

Sturzrisiko-Erfassung mittels maschinell lernenden Algorithmus bei statischen Gleichgewichtsaufgaben

Abschlussarbeit zur Erlangung des
Master of Science in Sportwissenschaften
Option Gesundheit und Forschung

eingereicht von

Michael Nydegger

an der
Universität Freiburg, Schweiz
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät
Departement für Medizin

in Zusammenarbeit mit der
Eidgenössischen Hochschule für Sport Magglingen

Referent
Prof. Jean-Pierre Bresciani

Betreuerin
Dr. Amandine Dubois

Oberschrot, Juni 2019

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Einleitung	4
1.1 Definition Sturz	4
1.2 Sturzrisiko-Erfassung	5
1.3 Ziel der Arbeit	12
2 Methode.....	15
2.1 Beschrieb der Stichprobe.....	15
2.2 Versuchsprotokoll	15
2.3 Datenerfassung	17
2.4 Analyse der Daten	18
3 Resultate	19
3.1 Resultate MMS, BBS und TUG	19
3.2 Korrelation zwischen BBS und TUG	20
3.3 Vergleich der statischen Gleichgewichtsaufgaben.....	20
3.4 Korrelation BBS und Gleichgewichtsaufgaben	27
4 Diskussion	30
5 Schlussfolgerung	35
Literatur	36
Anhang	41
Dank	57

Zusammenfassung

Einleitung: Jährlich kommen im Bereich Haushalt und Freizeit pro Jahr über 1400 Menschen bei Stürzen zu Tode. Davon sind 96% über 60 Jahre alt. Eine frühzeitige Sturzrisiko-Erfassung erlaubt es angepasste Präventionsprogramme durchzuführen, um Verletzungen und Heilkosten zu reduzieren.

Ziel: Das Ziel dieser Arbeit ist es herauszufinden, wie die Korrelation von statischen Gleichgewichtsaufgaben ist - aufgenommen mit dem Kinect v2 Sensor und dem durchgeführten Berg Balance (BBS) Test.

Methode: An dieser Studie haben 39 nicht sturzgefährdete Probanden (69.8 ± 7.7 Jahre alt) teilgenommen. Vorgängig wurde das Sturzrisiko der Probanden mit zwei Assessments bestimmt. Es waren dies der Time up and go (TUG) Test und der BBS Test. Sieben statische Gleichgewichtsaufgaben wurden durchgeführt und mit dem Kinect v2 Sensor aufgenommen. Das statistische Verfahren wurde mit dem Programm R Studio durchgeführt. Zur Bestimmung der Differenz innerhalb der Gleichgewichtsaufgaben wurde ein nicht parametrischer Test nach Friedman gemacht. Die Korrelation nach Spearman wurde zwischen dem Berg Balance Test und den Gleichgewichtsaufgaben berechnet. Das Signifikanzniveau wurde auf 0,05 [-] gesetzt.

Resultate: Die Ergebnisse legen nahe, dass moderate Korrelationen zwischen statischen Gleichgewichtsaufgaben, aufgenommen mit dem Kinect v2 Sensor, und dem BBS Test bestehen. Die Analyse zeigt eine Korrelation bei zwei statischen Aufgaben: Namentlich sind das Aufgabe 2 (Einbeinstand, fester Untergrund, Augen offen) mit einem Korrelationswert $r = -0.50$ [-] und Aufgabe 5 (Zweibeinstand, Airex-Kissen, Augen geschlossen) mit $r = -0.64$ [-].

Diskussion: Beide statische Aufgaben sind in klinischen Assessments implementiert, um sturzgefährdete ältere Menschen zu identifizieren. Dies bestätigt unsere Beobachtung, dass eine Korrelation zwischen den Aufgaben 2 und 5, aufgenommen mit dem Kinect v2 Sensor, und dem BBS Test besteht. In dieser Studie werden ausschliesslich nicht sturzgefährdete Probanden untersucht. Eine weiterführende Studie mit sturzgefährdeten Patienten ist zu empfehlen.

Konklusion: Statische Gleichgewichtsaufgaben, aufgenommen mit dem Kinect v2 Sensor, eignen sich anhand dieser Studie, um nicht sturzgefährdete ältere Personen zu identifizieren.

1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Sturzrisiko-Erfassung basierend auf einem maschinell lernenden Algorithmus. Doch zuerst einige Zahlen und Fakten zu Stürzen in der Schweiz. Hohe Kosten in den Bereichen Gesundheits- und Sozialwesen entstehen nach einem Sturz. Die Beratungsstelle für Unfallverhütung errechnet, dass jährlich 83'000 Menschen im Alter von 65 Jahren und mehr stürzen (bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung, 2016). Im Bereich Haus und Freizeit kommen pro Jahr über 1400 Menschen bei Stürzen zu Tode, davon sind 96% über 60 Jahre alt (bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung, 2015). Eine sturzverbundene Verletzung ist die Oberschenkelhalsfraktur. Hochgerechnet entspricht eine solche Verletzung über 400 Diagnosen pro Jahr (UVG, 2018). Am stärksten betroffen sind vor allem Altersgruppen von 75 Jahren und älter (von Friesendorff, Besjakov, & Akesson, 2008). Der Median der Heilkosten beträgt über CHF 16'000, wenn die Schenkelhalsfraktur die Hauptdiagnose ist (UVG, 2018). Bei 400 Diagnosen pro Jahr entstehen Heilkosten von fast CHF 6'500'000. Eine frühzeitige Sturzrisiko-Erfassung erlaubt es angepasste Präventionsprogramme durchzuführen, um Verletzungen und Heilkosten zu reduzieren.

1.1 Definition Sturz

Eine klare Definition über den Begriff „Sturz“ ist in der Literatur nicht zu finden. Es existiert kein Goldstandard, der eine einheitliche Erklärung zur Sturzdefinition wiedergibt (Buchner et al., 1993). Eine Studie deutet darauf hin, dass eine standardisierte, einheitliche Definition eines Sturzes für klinische Anwendungen eventuell nicht notwendig ist (Dickens, Jones, & Johansen, 2006). Grund dafür ist, das Verständnis zu erleichtern, was ein Sturz ist. Während 6 Monaten wurden in einer Forschungsarbeit Stürze in Tagebüchern aufgezeichnet, gefolgt von einem rückblickenden Selbstbericht zu den Stürzen (Mackenzie, Byles, & D'Este, 2006). Es stellte sich heraus, dass Stürze verglichen mit dem Sturztagebuch unterbewertet wurden. Eine Vielzahl der Definitionen verwendet zur Beschreibung des Begriffs „Sturz“ eine Mischung aus biomechanischen, topographischen und verhaltensbedingten Komponenten (Hauer, Lamb, Jorstad, Todd, & Becker, 2006). In vielen Studien oft verwendeter Punkt ist, dass der Mensch auf einer tieferen Ebene zum Liegen kommt. Jedoch variierten die Beschreibungen der verschiedenen Ebene; eine Metaanalyse ergab, dass Studien einen Sturz bei Kontakt des Körpers mit den Wänden und Möbeln validierten, andere erst bei Bodenkontakt. Im Verhalten der stürzenden Person konnte eine weitere Übereinkunft festgestellt werden, nämlich, dass der Sturz versehentlich, unabsichtlich, unfreiwillig oder zufällig sein musste. Signifikante Unterschiede in der

Miteinbeziehung eines Sturzvorfalles bestehen, wenn dessen Ursache ein akutes medizinisches Ereignis darstellt. Zum Beispiel ein Anfall oder eine Ohnmacht. Für Stürze, die durch äussere Kräfte, Umweltrisiken und krankheitsabhängige Symptome verursacht werden, gibt es keinen eindeutigen Konsens (Hauer et al., 2006). Bei älteren Menschen besteht die Interpretationsgefahr, dass nur die schweren Stürze mit Verletzungen wahrgenommen werden, während sie bei leichten Stürzen nur von Fallen oder sogar Stolpern sprechen. Eine mögliche auftretende Situation bei älteren Menschen stellt das Heraufstolpern auf einer Treppe, mit anschliessendem Abfangen auf einer oberen Stufe mit den Händen oder dem Knie, dar. Von den meisten älteren Menschen wird diese Situation nicht als ein Sturzereignis betrachtet. Darum empfiehlt die Literatur, auch nach dem Verlust der Balance durch Stolpern bei der Sturzerfassung zu fragen (Lamb, Jorstad-Stein, Hauer, & Becker, 2005). Der Einstellung, dass eine einheitliche Definition des Begriffs „Sturz“ in klinischen Anwendungen nicht notwendig ist, kann meines Erachtens nicht zugestimmt werden. Eine klare und einheitliche Definition vom Sturz erleichtert auch das Verständnis für Patienten und verhindert eine persönliche Interpretation. Für Forschungszwecke sind hochwertige standardisierte Definitionen notwendig (Skelton, Hauer, & Lamb, 2007). Damit nützliche Daten für klinische Leitlinien gebraucht werden können, ist eine Standardisierung der Sturzdefinition unumgänglich (National Institute of Clinical Excellence, 2004). In einer Studie aus dem Jahr 2005 wird eine Definition des Begriffs „Sturz“ wie folgt vorgeschlagen: Der Sturz ist ein Geschehnis, in dessen Folge ein Mensch ohne Absicht auf dem Boden oder auf einer tieferen Fläche aufkommt (Lamb et al., 2005).

1.2 Sturzrisiko-Erfassung

Die Stiftung Patientensicherheit Schweiz ist ein massgebliches Kompetenzzentrum in der Schweiz. Zusammen mit Menschen und Betrieben aus den Bereichen des Gesundheitswesens kümmert sich die Stiftung um die Grundlagen und stetige Förderung der Sicherheit von Patienten in der Schweiz. Es gibt verschiedene Tests, um eine Risikoerkennung von sturzgefährdeten Patienten durchzuführen. Im Jahr 2007 hat die Stiftung Patientensicherheit eine Schriftenreihe namens „Sturzprävention“ innerhalb einer Arbeitsgruppe entwickelt. Die Schriftenreihe dient als Orientierungshilfe für Institutionen und Einrichtungen im Bereich des Gesundheitswesens. In einem ersten Schritt empfiehlt die Schriftenreihe verschiedene Instrumente zur Risikoerkennung/Screening (Frank & Schwendimann, 2008). Vier oft verwendete Testinstrumente (Park, 2018) werden im Folgenden kurz beschrieben. Die Erläuterung der Testinstrumente beruht auf der Schriftenreihe Nummer 2 der Stiftung Patientensicher Schweiz (Frank & Schwendimann, 2008).

1.2.1 Instrumente zur Risikoerkennung. Nachfolgend werden einige Instrumente zur Risikoerkennung dargestellt.

Geh- und Sprechtest (Lundin-Olsson, Nyberg, & Gustafson, 1997). Der Geh- und Sprechtest basiert auf der Beobachtung, dass Personen, welche stehen bleiben, um gleichzeitig sprechen zu können, sturzgefährdet sind.

Kurzbeschreibung des Ablaufes.

- Zu Beginn, ohne sich mit dem Patienten zu unterhalten, spazieren gehen.
- Nach einigen Minuten Laufen, können Sie mit dem Patienten ein Gespräch beginnen. Beobachten Sie, ob der Patient zum Sprechen stehen bleibt.

Auswertung.

Der Patient gilt als Sturzgefährdet, wenn er während des Sprechens stehen bleibt. Bei besonders gebrechlichen Personen, die in Langzeitbetreuungseinrichtungen leben, ist der Test sehr sensitiv zur Einschätzung des Sturzrisikos.

5-Meter-Gehen (Bohannon, 1997). Der Test ist einfach durchführbar und für hausärztliche Patienten aussagekräftig. Er eignet sich, um in der Praxis durchgeführt zu werden, zum Beispiel kann der Weg vom Wartezimmer zum Sprechzimmer für Beobachtungen genutzt werden.

Kurzbeschreibung des Ablaufes.

- Eine 5 Meter lange Strecke markieren.
- Die vorgegebene Strecke soll so schnell wie möglich gelaufen werden. Anlauf- und Auslaufstrecke miteinbeziehen. Die benötigte Zeit messen.

Auswertung.

- Absolvierte Streckenzeit > 3.57 Sekunden → Gefährdung im Strassenverkehr
- Absolvierte Streckenzeit > 33.30 Sekunden → Schwierigkeiten bei der Alltagsbewältigung

Uhrentest (Pinto & Peters, 2009). Der Uhrentest eignet sich zur Früherkennung demenzieller Erkrankungen. Es handelt sich um ein einfach durchzuführendes Erkennungsverfahren. Hat der Patient die Aufgabe nicht richtig verstanden, und beginnt nicht mit der erklärten Ausführung, darf die Anleitung maximal dreimal wiederholt werden.

Kurzbeschreibung des Ablaufes.

- Das Blatt mit dem vorgegebenen Kreis, um eine Uhr zu zeichnen dem Patienten vorlegen.
- Dem Patienten kann die Instruktion zum Zeichnen gegeben werden: „Ich bitte Sie, eine Uhr mit allen Zahlen und Zeigern zu zeichnen und sagen Sie mir, wenn Sie fertig sind.“

- Bei Unklarheiten nur die Testinstruktion unter Verwendung von Synonymen wiederholen. Zum Beispiel Ziffernblatt statt Uhr oder Ziffern statt Zahlen. Bei der Frage ob Striche anstelle von Zahlen gezeichnet werden dürfen, sagen Sie ihm, dass er beides machen soll.
- Als nächstes teilen Sie dem Patienten mit, die gezeichnete Uhrzeit einzutragen.

Auswertung.

Anhand von verschiedenen Kriterien werden dem Patienten Punkte vergeben. Liegt der erreichte Score bei unter 5 Punkten, sind weitere Abklärungen erforderlich.

Time up and go Test (Podsiadlo & Richardson, 1991). Der Time up & go (TUG) Test ist ein Standardtest für die Mobilitätsbewertung. Er wird von der amerikanischen und britischen Geriatriegesellschaft vorgeschlagen. Über die direkte Sturzgefährdung eines Patienten hat er nur wenig Aussagekraft.

Kurzbeschreibung des Ablaufes.

- Der Patient wird aufgefordert von einem Standardstuhl mit Armlehne aufzustehen und anschliessend eine Strecke von 3 Metern zu gehen. Bei der Dreimetermarkierung soll er umdrehen, zurücklaufen und wieder auf dem Stuhl Platz nehmen.

Auswertung.

- benötigte Parcourszeit < 14 Sekunden → normal
- benötigte Parcourszeit 20 – 30 Sekunden → leichte Einschränkung der Mobilität

benötigte Parcourszeit > 30 Sekunden → starke Einschränkung der Mobilität

Anhand des Risikomanagement-Prozesses wird im zweiten Schritt ein oder wenn nötig mehrere Assessments durchgeführt (Frank & Schwendimann, 2008). Bei diesem Schritt handelt es sich um eine Risikoabklärung/-beurteilung. Es kommt zur Erfassung von Sturz-Risikofaktoren wie Gleichgewichts- und Gehproblemen. Als Instrumente zur Risikobeurteilung werden zum Beispiel der TUG Test, die Berg Balance Scale (BBS), der POMA Test oder der Dynamic Gait Index empfohlen (Frank & Schwendimann, 2008). Eine systematische Überprüfung und Metaanalyse hat Instrumente zur Bewertung des Sturzrisikos bei älteren Menschen untersucht (Park, 2018). Die Metaanalyse hat die Instrumente zur Sturzrisikobewertung bei älteren Menschen auf die Validität überprüft. Die BBS ist durch eine stabile Spezifität in der Metaanalyse aufgefallen, während der TUG Test eine stabile Sensitivität aufweist. Der BBS Test wurde in 5 Studien mit insgesamt 570 älteren Probanden aus einem Seniorenheim angewendet. Die Sensitivität war hoch und betrug 0.73 (95 % Konfidenzintervall CI, 0.65-0.79). Die Spezifität betrug 0.90 (95 % CI 0.86-0.93) (Park, 2018). Wie der BBS Test wurde der TUG Test in 5 Studien mit

insgesamt 427 älteren Probanden durchgeführt. Die Sensitivität betrug 0.76 (95 % CI 0.68–0.83). Die Spezifität war in dieser Studie 0.49 (95 % CI 0.43–0.54) (Park, 2018). Um eine möglichst zuverlässige Bewertung des Sturzrisikos zu erhalten, wird ein Instrument mit hoher Spezifität und Sensitivität empfohlen (Larson, 1986). Eine geringe Heterogenität zwischen den Studien ist erwünscht. Ist nur die Spezifität oder Sensitivität bei Bewertungsinstrumenten hoch, wird empfohlen, jenes mit der hohen Sensitivität zu wählen (Park, 2018). Um die diagnostische Genauigkeit des Sturzrisikos zu erhöhen, wird in der Metaanalyse vorgeschlagen, den BBS Test mit einer relativ stabilen Spezifität in Kombination mit dem TUG Test, der eine relativ hohe stabile Sensitivität aufweist, zu benutzen (Park, 2018). Im Folgenden werden der BBS Test und der TUG Test ausführlich beschrieben.

1.2.2 Instrumente zur Risikoabklärung/-beurteilung. Im Folgenden werden Instrumente zur Risikoabklärung erläutert.

Die Berg Balance Scale. Der Beschrieb des BBS Test stützt sich auf einen Artikel der Fachzeitschrift „physiopraxis“ (Schädler, 2007). Gemeinsam mit ihren Kollegen der McGill Universität in Montreal Kanada entwickelte Prof. Katherine Berg 1989 den BBS Test für Patienten in der Geriatrie. Es handelt sich um einen Test, der die Gleichgewichtsfähigkeit und das Sturzrisiko von älteren Menschen untersucht (Berg, Wood-Dauphinee, & Williams, 1995). Forscher eruierten im Nachhinein die Skala für Patienten nach einem Schlaganfall (Mao, Hsueh, Tang, Sheu, & Hsieh, 2002), nach einer Hirnverletzung (Newstead, Hinman, & Tomberlin, 2005), und mit multipler Sklerose (Cattaneo, Regola, & Meotti, 2006). Der Test kann so gesehen auch für viele andere Patientengruppen zur Beurteilung des Gleichgewichts gebraucht werden. Die einzelnen Aufgaben und ihre Bewertungen sind exakt beschrieben, was ein Vorteil dieses Assessments ist. Einzelne Komponenten der Balancefähigkeit lassen sich mit diesem Test gut analysieren. Seit 2005 existiert eine ins Deutsche übersetzte, validierte Version, die von Dr. Erwin Scherfer und Mitarbeitern übersetzt wurde. Die Übersetzung wurde von Katherine Berg autorisiert (Scherfer E, Bohls C, Freiburger E, Heise K-F, 2006). Der BBS Test beinhaltet 14 Aufgaben in Bezug auf das Gleichgewicht, welche vom Therapeuten beobachtet und bewertet werden. Es können maximal 4 Punkte pro Aktivität vergeben werden. Der Patient kann bei sehr gutem Gleichgewicht also eine Maximalpunktzahl von 56 Punkten erreichen. Nach den in der Anleitung ausführlich notierten Anweisungen leitet der Therapeut die verschiedenen Aufgaben und zeigt diese, wenn nötig vor. Die Patienten können bei bestimmten Aufgaben selbst entscheiden, mit welchem Fuss sie die Aufgabe ausführen wollen. Für Item 2 erhält der Patient beispielsweise die Instruktion, zwei Minuten stehen zu bleiben. Vier Punkte erhält der Patient,

wenn er dies ohne Unterstützung schafft und bekommt für die nächste Aufgabe direkt die maximale Punktzahl und muss diese gar nicht erst ausführen. Anhand von Untersuchungen hat Katherine Berg festgestellt, dass ihr Test gut mit Messungen auf der Kraftmessplatte übereinstimmt (Berg, Maki, Williams, Holliday, & Wood-Dauphinee, 1992). Die Ergebnisse des BBS Test stimmen auch gut mit anderen Gleichgewichtstest überein, wie weitere Studien zeigen (Mao et al., 2002), (Newstead et al., 2005). Der BBS Test misst also das Gleichgewicht, was er auch vorgibt zu messen. Weiter konnte nachgewiesen werden, dass die Übereinstimmung mit einer Fremd- bzw. Selbsteinschätzung der Balancefähigkeit moderat bis mässig ist (Berg, Maki, et al., 1992). Eine weitere gute Übereinstimmung der BBS wurde mit Skalen zur Messung der Selbstständigkeit und der Mobilität gefunden (Berg, Wood-Dauphinee, Williams, & Maki, 1992). Im Vergleich der Testresultate mit dem aktuellen Aufenthaltsort der Probanden ermittelte Katherine Berg Durchschnittswerte, die für die Interpretation der Testergebnisse hilfreich sind (Berg, Maki, et al., 1992), und je nach Hilfsmiteileinsatz hat sie unterschiedliche Durchschnittswerte gefunden (Berg, Wood-Dauphinee, et al., 1992). Bei wiederholten Messungen ist die BBS sehr zuverlässig, sowohl durch den gleichen Untersucher (Intratester-Reliabilität) (Berg et al., 1995) als auch durch zwei verschiedene Tester (Intertester-Reliabilität) (Mao et al., 2002). Assessments sollten empfindlich auf Veränderungen (Responsivität) sein, damit man sie gut für Verlaufsmessungen verwenden kann. Bei einer Veränderung von mehr als 6 Punkten im Gesamtergebnis der BBS haben Forscher tatsächlich eine Verbesserung oder Verschlechterung der Gleichgewichtsfähigkeit herausgefunden (Stevenson, 2001). Der BBS Test kann daher für Verlaufsmessungen empfohlen werden, weil er gute Reliabilität und Responsivität aufweist. Bei Patienten in einer späteren Phase (90-180 Tage) nach einem Schlaganfall ist zu beachten, dass die Skala weniger empfindlich Veränderungen aufzeigt (Mao et al., 2002). Um eine Relation zwischen dem BBS Test und dem Sturzrisiko aufzuzeigen, hat Prof. Katherine Berg die gesamt erzielte Punktzahl mit der jeweiligen Sturzhäufigkeit der älteren Probanden verglichen (Berg, Wood-Dauphinee, et al., 1992). Ein erhöhtes Sturzrisiko zeigte sich für Probanden mit einer erreichten Punktzahl zwischen 30 und 45 Punkten. Probanden mit einer tieferen Punktzahl weisen ein geringeres Sturzrisiko auf. Es wird erklärt, dass diese Menschen weniger mobil sind und dementsprechend einem kleineren Sturzrisiko ausgesetzt sind. Andererseits haben Studien aufgezeigt, dass ein Sturzrisiko nicht ausreichend mit den Testergebnissen der BBS bestimmt werden kann. Bei einer Studie lag die Empfindlichkeit bei 56% (Bogle Thorbahn & Newton, 1996) und in einer anderen bei 40% (Cattaneo et al., 2006) der Probanden. Eine bessere Empfindlichkeit wird erreicht, wenn man die BBS mit einem Gehstest (zum Beispiel 6-Minuten-Gehstest) kombiniert (Harada et al., 1995). Das Gleichgewicht ist nur ein Risikofaktor für Stürze

unter vielen. Daher sollten neben einem Gleichgewichtstest immer auch weitere Risikofaktoren für Stürze mitberücksichtigt werden (Berg, Wood-Dauphinee, et al., 1992). Ob eine geringere Mobilität, kognitive Beeinträchtigungen, Einnahme von Medikamenten oder wiederholte Stürze bestehen, sollten beispielsweise berücksichtigt werden. Um eine genaue Analyse der Balance durchzuführen, ist der BBS Test besonders im Alltag der Physiotherapie hilfreich. Unterschiedliche Komponenten des Gleichgewichts können in Bezug zu den Ergebnissen der Aktivitäten gesetzt werden. Es kann beurteilt werden, ob eher das dynamische oder das statische Gleichgewicht betroffen ist. Weiter wird aufgezeigt, ob die Störung des Gleichgewichts eher in der Frontal-, der Sagittal- oder in der Transversalebene liegt. Kraftdefizite werden durch das Aufstehen (Aufgabe 1), Hinsetzen (Aufgabe 4), die Transfers (Aufgabe 5) und das Gegenstand-aufheben (Aufgabe 9) eruiert. Sensorische oder vestibuläre Beeinträchtigungen werden durch die Aufgabe 7, Aufgabe 10 und Aufgabe 11 aufgezeigt. Alle diese Resultate bilden eine gute Basis, um eine Therapie gezielt für den Patienten zu erstellen und durchzuführen. Die Ergebnisse zeigen weiter, wo es wichtig ist, weitere Abklärungen mit Sensibilitäts- oder Krafttests durchzuführen. Zur Untersuchung und Dokumentation des Gleichgewichts eignet sich die BBS sehr gut. Die Skala ist dienlich zur Verlaufsmessung, bezieht sich auf die Balance und hilft das Sturzrisiko einzuschätzen. Die Durchführungszeit von 15-20 Minuten des BBS Test ist im turbulenten Alltag von Kliniken zu beachten.

Der Time up and go Test. Zur Beurteilung der Alltagsmobilität und des Sturzrisikos von Patienten ist der Time up & go (TUG) Test eine der bekanntesten Methoden. In diesem Teil der Arbeit wird der TUG Test basierend auf einem Artikel der Fachzeitschrift „physiopraxis“ (Marks, 2016) erläutert. Inwiefern Menschen selbstständig im Alltag leben können, lässt sich mit der Alltagsmobilität bestimmen. Mit dem TUG Test kann die Alltagsmobilität bestimmt werden. Von einem Stuhl aufstehen, eine gewisse Strecke läuft und sich wieder hinsetzen, stellt eine wichtige Alltagshandlung dar. Mit Hilfe des TUG Tests kann diese relevante Handlung beurteilt werden. Im Jahr 1986 wurde der Get up & go Test entwickelt (Mathias, Nayak, & Isaacs, 1986), der mittels einer Ordinalskalierung das Gleichgewicht eruiert. Der TUG Test stellt eine Weiterentwicklung des Get up & go Test dar. Die Ordinalskalierung wurde durch die Zeitmessung von den Forscherinnen Diane Podsiadlo und Sandra Richardson ersetzt und standardisiert. Der Patient ist aufgefordert, von einem Stuhl aufzustehen eine Strecke zu gehen, sich umzudrehen, zurückzulaufen und sich wieder hinzusetzen. Die Gehstrecke ist mit 3 Metern festgelegt. Der Armlehnstuhl hat eine ungefähre Höhe von 46 Zentimeter (Podsiadlo & Richardson, 1991). Ziel des Patienten ist es, mit einer sicheren und komfortablen Gehgeschwindigkeit die Strecke zu absolvieren. Wie die Umdrehung erfolgt, erläuterten die Forscherinnen

nicht. Eine Markierung oder noch besser einen Kegel aufzustellen, den der Patient umrundet, hat sich etabliert. Hilfsmittel wie Stock, Rollator und Schienen sind erlaubt, geschlossene Schuhe werden empfohlen. Gemessen wird, wie viele Sekunden der Proband für den Parcours benötigt. Im Bereich der Intra- und Interrater-Reliabilität und in der Konstrukt- und Konvergenzvalidität wird der TUG Test sehr positiv bewertet (Hafsteinsdóttir, Rensink, & Schuurmans, 2014). Bei der Beurteilung der basalen Mobilität gilt der Test als valide und einfach. Auch um die Gehfähigkeit von Patienten nach einem Schlaganfall zu beurteilen, wird der TUG Test empfohlen. Für das Verständnis der gemessenen Zeiten verweist Thóra B. Hafsteinsdóttir und ihr Team auf die Aufteilung von Podsiadlo und Richardson (1991), welche drei Kategorien vorschlagen:

- mobile Patienten: Sie benötigen weniger als 20 Sekunden und haben damit eine Gehgeschwindigkeit von mindestens 0,5 m/s.
- eingeschränkt mobile Patienten: Sie benötigen für den Test zwischen 20 und 30 Sekunden. Um den Mobilitätsstatus zu bestimmen, sind weitere Abklärungen zum Beispiel mit dem BBS Test notwendig.
- stark eingeschränkte Patienten: Sie benötigen länger als 30 Sekunden für den Test und brauchen Hilfestellungen in grundlegenden Aktivitäten.

Bei Patienten nach einem Schlaganfall eignet sich der TUG Test sehr gut, um kurzzeitige funktionelle Änderungen der basalen Mobilität zu erfassen (Hafsteinsdóttir et al., 2014). Um aussagekräftige Resultate zu erhalten, ist eine gute Schulung des Therapeuten empfehlenswert.

Sturzgefährdete Patienten benötigen mehr Zeit, um den Test zu absolvieren als sichere Fussgänger (Persson, Danielsson, Sunnerhagen, Grimby-Ekman, & Hansson, 2014). Laut einer Studie ist das Sturzrisiko erhöht, wenn der Proband aus einer Geriatrie länger als 12 Sekunden für den Test benötigt (Bischoff et al., 2003). Eine Unterbringung in ein Pflegeheim wird als ratsam angesehen. Bei diesen Patienten sieht eine andere Studie eine Durchlaufzeit von mehr als 14 Sekunden kritisch (Shumway-Cook, Brauer, & Woollacott, 2000). Als sturzgefährdet gelten Patienten nach einem Oberschenkelhalsbruch, die mehr als 24 Sekunden für den Test brauchen (Kristensen, Foss, & Kehlet, 2007) und Patienten nach einem Schlaganfall, die über 14 Sekunden benötigen (Andersson, Kamwendo, Seiger, & Appelros, 2006). Wenn die Patienten laufen können, ist ein Bodeneffekt nicht zu erwarten. Ein Bodeneffekt kann jedoch auftreten, wenn die Probanden den Test aus physischer Sicht zwar machen können, aber kognitiv nicht in der Lage sind den Bewegungsauftrag durchzuführen (Bischoff et al., 2003). Der De Morton

Mobility Index wird in diesem Fall empfohlen. Patienten mit leichten bis moderaten Mobilitätseinschränkungen weisen Deckeneffekte beim TUG Test auf (Shumway-Cook et al., 2000). Aufgrund des oben erwähnten Bodeneffektes ist es mit dem TUG Test nicht möglich, eine allgemeine Unterscheidung von sturzgefährdeten Patienten und denen, die es nicht sind, zu machen. Andererseits besteht die Tatsache, dass ein einzelnes Assessment die Sturzgefahr nicht vollumfänglich beurteilen kann. Weitere Aspekte wie kognitive Fähigkeiten, Umweltfaktoren oder die Sehfähigkeit nehmen Einfluss auf das Risiko, zu stürzen. Aus diesem Grund ist es sinnvoll weitere Assessments miteinzubeziehen, um die Mehrdimensionalität der Mobilität abzudecken (Park, 2018).

1.3 Ziel der Arbeit

Die Körpergleichgewichtskontrolle ist für tägliche Aktivitäten wie Laufen und Stehen wichtig. Eine ungenügende Posturalkontrolle kann als Indikator für zukünftige Stürze gebraucht werden (Howcroft, Lemaire, Kofman, & McIlroy, 2017). Als einfache objektive Bewertung der Gleichgewichtskontrolle gibt es den Tinetti Test (Tinetti, 1986), welcher auf einer visuellen Bewertung der zu ausführenden Aufgaben basiert. Bei diesem Test werden unter anderem statische Aufgaben wie Zweibeinstand, Rombergstand mit offenen und geschlossenen Augen durchgeführt. Der Untergrund ist beim Tinetti Test immer fest. In einer Studie aus dem Jahr 2014 wurde der Kinect Sensor zusammen mit dem Sitz Stand Test kombiniert (Ejupi et al., 2015). Um vorläufig das Sturzrisiko der Probanden zu beurteilen, wurde der PPA Test (PPA, Physiological Profile Assessment) durchgeführt. Dieser Test beinhaltet statische Gleichgewichtsaufgaben. Eine Aufgabe ist es, im Zweibeinstand auf festem Untergrund mit jeweils offenen und geschlossenen Augen während 30 Sekunden still zu stehen. Die gleiche Aufgabe wird auch auf einem Airex Kissen durchgeführt (Stephen R Lord, Menz, & Tiedemann, 2003). Eine weitere Studie aus dem Jahr 2004 hatte die posturale Kontrolle bei älteren Menschen untersucht. Ziel war es, Sturzrisiko behaftete Probanden zu identifizieren. Sechs Stabilitätstests wurden durchgeführt: Zweibeinstand auf festem Untergrund mit offenen und geschlossenen Augen. Zweibeinstand auf einem Airex Kissen mit offenen Augen. Die gleichen Übungen wurden im Rombergstand durchgeführt (Melzer, Benjuya, & Kaplanski, 2004). Einen internationalen Fragebogen zur Angst vor Stürzen hat das europäische Netzwerk ProFaNE ausgearbeitet (Dias et al., 2006). Angst vor Stürzen bei funktionell einfachen und komplexen Bewegungen im Alltag sowie die soziale Dimension der Sturzgefahr werden mit diesem Fragebogen erfasst. Diese einfachen Tests dienen dazu, die Testpersonen in risikohohe und risikoniedrige Fälle einzuteilen. Weitere objektive und genauere Tests verbessern die Evaluierung von Gleichgewichtsfähigkeiten. Der

heutige Stand der Technik erlaubt es, objektive und genaue Tests der Gleichgewichtsfähigkeiten durchzuführen. Mögliche Messinstrumente sind Kraftmessplatte (Chorin, Cornu, Beaune, Frere, & Rahmani, 2016) sowie ein tragbares Sensormesssystem (Howcroft, Lemaire, Kofman, & McIlroy, 2018). In der klinischen Praxis werden solche Messsysteme selten eingesetzt, weil die Anschaffungskosten und Unterhaltskosten hoch sind und dafür ausgebildetes Personal benötigt wird. Mit der Weiterentwicklung der Technik ergeben sich neue Richtungen und Möglichkeiten in der Forschung. Eine Neuentwicklung ist der Kinect Sensor v2 von Microsoft. Ein innovatives Instrument, welches unter anderem erlaubt, physikalische Parameter wie Schwerpunkt, Schrittlänge und Ganggeschwindigkeit von Patienten zu bestimmen (Dolatabadi, Taati, & Mihailidis, 2016). Eine Studie hat den Kinect Sensor zur Charakterisierung der Gleichgewichtsfähigkeit während Bewegungsaufgaben eingesetzt (Lim, Kim, Jung, Jung, & Chun, 2015). Die Ergebnisse zeigen, dass Änderungen des Körperschwerpunktes zuverlässig erfasst wurden. In einer weiteren Studie wird der Kinect Sensor K4W v2 mit der GAITRite Matte verglichen (Dolatabadi et al., 2016). Ziel der Studie war, die Gütekriterien Validität und Zuverlässigkeit vom K4W v2 gegenüber der GAITRite zu ermitteln. Zwanzig gesunde Erwachsene haben mehrere Laufsequenzen über eine GAITRite Matte unter drei verschiedenen Bedingungen durchgeführt. Jede Sequenz wurde gleichzeitig mit GAITRite und dem Kinect Sensor v2 erfasst. Mittels eines Algorithmus wurden raumzeitliche Parameter wie Laufgeschwindigkeit, Schrittfrequenz, Schrittlänge und Standzeit aus den Kinect Daten extrahiert und analysiert. Die Ergebnisse ergaben, dass der Kinect v2 Sensor die Gütekriterien erfüllt, um raumzeitliche Gangparameter bei gesunden Erwachsenen zu messen (Dolatabadi et al., 2016). In Kliniken werden oft subjektive Beobachtungstechniken für die Ganganalyse eingesetzt, erweisen sich aber als unzureichend (Dolatabadi et al., 2016). Die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Ganganalyse durch eine subjektive Bewertung wird verbessert, indem sie mit einem objektiven Bewertungsinstrument kombiniert wird. Mit den gewonnenen Parametern können effektivere und gezieltere Behandlungen und Interventionen erstellt werden (Coutts, 1999). Der Kinect Sensor ist ein objektives Messinstrument, welches es erlaubt, biomechanische und raumzeitliche Gangparameter zu bestimmen. Zusätzlich braucht das System wenig Platz, ist einfach anzuwenden und kostengünstig.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, herauszufinden, wie gross die Korrelation der statischen Gleichgewichtsaufgaben ist - aufgenommen mit dem Kinect v2 Sensor und dem durchgeführten BBS Test.

Um die formulierten Fragestellungen wissenschaftlich zu überprüfen, wurde die nachfolgende Hypothese aufgestellt:

- H0: Es besteht keine moderate Korrelation zwischen den statischen Gleichgewichtsaufgaben, aufgenommen mit dem Kinect v2 Sensor und dem durchgeführten BBS Test.
- H1: Es besteht eine moderate Korrelation zwischen den statischen Gleichgewichtsaufgaben, aufgenommen mit dem Kinect v2 Sensor und dem durchgeführten BBS Test.

2 Methode

Dieser Teil beinhaltet den Beschrieb der Stichprobe, das Versuchsprotokoll, Datenerfassung und Analyse der Daten.

2.1 Beschrieb der Stichprobe

Tabelle 1

Beschreibung der Probanden nach Alter, Anzahl, Auswahl- und Ausschlusskriterien

	weiblich	gesamt	männlich
	M \pm SD [Jahre]	M \pm SD [Jahre]	M \pm SD [Jahre]
Alter	70.1 \pm 7.6	69.8 \pm 7.7	69.5 \pm 7.9
Anzahl	18	39	21
Auswahl	Probanden älter als 60 Jahre		
Ausschluss	Probanden, die an orthopädischen Problemen leiden Probanden, die einen oder mehr Schlaganfälle erlitten		

Anmerkung. Darstellung der weiblichen, männlichen und aller Probanden. M \pm SD = Mittelwert \pm Standardabweichung.

2.2 Versuchsprotokoll

In diesem Teil der Arbeit werden die mit den Probanden durchgeführten Tests beschrieben.

2.2.1 Sturz-Assessment. Mittels eines selbst geschriebenen Fragebogens wird ermittelt, ob der Proband während den letzten drei Jahren einen Sturz erlitt. Der Fragebogen wird zu Beginn des Versuchs ausgefüllt.

2.2.2 Kognitions-Assessment. Anhand eines praktischen Testverfahrens wird der kognitive Zustand der Probanden eingestuft. Die kognitive Einstufung gibt an, inwiefern die ältere Person in der Lage ist, die gewünschte Aufgabe durchzuführen (Folstein, Folstein, & McHugh, 1975).

2.2.3 Sturzrisiko-Assessment. TUG Test: Im klinischen Umfeld gilt der TUG Test als einer der wichtigsten Referenztests, um das Sturzrisiko einer Person zu erfassen. Eingeführt wurde dieser Test von Podsiadlo und Richardson (Podsiadlo & Richardson, 1991). Dieser Test wird in deutschsprachigen klinischen Praxen vielerorts verwendet und weist eine hohe diagnostische Präzision für die Mobilitätseinschränkung auf (Shumway-Cook et al., 2000). Der Proband wird

in diesem Testverfahren aufgefordert, nach einem Signal von einem Armlehnstuhl aufzustehen, 3 Meter bis zu einer Markierung zu gehen, dort eine 180 Grad Drehung zu machen, zurück zum Stuhl zu gehen und sich hinzusetzen. Probanden, die den Test in weniger als 13,5 Sekunden durchführen, haben kein Sturzrisiko, während Probanden, die 13,5 Sekunden oder mehr benötigen, ein Sturzrisiko aufweisen (Shumway-Cook et al., 2000). Jeder Proband führt den TUG Test einmal durch.

BBS: Im Jahre 1989 publizierte Prof. Katherine Berg die nach ihr benannte Berg Balance Scale. Das Resultat des Assessments sollte direkt Aufschluss über das Sturzrisiko älterer Menschen geben (Schulein, 2014). Die Validität und Verlässlichkeit des Assessments konnte belegt werden (Berg et al., 1995). Anhand einer Ordinalskala von 0 (nicht möglich) bis 4 (selbstständig) werden 14 standardisierte aktivitätsorientierte Aufgaben bewertet. Dies ermöglicht eine Quantifizierung der jeweiligen Leistungen. Personen erreichen demnach eine maximale Punktzahl von 56 Punkten, indem sie in allen 14 Aufgaben 4 Punkte erhalten. Dieser maximale Wert entspricht einer hervorragenden Gleichgewichtsfähigkeit. Eine in nächster Zeit erhöhte Sturzgefahr wird mit einem Punktwert von 45 (Cut-off-Wert) oder geringer assoziiert. Der Zeitaufwand zur Durchführung der Testserie in Abhängigkeit von der Mobilität des Patienten wird mit mindestens 15 und maximal 20 Minuten beschrieben (Harada et al., 1995). Eine ebene Gehstrecke von etwa 5 Metern muss vorhanden sein. Die notwendigen Materialien zur Durchführung sind:

- eine Stoppuhr,
- ein Massband oder Lineal (30 cm),
- zwei handelsübliche Stühle, einer ohne und einer mit Armlehne und
- eine Fussbank (optional auch eine Treppenstufe) für Aufgabe 12 (Schulein, 2014).

2.2.4 Gleichgewichts-Assessment. Die Gleichgewichtserfassung mit dem Kinect v2 Sensor besteht aus sieben statischen Gleichgewichtsaufgaben. Die Aufgaben sind Teil klinischer Tests und basieren auf der BBS Test (Berg, Wood-Dauphinee, et al., 1992) und der Clinical Test of Sensory Interaction and Balance (CTSIB) (Shumway-Cook & Horak, 1986). Die Übungen dienen in der Praxis dazu, das Gleichgewicht und das Risiko eines Sturzurückfalls zu beurteilen (Murray, Hill, Phillips, & Waterston, 2005). In Tabelle 2 sind die sieben Aufgaben dargestellt. Jede Aufgabe wird einmal durchgeführt. Die Zeitdauer pro Aufgabe beträgt 20 Sekunden (Melzer et al., 2004). Der Proband führt die Aufgaben barfuss durch. Offenbar hat es keinen signifikanten Einfluss, ob der Proband Schuhe trägt (Wrisley & Whitney, 2004). Das

Durchführungspersonal steht neben dem Probanden, dass es diesen bei einem Gleichgewichtsverlust halten kann, jedoch weit genug weg, um keine Hilfeleistung zu geben.

Tabelle 2

Beschreibung der sieben statischen Gleichgewichtsaufgaben

	Standposition	Untergrund	Visuelle Kondition
Aufgabe 1	Zweibeinstand	fest	Augen offen
Aufgabe 2	Einbeinstand	fest	Augen offen
Aufgabe 3	Tandemstand	fest	Augen offen
Aufgabe 4	Rombergstand	fest	Augen offen
Aufgabe 5	Zweibeinstand	Airex-Kissen	Augen offen
Aufgabe 6	Zweibeinstand	fest	Augen zu
Aufgabe 7	Zweibeinstand	Airex-Kissen	Augen zu

Anmerkung. Die Aufgaben werden nach Standposition, Untergrund und visueller Kondition erklärt.

2.3 Datenerfassung

Dieses Kapitel umfasst den Beschrieb der Datenerfassung anhand der angewandten Tests.

2.3.1 Sturz-Assessment - Fragebogen. Der selbstgeschriebene Fragebogen besteht aus 17 Fragen. Die Fragen beziehen sich auf möglich vorhandene Hör- und Sehprobleme und ob der Proband während den letzten zwei Jahren einer Operation unterlag. Auch wird untersucht, ob der Proband während den letzten drei Jahren einen oder mehrere Stürze mit Landung auf dem Boden erlitt. Der Fragebogen wurde zu Beginn des Versuchs ausgefüllt.

2.3.2 Kognitions-Assessment – Mini Mental State. Anhand eines praktischen Testverfahrens wird der kognitive Zustand des Probanden eingestuft. Die kognitive Einstufung erfolgte mit dem Mini Mental State (MMS) Test (Folstein et al., 1975). Der MMS Test besteht aus zwei Teilen. Der erste Teil bezieht sich auf die Orientierung, das Gedächtnis und die Aufmerksamkeit des Probanden. In diesem Teil kann eine maximale Punktzahl von 21 erreicht werden. Im zweiten Teil wird die Fähigkeit getestet, verbale und schriftliche Befehle zu befolgen, einen

Satz zu schreiben und ein komplexes Polygon zu kopieren. Die maximale Punktzahl beträgt in diesem Abschnitt 9. Total können 30 Punkte erreicht werden, wobei 30 Punkte für uneingeschränkte und 0 Punkte für sehr schwer geschädigte kognitive Funktionen steht. Normale kognitive Funktionen gelten ab 24 Punkten (Trivedi, 2017).

2.3.3 Gleichgewichts-Assessment – Algorithmus. Die sieben Gleichgewichtsaufgaben wurden in einem Abstand von 1.5 Meter vom Kinect Sensor durchgeführt. Anhand eines Algorithmus wurden die vom Sensor gelieferten Hintergrundbilder analysiert. Der Algorithmus basiert auf einer Subtraktionsmethode (Dubois, 2017). Zur Bestimmung der Gleichgewichtsfähigkeit wurde aus der von der Kamera aufgenommenen Hintergrundbild die Silhouette des jeweiligen Probanden extrahiert. Mit der entsprechenden Silhouette wurde der geometrische Schwerpunkt des jeweiligen Probanden berechnet. Mit Hilfe des Algorithmus wurde die transversale Geschwindigkeit des geometrischen Schwerpunktes berechnet.

2.4 Analyse der Daten

Das statistische Verfahren wurde mit dem Programm R Studio Version 1.1.423 durchgeführt. Als Variablen wurden die BBS Punktezahl, die erzielte TUG Zeit und die Geschwindigkeit des geometrischen Schwerpunktes der jeweiligen Probanden untersucht. Die Geschwindigkeit des geometrischen Schwerpunktes wurde für alle Gleichgewichtsübungen bestimmt. Dabei wurde der Durchschnitt, der Median und die maximale Geschwindigkeit berechnet. Zur Bestimmung der Differenz innerhalb der Gleichgewichtsaufgaben wurde ein nicht parametrischer Test nach Friedman durchgeführt. Anschliessend wurde die Korrelation nach Spearman zwischen dem BBS Test und dem TUG Test ermittelt. Weiter wurde die Korrelation nach Spearman, die Regressionsgleichung und die Regression zwischen dem BBS Test und den Gleichgewichtsaufgaben berechnet. Ob und wie stark Messmethoden miteinander verbunden sind, kann mit der Korrelation aufgezeigt werden (Giavarina, 2015). Der berechnete Korrelationskoeffizient zeigt die Stärke der linearen Beziehung zwischen den Variablen auf. Der Korrelationskoeffizient liegt zwischen -1.0 und +1.0. Liegt der Wert unter 0.5, besteht keine Beziehung zwischen den Methoden. Bei einem Wert zwischen 0.5 bis 0.7 besteht eine moderate Beziehung. Eine starke Beziehung herrscht, wenn der Wert über 0.7 liegt. Es ist zu erwähnen, dass eine hohe Korrelation nicht gleichzeitig eine gute Übereinstimmung zwischen den beiden Methoden bedeutet. Die Korrelation beschreibt lediglich die lineare Beziehung, jedoch nicht die Übereinstimmung zwischen den beiden Datensätzen (Giavarina, 2015).

3 Resultate

In diesem Kapitel werden die gewonnenen Resultate und die entsprechenden statistischen Verfahren dargestellt. Die Ergebnisse werden mittels Tabellen, Grafiken und Texten zusammengefasst und präsentiert.

3.1 Resultate MMS, BBS und TUG

Normale kognitive Funktion gilt beim MMS Test ab 24 Punkten. Eine Person (Proband 16) hat mit 21 Punkten diese Anforderung nicht erfüllt. Beim BBS Test haben alle Probanden die erforderliche Punktzahl von 45 Punkten erreicht, was in nächster Zeit keine erhöhte Sturzgefahr bedeutet. Beim TUG Test hat eine Person (Proband 15) die maximale Zeitdauer von 13.5 Sekunden überschritten, was ein erhöhtes Sturzrisiko bedeutet.

Tabelle 3

Zusammenfassung der Resultate des MMS Test, BBS Test und TUG Test

	weiblich	gesamt	männlich
	M ± SD	M ± SD	M ± SD
Alter [j]	70.1 ± 7.6	69.8 ± 7.7	69.5 ± 7.9
MMS [-]	28.2 ± 2.3	28.1 ± 1.9	28.1 ± 1.5
BBS [-]	54.1 ± 2.8	54.2 ± 3.2	54.2 ± 3.6
TUG [s]	10.0 ± 2.3	10.0 ± 1.9	10.0 ± 1.6
Anzahl Probanden	18	39	21

Anmerkung. Die Resultate der durchgeführten Tests sind getrennt nach weiblich, männlich und gesamt dargestellt. M ± SD = Mittelwert ± Standardabweichung. j = Jahre. s = Sekunden. MMS = Mini Mental State. BBS = Berg Balance Scale. TUG = Time up & go.

3.2 Korrelation zwischen BBS und TUG

Im folgenden Abschnitt wird die Korrelation nach Spearman, die Regressionsgleichung und die Regression zwischen dem BBS Test und dem TUG Test aufgezeigt.

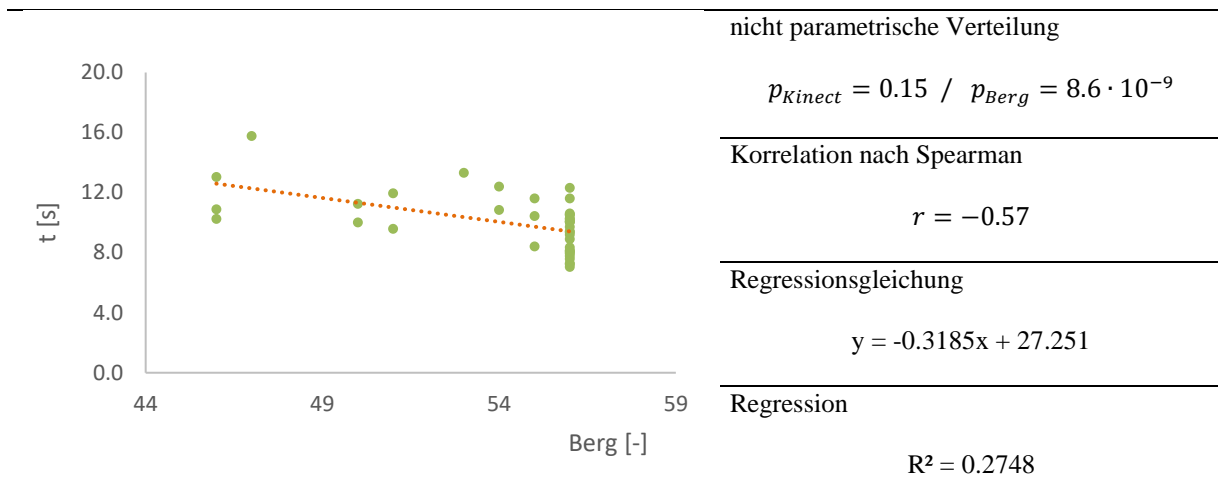


Abbildung 1. Korrelation zwischen dem BBS Test und dem TUG Test

3.3 Vergleich der statischen Gleichgewichtsaufgaben

In diesem Kapitel der Arbeit werden die Vergleiche innerhalb der Gleichgewichtsübungen dargestellt, welche nach Median-, Durchschnitt- und Maximalgeschwindigkeit unterteilt werden.

Resultate der Mediangeschwindigkeit

Der Normalitätstest wurde nach Shapiro Wilk durchgeführt. Der W-Wert ist 0.76 und der p-Wert ist <0.001 . Die Datensätze sind nicht parametrisch verteilt.

Der nicht parametrische Test nach Friedman ergibt einen p-Wert von <0.001 . Es besteht eine Differenz zwischen den Gleichgewichtsübungen.

Tabelle 4

Multipler Vergleich der Gruppen nach Friedman

p - Wert

0.05 [-]

Gruppe	beobachtete Differenz	kritische Differenz	Differenz
1-2	183	57.96276	TRUE
1-3	133	57.96276	TRUE
1-4	73	57.96276	TRUE
1-5	94	57.96276	TRUE
1-6	54	57.96276	FALSE
1-7	219	57.96276	TRUE
2-3	50	57.96276	FALSE
2-4	110	57.96276	TRUE
2-5	89	57.96276	TRUE
2-6	129	57.96276	TRUE
2-7	36	57.96276	FALSE
3-4	60	57.96276	TRUE
3-5	39	57.96276	FALSE
3-6	79	57.96276	TRUE
3-7	8	57.96276	TRUE
4-5	21	57.96276	FALSE
4-6	19	57.96276	FALSE
4-7	146	57.96276	TRUE
5-6	40	57.96276	FALSE
5-7	125	57.96276	TRUE
6-7	165	57.96276	TRUE

Tabelle 5

Zusammenfassung Mittelwert, Median und Standardabweichung

	Mittelwert [mm/s]	Median [mm/s]	Standardabweichung [mm/s]
Aufgabe 1	5.0	4.9	0.7
Aufgabe 2	11.4	9.1	6.4
Aufgabe 3	8.5	7.0	3.2
Aufgabe 4	6.5	6.4	1.0
Aufgabe 5	7.5	6.8	2.3
Aufgabe 6	5.9	5.8	1.1
Aufgabe 7	16.0	16.2	3.4

Anmerkung. Darstellung des Mittelwerts, Median und Standardabweichung der Mediangeschwindigkeit für alle Gleichgewichtsaufgaben.

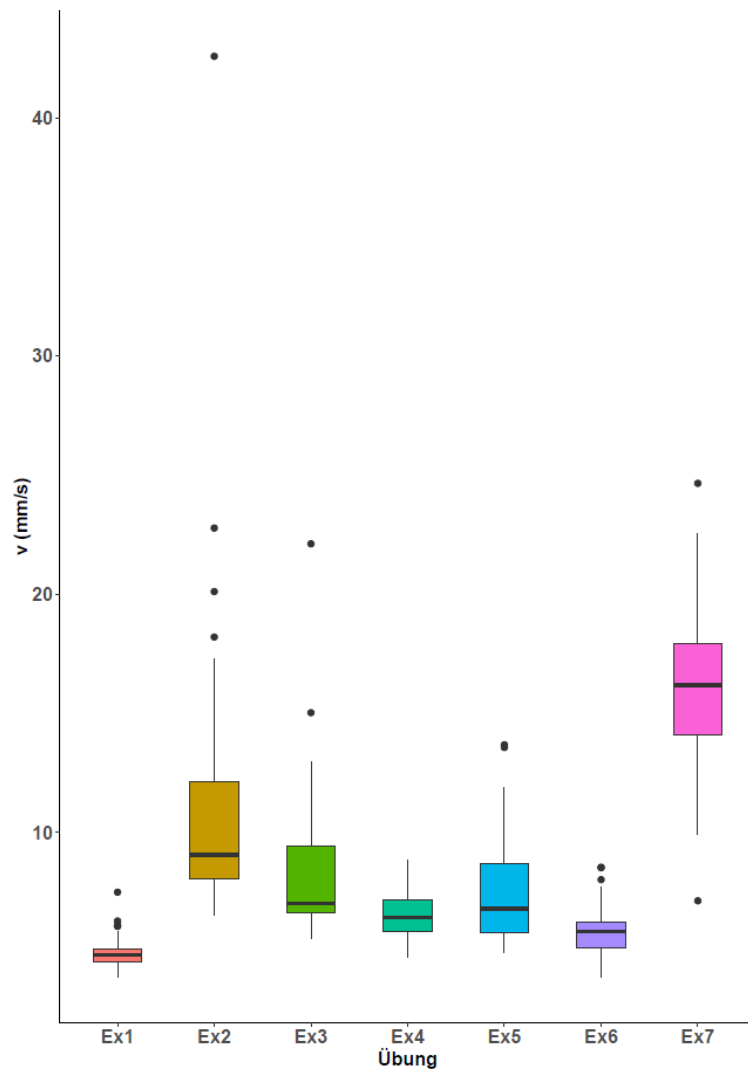


Abbildung 2. Boxplotdarstellung der Mediangeschwindigkeit aller Übungen.

Resultate der Mittelwertgeschwindigkeit

Der Normalitätstest wurde nach Shapiro Wilk durchgeführt. Der W-Wert ist 0.75 und der p-Wert ist <0.001 . Die Datensätze sind nicht parametrisch verteilt.

Der nicht parametrische Test nach Friedman ergibt einen p-Wert von <0.001 . Es besteht eine Differenz zwischen den Gleichgewichtsübungen.

Tabelle 6

Multipler Vergleich der Gruppen nach Friedman

p - Wert

0.05 [-]

Gruppe	beobachtete Differenz	kritische Differenz	Differenz
1-2	187	58.70117	TRUE
1-3	128	58.70117	TRUE
1-4	66	58.70117	TRUE
1-5	99	58.70117	TRUE
1-6	62	58.70117	TRUE
1-7	214	58.70117	TRUE
2-3	59	58.70117	TRUE
2-4	121	58.70117	TRUE
2-5	88	58.70117	TRUE
2-6	125	58.70117	TRUE
2-7	27	58.70117	FALSE
3-4	62	58.70117	TRUE
3-5	29	58.70117	FALSE
3-6	66	58.70117	TRUE
3-7	86	58.70117	TRUE
4-5	33	58.70117	FALSE
4-6	4	58.70117	FALSE
4-7	148	58.70117	TRUE
5-6	37	58.70117	FALSE
5-7	115	58.70117	TRUE
6-7	152	58.70117	TRUE

Tabelle 7

Zusammenfassung Mittelwert, Median und Standardabweichung

	Mittelwert [mm/s]	Median [mm/s]	Standardabweichung [mm/s]
Aufgabe 1	5.6	5.5	0.7
Aufgabe 2	13.7	9.9	9.2
Aufgabe 3	9.5	7.6	4.6
Aufgabe 4	7.0	6.9	1.0
Aufgabe 5	8.4	7.5	2.4
Aufgabe 6	6.7	6.7	1.2
Aufgabe 7	17.8	17.5	3.7

Anmerkung. Darstellung des Mittelwerts, Median und Standardabweichung der Mittelwertgeschwindigkeit für alle Gleichgewichtsaufgaben.

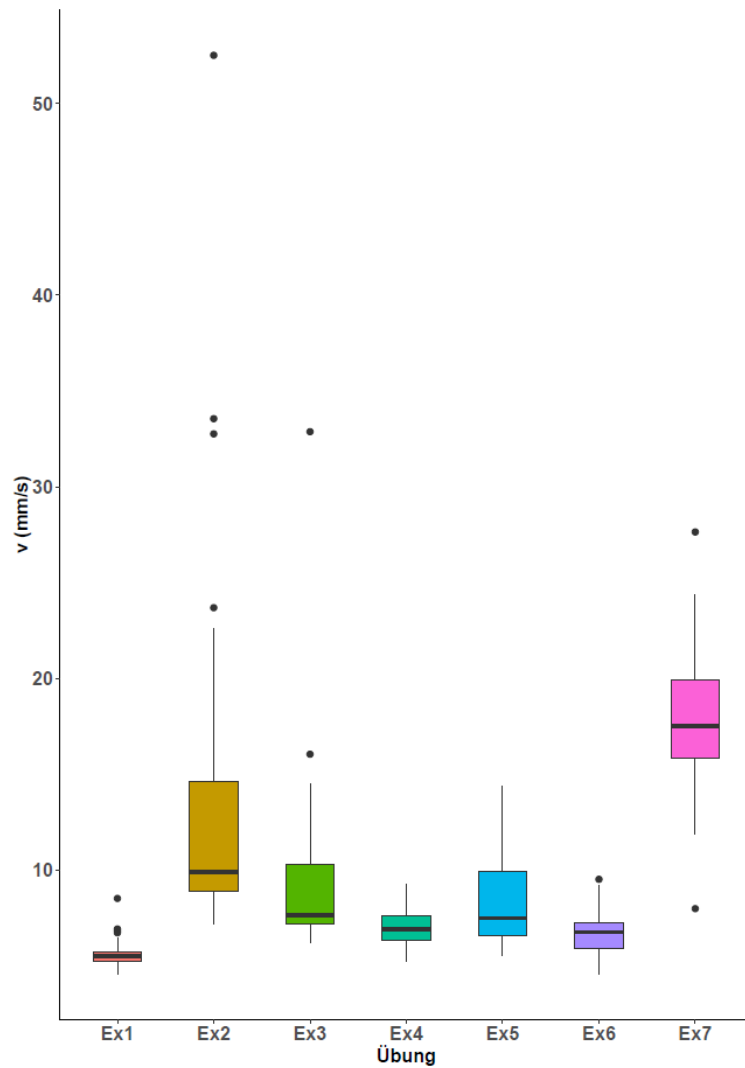


Abbildung 3. Boxplotdarstellung der Mittelwertgeschwindigkeit aller Übungen.

Resultate der Maximalgeschwindigkeit

Der Normalitätstest wurde nach Shapiro Wilk durchgeführt. Der W-Wert ist 0.75 und der p-Wert ist <0.001 . Die Datensätze sind nicht parametrisch verteilt.

Der nicht parametrische Test nach Friedman ergibt einen p-Wert von <0.001 . Es besteht eine Differenz zwischen den Gleichgewichtsübungen.

Tabelle 8

Multipler Vergleich der Gruppen nach Friedman

p - Wert

0.05 [-]

Gruppe	beobachtete Differenz	kritische Differenz	Differenz
1-2	142	57.96276	TRUE
1-3	86	57.96276	TRUE
1-4	25	57.96276	FALSE
1-5	102	57.96276	TRUE
1-6	66	57.96276	TRUE
1-7	188	57.96276	TRUE
2-3	56	57.96276	FALSE
2-4	117	57.96276	TRUE
2-5	40	57.96276	FALSE
2-6	76	57.96276	TRUE
2-7	46	57.96276	FALSE
3-4	61	57.96276	TRUE
3-5	16	57.96276	FALSE
3-6	20	57.96276	FALSE
3-7	102	57.96276	TRUE
4-5	77	57.96276	TRUE
4-6	41	57.96276	FALSE
4-7	163	57.96276	TRUE
5-6	36	57.96276	FALSE
5-7	86	57.96276	TRUE
6-7	122	57.96276	TRUE

Tabelle 9

Zusammenfassung Mittelwert, Median und Standardabweichung

	Mittelwert [mm/s]	Median [mm/s]	Standardabweichung [mm/s]
Aufgabe 1	21.0	19.4	7.8
Aufgabe 2	54.8	30.8	51.0
Aufgabe 3	32.9	26.1	22.0
Aufgabe 4	21.9	22.1	3.3
Aufgabe 5	29.1	27.3	7.6
Aufgabe 6	24.4	23.4	5.1
Aufgabe 7	53.7	50.2	11.1

Anmerkung. Darstellung des Mittelwerts, Median und Standardabweichung der Maximalgeschwindigkeit für alle Gleichgewichtsaufgaben.

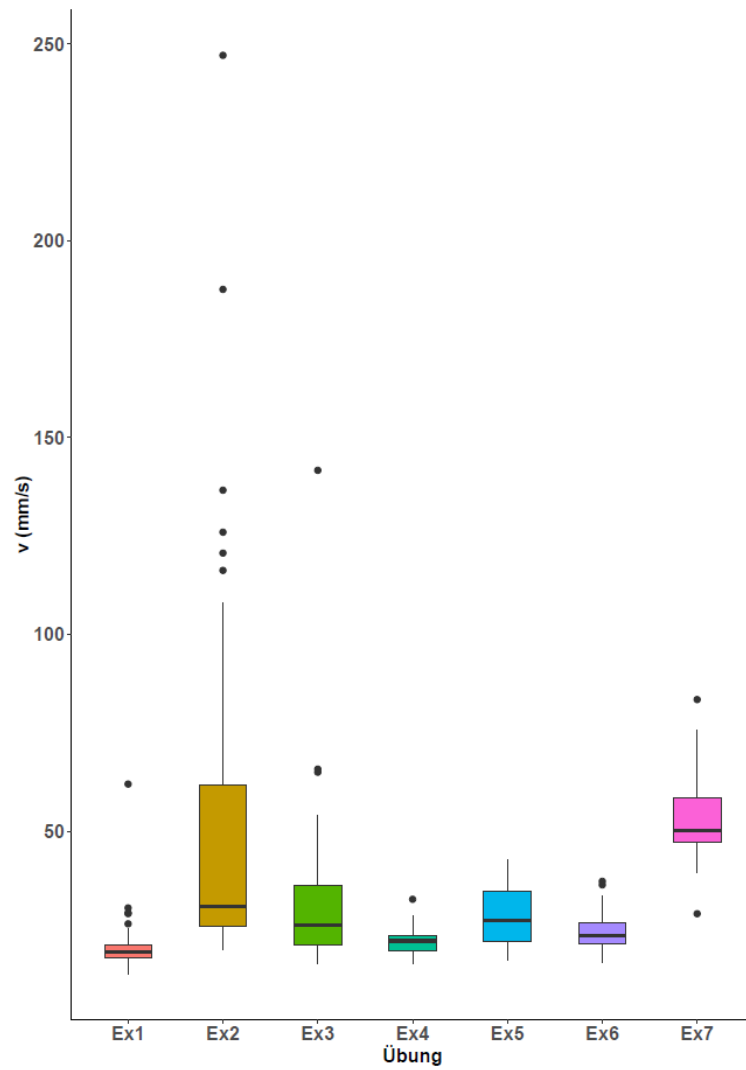


Abbildung 4. Boxplotdarstellung der Maximalgeschwindigkeit aller Übungen.

3.4 Korrelation BBS und Gleichgewichtsaufgaben

In diesem Kapitel wird die Korrelation zwischen dem BBS Test und der mit dem Kinect gemessenen Geschwindigkeit dargestellt. Die Geschwindigkeit wird unterteilt in Median-, Mittelwert- und Maximalgeschwindigkeit.

Resultate der Mediangeschwindigkeit

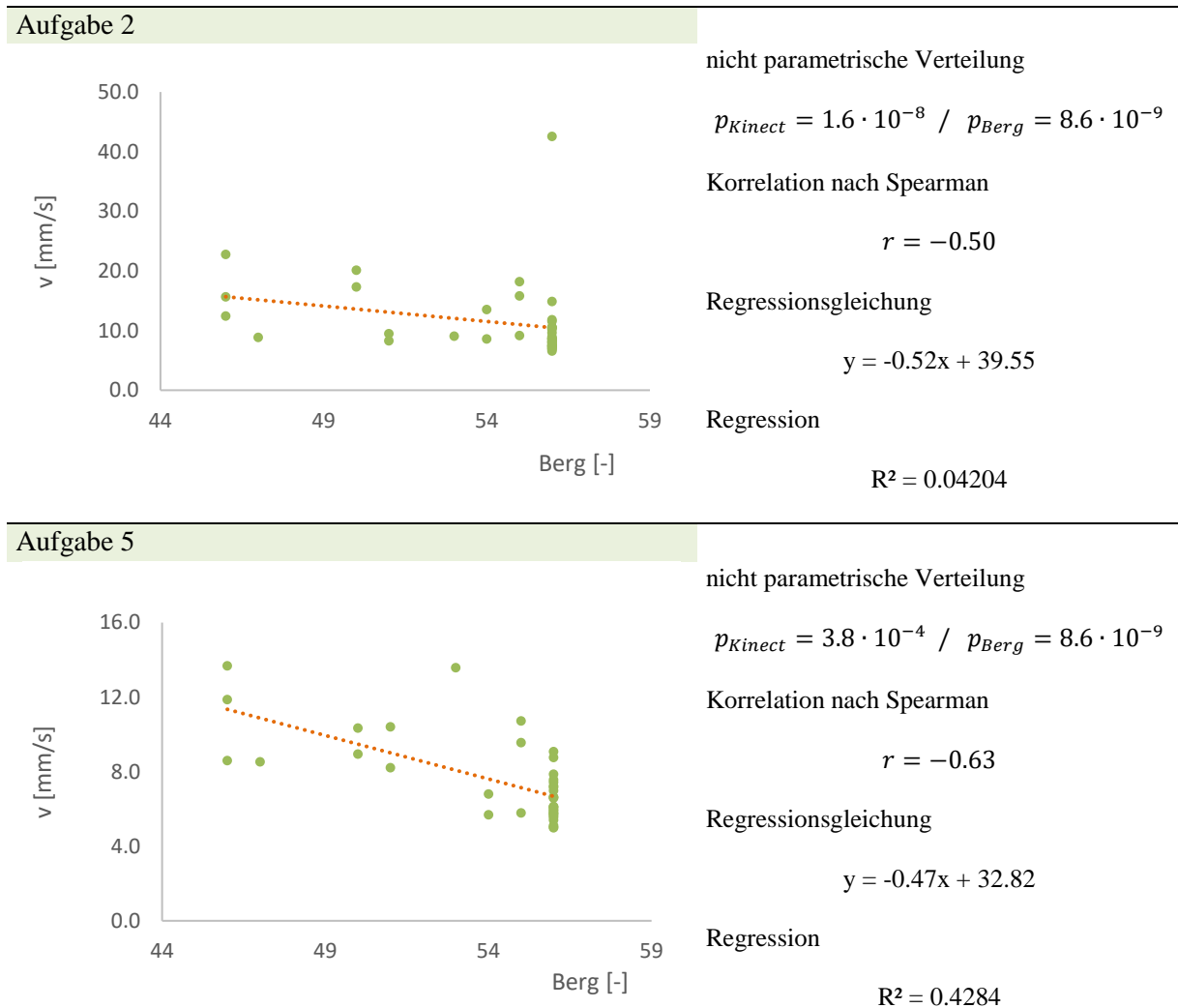
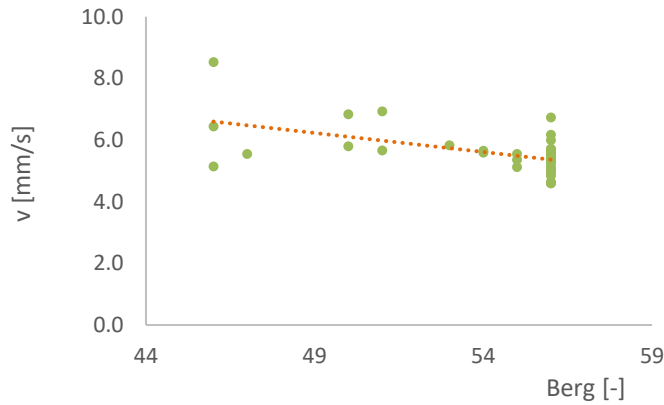


Abbildung 5. Darstellung der Korrelation nach Spearman für die Gleichgewichtsaufgaben 2 und 5.

Resultate der Mittelwertgeschwindigkeit

Aufgabe 1



nicht parametrische Verteilung

$$p_{Kinect} = 5.5 \cdot 10^{-5} / p_{Berg} = 8.6 \cdot 10^{-9}$$

Korrelation nach Spearman

$$r = -0.45$$

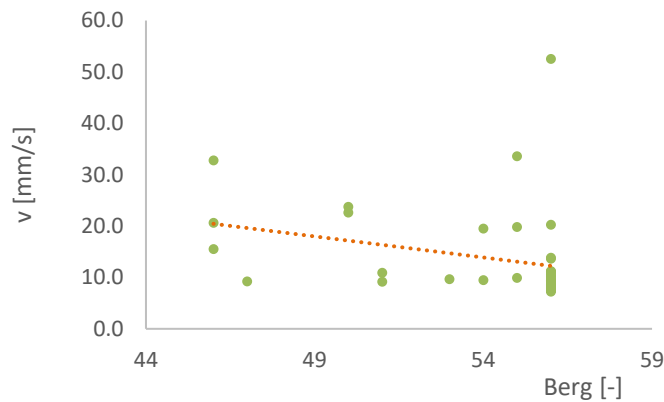
Regressionsgleichung

$$y = -0.12x + 12.28$$

Regression

$$R^2 = 0.2773$$

Aufgabe 2



nicht parametrische Verteilung

$$p_{Kinect} = 3.8 \cdot 10^{-8} / p_{Berg} = 8.6 \cdot 10^{-9}$$

Korrelation nach Spearman

$$r = -0.48$$

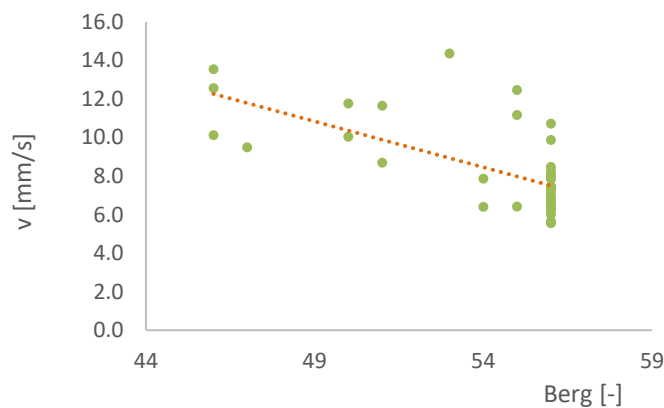
Regressionsgleichung

$$y = -0.82x + 58.14$$

Regression

$$R^2 = 0.05795$$

Aufgabe 5



nicht parametrische Verteilung

$$p_{Kinect} = 1.1 \cdot 10^{-3} / p_{Berg} = 8.6 \cdot 10^{-9}$$

Korrelation nach Spearman

$$r = -0.64$$

Regressionsgleichung

$$y = -0.47x + 34.17$$

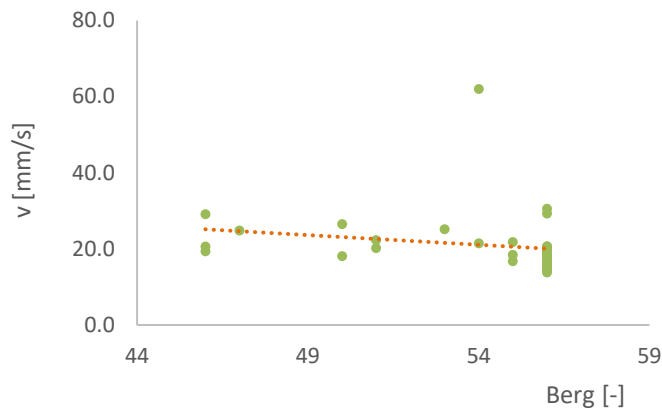
Regression

$$R^2 = 0.4014$$

Abbildung 6. Darstellung der Korrelation nach Spearman für die Gleichgewichtsaufgaben 1, 2 und 5.

Resultate der Maximalgeschwindigkeit

Aufgabe 1



nicht parametrische Verteilung

$$p_{Kinect} = 3.0 \cdot 10^{-9} / p_{Berg} = 8.9 \cdot 10^{-9}$$

Korrelation nach Spearman

$$r = -0.46$$

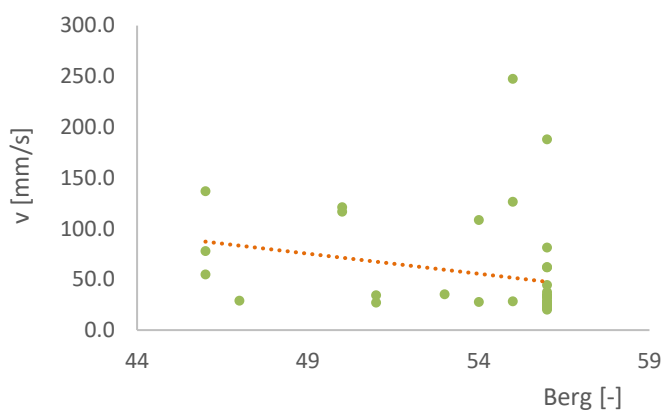
Regressionsgleichung

$$y = -0.51x + 48.59$$

Regression

$$R^2 = 0.0184$$

Aufgabe 2



nicht parametrische Verteilung

$$p_{Kinect} = 5.5 \cdot 10^{-8} / p_{Berg} = 8.6 \cdot 10^{-9}$$

Korrelation nach Spearman

$$r = -0.50$$

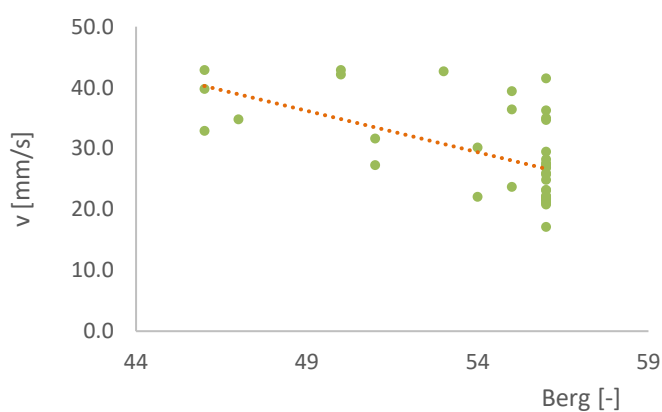
Regressionsgleichung

$$y = -3.96x + 269.09$$

Regression

$$R^2 = 0.0370$$

Aufgabe 5



nicht parametrische Verteilung

$$p_{Kinect} = 3.6 \cdot 10^{-3} / p_{Berg} = 8.6 \cdot 10^{-9}$$

Korrelation nach Spearman

$$r = -0.60$$

Regressionsgleichung

$$y = -1.36x + 102.78$$

Regression

$$R^2 = 0.3144$$

Abbildung 7. Darstellung der Korrelation nach Spearman für die Gleichgewichtsaufgaben 1, 2 und 5.

4 Diskussion

In diesem Teil der Arbeit werden die Resultate unter Berücksichtigung der in der Einleitung vorgestellten Literatur interpretiert, diskutiert und die Fragestellung wird beantwortet.

Insgesamt wurden 39 Probanden analysiert. Davon waren 18 Probanden Frauen und 21 Probanden Männer. Der Mittelwert des Alters von allen teilgenommenen Probanden war 69.8 Jahre mit einer Standardabweichung von 7.7 Jahren. Das Durchschnittsalter der Probandinnen betrug 70.1 Jahre (Standardabweichung 7.6 Jahre) und jenes der männlichen Probanden 69.5 Jahre (Standardabweichung 7.6 Jahre). Alle Probanden waren, wie bei den Auswahlkriterien gefordert, älter als 60 Jahre. Die untersuchten Probanden hatten keine orthopädischen Leiden und erlitten auch noch nie einen Schlaganfall (Tabelle 1).

Zu Beginn der Testreihe wurden der MMS Test, der BBS Test und der TUG Test durchgeführt (Tabelle 3). Beim kognitiven Test (MMS) betrug der Mittelwert von allen Probanden 28.1 Punkte mit einer Standardabweichung von 1.9 Punkten (weibliche Probanden 28.2 ± 2.3 , männliche Probanden 28.1 ± 1.5). Die Probandin 16 hatte die erforderliche Punktezahl von 24 Punkten nicht erreicht. Trotzdem wurde sie in der Auswertung der Resultate berücksichtigt, weil ihre Ergebnisse keine Ausreisser darstellten. Der Mittelwert beim BBS Test lag für alle Probanden bei 54.2 Punkten mit einer Standardabweichung von 3.2 Punkten (weibliche Probanden 54.1 ± 2.8 , männliche Probanden 54.2 ± 3.6). Alle Probanden hatten die erforderliche Punktzahl von 45 Punkten erreicht, was keine erhöhte Sturzgefahr in nächster Zeit bedeutet. Für den TUG Test wurde ein Mittelwert von 10.0 Sekunden berechnet. Die Standardabweichung betrug 3.2 Sekunden. Weibliche und männliche Probanden hatten einen Mittelwert von 10.0 Sekunden und eine Standardabweichung von 2.3 Sekunden beziehungsweise 1.6 Sekunden. Die Probandin 15 hatte die maximale Zeitdauer von 13.5 Sekunden überschritten, was ein erhöhtes Sturzrisiko bedeutet. Auch ihre Resultate wurden bei der Auswertung berücksichtigt, weil es keine Ausreisser gab.

In der Praxis gelten der TUG Test und der BBS Test als wichtige Referenztests, um das Sturzrisiko einer Person zu erfassen. Die Validität und Reliabilität dieser beiden Assessments konnten wissenschaftlich belegt werden. Alle Probanden haben während des Versuchs beide Tests durchgeführt. Um die lineare Beziehung dieser Tests zu bestimmen, wurde die Korrelation berechnet. Die Datensätze des TUG und BBS Tests waren nicht parametrisch verteilt. Aus diesem Grund wurde die Korrelation nach Spearman berechnet und ergab einen Korrelationswert von $r = -0.57 [-]$ (Abbildung 1). Dieser Wert bedeutet, dass eine moderate Beziehung zwischen den beiden Testverfahren besteht. Eine grössere Korrelation wäre wünschenswert gewesen. Jedoch

ist zu erwähnen, dass der TUG- sowie der BBS Test konzipiert wurden, um das Sturzrisiko von sturzgefährdeten Patienten zu bestimmen. In dieser Studie wurden lediglich Probanden untersucht, welche vorgängig kein Sturzrisiko aufwiesen. Ein möglicher Grund, warum die Korrelation zwischen dem TUG- und BBS Test moderat war. Eine andere Studie untersuchte 63 Probanden, welche an multipler Sklerose litten, auf ihr Sturzrisiko. Unter anderem haben die Patienten in dieser Studie ein TUG- und BBS Test durchgeführt. Der Korrelationswert zwischen dem TUG und BBS Test betrug in dieser Arbeit $r = -0.62 [-]$ (Cattaneo et al., 2006). Daraus lässt sich schlussfolgern, dass der in dieser Studie erhaltene Korrelationswert von $r = -0.57 [-]$ bei nicht sturzgefährdeten Patienten als in der korrekten Grössenordnung angenommen werden kann.

Anhand eines statistischen Verfahrens wurden die sieben Gleichgewichtsaufgaben analysiert, wie sie sich untereinander unterscheiden. Wie im Kapitel Resultate dargestellt, wurde ein statistisches Verfahren für die Median-, Mittelwert- und Maximalgeschwindigkeit durchgeführt. Die Resultate werden im Folgenden interpretiert.

Mediangeschwindigkeit: Die Aufgabe 1 (Mittelwert 5 mm/s) und Aufgabe 2 (Mittelwert 16 mm/s) unterschieden sich am stärksten von allen Aufgaben (Tabelle 6). Die Aufgabe 2 hatte den zweitgrössten Mittelwert (11.4 mm/s) und die grösste Standardabweichung (6.4 mm/s). Dies ist damit zu begründen, dass es vier Ausreisser gab, die den Mittelwert anhoben. Die Aufgaben 3 bis 5 waren alle in der gleichen Grössenordnung bezüglich des Mittelwerts und liegen zwischen 5.9 [mm/s] und 8.5 [mm/s]. Anhand des multiplen Vergleichs nach Friedman unterscheidet sich die Aufgabe 1 von allen Aufgaben ausser von Aufgabe 6. Die Aufgabe 7 unterschied sich bloss von der Aufgabe 2 nicht. Resultierend lässt sich aus der Mittelwert- und Friedman Analyse sagen, dass sich die Aufgaben 1 und 7 am stärksten von den anderen Aufgaben unterschieden.

Mittelwertgeschwindigkeit: Bei der Mittelwertgeschwindigkeit stellten die Aufgaben 1 und 7 die grössten Differenzen für den Mittelwert dar (Tabelle 8). Die Aufgabe 1 hatte einen Mittelwert von 5.6 [mm/s] und die Aufgabe 7 einen Mittelwert von 17.8 [mm/s]. Einen weiteren hohen Mittelwert hatte die Aufgabe 2 (13.7 mm/s) und dazu die grösste Standardabweichung (9.2 mm/s). Wie bei der Mediangeschwindigkeit wird die Aufgabe 2 durch vier Ausreisser beeinflusst. Die Aufgaben 3 bis 6 hatten den Mittelwert in der gleichen Grössenordnung (6.7 mm/s bis 9.5 mm/s). Beobachtet man den Unterschied innerhalb der Aufgaben nach Friedman, konnte festgestellt werden, dass sich die Aufgaben 1 und 7 am meisten von den anderen Aufgaben unterscheiden. Die Aufgabe 1 unterscheidet sich nach Friedmann von allen Aufgaben und die Aufgabe 7 unterscheidet sich bloss nicht von der Aufgabe 2. Anhand der Mittelwert-,

und Friedman Analyse kann interpretiert werden, dass sich die Aufgaben 1 und 7 am meisten von den anderen Aufgaben unterschieden.

Maximalgeschwindigkeit: Bei dieser Untersuchung unterschieden sich die Aufgaben 1 und 2 beim Mittelwert am stärksten von den anderen Aufgaben (Tabelle 10). Die Aufgabe 1 hatte mit 21 [mm/s] den kleinsten Mittelwert. Den grössten Mittelwert hatte die Aufgabe 2 mit 54.8 [mm/s]. Die Aufgabe 2 hatte ebenfalls die grösste Standardabweichung (51.0 mm/s). Es ist zu beobachten, dass der Mittelwert sehr stark von sechs Ausreissern beeinflusst wird. Den zweitgrössten Mittelwert hatte die Aufgabe 7 mit 53.7 [mm/s]. Einen ähnlich kleinen Mittelwert wie die Aufgabe 1 hatte die Aufgabe 4 mit 21.9 [mm/s]. Die Aufgaben 3, 5 und 6 lagen alle in derselben Grössenordnung bezüglich des Mittelwerts (24.4 mm/s – 32.9 mm/s). Untersucht man die Aufgaben anhand des multiplen Vergleichs nach Friedman, unterschieden sich die Aufgaben 1 und 7 am meisten von den anderen Aufgaben. Die Aufgabe 1 unterschied sich von allen Aufgaben, ausgenommen der Aufgabe 4. Aufgabe 7 unterschied sich nur nicht von der Aufgabe 2. Schlussfolgernd kann gesagt werden, dass sich die Aufgaben 1 und 7 anhand der Mittelwert-, und Friedman Analyse am meisten von den anderen Aufgaben unterscheiden. Bei allen drei Geschwindigkeiten (Median-, Mittelwert-, Maximalgeschwindigkeit) konnte aufgrund der Mittelwert- und Friedman Analyse aufgezeigt werden, dass sich die Aufgaben 1 und 7 am stärksten von den anderen Aufgaben unterscheiden. Die Aufgabe 1 (Zweibeinstand, fester Untergrund, Augen offen) war aufgrund der kleinen Mittelwerte und Mediane zu einfach für die Probanden. Dies aus dem möglichen Grund, weil die Probanden kein Sturzrisiko aufwiesen. Im Gegensatz dazu war die Aufgabe 7 (Zweibeinstand, Airex-Kissen, Augen zu) mit den grössten Mittelwerten und Medianen zu schwierig für die Probanden. Grund für die Schwierigkeit der Aufgabe 7 war die Bedingung, dass die Augen während der Aufgabe geschlossen waren. Die Aufgabe 5 hatte die gleichen Bedingungen, ausser dass die Augen offenbleiben durften, und war bei allen Geschwindigkeiten in derselben Grössenordnung wie die anderen Aufgaben.

Die Korrelation zwischen dem BBS Test und den Gleichgewichtsaufgaben wird im Folgenden diskutiert. Die Korrelation wurde nach Median-, Mittelwert- und Maximalgeschwindigkeit durchgeführt. Alle Korrelationen wurden nach Spearman berechnet, weil die Datensätze nicht parametrisch verteilt waren.

Mediangeschwindigkeit: Bei der Mediangeschwindigkeit wurde für die Aufgabe 2 eine Korrelation von $r = -0.50 [-]$ berechnet (Abbildung 5). Das entspricht einer moderaten Beziehung zwischen dem BBS Test und der Aufgabe 2. Die Regression war 4.2 [%]. Der Korrelationswert

zwischen dem BBS Test und der Aufgabe 5 war $r = -0.63 [-]$. Dieser Wert entspricht ebenfalls einer moderaten linearen Beziehung. Für die Regression wurden 42.8 [%] berechnet.

Mittelwertgeschwindigkeit: Bei dieser Geschwindigkeit wurde für die Aufgabe 1 eine Korrelation mit dem BBS Test von $r = -0.45 [-]$ berechnet (Abbildung 6). Dies bedeutet, dass keine Beziehung besteht. Die Regression betrug 27.7 [%]. Für die Aufgabe 2 konnte mit $r = -0.48$ eine etwas höhere Korrelation berechnet werden. Dieser Wert ist nahe an der Grenze für eine moderate Beziehung, jedoch nicht ausreichend, um als moderat bezeichnet zu werden. Den grössten Korrelationswert mit dem BBS Test stellte die Aufgabe 5 dar. Es wurde ein Wert von $r = -0.64 [-]$ berechnet und die Regression betrug 40.1 [%].

Maximalgeschwindigkeit: Auch für die Maximalgeschwindigkeit stellten die Aufgaben 1,2 und 5 die höchsten Korrelationen dar (Abbildung 7). Für die Aufgabe 1 wurde eine Korrelation von $r = -0.46$ berechnet, was keiner linearen Beziehung entspricht. Die Regression betrug 1.8 [%]. Die Aufgabe 2 stellte mit einem Korrelationswert von $r = -0.50 [-]$ die minimale Anforderung für eine moderate Beziehung dar. Die Regression bei dieser Aufgabe betrug 3.7 [%]. Wie bei den vorherigen Berechnungen stellt die Aufgabe 5 mit einer Korrelation von $r = -0.60 [-]$ den grössten Wert dar. Dies entspricht einer moderaten Beziehung mit dem BBS Test. Hier wurde eine Regression von 31.4 [%] berechnet. Bei allen Geschwindigkeiten (Median, Mittelwert, Maximum) wurden bei der Aufgabe 5 (Zweibeinstand, Airex-Kissen, Augen offen) die grössten Korrelationen mit dem BBS Test berechnet. Der absolut grösste Wert betrug $r = -0.64$ bei der Mittelwertgeschwindigkeit. Die zweitgrösste Korrelation bei allen Geschwindigkeiten stellte die Aufgabe 2 (Einbeinstand, fester Untergrund, Augen offen) dar. Bei der Mittelwertgeschwindigkeit betrug die Korrelation für die Aufgabe 2 $r = -0.48 [-]$, was in der Theorie bedeutet, dass keine Relation besteht. Für die anderen beiden Geschwindigkeiten betrug die Korrelation $r = -0.50 [-]$.

Es stellte sich heraus, dass die Aufgabe 5 (Zweibeinstand, Airex-Kissen, Augen offen) die beste Korrelation mit dem BBS Test hatte. Diese Übung wird unter anderem auch in anderen Tests, wie dem wissenschaftlich getesteten PPA Test verwendet (Stephen R Lord et al., 2003). In einer Studie fand man heraus, dass der Zweibeinstand auf einem Airex-Kissen mit offenen Augen eine der notwendigen Variablen war, um Probanden mit mehreren Stürzen von Probanden mit einem oder weniger Stürzen zu unterscheiden (S R Lord, Ward, Williams, & Anstey, 1994). Eine andere Studie kam zum Resultat, dass bei Übungen im Zweibeinstand kein signifikanter Unterschied zwischen Sturzgefährdeten und nicht Sturzgefährdeten in der Haltungsstabilität war. Sie kamen zur Schlussfolgerung, dass Gleichgewichtstests im Rombergstand zur Unterscheidung von sturzgefährdeten und nicht sturzgefährdeten älteren Menschen zu empfehlen sind (Melzer

et al., 2004). Nach der Gleichgewichtsaufgabe 5 stellte die Aufgabe 2 (Einbeinstand, fester Untergrund, Augen offen) eine moderate Korrelation mit dem BBS Test dar. Der Einbeinstand mit offenen Augen wird in klinischen Tests wie beim BBS Test verwendet (Berg, Wood-Dauphinee, et al., 1992). Eine Studie aus dem Jahr 2000 unterstützt die Hypothese, dass sich die Einbeinstandsfähigkeit eignet, um zwischen sturzgefährdeten und nicht sturzgefährdeten Probanden zu unterscheiden (Medell & Alexander, 2000).

Ziel dieser Arbeit war es, herauszufinden, wie gross die Korrelation der statischen Gleichgewichtsaufgaben mit dem BBS Test ist. Es wurden zwei Aufgaben identifiziert, die mit dem BBS Test korrelieren. Es waren dies die Aufgabe 2 (Einbeinstand, fester Untergrund, Augen offen) und Aufgabe 5 (Zweibeinstand, Airex-Kissen, Augen offen). Wie in der Einleitung beschrieben und anhand der Literatur bestätigt, eignen sich die Gleichgewichtsaufgaben 2 und 5, sturzgefährdete von nicht sturzgefährdeten Probanden zu unterscheiden. Der BBS Test wurde dazu konzipiert, um in erster Linie sturzgefährdete Personen zu identifizieren. Korrekterweise muss gesagt werden, dass nur Probanden an dieser Studie teilgenommen hatten, die anhand des BBS Test kein Sturzrisiko darstellten. Nichts desto trotz wurden zwei Aufgaben gefunden, die mit dem BBS Test moderat korrelieren. An dieser Stelle kann man die Schwäche dieser Studie sehen, nämlich dass nur nicht sturzgefährdete Probanden untersucht wurden. Dies ist vor allem in den Graphiken ersichtlich, welche die Korrelationen zwischen den Übungen und dem BBS Test darstellen. Die Datenpunkte befinden sich mehrheitlich im oberen Skalabereich des BBS Tests. In einer weiterführenden, ergänzenden Studie ist zu empfehlen, Probanden mit einem Sturzrisiko anhand des BBS Test zu untersuchen. Somit kann geklärt werden, ob die Gleichgewichtsaufgaben 2 und 5 ebenfalls mit dem BBS Test korrelieren.

5 Schlussfolgerung

Es gibt verschiedene validierte Assessments, mit welchen in klinischen Institutionen das Sturzrisiko erfasst wird. Namentlich der TUG Test, der BBS Test oder der PPA Test. Es handelt sich um Tests, welche die Gleichgewichtsfähigkeit und das Sturzrisiko von älteren Menschen erfassen und beurteilen. Diese Testreihen beinhalten unter anderem statische Gleichgewichtsaufgaben wie der Zweibeinstand, der Einbeinstand mit geschlossenen und offenen Augen oder der Zweibeinstand auf einem Airex-Kissen. Ziel dieser Arbeit war es, herauszufinden, welche statische Gleichgewichtsaufgaben, aufgenommen mit dem Kinect v2 Sensor, mit dem BBS Test moderat korrelieren. Die Probanden waren nicht sturzgefährdet. Anhand von statistischen Verfahren und Analysen wurde aufgezeigt, dass der Zweibeinstand auf einem Airex-Kissen mit geöffneten Augen am besten mit dem BBS Test korrelierte (Aufgabe 5). Es wurde ein Korrelationswert von $r = -0.64 [-]$ berechnet. Eine weitere Aufgabe korrelierte moderat mit dem BBS Test, es war dies der Einbeinstand auf festem Untergrund und geöffneten Augen (Aufgabe 2). Hier wurde ein Korrelationswert von $r = -0.50 [-]$ bestimmt. Die Korrelationen bestätigen die Erkenntnisse der Literatur. Die Aufgabe 2 wird im BBS Test eingesetzt, um das Sturzrisiko von älteren Menschen zu beurteilen (Bogle Thorbahn & Newton, 1996). Der PPA Test beinhaltet unter anderem die Aufgabe 5 (Stephen R Lord et al., 2003). Weiter wurde die Aufgabe 5 in einer wissenschaftlichen Studie zur Sturzrisikobeurteilung von älteren Menschen verwendet (Melzer et al., 2004). In Bezug zur Fragestellung dieser Arbeit kann gesagt werden, dass die Gleichgewichtsaufgaben 2 und 5, durchgeführt von nicht sturzgefährdeten Probanden mit dem BBS Test moderat korrelierten. Es ist anzufügen, dass die Sturzassessments in erster Linie entwickelt wurden, um das Sturzrisiko von sturzgefährdeten Patienten zu erfassen. Um die Erkenntnisse dieser Studie zu komplettieren, ist weitere Forschungsarbeit nötig. Es ist zu empfehlen, sturzgefährdete Probanden zu untersuchen und zu bestimmen, welche statischen Gleichgewichtsaufgaben mit dem BBS Test korrelieren.

Literatur

- Andersson, A. G., Kamwendo, K., Seiger, A., & Appelros, P. (2006). How to identify potential fallers in a stroke unit: validity indexes of 4 test methods. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 38(3), 186–191. <https://doi.org/10.1080/16501970500478023>
- Berg, K., Maki, B. E., Williams, J. I., Holliday, P. J., & Wood-Dauphinee, S. L. (1992). Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 73(11), 1073–1080.
- Berg, K., Wood-Dauphinee, S. L., Williams, J. I., & Maki, B. (1992). Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne de Sante Publique*, 83 Suppl 2, S7-11.
- Berg, K., Wood-Dauphinee, S., & Williams, J. I. (1995). The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 27(1), 27–36.
- bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung. (2015). Statistik der Nichtberufsunfälle und des Sicherheitsniveaus in der Schweiz, Strassenverkehr, Sport, Haus und Freizeit.
- bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung. (2016). Fakten und Zahlen. Kampagne «sicher stehen – sicher gehen». Retrieved from http://www.sichergehen.ch/wp-content/uploads/Medien/Fakten_Zahlen.pdf
- Bischoff, H. A., Stahelin, H. B., Monsch, A. U., Iversen, M. D., Weyh, A., von Dechend, M., ... Theiler, R. (2003). Identifying a cut-off point for normal mobility: a comparison of the timed “up and go” test in community-dwelling and institutionalised elderly women. *Age and Ageing*, 32(3), 315–320.
- Bogle Thorbahn, L. D., & Newton, R. A. (1996). Use of the Berg Balance Test to predict falls in elderly persons. *Physical Therapy*, 76(6), 575–576.
- Bohannon, R. W. (1997). Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. *Age and Ageing*, 26(1), 15–19.
- Buchner, D. M., Hornbrook, M. C., Kutner, N. G., Tinetti, M. E., Ory, M. G., Mulrow, C. D., ... Wolf, S. L. (1993). Development of the common data base for the FICSIT trials. *Journal of the American Geriatrics Society*, 41(3), 297–308.
- Cattaneo, D., Regola, A., & Meotti, M. (2006). Validity of six balance disorders scales in persons with multiple sclerosis. *Disability and Rehabilitation*, 28(12), 789–795. <https://doi.org/10.1080/09638280500404289>
- Chorin, F., Cornu, C., Beaune, B., Frere, J., & Rahmani, A. (2016). Sit to stand in elderly fallers

- vs non-fallers: new insights from force platform and electromyography data. *Aging Clinical and Experimental Research*, 28(5), 871–879. <https://doi.org/10.1007/s40520-015-0486-1>
- Coutts, F. (1999). Gait analysis in the therapeutic environment. *Manual Therapy*, 4(1), 2–10.
- Dias, N., Kempen, G. I. J. M., Todd, C. J., Beyer, N., Freiburger, E., Piot-Ziegler, C., ... Hauer, K. (2006). [The German version of the Falls Efficacy Scale-International Version (FES-I)]. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 39(4), 297–300. <https://doi.org/10.1007/s00391-006-0400-8>
- Dickens, J., Jones, M., & Johansen, A. (2006). Falls definition—reliability of patients’ own reports. *Age Ageing*, 35, 450–51.
- Dolatabadi, E., Taati, B., & Mihailidis, A. (2016). Concurrent validity of the Microsoft Kinect for Windows v2 for measuring spatiotemporal gait parameters. *Medical Engineering & Physics*, 38(9), 952–958. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2016.06.015>
- Dubois, C. (2017). Measuring frailty and detecting falls for elderly home care using depth camera. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 9, 469–481.
- Ejupi, A., Brodie, M., Gschwind, Y. J., Lord, S. R., Zagler, W. L., & Delbaere, K. (2015). Kinect-Based Five-Times-Sit-to-Stand Test for Clinical and In-Home Assessment of Fall Risk in Older People. *Gerontology*, 62(1), 118–124. <https://doi.org/10.1159/000381804>
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). “Mini-mental state”. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3), 189–198.
- Frank, O., & Schwendimann, R. (2008). Schriftenreihe Patientensicherheit Schweiz Nr. 2. *Patientensicherheit Schweiz*, (2), 1–43.
- Giavarina, D. (2015). Understanding Bland Altman analysis. *Biochemia Medica*, 25(2), 141–151. <https://doi.org/10.11613/BM.2015.015>
- Hafsteinsdottir, T. B., Rensink, M., & Schuurmans, M. (2014). Clinimetric properties of the Timed Up and Go Test for patients with stroke: a systematic review. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 21(3), 197–210. <https://doi.org/10.1310/tsr2103-197>
- Harada, N., Chiu, V., Damron-Rodriguez, J., Fowler, E., Siu, A., & Reuben, D. B. (1995). Screening for balance and mobility impairment in elderly individuals living in residential care facilities. *Physical Therapy*, 75(6), 462–469.
- Hauer, K., Lamb, S. E., Jorstad, E. C., Todd, C., & Becker, C. (2006). Systematic review of definitions and methods of measuring falls in randomised controlled fall prevention trials. *Age and Ageing*, 35(1), 5–10. <https://doi.org/10.1093/ageing/afi218>

- Howcroft, J., Lemaire, E. D., Kofman, J., & McIlroy, W. E. (2017). Elderly fall risk prediction using static posturography. *PloS One*, 12(2), e0172398. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172398>
- Howcroft, J., Lemaire, E. D., Kofman, J., & McIlroy, W. E. (2018). Dual-Task Elderly Gait of Prospective Fallers and Non-Fallers: A Wearable-Sensor Based Analysis. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 18(4). <https://doi.org/10.3390/s18041275>
- Kristensen, M. T., Foss, N. B., & Kehlet, H. (2007). Timed “up & go” test as a predictor of falls within 6 months after hip fracture surgery. *Physical Therapy*, 87(1), 24–30. <https://doi.org/10.2522/ptj.20050271>
- Lamb, S. E., Jorstad-Stein, E. C., Hauer, K., & Becker, C. (2005). Development of a common outcome data set for fall injury prevention trials: the Prevention of Falls Network Europe consensus. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(9), 1618–1622. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53455.x>
- Larson, E. (1986). Evaluating validity of screening tests. *Nursing Research*, 35(3), 186–188.
- Lim, D., Kim, C., Jung, H., Jung, D., & Chun, K. J. (2015). Use of the Microsoft Kinect system to characterize balance ability during balance training. *Clinical Interventions in Aging*, 10, 1077–1083. <https://doi.org/10.2147/CIA.S85299>
- Lord, S R, Ward, J. A., Williams, P., & Anstey, K. J. (1994). Physiological factors associated with falls in older community-dwelling women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 42(10), 1110–1117.
- Lord, Stephen R, Menz, H. B., & Tiedemann, A. (2003). A physiological profile approach to falls risk assessment and prevention. *Physical Therapy*, 83(3), 237–252.
- Lundin-Olsson, L., Nyberg, L., & Gustafson, Y. (1997, March). “Stops walking when talking” as a predictor of falls in elderly people. *Lancet (London, England)*. England. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(97\)24009-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(97)24009-2)
- Mackenzie, L., Byles, J., & D’Este, C. (2006). Validation of self-reported fall events in intervention studies. *Clinical Rehabilitation*, 20(4), 331–339. <https://doi.org/10.1191/0269215506cr947oa>
- Mao, H.-F., Hsueh, I.-P., Tang, P.-F., Sheu, C.-F., & Hsieh, C.-L. (2002). Analysis and comparison of the psychometric properties of three balance measures for stroke patients. *Stroke*, 33(4), 1022–1027.
- Marks, D. (2016). Aufstehen – Gehen – Umdrehen – Gehen – Hinsetzen – Timed-up-and-go-Test. *Physiopraxis*, 14(07/08), 56–57. <https://doi.org/10.1055/s-0042-108951>
- Mathias, S., Nayak, U. S., & Isaacs, B. (1986). Balance in elderly patients: the “get-up and go”

- test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 67(6), 387–389.
- Medell, J. L., & Alexander, N. B. (2000). A clinical measure of maximal and rapid stepping in older women. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(8), M429-33. <https://doi.org/10.1093/gerona/55.8.m429>
- Melzer, I., Benjuya, N., & Kaplanski, J. (2004). Postural stability in the elderly: a comparison between fallers and non-fallers. *Age and Ageing*, 33(6), 602–607. <https://doi.org/10.1093/ageing/afh218>
- Murray, K. J., Hill, K., Phillips, B., & Waterston, J. (2005). A pilot study of falls risk and vestibular dysfunction in older fallers presenting to hospital emergency departments. *Disability and Rehabilitation*, 27(9), 499–506. <https://doi.org/10.1080/09638280400018486>
- National Institute of Clinical Excellence. (2004). *Clinical Practice Guideline for the Assessment and Prevention of Falls in Older People*. London. Retrieved from www.nice.org.uk/page.aspx?o=20116
- Newstead, A. H., Hinman, M. R., & Tomberlin, J. A. (2005). Reliability of the Berg Balance Scale and balance master limits of stability tests for individuals with brain injury. *Journal of Neurologic Physical Therapy : JNPT*, 29(1), 18–23.
- Park, S.-H. (2018). Tools for assessing fall risk in the elderly: a systematic review and meta-analysis. *Aging Clinical and Experimental Research*, 30(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s40520-017-0749-0>
- Persson, C. U., Danielsson, A., Sunnerhagen, K. S., Grimby-Ekman, A., & Hansson, P.-O. (2014). Timed Up & Go as a measure for longitudinal change in mobility after stroke - Postural Stroke Study in Gothenburg (POSTGOT). *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 11, 83. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-83>
- Pinto, E., & Peters, R. (2009). Literature review of the Clock Drawing Test as a tool for cognitive screening. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 27(3), 201–213. <https://doi.org/10.1159/000203344>
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39(2), 142–148.
- Schädler, S. (2007). Ein aufschlussreicher Test fürs Gleichgewicht Assessment: Berg Balance Scale. *Physiopraxis*, 5(11/12), 40–41. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1308125>
- Scherfer E, Bohls C, Freiburger E, Heise K-F, H. D. (2006). Berg-Balance-Scale - deutsche Version; Übersetzung eines Instruments zur Beurteilung von Gleichgewicht und

- Sturzgefährdung. *Physioscience*, 56–66.
- Schulein, S. (2014). [Comparison of the performance-oriented mobility assessment and the Berg balance scale. Assessment tools in geriatrics and geriatric rehabilitation]. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 47(2), 153–164. <https://doi.org/10.1007/s00391-013-0492-x>
- Shumway-Cook, A., Brauer, S., & Woollacott, M. (2000). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Physical Therapy*, 80(9), 896–903.
- Shumway-Cook, A., & Horak, F. B. (1986). Assessing the influence of sensory interaction of balance. Suggestion from the field. *Physical Therapy*, 66(10), 1548–1550.
- Skelton, D. A., Hauer, K., & Lamb, S. (2007, January). Re: “falls definition validation”. *Age and Ageing*. England. <https://doi.org/10.1093/ageing/afl138>
- Stevenson, T. J. (2001). Detecting change in patients with stroke using the Berg Balance Scale. *The Australian Journal of Physiotherapy*, 47(1), 29–38.
- Tinetti, M. E. (1986). Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *Journal of the American Geriatrics Society*, 34(2), 119–126.
- Trivedi, D. (2017). Cochrane Review Summary: Mini-Mental State Examination (MMSE) for the detection of dementia in clinically unevaluated people aged 65 and over in community and primary care populations. *Primary Health Care Research & Development*, 18(6), 527–528. <https://doi.org/10.1017/S1463423617000202>
- UVG. (2018). Schenkelhalsfraktur. Retrieved from http://www.unfallstatistik.ch/d/neuza/med_stat/pdf/UVMed_S720X.pdf
- von Friesendorff, M., Besjakov, J., & Akesson, K. (2008). Long-term survival and fracture risk after hip fracture: a 22-year follow-up in women. *Journal of Bone and Mineral Research : The Official Journal of the American Society for Bone and Mineral Research*, 23(11), 1832–1841. <https://doi.org/10.1359/jbmr.080606>
- Wrisley, D. M., & Whitney, S. L. (2004). The effect of foot position on the modified clinical test of sensory interaction and balance. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(2), 335–338.

Anhang

Fragebogen für Probanden



Partie réservée à la personne responsable de l' étude

Date :

Heure :

Numéro du Sujet :

1) Nom : _____

2) Prénom : _____

3) Date de naissance : _____

4) Taille : _____

5) Poids : _____

6) Problème auditif, opération (type et date), appareil auditif ?

7) Problème visuel, opération (type et date), correction, lunette durant l'expérience ?

8) Utilisez vous une aide technique habituellement lors de vos déplacements ? oui ☐ non ☐

Si oui : canne ☐ béquille ☐ déambulateur ☐

9) Avez vous eu une opération ces deux dernières années ? oui ☐ non ☐

Si oui, le type et la date :

10) Avez vous une prothèse de hanche ? Non ☐ jambe gauche ☐ jambe droite ☐

11) Avez vous chuté à votre domicile ces trois dernières années ? oui ☐ non ☐

Si vous avez répondu oui à la question 11) continuez le questionnaire sinon vous pouvez vous arrêter :

12) Combien de fois vous êtes vous retrouvé(e) au sol ? _____

13) Date et moment de(s) la chute(s) : _____

14) Lieu de(s) la chute(s) : _____

15) Avez vous été emmené(e) à l'hôpital ? oui ☐ non ☐

16) Avez vous perdu connaissance ? oui ☐ non ☐

17) La chute a-t-elle causé des traumatismes physiques ? oui ☐ non ☐

Si oui, les décrire : _____

Notes :

Erklärung zum Einverständnis



Formulaire de consentement aux participants pour participer à l'étude observationnelle
:

Evaluation des performances d'équilibre à partir d'un capteur ambiant

Madame, Monsieur,

Je soussigné certifie :

- Avoir lu, compris et accepté l'information contenue dans la « Information aux participants de l'étude ».
- Que j'ai pu poser toutes les questions souhaitées et que j'ai reçu des réponses satisfaisantes.
- Etre informé que je peux me retirer à tout moment de l'étude et sans préjudice.
- Etre informé que toutes les données personnelles, résultats obtenus à mon sujet et ma participation à l'étude sont confidentiels et ne seront disponibles qu'aux chercheurs directement impliqués dans cette étude.
- Etre informé que les résultats obtenus lors de l'étude seront publiés de manière anonyme, et sous une forme qui ne peut pas m'identifier, dans une ou plusieurs publications scientifiques. J'y ai donné mon accord.
- Consentir à participer volontairement à l'étude susmentionnée comme sujet.

Sujet de l'étude

Nom et prénom :

Date et signature :

Personne ayant conduit l'entretien de consentement

Je confirme avoir personnellement expliqué au sujet désigné ci-dessus la nature, le but, la durée, les effets et risques prévisibles de l'étude

Nom et prénom :

Date et signature :

QUESTIONNAIRE D'ACTIVITÉ PHYSIQUE QAPPA

Nous nous intéressons aux différents types d'activités physiques que vous faites dans votre vie quotidienne, même si vous ne vous considérez pas comme une personne active. Les questions concernent les sports, ainsi que les activités physiques que vous faites dans votre maison ou votre jardin, pour vos déplacements, pendant votre temps libre, et au travail.

I.1. ACTIVITES VIGOUREUSES

D'abord, pensez seulement aux activités physiques que vous avez pratiquées au cours des **7 DERNIERS JOURS** de manière **VIGOUREUSE**, c'est-à-dire, une activité physiquement difficile à réaliser et qui entraîne une importante augmentation du rythme cardiaque et respiratoire, comme par exemple, **FAIRE UN JOGGING**.

Cochez les activités que vous avez pratiquées, durant au moins 10 minutes sans arrêt, de manière VIGOUREUSE :

Jogging , Vélo sportif , Tennis intense , Natation intense , Randonnée intense avec dénivelé , Jardinage intense , Gymnastique intense , Activités ménagères intenses (faire les vitres, déplacer des meubles lourds)

Autres (précisez) : _____

Pas d'activité physique vigoureuse sur les 7 derniers jours

Si vous n'avez fait aucune activité de manière vigoureuse, passez à la question I.2

Sur les **7 derniers jours**, si vous avez pratiqué **UNE** ou **PLUSIEURS** de ces activités de manière **VIGOUREUSE**, durant au moins **10 minutes** sans arrêt, indiquez pour chaque jour pendant combien de temps (en minutes) ?

Lundi |___| Mardi |___| Mercredi |___| Jeudi |___| Vendredi |___| Samedi |___| Dimanche |___|

I.2 ACTIVITES MODÉRÉES

Maintenant, pensez aux activités physiques que vous avez pratiquées au cours des **7 DERNIERS JOURS** de manière **MODEREE**, c'est-à-dire, une activité qui entraîne une légère augmentation du rythme cardiaque et respiratoire, comme par exemple **MARCHER VITE**.

Cochez les activités que vous avez pratiquées, durant au moins 10 minutes sans arrêt, à une intensité MODÉRÉE :

Marche rapide en terrain plat , Vélo modéré , Tennis modéré , Natation modérée , Marche modérée avec dénivelé , Jardinage , Gymnastique douce , Danse , Yoga , Aquagym , Activités ménagères modérées (passer l'aspirateur, la serpillière) ,

Autres (précisez) : _____

Pas d'activité physique modérée sur les 7 derniers jours

Sur les **7 derniers jours**, si vous avez pratiqué **UNE** ou **PLUSIEURS** de ces activités de manière **MODÉRÉE**, durant au moins **10 minutes** sans arrêt, indiquez pour chaque jour pendant combien de temps (en minutes) ?

Lundi |___| Mardi |___| Mercredi |___| Jeudi |___| Vendredi |___| Samedi |___| Dimanche |___|

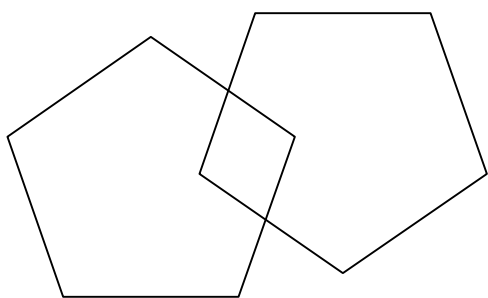
Mini Mental State Test

MINI MENTAL STATE (MMS)

SCORE :

	Obtenu	Maximum
Orientation (1 point par réponse juste) · temps : année saison mois jour date		5
· espace : pays canton ville lieu étage		5
Apprentissage (1 point par mot répété correctement; puis renommer jusqu'à mémorisation) · citron clé ballon · (cigare fleur porte)		3
Attention et calcul (1 point par soustraction exacte) · compter à partir de 100 en retirant 7 à chaque fois (93 ; 86 ; 79 ; 72 ; 65) · (épeler le mot « mardi » à l'envers)		5
Rappel des 3 mots appris (1 point par mot remémoré)		3
Langage et praxies · dénomination : crayon montre (1 point par objet)		2
· répéter : « pas de mais, de si, ni de et » (1 point si la répétition est correcte)		1
· ordre verbal : « prenez le papier dans la main droite, pliez-le en deux et jetez-le par terre » (1 point par partie de consigne exécutée)		3
· ordre écrit : « FERMEZ LES YEUX » (1 point si consigne exécutée)		1
· dessin (1 point si tous les angles présents + intersection de deux côtés différents)		1
· écrire une phrase entière (1 point si au moins un sujet et un verbe)		1
Score total		30

Folstein MF. J Psychiatr Res 1975 ;12 :189-198



FERMEZ LES YEUX !

Materialkontrolle und Testeinführung

Evaluation du matériel

0) Enlevez vos chaussures.

1) Pouvez vous vous mettre devant le capteur pour que nous contrôlions que vos habits soient bien identifiés par le capteur.

2) Nous allons maintenant tester votre vision et votre audition.

Dites top lorsque vous entendez un son.

Dites top lorsque vous voyez un point apparaître.

Remarques :

Evaluation mobilité avec capteur

Vous allez effectuer un test qui consiste à vous asseoir, vous lever, marcher et faire demi tour avant le tapis posé au sol puis revenir vous asseoir. Vous pouvez marcher normalement. Pour vous lever et vous asseoir, si possible ne vous aidez pas des mains. Je vous montre comment faire. Vous allez faire un essai pour voir si vous avez compris puis nous enregistrerons votre essai suivant.

Nom du fichier : S00tug

*1 : Pour le lever : Utilisation des mains ?

*4 : Pour s'asseoir : Utilisation des mains ?

Remarques :

[illegible]

Evaluation équilibre statique avec capteur

Vous allez effectuer différents exercices d'équilibre statique. Les exercices se feront près d'un mur ou une chaise. Vous ne devez pas le toucher mais si vraiment vous ne tenez plus alors vous pourrez vous appuyer et retenter à nouveau l'exercice. Une fois que l'exercice commence **IL NE FAUDRA PLUS PARLER sinon vous risqueriez de bouger.**

Familiarisation sans capteur : Lors de cette phase, il n'y aura pas d'enregistrement de vos performances. Nous allons vous demander de réaliser les exercices suivants durant 5 secondes pour vous familiariser avec ces exercices (se référer au fichier ConsigneExo.pdf pour connaître la consigne à donner) :

- Tandem avec retour auditif
- Sur un pied (*14 mesurer le temps :10 s, 5 et 10s, $\geq 3s$ ou $< 3s$)
- Pieds joints avec retour visuel
- Sur deux jambes avec mousse
- Sur deux jambes les yeux fermés (*6 mesurer le temps :10 s, $\geq 3s$ ou $< 3s$) -

Sur deux jambes avec retour visuel et auditif

Expérimentation avec capteur : Entre chaque exercice, vous pourrez faire une pause si vous le souhaitez. Se référer au fichier OrganisationSeance.pdf pour connaître l'ordre des exercices à demander aux participants.

Nom du fichier : S00statique01- S00statique02 – S00statique03... - S00statique22

Numéros des exercices avec appui sur la chaise :

[illegible]

Appui après 30 secondes :

Remarques :

Questionnaire :

Sans rien - Retour visuel - Retour auditif - Retour Visuel+auditif

Berg Balance Scale Test

Evaluation test de Berg avec capteur

Nous allons vous faire réaliser le test de Berg. Celui ci consiste en une série de 14 exercices d'équilibre.

INSTRUCTIONS GÉNÉRALES

Veillez faire une démonstration et/ou lire les instructions à haute voix. Pour la notation, cochez plutôt la note la plus basse. Dans la plupart des cas, le sujet doit maintenir une position indiquée pour le temps imposé. Plus de points sont déduits au fur et à mesure que les exigences de temps et de distance ne sont pas satisfaites, si le sujet a besoin de supervision, ou si le sujet prend appui sur un support externe ou s'il a recours à l'aide de l'examineur. Le sujet doit bien comprendre qu'il doit maintenir son équilibre sans assistance. Il est libre de choisir la jambe sur laquelle il va se tenir ou la distance qu'il peut atteindre. Une mauvaise estimation baissera la note.

Matériel requis : un chronomètre ou une montre avec une aiguille de seconde, une règle ou une autre marque de 5, 12 et 25 cm. Pendant l'examen, on devra utiliser des chaises d'une hauteur raisonnable. Pour le point 12, on peut utiliser une marche ou un tabouret de même hauteur qu'une marche normale.

1*. PASSER DE LA POSITION ASSISE À DEBOUT

INSTRUCTIONS : Veuillez vous lever en essayant de ne pas vous aider avec les mains.

- 4 Peut se lever sans l'aide de ses mains et garder son équilibre
- 3 Peut se lever seul avec l'aide des mains
- 2 Peut se lever en s'aidant de ses mains, après plusieurs tentatives
- 1 A besoin d'un peu d'aide pour se lever ou pour garder son équilibre
- 0 A besoin d'une aide modérée ou importante pour se lever

2. SE TENIR DEBOUT SANS APPUI

INSTRUCTIONS : Essayez de rester debout deux minutes sans prendre appui.

- 4 Peut rester debout sans danger pendant 2 minutes
- 3 Peut se tenir debout pendant 2 minutes, sous surveillance
- 2 Peut se tenir debout 30 secondes sans prendre appui
- 1 Doit faire plusieurs tentatives pour se tenir debout pendant 30 secondes sans prendre appui
- 0 Est incapable de rester debout 30 secondes sans l'aide de quelqu'un

3. SE TENIR ASSIS, DOS SANS APPUI, MAIS PIEDS AVEC APPUI AU SOL OU SUR UN TABOURET

INSTRUCTIONS : Ne pas faire si la personne a obtenu 4 au numéro précédent. Asseyez-vous les bras croisés pendant deux minutes, jambes écartées.

- 4 Peut rester assis(e) 2 minutes sans danger
- 3 Peut rester assis(e) 2 minutes, sous surveillance
- 2 Peut rester assis(e) 30 secondes
- 1 Peut rester assis(e) 10 secondes
- 0 Incapable de rester assis(e) sans appui, 10 secondes

4*. PASSER DE LA POSITION DEBOUT À ASSISE

INSTRUCTIONS : Veuillez vous asseoir.

- 4 Peut s'asseoir correctement en s'aidant légèrement des mains
- 3 Contrôle la descente avec les mains
- 2 Contrôle la descente avec le derrière des jambes sur la chaise
- 1 S'assoit sans aide, sans contrôler la descente
- 0 A besoin d'aide pour s'asseoir

5. TRANSFERTS

INSTRUCTIONS : Arranger les chaises pour un transfert pivot. Demander au sujet de s'asseoir sur le siège avec accoudoirs et ensuite sur le siège sans accoudoirs. On peut utiliser deux chaises (l'une avec et l'autre sans accoudoirs) ou un lit et une chaise.

- 4 Exécute l'exercice sans difficulté, en s'aidant un peu de ses mains
- 3 Exécute l'exercice sans difficulté, en s'aidant beaucoup de ses mains
- 2 Peut exécuter l'exercice moyennant des instructions verbales et (ou) une surveillance
- 1 A besoin d'être aidé par quelqu'un
- 0 A besoin de l'aide/surveillance de deux personnes afin d'être sécuritaire

6*. SE TENIR DEBOUT LES YEUX FERMÉS

INSTRUCTIONS : Fermez les yeux et restez immobile pendant 10 secondes.

- 4 Peut se tenir debout sans appui pendant 10 secondes, sans danger
- 3 Peut se tenir debout pendant 10 secondes, sous surveillance
- 2 Peut se tenir debout pendant 3 secondes
- 1 Incapable de fermer les yeux plus de 3 secondes mais garde l'équilibre
- 0 A besoin d'aide pour ne pas tomber

7. SE TENIR DEBOUT LES PIEDS JOINTS

INSTRUCTION : Placez vos pieds ensemble.

- 4 Peut joindre les pieds sans aide et rester debout pendant 1 minute, sans danger
- 3 Peut joindre les pieds sans aide et rester debout pendant 1 minute, sous surveillance
- 2 Peut joindre les pieds sans aide et rester debout durant moins de 30 secondes
- 1 A besoin d'aide pour joindre les pieds mais peut rester debout 15 secondes
- 0 A besoin d'aide pour exécuter l'exercice et ne peut se tenir debout plus de 15 secondes

8. DÉPLACEMENT VERS L'AVANT BRAS ÉTENDU(S)

INSTRUCTIONS : Levez les bras à 90 degrés. Étendre les doigts et aller le plus loin possible vers l'avant (demander au sujet de rouler les épaules). (L'évaluateur place une règle à l'extrémité des doigts du patient lorsque celui-ci les a levés à 90 degrés. Ses doigts ne doivent pas toucher la règle. On mesure la distance parcourue par les doigts lorsque le sujet atteint sa position antérieure maximale. Si possible, demander au sujet d'utiliser deux bras lorsqu'il se penche en avant afin d'éviter la rotation du tronc.)

- 4 Peut se pencher sans danger, 25 cm et plus
- 3 Peut se pencher sans danger, 12.5 cm et plus, moins que 25 cm
- 2 Peut se pencher sans danger, 5 cm et plus, moins que 12.5 cm
- 1 Peut se pencher mais sous surveillance
- 0 A besoin d'aide pour ne pas tomber

9 RAMASSER UN OBJET PAR TERRE

INSTRUCTIONS : Ramassez votre chaussure/pantoufle qui est devant vos pieds. Les pieds doivent être à un pied de l'objet.

- 4 Peut ramasser sa chaussure facilement et sans danger
- 3 Peut ramasser sa chaussure mais sous surveillance
- 2 Ne peut pas ramasser sa chaussure mais s'arrête à 2-5 cm de l'objet et garde l'équilibre
- 1 Ne peut pas ramasser sa chaussure et a besoin d'être surveillé(e)
- 0 Est incapable d'essayer l'exercice/a besoin d'aide pour ne pas tomber

10. SE RETOURNER POUR REGARDER PAR-DESSUS L'ÉPAULE GAUCHE ET L'ÉPAULE DROITE

INSTRUCTIONS : Retournez-vous et regardez directement derrière vous par-dessus votre épaule gauche. Faites le même mouvement à droite. L'examineur pourra placer derrière le sujet un objet à regarder afin d'encourager une meilleure rotation.

- 4 Se retourne des deux côtés; bon déplacement du poids
- 3 Se retourne d'un côté seulement; mauvais déplacement du poids de l'autre côté
- 2 Se tourne de profil seulement en gardant son équilibre
- 1 A besoin de surveillance
- 0 A besoin d'aide pour ne pas tomber

11. PIVOTER SUR PLACE (360 DEGRÉS)

INSTRUCTIONS : Faites un tour complet de 360 degrés et arrêtez, puis faites un autre tour complet de l'autre côté.

- 4 Peut tourner 360 degrés sans danger de chaque côté, en moins de 4 secondes
- 3 Peut tourner 360 degrés sans danger s'un seul côté, en moins de 4 secondes
- 2 Peut tourner 360 degrés, sans danger mais lentement
- 1 A besoin de surveillance ou de directives verbales
- 0 A besoin d'aide pour ne pas tomber

12. DEBOUT ET SANS SUPPORT, PLACEMENT ALTERNATIF D'UN PIED SUR UNE MARCHE OU TABOURET

INSTRUCTIONS : Placez en alternance un pied sur la marche ou le tabouret. Continuez jusqu'à ce que chaque pied ait touché la marche du tabouret au moins quatre fois.

- 4 Peut se tenir debout sans appui, sans danger et toucher le tabouret 8 fois en 20 secondes
- 3 Peut se tenir debout sans appui et toucher le tabouret 8 fois en plus de 20 secondes
- 2 Peut touche le tabouret 4 fois sans aide et sous surveillance
- 1 Ne peut toucher le tabouret plus de 2 fois; a besoin d'aide
- 0 A besoin d'aide pour ne pas tomber/ne peut pas faire l'exercice

13. SE TENIR DEBOUT SANS APPUI, UN PIED DEVANT L'AUTRE

INSTRUCTIONS : (FAIRE UNE DÉMONSTRATION DEVANT LE SUJET) Placez un pied directement devant l'autre. Si cela vous est impossible, faites un plus grand pas. (Pour obtenir trois points, la longueur du pas devra dépasser la longueur de l'autre pieds et l'écart entre les pieds devra être a peu près l'équivalent d'un pas normal.)

- 4 Est capable de placer un pied directement devant l'autre sans aide et de tenir la position 30 secondes
- 3 Est capable de faire un grand pas sans aide et de tenir la position 30 secondes
- 2 Est capable de faire un petit pas sans aide et de tenir la position 30 secondes
- 1 A besoin d'aide pour faire un pas mais peut tenir la position 15 secondes
- 0 Perd l'équilibre en faisant un pas ou en essayant de se tenir debout

14*. SE TENIR DEBOUT SUR UNE JAMBE

INSTRUCTIONS : Tenez-vous debout sur une jambe le plus longtemps possible, sans prendre appui.

- 4 Peut lever une jambe sans aide et tenir plus de 10 secondes
3 Peut lever une jambe sans aide et tenir de 5 à 10 secondes
2 Peut lever une jambe sans aide et tenir 3 secondes ou plus
1 Essaie de lever une jambe mais ne peut tenir la position plus de 3 secondes mais reste debout, sans aide
0 Ne peut exécuter l'exercice ou a besoin d'aide pour ne pas tomber

_____ SCORE TOTAL (MAXIMUM = 56)

Remarques expérimentateur:

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. On the left side, there are short vertical blue lines that serve as margins, creating a series of narrow columns. The paper is otherwise empty, with no text or other markings.

Dank

Ein recht herzliches Dankeschön an den Referenten Prof. Jean-Pierre Bresciani und die Betreuerin Dr. Amandine Dubois für das Mithelfen und Begleiten dieser Arbeit.