbeitsgruppe „Alter und Technik“ der Forschungsgruppe Geriatrie, Charité – Universitätsmedizin durchgeführt.

Die Studie im Forschungsprojekt „GAITRITE“ wurde unter dem Titel „Analyse der Mobilität und nichtadäquaten Selbsteinschätzung des Sturzrisikos bei älteren Menschen“ in dem Studienregister Deutsches Register Klinischer Studien (DRKS00010773) registriert. Das Ethikvotum und ein Amendment zur Untersuchung des Copings älterer Menschen sind eingeholt (EA4/012/16; Ethikkommission der Charité – Universitätsmedizin Berlin).

Aus dieser Studie gehen zwei Publikationen hervor, die

- die Klassifizierung von Sturzangst und
- die Adäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos und Coping

beleuchten (Brodowski et al., 2022) (Strutz et al., 2023). Das methodische Vorgehen in der Studie „Analyse der Mobilität und nichtadäquaten Selbsteinschätzung des Sturzrisikos bei älteren Menschen“ wird folgend unter 2.1 dargestellt.

Die Studie im Forschungsprojekt „Analog vs. Digital“ wurde unter dem Titel „Studie zum Vergleich analoger Sturzrisikoassessments mit digitaler Lintera Mobilitätsanalyse“, im Studienregister Deutsches Register Klinischer Studien (DRKS00025352) registriert. Das Ethikvotum ist für die „Studie zum Vergleich analoger Sturzrisikoassessments mit digitaler Lintera Mobilitätsanalyse“ (EA1/363/20; Ethikkommission Charité – Universitätsmedizin Berlin) eingeholt. Aus dieser Studie geht eine Publikation hervor, die die Validierung einer Sturzrisiko-App thematisiert (Strutz et al., 2022). Zu dieser Studie wird das methodische Vorgehen unter 2.2 erläutert.

2.1 Klassifizierung der Sturzangst und Adäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos und Coping

Für die Studie „Analyse der Mobilität und nichtadäquaten Selbsteinschätzung des Sturzrisikos bei älteren Menschen“ wurden 98 Patient*innen eines geriatrischen Krankenhauses rekrutiert, die folgende Einschlusskriterien erfüllten: Alter ≥ 65 Jahre, prognostizierte Geh- und Treppensteigefähigkeit unter voller Belastung (während des Krankenhausaufenthaltes) und hinreichendes Sehvermögen. Da das Studiendesign eine nicht unerhebliche körperliche Beanspruchung der Proband*innen implizierte und eine Gefährdung durch eine zu hohe Belastung minimiert werden sollte, wurden folgende Ausschlusskriterien definiert: Diagnose einer schweren Herzinsuffizienz (nach New York Heart Association (NYHA) Klasse IV) bzw. einer schweren arteriellen Verschlusskrankheit der unteren Extremitäten (Grad 3+), Amputation einer/beider unteren Extremitäten, Diagnose einer psychischen Erkrankung oder schwerer kognitiver Defizite (Mini-Mental State Examination (MMSE) <24) sowie Vorliegen einer Sprachbarriere. Weiterhin konnten Patient*innen, bei nicht vorhandener schriftlicher Einwilligungsfähigkeit sowie reduziertem Allgemeinzustand nicht in die Studie eingeschlossen werden. Der Patientenakte wurden Informationen zu potenziellen Ausschlusskriterien entnommen. Die behandelnden Geriater*innen bzw. Neuropsycholog*innen wurden im Zweifelsfall zu uneindeutigen Ein- und Ausschlusskriterien befragt. Alle Proband*innen wurden zwischen dem dritten und fünften Tag ihres Krankenhausaufenthaltes rekrutiert.

Von den 98 Proband*innen der Kohorte bildet ein Teil der Proband*innen ($n=16$) eine Subgruppe. Die Proband*innen der Subgruppe wurden, bei der Rekrutierung der Kohorte, nach ihrer informierten Einwilligung zur Teilnahme an Interviews gefragt.

Das Studiendesign zur Erhebung des selbsteingeschätzten Sturzrisikos und Copings älterer Menschen basiert auf einem sequentiellen mixed-methods Design. Der quantitative Ansatz des mixed-methods Designs fokussiert auf die Adäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos der Proband*innen. Der qualitative Forschungsansatz untersucht Coping-Strategien und wurde gemäß der “Consolidated criteria for reporting qualitative research” (COREQ) und der COREQ-Checkliste (Tong et al., 2007) durchgeführt.

2.1.1 Assessments, Erhebung qualitativer und quantitativer Daten

In der Studie zur Klassifizierung der Sturzangst wurde der Fokus auf die Assessments SAFE und ABC gesetzt. Für die deskriptive Statistik wurden soziodemografische Daten wie z. B. Alter, Geschlecht und Wohnsituation erhoben. Weiterhin Angaben zu mobilitätsbezogenen Daten wie z. B. retrospektiven Sturzereignissen und Hilfsmitteln. Um die Sturzangst von Menschen ab 65 Jahren zu ermitteln, wurde diese mit dem Assessment Survey of Activities and Fear of Falling in the Elderly (SAFE) erhoben. Das Sturzangst-Assessment SAFE (Lachman et al., 1998) erhebt die Sturzangst mit elf Fragen nach Aktivitäten innerhalb und außerhalb der Häuslichkeit. Die Frage nach der Besorgnis bei bestimmten Aktivitäten zu Stürzen kann über eine vierstufige Antwortskala von „überhaupt nicht besorgt“ (0 Punkte) bis „sehr besorgt“ (3 Punkte) beantwortet werden. Der SAFE erhebt sowohl Aktivitätsniveaus (Min. 0 Punkte – Max. 11 Punkte) (z. B. 3 Punkte „ein Bad in der Badewanne nehmen“) als auch Aktivitätseinschränkungen. Die Aktivitätseinschränkungen werden durch die Anzahl der Tätigkeiten bestimmt, die im Vergleich zu vor fünf Jahren "mehr als sonst“, „ungefähr gleich“ oder „weniger als sonst“ von der befragten Person ausgeführt werden. Der Mittelwert aller Items bildet den absoluten „Angstwert“. Die Entwickler*innen des SAFE geben zwei Auswertungsmöglichkeiten an. Zum einen können die Punkte der durchgeführten Aktivitäten, inkl. der Punkte der Aktivitätsniveaus und Aktivitätseinschränkungen, summiert, und die nichtdurchgeführten Aktivitäten ignoriert werden. Zum anderen können die Punkte aller Items, unabhängig von deren Durchführung summiert werden (Lachman et al., 1998).

Das Assessment ABC erfragt über Items zu 16 (all-)täglichen Aktivitäten die Zuversicht das Gleichgewicht halten zu können. Zu den (all-)täglichen Aktivitäten gehören unter anderem „eine Steigung hinauf- oder hinunter zu gehen“ oder auch „den Boden zu wischen“ (Friedman, 2002). Das Antwortformat, eine vierstufige Likert-Skala, bietet die Antwortmöglichkeiten „gar nicht zuversichtlich“ (0 Punkte), „wenig zuversichtlich“ (1 Punkt) sowie „zuversichtlich“ (2 Punkte) oder „sehr zuversichtlich“ (3 Punkte) zu sein. Angewendet wurde in dieser Studie die deutsche Version der ABC (Schott, 2008). Die originale Skala gibt einen Gesamtscore zwischen 0 und 100 Punkte aus. Die hier verwendete Version hat einen Gesamtscore von 0 bis 48 Punkte mit einem Grenzwert bei 67%, also 32 Punkte. Definiert nach Lajoie und Gallagher (2004) (Lajoie & Gallagher,

2004). Werte <32 Punkte weisen auf ein subjektives Sturzrisiko hin. Die ABC zeigt eine gute diskriminante und konvergente Validität sowie eine hohe Testreliabilität. Das Assessment ABC wurde sowohl zur Klassifizierung der Sturzangst als auch zur Erfassung des subjektiven Sturzrisikos, als Überzeugung der Proband*innen das Gleichgewicht in Alltagssituationen halten zu können, eingesetzt (Powell & Myers, 1995).

Das Mobilitäts-Assessment DEMMI wurde als Erhebungsinstrument entwickelt, um die allgemeine Mobilität älterer Personen in der Akutversorgung oder geriatrischen Rehabilitation zu messen (de Morton et al., 2008). Die 15 Items des DEMMI erfassen die Fähigkeit einer Person eine Position oder einen Ort mit bzw. ohne Unterstützung der untersuchenden Person zu wechseln. Die Items sind aufsteigend nach Schwierigkeitsgrad geordnet. Summiert man die vergebenen Punkte der Items, erhält man einen Rohscore mit Werten von 0 bis 18 Punkte. Dieser Rohscore wird in einen Gesamtscore von 0 bis 100 Punkte umgewandelt, wobei 0 Punkte die geringste und 100 Punkte die größte allgemeine Mobilität abbilden. Die Bestimmung der objektiven Sturzrisikoeinschätzung in ein vorliegendes sowie ein nicht vorliegendes Sturzrisiko erfolgte nach statistischer Beratung, in dem der Median ($M=57,5$) als Grenzwert festgelegt wurde.

Werte <57,5 Punkte weisen auf ein objektiv vorliegendes Sturzrisiko hin. Im Vergleich mit anderen Instrumenten, die die Mobilität von Patient*innen in geriatrischen Settings oder bei dem Wechsel aus dem Krankenhaus in die Häuslichkeit messen, zeigt der DEMMI eine hohe Kriteriumsvalidität und Reliabilität (de Morton & Lane, 2010) (de Morton et al., 2011).

Die qualitativen Daten gehen aus leitfadengestützten Interviews hervor. Adressiert wurden die Mobilität der Proband*innen, Veränderungen nach Sturzereignissen sowie die Bewältigung von Sturzrisiken und Mobilitätseinschränkungen. Der Interviewleitfaden wurde nach zwei Pretests finalisiert. Die Interviews wurden in der Häuslichkeit der Proband*innen geführt und pseudonymisiert aufgezeichnet.

2.1.2 Datenanalyse

Die deskriptive Datenanalyse für die Mittelwerte der soziodemografischen Daten erfolgte unter dem Einsatz von SPSS Version 25 (Armonk, NY: IBM Corp.). Die Mittelwerte der eingesetzten Assessments SAFE und ABC wurden mit der

Varianzanalyse ANOVA und dem Hypothesentest F-Statistik errechnet und ermöglichten das Erstellen eines Klassifikationsschemas für den SAFE.

Die Daten der ABC und des DEMMI wurden, um das subjektiv eingeschätzte Sturzrisiko dem objektiven Sturzrisiko gegenüber zu stellen, in eine Vier-Felder-Tafel eingefügt. Übereinstimmungen der Ergebnisse von ABC und DEMMI wurden als adäquate Selbsteinschätzung des Sturzrisikos älterer Personen definiert. Unterschiede zwischen den Ergebnissen der ABC und dem DEMMI wurden als inadäquate Selbsteinschätzung definiert. Unabhängig davon, ob Ergebnisse von ABC und DEMMI ein selbsteingeschätztes Sturzrisiko bei objektiv nicht vorliegendem Sturzrisiko aufzeigten oder ein Sturzrisiko subjektiv nicht vorlag jedoch objektiv erhoben wurde.

Die leitfadengestützten Interviews wurden von zwei geschulten und erfahrenen Forscherinnen nach verbindlichen Regeln transkribiert. Die Transkriptionsregeln umfassten u. a. den Umgang mit segmentalen Merkmalen wie z. B. dem Ablehnen von Satzkomplettierungen oder auch den Umgang mit Verlaufsstrukturen; so wurde überlappend Gesprochenes nicht transkribiert. Beide beispielhaft aufgezeigten Transkriptionsregeln dienten der Beschränkung des Interpretationsspielraumes und somit der Fokussierung auf das überindividuell Gemeinsame. Um eine hohe Intercoder-Reliabilität zu gewährleisten, wurden die Interviews mit Hilfe eines Kodierleitfadens von beiden Forscherinnen kodiert und kategorisiert. Der Kodierleitfaden wurde nach der Durchsicht der ersten vier Interviews und nach der Reflexion durch die zwei Raterinnen mit Ankerbeispielen sowie weiteren Kategorien ergänzt. Ankerbeispiele sind exemplarische Aussagen, die der Kodierregel einer definierten Kategorie folgen. Nach der Kodierung der vier Interviews ID 007 und ID 019 sowie ID 020 und ID 042 mit dem deduktiv entwickelten Kodierleitfaden, wurde der Kodierleitfaden erneut reflektiert und vier weitere Kategorien mit Definitionen, Kodierregeln und Ankerbeispielen herausgearbeitet. Zwei der initial erstellten Kategorien wurden in diesem Schritt gestrichen. Die vier kodierten Interviews wurden erneut kodiert, im Team reflektiert und die Kategorien für angemessen befunden. Die restlichen 12 Interviews wurden mit dem modifizierten Kodierleitfaden kodiert. Im Rahmen der qualitativen Inhaltsanalyse nach Phillip Mayring (Mayring, 2010) wurde die Software Atlas.ti 8.0 (Berlin, Germany: ATLAS.ti Scientific Software Development GmbH) eingesetzt. In einem ersten Schritt erfolgte die Kategorisierung deduktiv. Nachfolgend wurden die Untersuchungseinheiten iterativ-induktiv exploriert.

Das Prinzip der Theoretischen Sättigung nach Glaser und Strauss wurde angewendet (B. Glaser & Strauss, 1967) (B. G. Glaser & Strauss, 1998) und mit 16 geführten Interviews erreicht.

2.2 Validierung der Sturzrisiko-App

Die dritte Studie mit dem Titel „Analog vs. Digital“ validiert die App Lintera Mobilitätsanalyse (Version 10.3.0; Lintera GmbH, Berlin, Deutschland) für die Zielgruppe älterer Menschen ab 65 Jahren hinsichtlich Mobilität und Sturzrisiko. Validiert wurde die digitale Anwendung Lintera Mobilitätsanalyse mit den drei etablierten analogen Assessments Berg-Balance-Scale (Berg et al., 1989), Tinetti Test (Tinetti, 1986) und Timed Up & Go Test (Podsiadlo & Richardson, 1991). Diese drei analogen Mobilitätsassessments sind sowohl im pflegerischen als auch im physiotherapeutischen Kontext international etabliert und wurden als Referenzstandard eingesetzt. Die Proband*innen wurden als Erstes mit der digitalen Anwendung und folgend mit den Mobilitätsassessments Timed Up & Go Test, und in der Reihenfolge variierend mit der Berg-Balance-Scale und dem Tinetti Test getestet. Der Einsatz der digitalen Anwendung umfasst die Beantwortung des App eigenen Fragebogens durch die Proband*innen und die Videoaufnahme der gehenden Proband*innen mit dem Smartphone, auf dem die App installiert ist. Die informierte schriftliche Einwilligung der Proband*innen wurde vorab eingeholt; in diesem Kontext wurden Nachfragen der Studieninteressent*innen vollständig beantwortet.

Die soziodemografischen Daten u. a. Alter, Geschlecht, Pflegegrad und Grad der Behinderung wurden ebenso wie die digitalen sowie analogen Mobilitätsdaten und das Sturzrisiko im Ganglabor der Forschungsgruppe Geriatrie bzw. in Pflegeheimen zu einem Testzeitpunkt erhoben.

Die Proband*innen konnten sowohl via Datenbank der Forschungsgruppe Geriatrie (Einwilligung zur Kontaktaufnahme liegt aus vorangegangenen Studien vor) als auch über die Kontaktaufnahme während eines Klinikaufenthaltes zur Geriatrischen Komplexbehandlung bzw. In der Tagesklinik des Evangelischen Geriatriezentrums Berlin rekrutiert werden. Zudem wurde ein Teil der Proband*innen aus dem Pflegeheim-Setting rekrutiert. Die Kontaktaufnahme erfolgte mittels persönlichem Gespräch, Telefonanruf oder E-Mail.


An dieser Studie teilnehmen können einwilligungsfähige, ältere Menschen mit folgenden Einschlusskriterien: Alter ≥ 65 Jahre, Gehfähigkeit mit und ohne Gehhilfsmittel sowie das Vermögen von einem Stuhl aufzustehen bzw. sich hinzusetzen. Zum Schutz der Proband*innen wurden die Personen von einer Studienteilnahme ausgeschlossen, die in der Woche vor der Rekrutierung gestürzt sind bzw. in den letzten sechs Monaten dreimal oder häufiger gestürzt sind. Die Methodik der Studie erfolgte gemäß der Leitlinie „Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology“ (STROBE) (von Elm et al., 2008).

2.2.1 Assessments, Erhebung quantitativer Daten

Die App Linder Mobilityanalyse (LIN) verwendet zur Ermittlung eines Sturzrisikowertes zum einen eine Videoanalyse des Gangbildes der Studienteilnehmer*innen und zum anderen einen standardisierten Fragebogen, der Sturzrisikofaktoren erfasst. Die Videoanalyse des Gangbildes erfolgt durch, algorithmusbasierter, Artificial Intelligence (AI) (Stamm & Heimann-Steinert, 2020).

Die theoretische Basis der Videoanalyse und des Fragebogens bilden die Sturzrisikofaktoren, die in der Leitlinie der Deutsche Expertenstandard Sturzprophylaxe in der Pflege durch das Deutsche Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege (DNQP) publiziert sind (Schmidt, 2016).

Der standardisierte Fragebogen zielt demnach auf personen- und umgebungsbezogene Risikofaktoren. Beispiele für umgebungsbezogene Sturzrisikofaktoren sind u. a. Türschwellen in der Häuslichkeit oder das Vorliegen von Teppichen. Für die Erfassung personenbezogener Sturzrisikofaktoren ist hier die Frage „Haben Sie Angst zu stürzen?“ beispielhaft dargestellt. Es sind die fünf Antwortmöglichkeiten „Nein“, „Eher nein“, „Teils, teils“, „Eher ja“ und „Ja“ vorgegeben (Abbildung 1).



10:10 57%

Schließen

Fragen zum Alltag

Haben Sie Angst zu stürzen?

Nein

Eher nein

Teils, teils

Eher ja

Ja

53%

Zurück Weiter

Abbildung 1: Fragebogen der App Lindera Mobilitätsanalyse; Beispiel zu personenbezogenen Risikofaktoren; Quelle: Lindera GmbH

Die Ergebnisse von Fragebogen und Ganganalyse resultieren in einem Sturzrisiko-Wert zwischen 0 und 100. Je niedriger der Sturzrisiko-Wert, desto geringer das Sturzrisiko der Nutzer*innen.

Die drei Mobilitätsassessments Berg-Balance-Scale (BBS), Tinetti Test (TIN) und Timed Up & Go Test (TUG) sind, aufgrund guter Validität bei der Identifizierung sturzgefährdeter älterer Menschen, als Referenzstandards eingesetzt .

Die BBS wurde entwickelt um die Balancefähigkeit älterer Personen zu bestimmen (Berg & Gayton, 1989) und basiert als solche auf der Ausführung spezifischer Bewegungsaufgaben. Neben Aufgaben, die die Balancefähigkeit erfassen, enthält die BBS auch Aufgaben zur statischen sowie dynamischen Mobilität. Der Erfüllungsgrad der 14 Bewegungsaufgaben wird mit einer Fünf-Punkte-Likert-Skala erfasst; wobei 0 Punkte das geringste und 4 Punkte das höchste Funktionslevel beschreiben. Die Ergebnisse der Bewegungsaufgaben resultieren in Werten zwischen 0 und 56 Punkte. Je niedriger der Wert, desto geringer das Ausprägung an funktionaler Mobilität und, desto höher das Sturzrisiko der getesteten Person. Ein Wert, der kleiner als 45 ist zeigt ein erhöhtes Sturzrisiko.

Der TIN ist ein Mobilitätsassessment, das sowohl die Geh- als auch die Balanceleistung misst. Aufgrund der guten bis exzellenten Interrater- sowie Intraraterreliabilität (Köpke & Meyer, 2006) ist in der Studie „Analog vs. Digital“ die Version des TIN mit acht Bewegungsaufgaben eingesetzt worden. Der Erfüllungsgrad der Bewegungsaufgaben wird mit einer Zwei-Punkte- und mit einer Vier-Punkte-Likert-Skala erfasst; wobei ein maximaler Wert von 28 Punkte erreicht werden kann. Je niedriger der Wert, desto höher das Sturzrisiko der getesteten Person. Hier zeigt ein Wert kleiner 19 Punkte ein erhöhtes Sturzrisiko (Tinetti, 1986).

Der TUG ist ein, mit geringem zeitlichen und materiellen Ressourceneinsatz, durchführbarer Mobilitätstest, der u. a. im klinischen Setting eingesetzt wird. Zur Durchführung des Tests wird ein Zollstock zur Bestimmung einer 3m-Strecke, eine Stoppuhr zur Messung der Gehzeit sowie ein Stuhl mit Armlehnen als Start- und Endpunkt, benötigt. Die zu testende, und am Startzeitpunkt auf dem Stuhl sitzende, Person wird aufgefordert, die Strecke von 3m in normaler Gehgeschwindigkeit zu laufen, sich um 180° umzudrehen und dann wieder zum Stuhl zurück zu laufen und sich wieder hinzusetzen. Die hierfür benötigte Zeit prädiziert, mit moderater bis guter Sensitivität, Stürze bei älteren Menschen (Nordin et al., 2008).

2.2.2 Datenanalyse

Die erhobenen Daten wurden auf Normalverteilung, Korrelationen und Differenz zwischen arithmetischen Mittelwerten getestet. Die Rangkorrelation nach Spearman und Bland-Altman Plots wurden durchgeführt.

Die soziodemografischen Daten wurden ebenso wie die Korrelationsanalysen mit SPSS Statistics Version 28 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) errechnet. Die Bland-Altman Plots wurden mit Microsoft Excel 2016 erstellt (Bland & Altman, 1999).

Da die Skalen der analogen Mobilitätsassessments TIN und BBS entgegengesetzt des digitalen Assessments LIN verlaufen, wurde die Richtung der beiden Referenzstandards an die Richtung der zu evaluierenden LIN adjustiert. Die Ergebnisse des TIN und der BBS wurden in eine Ratio-Skala (0-100) umgewandelt. Unter Anwendung des Shapiro-Wilk-Tests wurden die Differenzen zwischen den einzelnen Ergebnissen und der Mittelwerte der analogen Mobilitätsassessments und den Ergebnissen und Mittelwerten der LIN sowie die Normalverteilungen der Differenzen berechnet. Aufgrund der Anzahl der Studienteilnehmer*innen erfolgte zudem eine optische Kontrolle der Plots. Der Shapiro-Wilk-Test, der i. d. R. für nicht-normalverteilte Daten verwendet wird, wurde hier

eingesetzt. Der Median und auch die unteren und oberen 95% (± 1.96 SD) der sortierten Ergebnisse wurden als Schwellenwert anstelle der für B-A Plots üblichen Schwellenwerte bei normalverteilten Daten (Kegelmeyer et al., 2007) genutzt.

3. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Studien zu der Klassifizierung der Sturzangst sowie zu der Adäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos und Coping und zu der Validierung der Sturzrisiko App werden folgend einzeln dargestellt.

3.1 Klassifizierung der Sturzangst

Die Kohorte (N=98) zeigt mit einem Frauenanteil von 68,4% (n=67) ein mittleres Alter von 80,1 Jahren. Unter Verwendung der ABC (Activities-specific Balance Confidence Scale) als Referenzmaß ergab die F-Statistik die Werte 0,6 und 1,4 als optimale Cut-off-Punkte innerhalb dieser Stichprobe. Diese Cut-off-Punkte waren mit dem höchsten F-Wert von 43,57 verbunden. Post-hoc-Tests zeigten statistisch signifikante Unterschiede der ABC-Scores der Aktivitätsspezifischen Gleichgewichts-Vertrauensskala für alle drei Gruppen ($p < 0,001$). Die Punkte 0,6 und 1,4 ergeben eine Gruppe mit niedriger Angst (N=45; M=.26 (SD=,17)), eine Gruppe mit moderater Angst (N=37; M=,93 (SD=,23)) und eine Gruppe mit hoher Angst (N=16; M=1,77 (SD=,23)) (Tabelle 1).

Die Korrelation zwischen allen Variablen erwies sich als statistisch signifikant (zweiseitig, $p < 0,01$). Es gab eine starke negative Korrelation ($r = -,714$) zwischen Sturzangst (SAFE) und Zuversicht das Gleichgewicht zu halten (ABC).

Tabelle 1: Merkmale der drei identifizierten Gruppen mit den Grenzwerten des SAFE von $\leq 0,6$ und $>1,4$; Quelle: mod. nach Brodowski et al. 2022

N=98	niedrige Sturzangst N=45	moderate Sturzangst N=37	hohe Sturzangst N=16
Alter MW (SD)	78,6 (5,8)	81,2 (6,2)	81,8 (5,2)
Geschlecht, weiblich (n)	64% (29)	68% (25)	81% (13)
alleinlebend	73% (33)	76% (28)	81% (13)
Stürze retrospektiv (n)	56% (25)	54% (20)	75% (12)
Stürze >1 retrospektiv (n)	16% (7,0)	30% (11)	50% (8,0)
Gehhilfsmittel (n)	56% (25)	73% (27)	88% (14)
Sturzangst, SAFE MW (SD)	0,26 (0,17)	0,9 (0,23)	1,8 (0,23)
Aktivität, SAFE MW (SD)	8,2 (1,8)	7,1 (1,8)	4,6 (2,0)
Aktivitätseinschränkung, SAFE MW (SD)	2,7 (2,3)	4,7 (2,6)	7,2 (2,5)
Vertrauen in das eigene Gleichgewicht, ABC MW (SD)	35,5 (7,9)	25,3 (6,8)	17,4 (5,8)
Mobilität, DEMMI Median (MW)	67 (69,1)	62 (60,2)	57 (56,7)

Die Abkürzungen ABC, DEMMI sowie SAFE stehen für die Begriffe Activities-specific Balance Confidence Scale, de Morton Mobility Index sowie Survey of Activities and Fear of Falling in the Elderly.

3.2 Adäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos und Coping

Die Subgruppe der Kohorte (N=16) zeigt mit einem Frauenanteil von 81,2% (n=13) ein mittleres Alter von 81,5 Jahren. Die Ergebnisse der subjektiven und objektiven Sturzrisikoeinschätzung sind folgend dargestellt (Tabelle 2).

Von den 16 interviewten Proband*innen schätzten sechs (37,5%) das eigene Sturzrisiko adäquat ein. Der überwiegende Teil der Proband*innen (62,5%) schätzte das eigene Sturzrisiko inadäquat und hierbei sowohl falsch negativ (n=6) als auch falsch positiv (n=4) ein.

Tabelle 2: Adäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos; N=16; Quelle: modifiziert nach Strutz et al. 2023

Adäquatheit der Selbsteinschätzung		N (%)
adäquat	wahr positiv (kein objektives SR & kein subjektives SR)	1 (6,3)
	wahr negativ (objektives SR & subjektives SR)	5 (31,2)
inadäquat	falsch positiv (kein objektives SR, aber subjektives SR)	4 (25,0)
	falsch negativ (objektives SR, aber kein subjektives SR)	6 (37,5)

Die Abkürzung SR steht für den Begriff Sturzrisiko.

Die, aus den Interviews hervorgegangenen, identifizierten Copings zeigten sich als aktive/positive oder als passive/negative Copings. Der Sub-Kategorie aktiv/positiv konnten die folgenden Merkmale zugeordnet werden: lösungorientiert, deutliche Selbstwirksamkeit, zielorientiert sowie vorausschauender Ansatz und physische Aktivitäten des täglichen Lebens. Die Sub-Kategorie passiv/negativ beinhaltete die Merkmale: Mangel an Perspektiven, geringe Selbstwirksamkeit, Ausblendung von Sturzrisikofaktoren sowie relativierend und passiv (Tabelle 3).

Der im Titel der Dissertation gewählte Begriff Coping-Strategien wird nicht mehr verwendet, zeigten die interviewten älteren Personen überwiegend ein nicht strategisches bzw. nicht geplantes Vorgehen zur Bewältigung des eigenen Sturzrisikos.

Tabelle 3: Identifizierte Kategorien und Subkategorien; N=16; Quelle: mod. nach Strutz et al. 2023

Kategorie	Subkategorien	
Coping	aktiv/positiv	lösungsorientiert deutliche Selbstwirksamkeit zielorientiert vorausschauender Ansatz physische Aktivitäten des täglichen Lebens
	passiv/negativ	Mangel an Perspektiven geringe Selbstwirksamkeit Ausblenden von Sturzrisikofaktoren relativierend und passiv

Die zusammengeführten quantitativen und qualitativen Daten, die Adäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos, und das identifizierte Coping zeigen eine ungleiche Verteilung des passiv/negativen Copings auf die beiden Gruppen der adäquat und der inadäquat einschätzenden Proband*innen.

Das passive/negative Coping wird ausschließlich von der Gruppe der inadäquat einschätzenden Proband*innen gezeigt (Abbildung 2).

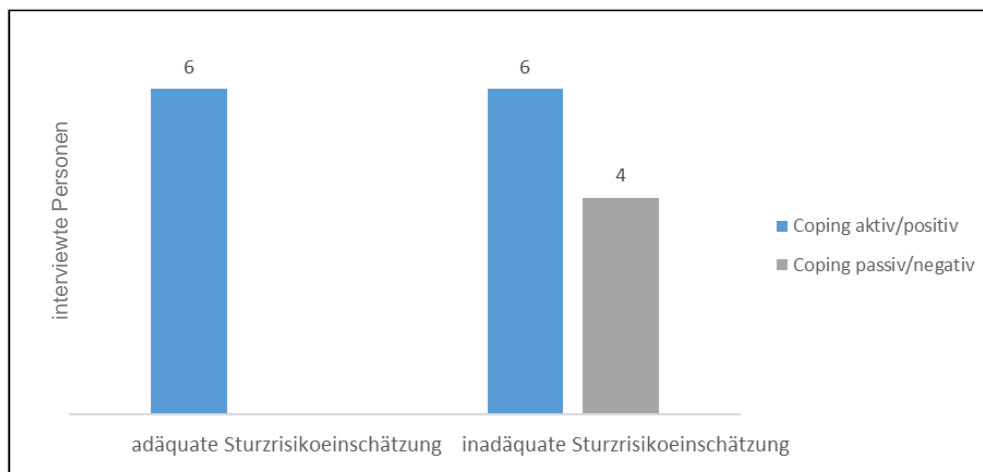


Abbildung 2: Adäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos und Verteilung der Copings aktiv/positiv und passiv/negativ; N=16; Quelle: mod. nach Strutz et al. 2023

3.3 Validierung der Sturzrisiko App

Die Kohorte (N=44) zeigt mit einem Frauenanteil von 59,5% (n=25) ein mittleres Alter von 77,6 Jahren.

Die normalverteilten Daten zeigen eine signifikante Korrelation zwischen der Sturzrisiko-App und den drei analogen Assessments Berg-Balance-Scale ($r=-.611$), Timed Up & Go-Test ($r=.583$) und Tinetti Test ($r=-.563$) (Tabelle 4).

Tabelle 4: Korrelation nach Spearman zwischen analogen und digitalem Sturzrisiko- und Mobilitätsassessment; Quelle: mod. nach Strutz et al. 2022

		BBS	TUG	TIN
TUG	r_s	-.770**		
	p	.001		
	N	40		
TIN	r_s	.730**	-.526**	
	p	.001	.001	
	N	42	40	
LIN	r_s	-.611**	.583**	-.563**
	p	.001	.001	.001
	N	39	38	39

Die Abkürzungen BBS, LIN, TIN und TUG stehen für die Begriffe Berg-Balance-Scale, Linder Mobility Analysis/Lindera Mobilitätsanalyse, Tinetti Test sowie Timed Up & Go-Test.

Die Daten der analogen Tests BBS, TIN, TUG und der digitalen Lintera Mobilitätsanalyse sind in Bland-Altman Plots visualisiert und zeigen eine annähernde Übereinstimmung der Mittelwertunterschiede. Die Daten der Visualisierung liegen überwiegend innerhalb der unteren und oberen Limits of Agreement (Abbildung 3).

Es zeigt sich an dem, hier beispielhaft aufgezeigten, Plot für die BBS und LIN eine Mediandifferenz von -5,64 mit zwei Datenpaaren, die außerhalb der Limits of Agreement ($\geq 5,1\%$) liegen.

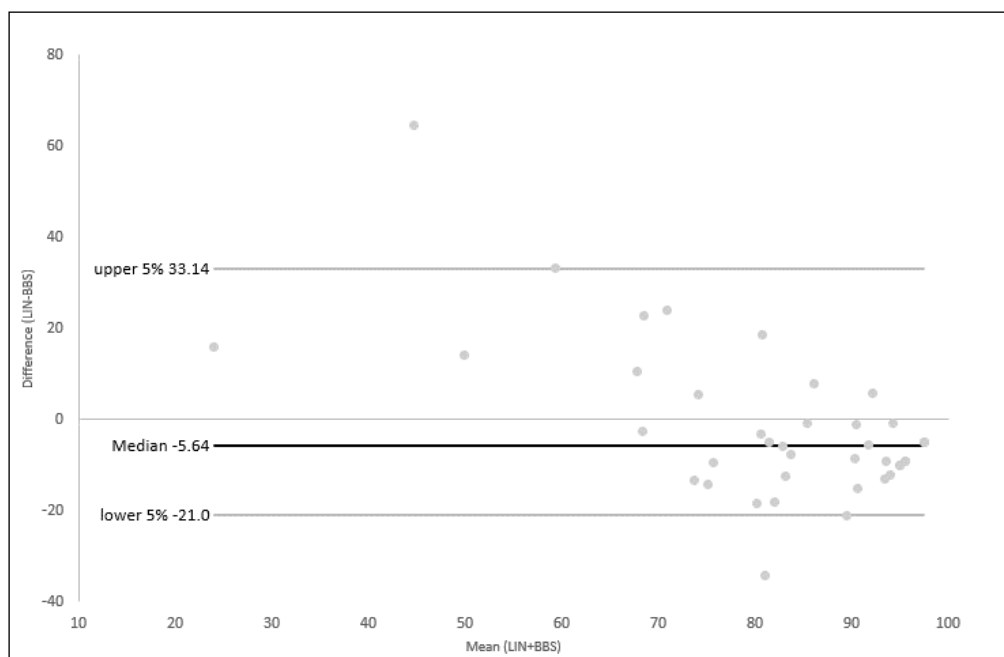


Abbildung 3: Bland-Altman Plot von BBS und LIN; Quelle: mod. nach Strutz et al. 2022

4. Diskussion

4.1 Kurze Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Sturzangst ist mit den Grenzwerten 0,6 und 1,4 in „niedrig“, „moderat“ und „hoch“ klassifiziert.

Ein Drittel (35,9%) der Gesamtkohorte (N=98) schätzt das eigene Sturzrisiko adäquat ein. Die meisten der inadäquat einschätzenden Personen schätzt das eigene Sturzrisiko falsch negativ ein. Obwohl ein Sturzrisiko objektiv vorliegt, zeigen diese älteren Personen keine Sturzangst. In der Subgruppe (n=16) schätzten die interviewten Personen das eigene Sturzrisiko ebenfalls zu ca. einem Drittel (37,5%) adäquat ein. 62,5% schätzten das eigene Sturzrisiko inadäquat ein und berichteten von überwiegend passivem/negativem Coping. Nur das Drittel, der das eigene Sturzrisiko adäquat einschätzenden älteren Personen, zeigt ausschließlich aktives/positives Coping.

Unabhängig von der Adäquatheit der Selbsteinschätzung des Sturzrisikos, können ältere Personen das eigene Sturzrisiko mit der in dieser Dissertation untersuchten digitalen Mobilitätsanalyse zuverlässig bestimmen. Die digitale Lindera Mobilitätsanalyse korreliert moderat bis hoch mit den etablierten analogen Mobilitäts- und Sturzrisiko-Assessments Timed Up & Go Test, Tinetti Test und Berg-Balance-Scale.

4.2 Interpretation der Ergebnisse

Die Frage danach, ob sich unterschiedliche Höhen von Sturzangst trennscharf erheben lassen und, ob Trennpunkte des SAFE existieren, lässt sich mit den vorliegenden Ergebnissen der Studie positiv beantworten. Die mittels F-Statistik identifizierten Grenzwerte ermöglichen die Quantifizierung der Sturzangst von Menschen ab 65 Jahren. Die älteren Personen, die das eigene Sturzrisiko inadäquat einschätzen, zeigen überwiegend negatives/passives Coping und gefährden sich in zweifacher Hinsicht. Zum einen hat diese Personengruppe, bei falsch negativer Einschätzung (subjektiv kein Sturzrisiko bei objektiv vorliegendem Sturzrisiko) keine Möglichkeit auf das objektiv vorhandene Sturzrisiko zu reagieren. Zum anderen zeigt diese Personengruppe mit negativem/passivem Coping ein, bezogen auf Mobilität und Sturzvermeidung, eher destruktives und insuffizientes Verhalten. Die Fragen nach Adäquatheit und Coping des eigenen Sturzrisikos älterer Personen kann mit der vorliegenden Studie beantwortet werden.

Die signifikanten Korrelationen ($p=.001$) der Ergebnisse der digitalen Mobilitätsanalyse mit den etablierten analogen Mobilitäts- und Sturzrisikoassessments ermöglichen die objektivierte und valide Anwendung der digitalen Moilitätsanalyse durch Laien.

4.3 Einbettung der Ergebnisse in den bisherigen Forschungsstand

Die gewonnenen Ergebnisse bieten eine Ergänzung und Erweiterung des bisherigen Forschungsstandes. Rund um Sturzangst als Sturzrisikofaktor existieren nach Denkinger et al. (Denkinger et al., 2015) Erkenntnisse zur Sturzangst als Gefahr für die Autonomie älterer Menschen oder nach Su et al. (Su et al., 2021) Erkenntnisse zu eingeschränkten funktionellen Fähigkeiten als sturzangstassoziierter Faktor, weitere Forschungsergebnisse. Ergebnisse zur Klassifizierung der Sturzangst ergänzen die bisherigen Erkenntnisse zur Sturzangst.

Die aufgezeigten Korrelationen zwischen Adäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos und Ausprägung des Copings in aktives/positives bzw. passives/negatives Coping lässt sich in aktuelle Forschungsergebnisse einbetten. Die Ergebnisse sind u. a. eine relevante Erweiterung der Erkenntnisse von Kiselev et al. (Kiselev et al., 2017).

4.4 Stärken und Schwächen der Studien

Die Vorgehensweise der Studie zur Klassifizierung der Sturzangst könnte ggfs. die Kategorisierung von kontinuierlichen Variablen als Kritikpunkt innehaben. Hier darf ein Verlust statistischer Aussagekraft sowie die Fehleinschätzung des Ausmaßes der Gruppenunterschiede aufmerksam reflektiert werden. Eine Verallgemeinerung der Studienergebnisse auf z. B. alle Altersgruppen ist nicht vorgesehen. Hier ist weitere Forschung angezeigt. Die Studie zur Klassifizierung der Sturzangst profitiert u. a. von den eingesetzten etablierten Assessments Survey of Activities and Fear of Falling in the Elderly (Lachman et al., 1998) und Activities-specific Balance Confidence Scale (Powell & Myers, 1995). Ebenso profitiert die Studie von der hohen Interraterreliabilität des Studienpersonals.

Potenzielle Kritik an der Methodik der Studie zur Validierung der Mobilitäts-App könnte am Umfang der drei eingesetzten analogen Mobilitätsassessments zu finden sein. Der Umfang der angewendeten Assessment Berg-Balance-Scale (Berg & Gayton, 1989), Tinetti Test (Tinetti, 1986) und Timed Up & Go Test (Podsiadlo & Richardson, 1991) könnte im Verlauf der Testung zu einer Ermüdung der Proband*innen geführt haben und

somit einen Einfluss auf die Ergebnisse des zuletzt eingesetzten Assessments haben. Trotzdem diesem potenziellen Bias mit einer unterschiedlichen Reihenfolge der drei Assessments entgegengewirkt wurde, kann eine Verzerrung nicht vollständig ausgeschlossen werden. Die Studie profitiert auch hier von den etablierten Assessments sowie dem sehr unterschiedlich ausgeprägtem Mobilitätsvermögen der Proband*innen und dem konzeptuell unterschiedlich konstruierten Assessments. Die Studienergebnisse können nur sehr vorsichtig verallgemeinert werden, da die Mobilitäts-App mit einer Population von 42 Proband*innen durchgeführt wurde und die Überprüfung mit einer größeren Stichprobe aussteht.

Die Kritik, die sich die Studie zur Adäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos älterer Menschen und Coping gefallen lassen darf, ist der explorative Charakter der Studie mit der eher geringen Anzahl an Proband*innen im qualitativen Teil des Studiendesigns. Das mixed-methods Studiendesign ist jedoch auch eine der großen Stärken der Studie. Konnte doch so, unter Anwendung eines teilstrukturierten Interviewleitfades, ein hohes Maß an Exploration gewonnen werden. Eine weitere Stärke liegt auch hier in dem eingesetzten etablierten Assessment de Morton Mobility Index (de Morton et al., 2011).

4.5 Implikationen für Praxis und/oder zukünftige Forschung

Die Klassifizierung der Sturzangst, als Einflussnehmerin auf Mobilität und Sturzrisiko, ermöglicht die Interpretation des Fear of Falling Scores im klinischen und therapeutischen Alltag.

Die Erkenntnisse um die (In-)Adäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos älterer Menschen zeigen auf, dass das von älteren Menschen angegebene eigene Sturzrisiko oftmals nicht dem tatsächlichen Sturzrisiko entspricht und auch inadäquat einschätzende Personen einer besonderen Aufmerksamkeit im pflegerischen und therapeutischen ambulanten und stationären Settings bedürfen.

Die App Lintera Mobilitätsanalyse ermöglicht Laien eine valide Möglichkeit das eigene Sturzrisiko unabhängig von Physiotherapeut*innen, Ärzt*innen oder Pflegefachkräften zu bestimmen und Veränderungen des eigenen Sturzrisikos zu erfassen.

Wissenschaftler*innen wird mit diesen drei Ansätzen zur Beeinflussung der Sturzinzidenz die Möglichkeit geboten, weiterführende Forschung zur Klassifizierung der Sturzangst,

zur Adäquatheit des selbsteingeschätzten Sturzrisikos älterer Menschen und deren Coping sowie zur App Lindera Mobilitätsanalyse, zu konzipieren und durchzuführen.

5. Schlussfolgerungen

Mit der vorliegenden Dissertation „Analyse der Mobilität und nichtadäquaten Selbsteinschätzung des Sturzrisikos älterer Menschen sowie deren Coping-Strategien“ konnten drei neue Ansätze zur potenziellen Beeinflussung der Sturzinzidenz von Personen ab 65 Jahren herausgearbeitet werden. Die Klassifizierung von Sturzangst ist mit zwei Grenzpunkten und drei unterschiedlichen Höhen aufgezeigt. Damit ist Praktiker*innen eine objektivierte Einschätzung und definierte Höhe der Sturzangst an die Hand gegeben. Der Einfluss des Faktors Sturzangst auf das Sturzrisiko kann so voraussichtlich eingeschätzt und therapeutische Maßnahmen zur realistischen Einordnung oder Reduktion der Sturzangst initiiert werden. Weiterhin kann bei intersektionaler bzw. interprofessioneller Pflege und Therapie die definierte Höhe der Sturzangst kommuniziert werden und / oder Veränderungen der Höhe der Sturzangst von älteren Personen erkannt werden. Diese Erkenntnisse und die diversen Umgangsmöglichkeiten mit der Quantifizierung der Sturzangst bieten einen neuen Ansatz zur potenziellen Beeinflussung der Sturzinzidenz. Die explorativ herausgearbeiteten Erkenntnisse zu passivem/negativem Coping bei inadäquat selbsteingeschätztem Sturzrisiko älterer Menschen bieten zum einen Praktiker*innen die Möglichkeit eines besonders aufmerksamen Umgangs mit inadäquat selbsteinschätzenden älteren Personen und zum anderen Forscher*innen die Chance die gewonnenen Erkenntnisse via quantitativer Forschungsansätze in zukünftigen Studien zu validieren.

Diese Dissertation fokussiert zudem einen dritten neuen Ansatz zur potenziellen Beeinflussung der Sturzinzidenz. Die Anwendung der digitalen Mobilitätsanalyse ermöglicht die objektive und valide Bestimmung der individuellen Mobilität und des Sturzrisikos durch Laien. Ältere Personen sind nicht auf die eigene, potenziell inadäquate, Selbsteinschätzung des eigenen Sturzrisikos oder auf die Einschätzung durch Angehörige von Gesundheitsprofessionen, wie Ärzt*innen, Physiotherapeut*innen und Pflegefachpersonen, angewiesen.

Literaturverzeichnis

- Baker, D., Gazmararian, J., Sudano, J., & Patterson, M. (2000). The association between age and health literacy among elderly persons. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*, *55*(6), 368–374. <https://doi.org/10.1093/geronb/55.6.s368>
- Berg, K., & Gayton, J. I. (1989). Measuring balance in the elderly: Preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*, *41*(6), 304–311. <https://doi.org/10.3138/ptc.41.6.304>
- Berg, K., Wood-Dauphine, S., Williams, J. i., & Gayton, D. (1989). Measuring balance in the elderly: Preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*, *41*(6), 304–311. <https://doi.org/10.3138/ptc.41.6.304>
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1999). Measuring agreement in method comparison studies. *Statistical Methods in Medical Research*, *8*(8), 135–160. <https://doi.org/10.1177/096228029900800204>
- Brodowski, H., Strutz, N., Müller-Werdan, U., & Kiselev, J. (2022). Categorizing fear of falling using the Survey of Activities and Fear of Falling in the Elderly questionnaire in a cohort of hospitalized older adults: A cross-sectional design. *International Journal of Nursing Studies*. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2021.104152>
- Büscher, A., & Möller, A. (2014). Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege (DNQP): Aktueller Stand. *Public Health Forum*, *22*(2), 27–28. <https://doi.org/10.1016/j.phf.2014.03.015>.
- de Morton, N. A., Brusco, N., Wood, L., & Lawler, K. (2011). The de Morton Mobility Index (DEMMI) provides a valid method for measuring and monitoring the mobility of patients making the transition from hospital to the community: An observational study. *Journal of Physiotherapy*, *57*, 109–116. [https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(11\)70021-2](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(11)70021-2)

- de Morton, N. A., Davidson, M., & Keating JL. (2008). The de Morton Mobility Index (DEMMI): An essential health index for an ageing world. *Health Qual Life Outcomes*, 6(63). <https://doi.org/10.1186/1477-7525-6-63>
- de Morton, N. A., & Lane, K. (2010). Validity and reliability of the de Morton Mobility Index in the subacute hospital setting in a geriatric evaluation and management population. *J Rehabil Med*, 42(10), 956–961. <https://doi.org/10.2340/16501977-0626>
- Delbaere, K., Close, J. C. T., Brodaty, H., Sachdev, P., & Lord, S. R. (2010). Determinants of disparities between perceived and physiological risk of falling among elderly people: Cohort study. *The BMJ*, 341. <https://doi.org/10.1136/bmj.c4165>
- Delbaere, K., Crombez, G., Vanderstraeten, G., Willems, T., & Cambier, D. (2004). Fear-related avoidance of activities, falls and physical frailty. A prospective community-based cohort study. *Age and Ageing*, 33, 368–373. <https://doi.org/10.1093/ageing/afh106>
- Denkinger, M., Lukas, A., Nikolaus, T., & Hauer, K. (2015). Factors associated with fear of falling and associated activity restriction in community-dwelling older adults: A systematic review. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 23(1), 72–86. <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2014.03.002>
- Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege (Ed.). (2006). *Expertenstandard Sturzprophylaxe in der Pflege*.
- Estacio, E. V., Whittle, R., & Protheroe, J. (2019). The digital divide: Examining socio-demographic factors associated with health literacy, access and use of internet to seek health information. *Journal of Health Psychology*, 24(12). <https://doi.org/10.1177/1359105317695429>
- Fact sheets Falls*. (2021). <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls>

- Fiems, C. L., Miller, S. A., Buchanan, N., Knowles, E., Larson, E., Snow, R., & Moore, E. S. (2020). Does a Sway-Based Mobile Application Predict Future Falls in People With Parkinson Disease? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *101*(3), 472–478. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.09.013>
- Friedman, S. M. (2002). Falls and fear of falling: Which comes first? A longitudinal prediction model suggests strategies for primary and secondary prevention. *Journal of the American Geriatrics Society*, *50*(8), 1329–1335. <https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2002.50352.x>
- Glaser, B. G., & Strauss, A. (1998). *Grounded Theory. Strategien qualitativer Forschung*. Bern: Huber. (Orig. 1967: *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. New York: De Gruyter). Huber.
- Glaser, B., & Strauss, A. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research Observations (Chicago, Ill.)*. Aldine Transaction.
- Hill, A., Hoffmann, T., Beer, C., McPhail, S., Hill, K., Oliver, D., Brauer, S., & Haines, T. (2011). Falls After Discharge From Hospital: Is There a Gap Between Older Peoples' Knowledge About Falls Prevention Strategies and the Research Evidence? *The Gerontologist*, *51*(5), 653–662. <https://doi.org/10.1093/geront/gnr052>
- Hsieh, K. L., Fanning, J. T., Rogers, W. A., Wood, T. A., & Sosnoff, J. J. (2018). A Fall Risk mHealth App for Older Adults: Development and Usability Study. *JMIR Aging*, *1*(2). <https://doi.org/doi.org/10.2196/11569>
- Hughes, C., Kneebone, I., Jones, F., & Brady, B. (2015). A theoretical and empirical review of psychological factors associated with falls-related psychological concerns in community-dwelling older people. *International Psychogeriatrics*. <https://doi.org/10.1017/S1041610214002701>

- Kegelmeyer, D. A., Kloos, A. D., Thomas, K. M., & Kostyk, S. K. (2007). Reliability and validity of the Tinetti Mobility Test for individuals with Parkinson disease. *Physical Therapy, 87*(10), 1369–1378. <https://doi.org/10.2522/ptj.20070007.ptj.20070007>
- Köpke, S., & Meyer, G. (2006). The Tinetti test: Babylon in geriatric assessment. *Zeitschrift Für Gerontologie Und Geriatrie, 39*(4), 288–291. <https://doi.org/10.1007/s00391-006-0398-y>
- Lachman, M. E., Howland, J., Tennstedt, A., Jette, A., Assmann, S., & Peterson, E. W. (1998). Fear of falling and activity restriction: The survey of activities and fear of falling in the elderly (SAFE). *The Journals of Gerontology: Series B, 53B*(1), P43–P50. <https://doi.org/10.1093/geronb/53b.1.p43>
- Lajoie, Y., & Gallagher, S. P. (2004). Predicting falls within the elderly community: Comparison of postural sway, reaction time, the Berg balance scale and the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 38*(1), 11–26. [https://doi.org/10.1016/S0167-4943\(03\)00082-7](https://doi.org/10.1016/S0167-4943(03)00082-7)
- Lazarus, & Folkman. (1984). *Stress, Appraisal, and Coping by Susan, Lazarus, Richard S. Folkman*. Springer Pub Co.
- Lazarus, R. S. (1993). Coping theory and research: Past, present, and future. *Psychosomatic Medicine, 55*(3), 134–147. <https://doi.org/10.1097/00006842-199305000-00002>
- Mayring, P. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse. In *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie. VS Verlag für Sozialwissenschaften* (pp. 601–613). Verlag für Sozialwissenschaften.
- Mendez da Costa, E., Pepersack, T., Godin, I., Bantuelle, M., Petit, B., & Laveque, A. (2012). Fear of falling and associated activity restriction in older people. Results of

- a cross-sectional study conducted in a Belgian town. *Archives of Public Health*, 70(1). <https://doi.org/10.1186/0778-7367-70-1>
- Nordin, E., Lindelöf, N., Rosendahl, E., Jensen, J., & Lundin-Olsson, L. (2008). Prognostic validity of the Timed Up-and-Go test, a modified Get-Up-and-Go test, staff's global judgement and fall history in evaluating fall risk in residential care facilities. *Age and Aging*, 37(4), 442–448. <https://doi.org/doi.org/10.1093/ageing/afn101>
- Park, S.-H. (2017). Tools for assessing fall risk in the elderly: A systematic review and meta-analysis. *Aging Clinical and Experimental Research*, 30, 1–16. <https://doi.org/10.1007/s40520-017-0749-0>
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The timed 'Up & Go': A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of American Geriatric Society*, 39(2), 142–148. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>
- Powell, L. E., & Myers, A. M. (1995). The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. *The Journals of Gerontology: Series A*, 50A(1), 28–34. <https://doi.org/10.1093/gerona/50a.1.m28>
- Rasche, P., Mertens, A., Bröhl, C., Theis, S., Seinsch, T., Wille, M., & Pape, H. C. (2017). The "Aachen fall prevention App" – a Smartphone application app for the self-assessment of elderly patients at risk for ground level falls. *Patient Safety in Surgery*, 11(14). <https://doi.org/10.1186/s13037-017-0130-4>
- Rosenstock, I., Strecher, V., & Becker, M. (1988). Learning Theory and the Health Belief Model. *Health Education Quarterly*, 15(2), 175–183. <https://doi.org/10.1177/109019818801500203>
- Schmidt, S. (2016). Expertenstandard Sturzprophylaxe in der Pflege. In *Expertenstandards in der Pflege eine Gebrauchsanleitung*. (3rd ed.). Springer.

- Schott, N. (2008). German adaptation of the 'Activities-Specific Balance Confidence (ABC) scale' for the assessment of falls-related self-efficacy. *Zeitschrift Für Gerontologie Und Geriatrie*, 41, 475. <https://doi.org/10.1007/s00391-007-0504-9>
- Smee, D. J., Anson, J. M., Waddington, G. S., & Berry, H. L. (2012). Association between Physical Functionality and Falls Risk in Community-Living Older Adults. *Current Gerontology and Geriatrics Research*. <https://doi.org/10.1155/2012/864516>
- Stamm, O., & Heimann-Steinert, A. (2020). Accuracy of Monocular Two-Dimensional Pose Estimation Compared With a Reference Standard for Kinematic Multiview Analysis: Validation Study. *JMIR Mhealth Uhealth*, 8(12). <https://doi.org/10.2196/19608>
- Strutz, N., Brodowski, H., Kiselev, J., Heimann-Steinert, A., & Müller-Werdan, U. (2022). App-Based Evaluation of Older People's Fall risk Using the mHealth App Lindera Mobility Analysis: Exploratory Study. *JMIR Aging*. <https://doi.org/10.2196/36872>
- Strutz, N., Brodowski, H., Mümken, S., Müller-Werdan, U., & Kiselev, J. (2023). Fall Risk and Coping of Older Adults After Hospitalization: A Mixed Methods Study. *Gerontology and Geriatric Medicine*. <https://doi.org/10.1177/23337214231152700>
- Su, Q., Gao, Y., Zhang, J., & Tang, J. (2021). Prevalence of Fear of Falling and Its Association With Physical Function and Fall History Among Senior Citizens Living in Rural Areas of China. *Frontiers in Public Health*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.766959>
- Tinetti, M. E. (1986). Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *Journal of American Geriatric Society*, 34(2), 119–126. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1986.tb05480.x>

- Tong, A., Sainsbury, P., & Craig, J. (2007). Consolidated criteria for reporting qualitative research (COREQ): A 32-item checklist for interviews and focus groups. *International Journal for Quality in Health Care*, 19(6), 349–357.
- von Elm, E., Altman, D. G., Egger, M., Pocock, S. J., Göttsche, P. C., & Vandembroucke, J. P. (2008). Das Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE-) Statement Leitlinien für das Berichten von Beobachtungsstudien. *Notfall Rettungsmed*, 4(11), 260–265. <https://doi.org/10.1007/s10049-008-1057-1>
- Webber, S. C., Porter, M. M., & Menec, V. H. (2010). Mobility in older adults: A comprehensive framework. *Gerontologist*, 50(4), 443–450. <https://doi.org/10.1093/geront/gnq013>
- Young, W. R., & Williams, A. M. (2015). How fear of falling can increase fall-risk in older adults: Applying psychological theory to practical observations. *Gait Posture*, 41(1), 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.09.006>
- Zecevic, A., Salmoni, A., Speechley, M., & Vandervoort, A. (2006). Defining a fall and reasons for falling: Comparisons among the views of seniors, health care providers, and the research literature. *Gerontologist*, 46(3), 367–376. <https://doi.org/10.1093/geront/46.3.367>

Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Nicole Strutz, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Analyse der Mobilität und nichtadäquaten Selbsteinschätzung des Sturzrisikos älterer Menschen sowie deren Coping-Strategien“, „Analysis of mobility and inadequate self-assessment of older people’s fall risk and their coping strategies“, selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren:innen beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) werden von mir verantwortet.

Ich versichere ferner, dass ich die in Zusammenarbeit mit anderen Personen generierten Daten, Datenauswertungen und Schlussfolgerungen korrekt gekennzeichnet und meinen eigenen Beitrag sowie die Beiträge anderer Personen korrekt kenntlich gemacht habe (siehe Anteilserklärung). Texte oder Textteile, die gemeinsam mit anderen erstellt oder verwendet wurden, habe ich korrekt kenntlich gemacht.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Erstbetreuer/in, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; www.icmje.org) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass ich mich zur Einhaltung der Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis verpflichte.

Weiterhin versichere ich, dass ich diese Dissertation weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits an einer anderen Fakultät eingereicht habe.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§§156, 161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum:

Unterschrift:

Anteilerklärung an den erfolgten Publikationen

Ihre Anteilerklärung binden Sie bitte mit in alle Exemplare Ihre Dissertation ein. Auf diesen eingebundenen Erklärungen brauchen nur Sie zu unterschreiben, die Unterschrift Ihres/Erstbetreuers/in ist nicht erforderlich! Allerdings benötigen wir ein separates Exemplar für Ihre Akte. Auf diesem muss auch Ihr/e Erstbetreuer/in unterschreiben!

Frau Nicole Jennifer Strutz hatte folgenden Anteil an den folgenden Publikationen:

Publikation 1:

Hanna Brodowski, **Nicole Strutz**, Ursula Müller-Werdan, Jörn Kiselev, "Categorizing fear of falling using the survey of activities and fear of falling in the elderly questionnaire in a cohort of hospitalized older adults: A cross-sectional design", International Journal of Nursing Studies, 2022

Beitrag im Einzelnen:

Die Kapitel 1 (Background) sowie Kapitel 4 (Discussion) wurden von Frau Strutz maßgeblich gemeinsam mit der Erstautorin mitgeschrieben und gemeinsam mit dieser finalisiert. An der Überarbeitung des Manuskriptes im Rahmen des Reviewprozesses ist Frau Strutz intensiv und im engen Austausch mit der Erstautorin beteiligt gewesen.

Publikation 2:

Nicole Strutz, Hanna Brodowski, Sandra Mümken, Ursula Müller-Werdan, Jörn Kiselev, Fall Risk and Coping of Older Adults after Hospitalization: A Mixed-Methods Study, Gerontology and Geriatric Medicine, 2023

Beitrag im Einzelnen:

Das methodische Vorgehen, sämtliche Ergebnisse und dazugehörige Abbildungen (Figure 1) sowie Tabellen (Table 1, Table 2, Table 3) in der Publikation gingen aus Frau Strutz statistischen Analyse hervor und wurden von ihr erstellt. Die Kapitel 1 (Background), 2 (Methods) und 3 (Results) wurden ausschließlich von Frau Strutz geschrieben. Das Kapitel 4 (Discussion) wurde federführend von mir geschrieben. Der Abschnitt Limitations in Kapitel 4 (Discussion) sowie Kapitel 5 (Conclusion) und der Abschnitt „What this paper adds“ und „Application of study findings“ wurden ausschließlich von Frau Strutz geschrieben. Frau Strutz hat im Rahmen des Reviewprozesses das Manuskript maßgeblich überarbeitet.

Publikation 3:

Nicole Strutz, Hanna Brodowski, Jörn Kiselev, Anika Heimann-Steinert, Ursula Müller-Werdan, "App-based evaluation of older people's fall risk using the mhealth App Lindera Mobility Analysis: an exploratory study", JMIR Aging, 2022

Beitrag im Einzelnen:

Das methodische Vorgehen, sämtliche Ergebnisse und dazugehörige Abbildungen (Figure 2, Figure 3, Figure 4) sowie Tabellen (Table 1, Table 2, Table 3) in der Publikation gingen aus meiner statistischen Analyse hervor und wurden von mir erstellt. Die Kapitel 1 (Introduction), 2 (Methods), 3 (Results) und 4 (Discussion) wurden ausschließlich von mir geschrieben. Das Ethikvotum wurde von mir bei der Ethikkommission der der Charité – Universitätsmedizin Berlin eingeholt und in Kapitel 3 (Methods) beschrieben. Im Rahmen des Reviewprozesses habe ich das Manuskript maßgeblich überarbeitet.

Unterschrift, Datum und Stempel der erstbetreuenden Hochschullehrerin

Unterschrift der Doktorandin

Druckexemplare der Publikationen

Brodowski H, Strutz N, Mueller-Werdan U, Kiselev J. (2022). Categorizing fear of falling using the survey of activities and fear of falling in the elderly questionnaire in a cohort of hospitalized older adults: A cross-sectional design. *Int J Nurs Stud.* 126:104152. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2021.104152>

Brodowski H, Strutz N, Mueller-Werdan U, Kiselev J. (2022). Categorizing fear of falling using the survey of activities and fear of falling in the elderly questionnaire in a cohort of hospitalized older adults: A cross-sectional design. *Int J Nurs Stud.* 126:104152. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2021.104152>

Brodowski H, Strutz N, Mueller-Werdan U, Kiselev J. (2022). Categorizing fear of falling using the survey of activities and fear of falling in the elderly questionnaire in a cohort of hospitalized older adults: A cross-sectional design. *Int J Nurs Stud.* 126:104152. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2021.104152>

Brodowski H, Strutz N, Mueller-Werdan U, Kiselev J. (2022). Categorizing fear of falling using the survey of activities and fear of falling in the elderly questionnaire in a cohort of hospitalized older adults: A cross-sectional design. *Int J Nurs Stud.* 126:104152. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2021.104152>

Brodowski H, Strutz N, Mueller-Werdan U, Kiselev J. (2022). Categorizing fear of falling using the survey of activities and fear of falling in the elderly questionnaire in a cohort of hospitalized older adults: A cross-sectional design. *Int J Nurs Stud.* 126:104152. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2021.104152>

Brodowski H, Strutz N, Mueller-Werdan U, Kiselev J. (2022). Categorizing fear of falling using the survey of activities and fear of falling in the elderly questionnaire in a cohort of hospitalized older adults: A cross-sectional design. *Int J Nurs Stud.* 126:104152. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2021.104152>

Brodowski H, Strutz N, Mueller-Werdan U, Kiselev J. (2022). Categorizing fear of falling using the survey of activities and fear of falling in the elderly questionnaire in a cohort of hospitalized older adults: A cross-sectional design. *Int J Nurs Stud.* 126:104152. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2021.104152>

Brodowski H, Strutz N, Mueller-Werdan U, Kiselev J. (2022). Categorizing fear of falling using the survey of activities and fear of falling in the elderly questionnaire in a cohort of hospitalized older adults: A cross-sectional design. *Int J Nurs Stud.* 126:104152. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2021.104152>

Druckexemplare der Publikationen

JMIR AGING

Strutz et al

[Original Paper](#)

App-Based Evaluation of Older People's Fall Risk Using the mHealth App Lindera Mobility Analysis: Exploratory Study

Nicole Strutz¹, MSc; Hanna Brodowski², MSc; Joern Kiselev³, Dr rer med; Anika Heimann-Steinert¹, Dr rer med; Ursula Müller-Werdan¹, Prof Dr

¹Geriatrics Research Group, Charité - Universitätsmedizin Berlin (corporate member of Freie Universität Berlin and Humboldt-Universität zu Berlin), Berlin, Germany

²Department of Physiotherapy, Pain and Exercise Research Lübeck, Institute of Health Sciences, University of Lübeck, Lübeck, Germany

³Department of Anesthesiology and Operative Intensive Care Medicine (Charité Campus Virchow Clinic/Campus Charité Mitte), Charité - Universitätsmedizin Berlin (corporate member of Freie Universität Berlin and Humboldt-Universität zu Berlin), Berlin, Germany

Corresponding Author:

Nicole Strutz, MSc

Geriatrics Research Group

Charité - Universitätsmedizin Berlin (corporate member of Freie Universität Berlin and Humboldt-Universität zu Berlin)

Reinickendorfer Straße 61

Berlin, 13407

Germany

Phone: 49 030 450 553369

Email: nicole.strutz@charite.de

Abstract

Background: Falls and the risk of falling in older people pose a high risk for losing independence. As the risk of falling progresses over time, it is often not adequately diagnosed due to the long intervals between contacts with health care professionals. This leads to the risk of falling being not properly detected until the first fall. App-based software able to screen fall risks of older adults and to monitor the progress and presence of fall risk factors could detect a developing fall risk at an early stage prior to the first fall. As smartphones become more common in the elderly population, this approach is easily available and feasible.

Objective: The aim of the study is to evaluate the app Lindera Mobility Analysis (LIN). The reference standards determined the risk of falling and validated functional assessments of mobility.

Methods: The LIN app was utilized in home- and community-dwelling older adults aged 65 years or more. The Berg Balance Scale (BBS), the Tinetti Test (TIN), and the Timed Up & Go Test (TUG) were used as reference standards. In addition to descriptive statistics, data correlation and the comparison of the mean difference of analog measures (reference standards) and digital measures were tested. Spearman rank correlation analysis was performed and Bland-Altman (B-A) plots drawn.

Results: Data of 42 participants could be obtained (n=25, 59.5%, women). There was a significant correlation between the LIN app and the BBS ($r=-0.587$, $P<.001$), TUG ($r=0.474$, $P=.002$), and TIN ($r=-0.464$, $P=.002$). B-A plots showed only few data points outside the predefined limits of agreement (LOA) when combining functional tests and results of LIN.

Conclusions: The digital app LIN has the potential to detect the risk of falling in older people. Further steps in establishing the validity of the LIN app should include its clinical applicability.

Trial Registration: German Clinical Trials Register DRKS00025352; <https://tinyurl.com/65awrd6a>

(*JMIR Aging* 2022;5(3):e36872) doi: [10.2196/36872](https://doi.org/10.2196/36872)

KEYWORDS

mobility; fall risk; smartphone; app; analysis; older people; accuracy; mobility restriction

Introduction

As part of the aging process, older adults are affected by an increasing risk of falling as well as accidental falls [1]. In Europe, this development leads to fall incidence rates for older

adults aged 70 years or more between 7500 and nearly 20,000 falls per 100,000 inhabitants and a death rate of up to 153.2 per 100,000 inhabitants [2]. In a study by Choi et al [3], observed fall-related injury locations in older adults (≥ 60 years, n=1840) included lower and upper extremities (32.06% and 23.12%,

<https://aging.jmir.org/2022/3/e36872>

JMIR Aging 2022 | vol. 5 | iss. 3 | e36872 | p. 1
(page number not for citation purposes)

respectively) but also 15.26% of falls resulting in head injuries, while 30.9% suffered 1 or more fractures. Additionally, falls and the risk of falling have a variety of effects on older adults' attitudes and behavior. Falls and even the risk of falling can pose a high risk of losing independence [4]. The risk of falls in older people changes over time as health status [5] or medication [6], either prescribed by a doctor or self-medication, changes. Often, the risk of falls increases with age-related decline in body musculature [7] and overall decrease in functional performance [8]. The risk of falling develops over time, and it is often underdiagnosed [9]. Therefore, the risk of falling is often not properly detected until the first fall. One possible solution to this dilemma is a more frequent self-assessment that should start before the first fall. Technology-based assessments of fall risk can assist an older adult in assessing their own fall risk. In this area, analyzing gait patterns is a widely used strategy to track the progress of functional abilities and to assess the risk of falling. However, gait analysis systems, such as GAITRite or SensFloor, cannot be applied at home with minimal effort. In contrast, as mobile phones become more widespread in the elderly population [10], an app-based fall risk assessment would be easily available and feasible. Mobile applicable apps, such as FallSA (a fall risk-screening app) [11] and Lindera Mobility Analysis (LIN; Lindera GmbH, Berlin, Germany) [12], 2 commercially available apps, are location independent and applicable at home.

As scientific evidence on the validity of such apps is limited, the aim of this explorative study was to evaluate the app LIN in comparison to established and validated functional assessments of mobility as a reference standard.

Methods

Study Design and Ethical Considerations

In 2021, this explorative validation study was conducted in Germany by the Geriatrics Research Group of Charité – Universitätsmedizin Berlin. The study was approved by the Ethics Committee of Charité – Universitätsmedizin Berlin (#EA1/363/20; date of approval: April 4, 2021). A sample size calculation was not performed as the study was exploratory in nature.

Recruitment

Participants were recruited from 3 sources: (1) the Geriatrics Research Group database, comprising older people who gave their consent to be contacted for participation in research projects; (2) older people who were staying in a geriatric hospital or day-care facility; and (3) a group of nursing home residents. Contact was made by mail, telephone, or a personal interview on-site. Inclusion criteria were age 65 years or older, being able to walk, and getting up from a chair and sitting down again. Participants were allowed to use walking aids, such as a wheeled walker or crutches. Exclusion criteria were defined as any fall events in the week before recruitment, more than 3 fall events during the past 6 months, and incapability of giving consent.

Data Collection

Data collection was conducted in the laboratory of the Geriatrics Research Group as well as in a nursing home and 2 day-care

facilities. In addition to sociodemographic data, such as age and gender, the care level, degree of disability, data of mobility, and fall risk of the participants were recorded. The official care level within the German health care system ranges from level 0 (no need for care) to level 5 (maximum need for care)—§61b (1) German Social Code (SGB) XII, where SGB refers to the German Social Code. The official level of disability is characterized by level 20 (low disability) to level 100 (maximum disability)—§2 SGB IX. In addition, 4 mobility tests were performed, 3 reference assessments and LIN. In all measurements, LIN was used first. For this, participants filled out the app's questionnaire independently or, if preferred, together with the researcher. A video of the patient's gait was recorded using LIN on a smartphone. In a second step, 3 reference assessments were used to test the participants' fall risk and mobility restrictions. Between assessments, the participants could rest by answering the questionnaire on sociodemographic data. All data were collected within 1 session.

Lindera Mobility Analysis

LIN version 10.3.0 was used to determine the fall risk by computing a fall risk score. Input parameters to compute the fall risk score included (1) video analysis of each participant's gait through an artificial intelligence-based algorithm [13] and (2) a standardized questionnaire on further fall risk factors.

The assessment was conducted with a mobile app using a smartphone with an integrated camera. The fall risk score is the weighted sum of 14 fall risk factors, as defined by the German National Expert Standard Fall Prevention [14], a guideline developed and published by German Network for Quality Development in Nursing (DNQP) [15]. The standardized questionnaire addresses both person-related risk factors, such as polypharmacy, diseases, or alcohol consumption ("How often do you consume alcoholic beverages during the week: not at all, 1x-2x/week, 3x-5x/week, or 6x-7x/week?") and incontinence ("How often do you feel a sudden and urgent need to visit the toilet: never, rarely, sometimes, often, or always?"), as can be seen in Figure 1, and environmental risk factors, such as floor coverings or door sills, as stated in the German National Expert Standard Fall Prevention.

The results of the gait analysis and the questionnaire were computed into a score of 0-100 points, with a higher scoring indicating a higher fall risk.

The technical validity of LIN has been described elsewhere in several publications [12]. Thus, here, we provide a short summary.

The scientific approach underlying the app is based on a modular algorithm consisting of a video tester, a skeleton estimator (skeleton estimator 2D, skeleton estimator 3D, skeleton optimization 3D), and an analysis of mobility parameters. The skeleton estimator plays a central role. Both the validity of the mobility parameters and the validity of the analysis substantially depend on the spatial and temporal precision of the skeleton estimator [12].

Figure 1. Questionnaire: example of a person-related risk factor.

Reference Standards

Clinical guidelines recommend the evaluation of gait or balance disturbances to detect fall risk, but there is no gold standard for assessing the risk of falling in older adults measuring functional abilities [16]. However, there are several functional assessments available that have demonstrated good validity for identifying older people with a risk of falling. Three of the most widely used mobility assessments performed in therapeutic and nursing contexts are the Berg Balance Scale (BBS) [17], the Tinetti Test (TIN) [18], and the Timed Up & Go Test (TUG) [19]. In this study, these assessments were used as reference standards to evaluate functional mobility and balance.

TUG is a short-duration simple test on mobility [19], with a wide variety in clinical use. At the beginning of TUG, the participant sits on a chair, with arms placed on the armrests. On a command, the participant stands up, walks 3 m to a mark on the floor, turns around, and walks back to sit on the chair. TUG measures the time needed to complete the task in seconds. TUG is recommended as a routine screening test for falls in guidelines published by the American Geriatric Society and the British Geriatric Society [20] and has moderate-to-good sensitivity for predicting falls in older adults [16].

The BBS and TIN are scored based on a person's ability to perform specific tasks. The BBS was developed in 1989 to determine balance stability among older adults [17]. Today, it is commonly used to measure balance in people with various disabilities and health conditions. The BBS consists of 14 items assessing static and dynamic components of mobility and balance ability on multiple levels, including standing, transitional movement, and a narrowed base of support. Each item is scored on a 5-point Likert scale from 0 to 4, with 0 indicating the lowest level of function and 4 the highest. The maximum score is 56, with higher scores indicating higher levels of functional mobility and lower risk of falling [21].

A score below 45 points indicates a higher risk of falls [22]. Based on a systematic review [23], the BBS has high interrater reliability with a pooled estimate of 0.97 (95% CI 0.96-0.98) and high intrarater reliability with a pooled estimate of 0.98

(95% CI 0.97- to 0.99). The BBS can differentiate between fallers and nonfallers in community-dwelling older people [23].

TIN, also called Performance-Oriented Mobility Assessment (POMA), is a clinical balance assessment tool originally developed for use with institutionalized patients. It measures both balance and gait performance. Several versions of TIN are available, with varying numbers of items and score ranges [24]. In the version used in our study, mobility is assessed with 8 items each for balance and gait performance. The items are scored on a 2-4-point Likert scale, with a maximum score of 28 points. A score below 19 points indicates a high risk of falls [18]. TIN showed good-to-excellent interrater and intrarater reliability (intraclass correlation coefficient [ICC]>0.80) in a cohort of 30 participants with Parkinson disease [25].

Statistical Analysis

Baseline and sociodemographic data were collected, and Spearman rank correlation analysis was conducted.

Additionally limits of agreement (LOA) between LIN and TIN, the BBS, and TUG were evaluated using Bland-Altman (B-A) plots [26]. For plots with TIN and the BBS, we reversed the scale of LIN to adjust the direction of the scale to those of the reference scales. Next, we transformed results from TIN and the BBS into a ratio scale (0-100). As TUG and LIN both had the same direction of results (a higher score indicating a higher fall risk) and a transformation of TUG was not feasible, we performed all further steps with the original results obtained. Differences between each of the assessments and the results of LIN, as well as the mean of both respective measurements, and normal distributions of the differences of both observations were calculated. For this, we used the Shapiro-Wilk tests due to the relatively low number of participants, as well as visual inspection.

As the Shapiro-Wilk tests revealed mostly nonnormal distributions for the calculated differences between the measurements, we used the median and defined the upper and lower 95% of the sorted results as the threshold instead of the ± 1.96 SD used for B-A plots with normal-distributed data. This approach was recommended by Bland and Altman [26] in their

original publication on drawing B-A plots for nonnormal-distributed data sets.

Baseline and sociodemographic data as well as all correlation analyses were calculated using SPSS Statistics version 28 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA). All B-A plots were drawn using Microsoft Excel 2016.

Results

Participant Characteristics

Data of 42 participants, with a mean age of 77.6 (SD 7.3) years were analyzed. As can be seen in Table 1, there was a higher percentage of female participants ($n=25$, 59.5%). In addition, 25 (59.5%) of the participants did not have a care level, and 26 (65%) of 40 participants did not have a level of disability based on the grading within the German health care system.

One participant was not able to perform TUG due to difficulty in rising from the chair. Additionally, in 3 cases, data from LIN could not be interpreted and had to be discarded. Therefore, all correlation analyses were performed and B-A plots drawn with 39 and 38 data sets, respectively.

As can be seen in Table 2, low scores for TUG indicated a high degree of functional mobility, while for the BBS and TIN, high scores indicated a high degree of mobility, and low scores for LIN indicated a low level of fall risk.

In Table 3, the correlations of the analogous fall risk and mobility assessments and LIN are presented.

Low scores for TUG indicated a high degree of functional mobility, while for the BBS and TIN, high scores indicated a high degree of mobility, and low scores for LIN indicated a low level of fall risk.

The results of LIN demonstrated a high correlation with the BBS ($r_s=-0.611$) and a moderate-to-high correlation with TUG ($r_s=0.583$) and TIN ($r_s=-0.563$).

As can be seen in Figures 2–4, the results of the nonparametric B-A plots revealed a median of differences of -8.71 (TIN), 5.64 (BBS), and 3.3 (TUG). Most data pairs were within the predefined LOA. Only 2 data pairs (5.1%) outside the LOA could be found for the BBS, while for TIN, 3 outliers could be observed (7.7%) and only 1 for TUG (2.6%). However, a proportional bias could be observed in all 3 plots based on a significant linear regression coefficient (0.014 for TIN and <0.001 for the BBS and TUG). Visual inspection of the 3 plots revealed a tendency for higher differences between measurements for all comparisons. Additionally, as can be seen in Figure 4, the B-A plot comparing LIN and TUG showed a visible trend of a negative difference between the 2 measurements for lower means, while demonstrating positive differences for higher means.

Table 1. Baseline data.

Characteristics	Participants
Age (years; $N=42$), mean (SD)	77.6 (7.3)
Female gender ($N=42$), n (%)	25 (59.5)
Level of disability ($N=40$)^a, n (%)	
No level	26 (65)
<30	1 (2.5)
31–60	8 (20.0)
61–80	5 (12.5)
>80	0
Care level ($N=42$), n (%)	
0	25 (59.5)
1	2 (4.7)
2	7 (16.7)
3	7 (16.7)
4	1 (2.4)
5	0

^aThe official level of disability is characterized by level 20 (low disability) up to level 100 (maximum disability)—§2 German Social Code (SGB) IX.

Table 2. Mobility data.

Assessment	Mean (SD)	Minimum	Maximum
TUG ^a (N=40)	13.7 (5.8)	6.9	36
TIN ^b (N=42)	23.9 (5.3)	8	28
BBS ^c (N=42)	44.7 (13.0)	7	56
LIN ^d (N=39)	19.8 (12.4)	5	68

^aTUG: Timed Up & Go Test.

^bTIN: Tinetti Test.

^cBBS: Berg Balance Scale.

^dLIN: Linder Mobility Analysis.

Table 3. Spearman rank correlation of analog and digital fall risk and mobility assessment.

Assessment	TUG ^a			TIN ^b			LIN ^c		
	r_s	P value	N	r_s	P value	N	r_s	P value	N
BBS ^d	-0.770 ^e	.001	40	.730 ^e	.001	42	-0.611 ^e	.001	39
TUG	N/A ^f	N/A	N/A	-0.526 ^e	.001	40	.583 ^e	.001	38
TIN	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	-0.563 ^e	.001	39

^aTUG: Timed Up & Go Test.

^bTIN: Tinetti Test.

^cLIN: Linder Mobility Analysis.

^dBBS: Berg Balance Scale.

^eThe correlation was significant at the level of .01.

^fN/A: not applicable.

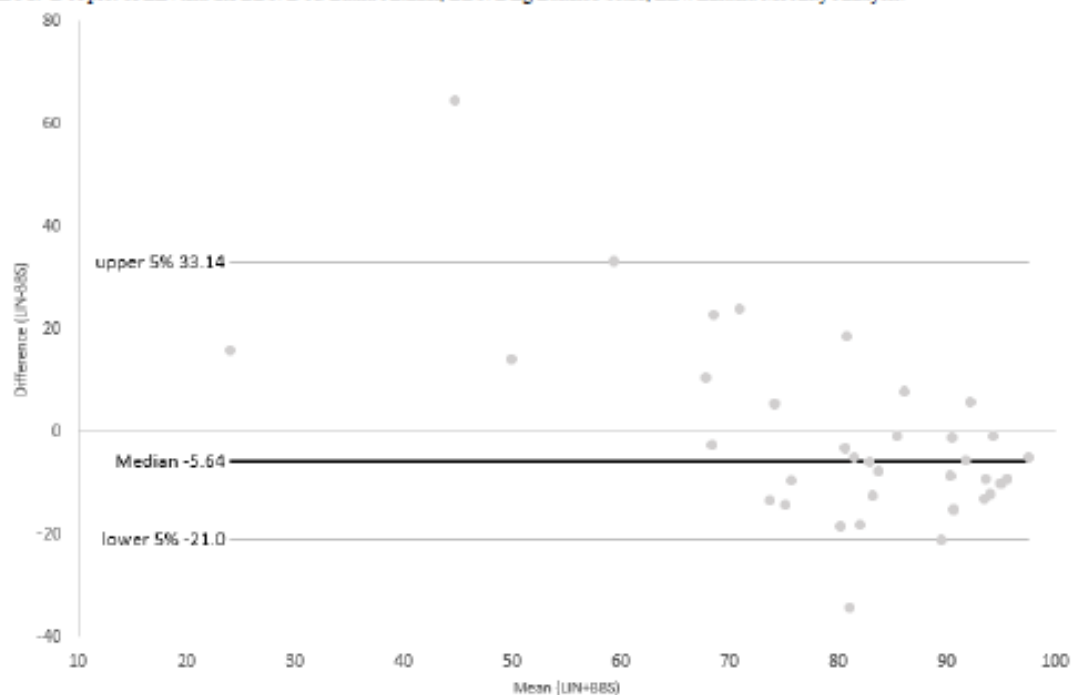
Figure 2. B-A plot of LIN and the BBS. B-A: Bland-Altman; BBS: Berg Balance Scale; LIN: Linder Mobility Analysis.

Figure 3. B-A plot of TIN and LIN. B-A: Bland-Altman; LIN: Lindera Mobility Analysis; TIN: Tinetti Test.

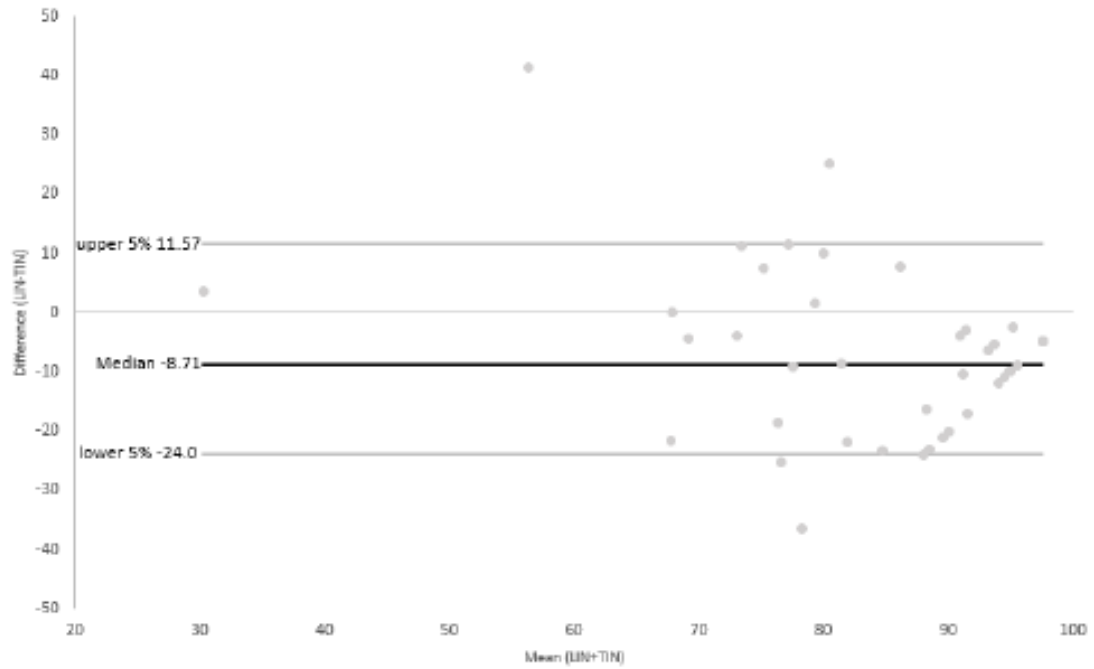
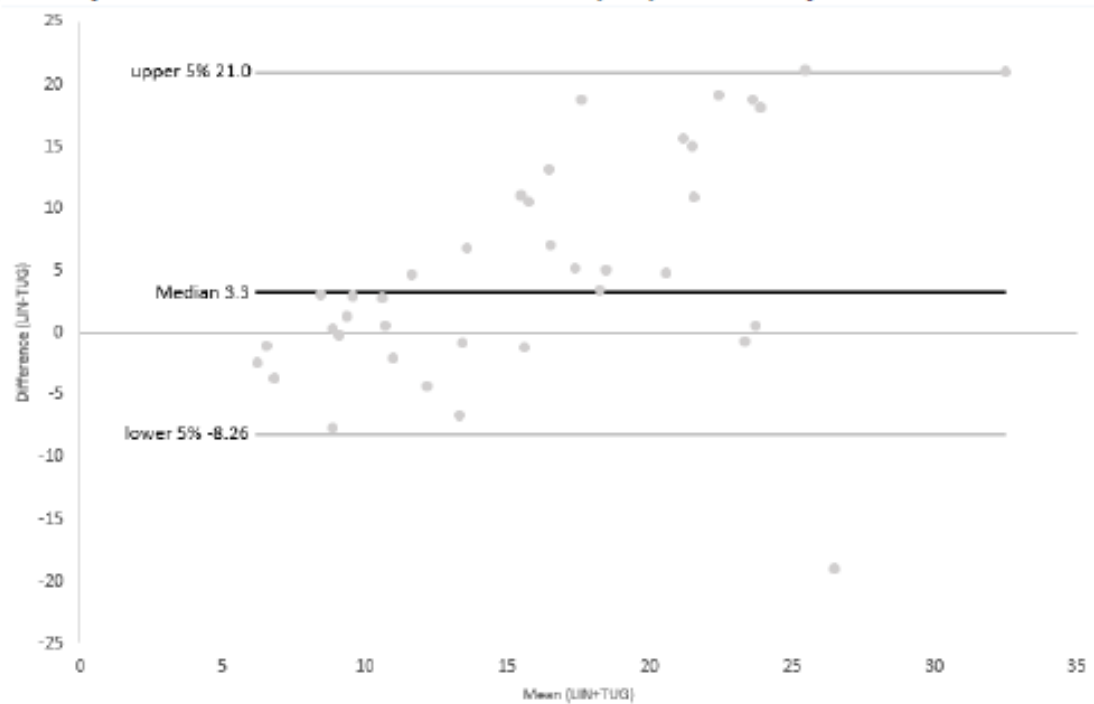


Figure 4. B-A plot of TUG and LIN. B-A: Bland-Altman; LIN: Lindera Mobility Analysis; TUG: Timed Up & Go Test.



Discussion

Principal Findings

The aim of this study was to evaluate the accuracy of LDN compared to reference standards for analog objective measures of older people's fall risk. As our study shows, a moderate-to-high correlation according to Cohen [27] was found for LDN and the BBS, TIN and TUG. In this, the lowest correlation for the 3 reference assessments could be observed for LDN and TUG.

The results of our correlation analyses were verified by the B-A plots drawn. The B-A plots showed only a minority of the data pairs outside the predefined 95% limits. However, we observed a low-to-moderate proportional bias of the differences between results of LDN and the respective reference standards, indicating that both respective measurements might not be depicting the same construct. Moreover, we observed a skew in all plots, validating the observation of the correlation analyses. Due to the range and direction of the scales indicating a higher fall risk, we needed to transform our data for 2 plots in order to be able to obtain interpretable results. Additionally, as the differences between measurements were not normally distributed, we had to draw our B-A plots based on a nonparametric version.

This might have contributed to the results of the drawn plots. However, results from both correlation analyses and B-A plots could be interpreted as a sign that LDN can actually be superior in detecting older people at risk of falling compared to the 3 reference standards.

All 3 assessments are established tools for predicting falls in older people; however, none of them can be labeled as a gold standard. Although there might be different reasons for this, all of them have known flaws that have to be considered when planning to use any of them. As mentioned before, there are several versions available for TIN, making comparison between studies difficult. Additionally, both TIN and the BBS demonstrate only good but not high sensitivity and specificity for fall prediction in older adults living in care residence facilities [28]. The authors recommended using a combination of the BBS and a gait speed test in order to obtain more dependable results in this population. For TUG, Haines et al [29] found comparable problems in a population of older adults in a geriatric ward.

This merits some consideration. In contrast to TUG, LDN, TIN, and the BBS record complex movement sequences and thus evaluate balance, postural control, and gait symmetry.

In contrast, TUG merges all these functional requirements into 1 single information piece, the time needed to complete TUG. As a consequence, a lot of technology-based research aims at increasing the information value gathered through the relative easy-to-administer TUG, where TUG performance is often used to gather not only the TUG time but also the TUG stride length, as well as the forward and lateral tilt of the trunk and gait symmetry. Although TUG's ability to predict falls in older adults has been established [19], several attempts have been made to increase the level of obtainable information while performing TUG, using video data and different sensor arrays

[30-32]. All these studies have been, at least partly, successful in gathering information about gait and balance while performing TUG, but it still makes direct comparison between the original TUG and the expanded, technology-based versions difficult. In our study, LDN, in addition to information from a questionnaire and the time to complete TUG, measured other factors, such as stride length and the forward and lateral tilt of the trunk and gait symmetry. As stated before, TIN and the BBS evaluate complex movement sequences that resemble a wide variety of everyday activities and thus test a participant's balance, postural control, and gait symmetry. Therefore, the gathered data seem to be more comparable to more complex (and time-demanding) assessments, such as the BBS and TIN. This is, in our opinion, reflected in the high correlation coefficients between LDN and the BBS and TIN in contrast to the more modest correlation with TUG.

Additionally, LDN uses an additional questionnaire based on the German National Expert Standard Fall Prevention and as such provides a guideline for the prevention of falls [14]. The questionnaire encompasses items about not only intrinsic factors, such as comorbidities, incontinence, fear of falling, and prior falls, but also extrinsic factors, such as mobility aids, barriers in the living environment, shoes used at home, and several other factors that have been identified as contributors to the risk of falling. Therefore, LDN includes, in comparison to the functional assessments of gait and balance that are recommended in geriatrics and were used in this study, more dimensions of the phenomenon of falls in older adults and is, thus, in our opinion, more comprehensive than a purely functional assessment for identifying patients with fall risk. Whether this leads to any potential superiority of LDN cannot be answered based on the available data. For this, additional research is necessary that includes the prospective establishment of diagnostic criteria as well as its ability to prevent falls. We conclude therefore that for gaining deeper insight into the potential of technology-based mobility and fall risk assessments, more detailed comparators are needed.

Despite these limitations, we deem our results satisfactory. The low number of data pairs outside the LOA indicate, in our estimation, a satisfactory level of comparability of the results of LDN with our reference standards. The observable bias in all 3 plots is, in our estimation, acceptable. Due to the reason stated before insofar, a complete agreement between the measurements cannot be expected. However, we are aware of the fact that the results presented here have to be interpreted with caution and have to be verified in further studies.

Compared to other apps for fall risk analysis, such as FallSA [33], LDN showed a slightly higher significant correlation with the established BBS. FallSA was significant moderately correlated ($r=0.518$, $P<.001$) with the Physical Profile Assessment [11]. In 2021, iPhone manufacturer Apple Inc. offered a function in the current version of its iOS (iOS 15) that is supposed to prevent falls. As the manufacturer stated, "Walking Steadiness on iPhone is a first-of-its-kind health metric that can give you insight into your risk of falling. It uses custom algorithms that assess your balance, strength, and gait" [34]. Based on calculated gait stability, the software is supposed to predict the risk of falling. Both FallSA and iOS 15 measure

functional ability. In contrast, LIN is based on the measurement of functional ability and surveying intrinsic factors of its users. Furthermore, the FallSA app as well as iOS 15 are not specifically labeled as medical devices in the sense of the European Medical Device Regulation—Regulation (EU) 2017/745 of the European Parliament and of the Council of 5 April 2017 on Medical Devices. In contrast, LIN is a class 1 medical device. Being a medical device allows professionals involved in care, such as nurses, physical therapists, and physicians, to use the results of the app to assist their nursing appraisals or diagnoses.

Using LIN or other medical devices with the ability to identify fall risks in older people while involving health professionals offers great potential. In 2021, Meekes et al [35] studied the level of information general practitioners (GPs) had available for any of their patients with frailty about their fall history as well as the occurrence of fear of falling. In their study, GPs had

no information about fall history in 668 (48%) of the affected patients [35].

Additionally, as several studies have demonstrated that a significant portion of patients tend to underestimate their own fall risk [36,37], the LIN app offers high potential for determining one's own fall risk as a nonprofessional. This gives older people an opportunity to self-assess their own fall risk and, with repeated measurements, any changes in their fall risk status over time.

Conclusion

Using LIN has the potential to enable older people to be more independent of the initial determination of a fall risk by GPs or other health care professionals and also enables them to identify and respond to positive or negative changes in their own fall risk. This provides older adults with the ability to manage their own fall risk in an effective and adequate manner. Using LIN can help reduce fall events in people aged 65 years or more. Further study is indicated to verify validity.

Acknowledgments

We thank Lindera GmbH for providing the app Lindera Mobility Analysis (LIN) for the study. We acknowledge support from the German health insurance company Allgemeine Ortskrankenkasse (AOK).

We also acknowledge financial support from the Open Access Publication Fund of Charité – Universitätsmedizin Berlin and the German Research Foundation (DFG).

Conflicts of Interest

The authors report that there are no competing interests to declare. The study was commissioned by Lindera GmbH. Lindera GmbH did not influence the results presented in this study.

References

1. Todd CEA. World Health Organisation Global Report on Falls Prevention in Older Age/Citation Formats. URL: <https://tinyurl.com/msuxm9us> [accessed 2021-12-15]
2. Haagsma JA, Olij BF, Majdan M, van Beeck EF, Vos T, Castle CD, et al. Falls in older aged adults in 22 European countries: incidence, mortality and burden of disease from 1990 to 2017. *Inj Prev* 2020 Oct;26(Suppl 1):i67-i74 [FREE Full text] [doi: [10.1136/injuryprev-2019-043347](https://doi.org/10.1136/injuryprev-2019-043347)] [Medline: [32111726](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32111726/)]
3. Choi NG, Choi BY, DiNitto DM, Marti CN, Kumik ME. Fall-related emergency department visits and hospitalizations among community-dwelling older adults: examination of health problems and injury characteristics. *BMC Geriatr* 2019 Nov 11;19(1):303 [FREE Full text] [doi: [10.1186/s12877-019-1329-2](https://doi.org/10.1186/s12877-019-1329-2)] [Medline: [31711437](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31711437/)]
4. Deshpande N, Metter EJ, Lauretani F, Bandinelli S, Guralnik J, Ferrucci L. Activity restriction induced by fear of falling and objective and subjective measures of physical function: a prospective cohort study. *J Am Geriatr Soc* 2008 Apr;56(4):615-620 [FREE Full text] [doi: [10.1111/j.1532-5415.2007.01639.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2007.01639.x)] [Medline: [18312314](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18312314/)]
5. Hoffman GJ, Rodriguez HP. Examining contextual influences on fall-related injuries among older adults for population health management. *Popul Health Manag* 2015 Dec;18(6):437-448 [FREE Full text] [doi: [10.1089/pop.2014.0156](https://doi.org/10.1089/pop.2014.0156)] [Medline: [25919228](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25919228/)]
6. Lippert T, Maas R, Fromm MF, Luttenberger K, Kolominsky-Rabas P, Pendergrass A, et al. [Impact of sedating drugs on falls resulting injuries among people with dementia in a nursing home setting]. *Gesundheitswesen* 2020 Jan 21;82(1):14-22 [FREE Full text] [doi: [10.1055/a-1071-7911](https://doi.org/10.1055/a-1071-7911)] [Medline: [31962367](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31962367/)]
7. Yeung SS, Reijnierse EM, Pham VK, Trappenburg MC, Lim WK, Meskers CG, et al. Sarcopenia and its association with falls and fractures in older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2019 Jun 16;10(3):485-500 [FREE Full text] [doi: [10.1002/jcsm.12411](https://doi.org/10.1002/jcsm.12411)] [Medline: [30993881](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30993881/)]
8. Unhjem R, van den Hoven LT, Nygård M, Hoff J, Wang E. Functional performance with age: the role of long-term strength training. *J Geriatr Phys Ther* 2019;42(3):115-122. [doi: [10.1519/JPT.0000000000000141](https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000141)] [Medline: [28786909](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28786909/)]
9. Pérez-Ros P, Martínez-Arnau FM, Ortí-Lucas RM, Tarazona-Santabalbina FJ. A predictive model of isolated and recurrent falls in functionally independent community-dwelling older adults. *Braz J Phys Ther* 2019 Jan;23(1):19-26 [FREE Full text] [doi: [10.1016/j.bjpt.2018.05.005](https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2018.05.005)] [Medline: [29914855](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29914855/)]

10. Kakulla BN. 2020 Tech Trends of the 50+. URL: <https://www.aarp.org/research/topics/technology/info-2019/2020-technology-trends-older-americans.html> [accessed 2021-12-15]
11. Singh DKA, Goh JW, Shaharudin MI, Shahar S. A mobile app (FallSA) to identify fall risk among Malaysian community-dwelling older persons: development and validation study. *JMIR Mhealth Uhealth* 2021 Oct 12;9(10):e23663. [doi: [10.2196/23663](https://doi.org/10.2196/23663)]
12. Azhand A, Rabe S, Müller S, Sattler I, Heimann-Steinert A. Algorithm based on one monocular video delivers highly valid and reliable gait parameters. *Sci Rep* 2021 Jul 07;11(1):14065 [FREE Full text] [doi: [10.1038/s41598-021-93530-z](https://doi.org/10.1038/s41598-021-93530-z)] [Medline: [34234255](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34234255/)]
13. Stamm O, Heimann-Steinert A. Accuracy of monocular two-dimensional pose estimation compared with a reference standard for kinematic multiview analysis: validation study. *JMIR Mhealth Uhealth* 2020 Dec 21;8(12):e19608 [FREE Full text] [doi: [10.2196/19608](https://doi.org/10.2196/19608)] [Medline: [33346739](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33346739/)]
14. Schmidt S. Expertenstandard Sturzprophylaxe in der Pflege. In: *Expertenstandards in der Pflege - eine Gebrauchsanleitung*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2016.
15. Büscher A, Möller A. Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege (DNQP): Aktueller Stand. *Public Health Forum* 2014;22(2):27-28. [doi: [10.1016/j.phf.2014.03.015](https://doi.org/10.1016/j.phf.2014.03.015)]
16. Nordin E, Lindelöf N, Rosendahl E, Jensen J, Lundin-Olsson L. Prognostic validity of the Timed Up-and-Go test, a modified Get-Up-and-Go test, staff's global judgement and fall history in evaluating fall risk in residential care facilities. *Age Ageing* 2008 Jul;37(4):442-448. [doi: [10.1093/ageing/afn101](https://doi.org/10.1093/ageing/afn101)] [Medline: [18515291](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18515291/)]
17. Berg K. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiother Can* 1989 Nov;41(6):304-311. [doi: [10.3138/ptc.41.6.304](https://doi.org/10.3138/ptc.41.6.304)]
18. Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc* 1986 Feb;34(2):119-126. [doi: [10.1111/j.1532-5415.1986.tb05480.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1986.tb05480.x)] [Medline: [3944402](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3944402/)]
19. Podsiadlo D, Richardson S. *J Am Geriatr Soc* 1991 Feb 27;39(2):142-148. [doi: [10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x)] [Medline: [1991946](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1991946/)]
20. Panel on Prevention of Falls in Older Persons, American Geriatrics Society/British Geriatrics Society. Summary of the Updated American Geriatrics Society/British Geriatrics Society clinical practice guideline for prevention of falls in older persons. *J Am Geriatr Soc* 2011 Jan;59(1):148-157. [doi: [10.1111/j.1532-5415.2010.03234.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.03234.x)] [Medline: [21226685](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21226685/)]
21. Lajoie Y. Effect of computerized feedback postural training on posture and attentional demands in older adults. *Aging Clin Exp Res* 2013 Jul 25;16(5):363-368. [doi: [10.1007/bf03324565](https://doi.org/10.1007/bf03324565)]
22. Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JJ, Maki B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health* 1992;83 Suppl 2:S7-S11. [Medline: [1468055](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1468055/)]
23. Marques A, Almeida S, Carvalho J, Cruz J, Oliveira A, Jácome C. 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* 2016 Dec;97(12):2166-2173.e1. [doi: [10.1016/j.apmr.2016.07.011](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.07.011)] [Medline: [27497826](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27497826/)]
24. Köpke S, Meyer G. The Tinetti test: Babylon in geriatric assessment. *Z Gerontol Geriatr* 2006 Aug;39(4):288-291. [doi: [10.1007/s00391-006-0398-y](https://doi.org/10.1007/s00391-006-0398-y)] [Medline: [16900448](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16900448/)]
25. Kegelmeyer DA, Kloos AD, Thomas KM, Kostyk SK. Reliability and validity of the Tinetti Mobility Test for individuals with Parkinson disease. *Phys Ther* 2007 Oct;87(10):1369-1378. [doi: [10.2522/ptj.20070007](https://doi.org/10.2522/ptj.20070007)] [Medline: [17684089](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17684089/)]
26. Bland JM, Altman DG. Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res* 1999 Jun 02;8(2):135-160. [doi: [10.1177/096228029900800204](https://doi.org/10.1177/096228029900800204)] [Medline: [10501650](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10501650/)]
27. Cohen J. Set correlation as a general multivariate data-analytic method. *Multivariate Behav Res* 1982 Jul 01;17(3):301-341. [doi: [10.1207/s15327906mbr1703_2](https://doi.org/10.1207/s15327906mbr1703_2)] [Medline: [26800754](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26800754/)]
28. Harada N, Chiu V, Damron-Rodriguez J, Fowler E, Siu A, Reuben DB. Screening for balance and mobility impairment in elderly individuals living in residential care facilities. *Phys Ther* 1995 Jun;75(6):462-469. [doi: [10.1093/ptj/75.6.462](https://doi.org/10.1093/ptj/75.6.462)] [Medline: [7770493](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7770493/)]
29. Haines T, Kuys SS, Morrison G, Clarke J, Bew P. Balance impairment not predictive of falls in geriatric rehabilitation wards. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2008 May 01;63(5):523-528. [doi: [10.1093/gerona/63.5.523](https://doi.org/10.1093/gerona/63.5.523)] [Medline: [18511758](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18511758/)]
30. Botolfson P, Helbostad JL, Moe-Nilssen R, Wall JC. Reliability and concurrent validity of the Expanded Timed Up-and-Go test in older people with impaired mobility. *Physiother Res Int* 2008 Jun;13(2):94-106. [doi: [10.1002/prj.394](https://doi.org/10.1002/prj.394)] [Medline: [18288773](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18288773/)]
31. Dibble LE, Lange M. Predicting falls in individuals with Parkinson disease: a reconsideration of clinical balance measures. *J Neurol Phys Ther* 2006 Jun;30(2):60-67. [doi: [10.1097/01.npt.0000282569.70920.dc](https://doi.org/10.1097/01.npt.0000282569.70920.dc)] [Medline: [16796770](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16796770/)]
32. Fudickar S, Kiselev J, Frenken T, Wegel S, Dimitrowska S, Steinhagen-Thiessen E, et al. Validation of the ambient TUG chair with light barriers and force sensors in a clinical trial. *Assist Technol* 2020 May 17;32(1):1-8. [doi: [10.1080/10400435.2018.1446195](https://doi.org/10.1080/10400435.2018.1446195)] [Medline: [29482463](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29482463/)]
33. Lord SR, Menz HB, Tiedemann A. A physiological profile approach to falls risk assessment and prevention. *Phys Ther* 2003;83(3):237-252. [doi: [10.1093/ptj/83.3.237](https://doi.org/10.1093/ptj/83.3.237)]
34. Apple (Deutschland). iOS - Gesundheit. URL: <https://www.apple.com/de/ios/health/> [accessed 2021-12-20]

35. Meekes WMA, Leemrijse CJ, Weesie YM, van de Goor IAM, Donker GA, Korevaar JC. Falls prevention at GP practices: a description of daily practice. *BMC Fam Pract* 2021 Sep 21;22(1):190 [FREE Full text] [doi: [10.1186/s12875-021-01540-7](https://doi.org/10.1186/s12875-021-01540-7)] [Medline: [34548022](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34548022/)]
36. Braun BL. Knowledge and perception of fall-related risk factors and fall-reduction techniques among community-dwelling elderly individuals. *Phys Ther* 1998 Dec;78(12):1262-1276. [doi: [10.1093/ptj/78.12.1262](https://doi.org/10.1093/ptj/78.12.1262)] [Medline: [9859946](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9859946/)]
37. Moreira MN, Bilton TL, Dias RC, Ferriolli E, Perracini MR. What are the main physical functioning factors associated with falls among older people with different perceived fall risk? *Physiother Res Int* 2017 Jul 07;22(3):e1664. [doi: [10.1002/pri.1664](https://doi.org/10.1002/pri.1664)] [Medline: [26949232](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26949232/)]

Abbreviations

B-A: Bland-Altman
BBS: Berg Balance Scale
GP: general practitioner
LIN: Lintera Mobility Analysis
LOA: limits of agreement
SGB: German Social Code
TIN: Tinetti Test
TUG: Timed Up & Go Test

Edited by T Leung, J Wang; submitted 28.01.22; peer-reviewed by F Fischer, H Wang; comments to author 18.02.22; revised version received 07.06.22; accepted 27.06.22; published 16.08.22

Please cite as:

Strutz N, Brodowski H, Kiselev J, Heimann-Steinert A, Müller-Werdan U
App-Based Evaluation of Older People's Fall Risk Using the mHealth App Lintera Mobility Analysis: Exploratory Study
JMIR Aging 2022;5(3):e36872
 URL: <https://aging.jmir.org/2022/3/e36872>
 doi: [10.2196/36872](https://doi.org/10.2196/36872)
 PMID:

©Nicole Strutz, Hanna Brodowski, Joern Kiselev, Anika Heimann-Steinert, Ursula Müller-Werdan. Originally published in *JMIR Aging* (<https://aging.jmir.org>), 16.08.2022. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work, first published in *JMIR Aging*, is properly cited. The complete bibliographic information, a link to the original publication on <https://aging.jmir.org>, as well as this copyright and license information must be included.

Druckexemplare der Publikationen

03.03.23, 16:42

Fall Risk and Coping of Older Adults After Hospitalization: A Mixed Methods Study

Gerontology and Geriatric Medicine
 Volume 9, January–December 2023
 © The Author(s) 2023, Article Reuse Guidelines
<https://doi.org/10.1177/23337214231152700>



Article



Fall Risk and Coping of Older Adults After Hospitalization: A Mixed Methods Study

Nicole Strutz, MSc¹, Hanna Brodowski, MSc², Sandra Angelika Mümken, MSc¹, Ursula Müller-Werdan, Prof. Dr. med.¹, and Joern Kiselev, Dr. rer. medic¹

Abstract

Coping is defined as cognitive and behavioral effort to manage specific external and/or internal demands, such as managing one's own fall risk. Little is known about the relationship between the risk of falling in older adults and their coping strategies. The purpose of this study is to examine the fall risk after hospitalization, the adequacy of self-perceived fall risk and coping strategies of older adults. In this mixed-methods study, the adequacy of perceived fall risk was determined using the de Morton Mobility Index and the ABC Scale in 98 geriatric patients recruited in a geriatric hospital. Semi-structured interviews were conducted with a subsample of 16 participants 6 months after discharge to identify coping strategies. The six interviewees who adequately assessed their fall risk reported active/positive coping. In contrast, participants who assessed their fall risk inadequately (10 out of 16) reported passive/negative coping. Older adults who inadequately assessed their fall risk need special accompaniment in geriatric wards to develop active/positive coping strategies.

Keywords

falls, coping, clinical geriatrics, gerontology, interviews, qualitative research

¹Charité—Universitätsmedizin Berlin, Corporate Member of Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, and Berlin Institute of Health, Germany

²Institution of Health Sciences, Department of Physiotherapy, Pain and Exercise Research Luebeck University of Luebeck, Luebeck, Germany

Corresponding author(s):

Nicole Strutz, Geriatrics Research Group, Charité—Universitätsmedizin Berlin, Corporate Member of Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, and Berlin Institute of Health, Reinickendorfer Str. 61, Berlin 13347, Germany. Email: nicole.strutz@charite.de

What This Paper Adds

- Older adults show active/positive or passive/negative coping strategies.
- Older adults who adequately self-assess their own fall risk show only positive coping strategies.

Application of Study Findings

- Coping strategies and the adequacy of the self-perceived fall risk should be observed in studies on older adults and/or geriatric patients in studies on fall risks and fear of falling

- The results of this study enables scientists to plan and conduct future studies on fall risks in older people that include coping mechanisms and self-assessments of the risk of falling.

Introduction and Background

Older adults are exposed to an increased fall risk (FR) because of a variety of physiological and functional changes that occur with age, such as fading of muscle power, reduction in posture control and visual impairment (Ehrlich et al., 2019; Pua et al., 2017; Yeung et al., 2019). An increased FR, however, is not only associated with subsequent falls and fall-related injuries (Barbosa Pena et al., 2019; Gazibara et al., 2017), but also with reduced physical activities, social isolation (Barbosa Pena et al., 2019), psychological effects, fear of falling (Hughes et al., 2015). These factors results in the need for—and are subsequently modulated by—coping strategies that are developed in response to these risks by each individual (Young & Williams, 2015). The concept of coping was defined by Lazarus et al. as part of his appraisal theory and transactional model of stress and coping (Lazarus & Folkman, 1984). Lazarus (1993) postulated that the term *coping* is independent of attributes such as adaptive/non-adaptive, successful/unsuccessful, or stable/variable.

As stated by different authors, older adults do not always have an adequate perception of their own FR but instead a diverging perception of their FR from an objective FR assessment (Delbaere et al., 2010; Fortinsky et al., 2009; Kiselev et al., 2017). Using the Morse Fall Scale and Falls Efficacy Scale-International, Lim et al. (2018) described a ratio of one-third adequate self-assessing older adults to two-thirds inadequate self-assessing older adults.

There is a lack of studies investigating the underlying reasons in coping behavior or consequences of this inadequacy. In this study, we use the assumption of Lazarus as a basis. Among the first to examine a potential relationship between coping and older adults self-assessed risk of falling were Høst et al. In 2011, Høst et al. examined the relationship between adequate assessing FR and accompanied coping strategies of older adults. They identified active and passive coping strategies of older adults, with their aim of avoiding falls in the future.

The present study therefore aims to identify: (a) self-assessed fall risk by adults, (b) adequacy of self-assessed fall risk, and (c) coping of fall risk of older adults.

Methods

Study Design and Investigation Methods

This study was conducted with a subsample of participants out of a larger data set ($N=98$) described by Brodowsky et al. (2022) (Supplemental Data 1) and applied as a sequential mixed-method design in two parts.

The study was assessed, positively evaluated, and approved by the responsible ethics committee (Ethics Committee of Charité—Universitätsmedizin Berlin, Number EA4/012/16) on March 16, 2016, prior to commencement. In this study, participants took part under the condition of written informed consent.

The two parts of our study were as follows:

- Mobility tests carried out immediately before participants were discharged from a geriatric hospital ($t1$) and 6 months after discharge ($t2$) (quantitative)
- Interviews were conducted 6 months after hospitalization ($t2$) (qualitative)

Setting and Participants

Participants were recruited consecutively in a geriatric hospital. In Germany, a geriatric hospital is a specialist inpatient facility for geriatric medicine, in which adults over the age of 65 receive nursing care,

medical and therapeutic treatment after an acute deterioration in their health due to illness or accident, such as a falls. The standard treatment duration is 2 to 4 weeks.

All participants provided informed written consent.

Inclusion Criteria

Inclusion criteria were defined as follows: an age of 65 years and older, an expected ability to walk (with or without assistive device and without the assistance of another person), and climb stairs with full weight bearing during the hospital stay, sufficient vision to complete a questionnaire and ability to consent. Exclusion criteria were defined as severe cognitive impairment (Mini Mental State Examination <24), severe heart failure or peripheral artery disease. The latter two criteria were defined participants with such ailments were not expected to be able to complete the functional assessment battery.

Data Collection

Data Collection: Quantitative Data

Participants were recruited face-to-face within the first 5 days after admittance to hospital. An extensive test battery was applied, including the use of walking aids, fall history and their physiological and psychological consequences, muscle strength, functional mobility assessments and questionnaires on fear of falling.

Two assessments from this test battery were relevant for the current research question: the Activities-specific Balance Confidence Scale (ABC Scale) (Powell & Myers, 1995) and the de Morton Mobility Index (DEMMI) (de Morton et al., 2011). Both measurements were applied twice: Within 3 days before discharge (t_1)—to insure that participants required a high functional level after their hospital and rehabilitation stay—and 6 months after discharge (t_2).

The ABC Scale captures the subjective confidence to maintain balance without staggering during 16 everyday defined activities (Friedman et al., 2002). The question for the stair climbing example is “How confident are you that you can maintain your balance or not falter when you walk up and down stairs?” The validated german version of the ABC Scale was used (Schott, 2008). While the original scale evaluates the individual items on a scale between 0 and 100 points, the present study used a Likert-scale version with each item being answered on a scale between 0 and 3 points and an overall score between 0 and 48 points. The ABC Scale shows a high test reliability (Myers et al., 1998) and good discriminant and convergent validity (Powell & Myers, 1995). A cutoff value of less than 67% of the maximum score identifies subjects with an increased FR (Lajoie & Gallagher, 2004).

The DEMMI was developed as a measurement tool of general mobility of institutionalized older adults (de Morton et al., 2008). The addition of all 15 item ratings gives a raw score with a range of 0 to 18, which is transformed into a score with a range of 0 to 100. Zero indicates the lowest and 100 the highest general mobility. The DEMMI has shown high criterion validity and reliability in comparison with other instruments that measure mobility in inpatient geriatric settings and in patients who are making the transition from hospital to the community (de Morton et al., 2011; de Morton & Lane, 2010). In the current study, the Median of the DEMMI was used as cutoff to assign the participants into a group with lower and a group with higher fall risk.

Data Collection: Qualitative Data

The qualitative approach was conducted according to the consolidated criteria for reporting qualitative research (COREQ) checklist (Tong et al., 2007). An interview guide was pretested by the author and two older adults staying at geriatric hospitals. After pretests subsidiary questions were modified (e.g., “What paths do you take in your home?” to “What are typical appointments and activities?”). The semi-structured

interview guide was used to provide insights in older adults' coping strategies. Interviews were conducted 6 months after discharge at the older adults' homes/residencies with the second ABC and DEMMI at the same appointment (*t2*). The content of the interviews were topics of current mobility, changes since fall events and coping with fall risk and mobility limitations. All interviews were conducted face-to-face by the same researcher.

All participants were asked consecutively by phone to take part in the qualitative part by being interviewed. The participants who consented to the interviews comprise the study population considered here.

Analysis

Data Analysis: Quantitative Data

SPSS Version 25 (Armonk, NY: IBM Corp.) was used for analyzing all data.

First, scores of mobility abilities (DEMMI) (*t1* and *t2*) were compared. Second, results from the self-perceived FR via ABC Scale and the objective FR via DEMMI were inserted into a 4 × 4 contingency table to display the frequency distribution. The self-assessment was deemed "adequate" if both objective and subjective FR were either positive or negative. Divergences from the concurrent results of the two assessments were deemed "inadequate."

Data Analysis: Qualitative Data

All 16 audio recorded interviews were transcribed literally by trained personnel and transcription guideline. The qualitative analysis and research software Atlas.ti 8.0 (Berlin, Germany: ATLAS.ti Scientific Software Development GmbH) was used to analyze data. Qualitative content analysis was performed according to Mayring (2010) by two researchers experienced in analyzing qualitative data. A coding manual that included definition of categories, anchor examples, and coding rules was applied. The number of interviewed participants was based on the principle of theoretical saturation (Glaser & Strauss, 1967/1998).

Results

At *t1*, quantitative data from 98 participants (cohort study) were collected. Of these participants with baseline data, 16 older adults were interviewed (Table 1). The interviewees (female $n = 13$, 81.2%) demonstrated comparable characteristics to the cohort of 98 participants (female $n = 67$, 68%) in terms of gender ratio, age, median of DEMMI, and median of the ABC scale (Supplement 1: Results of total cohort).

Table 1. Baseline Data (*t1*), $N = 16$.

	N (%)	
Gender, female	13 (81.2)	
Falls (≥ 1), retrospectively/6 months	4 (25)	
Walking aid	14 (87.5)	
	M (SD)	Range
Age, years (SD)	81.5 (5.8)	65–86
Activities-specific Balance Confidence Scale	26 (1.7)	7–44
de Morton Mobility Index (mobility)	58.9	39–85

Identified Self-Assessed Adequacy of Fall Risk

Based on the cutoff categorization (DEMMI, $M=58.9$) the results of FR and self-assessed FR were analyzed in a fourfold contingency table. Out of 16 interviewed older adults, six (37.5%) adequately assessed their own FR at $t1$, either having no FR and no self-assessed FR ($n=1$) or showing FR and self-assessed FR ($n=5$). Of those inadequately assessing their FR (62.5%), six participants with FR reported no self-assessed FR, while others ($n=4$) demonstrated no FR but self-assessed FR (Table 2). Of the 10 participants who inadequately assessed (62.5%) their own FR, six considered a risk of falling without objective mobility impairment, whereas four participants perceived their FR to be lower than objectively assessed.

Table 2. Fourfold Contingency Table, Adequacy of Self-Assessed Risk of Falling, Tested at $t1$, $N=16$.

Adequacy of self-assessing	<i>n</i>	%
Adequate assessing		
True positive (no FR, no self-assessed FR)	1	6.3
True negative (FR, self-assessed FR)	5	31.2
Inadequate assessing		
False positive (no FR, self-assessed FR)	4	25.0
False negative (FR, no self-assessed FR)	6	37.5

Identified Coping Strategies

Based on the 16 interviews, the identified coping strategies could be divided into subcategories that were either active and positively connoted, or passive and negatively (Table 3).

Table 3. Identified Categories and Subcategories, Tested at $t2$, $N=16$.

Categories	Subcategories	
Coping strategies	Coping active/positive	Solution orientated Distinct self-efficacy Target orientated Forward-looking approach Physical activity of daily life
	Coping passive/negative	Lack of prospects Low self-efficacy Fade-out fall risks Relativize and passive

Twelve out of the 16 interviewees reported active/positive coping. Statements such as “well, every morning before I get up, i.e., still in bed, I raise my legs 100 times. . .” (123) and “could have been worse, I think. That I was ending up in a wheelchair or something like that. I should be happy” (042) demonstrated a

positive attitude to the challenge of their own FR or reduced state of health after hospitalization. This positive attitude was also reflected in a reported physical activity in daily life. This was shown by statements like “after all, I’m still on the move because I go out every day” (042).

Four older adults demonstrated passive/negative coping. An example of passive coping was the statement “well, I’m not even thinking about falling down right now” (026). An example of passive/negative coping was “but I don’t know how it is going to be. You can only pray every day that you will feel better” (079). From these interviews, we extracted subcategories such as the *lack of prospects* or *low self-efficacy*.

After completing and analyzing the 16th interview, due to theoretical saturation according to Glaser and Strauss was reached (Glaser & Strauss, 1967/1998). Therefore, no further interviews were performed.

Coping Strategies and Identified Self-Assessed Adequacy of Fall Risk

Merging qualitative and quantitative data none of the adequate self-assessing participants showed passive coping strategies (Figure 1).

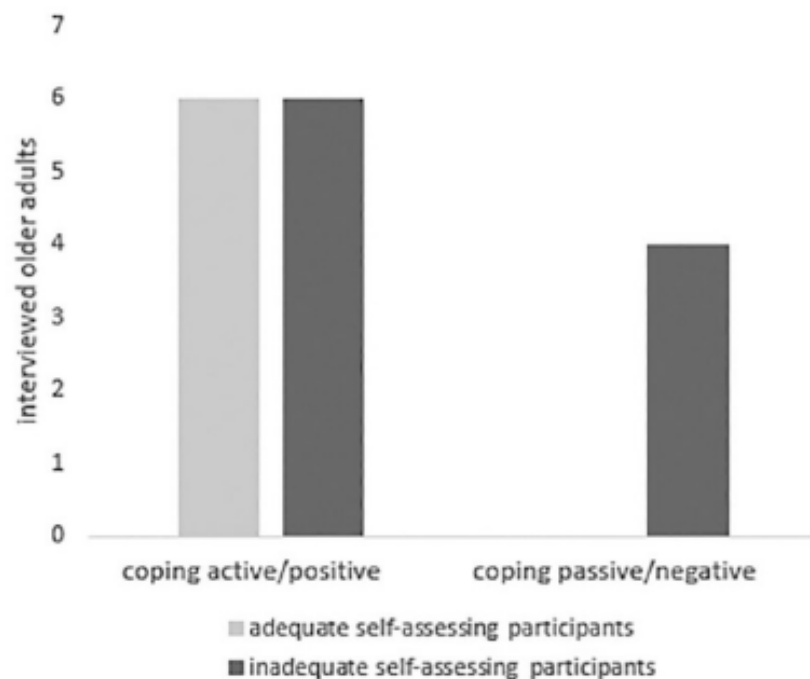


Figure 1. Adequacy of self-assessed risk of falling and characteristics of coping strategies, $N = 16$.

Discussion

Within our study, more than half of the participants interviewed did not adequately self-assess their individual FR. This high number corresponds with findings reported in other publications (Delbaere et al., 2004; Fortinsky et al., 2009; Kiselev et al., 2017; Lim et al., 2018). Fortinsky et al. reported an overconfidence between 26% and 42% of sample members. Overconfidence was defined as a high (balance) confidence and high fall risk. Similar to our study, 37.5% of older adults assessed their fall risk inadequately (existing fall risk and no self-perceived fall risk). Inadequate self-assessment of fall risk potentially leads to an insufficient coping behavior. Underestimating one’s own fall risk could lead to a higher risk exposition and, consequently, to higher fall incidence while overestimating his/her own fall risk could lead to activity restrictions and less social interaction. One result of our interviews was that an adequate coping strategy regarding their fall risk resulted in a more active lifestyle. While these results cannot be generalized due to

the qualitative nature of our data, they still point to the importance of an adequate self-assessment of the risk of falling (or lack thereof) in order to draw adequate conclusions (in the form of a coping strategy) that enables older people to stay active. If our findings are confirmed in larger studies, it would highlight the importance of assessing the adequacy of subjective fall risk as a prerequisite to offer interventions to develop positive coping strategies that keep older adults active and safe.

The identified coping strategies in this study corresponded with the findings of Høst et al. (2011), suggesting there are active and passive coping strategies to counter FR. Some literature addresses coping strategies for risk of falling like WHO Europe (Health Evidence Network, 2004). Nevertheless, little is known about the characteristics of coping strategies. In our analysis, we found that an adequate self-assessment of FR, irrespective of whether it's low or high fall risk, is exclusively accompanied by active/positive coping strategies. This finding, if confirmed by larger studies with a robust study design, should help health professionals to expand their therapy strategies by including the actual coping strategies of their patients. One possible hypothesis is that, by including a focus on the self-assessed FR and fear of falling with the aim of patients assessing themselves adequately would, in turn, lead to active coping. Another hypothesis is that by helping patients to manage the demands of their daily life, providing social support, and to offer instrumental support, patients can be supported in changing their perspective on their situation regarding their risk of falling and, consequently, raises their level of physical activity (positive reframing). For testing this second hypothesis, clinicians should assist patients to find their individual active/positive coping strategies as well as implementing these strategies into their daily routines. In turn, this will lead to adequate self-assessment of FR. We are aware that have an element of a "chicken-egg-debate," (what comes first and which aspect affects the other). However, we prefer, on the basis of the construct of proactive coping (Schwarzer & Taubert, 2002) to test the second hypothesis, which should be implemented in future longitudinal studies.

Limitations

As this study was conducted with an explorative character on quantitative data and small sample size due to qualitative data, our results cannot be generalized. Additionally, while we used the ABC-Scale with the emphasis of evaluating the adequacy/non-adequacy of the self-perceived FR of older people in comparison to an objective FR-assessment. However, the ABC-Scale and, by extension, no other assessment for measuring Fear of falling or balance confidence have been validated for that purpose. While the face validity for its use in this context is high, the need for a thorough validation of the ABC-Scale for the use in this context is obvious. Therefore, more research is needed in order to gain (a) a better understanding on how active/positive coping strategies are developed by older adults with FR; (b) how this development can be facilitated in any kind of intervention to lower FR in older adults; and (c) to validate existing scales or developing new ones to measure the adequacy of a patients' self-perceived fall risk.

Conclusion

We conclude that older adults who inadequately self-assess their fall risk need to be identified as well as accompanied in geriatric wards to develop active/positive coping strategies. Long-term studies are needed, as further consequences for inadequately assessing older adults are still unknown.

Morbidity and long-term consequences for activities and participation of inadequate self-assessment of FR should be investigated further.

Declaration of Conflicting Interests

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Funding

The author(s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Ethical Approval

The study was assessed, positively evaluated and approved by the responsible ethics committee (Ethics Committee of Charité—Universitätsmedizin Berlin, Number EA4/012/16) on March 16, 2016, prior to commencement. In this study human participants were included, who took part under the condition of written informed consent.

ORCID iD

Nicole Strutz <https://orcid.org/0000-0002-4780-2188>

Supplemental Material

Supplemental material for this article is available online.

Note

Trial Registration The study was registered with the German Clinical Trials Register (DRKS00010773, <https://drks.de/search/de/trial/DRKS00010773>).

References

- Barbosa Pena S., Passos Guimarães H. C. Q. C., Lima Lopes J., Santiago Guandalini L., Taminato M., Aparecida Barbosa D., Bottura Leite de Barros A. L. (2019). Fear of falling and risk of falling: A systematic review and meta-analysis. *Paulista de Emfermagen*, 32(4), 456–463. Crossref
- Brodowsky H., Strutz N., Mueller-Werdan U., Kiselev J. (2022). Categorizing fear of falling using the survey of activities and fear of falling in the elderly questionnaire in a cohort of hospitalized older adults: A cross-sectional design. *International Journal of Nursing Studies*, 126, 104152. Crossref
- Delbaere K., Close J. C. T., Brodaty H., Sachdev P., Lord S. R. (2010). Determinants of disparities between perceived and physiological risk of falling among elderly people: Cohort study. *The BMJ*, 341, c4165. Crossref
- Delbaere K., Crombez G., Vanderstraeten G., Willems T., Cambier D. (2004). Fear-related avoidance of activities, falls and physical frailty. A prospective community-based cohort study. *Age and Ageing*, 33, 368–373. Crossref
- de Morton N. A., Brusco N. K., Wood L., Lawler K., Taylor N. F. (2011). The de Morton Mobility Index (DEMMI) provides a valid method for measuring and monitoring the mobility of patients making the transition from hospital to the community: An observational study. *Journal of Physiotherapy*, 57(2), 109–116. Crossref
- de Morton N. A., Davidson M., Keating J. L. (2008). The de Morton Mobility Index (DEMMI): An essential health index for an ageing world. *Health and Quality of Life Outcomes*, 6, 63. Crossref
- de Morton N. A., Lane K. (2010). Validity and reliability of the de Morton Mobility Index in the subacute hospital setting in a geriatric evaluation and management population. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 42(10), 956–961. Crossref
- Ehrlich J. R., Hassan S. E., Stagg B. C. (2019). Prevalence of falls and fall-related outcomes in older adults with self-reported vision impairment. *Journal of American Geriatric Society*, 67(2), 239–245. Crossref
- Fortinsky R. H., Panzer V., Wakefield D., Into F. (2009). Alignment between balance confidence and fall risk in later life: Has over-confidence been overlooked? *Health, Risk & Society*, 11(4), 341–352. Crossref
- Friedman S. M., Munoz B., West S. K., Rubin G. S., Fried L. P. (2002). Falls and fear of falling: Which comes first? A longitudinal prediction model suggests strategies for primary and secondary prevention. *Journal of the American*

- Geriatrics Society*, 50(8), 1329–1335. Crossref
- Gazibara T., Kurtagic I., Kisić-Tepavčević D., Nurković S., Kovacečić N., Gazibara T., Pekmezović T. (2017). Falls, risk factors and fear of falling among persons older than 65 years of age. *Psychogeriatrics*, 17(4), 215–223. Crossref
- Glaser B. G., Strauss A. (1998). *Grounded theory. Strategien qualitativer forschung*. Huber. (Original work published 1967: *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. De Gruyter). Huber.
- Health Evidence Network. (Ed.). (2004). *What are the main risk factors for falls amongst older people and what are the most effective interventions to prevent these falls?*
- Høst D., Hendriksen C., Borup I. (2011). Older people's perception of and coping with falling, and their motivation for fall-prevention programmes. *Scandinavian Journal of Public Health*, 39, 742–748. Crossref
- Hughes C., Kneebone I., Jones F., Brady B. (2015). A theoretical and empirical review of psychological factors associated with falls-related psychological concerns in community-dwelling older people. *International Psychogeriatrics*, 27(7), 1071–1087. Crossref
- Kiselev J., Wegel S., Moosburner S., Dimitrovska S., Steinhagen-Thiessen E. (2017). Bewertung des Sturzrisikos bei älteren Menschen: Divergenzen zwischen der subjektiven sturzassoziierten Selbstwirksamkeit und objektiven Sturzrisiken. *Physioscience*, 13(1), 25–30. Crossref
- Lajoie Y., Gallagher S. P. (2004). Predicting falls within the elderly community: Comparison of postural sway, reaction time, the Berg balance scale and the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 38(1), 11–26. Crossref
- Lazarus R. S. (1993). Coping theory and research: Past, present, and future. *Psychosomatic Medicine*, 55, 234–247. Crossref. PubMed. ISI.
- Lazarus R. S., Folkman S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer Publishing Company.
- Lim M., Seow J., Ang S. Y., Lopez V. (2018). Disparity between perceived and physiological risks of falling among older patients in an acute care hospital. *Applied Nursing Research*, 42, 77–82. Crossref
- Mayring P. (2010). *Qualitative inhaltsanalyse: Grundlagen und techniken* (11th ed.). Beltz. Crossref.
- Myers A. M., Fletcher P. C., Myers A. H., Sherk W. (1998). Discriminative and evaluative properties of the activities-specific balance confidence (ABC) scale. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 53(4), 287–294. Crossref. PubMed. ISI.
- Powell L. E., Myers A. M. (1995). The activities-specific balance confidence (ABC) scale. *Journal of Gerontology*, 50A(1), 28–34.
- Pua Y.-H., Ong P.-H., Clark R. A., Mather D. B., Lim E. C.-W. (2017). Falls efficacy, postural balance, and risk for falls in older adults with falls-related emergency department visits: Prospective cohort study. *BMC Geriatrics*, 17(1), 291. Crossref
- Schott N. (2008). Deutsche Adaptation der "Activities-Specific Balance Confidence (ABC) Scale zur Erfassung der sturzassoziierten Selbstwirksamkeit. *Zeitschrift Für Gerontologie Und Geriatrie*, 41, 475–485. Crossref
- Schwarzer R., Taubert S. (2002). Tenacious goal pursuits and striving toward personal growth: Proactive coping. In Frydenberg Erica (Ed.), *Beyond coping: Meeting goals, visions, and challenges* (pp. 19–36). Oxford Academic. Crossref.
- Tong A., Sainsbury P., Craig J. (2007). Consolidated criteria for reporting qualitative research (COREQ): A 32-item checklist for interviews and focus groups. *International Journal for Quality in Health Care*, 19(6), 349–357. Crossref. PubMed. ISI.
- Yeung S. S. Y., Reijnierse E. M., Pham V. K., Trappenburg M. C., Lim W. K., Meskers C. G. M., Maier A. B. (2019). Sarcopenia and its association with falls and fractures in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 10(3), 485–500. Crossref
- Young W. R., Williams A. M. (2015). How fear of falling can increase fall-risk in older adults: Applying psychological theory to practical observations. *Gait Posture*, 41(1), 7–12. Crossref

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Komplette Publikationsliste

Strutz, N., Perotti, L., Heimann-Steinert, A., Klebbe, R. (2023): Older adults' communication with an interactive humanoid robot - Expectations and experiences of older adults in verbal and non-verbal communication with a socially interactive humanoid robot: a mixed-method design in Germany. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*.

<https://doi.org/10.1007/s00391-023-02268-y>

Lahmann, N., Heimann-Steinert, A., Strom, T., Kuntz S., **Strutz, N.**, Strube-Lahmann, S. (2023): Intrarater-Reliabilität subepidermaler Feuchtigkeitsmessung mittels mobilen Scanners. Eine Pilotstudie zur Dekubitus-Prophylaxe im PPZ Berlin. In: *Pflegeinnovationen in der Praxis: Erfahrungen und Empfehlungen aus dem „Cluster Zukunft der Pflege“*. Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-39302-1>

Strutz, N., Brodowski, H., Mümken, S., Müller-Werdan, U., Kiselev, J. (2023): Fall Risk and Coping of Older Adults After Hospitalization: A Mixed Methods Study. *Gerontology and Geriatric Medicine*. <https://doi.org/10.1177/23337214231152700>;

Strutz, N., Brodowski H., Kiselev, J., Heimann-Steinert, A., Müller-Werdan, U. (2022): App-Based Evaluation of Older People's Fall Risk Using the mHealth App Lindera Mobility Analysis: Exploratory Study. *JMIR Aging*. <https://doi.org/10.2196/36872>;

Brodowski, H., **Strutz, N.**, Müller-Werdan, U., Kiselev, J. (2022): Categorizing fear of falling using the Survey of Activities and Fear of Falling in the Elderly questionnaire in a cohort of hospitalized older adults: a cross-sectional design. *International Journal of Nursing Studies*. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2021.104152>

Strutz, N., Perotti, L. (2022): Evaluation and intention to use the interactive robotic kitchen system AuRorA in older adults. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*. <https://doi:10.1007/s00391-022-02105-8>

Strutz, N., Perotti, L. (2022): Adaptation of a Study Design to the COVID-19 Pandemic Regulations – Evaluation of a Voice-Controlled Robotic Kitchen Assistance System for the Support of Older Adults in Need of Care. In: Communications in Computer and Information Science. Springer. DOI: 10.1007/978-3-031-1968-9

Strutz, N., Lahmann, N., Kuntz, S., Heimann-Steinert, A., Strube-Lahmann, S. (2021): Innovative Technologien in der Pflege – Beispiel Harninkontinenz. In Digitalisierung in der Pflege. Hrsg. Böttig, Frommelt, Maucher, Schmidt, Thiele. medhochzwei Verlag. Heidelberg. ISBN 978-3-86216-826-2

Strutz, N., Perotti, L. (2021): Partizipative und integrative Forschung bei der Entwicklung innovativer robotischer Technologie für ein selbstbestimmtes Leben älterer und alter Menschen in der Häuslichkeit. Poster auf der 4. Clusterkonferenz Zukunft der Pflege. Hannover. 17.09.2021

Strutz, N., Kiselev, J., Lahmann, N. (2020): Prädiktoren von Sturzereignissen in Pflegeheimen: eine Querschnittstudie in Deutschland. Predictors of falling events in nursing homes: a cross-sectional study in Germany. HBScience. <https://doi.org/10.1007/s16024-020-00340-w>

Strutz, N., Kuntz, S., Lahmann, N., Steinert, A. (2020): Analyse der Technikbereitschaft und -nutzung von Pflegeinnovationstechnologien von Mitarbeiter*innen im Pflegeprozess. Analysis of the technical readiness and usage of nursing innovation technologies by personnel in the nursing process. HBScience. <https://doi.org/10.1007/s16024-020-00339-3>

Rönnau; A., Weinland, J., Schroth, M., Zimmermann, C., Klebbe, R., **Strutz, N.**, Perotti, L., Maier, M., Messmer, F., Maidel, B. (2020): AuRorA – Interaktive Roboter unterstützen im Smart Home. In: Autonome Roboter für Assistenzfunktionen: Interaktive Grundfertigkeiten – Ergebnisse und Forschungsperspektiven des Förderprogramms ARA1. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). <https://doi.org/10.21934/baua:bericht20200917>

Strutz, N., Kiselev, J., Lahmann, N. (2018): Sturzhäufigkeit im Pflegeheim – Einfluss von soziodemografischen Faktoren, Mobilität und Erkrankungen. Poster auf dem Jahreskongress der DGGG und DGG. Deutsche Gesellschaft für Geriatrie und Gerontologie. Köln.

Klebbe, R., kleine Stüve, P., **Strutz, N.**, Müller-Werdan, U. (2018): AuRorA – Anforderungen an ein proaktives, interaktives Robotersystem zur Unterstützung älterer Erwachsener in ihrem selbstständigen Leben. Abstract zum Jahreskongresses der DGGG und DGG. Köln.

Warming, L., **Strutz, N.**, Weidemann, F. (2017): Qualitätsreport 2016. Nosokomiale Infektionen in der externen stationären Qualitätssicherung. Hrsg. IQTIG. Berlin. ISBN 978-3-9818131-1-1

Dippmann, A. K., **Strutz, N.**, Rickert, K. (2017): Qualitätsreport 2016. Mammachirurgie. Hrsg. IQTIG. Berlin. ISBN 978-3-9818131-1-1

Warming, L., Meschede, M., **Strutz, N.** (2017): Vermeidung nosokomialer Infektionen – postoperative Wundinfektionen. Poster auf der 9. Qualitätssicherungskonferenz, Gemeinsamer Bundesausschuss. Berlin.

Dippmann, A. K., **Strutz, N.**, Rickert, K., Bauer E., Hengelbrock, J. Beer, S. (2017): Mammachirurgie. Poster auf der 9. Qualitätssicherungskonferenz, Gemeinsamer Bundesausschuss. Berlin.

Strutz, N. (2009): Betriebliche Gesundheitsförderung – ein Tool des Führungsmanagements. Vortrag auf dem 7. Gesundheitspflegekongress. Hamburg.

Danksagung

An erster Stelle danke ich meiner Doktormutter Frau Prof. Müller-Werdan für die Begleitung meiner Promotion und ihrer Arbeit als Leiterin der Forschungsgruppe Geriatrie. Ich danke Ihnen für die Forschungsumgebung - das universitäre Umfeld, das die Erweiterung meines Kompetenzprofils in Forschung, Lehre, Reviewerinnen-Tätigkeit und in der Drittmittelinwerbung ermöglicht hat.

Mein herzlicher Dank geht an das Team der Arbeitsgruppe Alter und Technik für den vielfältigen Austausch und die Zusammenarbeit. Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. Jörn Kiselev für den fruchtbaren Austausch.

Ich danke meinen Söhnen von ganzem Herzen für ihr Interesse, ihre Gelassenheit und Zuversicht. Danke für die innige Verbundenheit.