



MASTERARBEIT | MASTER'S THESIS

Titel | Title

Die Wirkung einer 12-wöchigen Krafttrainingsintervention auf
das Gleichgewicht von Patienten mit Alkoholabhängigkeit im
Rahmen einer stationären Einrichtung für Psychotherapie und
Psychologie

verfasst von | submitted by
Georg Rieger

angestrebter akademischer Grad | in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (MSc)

Wien | Vienna, 2024

Studienkennzahl lt. Studienblatt | Degree
programme code as it appears on the
student record sheet:

UA 066 826

Studienrichtung lt. Studienblatt | Degree
programme as it appears on the student
record sheet:

Masterstudium Sportwissenschaft

Betreut von | Supervisor:

Univ.-Prof. Mag. Dr. Robert Csapo

Zusammenfassung

Hintergrund: Die Gleichgewichtsfähigkeit bei Alkoholabhängigen Patient*innen ist stark beeinträchtigt. Die Auswirkungen dieses Problems auf die Lebensqualität der Betroffenen ist weitreichend bekannt und dennoch besteht eine große Forschungslücke und wenig Wissen über die zielgerichtete Verbesserung des Gleichgewichts bei Menschen mit Alkoholabhängigkeit. Aus diesem Grund stellt sich aus wissenschaftlicher Sicht die Frage inwiefern das Gleichgewicht der Betroffenen messbar und vor allem durch gezieltes Gleichgewichtstraining veränderbar ist. Die vorliegende Arbeit hat sich zum Ziel genommen eben diesen Fragestellungen nachzugehen.

Methode: Zur Bearbeitung dieser Fragestellungen wird eine randomisierte, kontrollierte Trainingsinterventionsstudie über einen Zeitraum von 12 Wochen durchgeführt. Dabei werden an Alkoholismus leidende Personen nach verschiedenen Einflussgrößen per Zufallsprinzip einer von zwei Trainingsgruppen zugewiesen, wobei die Kontrollgruppe die an der Klinik übliche Bewegungstherapie im Rahmen von fünf Bewegungseinheiten pro Woche durchführt. Die Interventionsgruppe hingegen absolviert ein angepasstes Trainingsprogramm, im Rahmen dessen eine dieser fünf Einheiten zur Durchführung eines gezielten Gleichgewichtstrainings genützt wird. Die Wahl der hier durchgeführten Übungen orientiert sich an einem Clinical Review aus dem Jahr 2016 und den vor Ort gegebenen Trainingsmöglichkeiten (Vieira et al., 2016). Zu Beginn und am Ende der Datenerhebung werden sportmotorische Tests und Fragebogenerhebungen durchgeführt und die Gruppen anschließend miteinander verglichen.

Ergebnisse: Bei keinem der durchgeführten Testverfahren konnten signifikante Verbesserungen beobachtet werden (Berg-Balance Skala: Zeit x Gruppe $p = .342$; Y-Balance Test rechts: Zeit x Gruppe $p = .320$; Balance Test linkes Bein: Zeit x Gruppe $p = .682$; Sit-to-Stand Test: Zeit x Gruppe $p = .643$; Timed Up&Go Test: Zeit x Gruppe $p = .226$). Womit die Gleichgewichtsfähigkeit der Patient*innen nicht signifikant verbessert werden konnte.

Fazit: Die Arbeit zeigt den komplexen Zusammenhang zwischen Alkoholabhängigen und der Gleichgewichtsfähigkeit. Demnach braucht es einen breiten gespannten Zugang zu dieser Problematik. Aus trainingswissenschaftlicher Sicht lässt sich vermuten das eine Krafttrainingsintervention einmal pro Woche als ein zu geringer Reiz betrachtet werden kann und das die ausgewählten Übungen oder Reizanpassungen als unpassend einzustufen sind.

Abstract

Background: The ability to balance in patients with alcohol dependency is often impaired. The quality of life of these individuals is impacted a lot by this issue and is well known in Public Health sectors. And still there is a significant research gap and limited knowledge regarding the targeted improvement of balance in people with alcohol dependency. Therefore, from a scientific perspective, the question must be answered as to how to measure the balance of the affected individuals and how it can be altered through targeted balance training. This study aims to address these questions.

Method: In a randomized controlled training intervention study, Individuals suffering from alcoholism will be randomly assigned to one of two training groups based on various influencing factors. Over the course of 12 weeks, the control group will undergo the standard movement therapy at the clinic, which consists of five movement units per week. Meanwhile the intervention group will complete a special training program which targets the improvement of the individuals balance ability. The chosen exercises conducted are adapted of a clinical review from 2016 and the training possibilities available on-site of the clinic (Vieira et al., 2016). At the beginning and end of the data collection, sports motor tests will be conducted, and the groups will then be compared with each other.

Results: No significant improvements were observed in any of the conducted test procedures (Berg Balance Scale: Time x Group $p = .342$; Y-Balance Test right: Time x Group $p = .320$; Balance Test left leg: Time x Group $p = .682$; Sit-to-Stand Test: Time x Group $p = .643$; Timed Up & Go Test: Time x Group $p = .226$;). Thus, the balance ability of the patients could not be significantly improved.

Conclusion: The study shows the complex relationship between alcohol dependency and balance ability. Accordingly, a broader approach to this problem is necessary. From a sports science perspective, it can be assumed that a strength training intervention once a week may be considered too weak of a stimulus and that the selected exercises or stimulus adjustments may be deemed inappropriate.

Inhaltsverzeichnis

1.	EINLEITUNG	6
2.	THEORETISCHE GRUNDLAGEN	7
	2.1 Das Gleichgewicht	7
	2.2 Arten des Gleichgewichts	8
	2.2.1 Das indifferente Gleichgewicht.....	8
	2.2.2 Das instabile/labile Gleichgewicht.....	8
	2.2.3. Das stabile Gleichgewicht.....	9
	2.3 Gleichgewichtsfähigkeit.....	9
	2.4 Stützmotorik	10
	2.5 Das posturale System	11
	2.6 Visuelles System	12
	2.6.1 Vestibuläres System.....	13
	2.6.2 Propriozeptives System	13
	2.6.3 Das Zentralnervensystem	14
	2.6.4 Posturale Kontrolle des motorischen Systems	14
	2.7 Alkoholabhängigkeit.....	16
	2.7.1 Definition Alkoholabhängigkeit	16
	2.7.2 Körperliche Folgen von Alkohol.....	18
	2.8 Beeinträchtigungen der Gleichgewichtsfähigkeit.....	20
	2.8.1 Das Gleichgewicht im Alter.....	20
	2.8.2 Medikamente und ihre Einflüsse auf das Gleichgewicht.....	21
3.	METHODIK.....	22
	3.1 Studiendesign.....	22
	3.2 Stichprobe und Fallzahlberechnung	22
	3.3 Trainingsintervention.....	23
	3.4 Tests und Datenauswertungen.....	26
	3.4.1 Berg-Balance-Skala	27
	3.4.2 Y-Balance Test.....	27

3.4.3 Sit-to-Stand Test	28
3.4.4 Timed-Up&Go Test	28
3.5 Statistische Datenauswertung	29
4. ERGEBNISSE	30
5. DISKUSSION	37
6. SCHLUSSFOLGERUNG	46
Literaturverzeichnis	47
Abbildungsverzeichnis	65
Tabellenverzeichnis	66

1. Einleitung

Die körperlichen Folgen von Alkoholkonsum auf den menschlichen Körper sind bekannt (Godos et al., 2022) und gehen mit einem erhöhten Sturzrisiko bei Personen, die regelmäßig Alkohol und insbesondere älteren unter Alkoholismus leidenden Menschen (Bye et al., 2022; Sullivan et al., 2021; Sun et al., 2022), einher. Aus sportwissenschaftlicher Sicht stellt sich somit die Frage inwiefern und vor allem mit welchen Mitteln die Gleichgewichtsfähigkeit bei Alkoholabhängigen Patient*innen verbessert werden kann.

Die Menge an Studien, die sich mit der Gleichgewichtsfähigkeit oder der Erhebung des Gleichgewichts von Alkoholabhängigen befassen ist überschaubar, weshalb sich die vorliegende Masterarbeit die Aufgabe nimmt diese Forschungslücke zu schließen und sich besonders mit der Frage zu beschäftigen, ob ein gezielt ausgeführtes Krafttraining die Gleichgewichtsfähigkeit bei Patient*innen mit Alkoholabhängigkeit verbessern kann.

Alkoholabhängigkeit ist tendenziell ein Problem von Menschen mittleren und höheren Alters (Strizek et al., 2021) und aus diesem Grund wurden Patient*innen im Alter zwischen 45 und 65 Jahren aus der stationären Einrichtung für Psychotherapie, der Zukunftsschmiede Voggeneder GmbH, für diese Studie rekrutiert.

Zu Beginn der Arbeit werden die theoretischen Grundlagen und die wichtigsten Begriffe des Gleichgewichts näher beschrieben. Es folgt die Erklärung des Gleichgewichts aus dem Blickwinkel des menschlichen Nervensystems und wie dessen einzelnen Systeme miteinander kooperieren, um diese hochkomplexen Vorgänge zu ermöglichen. Abschließend wird Alkoholabhängigkeit definiert, um ein besseres Verständnis für die Betroffenen zu ermöglichen.

Im methodischen Teil wird das Studiendesign, der Ablauf der Datenerhebung und die Kraftübungen der Interventionsgruppe definiert. Daraufgehend werden die einzelnen Testverfahren beschrieben und näher ausgeführt.

Im Kapitel der Ergebnisse werden die gemessenen Daten aufbereitet um sie interpretieren und analysieren zu können.

Im Diskussionsteil werden die erhobenen Daten anschließend diskutiert und mit bisherigen Studienergebnissen verglichen.

2. Theoretische Grundlagen

2.1 Das Gleichgewicht

„Im Gleichgewicht befindet sich unser Körper dann, wenn wir unsere Körperhaltung und die Position unseres Körperschwerpunkts in einer für die spezifische Bewegungsaufgabe adäquaten Weise kontrollieren, ohne zu stürzen“ (Güllich & Krüger, 2023).

Sport wird häufig mit aktiver Bewegung in Verbindung gesetzt. Doch in sehr aktiven Sportarten wie im Kampfsport oder beim Geräte- und Bodenturnen, gibt es Situationen, in denen Athleten häufig in relativer Ruhe verharren müssen. Das kann für einen kurzen Moment aber auch über längere Zeitdauern der Fall sein. Als Beispiel kann hier die Standwaage beim Turnen auf dem Balken, der Handstand auf dem Barren oder die Endposition nach einer Figur auf dem Reck erwähnt werden. Genauso resultieren gezielte Wurf- oder Schlagkombinationen im Zweikampfsport in statischen Positionen, in denen beide Körper massiven Kräften ausgesetzt sind.

Um sich in einem statischen Gleichgewicht zu befinden, müssen demnach zwei Bedingungen erfüllt sein.

1. Die Summe aller Kräfte, die auf den Körper wirken sind gleich Null. Somit heben sich ihre Wirkungen gegenseitig auf.

$$\Sigma F = F_{\text{res}} = 0$$

2. Alle angreifenden Drehmomente sind gleich Null.

$$\Sigma M = M_{\text{res}} = 0$$

Dies gilt nicht nur für ruhende Körper, sondern auch für sich gleichförmig bewegende Körper. Der Mensch als Körper ist hier gesondert zu betrachten, da er an sich kein starrer Körper ist sondern aus mehreren Teilkörpern, die durch Gelenke miteinander verbunden sind, besteht. Die Stabilität bzw. Beweglichkeit dieser Verbindungen ist aus anatomischen Gründen gelenksabhängig. Wirkt die auf den gesamten Körper einwirkende Gewichtskraft über einer Unterstützungsfläche, entsteht ein Kräftegleichgewicht, das den Körper stabil hält (Wick, 2013).

2.2 Arten des Gleichgewichts

Die Mechanik beschreibt drei Arten des Gleichgewichts für starre Körper:

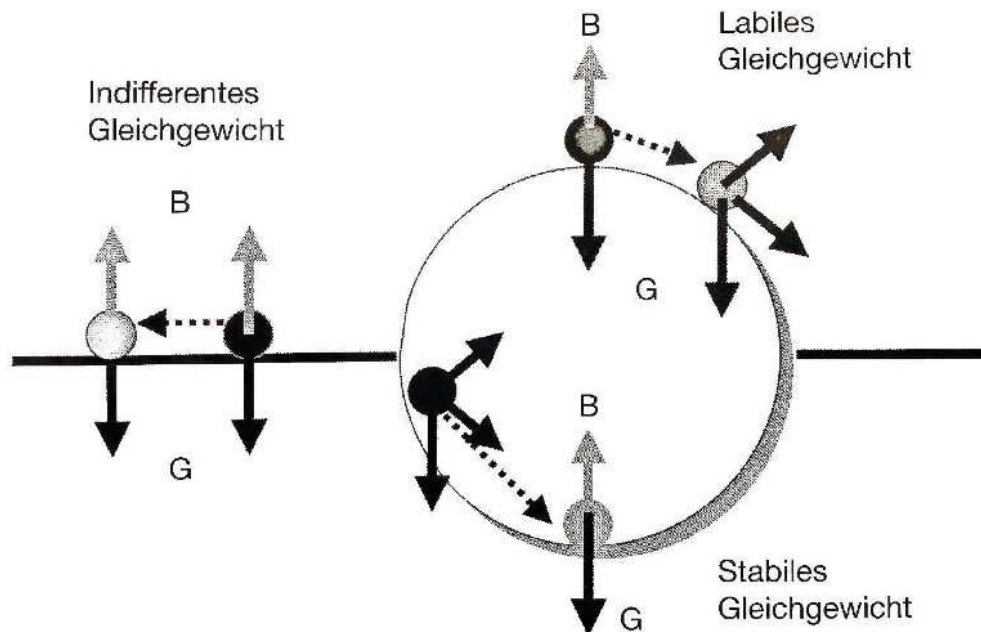


Abbildung 1: Gleichgewichtsformen nach Wick (2013)

2.2.1 Das indifferente Gleichgewicht

Unabhängig von den auf den Körper wirkenden Kräften bleibt das Gleichgewicht unverändert. Das lässt sich durch eine Billardkugel in der Horizontale am besten veranschaulichen. Wird sie angestoßen, verändern sich ihre Gleichgewichtsbedingungen nicht. Die Schwerelinie (G) bleibt während des Rollens durchgehend über der Kontaktfläche und wird durch die Bodenreaktionskraft ausgeglichen. In der Bewegung des menschlichen Körpers kommt dieses Gleichgewicht allerdings kaum vor. (siehe Abbildung 2)

2.2.2 Das instabile/labile Gleichgewicht

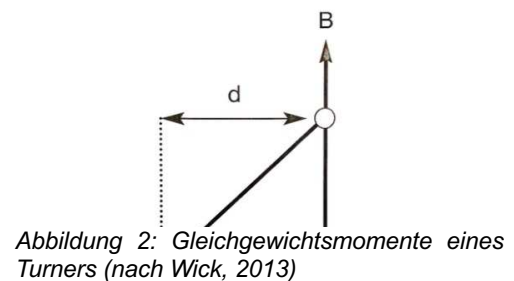
Wird ein Körper aus dem Lot gebracht oder seine Lage verändert, spricht man von einem labilen Gleichgewicht. In diesem Zustand kann der Körper zu jeder Zeit in alle Richtungen kippen. Auch hier wird der Schwerelinie eine entscheidende Rolle zugeordnet. Befindet sie sich genau am Übergang zwischen dem stabilen und labilen Gleichgewicht kann sich der

Körper noch in das zuvor herrschende Lot bewegen und fällt nicht um. Ist dieser Übergang allerdings überschritten, kippt der Körper in eine neue Position.

Als Beispiel kann hier die Hangabtriebskraft genannt werden, die eine Kugel beschleunigt und somit in eine neue Lage bewegt. (siehe Abbildung 2)

2.2.3. Das stabile Gleichgewicht

Hier kehrt der Körper nach jedem Einwirken von außen wieder in seine ursprüngliche Position zurück. Schwingt ein Turner am Reck, kehrt er nach einer gewissen Zeit wieder in den ruhenden beziehungsweise hängenden Zustand zurück. Das Schwingen erfordert Hubarbeit, die den Körperschwerpunkt um Δh anhebt und damit die potenzielle Energie vergrößert. Parallel dazu entsteht ein Drehmoment welches den Körper wieder in die Ausgangsposition zurück bewegt (Wick, 2013).



2.3 Gleichgewichtsfähigkeit

„Unter Gleichgewichtsfähigkeit wird die Fähigkeit verstanden, den gesamten Körper im Gleichgewichtszustand zu halten oder während und nach umfangreichen Körperverschiebungen diesen Zustand beizubehalten beziehungsweise wiederherzustellen.“ So definieren Meinel et al. (2007) die Gleichgewichtsfähigkeit, bei der zwei Formen zu unterscheiden sind. Bei langsamen Bewegungen oder in relativer Ruhestellung sprechen sie von statischem Gleichgewicht. Dabei verharrt der Körper weitgehend in einer Position und lässt sich nicht aus der Balance bringen. Als dynamisches Gleichgewicht wird die Fähigkeit bezeichnet, bei schnellen Bewegungen oder Gewichtsverlagerungen unterschiedlichster Körperteile weiterhin das Gleichgewicht zu halten und zu kontrollieren (Pierobon et al., 2013).

Hier arbeitet vorrangig das vestibuläre System, während im statischen Gleichgewicht hauptsächlich auf kinästhetische und taktile Informationen zurückgegriffen wird.

Die Anatomie des menschlichen Körpers lässt einen sehr hohen Körperschwerpunkt erkennen (Körpergröße $\times 0,6$ über der Standfläche) (Pierobon et al., 2013). Dies

verdeutlicht, dass das posturale System ständig gefordert ist, um das Gleichgewicht zu halten.

Fetz (1987) zeigte die verschiedenen Erscheinungsformen von Gleichgewicht (Fetz, 1987).

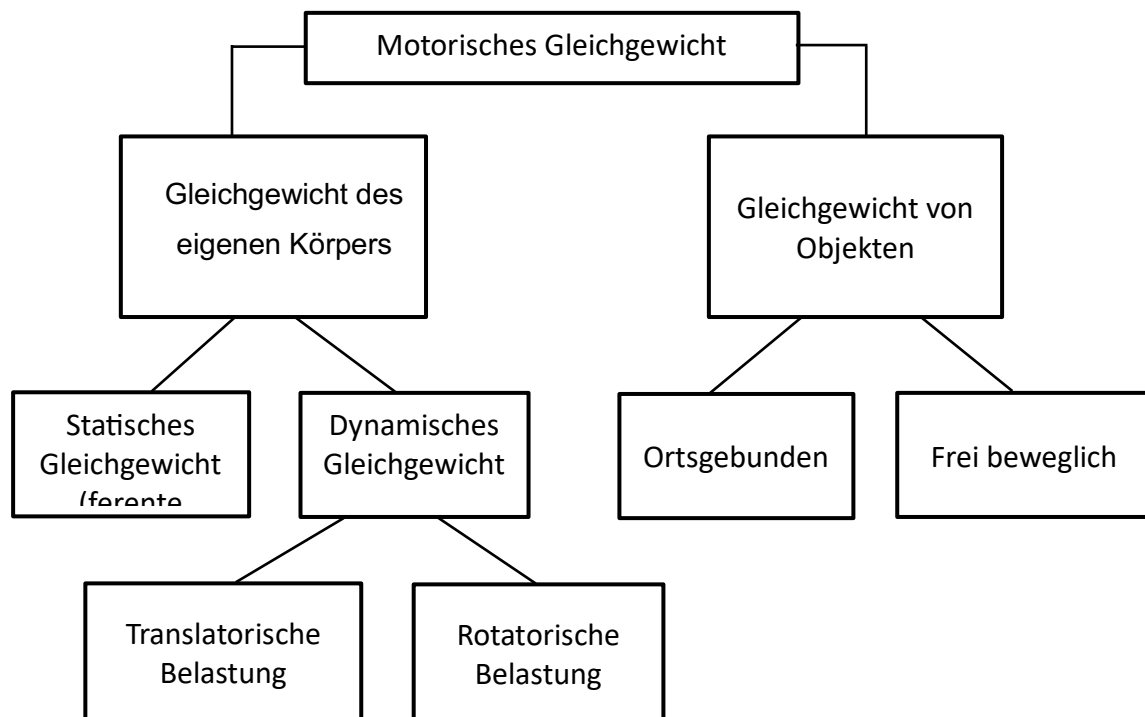


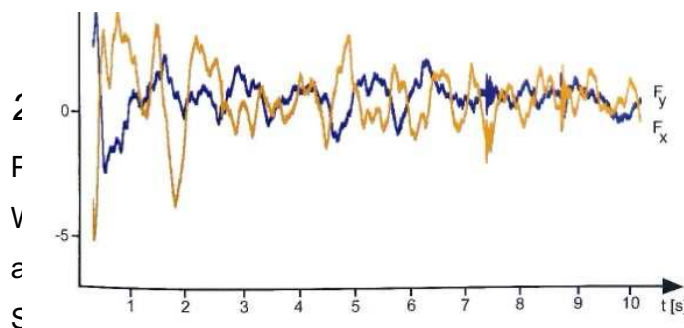
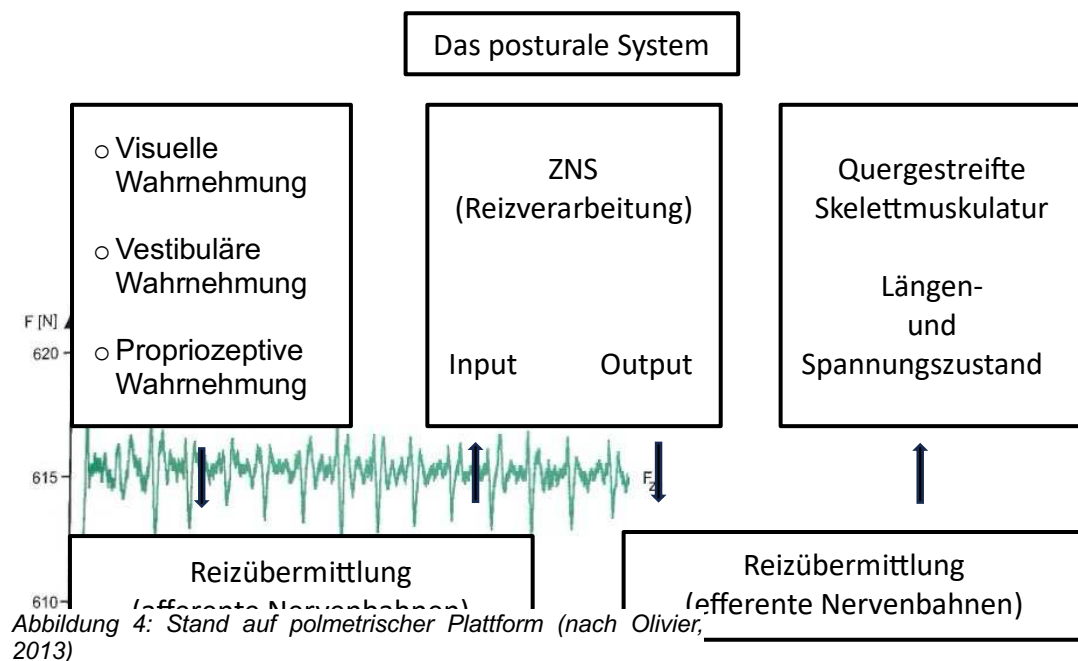
Abbildung 3: Arten des Gleichgewichts (nach Fetz 1987)

2.4 Stützmotorik

Olivier et al. (2013) bezeichnen motorische Aktionen, die dazu dienen, den menschlichen Körper im Gleichgewicht zu halten, als Stützmotorik. Ferner betonen sie diese, dass es ständiger Kontraktionen der Bein- und Rumpfmuskulatur bedarf, um die aufrechte Haltung des menschlichen Körpers zu gewährleisten. Demnach ist auch das ruhige Stehen als aktiver Prozess zu verstehen, was durch Messungen der Bodenreaktionskräfte auf einer dynamometrischen Plattform illustriert werden kann (siehe Abbildung 4).

Von motorischem Gleichgewicht sprechen Olivier et al. (2013), wenn die resultierenden Kräfte und die Summe aller Drehmomente bestimmte Werte nicht überschreiten. Diese Grenzwerte sind von der Bewegungsaufgabe und den äußeren Voraussetzungen abhängig. Wenn das motorische Gleichgewicht bspw. durch Ausrutschen oder einen Stoß

gestört wird, werden posturale Synergien wirksam, die in Form von intermuskulärer Arbeit den Körper in aufrechter Position halten und somit einen Sturz verhindern.



ale Systems für die Wahrnehmung, unctionen verantwortlich ist, um durch örperschwerpunkt lotrecht über der ance aufrechtzuerhalten.

Das posturale System erhält seine Informationen aus drei Untersystemen die unweigerlich miteinander zusammenarbeiten um als Ganzes die posturale Kontrolle aufrecht zu erhalten (Pierobon et al., 2013).

Die visuelle, vestibuläre und propriozeptive Wahrnehmung sind Systeme, die für den Informationsinput verantwortlich (Peterka, 2002) sind und deren Relevanz für die Funktionalität des Gleichgewichts bereits in mehreren Studien belegt wurde (Chiba et al., 2016; Ivanenko & Gurfinkel, 2018).

Abbildung 5: Das posturale System (nach Pierobon et al., 2013)

2.6 Visuelles System

Das Visuelle System nimmt Informationen in Form von Licht, aus seiner Umwelt auf und interpretiert diese. An diesem Prozess sind mehrere Strukturen beteiligt deren Zusammenarbeit unermesslich für die Funktion des Sehens sind. Das Auge nimmt das Licht aus der Umgebung auf, bildet daraus neuronale Signale die dann in das zentrale Nervensystem weitergeleitet und ermöglichen so ein akkurates Bild der Umwelt zu projizieren (Remington, 2012). Die dafür verantwortlichen Teilsysteme sind die Augen, die Sehnerven mit dem Chiasma Opticum und der visuelle Kortex (Wichmann & Müller-Forell, 2004). Die Augen sind durch eine Vielzahl an Einflüssen in ihrer Funktion gefährdet (Jaki Mekjavic et al., 2021) und Studien zeigen dass Menschen, die von Geburt an blind sind, zeigen im Vergleich zu nicht blinden Personen Defizite in der Haltungskontrolle. Das propriozeptive System und das vestibuläre System schreiten hier ein und kompensieren die nicht vorhandene visuelle Kontrolle, um sowohl das statische als auch das dynamische Gleichgewicht aufrechtzuerhalten. Bewerkstelligt wird dies durch Kopfbewegungen, die es dem Organismus erleichtern, sich in der Umwelt zu bewegen und zu orientieren. Muskelkraft und akustische Hinweise haben einen geringeren Einfluss (Parreira et al., 2017).

Studienergebnisse zeigen, dass Probanden*innen in gut beleuchteten und hellen Umgebungen eine bessere Balance hatten, als in dunklen Umgebungsbedingungen (Cheung & Schmuckler, 2021), was die Bedeutung des visuellen Systems für die Gleichgewichtsfähigkeit unterstreicht.

2.6.1 Vestibuläres System

Die Organe des vestibulären Systems sind in ständigem Kontakt mit dem menschlichen Gehirn. Dieser ununterbrochene Informationsaustausch gibt Auskunft über Beschleunigungen des Körpers, Kopfbewegungen und darüber, wie sich der Körper in Bezug zu seiner Umwelt verhält (Day & Fitzpatrick, 2005).

Die Studienlage zur Prävalenz von Störungen des vestibulären Systems ist uneindeutig. Gemäß einer aktuellen Literaturübersicht sind 35,9% der 40-Jährigen betroffen, wohingegen bei 50-Jährigen die Studienergebnisse zur Prävalenz der Störungen des vestibulären Systems stark streuen (18-56%). Nachdem vestibuläre Störungen mit fortschreitendem Alter zunehmen, ist in den nächsten 30 Jahren aufgrund des demografischen Wandels jedenfalls eine deutliche Zunahme vestibulärer Störungen (von 12,9% bis 23,7%) zu erwarten. Besonders betroffen sind Menschen mit niedrigem Bildungsstatus, unzureichender körperlicher Aktivität, Raucher, Diabetiker und Menschen mit Herz-Kreislauf Erkrankungen (Madrigal et al., 2023).

2.6.2 Propriozeptives System

Das propriozeptive System setzt sich aus dem Muskellängen-, Sehnenspannungs- und Gelenksstellungssystem zusammen. Die Propriozeption bildet gemeinsam mit der Mechano- und Thermorezeption die Somatosensorik, auch Körperwahrnehmung genannt. Das Muskellängensystem übernimmt dabei in Form der Muskelspindeln die Hauptaufgabe des propriozeptiven Systems. Muskelspindeln verlaufen parallel zu den kontraktile Muskelfasern. Innerhalb dieser Muskelspindeln befinden sich sensible Muskelfasern, die auch als intrafusale Muskelfasern bezeichnet werden und auf Längenveränderungen der Muskeln reagieren. Die von ihnen gelieferten Informationen werden über afferente Bahnen weiter ans zentrale Nervensystem geleitet und dort verarbeitet (Olivier et al., 2013).

Die Bedeutung des propriozeptiven Systems wird insbesondere bei an Neuropathie leidenden Menschen deutlich. Als direkter Kontaktpunkt mit dem Boden spielt die Propriozeption des Fußes eine große Rolle beim Gleichgewicht und der Körperhaltung. Kommt es durch Neuropathie zu Nervenschädigungen, kann dies zu Gleichgewichtsdefiziten führen (Henry & Baudry, 2019).

Abgesehen von Neuropathien können auch der natürliche Altersgang (Ko et al., 2015) sowie der chronische Missbrauch von Suchtmitteln wie Alkohol für Beeinträchtigungen des propriozeptiven Systems verantwortlich sein. Auch nach einem erfolgreichen Alkoholentzug

können die sensorischen und motorischen Systeme so stark geschädigt sein, dass der Gleichgewichtssinn gestört bleiben kann (Vassar & Rose, 2014).

2.6.3 Das Zentralnervensystem

Im zentralen Nervensystem werden aus der Peripherie aufgenommene Reize verarbeitet und motorische Anweisungen an den Bewegungsapparat gebildet. Grundlage hierfür sind afferente und efferente Nervenbahnen, die für die Informationsweiterleitung verantwortlich sind. Krankheiten oder Nervenschädigungen können diese Reizleitung und somit die Haltungskontrolle oder Steuerung willkürlicher Bewegungen beeinträchtigen (Pierobon et al., 2013).

Die motorische Reaktion, die auf der Informationsverarbeitung beruht, entsteht im Motorkortex, wird über die Pyramidenbahn, Rückenmarksbahnen und entsprechende motorische Nerven an die jeweiligen Muskeln weitergeleitet. So kommt es zur willkürlichen Kontraktionen der innervierten Muskeln und in weiterer Folge zu bewusst ausgeführten körperlichen Bewegungen (Garcia & Stippich, 2013).

2.6.4 Posturale Kontrolle des motorischen Systems

Die Arbeit, den Körper im Gleichgewicht zu halten, kann auch als posturale Kontrolle bezeichnet werden. Sie arbeitet im Hintergrund laufend gegen Störreize, um die posturale Stabilität zu behalten oder wieder zu erlangen. Unabhängig von den gegebenen Bewegungsaufgaben wie Stehen, Gehen, Laufen oder Springen überprüft sie ständig die Lage des Körpers im Raum und reagiert auf sensorischen Informationen mit der Anpassung motorischer Programme (Turbanski & Schmidbleicher, 2010). Holzgreve et al. (2019) beschreiben die posturale Kontrolle als die Gewichtsregulation, die eine Aufrechterhaltung des Gleichgewichts beim Sitzen, Stehen oder bei dynamischen Bewegungen, wie Gehen oder Laufen, ermöglicht. Trotz ihrer unschätzbaren funktionellen Relevanz nehmen wir diese ständige Arbeit am motorischen Gleichgewicht jedoch nicht wahr.

Effektive Bewegungssteuerung erfordert das stetige Zusammenwirken des motorischen Systems zur Auslösung von Bewegungen, des sensorischen Systems, über das Sinneswahrnehmungen und propriozeptive Informationen erfasst und verarbeitet werden sowie subkortikaler Systeme im zentralen Nervensystem, die für die situationsadäquate Anpassung motorischer Programme zuständig sind. ...Dafür spielt das Nervensystem eine wesentliche Rolle in dem es die Muskulatur als ausführende Struktur kontrolliert und steuert. In den motorischen Arealen des Gehirns werden die Bewegungen geplant,

während das Kleinhirn, das Rückenmark und das periphere Nervensystem die Bewegungen anschließend ausführen (Leiras et al., 2022).

Im prä- und supplementär-motorischen Kortex werden die Bewegungshandlungen geplant und initiiert (Svoboda & Li, 2018). Anschließend wird vom primären motorischen Kortex ein motorischer Befehl an die Muskulatur gesendet. Bei der Weiterleitung dieser Information spielt der Motorkortex eine entscheidende Rolle, indem er die Bewegungsaufgabe über den Hirnstamm und die Pyramidenbahn an das Rückenmark weiterleitet (Teka et al., 2017).

Durch die absteigenden Nervenbahnen des Rückenmarks gelangen die Befehle zu den motorischen Nervenzellen, den alpha-Motoneuronen. Deren Nervenzellenfortsetze, Axone genannt, sind direkt mit den Muskelfasern verbunden und leiten die Bewegungsaufgabe über die motorischen Endplatten an die Muskulatur (Friese et al., 2009). Hier spielen die Muskelspindel und die Golgi-Sehnenorgane als Mechanorezeptoren eine bedeutende Rolle. Muskelspindel verlaufen parallel zu den Skelettmuskelfasern und messen laufend die Längenveränderung der Muskulatur und werden von afferenten Nervenfasern der Gruppe Ia und II innerviert. Bei kontraktionsbedingten Spannungsänderungen kommen die Golgi-Sehnenorgane zum Einsatz und werden von der Gruppe Ib Nervenfasern innerviert (De Nooij & Zampieri, 2023). Ging man früher noch davon aus dass die Golgi-Sehnenorgane nur auf Kontraktionen der Muskulatur reagieren (Houk & Henneman, 1967; Jami, 1992) zweifeln andere Studienergebnisse diese Ansicht etwas an indem sie der Ansicht sind dass bestimmte Bandstrukturen nicht bewusst und unabhängig voneinander angesteuert werden können (Proske & Gandevia, 2012).

Um allerdings feinere und detaillierte Bewegungen auszuführen Bedarf es parallel ablaufender Prozesse bei denen der Motorkortex den Bewegungsbefehl auch an andere Hirnareale sendet. Dies läuft über die Motorkortex-Stammhirn-Zwischenhirn Schleife und die Motorkortex-Kleinhirn-Zwischenhirn Schleife. Das Stammhirn ist hierbei für die Bewegungsrichtung und -amplitude verantwortlich, wohingegen das Kleinhirn die Feinjustierung zur Aufgabe hat. Zeitgleich liefern somatosensorische Rezeptoren auf der Peripherie Informationen an den Motorkortex und unterstützen damit die motorische Kontrolle. Voraussetzung dafür ist eine nicht zu kurze Bewegungsdauer. Diesen Ablauf nennt man Feedback-Kontrolle oder Closed-Loop Kontrolle (Ferrauti, 2020).

Das sensomotorische System ist rückgekoppelt und arbeitet mit Feedback-Kontrolle. Die Muskeln erzeugen durch ihre Arbeit Kräfte, die über die Teilsysteme des motorischen Systems erfasst und an das Zentrale-Nervensystem weitergeleitet werden. Dort bilden sie dann die Basis für die nächsten motorischen Aufgaben. Die Sensoren arbeiten jedoch

manchmal ungenau, was als Rauschen bezeichnet wird. Die Regelungsprozesse zeigen Latenzen auf, die die Zeitdauer beschreiben wie lange Informationen brauchen um weitergeleitet und verarbeitet werden. Die schnellsten Feedbackschleifen dauern ungefähr 10-40 Millisekunden, wie beispielsweise bei monosynaptischen Dehnreflexen für proximale und distale Muskeln. Die langsamsten Feedbackschleifen können wiederum bis zu 110-150 Millisekunden lang sein. Diese kommen unter anderem bei visuellen, kortikalen prozessierten Feedbackschleifen vor. Je länger die Regelungsprozesse dauern, umso langsamere Bewegungen können ausgeführt werden. Hierbei spricht man von so genannten closed-loop Bewegungen.

Beim Greifen, Gehen oder Stehen oder auch bei schnellen sportlichen Bewegungen sind diese Systeme allerdings zu langsam und würden zu instabilen oder unsicheren Bewegungen führen.

Die Alternative zu Feedback gesteuerten Programmen sind Vorwärtsmodelle die eine Art Kopie der in diesem Moment ausgeführten Bewegung gespeichert haben und können mit deren Hilfe die sensorischen Konsequenzen vorhersagen. Dieser Vorsprung erlaubt es noch vor den tatsächlich eintreffenden Feedback, Änderungen der Bewegung vorzunehmen (Güllich & Krüger, 2023).

2.7 Alkoholabhängigkeit

2.7.1 Definition Alkoholabhängigkeit

Die *International Classification of Disease* (ICD-10) zieht keine bestimmten Mengenangaben, sondern diagnostische Richtlinien heran, um bei Patienten*innen eine Abhängigkeit von Alkohol zu diagnostizieren. Hierbei müssen drei oder mehr der folgenden Kriterien im letzten Jahr aufgetreten sein.

1. Ein starkes Verlangen oder ein Gefühl von Zwang die Substanz zu konsumieren.
2. Schwierigkeiten das Trinkverhalten in Bezug auf Konsumbeginn, -beendigung und -menge zu kontrollieren.
3. Psychologische Entzugerscheinungen in nüchternen Phasen oder die Substitution ähnlicher Substanzen, mit dem Ziel Entzugerscheinungen zu mindern oder zu unterbinden.
4. Das Erreichen einer Toleranzschwelle, nach der die Substanzmenge erhöht wird, um dieselbe erwünschte Wirkung zu erhalten.

5. Zunehmende Vernachlässigung alternativer Interessen oder Vergnügen aufgrund des Substanzgebrauchs, da zunehmend Zeit damit verbracht wird, die Substanz zu konsumieren oder sich von dem Konsum zu erholen.
6. Anhaltendes Trinkverhalten trotz klarer gesundheitlicher Folgen; insoweit, als dass der Betroffene zumindest selbst davon ausgehen kann oder über den körperlichen Schaden Bescheid weiß (Freyberger et al., 2019).

Die fünfte Auflage des Diagnostischen und Statistischen Manuals psychischer Störungen (DSM-5) führt elf Diagnose-Kriterien auf, aus denen mindestens zwei Punkte in den letzten zwölf Monaten aufgetreten sein müssen.

1. Alkohol wird häufig in großen Mengen oder länger als beabsichtigt konsumiert.
2. Anhaltender Wunsch oder erfolglose Versuche, den Alkoholkonsum zu verringern oder zu kontrollieren.
3. Hoher Zeitaufwand, um Alkohol zu beschaffen, zu konsumieren oder sich von seiner Wirkung zu erholen.
4. Craving oder ein starkes Verlangen, Alkohol zu konsumieren.
5. Wiederholter Alkoholkonsum, der zum Versagen bei der Erfüllung wichtiger Verpflichtungen bei der Arbeit, in der Schule oder zu Hause führt.
6. Fortgesetzter Alkoholkonsum trotz ständiger oder wiederholter sozialer oder zwischenmenschlicher Probleme, die durch die Auswirkungen von Alkohol verursacht oder verstärkt werden.
7. Wichtige soziale, berufliche oder Freizeitaktivitäten werden aufgrund des Alkoholkonsums aufgegeben oder eingeschränkt.
8. Wiederholter Alkoholkonsum in Situationen, in denen der Konsum zu einer körperlichen Gefährdung führt.
9. Fortgesetzter Alkoholkonsum trotz Kenntnis eines anhaltenden oder wiederkehrenden körperlichen oder psychischen Problems, das wahrscheinlich durch Alkohol verursacht oder verstärkt wurde.
10. Toleranzentwicklung, definiert durch eines der folgenden Kriterien:
 - a. Verlangen nach ausgeprägter Dosissteigerung, um einen Intoxikationszustand oder einen erwünschten Effekt herbeizuführen.
 - b. Deutlich verminderte Wirkung bei fortgesetztem Konsum derselben Menge an Alkohol.
11. Entzugssymptome, die sich durch eines der folgenden Kriterien äußern:
 - a. Charakteristisches Entzugssyndrom in Bezug auf Alkohol (siehe Kriterien A und B der Kriterien für Alkoholentzug).
 - b. Alkohol oder sehr ähnliche Substanzen, wie etwa Benzodiazepine, werden konsumiert, um Entzugssymptome zu lindern oder zu vermeiden (Falkai et al., 2018).

Die Unterscheidung verschiedenster Alkoholabhängigkeitstypen ist empirisch noch nicht gesichert, Lindenmeyer (2021) beschreibt aber vier Typen, die sich auch im Rahmen einer Behandlung anwenden lassen.

1. Konflikttrinker: Alkohol dient als Mittel zur Bewältigungsstrategie um Konfliktsituationen zu ertragen.
2. Rauschtrinker: Dem Betroffenen ist es nicht möglich, kleine Mengen Alkohol zu sich zu nehmen, was regelmäßig in einem starken Rausch mit Kontrollverlust führt.
3. Spiegeltrinker: Um Entzugserscheinungen zu vermeiden, wird über den ganzen Tag verteilt regelmäßig Alkohol konsumiert.
4. Periodisches Trinken: Ein Wechselspiel aus abstinenter Phasen und Phasen überschwänglichen Alkoholkonsums, der von den Betroffenen auf keinen erklärbaren Grund zurückzuführen ist (Lindenmeyer, 2016).

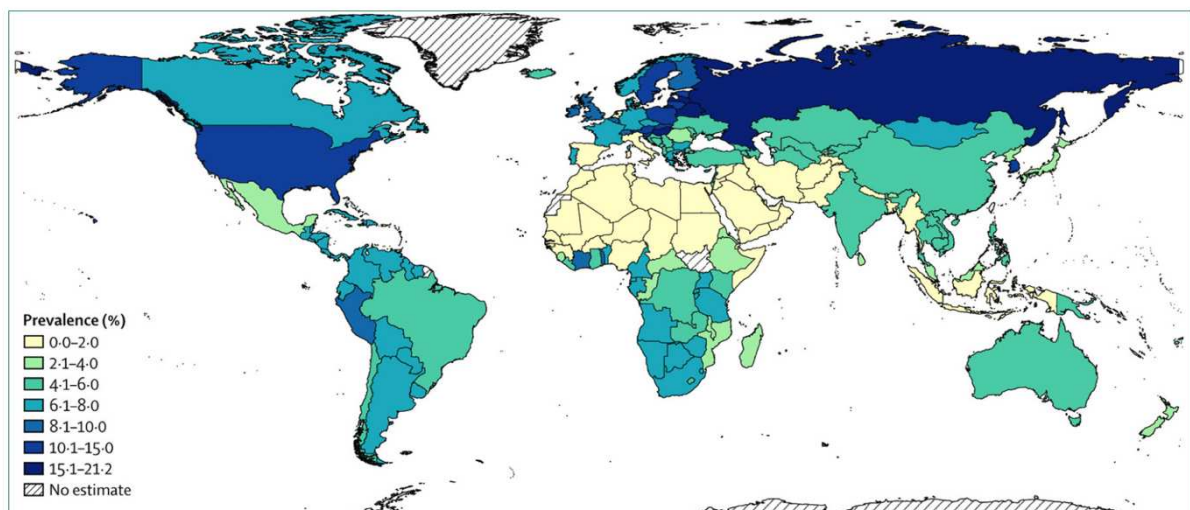


Abbildung 6: Prävalenz Alkoholkonsum weltweit (nach Carvalho, 2019)

Alkoholabhängigkeit ist besonders in Ländern mit einem hohen Durchschnittseinkommen, wie in einem Großteil von Europa oder Nordamerika, weit verbreitet (s. Abbildung 8). Die Prävalenz ist unter Männern (8,6%) weitaus höher als unter Frauen (1,7%). Wenn Frauen Alkohol konsumieren, geschieht dies auch in geringeren Mengen und seltener in extremer Form (Carvalho et al., 2019).

2.7.2 Körperliche Folgen von Alkohol

2.7.3 Bewegungsapparat

Thapaliya et al. (2014) erkannten den Zusammenhang zwischen erhöhtem Alkoholkonsum mit einer Verringerung an Muskelmasse. Hier kam es durch Autophagie körpereigener Zellen kommt es zu einem Abbau von Protein in den Muskeln und einem daraus resultierend Muskeldicken Abnahme.

Exzessiver Alkoholkonsum beeinflusst die Muskelmasse auch in dem es die Proteinhomöostase aus dem Gleichgewicht bringt. Alkohol verringert dabei einerseits die basale Muskelproteinsynthese und in weiterer Folge unterdrückt er anabole Stimuli. Dabei wird vermutet dass die verringerte Anregung von Muskelwachstum, die gestörte Aufnahme von Nährstoffen und die geringere Muskelkontraktion durch Defekte der Innervation von mTORC1, einem Protein komplex des menschlichen Körpers (Szwed et al., 2021), zustande kommt (Steiner & Lang, 2015).

40 bis 60 Prozent aller Betroffenen mit chronischer Alkoholkonsum leiden an Myopathie (Estruch et al., 1998; Simon et al., 2017) und dabei lässt sich ein Zusammenhang zwischen Alkoholkonsum über mehr als 14 Jahren und einer Atrophie von Muskelfasern beobachten (Nemirovskaya et al., 2015). Grund dafür können inflammatorische Prozesse und oxidative Milieus in den muskulären Strukturen sein die diese dadurch beschädigen (Molina et al., 2014).

In Kombination des erhöhten Sturzrisikos mit einer geringeren Muskelkraft (Dhillon & Hasni, 2017) und der bereits aufgezeigten Sturzprävalenz von Alkoholkranken (Sun et al., 2022) stellen die vorhin erwähnten Risikofaktoren, auch aufgrund der erhöhten Morbidität durch Stürze (Simon, 2023) das eine großen Gefahr für chronische Alkoholkonsumenten dar.

2.7.4 Zentrales Nervensystem

Alkoholranke haben auch ein erhöhtes Risiko für Erkrankungen des zentralen Nervensystems (Pervin et al., 2021). Neben Schlaganfällen, Gehirntumoren, oder Multipler Sklerose ist auch Alzheimer eine Erkrankung die durch Alkohol auftreten kann. Besonders die durch Alkohol ausgelösten entzündlichen Prozesse im menschlichen Körper sorgen hier für Schädigungen in den Zellen und zum potentiellen auftreten der Nervenerkrankungen.

Alkohol als Form einer psychotropes Depressivum hat einen enormen Einfluss auf das Nervensystem des Menschen und den damit verbundenen Strukturen. Durch das im Alkohol enthaltene Ethanol wird die synaptische Übertragung gestört und behindert somit auch die Erregbarkeit der Nerven. Aus diesem Grund gilt es im Rahmen einer Behandlung

von psychischen Erkrankungen wie Depressionen oder Angststörungen den Konsum von Alkohol zu meiden (Varghese & Dakhode, 2022).

Mittlerweile lässt sich auch sehr genau illustrieren welche Bereiche des menschlichen Hirns wie stark von Alkoholmengen betroffen und ihrer Funktion beeinflusst werden (Harrison et al., 2017). Demnach reichen bereits niedrige Mengen an Ethanol um die neuronale Erregbarkeit im Cerebellum oder dem Motorkortex zu stören.

2.7.5 Neuropathie

Gemäß aktueller Studienergebnisse (2019) leiden 22-66% aller Alkoholabhängigen an einer Polyneuropathie (Julian et al., 2019; Somer et al., 2018), auf die neben Geschlecht und Genetik auch die Art des konsumierten Alkohols Einfluss nimmt. Die Entstehung von einer durch übermäßigen Alkoholkonsum ausgelösten Polyneuropathie ist nicht eindeutig erforscht. Einerseits können die direkten toxischen Auswirkungen des Alkohols, andererseits ein durch den Alkoholkonsum ausgelöster Thiamin-Mangel als Auslöser gelten. Ebenso kann eine fehlerhafte Thiamin Verwertung des Gewebes, ausgelöst durch Alkohol, als Grund angeführt werden (Mellion et al., 2011). Die Kombination von ungesunder Ernährung, den direkten toxischen Effekten des Alkohols oder auch von dessen Abbauprodukten wird als pathophysiologische Ursache der Polyneuropathien angeführt (Sommer et al., 2018). Während die Auswirkungen von Training auf Chemotherapie- oder vor allem diabetesinduzierte Polyneuropathie gut erforscht sind, gibt es weiterhin keine Studien, die sich speziell mit dem Training bei alkoholinduzierter Polyneuropathie beschäftigen (Streckmann et al., 2022).

2.8 Beeinträchtigungen der Gleichgewichtsfähigkeit

2.8.1 Das Gleichgewicht im Alter

Die altersbedingte Verschlechterung der Gleichgewichtsfähigkeit wurde in zahlreichen Studien untersucht und gilt als hinreichend gesichert (Campos et al., 2018; Henry & Baudry, 2019; Riis et al., 2020). Typische altersbedingte Begleiterscheinungen, wie Schwindel, vermindertes Sehvermögen, Medikamenteneinnahme, chronische Erkrankungen und Gehhilfen können erschwerend wirken und die Sturzgefahr, besonders bei Frauen, erhöhen (Dhargave & Sendhilkumar, 2016). Ebenso kann geistige Ermüdung bei älteren Menschen die Körperhaltung beeinflussen (Nikooharf Salehi et al., 2023). Aufgrund des natürlichen

Verlusts von Haarzellen in den Ohren kann es ebenfalls noch zu einer Einschränkung des vestibulären Systems und somit der Haltungskontrolle kommen (Anson & Jeka, 2016). Eine schwache Fußmuskulatur (Lai et al., 2023) ist neben altersbedingten, peripheren Sensibilitätsstörungen (Anson et al., 2017) und einem ungesunden Lebensstil (Pereira et al., 2021) ein weiterer Faktor. Park et al. (2022) zeigten den Einfluss von Sturzerfahrungen auf körperliche Aktivität, Gangbild und eine erhöhte Angst vor erneuten Stürzen. Demnach zeigten die Daten das Menschen mit Sturzgeschichte weniger Schritte am Tag im Vergleich zur Ausgangsmessung zurücklegten, Weiters war die Gehgeschwindigkeit bei den Follow-Up Testungen geringer im Vergleich zu den Eingangsmessungen und die Betroffenen verbrachten auch kürzere Zeit im Stehen als Menschen die keine Sturzerfahrung hatten.

2.8.2 Medikamente und ihre Einflüsse auf das Gleichgewicht

Benzodiazepine gelten als die wichtigsten Medikamente zur Behandlung von Entzugerscheinungen bei Alkoholkranken (Dubovsky & Marshall, 2022) und werden oft auch in Verbindung mit verschiedenen psychischen Erkrankungen verschrieben und missbraucht (Hirschtritt et al., 2020; Oliveira et al., 2021). Die Missbrauchsquote liegt bei beinahe 20% aller Benzodiazepin-Konsumenten, wobei die Altersgruppe der 50 bis 64 Jährigen am stärksten vertreten sind (Maust et al., 2019). Aus diesem Grund ist eine gut dosierter Ausschleichplan und eine angepasste Dosierung unerlässlich (Airagnes et al., 2019).

Der Einfluss von Benzodiazepinen auf das Sturzrisiko ist ausreichend erforscht (Na et al., 2022; Rossat et al., 2011; Woolcott, 2009). Mittlerweile gibt es aber schon erfolgreiche Alternativen zu Benzodiazepinen in der Behandlung für Alkoholranke (Fluyau et al., 2023).

3. Methodik

3.1 Studiendesign

Zur Bearbeitung dieser Fragestellungen wurde eine randomisierte, kontrollierte Trainingsinterventionsstudie durchgeführt. Dabei wurden an Alkoholismus leidende Personen nach verschiedenen Einflussgrößen (siehe Kapitel Stichprobe und Fallzahlberechnung) stratifiziert per Zufallsprinzip einer von zwei Trainingsgruppen zugewiesen, wobei die Kontrollgruppe die an der Klinik übliche Bewegungstherapie im Rahmen von fünf Bewegungseinheiten pro Woche durchführten. Die Interventionsgruppe hingegen absolvierte ein angepasstes Trainingsprogramm, im Rahmen dessen eine dieser fünf Einheiten zur Durchführung eines gezielten Gleichgewichts- und Kraustrainings genützt wurde. Zu Beginn und am Ende der Datenerhebung wurden sportmotorische Tests und Fragebogenerhebungen durchgeführt und die Gruppen anschließend miteinander verglichen.

Die Teilnehmer*innen für diese Studie wurden unter den Patient*innen der Zukunftsschmiede Voggeneder GmbH rekrutiert und vorab in Form eines Schreibens über den Studienablauf informiert. Es wurde dabei sichergestellt, dass die Teilnahme an der Studie den vorgesehenen Therapiealltag in keiner Weise beeinflusst. Die Teilnahme erfolgt auf freiwilliger Basis und kann ohne Angaben von Gründen jederzeit abgebrochen werden.

3.2 Stichprobe und Fallzahlberechnung

Die randomisierte und nach Alter, Geschlecht und Eingangsleistung im Y-Gleichgewichtstest stratifizierte Gruppeneinteilung erfolgte zum Zeitpunkt des Studieneinschlusses und bediente sich der Methoden von Hopkins (2010). Als primäre Zielgröße für die Fallzahlberechnung wurde der Timed Up & Go Test (TUG) bestimmt. Daten aus einer früheren Studie mit suchtkranken Personen ließen Verbesserungen von 1.2 ± 0.5 s bzw. 0.6 ± 0.5 s in den beiden Gruppen erwarten (Gómez-Meseguer et al., 2015). Um Unterschiede dieser Größenordnung zwischen den Gruppen als statistisch signifikant ausweisen zu können, mussten in Summe 9 Personen pro Gruppe eingeschlossen werden ($d_z = 1.5$, $\alpha = 0.05$, $1-\beta = 0.8$). Da Therapieabbrüche im kontrollierten klinischen Setting unwahrscheinlich sind, wurde mit einer Dropout-Quote von nur 10% gerechnet. Daher wurden insgesamt 10 Personen in jede Gruppe eingeschlossen. Für die Teilnahme qualifiziert galten Frauen und Männer im Alter von 45 bis 65 Jahren, bei

denen psychische und Verhaltensstörungen durch Alkohol gemäß der Definition in der ICD-10 (F10.8) diagnostiziert wurden. Es wurde ausdrücklich nicht zwischen Pegeltrinkern, Problemtrinkern oder Quartalstrinkern unterschieden.

Teilnehmer*innen wurden ausgeschlossen, wenn sie innerhalb der Interventionszeit von 12 Wochen einen Rückfall auf Alkohol erleiden. Ferner galten sekundäre (neurologische oder den Bewegungsapparat betreffende) Erkrankungen oder Verletzungen, die Einfluss auf die Gleichgewichtsfähigkeit haben, als Ausschlusskriterium. Ebenfalls mussten mindestens 50 Bewegungseinheiten im Rahmen der 12 Wochen – das entspricht ca. 83% der angebotenen Einheiten – absolviert werden.

3.3 Trainingsintervention

Die Übungsauswahl für die wöchentliche Einheit für das gezielte Gleichgewichts- und Krafttraining in der Interventionsgruppe orientierte sich an publizierten Trainingsempfehlungen zur Sturzverhinderung von älteren Personen (Vieira et al., 2016) und an den vor Ort gegebenen Trainingsmöglichkeiten. Aufgrund der großen Altersspanne und des allgemein schlechteren körperlichen Gesundheitszustands der Teilnehmer*innen wurden die Übungen abgeändert und erleichtert. Jede Übung wurde in 5 Sätzen zu je 30 Sekunden, mit einer Serienpause von ebenfalls 30 Sekunden, ausgeführt. Zur Steigerung der Trainingsbelastung wurden im Abstand von 4 Wochen die Belastungsintensitäten gesteigert und die trainierten Gelenksbereiche (Ranges of Motion) geändert. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die progressive Belastungsgestaltung. Es muss aber darauf hingewiesen werden, dass im Bedarfsfall individuelle Anpassungen dieses allgemeinen Trainingsplans vorgenommen werden mussten.

Tabelle 1: Belastungsgestaltung der Kraft- und Gleichgewichtstrainingsübungen

Übung	Zielmuskulatur	Wochen	Erklärung	Steigerung
Step-Ups	M. quadriceps femoris	1-4	Alternierender Mattenaufstieg	2 Matten
		5-8	Alternierender Mattenaufstieg	4 Matten
		9-12	Alternierender Mattenaufstieg	6 Matten
TibialisRais es	M. tibialis anterior	1-4	Dorsalflexion Vorfuß	Ohne Zusatzgewicht
		5-8	Dorsalflexion Vorfuß	Theraband (leicht)
		9-12	Dorsalflexion Vorfuß	Theraband (schwer)
Squats	M. quadriceps femoris M. gluteus maximus	1-4	Knieflexion	≤ 90° Kniewinkel
		5-8	Knieflexion	≤ 90° Kniewinkel & Zusatzgewicht
		9-12	Knieflexion	≥ 90° Kniewinkel & Zusatzgewicht
Cable Twist	Rumpfmuskulatur	1-4	Rumpfrotation	Theraband (leicht)
		5-8	Rumpfrotation	Theraband (schwer)
		9-12	Rumpfrotation	Theraband + Einbeinstand
Balance Pad Stance	Gleichgewicht	1-4	Stand auf Balancekissen	Je ein Bein auf Kissen
		5-8	Stand auf Balancekissen	Einbeinstand auf Kissen
		9-12	Stand auf Balancekissen	Dyn. Wechsel zw. Kissen

Für Step-Ups stellten sich die Teilnehmer*innen vor aufeinander gestapelte Matten und stiegen einbeinig auf die Matten zu steigen. Die Mattenanzahl wurde alle 4 Wochen immer um 2 Matten erhöht. Bei Bedarf bestand die Möglichkeit ein Zusatzgewicht in Form einer Hantel oder einer Kettlebell zu halten.

Tibialis-Raises dienen der Kräftigung der Vorfußheber und wurden an einer Wand angelehnt durchgeführt. Dabei lehnten sich die Proband*innen mit dem oberen Rücken, im Bereich der Schulterblätter, an der Wand an, achteten auf einen Fersenabstand zur Wand von ungefähr 30 Zentimetern und bewegten den Vorfuß langsam von einer dorsi- in eine plantarflektierte Position, während die Ferse durchgehend den Boden berührte. Die Teilnehmer*innen wurden darauf hingewiesen, darauf zu achten, dass der Fußballen den Boden nicht berührt. Die Übung wurde in beide Bewegungsrichtungen in konstanter Geschwindigkeit, ohne Schwung ausgeführt.

Die Kniebeugen, die der Kräftigung der Plantarflektoren sowie Knie- und Hüftstrecker dienen, wurden in den ersten Wochen ohne Zusatzlast und bis zu einem maximalen Knieflexionswinkel von 90 Grad durchgeführt. Ab der 4. Trainingswoche wurde die Belastung durch die Verwendung von Zusatzgewichten und eine Vergrößerung des Bewegungsumfangs (s. Tabelle 1) gesteigert. Besondere Aufmerksamkeit galt der Wahrung der Beinachse.

Cable-Twists sind eine funktionelle Übung zur Kräftigung der Rumpfmuskulatur. In der Ausgangsposition aus dem hüftbreiten Stand und mit leicht gebeugten Knien sollten die Studienteilnehmer*innen ein im rechten Winkel zum Körper gespanntes Gummiband vom Brustbein bis zu einer vollständigen Armstreckung ziehen. Ziel hierbei ist es, mit der Rumpfmuskulatur dem lateralen Kraftzug standzuhalten, sodass sowohl der Schultergürtel und das Becken während der gesamten Übung im 90 Grad Winkel zum Zug sind. In der 1. Phase handelte es sich um ein Band mit geringem Widerstand, welches in Phase 2 durch ein strengeres Band getauscht wurde. In Phase 3 wurde die Übungsabfolge um eine Oberkörperrotation ergänzt. Bei identer Ausgangsstellung wie in Phase 1 bleiben die Arme ausgestreckt und der gesamte Torso sollte so weit wie möglich gegen den Zug des Gummibandes gedreht werden.

Zur Verbesserung der Fußkoordination wurde die letzte Übung auf Balancekissen durchgeführt. In Phase 1 standen die Teilnehmer*innen im hüftbreiten Stand mit je einem Bein auf einem Balancekissen, um sich an die Trainingsbedingungen zu gewöhnen. Die erste Steigerung, also Phase 2 der Übung, war ein Einbeinstand auf einem der Balancekissen. In Phase 2 ist die Steigerung ein Einbeinstand auf einem der Balancekissen, wobei das freie Bein den Boden nicht berühren sollte und in einem Hüftwinkel von 90° positioniert war. In der letzten Phase kam es zum seitlich ausgeführten dynamischen Wechselschritt von einem auf das andere Kissen.

Die an der Zukunftsschmiede Voggeneder GmbH angebotene Routinetherapie, die von den Teilnehmer*innen in der Interventionsgruppe an 4 und in der Kontrollgruppe an 5 Terminen pro Woche durchgeführt wurde, beinhaltet Bewegungsangebote aus 4 Bereichen an, aus denen die Patient*innen jeden Tag frei wählen können. In den Krafttrainingseinheiten werden alle Muskelgruppen an Trainingsgeräten in Form eines Zirkeltrainings trainiert. Alternativ werden auch Übungen mit dem eigenen Körpergewicht sowie mit Medizinbällen durchgeführt.

Um die Beweglichkeit zu verbessern, werden sowohl statische Belastungsformen wie Dehnen als auch dynamische Einheiten wie Mobilisieren oder Yoga angeboten.

Die aerobe Ausdauer wird mit Nordic-Walking oder Fahrrad Ergometer-Training trainiert. Spielsportarten wie Tischtennis oder Badminton dienen zur spielerischen und vor allem koordinativ anspruchsvollen Möglichkeit, Sport auszuüben.

Eine selbstständige Tagesgestaltung gilt als einer der Grundpfeiler des Therapieprogramms der Einrichtung, was eine progressive Gestaltung der Trainingsbelastung oder ein methodisches Lernen neuer Übungen oder Sportarten naturgemäß erschwert. Die Patient*innen sind dennoch angehalten, von Montag bis Freitag jeden Tag eine Sporteinheit zu absolvieren.

Alle Trainingseinheiten wurden von qualifizierten Trainer*innen oder Sportwissenschaftler*innen angeleitet und betreut, mit einem strukturierten Aufwärmprogramm begonnen und dauerten in Summe 45 Minuten.

3.4 Tests und Datenauswertungen

Zur Vorbereitung auf die Tests wurden alle an der Studie beteiligten Probanden*innen zu einem gesonderten Termin gebeten. Hier wurden vom Untersuchungsleiter alle Testverfahren genau erklärt sowie praktisch an den dafür vorgesehenen Geräten demonstriert. An dieser Stelle wurden die Proband*innen auch eingeladen, sich mit allen verwendeten Instrumentarien vertraut zu machen. Nachdem alle Fragen beantwortet wurden, wurden die Testtermine vereinbart.

Zu Beginn der eigentlichen Testreihe wurde den Teilnehmer*innen die Teilnehmer*inneninformation vorgelegt. Den Proband*innen wurde ausreichend Zeit gewährt, um diese in Ruhe zu lesen und sich bei etwaigen Fragen an den Übungsleiter zu wenden, ehe sie ihr Einverständnis zur Studienteilnahme mit ihrer Unterschrift bestätigten. Danach wurden die Tests in der folgenden, vorab festgelegten Reihenfolge durchgeführt:

Berg-Balance-Skala (BB-Skala) (Jácome et al., 2016), Y-Balance Test (Y-Test) (Sipe et al., 2019), Sit-to-Stand Test (STS-Test), Timed-Up-and-Go-Test (TUG-Test) (Nordin et al., 2008), Handgriffkraft-Messung (HGK) (Pan et al., 2022; Wiśniowska-Szurlej et al., 2019) und abschließend der Downton-Risk-Fall-Index (DRF-Index) (Gimunová et al., 2022). Im Folgenden werden die durchgeführten Tests näher beschrieben.

3.4.1 Berg-Balance-Skala

Die Berg-Balance-Skala ist ein Testverfahren für die Erfassung des Gleichgewichts von Patient*innen mit potentiellen Störungen des Gleichgewichtssinns, bei dem die Funktion in 14 alltagsnahen Aufgaben (Aufstehen von einem Stuhl, Niedersetzen, Transfer zwischen zwei Stühlen, freies Sitzen, freies Stehen, Stehen mit geschlossenen Augen, Stehen im engen Stand, Tandemstand, Umsehen im Stehen, Vollziehen einer vollen Drehung im Stehen, Aufheben eines Gegenstands vom Boden, Steppen, Stehen auf einem Bein, Arme im Stehen mit Vorneigung des Oberkörpers waagrecht strecken) erfasst wurden (K. Berg et al., 1989; K. O. Berg et al., 1992). Bei jeder dieser Aufgaben können 0 (die Aufgabe kann nicht bewältigt werden) bis maximal 14 (die Aufgabe wird ohne Schwierigkeiten bewältigt) erreicht werden, woraus sich ein maximal möglicher Gesamtscore von 56 Punkten ergibt. Ergebnisse von 0-20, 21-40 und 41-56 Punkten werden als Zeichen hohen, mäßigen und geringen Sturzrisikos interpretiert. Bei Bedarf wurden die Basisinformationen des Tests zu Beginn wiederholt und durchbesprochen. Die Durchführung der Tests erfolgte unter Berücksichtigung der Vorgaben in der deutschen Version der Berg-Balance-Skala (Scherfer et al., 2006). Nach jedem Item wurde die entsprechende Punktezahl in das dafür vorgesehene Feld eingetragen, den Patient*innen aber bewusst nicht mitgeteilt.

3.4.2 Y-Balance Test

Der Y-Balance Test misst die dynamische Stabilität und Beweglichkeit der unteren Extremitäten in anteriorer, posteromedialer und posterolateraler Bewegungsrichtung (Plisky et al., 2009). Unter Verwendung eines spezifischen Testsystems starteten die Proband*innen auf einer zentral gelegenen Standplatte einbeinig und barfuß stehend. Mit dem Fuß des freien Spielbeins wurde versucht, eine in den o.a. Bewegungsrichtungen bewegliche Schubplatte möglichst weit vom Zentrum wegzuschieben, ohne dabei das Gleichgewicht zu verlieren. Die Teilnehmer*innen wurden instruiert, die Schubplatte mit den Zehenspitzen an der körpernahen Seitenfläche zu bewegen. Die in jeder

Bewegungsrichtung erreichte Entfernung der Schubplatte vom Zentrum wurde auf die Beinlänge, definiert als Abstand zwischen Spina iliaca anterior superior und Malleolus medialis, normiert und als Prozentwert ausgedrückt. Unter Berücksichtigung der Empfehlungen von Gray et al. (Cook & Plisky, 2015) wurden den Proband*innen mit beiden Beinen je 3 gültige Versuche in allen Bewegungsrichtungen gewährt und der jeweils beste Versuch wurde gewertet. Versuche, bei denen die Schubplatte weggestoßen wurde, die Rückkehr in die Startposition unkontrolliert erfolgte, der Boden mit einem der Füße berührt wurde oder das Spielbein auf der Schubplatte abgestellt werden musste, wurden als Fehlversuche gewertet und wiederholt. Nach dem 4. Fehlversuch wurde der jeweilige Test mit dem Score 0 gewertet. Aufgrund der breiten Altersspanne und der unterschiedlichen körperlichen Veranlagungen wurde es den Teilnehmer*innen nach jedem Versuch gestattet, das Spielbein abzustellen. Die Beeinflussung der Testergebnisse durch zunehmende Ermüdung wurde zudem durch einen Beinwechsel nach dem Test in jeder Bewegungsrichtung minimiert.

3.4.3 Sit-to-Stand Test

Zur Bestimmung der Kraftausdauer der Plantarflektoren sowie der Knie- und Hüftstrecker wurde der 60-Sekunden-Sit-to-Stand Test durchgeführt. Dabei wird ermittelt, wie oft die Teilnehmer*innen es schaffen, innerhalb einer Minute von einem Stuhl mit einer Sitzhöhe von 43 cm aufzustehen und sich wieder hinzusetzen. Als korrekt wurden Zyklen gewertet, bei denen die Beine beim Aufstehen in eine völlig gestreckte Position gebracht und das Gesäß in der Sitzphase zur Gänze auf der Sitzfläche abgesetzt wurden. Abstützen mit den Händen oder Anlehnen an der Rückenlehne war während der gesamten Zeit nicht erlaubt. Nur Bewegungszyklen, die innerhalb der 60 Sekunden vollständig durchgeführt wurden, wurden gewertet.

3.4.4 Timed-Up&Go Test

Der Timed Up&Go Test dient der Bestimmung der Mobilität und dynamischen Gleichgewichtsfähigkeit. Bei der Durchführung des Tests wird die Zeit gemessen, in welcher die Proband*innen von einem Stuhl mit Armlehne aufstehen, zu einer 3 Meter entfernten Linie gehen, zur Ausgangsposition zurückkehren und sich wieder auf den Stuhl setzen können (Podsiadlo & Richardson, 1991). Zur Standardisierung der Testbedingungen wurden die Positionen des Stuhls und des Umkehrpunkts, der mit vollem Körperumfang überschritten werden musste, mit einem Klebeband markiert.

3.5 Statistische Datenauswertung

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Open-Source Programm JASP der Universität Amsterdam in der Version 0.18.3. Das Signifikanzniveau wurde auf 5% ($p < 0,05$) festgesetzt.

Zur Darstellung der Gruppenhomogenität bezüglich der Parameter Alter, Geschlecht und Gewicht der Teilnehmer*innen wurde eine deskriptive Statistik erstellt. Beschrieben wurden sowohl die gültigen als auch die fehlenden Messungen, der Mittelwert, die Standardabweichung und das Minimum sowie das Maximum der anthropometrischen Daten. Um die Vergleichbarkeit der Gruppen zu gewährleisten, wurde zusätzlich zwischen Kontroll- und Interventionsgruppe unterschieden.

Eine Kontingenztafel sollte eine ausgeglichene Verteilung des Geschlechts in den zwei Vergleichsgruppen darstellen und auch die Gesamtverteilung an beiden Geschlechtern im Rahmen der Studie aufzeigen. Die Homogenität der Geschlechterverteilung wurde anschließend mit ein Chi-Quadrat Test überprüft.

Die statistischen Veränderungen in der Berg-Balance-Skala, dem Y-Balance Test, dem Sit-to-Stand-Test, dem Timed-Up&Go Test und dem Downton-Risk-Fall Index zu Beginn und am Ende der 12-wöchigen Intervention wurden mit Hilfe einer zwei-faktoriellen ANOVA dargestellt. Es wurden einerseits die Veränderung der Testergebnisse der einzelnen Teilnehmer im Verlauf der Interventionszeit, andererseits auch ob sich zwischen den Gruppen im gleichen Zeitrahmen ein Vergleich aufzeigt, überprüft. Zur vereinfachten Darstellung wurde eine deskriptive Statistik in Form einer Tabelle und einer grafischen Darstellung erstellt. Diese beinhaltete den Mittelwert der Testergebnisse, die Standardabweichungen, die Standardfehler und den Variationskoeffizienten. Um die Voraussetzung und Homogenität zur Anwendung dieser Tests zu erfüllen wurde ein Levene's Test durchgeführt.

Ein Mann Whitney U-Test wurde ausgeführt, um die Veränderung der Testergebnisse innerhalb der einzelnen Tests auf Signifikanz zu überprüfen.

Der Shapiro-Wilk Test sollte die Normalverteilung der Testergebnisse in der Form von Durchschnittswerten darstellen. Abschließend wurden die Gruppenergebnisse der einzelnen Tests in Form einer deskriptiven Statistik gegenübergestellt.

4. Ergebnisse

Tabelle 2 zeigt das durchschnittliche Alter der Studienteilnehmer*innen, deren Durchschnittsgröße und -gewicht. Weiters werden die jeweiligen Minima und Maxima dieser Parameter angeführt.

*Tabelle 2: Altersdurchschnitt, Durchschnittsgewicht und -körpergröße der Teilnehmer*innen in den beiden Vergleichsgruppen*

	Alter [Jahren]		Größe [cm]		Gewicht [kg]	
	Intervention	Kontroll	Intervention	Kontroll	Intervention	Kontroll
Gültig	10	10	10	10	10	10
Fehlend	0	0	0	0	0	0
Mittelwert	53.600	56.300	177.600	176.300	91.280	87.360
Standardabweichung	5.317	7.134	8.044	10.541	24.554	28.458
Minimum	47.000	46.000	167.000	162.000	51.900	48.900
Maximum	62.000	67.000	188.000	190.000	137.500	139.500

Tabelle 3 stellt die Geschlechterverteilung in den beiden Gruppen und über die gesamte Teilnehmer*innen dar und zeigte sich durch den Chi-Quadrat Test als nicht homogen genug ($p = .639$) (siehe Tabelle 4).

Tabelle 3: Geschlechterverteilung zwischen Kontroll- und Interventionsgruppe

Geschlecht		Gruppe		Gesamt
		Intervention	Kontroll	
Männlich	Anzahl	7.000	6.000	13.000
	Erwartete Anzahl	6.500	6.500	13.000
Weiblich	Anzahl	3.000	4.000	7.000
	Erwartete Anzahl	3.500	3.500	7.000
Gesamt	Anzahl	10.000	10.000	20.000
	Erwartete Anzahl	10.000	10.000	20.000

Tabelle 4: Chi-Quadrat-Test zur Überprüfung der Homogenität der Geschlechterverteilung in der Studie

Chi-Quadrat-Test

	Wert	df	p
X ²	0.220	1	0.639
N	20		

Tabelle 5 zeigt die Veränderungen der Ergebnisse der einzelnen Studienteilnehmer*innen in der Berg-Balance Skala über den Faktor Zeit ($F(1) = 8.576$, $p = .009$) und den Faktor Zeit mal Gruppe ($F(1) = .953$, $p = .342$).

In Tabelle 6 werden die Auswertungen der beiden Messzeitpunkte zwischen den beiden Gruppen miteinander verglichen ($F(1) = .060$, $p = .809$). Weder bei den Innersubjekt- noch bei den Zwischensubjekteffekten konnten signifikante Unterschiede gezeigt werden.

Tabelle 5: Innersubjekteffekte über die Faktoren Zeit und Zeit x Gruppe bei der Berg-Balance Skala

Fälle	Quadratsumme	df	Mittlere Quadratsumme	F	p	η^2
Zeit	2.025	1	2.025	8.576	0.009	0.145
Zeit * Gruppe	0.225	1	0.225	0.953	0.342	0.016
Residuen	4.250	18	0.236			

df = Anzahl Freiheitsgrade; F = Varianz; p = Signifikanz; η^2 = Effektstärke

Tabelle 6: Zwischensubjekteffekte der beiden Vergleichsgruppen in Bezug auf die Ergebnisse der Berg-Balance Skala

Fälle	Quadratsumme	df	Mittlere Quadratsumme	F	p	η^2
Gruppe	0.025	1	0.025	0.060	0.809	0.002
Residuen	7.450	18	0.414			

df = Anzahl Freiheitsgrade; F = Varianz; p = Signifikanz; η^2 = Effektstärke

Mit Hilfe der deskriptiven Statistik in Tabelle 7 lassen sich diese Ergebnisse noch deutlicher darstellen. Beide Gruppen, die Kontrollgruppe ($M = 55.6$, $SD = .0699$) und die Interventionsgruppe ($M = 55.4$, $SD = .843$) erreichten bereits zu Interventionsbeginn eine sehr hohe Punktezahl in den einzelnen Testverfahren der Berg-Balance Skala. Die Kontrollgruppe erzielte mit einem Mittelwert von 55.9 Punkten ($SD = .316$) beinahe die volle Punktezahl, während die Interventionsgruppe die volle Punktezahl mit dem Mittelwert von 56 und einer Standardabweichung von 0 erreichte.

Tabelle 7: Deskriptive Statistik der Ergebnisse aus der Berg-Balance Skala

Zeitpunkt	Gruppe	N	Mittelwert	SD	Standardfehler	Variationskoeffizient
Pre-Intervention	Kontroll	10	55.600	0.699	0.221	0.013
	Intervention	10	55.400	0.843	0.267	0.015
Post-Intervention	Kontroll	10	55.900	0.316	0.100	0.006
	Intervention	10	56.000	0.000	0.000	0.000

N = Grundgesamtheit; SD = Standardabweichung;

Der Levene Test bestätigt in diesem Fall die Homogenität der Varianzen zu Beginn ($p = .348$), aber nicht am Ende der Intervention ($p = .037$).

Bei der Datenauswertung des Y-Balance Tests wurde zwischen rechten und linken Fuß unterschieden. Die Innersubjekteffekte bei den Messungen mit dem rechten Fuß sind in Tabelle 8 dargestellt. Sie zeigt die Veränderungen der Ergebnisse der einzelnen Studienteilnehmer*innen des Y-Balance Tests über den Faktor Zeit ($F(1) = 1.083$, $p = .312$) und über den Faktor Zeit multipliziert mit dem Faktor Gruppe ($F(1) = 1.083$, $p = .320$). Auch hier zeigen beide Fälle keine signifikanten Veränderungen.

Gleichermaßen gab es bei den Zwischensubjekteffekten, in Tabelle 9 sichtbar, also dem Vergleich der beiden Gruppen zwischen den beiden Messzeitpunkten keine signifikanten Unterschiede ($F(1) = 2.204$, $p = .155$)

Tabelle 8: Innersubjekteffekte über die Faktoren Zeit und Zeit*Gruppe im Y-Balance Test des rechten Fußes

Fälle	Quadratsumme	df	Mittlere Quadratsumme	F	p	η^2
Zeit	36.578	1	36.578	1.083	0.312	0.003
Zeit * Gruppe	35.291	1	35.291	1.045	0.320	0.003
Residuen	607.937	18	33.774			

df = Anzahl Freiheitsgrade; F = Varianz; p = Signifikanz; η^2 = Effektstärke

Tabelle 9: Zwischensubjekteffekte der beiden Vergleichsgruppen im Y-Balance Test des rechten Fußes

Fälle	Quadratsumme	df	Mittlere Quadratsumme	F	p	η^2
Gruppe	1298.804	1	1298.804	2.204	0.155	0.103
Residuen	10607.597	18	589.311			

df = Anzahl Freiheitsgrade; F = Varianz; p = Signifikanz; η^2 = Effektstärke

In der deskriptiven Statistik in Tabelle 10 werden zwar Unterschiede ersichtlich, diese fallen aber für einen signifikanten Unterschied zu gering aus.

Tabelle 10: Deskriptive Statistik für den Y-Balance Test Ergebnissen des rechten Fußes

Zeitpunkt	Gruppe	N	Mittelwert	SD	Standardfehler	Variationskoeffizient
Pre-Intervention	Kontroll	10	90.394	23.556	7.449	0.261
	Intervention	10	77.119	12.374	3.913	0.160
Post-Intervention	Kontroll	10	90.428	19.838	6.273	0.219
	Intervention	10	80.910	12.026	3.803	0.149

N = Grundgesamtheit; SD = Standardabweichung;

Hier bestätigt der Levene Test sowohl zu Beginn ($p = .344$) als auch am Ende der Intervention ($p = .606$) die Varianzhomogenität.

Gleichfalls ließen sich auch beim linken Fuß weder bei den Innersubjekteffekten ($F(1) = 1,953$, $p = .179$) noch bei den Zwischensubjekteffekten ($F(1) = .173$, $p = .682$) signifikante Verbesserungen beobachten. (Siehe Tabelle 11 und 12).

*Tabelle 11: Innersubjekteffekte über die Faktoren Zeit und Zeit*Gruppe im Y-Balance Test des linken Fußes*

Fälle	Quadratsumme	df	Mittlere Quadratsumme	F	p	η^2
Time	72.138	1	72.138	1.953	0.179	0.005
Time * group	6.394	1	6.394	0.173	0.682	4.109×10^{-4}
Residuen	664.920	18	36.940			

df = Anzahl Freiheitsgrade; F = Varianz; p = Signifikanz; η^2 = Effektstärke

Tabelle 12: Zwischensubjekteffekte der beiden Vergleichsgruppen im Y-Balance Test des linken Fußes

Fälle	Quadratsumme	df	Mittlere Quadratsumme	F	p	η^2
Gruppe	1285.703	1	1285.703	1.710	0.207	0.083
Residuen	13533.841	18	751.880			

df = Anzahl Freiheitsgrade; F = Varianz; p = Signifikanz; η^2 = Effektstärke

In Tabelle 13 zeigen sich auch hier in beiden Gruppen Verbesserungen, jedoch mit zu geringen Ausprägungen. Die Kontrollgruppe verbessert sich von einem Mittelwert von 89,816, mit Standardabweichung von 28.402, auf einen Mittelwert von 91,702 mit Standardabweichung von 21,292. Die Interventionsgruppe verbessert sich von einem

Mittelwert von 77.677 mit Standardabweichung von 13.979 auf einen Mittelwert von 81.163 mit einer Standardabweichung von 11.055.

Tabelle 13: Deskriptive Statistik aus den Ergebnissen des Y-Balance Tests des linken Fußes

Zeitpunkt	Gruppe	N	Mittelwert	SD	Standardfehler	Variationskoeffizient
Pre-Intervention	Kontroll	10	89.816	28.402	8.981	0.316
	Intervention	10	77.677	13.979	4.421	0.180
Post-Intervention	Kontroll	10	91.702	21.292	6.733	0.232
	Intervention	10	81.163	11.055	3.496	0.136

N = Grundgesamtheit; SD = Standardabweichung;

Der Levene Test bestätigt auch in diesem Fall die Varianzhomogenität zu Beginn ($p = .396$) und am Ende der Intervention ($p = .406$).

Auch in den Ergebnissen des Sit-to-Stand Tests konnten keine Verbesserungen der gemessenen Zeitintervalle gemessen werden. Weder bei den Vergleichen der einzelnen Teilnehmer*innen mit dem Faktor Zeit ($F(1) = 2,984$, $p = .101$) noch bei dem Faktor Zeit*Gruppe ($F(1) = .643$, $p = .643$). (siehe Tabelle 14 und 15)

Tabelle 14: : Innersubjekteffekte über die Faktoren Zeit und Zeit*Gruppe des Sit-to-Stand Tests

Fälle	Quadratsumme	df	Mittlere Quadratsumme	F	p	η^2
Zeit	12.100	1	12.100	2.984	0.101	0.031
Zeit * Gruppe	0.900	1	0.900	0.222	0.643	0.002
Residuen	73.000	18	4.056			

df = Anzahl Freiheitsgrade; F = Varianz; p = Signifikanz; η^2 = Effektstärke

Tabelle 15: Zwischensubjekteffekte des Sit-to-Stand Tests zwischen den beiden Gruppen

Fälle	Quadratsumme	df	Mittlere Quadratsumme	F	p	η^2
Gruppe	19.600	1	19.600	1.256	0.277	0.051
Residuen	280.800	18	15.600			

df = Anzahl Freiheitsgrade; F = Varianz; p = Signifikanz; η^2 = Effektstärke

Um wieviel schneller die beiden Gruppen vor und nach der Intervention waren verdeutlicht die deskriptive Statistik in Tabelle 16. Die Kontrollgruppe, verbesserte die durchschnittliche Zeit um 1.4 Sekunden von 13.8 auf 15.2 Sekunden, wobei sich die Standardabweichung von 1.989 auf 3.824 vergrößert hat. Die Interventionsgruppe erreichte vor der Intervention im Durchschnitt eine Zeit von 15.2 Sekunden, mit einer Standardabweichung von 3.567 und

konnte diesen Wert auf durchschnittlich 16.3 Sekunden, mit einer Standardabweichung von 2.830, verbessern, was einem Unterschied von 0,8 Sekunden entspricht.

Tabelle 16: Deskriptive Statistik aus den Ergebnissen des Sit-to-Stand Tests

Zeitpunkt	Gruppe	N	Mittelwert	SD	Standardfehler	Variationskoeffizient
Pre-Intervention	Kontroll	10	13.800	1.989	0.629	0.144
	Intervention	10	15.500	3.567	1.128	0.230
Post-Intervention	Kontroll	10	15.200	3.824	1.209	0.252
	Intervention	10	16.300	2.830	0.895	0.174

N = Grundgesamtheit; SD = Standardabweichung;

Im Falle des Sit-to-Stand Tests, zeigt der Levene Test keine Varianzhomogenität zu Beginn ($p = .054$) dafür aber am Ende der Intervention ($p = .406$).

Wie in Tabelle 17 demonstriert, konnten wie bei den vorigen Testverfahren auch, beim Timed Up&Go Test keine signifikanten Verbesserungen beobachtet werden. In beiden Fällen, also Faktor Zeit ($F(1) = .288$, $p = .598$) als auch Faktor Zeit*Gruppe ($F(1) = 1.569$, $p = .226$) waren die Veränderungen zu schwach um eine ausreichende Signifikanz zu erreichen.

Auch zwischen den beiden Vergleichsgruppen konnten keine signifikanten Veränderungen beobachtet werden ($F(1) = .345$, $p = .564$) (siehe Tabelle 18).

Tabelle 17: Innersubjekteffekte aus den Ergebnissen des Timed Up&Go Tests

Fälle	Quadratsumme	df	Mittlere Quadratsumme	F	p	η^2
Zeit	0.225	1	0.225	0.288	0.598	0.005
Zeit * Gruppe	1.225	1	1.225	1.569	0.226	0.025
Residuen	14.050	18	0.781			

df = Anzahl Freiheitsgrade; F = Varianz; p = Signifikanz; η^2 = Effektstärke

Tabelle 18: Zwischensubjekteffekte aus den Ergebnissen des Timed Up&Go Tests

Fälle	Quadratsumme	df	Mittlere Quadratsumme	F	p	η^2
Gruppe	0.625	1	0.625	0.345	0.564	0.013
Residuen	32.650	18	1.814			

df = Anzahl Freiheitsgrade; F = Varianz; p = Signifikanz; η^2 = Effektstärke

Während sich die Kontrollgruppe von 6.2 Sekunden (SD = .919) auf 6.7 Sekunden (SD = .949) im Durchschnitt verschlechterte, konnte sich die Interventionsgruppe um 0.2 Sekunden, von 6.3 (SD = 1.636) auf 6.1 Sekunden (SD = .876) verbessern. (siehe Tabelle 19)

Tabelle 19: Deskriptive Statistik aus den Ergebnissen des Timed Up&Go Tests

Zeitpunkt	Gruppe	N	Mittelwert	SD	Standardfehler	Variationskoeffizient
Pre-Intervention	Kontroll	10	6.200	0.919	0.291	0.148
	Intervention	10	6.300	1.636	0.517	0.260
Post-Intervention	Kontroll	10	6.700	0.949	0.300	0.142
	Intervention	10	6.100	0.876	0.277	0.144

N = Grundgesamtheit; SD = Standardabweichung;

Abschließend zeigt der Levene Test auch hier keine Varianzhomogenität zu Beginn ($p = .057$) dafür aber am Ende der Intervention ($p = .852$).

5. Diskussion

Ziel dieser Studie war die Veränderungen eines 12-wöchigen Krafttrainings auf die Gleichgewichtsfähigkeit bei Patienten mit Alkoholabhängigkeit im Setting einer stationären Psychotherapie zu untersuchen. Aufgrund der geringen Studienlage sollte eine signifikante Forschungslücke geschlossen und die Auswirkungen von gezieltem Krafttraining auf das Gleichgewicht bei alkoholkranken Menschen überprüft werden. Der Forschungsstand dahingehend zeigte sich eindeutig in dem viele Studien eine erhöhte Sturzgefahr bei Patienten mit Alkoholsucht zeigen konnten (Cawthon et al., 2006; Chen & Yoon, 2017; Godos et al., 2022; Martín-Rodríguez et al., 2017; Mukamal et al., 2004; Schmidt et al., 2010; Sullivan et al., 2021; Sun et al., 2022). Der mit Sturzgefahr oft in Verbindung gebrachte schlechte körperliche Zustand konnte, in Bezug auf ebendiese Patientengruppe, zusätzlich von vielen Seiten bestätigt werden (Murray et al., 2012; Rehm et al., 2015; Roerecke & Rehm, 2013; Vancampfort et al., 2019).

Ein Systematic-Review hebt ebenfalls hervor, wie wichtig die Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit bei alkoholkranken Menschen ist. Trotz einiger Limitationen bestätigt es die durch übermäßigen Alkoholkonsum verursachten Schädigungen des vestibulären Systems (Chiao et al., 2024).

Wie lange hingegen sich erwähnte Schäden auf das Gleichgewichten auswirken können zeigten Fein und Greenstein im Jahr 2013. Folglich stellte sich heraus, dass Kurzzeit Alkoholiker, in der Studie definiert durch eine 6- bis 15-wöchige Abstinenz, nach 10 Wochen und nach einem Jahr keine signifikante Verbesserung hinsichtlich ihrer Gangsicherheit und ihrer Gleichgewichtsfähigkeit zeigten.

Trotz dieser eindeutigen Ergebnisse konnten keine Studien recherchiert werden, die sich mit dem Einfluss von Krafttraining auf die posturale Kontrolle von Alkoholikern befasst hat.

Um die Forschungslücke zu schließen, sollte das im Rahmen der Studie speziell entwickelte Trainingsprogramm, durch Kräftigung der unteren Extremitäten und der Rumpfmuskulatur posturale Einschränkungen ausgleichen. Anhand von Studienergebnissen die einen Zusammenhang zwischen einem gezielten auf die Beinmuskulatur abgestimmten Krafttraining und der Verbesserungen von Gleichgewichtsfähigkeit und Gangparametern zeigte (Eckardt, 2016; Muehlbauer et al., 2015; Persch et al., 2009) erwartete man sich auch hier positive Veränderungen zum Ende der Interventionszeit. Überraschenderweise kam es allerdings zu keinen signifikanten Unterschieden zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe in den einzelnen Testparametern. Im Hinblick auf die erwarteten

Kraftzuwächse im Laufe der Studienzeit, erhoffte man sich besonders bei den Ergebnissen des Timed-Up&Go Tests sowie beim Sit-to-Stand Test starke Veränderungswerte. Der Timed-Up&Go Test sollte das dynamische Gleichgewicht im Sinne von Aufsteh- und schnellen Drehbewegungen aus dem Alltag simulieren. Den Teilnehmer*innen sollte somit realitätsnah, etwaige Gleichgewichtsdefizite demonstriert werden und somit auch für sie plastischer und leichter erlebbar machen.

In Anlehnung einer Studie aus dem Jahr 2018 wurde der Timed-Up&Go Test als geeignet empfunden. Bei erwähnter Studie wurden 43 gesunde Probanden mit 43 Überlebenden einer Alkoholvergiftung, die zwischen 2 und 8 Monaten zurücklag, hinsichtlich einer Vielzahl von Gleichgewichts- und neurologischen Testverfahren verglichen. Die Forscher kamen zu dem Ergebnis das die Interventionsgruppe den Timed-Up&Go Test mit einem eindeutig langsameren Tempo und mit einer größeren Kadenz zurücklegten als die gesunde Kontrollgruppe (Peterová et al., 2018). Diese eindeutigen Ergebnisse konnten im Rahmen der vorliegenden Studie aber nicht in diesem Ausmaß bestätigt werden.

Der Sit-to-Stand Test diene ebenfalls zur Bestimmung von Kraftparametern der Beinmuskulatur, die bei der Gleichgewichtsfähigkeit eine bedeutende Rolle spielen (Horlings et al., 2009; Hsu et al., 2014). Besonders ein gut trainierter Quadrizeps-Muskel korreliert mit einer verbesserten Gleichgewichtsfähigkeit bei Frauen. Die Interventionsgruppe der 100 Personen starken randomisiert-kontrollierten Studie zeigte Verbesserungen in mehreren Gleichgewichtstests im Vergleich zur Kontrollgruppe (Teixeira et al., 2010). Demnach setzte man auf eine einfache Umsetzbarkeit des Sit-to-Stand Tests zur Veränderung der Beinkraft am Ende der 12- wöchigen Intervention.

Die Gründe für die ausbleibenden Kraftzuwächse können verschiedenster Natur sein. Eine Möglichkeit könnte eine ungünstig gewählte Krafttrainingsform sein. Es scheint insbesondere eine gut ausgebildete Schnellkraft das Sturzrisiko reduzieren zu können. 2015 wurde in einer Studie von Han & Yang die Bedeutung von Schnell- und Maximalkraft zur Vorbeugung von (in der Studie simulierten) Stürzen erforscht. Sie bestätigten ihre eigene Vermutung in dem Sinn, als dass eine gute Kniegelenkskraft wichtiger für die Gleichgewichtsfähigkeit ist als der Muskelkraft der Kniestabilisierenden Muskeln per se.

Da man selbst zu wenig Erfahrungswerte mit der Sicherheit bei Schnellkraftbewegungen mit Patienten nach Alkoholmissbrauch hatte wurden Trainingsformen dieser Art außen vorgelassen. In Anbetracht der erzielten Leistungen in der Berg-Balance-Skala könnten sich diese Annahme widerlegen lassen und in zukünftigen Studien mehr an Schnellkraft orientierte Übungen zulassen.

Wie vermeintlich groß der Einfluss von kleineren Muskelgruppen wie dem Zehenbeuger auf die aktive Gleichgewichtsfähigkeit ist, zeigten im Jahr 2020, Quinlan et al.. Sie konnten mit klinischer Signifikanz konnte ein Zusammenhang zwischen einem kräftigen Großzehenbeuger und verbessertem Gleichgewicht nachweisen. Dies gab zum Anlass die tibialis-raises als eine der Schlüsselübungen in das Krafttrainingsprogramm zu implementieren. Hier zeigte sich bei den Teilnehmer*innen besonders zu Beginn der Intervention eine schnell erreichte muskuläre Ermüdung. Nach vier Wochen sollte es zu einer Belastungssteigerung kommen, die aber nie durchgeführt wurde. Die Tatsache, dass es über den gesamten Interventionszeitraum keine Belastungssteigerung bei den tibialis-raises gab zeigt womöglich eine eklatante muskuläre Schwäche, die in der 12-wöchigen Studienzeit nicht ausgeglichen werden konnte.

Parallel dazu sollten die tibialis-raises der Stärkung der Schienbeinmuskulatur und des Sprunggelenks dienen. In der Studie von Lee et al. (2015) wurde unter anderem die dorsal Flexion des Unterschenkels trainiert und ein positiver Zusammenhang zwischen einer starken Unterschenkelmuskulatur und guten Ergebnissen im Y-Balance-Test aufgezeigt.

Für das Ausbleiben signifikanter Veränderungen und den nicht vorhandenen Fortschritten der Muskelkraft aus der Intervention, ließe sich eine mit 1-mal pro Woche geplanter Trainingseinheit als zu wenig argumentieren. Wie essenziell eine höhere Trainingsfrequenz sein kann zeigt eine Studie mit älteren Personen bei der die Gleichgewichtsfähigkeit bereits mit simplen Mitteln verbessert werden konnte (Sakamoto et al., 2013). Demnach genügt es, dreimal pro Tag, eine Minute mit offenen Augen den Einbeinstand zu praktizieren. Nach 6 Monaten konnten dadurch besonders bei Frauen die Unabhängigkeit der Betroffenen in Alltagssituationen verbessert und die Sturzprävalenz verringert werden.

In Anbetracht des womöglich zu geringen Trainingsreizes ist auch der Zeitrahmen von 12 Wochen zu hinterfragen. Mit einem Blick auf andere bereits durchgeführte Studien zeigen weit länger anberaumte Zeiträume Verbesserungen bei Patienten mit Alkohol. Erst nach 18 Monaten traten Veränderungen des Gleichgewichts auf (Smith & Fein, 2011). In dieser Studie wurde das Gleichgewicht und die Gangsicherheit zwischen Kurzzeit abstinenten- (6-15 Wochen) und Langzeit abstinenten Alkoholikern (mindestens 18 Monate) miteinander verglichen. Es braucht demnach eine lange Zeitperiode bis sich der menschliche Körper und das Nervensystem, selbst für einfache Alltagsbewegungen regeneriert.

Ein weiterer Erklärungsansatz könnte an der Komplexität des Gleichgewichtssystems liegen. Demnach wäre es sinnvoll einen multifaktoriellen Zugang zu Gleichgewichtstraining zu wählen. Beispielsweise gibt es Studien die sich mit den vielschichtigen Ursachen von Stürzen beschäftigt haben und folglich zur Planung von Gleichgewichtstraining ein umfassendes Assessment von Muskelkraft, Gangbild, Körperzusammensetzung, Lebensqualität und allgemeinem Sturzrisiko empfehlen (Gschwind et al., 2013). Als Unterstützung und um einen geeigneten Überblick über diese Parameter zu erhalten, kann man beispielsweise die Falls Efficiency Scale-International Version (FES-I) zur Hilfe nehmen (Dias et al., 2006). Allgemein lässt sich also Krafttraining, als alleinige Intervention, zumindest bei Patienten mit Alkoholsucht, als vermutlich nicht wirksam beschreiben.

In eben diesem Sinne zeigen etwas komplexere Ansätze zu Gleichgewichtstraining durchaus ihre Wirksamkeit hinsichtlich der Gleichgewichtsfähigkeit. Zu diesem Ergebnis kam eine Meta- Analyse von Behm et al. 2015. Demnach bewirkt Krafttraining auf instabilem Untergrund einen positiven, wenn auch schwachen, Einfluss auf die Gleichgewichtsfähigkeit. Über einen längeren Studienzeitraum von 24 Monaten zeigten Pirauá et al. 2019, dass Krafttraining auf instabilem Untergrund nicht nur die Gleichgewichtsfähigkeit positiv beeinflusst, sondern auch die Sturzgefahr verringert und die Mobilität verbessert.

Auch die Step-Ups als unilaterale Kräftigungsübung sollten zur gezielten Stärkung der Beinmuskulatur dienen um so Alltagsaufgaben wie das Stiegensteigen sicherer zu gestalten. Hier scheinen allerdings unilaterale Gleichgewichtsübungen die geeignetere Trainingsvariante zu sein. Einer Studie nach zeigen sich dadurch Verbesserungen des Bewegungsradius des Oberkörpers, des Hüftgelenks und des Kniegelenks sowohl in der Gruppe die das dominante Bein als auch in der Gruppe, die das nicht-dominante Bein trainierten. Was für eine allgemeine Verbesserung des Gleichgewichtsvermögens spricht und eine sehr gute Umsetzung in Alltagsbewegungen erlaubt (Temporiti et al., 2023). Um ebendiese alltagstauglichen Balanceakte zu simulieren, wurde zu den bereits erwähnten Tests der Y-Balance Test in die Testbatterie aufgenommen. Nach anfänglichen Unsicherheiten seitens der Patient*innen und der Befürchtung die gewünschten Bewegungsaufgaben nicht bewerkstelligen zu können, reichten bereits einige wenige Versuche, um sich an das Test-Kit und den dazugehörigen Ablauf zu gewöhnen. Auch in diesem Fall zeigte der Y-Balance Test nicht die gewünschten Veränderungen. Das lässt sich allem Anschein nach durch die zu geringen Muskelkraftzuwächse erklären. Demnach könnten sich die Ergebnisse mit einer Erhöhung der wöchentlichen Trainingsfrequenz positiv verändern. Da die Teilnehmer*innen an keinen akuten oder chronischen

Verletzungen im Bereich der Sprung-, Knie-, oder Hüftgelenke hatten, konnten pathologischen Ursachen, für die nicht eingetretenen Verbesserungen ausgeschlossen werden. Denn bei Patienten*innen nach einer Knöchel Operation zeigte sich der Y-Balance-Test als passendes Testverfahren um deren Gleichgewichtsvermögen zu testen. Die 22 Patienten*innen wurden 6 Monate nach dem operativen Eingriff getestet und zeigten neben einer signifikant schlechteren Leistung beim anterior-reach eine Schwäche in der Hüftmuskulatur (Salas-Gómez et al., 2022).

Gezieltes Gleichgewichtstraining zeigte bereits ebenfalls wirksame Veränderungen auf die Gleichgewichtsfähigkeit bei unterschiedlichsten Proband*innen. In einer randomisiert angelegten Studie von Mckeon et al. aus 2008 wurden Personen mit chronischer Sprunggelenksinstabilität in eine Kontroll- und Trainingsgruppe geteilt. Die Trainingsgruppe absolvierte 12 betreute Gleichgewichtstrainingseinheiten innerhalb von 4 Wochen, während die Kontrollgruppe ihr selbes, individuelles Bewegungspensum beibehielt. Das Ergebnis ergab eine signifikant höhere Verbesserung der Muskelfunktion und Körperhaltung bei den Teilnehmer*innen mit Sprunggelenksverletzungen.

Ein über zwölf Monate laufendes Gleichgewichtstraining zeigte ebenso signifikant bessere Ergebnisse in Bezug auf Körperhaltung (Miko et al., 2018). Als Gradmesser wurden hier der Timed-Up-and-Go Test und die Berg-Balance-Skala verwendet, um die Veränderungen bei der Follow-Up Messung zu eruieren. Der Proband*innen erhielten ein Trainingsprogramm, bei dem sie von Physiotherapeuten betreut wurden.

Neben klassischen körperlich aktiven Interventionen tragen mittlerweile auch modernste Techniken zur Verbesserung des Gleichgewichts bei. Mittels Virtual-Reality, in Kombination mit handelsüblichen Spielkonsolen wurden in geriatrischen Settings erfolgreich eingesetzt und verbesserten das Gleichgewicht bei Patienten mit erhöhter Sturzgefahr (Pacheco et al., 2020). Ein Systematic Review aus dem Jahr 2018 soll in weiterer Folge Spielkonsolherstellern die Möglichkeit geben in Zukunft noch präziser an die Bedürfnisse einer nachhaltigen Sturzprophylaxe orientierte Programme zu gestalten (Tahmosybayat et al., 2018).

Sadeghi et al. machten sich 2021 auch zum Ziel die Effektivität von traditionellem Gleichgewichtstraining, mit Virtual-Reality Training oder deren Kombination miteinander zu vergleichen und die daraus wirkvollste Variante zu finden. Dafür wurden die Probanden*innen zu Studienbeginn und nach 8 Wochen erneut getestet. Dabei wurden die isokinetische Muskelkraft, der Einbeinstand auf festen sowie auf weichen Unterböden, der

Tandem-Stand, der Timed-Up-and-Go Test und der 10 Meter Walk-Test gemessen. Die Gruppe die sowohl das traditionelle Gleichgewichtstraining als auch das Virtual-Reality Training absolvierten zeigten dabei die größten Verbesserungen im Vergleich zu den anderen Gruppen.

Ein direkter Vergleich mit anderen vulnerablen Gruppen ist aufgrund der breitgefächerten und teils völlig differenten Pathogenese kaum möglich. Dennoch zeigen Studien die positive Wirkung von gezieltem Gleichgewichtstraining beispielsweise bei Parkinson Patient*innen. Definiert als bewusste und wiederholte Störung des Gleichgewichts über den Verlauf der Trainingseinheit mit dem Ziel die Ganzkörperreaktion von Patienten*innen auf äußere Störfaktoren zu verbessern und damit ihre Fähigkeit, das Gleichgewicht zu halten und nicht zu stürzen, wurde 2015 bei Patienten*innen mit Parkinson nachgewiesen (Mansfield et al., 2015). Durch eine Meta-Analyse wurden diese Ergebnisse unterstrichen und auf weitere Erkrankungen oder auch auf ältere Menschen mit erhöhtem Sturzrisiko erweitert (Devasahayam et al., 2022). Wie eine Studie von (Santos et al., 2017) zeigte, eine Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit von an Parkinson leidenden Personen durch ein Programm, in dem neben Trampolinen, auch Schaumstoff oder Bänke als Trainingsutensilien verwendet wurden

Diese Studienergebnisse wurden durch ein Review unterstrichen. Unabhängig der sportlichen Intervention konnte bei 81 untersuchten Studien eine Verringerung der Sturzgefahr um 23% beobachtet werden. Funktionales Training oder gezieltes Balance Training verbesserte das Sturzrisiko um 24%, in Kombination mit Krafttraining sogar um 34% (Sherrington et al., 2019). Wie wichtig Sturzprophylaxe in den eigenen vier Wänden ist zeigte eine Studie aus Kanada. Personen, die aufgrund eines Sturzes in einer Klinik betreut wurden und daran anschließend ein Kraft- und Balancetraining absolvierten, verbesserten ihr Sturzrisiko mehr, als Personen die nach klassischem Vorgehen eines Geriaters betreut wurden. Das Training wurde hierbei durch persönliche Hausbesuche eines Physiotherapeuten angeleitet und über mehrere Monate in Form von Follow-Up Tests evaluiert (Liu-Ambrose et al., 2019).

Zwischen 10 und 29 angeleiteten Trainings gelten für statisches, dynamisches Gleichgewicht und Muskelkraft als ideale Anzahl mit den signifikantesten Ergebnissen. Sind es mehr als 30 von Professionalisten begleitete Einheiten, so ließ sich beim proaktiven Gleichgewicht die meisten Verbesserungen beobachten. Als proaktives Gleichgewicht wurden hier Messungen mittels des Timed Up&Go Tests definiert (Lacroix et al., 2017).

Wie wichtig sportliche Aktivität, auch im höheren Alter ist zeigte eine Studie die sich mit eben diesen Einflüssen auf die Gleichgewichtsfähigkeit fokussierte. Demnach haben Personen die bis vor kurzem noch aktive Freizeitsportarten wie Schwimmen, Radfahren, Tennis oder Spazieren praktiziert haben ein besseres Gleichgewicht als inaktive Personen. Die Zeitdauer, also wie viele Lebensjahre diese Sportarten ausgeübt wurden spielt hier eine große Rolle für die Ergebnisse der Gleichgewichtsfähigkeit (Perrin et al., 1999).

Speziell Schlaganfall Patienten gelten auch als vulnerable Gruppe bei der Evaluierung der Sturzgefahr. In einer Meta-Analyse konnten eindeutige Vorteile von gezielten Gleichgewichts- und Krafttraining, besonders in der Phase nach Schlaganfällen aufgezeigt werden. Im weiteren Therapieverlauf gilt vor allem die Gangschule als weiteres wichtiges Mittel um das Risiko vor Stürzen zu minimieren und die Patient*innen prophylaktisch Sicherheit für ihren Alltag zu geben (Van Duijnhoven et al., 2016).

Diese Beispiele deuten daraufhin ein gezieltes Gleichgewichtstraining, auch in Kombination mit Krafttraining, zur Verbesserung der posturalen Kontrolle am wirksamsten erscheint. Um die Posturale Kontrolle geeignet zu trainieren, braucht es infolgedessen adäquate Reize die das Gleichgewichtssystem in seinem vollständigen Ausmaß belasten. Dies wurde in vorliegender Studie nicht bedacht und muss für zukünftige Studien unweigerlich berücksichtigt werden.

Neben den oben angeführten Testverfahren muss auch die Berg-Balance-Skala als für die Personengruppe möglicherweise unpassend betrachtet werden. Trotz der Fülle an negativen Zusammenhängen zwischen erhöhten Alkoholkonsum und Gleichgewicht gibt es bisher keine, an alkoholranke Patienten angepasste Gleichgewichtstests, die sich mit der Erhebung der posturalen Kontrolle auseinandersetzen. Infolgedessen bediente man sich an der Berg- Balance-Skala, als etabliertes Testverfahren, welches in vielen Studien in ihrer Wirksamkeit bestätigt und in der Behandlung von weiteren vulnerablen Personengruppen, primär Personen höheren Alters, erfolgreich angewendet wurden.

Sie wurde ursprünglich zur Gleichgewichtstestung bei älteren Personen entwickelt (Downs, 2015) was sich auch bereits im Laufe der Eingangstestungen in Form einer zu geringe Passfähigkeit zwischen den Proband*innen und den Testaufgaben zeigte. Die Aufgaben wurden von den Patient*innen durchwegs als zu einfach empfunden und die Ergebnisse bestätigten dies auch. Die Teilnehmer*innen erreichten sowohl bei Eingangs- und Ausgangsmessung beinahe immer die volle Punkte Zahl.

Ist die Berg-Balance-Skala an die richtige Personengruppe angepasst zeigt sich ihre Effektivität. Bei einer randomisierten Kontrollstudie mit gesunden, älteren Personen zeigte

die Interventionsgruppe eine Verbesserung von 4,8 Punkten im Vergleich zur Kontrollgruppe die im gleichen Zeitraum um 1,3 Punkte weniger erreichte als zu Beginn der Studie (Beling & Roller, 2009). Teilnehmer*innen die zwischen 43 und 52 Punkten erreichten haben somit eine 2 – 7 % höhere Wahrscheinlichkeit zu Stürzen. Ab einer Punktezahl von 45 Punkten gelten ältere Personen generell als erhöht Sturz gefährdet (Bogle Thorbahn & Newton, 1996).

Auch eine andere Studie zeigte eine Verbesserung von über 6 Punkten zur Verbesserung der Versuchsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe (Pfeifer et al., 2001). Mit einer Verbesserung von 12,7 Punkten bei der Interventionsgruppe im Vergleich zu einer Verringerung von 2 Punkten bei der Kontrollgruppe konnte eine Studie aus dem Jahr 2011 auf sich aufmerksam machen. Der Leistungsverlust der Kontrollgruppe wird in diesem Fall durch das nicht vorhanden sein der sportlichen Interventionen begründet. Da beide Gruppen bei den Eingangsmessungen, Interventionsgruppe 26,91 und Kontrollgruppe 27,24, relative niedrige Punktezahlen aufzeigten, demonstrieren die starke Verbesserung der Interventionsgruppe die Bedeutung von Gleichgewichtstraining (Jacobson et al., 2011).

Wie vielseitig Gleichgewichtstraining sein kann, zeigte sich bei einem zur Verbesserung des Gleichgewichts orientierten Training mit Frauen im durchschnittlichen Alter von 68,5 Jahren.

Auch hier verbesserten sich die Werte der Berg-Balance-Skala um mehr als 8 Punkte bei der Interventionsgruppe. Die Kontrollgruppe hingegen blieb über den Zeitraum bei beinahe derselben Punktezahl (Leiros-Rodríguez & García-Soidan, 2014). Alle erwähnten Studien beschreiben die Berg-Balance-Skala als geeignetes Messverfahren zur Bestimmung der funktionalen Bewegungsfähigkeit. Deren Ergebnisse sind aber mit der vorliegenden Studie nicht gleichzusetzen und weisen wie bereits erwähnt, für die ausgewählte Personengruppe auf ein für Alkoholiker in diesem Setting unpassendes Testverfahren hin.

Neben trainingswissenschaftlichen Gründen erschwert der durch die Therapieeinrichtung vorgegebene Therapieplan eine gezielte und vor allem strukturelle Planung eines gezielten Kraft- oder Gleichgewichtstrainings. Im erwähnten Therapiesetting dient die Sporttherapie als Begleittherapie zur Psychotherapie. In diesem Sinne werden die Patienten angehalten sich ihre Tagesstruktur selbst zu gestalten und können dabei zwischen vielen, unterschiedlichen Sporteinheiten die für sie passende auswählen. Aufgrund der großen Belastungsunterschiede zwischen den angebotenen Einheiten ist eine kontrollierte Belastungssteigerung kaum möglich und erschwert somit eine strukturierte Verbesserung

der Leistungsfähigkeit. Ein Eingriff in diesen Prozess würde Einschnitte in den individuellen Fortschritt des Patienten*in bedeuten und ist somit nicht umsetzbar.

Allgemein scheint gezieltes Gleichgewichtstraining, in Kombination mit Krafttraining die geeignetere Trainingsform zur Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit zu sein. Mit Sicherheit lässt sich dies aber nur bestätigen, wenn die Studienlage ausgeweitet und auf die Personengruppe angepasst wird. Daraus erschließt sich ein neues, großes Forschungsgebiet, welches sich mit dem allgemein zunehmenden Alkoholkonsum der letzten Jahre auch in Zukunft ein spannendes Forschungsgebiet entwickeln könnte (Grant et al., 2017). Die Gründe dafür könnten vielseitig sein. Einerseits wird Alkoholkonsum, speziell im Vergleich zum Drogenkonsum, gesellschaftlich weitaus mehr akzeptiert und toleriert. Das führt zu einer vermutlich größeren Dunkelzahl an Menschen, die regelmäßig und auch in größeren Mengen Alkohol trinken, dies aber nicht als Problem ansehen und somit auch nicht therapeutisch therapieren.

Haben sich passende Testverfahren und Trainingsprogramme etabliert, gilt es detaillierter die individuellen Unterschiede der Betroffenen einzubeziehen. So könnte man beispielsweise Gruppen zwischen der Dauer ihrer Alkoholabstinenz unterscheiden. Daraus ließe sich schließen welche Zeit es braucht um nach dem kompletten Entzug, vergleichbare Ergebnisse mit gesunden gleichaltrigen Personen zu erreichen. Auch die Trinkjahre, also die Anzahl der Konsumjahre könnten einerseits bei diesen Verfahren bereits miteinbezogen oder andernfalls gesondert untersucht werden.

Eine weitere Möglichkeit wäre es sich speziell die Berg-Balance-Skala mit Alkoholikern über 65 Jahren mit alkoholabstinenten über 65-Jährigen zu vergleichen.

6. Schlussfolgerung

Die Gründe für die nicht zufriedenstellenden Ergebnisse dieser Studie können vielseitig sein und lassen sich durch die speziellen Herausforderungen, die mit dem Krankheitsbild der Alkoholkrankheit verbunden sind, erklären. Die gesammelten Daten dieser Studie zeigen die Komplexität bei der Arbeit mit alkoholkranken Menschen im Rahmen einer stationären Therapie und bieten wichtige Erkenntnisse für die klinische Praxis. Für Betroffene, Ärzte und Therapeuten, aber auch für den Public Health Sektor eröffnet sich somit ein neues Forschungsgebiet. Bereits im Arbeitssetting von Entzugs-, Reha- und Therapieeinrichtungen sollte die Notwendigkeit eines gezielt auf die Gleichgewichtsfähigkeit orientiertes Training unbedingt für Therapeuten als auch für Kliniker bewusst gemacht werden. Ein ganzheitlicher und von allen klinischen Fachgebieten getätigter Blick auf dieses komplexe Thema ist relevant, um dieses kaum erforschte Themengebiet besser zu verstehen. Nur so kann sich Wirksamkeit von Therapieprogrammen für Alkoholranke Personen verbessern, um das wachsende Krankheitsbild einzudämmen und Betroffenen mehr Lebensqualität zu ermöglichen.

Literaturverzeichnis

- Airagnes, G., Ducoutumany, G., Laffy-Beaufils, B., Le Faou, A.-L., & Limosin, F. (2019). Alcohol withdrawal syndrome management: Is there anything new? *La Revue de Médecine Interne*, 40(6), 373–379. <https://doi.org/10.1016/j.revmed.2019.02.001>
- Anson, E., Bigelow, R. T., Swenor, B., Deshpande, N., Studenski, S., Jeka, J. J., & Agrawal, Y. (2017). Loss of Peripheral Sensory Function Explains Much of the Increase in Postural Sway in Healthy Older Adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 9, 202. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00202>
- Anson, E., & Jeka, J. (2016). Perspectives on Aging Vestibular Function. *Frontiers in Neurology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fneur.2015.00269>
- Behm, D. G., Muehlbauer, T., Kibele, A., & Granacher, U. (2015). Effects of Strength Training Using Unstable Surfaces on Strength, Power and Balance Performance Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, 45(12), 1645–1669. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0384-x>
- Beling, J., & Roller, M. (2009). Multifactorial Intervention with Balance Training as a Core Component Among Fall-prone Older Adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 32(3), 125.
- Berg, K. O., 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., & Gayton, D. (1989). Measuring balance in the elderly: Preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*, 41(6), 304–311. <https://doi.org/10.3138/ptc.41.6.304>
- Bogle Thorbahn, L. D., & Newton, R. A. (1996). Use of the Berg Balance Test to Predict Falls in Elderly Persons. *Physical Therapy*, 76(6), 576–583. <https://doi.org/10.1093/ptj/76.6.576>

- Bye, E. K., Bogstrand, S. T., & Rossow, I. (2022). The importance of alcohol in elderly's hospital admissions for fall injuries: A population case-control study. *Nordic Studies on Alcohol and Drugs*, 39(1), 38–49.
<https://doi.org/10.1177/14550725211015836>
- Campos, J., Ramkhalawansingh, R., & Pichora-Fuller, M. K. (2018). Hearing, self-motion perception, mobility, and aging. *Hearing Research*, 369, 42–55.
<https://doi.org/10.1016/j.heares.2018.03.025>
- Carvalho, A. F., Heilig, M., Perez, A., Probst, C., & Rehm, J. (2019). Alcohol use disorders. *The Lancet*, 394(10200), 781–792. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31775-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31775-1)
- Cawthon, P. M., Harrison, S. L., Barrett-Connor, E., Fink, H. A., Cauley, J. A., Lewis, C. E., Orwoll, E. S., & Cummings, S. R. (2006). Alcohol intake and its relationship with bone mineral density, falls, and fracture risk in older men. *Journal of the American Geriatrics Society*, 54(11), 1649–1657. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2006.00912.x>
- Chen, C. M., & Yoon, Y.-H. (2017). Usual Alcohol Consumption and Risks for Nonfatal Fall Injuries in the United States: Results From the 2004–2013 National Health Interview Survey. *Substance Use & Misuse*, 52(9), 1120–1132.
<https://doi.org/10.1080/10826084.2017.1293101>
- Cheung, T. C. K., & Schmuckler, M. A. (2021). Multisensory postural control in adults: Variation in visual, haptic, and proprioceptive inputs. *Human Movement Science*, 79, 102845. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2021.102845>
- Chiao, A., Hughes, M. L., Karimuddanahalli Premkumar, P., & Zoucha, K. (2024). The Effects of Substance Misuse on Auditory and Vestibular Function: A Systematic Review. *Ear and Hearing*, 45(2), 276–296.
<https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000001425>
- Chiba, R., Takakusaki, K., Ota, J., Yozu, A., & Haga, N. (2016). Human upright posture control models based on multisensory inputs; in fast and slow dynamics.

- Neuroscience Research*, 104, 96–104.
<https://doi.org/10.1016/j.neures.2015.12.002>
- Cook, G., & Plisky, P. (2015). *YBT Online Manual.pdf*.
- Day, B. L., & Fitzpatrick, R. C. (2005). The vestibular system. *Current Biology*, 15(15), R583–R586. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2005.07.053>
- De Nooij, J. C., & Zampieri, N. (2023). The making of a proprioceptor: A tale of two identities. *Trends in Neurosciences*, 46(12), 1083–1094.
<https://doi.org/10.1016/j.tins.2023.09.008>
- Devasahayam, A. J., Farwell, K., Lim, B., Morton, A., Fleming, N., Jagroop, D., Aryan, R., Saumur, T. M., & Mansfield, A. (2022). The Effect of Reactive Balance Training on Falls in Daily Life: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *Physical Therapy*, 103(1), pzac154. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzac154>
- Dhargave, P., & Sendhilkumar, R. (2016). Prevalence of risk factors for falls among elderly people living in long-term care homes. *Journal of Clinical Gerontology and Geriatrics*, 7(3), 99–103. <https://doi.org/10.1016/j.jcgg.2016.03.004>
- Dhillon, R. J. S., & Hasni, S. (2017). Pathogenesis and Management of Sarcopenia. *Clinics in Geriatric Medicine*, 33(1), 17–26.
<https://doi.org/10.1016/j.cger.2016.08.002>
- Dias, N., Kempen, G. I. J. M., Todd, C. J., Beyer, N., Freiburger, E., Piot-Ziegler, C., Yardley, L., & Hauer, K. (2006). Die Deutsche Version der 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>
- Downs, S. (2015). The Berg Balance Scale. *Journal of Physiotherapy*, 61(1), 46.
<https://doi.org/10.1016/j.jphys.2014.10.002>
- Dubovsky, S. L., & Marshall, D. (2022). Benzodiazepines Remain Important Therapeutic Options in Psychiatric Practice. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 91(5), 307–334. <https://doi.org/10.1159/000524400>

- Eckardt, N. (2016). Lower-extremity resistance training on unstable surfaces improves proxies of muscle strength, power and balance in healthy older adults: A randomised control trial. *BMC Geriatrics*, 16(1), 191.
<https://doi.org/10.1186/s12877-016-0366-3>
- Estruch, R., Sacanella, E., Fernandez-Sola, J., Nicolas, J. M., Rubin, E., & Urbano-Marquez, A. (1998). Natural History of Alcoholic Myopathy: A 5-Year Study. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 22(9), 2023–2028.
<https://doi.org/10.1111/j.1530-0277.1998.tb05911.x>
- Falkai, P., Wittchen, H.-U., Döpfner, M., Gaebel, W., Maier, W., Rief, W., Saß, H., Zaudig, M., & American Psychiatric Association (Hrsg.). (2018). *Diagnostisches und statistisches Manual psychischer Störungen DSM-5®* (2. korrigierte Auflage). Hogrefe. <https://doi.org/10.1026/02803-000>
- Fein, G., & Greenstein, D. (2013). Gait and Balance Deficits in Chronic Alcoholics: No Improvement from 10 Weeks Through 1 Year Abstinence. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 37(1), 86–95. <https://doi.org/10.1111/j.1530-0277.2012.01851.x>
- Ferrauti, A. (Hrsg.). (2020). *Trainingswissenschaft für die Sportpraxis: Lehrbuch für Studium, Ausbildung und Unterricht im Sport*. Springer Berlin Heidelberg.
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-58227-5>
- Fetz, F. (1987). *Sensomotorisches Gleichgewicht im Sport*. Österreichischer Bundesverlag.
- Fluyau, D., Kailasam, V. K., & Pierre, C. G. (2023). Beyond benzodiazepines: A meta-analysis and narrative synthesis of the efficacy and safety of alternative options for alcohol withdrawal syndrome management. *European Journal of Clinical Pharmacology*, 79(9), 1147–1157. <https://doi.org/10.1007/s00228-023-03523-2>
- Freyberger, H. J., Dilling, H., & Weltgesundheitsorganisation (Hrsg.). (2019). *Taschenführer zur ICD-10-Klassifikation psychischer Störungen: Mit Glossar und diagnostischen Kriterien sowie Referenztabellen ICD-10 vs. ICD-9 und ICD-10 vs.*

- DSM-IV-TR (9., aktualisierte Auflage unter Berücksichtigung der Änderungen gemäss ICD-10-GM (German Modification) 2019). Hogrefe.
- Friese, A., Kaltschmidt, J. A., Ladle, D. R., Sigrist, M., Jessell, T. M., & Arber, S. (2009). Gamma and alpha motor neurons distinguished by expression of transcription factor Err3. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(32), 13588–13593. <https://doi.org/10.1073/pnas.0906809106>
- Garcia, M., & Stippich, C. (2013). Funktionelle Neuroanatomie: Sensomotorisches System. *Der Radiologe*, 53(7), 584–591. <https://doi.org/10.1007/s00117-013-2483-8>
- Gimunová, M., Sebera, M., Kasović, M., Svobodová, L., & Vespalec, T. (2022). Spatio-Temporal Gait Parameters in Association with Medications and Risk of Falls in the Elderly. *Clinical Interventions in Aging, Volume 17*, 873–883. <https://doi.org/10.2147/CIA.S363479>
- Godos, J., Giampieri, F., Chisari, E., Micek, A., Paladino, N., Forbes-Hernández, T. Y., Quiles, J. L., Battino, M., La Vignera, S., Musumeci, G., & Grosso, G. (2022). Alcohol Consumption, Bone Mineral Density, and Risk of Osteoporotic Fractures: A Dose–Response Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1515. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031515>
- Grant, B. F., Chou, S. P., Saha, T. D., Pickering, R. P., Kerridge, B. T., Ruan, W. J., Huang, B., Jung, J., Zhang, H., Fan, A., & Hasin, D. S. (2017). Prevalence of 12-Month Alcohol Use, High-Risk Drinking, and DSM-IV Alcohol Use Disorder in the United States, 2001-2002 to 2012-2013: Results From the National Epidemiologic Survey on Alcohol and Related Conditions. *JAMA Psychiatry*, 74(9), 911–923. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2017.2161>
- Gschwind, Y. J., Kressig, R. W., Lacroix, A., Muehlbauer, T., Pfenninger, B., & Granacher, U. (2013). A best practice fall prevention exercise program to improve balance, strength / power, and psychosocial health in older adults: Study protocol for a

- randomized controlled trial. *BMC Geriatrics*, 13(1), 105.
<https://doi.org/10.1186/1471-2318-13-105>
- Güllich, A., & Krüger, M. (Hrsg.). (2023). *Bewegung, Training, Leistung und Gesundheit: Handbuch Sport und Sportwissenschaft*. Springer Berlin Heidelberg.
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-53410-6>
- Han, L., & Yang, F. (2015). Strength or power, which is more important to prevent slip-related falls? *Human Movement Science*, 44, 192–200.
<https://doi.org/10.1016/j.humov.2015.09.001>
- Harrison, N. L., Skelly, M. J., Grosserode, E. K., Lowes, D. C., Zeric, T., Phister, S., & Salling, M. C. (2017). Effects of acute alcohol on excitability in the CNS. *Neuropharmacology*, 122, 36–45.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2017.04.007>
- Henry, M., & Baudry, S. (2019). Age-related changes in leg proprioception: Implications for postural control. *Journal of Neurophysiology*, 122(2), 525–538.
<https://doi.org/10.1152/jn.00067.2019>
- Hirschtritt, M. E., Palzes, V. A., Kline-Simon, A. H., Kroenke, K., Campbell, C. I., & Sterling, S. A. (2020). *Benzodiazepine and Unhealthy Alcohol Use Among Adult Outpatients*.
- Holzgreve, F., Maltry, L., Lampe, J., Wanke, E. M., & Ohlendorf, D. (2019). Sturzprävention bei Älteren: Training der posturalen Kontrolle. *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie*, 69(5), 310–312.
<https://doi.org/10.1007/s40664-019-0328-7>
- Horlings, C. G. C., Küng, U. M., van Engelen, B. G. M., Voermans, N. C., Hengstman, G. J. D., van der Kooi, A. J., Bloem, B. R., & Allum, J. H. J. (2009). Balance control in patients with distal versus proximal muscle weakness. *Neuroscience*, 164(4), 1876–1886. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2009.09.063>

- Houk, J., & Henneman, E. (1967). Responses of Golgi tendon organs to active contractions of the soleus muscle of the cat. *Journal of Neurophysiology*, 30(3), 466–481. <https://doi.org/10.1152/jn.1967.30.3.466>
- Hsu, W.-L., Chen, C.-Y., Tsao, J.-Y., & Yang, R.-S. (2014). Balance control in elderly people with osteoporosis. *Journal of the Formosan Medical Association*, 113(6), 334–339. <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2014.02.006>
- Ivanenko, Y., & Gurfinkel, V. S. (2018). Human Postural Control. *Frontiers in Neuroscience*, 12, 171. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00171>
- Jacobson, B. H., Thompson, B., Wallace, T., Brown, L., & Rial, C. (2011). Independent static balance training contributes to increased stability and functional capacity in community-dwelling elderly people: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 25(6), 549–556. <https://doi.org/10.1177/0269215510392390>
- Jácome, C., Cruz, J., Oliveira, A., & Marques, A. (2016). Validity, Reliability, and Ability to Identify Fall Status of the Berg Balance Scale, BESTest, Mini-BESTest, and Brief-BESTest in Patients With COPD. *Physical Therapy*, 96(11), 1807–1815. <https://doi.org/10.2522/ptj.20150391>
- Jaki Mekjavic, P., Tipton, M. J., & Mekjavic, I. B. (2021). The eye in extreme environments. *Experimental Physiology*, 106(1), 52–64. <https://doi.org/10.1113/EP088594>
- Jami, L. (1992). Golgi tendon organs in mammalian skeletal muscle: Functional properties and central actions. *Physiological Reviews*, 72(3), 623–666. <https://doi.org/10.1152/physrev.1992.72.3.623>
- Julian, T., Glasgow, N., Syeed, R., & Zis, P. (2019). Alcohol-related peripheral neuropathy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Neurology*, 266(12), 2907–2919. <https://doi.org/10.1007/s00415-018-9123-1>
- Ko, S.-U., Simonsick, E., Deshpande, N., & Ferrucci, L. (2015). Sex-specific age associations of ankle proprioception test performance in older adults: Results from

- the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Age and Ageing*, 44(3), 485–490.
<https://doi.org/10.1093/ageing/afv005>
- Lacroix, A., Hortobágyi, T., Beurskens, R., & Granacher, U. (2017). Effects of Supervised vs. Unsupervised Training Programs on Balance and Muscle Strength in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 47(11), 2341–2361. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0747-6>
- Lai, J., Ye, Y., Huang, D., & Zhang, X. (2023). Age-related differences in the capacity and neuromuscular control of the foot core system during quiet standing. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, sms.14522.
<https://doi.org/10.1111/sms.14522>
- Lee, D.-K., Kang, M.-H., Lee, T.-S., & Oh, J.-S. (2015). Relationships among the Y balance test, Berg Balance Scale, and lower limb strength in middle-aged and older females. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 19(3), 227–234.
<https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0096>
- Leiras, R., Cregg, J. M., & Kiehn, O. (2022). Brainstem Circuits for Locomotion. *Annual Review of Neuroscience*, 45(1), 63–85. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-082321-025137>
- Leiros-Rodríguez, R., & García-Soidan, J. L. (2014). Balance Training in Elderly Women Using Public Parks. *Journal of Women & Aging*, 26(3), 207–218.
<https://doi.org/10.1080/08952841.2014.888220>
- Lindenmeyer, J. (2016). *Alkoholabhängigkeit* (3., überarbeitete Auflage). Hogrefe.
- Liu-Ambrose, T., Davis, J. C., Best, J. R., Dian, L., Madden, K., Cook, W., Hsu, C. L., & Khan, K. M. (2019). Effect of a Home-Based Exercise Program on Subsequent Falls Among Community-Dwelling High-Risk Older Adults After a Fall: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*, 321(21), 2092–2100.
<https://doi.org/10.1001/jama.2019.5795>
- Madrigal, J., Arbelaiz-Lelion, D., Candelo, E., Valencia Ramírez, S., Franco Sanchez, I., Castillo-Bustamante, M., Andalón-Dueñas, E., & García, A. (2023). Clinical and

- otopathologic findings on age-related vestibular loss: State of the art review. *International Journal of Otorhinolaryngology and Head and Neck Surgery*, 9(7), 602–612. <https://doi.org/10.18203/issn.2454-5929.ijohns20231822>
- Mansfield, A., Wong, J. S., Bryce, J., Knorr, S., & Patterson, K. K. (2015). Does perturbation-based balance training prevent falls? Systematic review and meta-analysis of preliminary randomized controlled trials. *Physical Therapy*, 95(5), 700–709. <https://doi.org/10.2522/ptj.20140090>
- Martín-Rodríguez, M. D. M., Pulido, J., Jiménez-Mejías, E., Hoyos, J., Lardelli-Claret, P., & Barrio, G. (2017). Consistent association between hypnotics/sedatives and non-traffic injuries. Results from a national household survey. *Accident; Analysis and Prevention*, 106, 379–384. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.06.016>
- Maust, D. T., Lin, L. A., & Blow, F. C. (2019). Benzodiazepine Use and Misuse Among Adults in the United States. *Psychiatric Services*, 70(2), 97–106. <https://doi.org/10.1176/appi.ps.201800321>
- Mckeeon, P. O., Ingersoll, C. D., Kerrigan, D. C., Saliba, E., Bennett, B. C., & Hertel, J. (2008). Balance Training Improves Function and Postural Control in Those with Chronic Ankle Instability. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(10), 1810–1819. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31817e0f92>
- Meinel, K., Schnabel, G., & Krug, J. (Hrsg.). (2007). *Bewegungslehre - Sportmotorik: Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt* (11., überarb. und erw. Aufl). Meyer & Meyer.
- Mellion, M., Gilchrist, J. M., & De La Monte, S. (2011). Alcohol-related peripheral neuropathy: Nutritional, toxic, or both? *Muscle & Nerve*, 43(3), 309–316. <https://doi.org/10.1002/mus.21946>
- Miko, I., Szerb, I., Szerb, A., Bender, T., & Poor, G. (2018). Effect of a balance-training programme on postural balance, aerobic capacity and frequency of falls in women with osteoporosis: A randomized controlled trial. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 50(6), 542–547. <https://doi.org/10.2340/16501977-2349>

- Molina, P. E., Gardner, J. D., Souza-Smith, F. M., & Whitaker, A. M. (2014). Alcohol Abuse: Critical Pathophysiological Processes and Contribution to Disease Burden. *Physiology*, 29(3), 203–215. <https://doi.org/10.1152/physiol.00055.2013>
- Muehlbauer, T., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2015). Associations Between Measures of Balance and Lower-Extremity Muscle Strength/Power in Healthy Individuals Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 45(12), 1671–1692. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0390-z>
- Mukamal, K. J., Mittleman, M. A., Longstreth, W. T., Newman, A. B., Fried, L. P., & Siscovick, D. S. (2004). Self-reported alcohol consumption and falls in older adults: Cross-sectional and longitudinal analyses of the cardiovascular health study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(7), 1174–1179. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52318.x>
- Murray, C. J. L., Vos, T., Lozano, R., Naghavi, M., Flaxman, A. D., Michaud, C., Ezzati, M., Shibuya, K., Salomon, J. A., Abdalla, S., Aboyans, V., Abraham, J., Ackerman, I., Aggarwal, R., Ahn, S. Y., Ali, M. K., Alvarado, M., Anderson, H. R., Anderson, L. M., ... Memish, Z. A. (2012). Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990-2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet (London, England)*, 380(9859), 2197–2223. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61689-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61689-4)
- Na, I., Seo, J., Park, E., & Lee, J. (2022). Risk of Falls Associated with Long-Acting Benzodiazepines or Tricyclic Antidepressants Use in Community-Dwelling Older Adults: A Nationwide Population-Based Case–Crossover Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(14), 8564. <https://doi.org/10.3390/ijerph19148564>
- Nemirovskaya, T. L., Shenkman, B. S., Zinovyeva, O. E., Kazantseva, Yu. N., & Samkhaeva, N. D. (2015). Development of clinical and morphological signs of chronic alcoholic myopathy in men with prolonged alcohol intoxication. *Human Physiology*, 41(6), 625–628. <https://doi.org/10.1134/S0362119715060043>

- Nikooaharf Salehi, E., Jaydari Fard, S., & Jaberzadeh, S. (2023). Mental Fatigue Impairs Postural Stability in Older Adults. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 94(2), 401–408. <https://doi.org/10.1080/02701367.2021.1999892>
- Nordin, E., Lindelöf, N., Rosendahl, E., Jensen, J., & Lundin-olsson, L. (2008). Prognostic validity of the Timed Up-and-Go test, a modified Get-Up-and-Go test, staff's global judgement and fall history in evaluating fall risk in residential care facilities. *Age and Ageing*, 37(4), 442–448. <https://doi.org/10.1093/ageing/afn101>
- Oliveira, C., Filipe, R., Meira, J., Sampaio, L., Teixeira, L., Rodrigues, J., Nunes, I., & Tavares, J. (2021). Benzodiazepine Use in Opioid Maintenance Treatment Programme: Risks and Clinical Outcomes. *Acta Médica Portuguesa*, 34(3), 209–216. <https://doi.org/10.20344/amp.13181>
- Olivier, N., Rockmann, U., & Krause, D. (2013). *Grundlagen der Bewegungswissenschaft und -lehre* (2., überarbeitete und erweiterte Auflage). Hofmann.
- Pacheco, T. B. F., De Medeiros, C. S. P., De Oliveira, V. H. B., Vieira, E. R., & De Cavalcanti, F. A. C. (2020). Effectiveness of exergames for improving mobility and balance in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews*, 9(1), 163. <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01421-7>
- Pan, P.-J., Hsu, N.-W., Lee, M.-J., Lin, Y.-Y., Tsai, C.-C., & Lin, W.-S. (2022). Physical fitness and its correlation with handgrip strength in active community-dwelling older adults. *Scientific Reports*, 12(1), 17227. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21736-w>
- Park, C., Atique, M. M. U., Mishra, R., & Najafi, B. (2022). Association between Fall History and Gait, Balance, Physical Activity, Depression, Fear of Falling, and Motor Capacity: A 6-Month Follow-Up Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 10785. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710785>

- Parreira, R. B., Grecco, L. A. C., & Oliveira, C. S. (2017). Postural control in blind individuals: A systematic review. *Gait & Posture*, 57, 161–167.
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.06.008>
- Pereira, C., Veiga, G., Almeida, G., Matias, A. R., Cruz-Ferreira, A., Mendes, F., & Bravo, J. (2021). Key factor cutoffs and interval reference values for stratified fall risk assessment in community-dwelling older adults: The role of physical fitness, body composition, physical activity, health condition, and environmental hazards. *BMC Public Health*, 21(S2), 977. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10947-x>
- Perrin, P. P., Gauchard, G. C., Perrot, C., & Jeandel, C. (1999). *Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people*.
- Persch, L. N., Ugrinowitsch, C., Pereira, G., & Rodacki, A. L. F. (2009). Strength training improves fall-related gait kinematics in the elderly: A randomized controlled trial. *Clinical Biomechanics*, 24(10), 819–825.
<https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.07.012>
- Pervin, Z., Stephen, J. M., Department of Biomedical Engineering, University of New Mexico, Albuquerque, NM 87131, USA, & The Mind Research Network and Lovelace Biomedical and Environmental Research Institute, Albuquerque, NM 87106, USA. (2021). Effect of alcohol on the central nervous system to develop neurological disorder: Pathophysiological and lifestyle modulation can be potential therapeutic options for alcohol-induced neurotoxication. *AIMS Neuroscience*, 8(3), 390–413. <https://doi.org/10.3934/Neuroscience.2021021>
- Peterka, R. J. (2002). Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *Journal of Neurophysiology*, 88(3), 1097–1118. <https://doi.org/10.1152/jn.2002.88.3.1097>
- Peterová, K., Brožová, H., Klempíř, J., Lišková, I., Bezdíček, O., Ridzoň, P., Vaněčková, M., Zakharov, S., Pelclová, D., Miovský, M., & Růžička, E. (2018). Gait and Balance Impairment after Acute Methanol Poisoning. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, 122(1), 176–182. <https://doi.org/10.1111/bcpt.12853>

- Pfeifer, K., Ruhleder, M., Brettmann, K., & Banzer, W. (2001). *Characteristics that affect score reliability in the Berg Balance Scale: A meta-analytic reliability generalization study - European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* 2019 October;55(5):570-84. <https://www.minervamedica.it/en/journals/europa-medicophysica/article.php?cod=R33Y2019N05A0570>
- Pierobon, A., Funk, M., & für die Sprache - Stimme - Gehör bearbeitet von M. Ptok. (2013). Gleichgewichtsfähigkeit, posturales System, Lokomotion und Gang. *Sprache · Stimme · Gehör*, 37(02), 78–82. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1341508>
- Pirauá, A. L. T., Cavalcante, B. R., De Oliveira, V. M. A., Beltrão, N. B., De Amorim Batista, G., Pitangui, A. C. R., Behm, D., & De Araújo, R. C. (2019). Effect of 24-week strength training on unstable surfaces on mobility, balance, and concern about falling in older adults. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(11), 1805–1812. <https://doi.org/10.1111/sms.13510>
- Plisky, P. J., Gorman, P. P., Butler, R. J., Kiesel, K. B., Underwood, F. B., & Elkins, B. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*, 4(2), 92–99.
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The Timed “Up & Go”: A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39(2), 142–148. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>
- Proske, U., & Gandevia, S. C. (2012). The Proprioceptive Senses: Their Roles in Signaling Body Shape, Body Position and Movement, and Muscle Force. *Physiological Reviews*, 92(4), 1651–1697. <https://doi.org/10.1152/physrev.00048.2011>
- Quinlan, S., Fong Yan, A., Sinclair, P., & Hunt, A. (2020). The evidence for improving balance by strengthening the toe flexor muscles: A systematic review. *Gait & Posture*, 81, 56–66. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.07.006>

- Rehm, J., Anderson, P., Barry, J., Dimitrov, P., Elekes, Z., Feijão, F., Frick, U., Gual, A., Gmel, G., Kraus, L., Marmet, S., Raninen, J., Rehm, M. X., Scafato, E., Shield, K. D., Trapencieris, M., & Gmel, G. (2015). Prevalence of and potential influencing factors for alcohol dependence in Europe. *European Addiction Research*, 21(1), 6–18. <https://doi.org/10.1159/000365284>
- Remington, L. A. (2012). Visual System. In *Clinical Anatomy and Physiology of the Visual System* (S. 1–9). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-1926-0.10001-3>
- Riis, J., Eika, F., Blomkvist, A. W., Rahbek, M. T., Eikhof, K. D., Hansen, M. D., Søndergaard, M., Ryg, J., Andersen, S., & Jorgensen, M. G. (2020). Lifespan data on postural balance in multiple standing positions. *Gait & Posture*, 76, 68–73. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.11.004>
- Roerecke, M., & Rehm, J. (2013). Alcohol use disorders and mortality: A systematic review and meta-analysis. *Addiction (Abingdon, England)*, 108(9), 1562–1578. <https://doi.org/10.1111/add.12231>
- Rossat, A., Fantino, B., Bongue, B., Colvez, A., Nitenberg, C., Annweiler, C., & Beauchet, O. (2011). Association between benzodiazepines and recurrent falls: A cross-sectional elderly population-based study. *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, 15(1), 72–77. <https://doi.org/10.1007/s12603-011-0015-7>
- Sadeghi, H., Jehu, D. A., Daneshjoo, A., Shakoor, E., Razeghi, M., Amani, A., Hakim, M. N., & Yusof, A. (2021). Effects of 8 Weeks of Balance Training, Virtual Reality Training, and Combined Exercise on Lower Limb Muscle Strength, Balance, and Functional Mobility Among Older Men: A Randomized Controlled Trial. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 13(6), 606–612. <https://doi.org/10.1177/1941738120986803>
- Sakamoto, K., Endo, N., Harada, A., Sakada, T., Tsushita, K., Kita, K., Hagino, H., Sakai, A., Yamamoto, N., Okamoto, T., Liu, M., Kokaze, A., & Suzuki, H. (2013). Why not use your own body weight to prevent falls? A randomized, controlled trial of balance therapy to prevent falls and fractures for elderly people who can stand on

one leg for ≤ 15 s. *Journal of Orthopaedic Science*, 18(1), 110–120.

<https://doi.org/10.1007/s00776-012-0328-3>

- Salas-Gómez, D., Fernández-Gorgojo, M., Sanchez-Juan, P., Bercero, E. L., Isabel Perez- Núñez, M., & Barbado, D. (2022). Quantifying balance deficit in people with ankle fracture six months after surgical intervention through the Y-Balance test. *Gait & Posture*, 95, 249–255. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.10.037>
- Santos, S. M., Rubens, A., Silva, D., Terra, M. B., Almeida, I. A., Lúcio, B., Melo, D., & Ferraz, H. B. (2017). Balance versus resistance training on postural control in patients with Parkinson's disease: A randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 53(2). <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.16.04313-6>
- Scherfer, E., Bohls, C., Freiburger, E., Heise, K.-F., & Hogan, D. (2006). Berg-Balance-Scale—Deutsche Version. *physioscience*, 2(2), 59–66. <https://doi.org/10.1055/s-2006-926833>
- Schmidt, P. M. D. S., Giordani, A. M., Rossi, A. G., & Cóser, P. L. (2010). Avaliação do equilíbrio em alcoólicos. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 76(2), 148–155. <https://doi.org/10.1590/S1808-86942010000200002>
- Sherrington, C., Fairhall, N. J., Wallbank, G. K., Tiedemann, A., Michaleff, Z. A., Howard, K., Clemson, L., Hopewell, S., & Lamb, S. E. (2019). Exercise for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2019(1). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012424.pub2>
- Simon, L. (2023). Alcohol and Skeletal Muscle in Health and Disease. *Alcohol Research: Current Reviews*, 43(1), 04. <https://doi.org/10.35946/arcr.v43.1.04>
- Simon, L., Jolley, S. E., & Molina, P. E. (2017). Alcoholic Myopathy: Pathophysiologic Mechanisms and Clinical Implications. *Alcohol Research: Current Reviews*, 38(2), 207–217.

- Sipe, C. L., Ramey, K. D., Plisky, P. P., & Taylor, J. D. (2019). Y-Balance Test: A Valid and Reliable Assessment in Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 27(5), 663–669. <https://doi.org/10.1123/japa.2018-0330>
- Smith, S., & Fein, G. (2011). Persistent but Less Severe Ataxia in Long-Term Versus Short-Term Abstinent Alcoholic Men and Women: A Cross-Sectional Analysis. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 35(12), 2184–2192. <https://doi.org/10.1111/j.1530-0277.2011.01567.x>
- Sommer, C., Geber, C., Young, P., Forst, R., Birklein, F., & Schoser, B. (2018). Etiology, Diagnosis, and Treatment Options. *Deutsches Ärzteblatt International*.
- Steiner, J. L., & Lang, C. H. (2015). Dysregulation of skeletal muscle protein metabolism by alcohol. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 308(9), E699–712. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00006.2015>
- Streckmann, F., Balke, M., Cavaletti, G., Toscanelli, A., Bloch, W., Décard, B. F., Lehmann, H. C., & Faude, O. (2022). Exercise and Neuropathy: Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 52(5), 1043–1065. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01596-6>
- Strizek, J., Busch, M., Puhm, A., Schwarz, T., & Uhl, A. (2021). *Repräsentativerhebung zu Konsum- und Verhaltensweisen mit Suchtpotenzial.pdf* (S. 153).
- Sullivan, E. V., Zahr, N. M., Sassoon, S. A., & Pfefferbaum, A. (2021). Disturbed sensory physiology underlies poor balance and disrupts activities of daily living in alcohol use disorder. *Addiction Biology*, 26(4). <https://doi.org/10.1111/adb.12966>
- Sun, Y., Zhang, B., Yao, Q., Ma, Y., Lin, Y., Xu, M., Hu, M., Hao, J., Jiang, M., Qiu, C., & Zhu, C. (2022). Association between usual alcohol consumption and risk of falls in middle-aged and older Chinese adults. *BMC Geriatrics*, 22(1), 750. <https://doi.org/10.1186/s12877-022-03429-1>
- Svoboda, K., & Li, N. (2018). Neural mechanisms of movement planning: Motor cortex and beyond. *Current Opinion in Neurobiology*, 49, 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2017.10.023>

- Szwed, A., Kim, E., & Jacinto, E. (2021). Regulation and metabolic functions of mTORC1 and mTORC2. *Physiological Reviews*, 101(3), 1371–1426.
<https://doi.org/10.1152/physrev.00026.2020>
- Tahmosybayat, R., Baker, K., Godfrey, A., Caplan, N., & Barry, G. (2018). Movements of older adults during exergaming interventions that are associated with the Systems Framework for Postural Control: A systematic review. *Maturitas*, 111, 90–99.
<https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.03.005>
- Teixeira, L. E. P. P., Silva, K. N. G., Imoto, A. M., Teixeira, T. J. P., Kayo, A. H., Montenegro-Rodrigues, R., Peccin, M. S., & Trevisani, V. F. M. (2010). Progressive load training for the quadriceps muscle associated with proprioception exercises for the prevention of falls in postmenopausal women with osteoporosis: A randomized controlled trial. *Osteoporosis International*, 21(4), 589–596.
<https://doi.org/10.1007/s00198-009-1002-2>
- Teka, W. W., Hamade, K. C., Barnett, W. H., Kim, T., Markin, S. N., Rybak, I. A., & Molkov, Y. I. (2017). From the motor cortex to the movement and back again. *PLOS ONE*, 12(6), e0179288. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179288>
- Temporiti, F., Scandelli, F., Mellina Gottardo, F., Falco, M., Rossi, S., Adamo, P., & Gatti, R. (2023). Balance improvements in healthy subjects are independent to postural strategies involved in the training. *Gait & Posture*, 101, 160–165.
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.02.014>
- Thapaliya, S., Runkana, A., McMullen, M. R., Nagy, L. E., McDonald, C., Prasad, S. V. N., & Dasarathy, S. (2014). Alcohol-induced autophagy contributes to loss in skeletal muscle mass. *Autophagy*, 10(4), 677–690. <https://doi.org/10.4161/auto.27918>
- Turbanski, S., & Schmidtbleicher, D. (2010). Posturale Kontrolle als situationsabhängige Fertigkeit. *Sportverletzung · Sportschaden*, 24(03), 123–128.
<https://doi.org/10.1055/s-0030-1267402>
- Van Duijnhoven, H. J. R., Heeren, A., Peters, M. A. M., Veerbeek, J. M., Kwakkel, G., Geurts, A. C. H., & Weerdesteyn, V. (2016). Effects of Exercise Therapy on

- Balance Capacity in Chronic Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis. *Stroke*, 47(10), 2603–2610. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.116.013839>
- Vancampfort, D., Vandael, H., Hallgren, M., Probst, M., Hagemann, N., Bouckaert, F., & Van Damme, T. (2019). Physical fitness and physical activity levels in people with alcohol use disorder versus matched healthy controls: A pilot study. *Alcohol (Fayetteville, N.Y.)*, 76, 73–79. <https://doi.org/10.1016/j.alcohol.2018.07.014>
- Varghese, J., & Dakhode, S. (2022). Effects of Alcohol Consumption on Various Systems of the Human Body: A Systematic Review. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.30057>
- Vassar, R. L., & Rose, J. (2014). Motor systems and postural instability. In *Handbook of Clinical Neurology* (Bd. 125, S. 237–251). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62619-6.00015-X>
- Vieira, E. R., Palmer, R. C., & Chaves, P. H. M. (2016). Prevention of falls in older people living in the community. *BMJ*, i1419. <https://doi.org/10.1136/bmj.i1419>
- Wichmann, W., & Müller-Forell, W. (2004). Anatomy of the visual system. *European Journal of Radiology*, 49(1), 8–30. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2003.11.001>
- Wick, D. (Hrsg.). (2013). *Biomechanik im Sport: Lehrbuch der biomechanischen Grundlagen sportlicher Bewegungen* (3., überarbeitete und erweiterte Auflage). Spitta Verlag GmbH & Co. KG.
- Wiśniowska-Szurlej, A., Ćwirlej-Sozańska, A., Wołoszyn, N., Sozański, B., & Wilmowska-Pietruszyńska, A. (2019). Association between Handgrip Strength, Mobility, Leg Strength, Flexibility, and Postural Balance in Older Adults under Long-Term Care Facilities. *BioMed Research International*, 2019, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2019/1042834>
- Woolcott, J. C. (2009). Meta-analysis of the Impact of 9 Medication Classes on Falls in Elderly Persons. *Archives of Internal Medicine*, 169(21), 1952. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2009.357>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gleichgewichtsformen nach Wick (2013)	8
Abbildung 2: Abbildung 2: Gleichgewichtsmomente eines Turners (nach Wick, 2013).....	9
Abbildung 3: Arten des Gleichgewichts (nach Fetz 1987)	10
Abbildung 4: Stand auf polmetrischer Plattform (nach Olivier, 2013)	11
Abbildung 5: Das posturale System (nach Pierobon et al., 2013)	12
Abbildung 6: Prävalenz Alkoholkonsum weltweit (nach Carvalho, 2019)	18

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Belastungsgestaltung der Kraft- und Gleichgewichtstrainingsübungen	24
Tabelle 2: Altersdurchschnitt, Durchschnittsgewicht und -körpergröße der Teilnehmer*innen in den beiden Vergleichsgruppen	30
Tabelle 3: Geschlechterverteilung zwischen Kontroll- und Interventionsgruppe	30
Tabelle 4: Chi-Quadrat-Test zur Überprüfung der Homogenität der Geschlechterverteilung in der Studie	31
Tabelle 5: Innersubjekteffekte über die Faktoren Zeit und Zeit x Gruppe bei der Berg- Balance Skala	31
Tabelle 6: Zwischensubjekteffekte der beiden Vergleichsgruppen in Bezug auf die Ergebnisse der Berg-Balance Skala	31
Tabelle 7: Deskriptive Statistik der Ergebnisse aus der Berg-Balance Skala	32
Tabelle 8: Innersubjekteffekte über die Faktoren Zeit und Zeit*Gruppe im Y-Balance Test des rechten Fußes	32
Tabelle 9: Zwischensubjekteffekte der beiden Vergleichsgruppen im Y-Balance Test des rechten Fußes	32
Tabelle 10: Deskriptive Statistik für den Y-Balance Test Ergebnissen des rechten Fußes	33
Tabelle 11: Innersubjekteffekte über die Faktoren Zeit und Zeit*Gruppe im Y-Balance Test des linken Fußes	33
Tabelle 12: Zwischensubjekteffekte der beiden Vergleichsgruppen im Y-Balance Test des linken Fußes.....	33
Tabelle 13: Deskriptive Statistik aus den Ergebnissen des Y-Balance Tests des linken Fuß.	34

Tabelle 14: : Innersubjekteffekte über die Faktoren Zeit und Zeit*Gruppe des Sit-to-Stand Tests.....	34
Tabelle 15: Zwischensubjekteffekte des Sit-to-Stand Tests zwischen den beiden Gruppen	34
Tabelle 16: Deskriptive Statistik aus den Ergebnissen des Sit-to-Stand Tests	35
Tabelle 17: Innersubjekteffekte aus den Ergebnissen des Timed Up&Go Tests	35
Tabelle 18: Zwischensubjekteffekte aus den Ergebnissen des Timed Up&Go Tests	35
Tabelle 19: Deskriptive Statistik aus den Ergebnissen des Timed Up&Go Tests	36