

**Vergleich der Wirksamkeit von verschiedenen
Sensibilitätstrainings der unteren Extremitäten auf Gehfähigkeit,
Gleichgewicht und Sensibilität nach einem Schlaganfall
Ein systematischer Review mit Metaanalyse**

ALINE SAVIOZ

Studentin FH – Studiengang Physiotherapie

CÉLINE RIEDER

Studentin FH – Studiengang Physiotherapie

Unter Betreuung von: MARTIN SATTELMAYER

BACHELORTHESIS

Eingereicht in Leukerbad (VS-CH) den 11. Juni 2021

Zur Erlangung des Grades eines

Bachelor of Sciences HES-SO in Physiotherapy

Zusammenfassung:

Einleitung:

Der Schlaganfall ist eine oft vorkommende Krankheit, der somatosensorische Defizite zur Folge haben kann. Durch diese Defizite können Gehfähigkeit, Gleichgewicht und Sensibilität der unteren Extremitäten beeinträchtigt sein. In dieser Arbeit wollen wir herausfinden, wie die Wirksamkeit eines Sensibilitätstrainings der unteren Extremitäten auf Gehfähigkeit, Gleichgewicht und Sensibilität ist.

Methode:

Das Design dieser Arbeit ist ein systematischer Review mit Metaanalyse. Die Suchstrategie erfolgte auf den Datenbanken CINAHL, Ovid Medline, Cochrane Library und Embase. Die Arbeit wurde nach den Guidelines des «Cochrane Handbooks» verfasst.

Resultate:

Dieser Review schliesst zwölf Studien ein. Die Resultate zeigen, dass ein Sensibilitätstraining keinen statistisch signifikanten Effekt auf Gehfähigkeit, Gleichgewicht und Sensibilität eines Schlaganfallpatienten erzielt. Das Sensibilitätstraining erzielte einen sehr kleinen Effekt (SMD: -0.06; 95% CI: -0.58 bis 0.47) zugunsten der Experimentalgruppe auf die Gehfähigkeit und einen kleinen Effekt (SMD: -0.29; 95% CI: -0.73 bis 0.14) auf das Gleichgewicht und die Sensibilität (SMD: -0.41; 95% CI: -0.93 bis 0.11).

Schlussfolgerung:

Aufgrund der hohen Heterogenität der eingeschlossenen Studien sind die Ergebnisse mit Vorsicht zu betrachten. Die Bedeutung für die Praxis ist schwer abzuschätzen, da die Stichprobengrösse der Studien gering ist. Trotzdem zeigten einige Sensibilitätstrainings einen Effekt zugunsten der Experimentalgruppe. Somit könnte ein solches Training in der Praxis in Betracht gezogen werden.

Schlüsselwörter: Sensibilitätstraining, Schlaganfall, untere Extremitäten, Gehfähigkeit, Gleichgewicht, Sensibilität

Résumé:

Introduction:

L'accident vasculaire cérébral est une maladie courante qui peut provoquer des déficits somatosensoriels. Ces déficits peuvent affecter la capacité de marcher, l'équilibre et la sensibilité des membres inférieures. Dans ce travail, nous voulons découvrir l'efficacité des thérapies liées à la sensibilité des membres inférieurs sur la capacité de marche, l'équilibre et la sensibilité.

Méthode:

Le design de notre travail est une revue systématique avec méta-analyse. La stratégie de recherche a eu lieu sur les bases de données CINAHL, Ovid Medline, Cochrane Library et Embase. L'article a été rédigé conformément aux lignes directrices de «Cochrane Handbook».

Résultats:

Ce travail inclue douze études. Les résultats de cette étude montrent que les thérapies liées à la sensibilité n'ont pas d'effet statistiquement significatif sur la capacité de marche, l'équilibre et la sensibilité. Les thérapies liées à la sensibilité ont eu un effet très faible (SMD: -0.06; 95% CI: -0.58 à 0.47) en faveur des groupes expérimentaux sur la capacité de marche et un effet faible (SMD: -0.29; 95% CI: -0.73 à 0.14) sur l'équilibre et la sensibilité (SMD: -0.41; 95% CI: -0.93 à 0.11).

Conclusion:

En raison de la grande hétérogénéité des études incluses, les résultats doivent être considérés avec prudence. L'importance dans la pratique est difficile à évaluer en raison du petit nombre de cas analysés dans cette étude. En revanche, les thérapies liées à la sensibilité montrent des effets en faveur du groupe expérimental. Ainsi de telles thérapies pourraient être envisagées dans la pratique.

Mots-clés: thérapies liées à la sensibilité, accident vasculaire cérébral, membres inférieures, la capacité de marcher, l'équilibre, la sensibilité

Summary:**Introduction:**

Stroke is a common disease that can cause somatosensory deficits. These deficits can affect walking ability, balance and sensibility of the lower extremities. In this dissertation we aim to find out what the effectiveness of sensory training on lower extremities is on walking ability, balance and sensibility.

Method:

The design of our dissertation is a systematic review with meta-analysis. The search strategy has been performed in the databases CINAHL, Ovid Medline, Cochrane Library and Embase. The research was written according to the guidelines of the «Cochrane Handbook».

Results:

This dissertation includes twelve studies. The results of this dissertation show that sensory training does not achieve a statistically significant effect on walking ability, balance and sensation. The sensory training achieved a very small effect (SMD: -0.06; 95% CI: -0.58 to 0.32) in favor of the experimental group on walking ability and a small effect (SMD: -0.29; 95% CI: -0.73 to 0.14) on balance and sensibility (SMD: -0.41; 95% CI: -0.93 to 0.11).

Conclusion:

Due to the high heterogeneity of the included studies, the results should be viewed with caution. The significance for practice is difficult to assess because the sample size of the studies is small. Nevertheless, some sensory trainings show an effect in favor of the experimental group. Thus, such training could be considered in practice.

Keywords: sensory intervention, stroke, lower extremities, walking ability, balance, sensibility

Eigenständigkeitserklärung

Die Verantwortung für den Inhalt, die Argumentation und die Schlussfolgerung dieser Arbeit liegt ausschliesslich bei den Autorinnen und in keinem Fall bei der Fachhochschule für Gesundheit Wallis, der Jury oder dem Betreuer der Bachelorarbeit. Wir bezeugen, die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt zu haben.

Ort, Datum und Name der Autorinnen:

Leukerbad, den 9. Juni 2021

SAVIOZ Aline

RIEDER Céline

Danksagung

Wir möchten uns herzlich bei allen bedanken, die uns bei der Verfassung der Bachelorarbeit auf irgendeine Art und Weise unterstützt haben.

Ein besonderer Dank gilt unserem Betreuer Martin Sattelmayer, der uns bei der Durchführung der Bachelorarbeit unterstützt hat. Wir sind sehr dankbar für die wertvollen Denkanstösse und Anregungen während unseres Arbeitsprozesses.

Ein weiteres grosses Dankeschön gelten Elke Heydkamp, Hanna Pfister und Barbara Schranz, welche sich der Korrekturlesung gewidmet haben und uns dadurch enorme Unterstützung boten.

Für das Lesen und Korrigieren der französischen und englischen Zusammenfassung möchten wir uns herzlich bei Anne-Françoise Von Roten und Samantha Toms bedanken. Zum Schluss bedanken wir uns bei unseren Familien und Freunden, die uns in diesem Jahr unterstützt und ermutigt haben.

Abkürzungsverzeichnis

10MWT	10 Meter Walk Test
BBS:	Berg Balance Scale
CI:	Konfidenzintervall
EG:	Experimentalgruppe
FMA:	Fugl-Meyer Assessment
JPS:	Joint Position Sense (Positionssinn)
KG:	Kontrollgruppe
PRISMA:	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
RCT:	Randomized Controlled Trial (randomisierte kontrollierte Studie)
SMD:	Standardisierte Mittelwertdifferenz
SWMT:	Semmes-Weinstein Monofilament Test
TENS:	Transkutane elektrische Nervenstimulation
TOBT:	Task-Oriented Balance Training
WHO:	World Health Organization
ZNS:	Zentrales Nervensystem (Gehirn und Rückenmark)

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Problematik	1
1.2 Theoretischer Bezugsrahmen	2
1.2.1 Schlaganfall	2
1.2.2 Untere Extremität	2
1.2.3 Somatosensorisches System	3
1.2.4 Tiefensensibilität	3
1.2.5 Oberflächensensibilität	4
1.2.6 Beschreibung der Intervention: Sensibilitätstraining	4
1.2.7 Beschreibung der Outcomes	6
1.3 Relevanz unserer Arbeit	8
1.4 Zielsetzung und Forschungsfrage	9
2 Methode	9
2.1 Design	9
2.2 Suchstrategie	9
2.3 Artikelselektion	10
2.4 Auswahlkriterien	11
2.4.1 Population	11
2.4.2 Intervention	11
2.4.3 Vergleiche	11
2.4.4 Outcomes	11
2.4.5 Weitere Kriterien	11
2.5 Bearbeitung der Studien	12
2.6 Bias Risiko	12
2.7 Definitionen	13
2.7.1 Forest Plot	13
2.7.2 Standard Mean Difference	13
2.7.3 Konfidenzintervall	13
2.7.4 P- Wert	14
2.7.5 Heterogenität	14
2.8 Analyse der Wirksamkeit	15
2.8.1 Metaanalyse	15
2.8.2 Sensitivitätsanalyse	16

3 Resultate	16
3.1 Ergebnisse der Suchstrategie	16
3.2 Eingeschlossene Studien	17
3.3 Analyse der Wirksamkeit	21
3.3.1 Metaanalyse mit Forest Plots	21
3.3.2 Sensitivitätsanalyse	24
3.4 Bias Risiko	25
3.4.1 Randomisation Process	25
3.4.2 Deviations from the intended Interventions	25
3.4.3 Missing Outcome Data	26
3.4.4 Measurement of the Outcome	26
3.4.5 Selection of the reported Result	26
4 Diskussion	26
4.1 Zusammenfassung der Resultate	26
4.2 Diskussion der Resultate	27
4.3 Limitationen	29
4.4 Stärken	30
4.5 Vergleich der Resultate mit der Literatur	31
4.6 Implikationen für zukünftige Forschung	32
4.7 Bedeutung für die Praxis	33
5 Schlussfolgerung	34
6 Literaturverzeichnis	35
7 Abbildungsverzeichnis	46
8 Tabellenverzeichnis	46
9 Anhang	I
Appendix I: Vertiefung Gehfähigkeit	I
Appendix II: Angewendete Suchstrategie in Ovid Medline	II
Appendix III: Referenzen der ausgeschlossenen Studien	V
Appendix IV: Zusammenfassung der Studien	X
Appendix V: Übersicht der Messinstrumente der Outcomes	XXII
Appendix VI: Sensitivitätsanalysen	XXIV
Appendix VII: Erklärungen der Kategorien des Risk of Bias	XXV

1 Einleitung

In diesem Kapitel stellen wir die Problematik, die Relevanz der Arbeit und die Zielsetzung vor. Im Unterkapitel «Theoretischer Bezugsrahmen» definieren und erklären wir die grundlegenden Begriffe dieser Arbeit. Zur besseren Lesbarkeit wird die Nennung in der männlichen Form genutzt, alle Personengruppen werden miteingeschlossen.

1.1 Problematik

In der Schweiz gibt es pro Jahr 16'000 erwachsene Menschen, die einen Schlaganfall erleiden (Meyer & Breiteneder, 2016). Der betroffene Patient wird durch die Komplexität des Schlaganfalls mit verschiedenen beeinträchtigten Körperfunktionen konfrontiert. Beeinträchtigungen wie motorische Kraftdefizite, Spastik, Ataxie, sowie somatosensorische Defizite tragen zu Bewegungsstörungen bei (Doyle et al., 2010; Sheffler & Chae, 2015). Somatosensorische Defizite stellen eine der Hauptbeschwerden eines Schlaganfallpatienten dar (Klingner et al., 2012).

Durchschnittlich treten bei 50% der Schlaganfallüberlebenden somatosensorische Defizite auf (Kessner et al., 2016; Klingner et al., 2012), welche durch eine Schädigung des primären somatosensorischen Kortexes entstehen und mit dem Schweregrad des Schlaganfalls assoziiert sind (Carey, 1995; Tyson, Crow, et al., 2013). Diese Defizite können in verschiedenen Modalitäten auftreten (Kessner et al., 2016). Die Propriozeption (Tiefensensibilität) ist bei 34-64% der Patienten mit einem somatosensorischen Defizit vermindert, die taktile Wahrnehmung (Oberflächensensibilität) bei 7-53% (Connell et al., 2008; Veit & Zumhasch, 2020).

Funktionelle Fähigkeiten wie das Gleichgewicht und die Gehfähigkeit können durch die obengenannten somatosensorischen Defizite nach einem Schlaganfall negativ beeinflusst werden (Doyle et al., 2010; Parsons et al., 2016). Beispielsweise ist eine verminderte Propriozeption in den unteren Extremitäten nach einem Schlaganfall der dritthäufigste Faktor für eine herabgesetzte Ganggeschwindigkeit (Hsu et al., 2003). Die taktilen und propriozeptiven Verluste der unteren Extremitäten stehen in engem Zusammenhang mit der Mobilität, der Selbständigkeit im Alltag und der Erholung nach einem Schlaganfall (Tyson et al., 2008).

Aus diesen Gründen ist es essenziell, betroffenen Patienten eine möglichst wirksame Behandlung anbieten zu können. In unserer Arbeit untersuchen wir, welche Wirksamkeit ein Sensibilitätstraining der unteren Extremitäten auf das Gleichgewicht, die Gehfähigkeit und die Sensibilität hat. Um die bestmögliche Therapie in der Praxis

anbieten zu können, vergleichen wir die Wirksamkeit der verschiedenen Interventionen miteinander.

1.2 Theoretischer Bezugsrahmen

Um die wichtigsten Begriffe zu definieren, die in dieser Arbeit vorkommen, dient das folgende Unterkapitel.

1.2.1 Schlaganfall

Die WHO und die American Heart Association definieren einen Schlaganfall als eine akute neurologische Funktionsstörung, verursacht durch eine Ischämie oder einer Blutung, die länger als 24 Stunden andauert oder bis zum Tod führen kann. Die Konsequenzen eines Schlaganfalls beziehen sich auf die betroffenen Hirnareale (Sacco et al., 2013). Kommt es zu einer Schädigung des primären somatosensorischen Kortex, führt dies zu einer Unfähigkeit, sensorisches Feedback wahrzunehmen und interpretieren zu können. Dies führt zu veränderten motorischen Reaktionen und kann beispielsweise zu einer verminderten Gleichgewichtsfähigkeit beitragen (Carey, 1995). Der Hirnschlag ist die häufigste Ursache einer Langzeitbehinderung im Erwachsenenalter. Jeder vierte Betroffene kann nach einem Schlaganfall kein selbständiges Leben mehr führen (Meyer & Breiteneder, 2016). 10% der Personen, die einen Schlaganfall erlitten haben, erholen sich vollständig von ihm und zeigen keine residualen Defizite. 25% der Schlaganfallpatienten zeigen minimale Defizite, 40% zeigen mittelschwere bis schwere Defizite. Ungefähr 15% der Patienten sterben aufgrund eines Schlaganfalls (Meyer et al., 2009).

Die hohe Inzidenz von mittelschweren bis schwere Defizite zeigt den Bedarf an effizienten Therapieverfahren auf.

1.2.2 Untere Extremität

Die untere Extremität wird von Apkarian et al. (1989) als eine Abfolge von vier starren Gliedern, die durch drei Gelenke verbunden sind, definiert. Zu diesen Gelenken gehören die Hüft-, Knie- und Knöchelgelenke, welche Bewegungen in insgesamt zwölf Freiheitsgraden (z.B. Extension, Flexion, Rotation usw.) ermöglichen (Kapandji & Rehart, 2016). Die untere Extremität dient der Fortbewegung und der Gewichtsbelastung (Hall, 2014).

1.2.3 Somatosensorisches System

Um das Sensibilitätstraining in dieser Arbeit klar definieren zu können, gehen wir in diesem Teil auf das somatosensorische System ein.

Dieses stellt die primäre sensorische Modalität dar und dient der Körperwahrnehmung (McGlone & Reilly, 2010). Es beinhaltet alle Strukturen, die für die Aufnahme, Übertragung und Verarbeitung von somatosensorischen Informationen zuständig sind. Dazu gehören Rezeptoren und afferente Nerven aus der Peripherie, sowie Anteile des zentralen Nervensystems (ZNS) (Willis, 2005). Durch das Zusammenspiel der Aufnahmequellen und dem ZNS wird die Oberflächen- und Tiefensensibilität möglich. Im ZNS werden die aufgenommenen Informationen weiterverarbeitet und an das motorische System weitergegeben (McGlone & Reilly, 2010). Die weitergeleiteten somatosensorischen Signale werden im Parietallappen des motorischen Kortexes wahrgenommen und interpretiert. Ein Schlaganfall kann dazu führen, dass das System im Bereich der Wahrnehmung und Interpretation der somatosensorischen Signale beeinträchtigt wird. Durch die Hirnläsion ist die betroffene Region nicht mehr fähig, die Signale der Sinnesrezeptoren korrekt und vollständig zu verarbeiten. So wird auch die motorische Funktion vermindert (Guyton & Hall, 2006; Yekutieli & Guttman, 1993). Der nächste Teil beinhaltet Erklärungen zu den Begriffen Tiefen- und Oberflächensensibilität, welche in die Kategorie der somatischen Sinne eingeteilt werden (Stillman, 2002). Diese dienen zum Verständnis der verschiedenen Sensibilitätstrainings, die in dieser Arbeit untersucht werden.

1.2.4 Tiefensensibilität

Die Tiefensensibilität (Propriozeption) wird als Positions- und Bewegungssinn definiert (Guyton & Hall, 2006). Darunter versteht man die Wahrnehmung der Orientierung der Körperteile zueinander während einer Bewegung und einer Ruheposition (Guyton & Hall, 2006; Stillman, 2002). Zusammenfassend gehören zu den propriozeptiven Fähigkeiten der Gelenkspositionssinn, die Druck-Stereognosie, der Vibrationssinn und die Kinästhetik (Nathan et al., 1986; York, 1985). Die Propriozeptoren sind die Rezeptoren, die die sensorischen Informationen bezüglich der Position, der Bewegung und des Gleichgewichts aufnehmen und sie über Nervenbahnen zum zerebralen Kortex weiterleiten. Diese Rezeptoren befinden sich in den Gelenken, Knochen, Faszien, interossären Membranen und Muskeln (Stillman, 2002; Willis, 2005; Yekutieli & Guttman, 1993).

Wenn bei einem Schlaganfallpatienten das propriozeptive Feedback geschwächt ist, erhält das zentrale Nervensystem geschwächte Informationen über die Bewegung und die Position des Körpers, was zu einer Schwierigkeit bei der Durchführung einer motorischen Bewegung, wie zum Beispiel dem Gehen, führt (Cho et al., 2012). Oftmals tritt auch aufgrund propriozeptiver Schädigungen eine Verminderung der Gleichgewichtsfähigkeit auf (Lee et al., 2015).

Die motorische Kontrolle wird benötigt, um eine Bewegung in Echtzeit auszuführen. Sie verändert die Bewegung durch die Interaktion zwischen dem visuellen Feedback und dem propriozeptiven Feedback, das Informationen über die Bewegung und die Position des Körpers weiterleitet. Diese Informationen werden von den Muskelspindeln in das zentrale Nervensystem übertragen (Cho et al., 2012).

1.2.5 Oberflächensensibilität

Die Oberflächensensibilität oder taktile Wahrnehmung wird von Hautrezeptoren definiert, welche verschiedene Informationen aufnehmen und an das zentrale Nervensystem weiterleiten. Die Aufnahme der Informationen wird durch Nozizeptoren, Mechano-, Thermo- und Chemorezeptoren ermöglicht (Birbaumer & Schmidt, 1999; McGlone et al., 2014). Informationen können über Berührung, Druck, Vibration, Temperatur und Schmerz auf der Haut aufgenommen werden (Stillman, 2002). Die diskriminierenden Hautrezeptoren dienen dazu, Berührungen und Geschehnisse auf der Haut zeitlich-räumlich zu lokalisieren (McGlone & Reilly, 2010). Durch eine verminderte Wahrnehmung der Fuss-Boden-Interaktionen ist die Gehfähigkeit im Freien, die Gleichgewichtsreaktion und die Schrittfreiheit eingeschränkt. Ein Schlaganfallpatient mit einer Beeinträchtigung der taktilen Wahrnehmung hat deshalb Schwierigkeiten, sich an verändertes Gelände anzupassen und Hindernissen auszuweichen (Gorst et al., 2019).

1.2.6 Beschreibung der Intervention: Sensibilitätstraining

In der Literatur werden die Begriffe somatosensorische Interventionen und sensorische Interventionen häufig im Zusammenhang mit taktilen und propriozeptiven Interventionen genutzt. Da jedoch bei sensorischen Interventionen auch auditive und visuelle Interventionen mitgezählt werden könnten, und wir uns ausschliesslich auf die taktilen und propriozeptiven Interventionen beschränkt haben, wird in dieser Arbeit der Begriff Sensibilitätstraining verwendet.

Sensibilitätstrainings sind Interventionen, welche den Fokus haben, die oberflächlichen Hautrezeptoren und die propriozeptiven Rezeptoren zu stimulieren (Yilmazer et al.,

2019). Durch das Einsetzen verschiedener sensibler Inputs wird versucht, die somatosensorischen Fähigkeiten zu verbessern, um damit eine Verbesserung der Körperwahrnehmung zu erzielen (Lynch et al., 2007; Yekutieli & Guttman, 1993). Somatosensorische Fähigkeiten bezeichnen die Körperwahrnehmung durch die Identifizierung von Bewegungen, Erkennen von Berührungen und der Unterscheidung von Reizen (Gardner & Martin, 2000; Yilmazer et al., 2019). In dieser Arbeit werden die verschiedenen Sensibilitätstrainings in propriozeptive und taktile Interventionen gegliedert. Nachfolgend sind einige Beispiele für solche Interventionen aufgeführt:

Taktile Diskrimination und Detektion: Diese Übungen sind nützlich für das Erkennen und der Lokalisierung von Berührungen auf der Haut, z.B. an den Fusssohlen. Für ein Training der Unterscheidung von Härte, Textur und Temperatur eines Objektes, werden die Füße auf verschiedene Oberflächen aufgesetzt. Dies kann im Stehen oder im Sitzen durchgeführt werden (Lynch et al., 2007). Ein Training zur Härteunterscheidung kann auch mit dem Eigengewicht erfolgen, damit die Fussdruckrezeptoren stimuliert werden (Morioka et al., 2011).

Propriozeptives Training: Training, welches Informationen zur Körperwahrnehmung über die Muskelspindeln zum ZNS leitet. Mit verschiedenen Übungen auf unterschiedlichen Untergründen wird erzielt, möglichst viele verschiedene Informationen über die Bewegung und die Position des Körpers an die Grosshirnrinde zu leiten. Ein Beispiel dafür stellt folgende Übung dar: Der Patient steht auf einer Schaumstoffmatte, schliesst die Augen und versucht gerade stehen zu bleiben (Chae et al., 2017). Ein weiteres Beispiel von propriozeptivem Training kann auch eine Übung des Positionssinns sein. Dabei kann der Therapeut beispielsweise den grossen Zeh oder den Knöchel des Patienten in eine Position bringen, und der Patient muss die Position mit geschlossenen Augen erraten oder sie mit dem anderen Fuss nachmachen (Lynch et al., 2007).

Thermale Stimulation: Bei dieser Intervention werden Wärme- und Kältepackungen mit unterschiedlichen Temperaturen auf die Haut gelegt, um die Hautrezeptoren zu stimulieren (Chen et al., 2011; Lee et al., 2013).

Vibration: Lokale Vibrationen bis zu einer Frequenz von 80 Hz aktivieren die Muskelspindeln von Ia-afferenten Fasern und erhöhen die propriozeptiven Inputs zum ZNS (Önal et al., 2020). Ia-afferente Fasern sind sensible Nervenfasern, die die Reize eines gedehnten Muskels weiterleiten. Sie verlaufen von den Muskelspindeln über das Rückenmark zum ZNS (Ceyte et al., 2007).

TENS: Transkutane elektrische Nervenstimulation ist eine nicht-invasive Technik zur Reduktion von Schmerzempfindung. Pulsierende elektrische Ströme werden dabei über die intakte Hautoberfläche verabreicht, um nicht-schmerzhaft Empfindungen am Ort des Schmerzes zu erzeugen. Dadurch wird die Weiterleitung nozizeptiver, also schmerzbezogener Informationen, im ZNS gehemmt (Johnson, 2012). Durch TENS wird die kortikomotorische Erregbarkeit der Bereiche für die Körperteile, die stimuliert werden, erhöht. Dies bedeutet, dass der sensorische Input der TENS neuroplastische Veränderungen begünstigen und die motorische Erholung nach einem Schlaganfall verbessern kann (Tyson, Nester, et al., 2013).

Beeinträchtigte somatosensorische Fähigkeiten der unteren Extremitäten haben unabhängig von einer motorischen Schwäche einen Einfluss auf die Gleichgewichtsregulation, die Fussstellung und die Hindernisbewältigung beim Gehen (Tyson, Nester, et al., 2013).

Solche Sensibilitätstrainings möchten wir mit dieser Arbeit genauer untersuchen.

1.2.7 Beschreibung der Outcomes

Einige Autoren haben beschrieben, dass ein Sensibilitätstraining einen Einfluss auf folgende Fähigkeiten haben könnte (Chia et al., 2019; Klingner et al., 2012; Lynch et al., 2007): 1) die Gehfähigkeit 2) das Gleichgewicht und 3) die Sensibilität. Die Outcomes dieses systematischen Reviews werden nachfolgend definiert. In der Methode werden die Outcomes und die dazugehörigen Messinstrumente angegeben.

Gehfähigkeit

Die Gehfähigkeit beschreibt laut Olney et al. (1996) vier miteinander verbundene Aufgaben, welche das Bewegungssystem bewältigen. Dies beinhaltet:

1. Aufrechterhaltung des Gleichgewichts des Rumpfes
2. Aufrechterhaltung des Kopfes und der Arme während der Bewegung
3. Unterstützungsfläche des Körpers durch die unteren Extremitäten schaffen
4. Die untere Extremität muss in Bewegung gebracht werden können

Durch einen Schlaganfall kann es aufgrund von somatosensorischen Defiziten zu einer Störung des obengenannten Bewegungssystems kommen (Goldie et al., 2001). Aufgrund dieser Defizite tritt häufig eine verminderte Ganggeschwindigkeit und eine unphysiologische Gangsymmetrie auf (Hsu et al., 2003). Eine verkürzte Standzeit und

eine verlängerte Schwungzeit des paretischen Beines können typische Auffälligkeiten beim Gehen eines Schlaganfallpatienten sein (Goldie et al., 2001).

Der Gangzyklus mit den verschiedenen Gangphasen können im Appendix (I) eingesehen werden.

Somit ist die Gehfähigkeit ein wichtiges Kriterium, um die Wirksamkeit von Sensibilitätstrainings zu messen.

Gleichgewicht

Das Gleichgewicht spielt bei vielen Aktivitäten im Alltag eine wichtige Rolle. Es wird bei einfachen Tätigkeiten wie ruhigem Stehen gebraucht, sowie bei komplexeren Tätigkeiten wie Reden während dem Gehen oder bei einem Richtungswechsel (Dunsky et al., 2017). Der Zweck des Erlernens von Haltungskontrolle besteht darin, Haltungsstabilität in Ruhe und Bewegung zu erlangen (Morioka et al., 2011).

Um die Haltungskontrolle aufrechtzuerhalten, erfordert sie die Interpretation und Rückmeldung sensorischer Informationen. Das können visuelle, vestibuläre sowie propriozeptive Informationen sein, die durch das ZNS interpretiert werden (Chae et al., 2017). Bei einem Schlaganfall kann es zu einer Verminderung der Propriozeption kommen, welche zu einer gestörten Gleichgewichtsfunktion führen kann. Dieser Verlust führt zu einer erschwerten Haltungskontrolle, da der sensorische Input der paretischen Seite geschwächt ist (Lee et al., 2013).

Deshalb kann das Gleichgewicht ein wichtiger Indikator sein, um die Wirksamkeit eines Sensibilitätstrainings zu messen.

Sensibilität

Sensibilität wird unterteilt in die Begriffe Propriozeption (Tiefensensibilität), und taktile Wahrnehmung (Oberflächensensibilität). Sie unterscheiden sich durch die Art und den Ort der Reizaufnahme. Die Propriozeptoren ermöglichen das Aufnehmen von Lage-, Bewegungs-, Kraft-, und Vibrationsempfindungen. Die Oberflächensensibilität nimmt die Empfindungen der Berührungen, Schmerzen und Temperatur auf der Oberfläche wahr (Birbaumer & Schmidt, 1999; Veit & Zumhasch, 2020).

Die Sensibilität ist eine der Grundlagen für Gehfähigkeit und Gleichgewicht. Es erscheint somit logisch, Therapien hier anzusetzen. In unserer Arbeit werden wir untersuchen und vergleichen, wie effizient solche Therapien sind.

1.3 Relevanz unserer Arbeit

Um Schlaganfallpatienten in der akuten, subakuten und chronischen Phase eine vielseitige Physiotherapie anbieten zu können, braucht es weitere Erforschung verschiedener Therapiemöglichkeiten. Wie wir in der Problematik erwähnt haben, stellt das somatosensorische Defizit eines der Hauptbeschwerden von Schlaganfallpatienten dar (Klingner et al., 2012). Das somatosensorische Defizit kann in der Tiefensensibilität oder der taktilen Wahrnehmung auftreten (Connell et al., 2008). Dadurch können Störungen in den funktionellen Fähigkeiten wie dem Gleichgewicht und der Gehfähigkeit eintreten (Doyle et al., 2010; Parsons et al., 2016). Um diese Defizite zu verbessern, kann Sensibilitätstraining ein wichtiger Teil der Rehabilitation nach einem Schlaganfall sein (Sullivan & Hedman, 2008). Für den Therapeuten ist es wichtig, evidenzbasierte Interventionen in der Praxis zu kennen, die expliziten Einfluss auf die Tiefensensibilität und die Oberflächensensibilität haben, um die Gehfähigkeit, das Gleichgewicht und die Sensibilität zu verbessern.

Daher untersuchen wir mit dieser Arbeit die Wirksamkeit der verschiedenen Interventionen der unteren Extremitäten, um eine Übersicht über die verschiedenen Therapiemöglichkeiten zu erstellen.

Verschiedene systematische Literaturübersichtsarbeiten haben den Einfluss von Sensibilitätstraining auf die oberen und unteren Extremitäten untersucht.

Es existiert bereits ein systematischer Review zu solchen Interventionen der oberen Extremität, welche 2019 publiziert wurde (Yilmazer et al., 2019). Ebenfalls besteht ein Review, welcher sich mit den unteren sowie den oberen Extremitäten zu diesem Thema befasst (Serrada et al., 2019). Ein systematischer Review (Chia et al., 2019) befasst sich mit Sensibilitätstraining der unteren Extremitäten. Er ist der einzige uns bekannte Review mit einer Metaanalyse, welcher sich nur auf die unteren Extremitäten bezieht. Er untersucht, welchen Einfluss Sensibilitätstrainings der unteren Extremitäten auf die somatosensorischen Defizite, Gleichgewicht, Gehfähigkeit, motorische Defizite und Beinfunktion bei Schlaganfallpatienten haben.

In den vergangenen Jahren sind weitere randomisierte kontrollierte Studien (RCTs, «randomized controlled trials») zum Sensibilitätstraining erfasst worden (Dalal et al., 2018; Önal et al., 2020). Diese neuen Studien erlauben eine Neubewertung der Evidenz zu diesem Thema. Wir sahen dies als Möglichkeit, einen neuen Review zu erstellen, um weitere Resultate zu erhalten. Die Metaanalyse in Chia's Review wurde mit «controlled clinical trials» erstellt (Chia et al., 2019). Da die oben erwähnten Studien von Önal et al.

(2020) und Dalal et al. (2018) randomisierte kontrollierte Studien sind, haben wir beschlossen, dass wir eine Metaanalyse mit RCTs machen. Hinzu kommt, dass laut Dyer und Joseph (2006) randomisierte kontrollierte Studien die beste Methode sind, einer Forschungsfrage dieser Art nachzugehen. Die genaue Wirksamkeit eines Sensibilitätstrainings der unteren Extremitäten auf die Gehfähigkeit, das Gleichgewicht und die Sensibilität ist in Anbetracht der verfügbaren Evidenz noch nicht ausreichend analysiert worden. Dies führt uns direkt zum Ziel unserer Arbeit.

1.4 Zielsetzung und Forschungsfrage

Wir wollen herausfinden, welchen Einfluss ein Sensibilitätstraining der unteren Extremitäten auf die Gehfähigkeit, das Gleichgewicht und die Sensibilität haben. Daraus stellten wir die Forschungsfrage unseres Reviews wie folgt auf:

Wie ist die Wirksamkeit von einem Sensibilitätstraining der unteren Extremitäten direkt nach der Intervention auf die Gehfähigkeit, das Gleichgewicht und die Sensibilität bei erwachsenen Menschen mit einem akuten, subakuten oder chronischen Schlaganfall, verglichen mit einer Therapie ohne Sensibilitätstraining?

2 Methode

In diesem Kapitel beschreiben wir die Vorgehensweise, die wir gewählt haben, um die Effekte des Sensibilitätstrainings bei Schlaganfallpatienten bezüglich der Gehfähigkeit, des Gleichgewichts und der Sensibilität zu eruieren.

2.1 Design

Um die Forschungsfrage zu beantworten, diente uns das Design eines systematischen Reviews der Literatur mit Metaanalyse. Bei der Durchführung der Forschung befolgten wir die Richtlinien des «Cochrane Handbooks» (Higgins et al., 2021). Bei der Verfassung unserer Arbeit orientierten wir uns an den Empfehlungen von PRISMA (Moher et al., 2009).

2.2 Suchstrategie

Die systematische Suche erfolgte auf den Datenbanken CINAHL, Ovid Medline, Cochrane Library und Embase. Die Suchstrategie wurde mit dem PIO-Schema aufgebaut. Das PIO stellt die Abkürzung für die Begriffe Population, Intervention und Outcome dar

(Higgins et al., 2021). Die Suchstrategie haben wir in der Kalenderwoche 52 im Jahr 2020 durchgeführt.

Die Suchstrategie haben wir auf jeder Datenbank entsprechend angepasst. Die Suchbegriffe wurden mit «AND» und «OR» miteinander kombiniert. Zudem haben wir auf den jeweiligen Datenbanken den passenden RCT-Filter verwendet (Higgins et al., 2021). Die detaillierte Suchstrategie wird im Appendix (II) aufgeführt.

2.3 Artikelselektion

Die beschriebene Suchstrategie wurde von beiden Autorinnen gemeinsam erarbeitet, sowie von ähnlichen Arbeiten und deren Suchstrategien inspiriert. Nach der Anwendung der Suchstrategie auf den oben erwähnten Datenbanken speicherten wir die selektionierten Artikel in der Literaturverwaltung «Zotero» ab. Anschliessend wurden die Duplikate aus unserer Sammlung manuell entfernt (Trinoskey et al., 2009). Danach wurden die verschiedenen Abstrakte und Titel der übrig gebliebenen Studien mit dem Programm «Rayyan» durchgegangen (Kellermeyer et al., 2018). Das Screening erfolgte anhand der definierten Ein- und Ausschlusskriterien von beiden Autorinnen unabhängig voneinander. Wir verglichen unsere Entscheidungen miteinander und diskutierten über Uneinigkeiten. Wir entschieden gemeinsam, welche Artikel in die Volltextlektüre eingeschlossen werden. Konnten wir die Artikel nicht im Volltext finden, bestellten wir diese bei der Fachhochschule HES-SO Valais-Wallis oder stellten eine Anfrage für die Artikel an die jeweiligen Autoren. Falls diese dennoch nicht verfügbar waren, schlossen wir sie aus. Das Volltext-Screening führten beide Parteien unabhängig voneinander durch. Die Selektion erfolgte ebenfalls anhand der Auswahlkriterien dieser Arbeit. Anschliessend diskutierten wir Differenzen und lasen die Artikel erneut aufmerksam durch. Schlussendlich trafen wir eine gemeinsame Entscheidung, welche Studien wir definitiv in die Arbeit einschliessen wollten.

Damit wir möglichst alle zu unserem Thema wichtigen Artikel in unsere Arbeit einbeziehen konnten, untersuchten wir die verschiedenen Referenzen unserer eingeschlossenen Studien, um weitere relevante Artikel zu finden. Diese haben wir ebenfalls mit den von uns bestimmten Ein- und Ausschlusskriterien bewertet.

2.4 Auswahlkriterien

2.4.1 Population

In diesem systematischen Review wurden Studien eingeschlossen, die Patienten mit einem Mindestalter von 18 Jahren aufwiesen, welche sich in einer akuten, subakuten oder chronischen Phase nach einem hämorrhagischen oder ischämischen Schlaganfall befanden. Studien mit Kindern wurden ausgeschlossen.

2.4.2 Intervention

Die einbezogenen Studien sollten ein passives und/oder aktives Sensibilitätstraining beinhalten, welche eine Stimulation des somatosensorischen Systems erzielten. Sensibilitätstraining definierten wir als Interventionen, welche eine Komponente enthalten, die explizit die Tiefensensibilität und/oder Oberflächensensibilität stimulieren. Es wurden nur Studien mit Behandlungen eingeschlossen, welche taktile und/oder propriozeptive Interventionen enthielten. Ausgeschlossen wurden invasive Interventionen wie Akupunktur, da diese nicht in der Kompetenz eines Physiotherapeuten liegen. Die Behandlung musste sich auf die unteren Extremitäten beziehen.

2.4.3 Vergleiche

In dieser Arbeit schlossen wir nur Studien ein, welche eine Kontrollgruppe aufzeigten. Diese Gruppe sollte eine Scheinintervention und/oder eine Standardtherapie erhalten und mit einer Interventionsgruppe verglichen werden.

2.4.4 Outcomes

Wir haben nur Studien miteingeschlossen, welche mindestens eines der gewählten Outcomes überprüften: Gehfähigkeit, Gleichgewicht oder Sensibilität. Das Interesse in dieser Arbeit beschränkte sich in erster Linie auf die Beeinflussung der Gehfähigkeit, des Gleichgewichts und der Sensibilität. Studien, die keines dieser Outcomes gemessen haben, haben wir ausgeschlossen. Damit ein einheitlicher Zeitpunkt der Messung bestand, haben wir in dieser Arbeit die Werte, welche am Ende des individuellen Behandlungszeitraums («end of intervention») gemessen wurden, in die Resultate miteinbezogen.

2.4.5 Weitere Kriterien

Diese Arbeit beinhaltete ausschliesslich randomisierte kontrollierte Studien, auch «RCT» genannt. Diese bieten die grösste Evidenz, um einen systematischen Review zu erstellen

(Charrois, 2015). Es wurden Studien eingeschlossen, die in der deutschen, englischen und französischen Sprache verfasst worden sind.

2.5 Bearbeitung der Studien

Die Datenextraktion erfolgte nach der Vorlage des Cochrane Handbooks «Data collection form for interventions reviews: RCTs only» (Higgins & Green, 2011). Die Extraktion wurde von den Autoren gemeinsam durchgeführt und gegenseitig überprüft. Um die wichtigsten Daten der eingeschlossenen Studien auf einen Blick zu sehen, haben wir jeweils pro Studie eine Tabelle mit den wichtigsten Daten für diesen Review erstellt.

Die Extraktion der Studien wurde basierend auf folgenden Daten erarbeitet:

- Autor, Jahr und Land
- Titel, Studiendesign
- Beschreibung der Probanden (Zeitpunkt nach Schlaganfall, Alter, Anzahl Probanden zum Zeitpunkt der Messung «end of intervention»)
- Beschreibung der Interventionen (Experimental- und Kontrollgruppen)
- Interventionsdauer
- Outcomes und Messinstrumente
- Statistische Daten der einzelnen Studien

2.6 Bias Risiko

Das Verzerrungsrisiko der eingeschlossenen Studien haben wir mit dem Risk of Bias Tool «RoB 2.0» eingeschätzt (Sterne et al., 2019). Dieses Messinstrument wird zur Bewertung von randomisierten kontrollierten Interventionsstudien empfohlen (Armijo-Olivo et al., 2015). Die Einschätzung der Studien erfolgte doppelt und unabhängig voneinander. Unterschiedliche Einschätzungen haben wir untereinander diskutiert und wir trafen eine argumentierte Entscheidung bezüglich des Bias Risikos. Das oben erwähnte Tool besteht aus fünf Bereichen: Bias durch den Randomisierungsprozess (randomisation process), aufgrund von Abweichungen von geplanten Interventionen (deviations from intended interventions), aufgrund fehlender Ergebnisdaten (missing outcome data), bei der Messung des Ergebnisses (measurement of the outcome) und bei der Auswahl der angegebenen Resultate (reported results). In diesen Bereichen werden verschiedene Aspekte begutachtet und schlussendlich wird jeder Schlüsselbereich mit einem hohen (high), tiefen (low) oder mittleren (some concerns) Risiko bewertet (Higgins et al., 2021).

2.7 Definitionen

Nun werden die Begriffe, welche dem Verständnis der Meta- und Sensitivitätsanalyse dienen, kurz beschrieben.

2.7.1 Forest Plot

Die Ergebnisse werden anhand von Forest Plots visualisiert dargestellt. In einer solchen Grafik werden die Ergebnisse der Einzelstudien und ein zusammengefasster Effekt der eingeschlossenen Studien der Metaanalyse ersichtlich (Timmer & Rücker, 2008). Die einzelnen Quadrate stellen die Ergebnisse der einzelnen Studien dar. Die Grösse sagt etwas über die Wichtigkeit der Studien in der Metaanalyse aus (Schriger et al., 2010). Die vertikale Linie im Quadrat stellt die zur Studie passende «Standard Mean Difference» (SMD) an. Die lange vertikale Linie des Forest Plots wird Nulllinie genannt. Die horizontalen Linien, die sich durch die Quadrate ziehen, repräsentieren das Konfidenzintervall. Die Rauten stellen die Effekte der gesamten Subgruppen dar. Die unterste Raute präsentiert den gepoolten Effekt aller Studien mit seinem Konfidenzintervall (Schriger et al., 2010).

2.7.2 Standard Mean Difference

Die standardisierte Mittelwertdifferenz (SMD) ist ein Effektmass und kann als statistisches Konstrukt bei kontinuierlichen Daten genutzt werden. Wenn die miteinbezogenen Studien alle dasselbe Outcome messen und mit unterschiedlichen Messinstrumenten erfasst worden sind, müssen die Werte auf einer einheitlichen Skala standardisiert werden, damit sie miteinander kombiniert werden können. Die SMD zeigt, wie gross der Effekt der Intervention der Studien in Abhängigkeit mit der Variabilität zwischen den Probanden bei der jeweiligen Ergebnismessung ist (Higgins et al., 2021).

2.7.3 Konfidenzintervall

Das Konfidenzintervall (CI) beschreibt die Unsicherheit der Schätzung bezüglich der Grösse und der Richtung des Effekts eines Interventionsvergleichs. Es beschreibt eine Spannbreite, in welcher die Wahrscheinlichkeit gross ist, dass der wahre Effekt in diesem Bereich liegt (Higgins et al., 2021)

Dieser wird mit einer horizontalen Linie im Forest Plot illustriert. Je länger die Linie ist, desto ungenauer ist die Schätzung des Effekts. Bei Studien mit einer kleinen Stichprobengrösse und/oder einer grossen Heterogenität zwischen den Studien, wird das CI eher weit angegeben als bei grösseren Studien (Higgins et al., 2021; Timmer & Rücker,

2008). Wenn die Linie des Konfidenzintervalls der einzelnen Studien die vertikale Nulllinie berührt, sind die Ergebnisse statistisch nicht signifikant. In solchen Fällen kann nicht ausgeschlossen werden, dass in Wahrheit kein Unterschied zwischen der Experimental- und Kontrollgruppe bezüglich der Ergebnisse besteht. Das bedeutet, dass die Abweichung zufällig angezeigt wird (Timmer & Rücker, 2008).

Wenn aus einer Population unendlich oft eine Stichprobe gezogen wird, werden 95% dieser Stichproben den wahren Effekt beinhalten. Dies wird mit einem Konfidenzintervall von 95% angegeben (Higgins et al., 2021).

2.7.4 P- Wert

Als P-Wert wird das Standardergebnis eines statistischen Tests definiert. Mit diesem Wert wird angegeben, welche Wahrscheinlichkeit besteht, dass sich der beobachtete Effekt unterhalb/oberhalb der Nullhypothese befindet. Ein Wert unter der Nullhypothese wird als statistisch signifikant ($P\text{-Wert} = <0.05$) angegeben. In diesem Fall ist es möglich, die Nullhypothese argumentiert zu verwerfen. Wenn der P-Wert über dem Signifikanzniveau liegt ($P\text{-Wert} = >0.05$) darf die Nullhypothese nicht verworfen werden. P-Werte, welche grösser sind als 0.05, dürfen nicht fehlinterpretiert werden. Auch wenn einer der P-Werte keine statistische Signifikanz zeigt, kann es sein, dass eine Intervention dennoch einen Effekt hat, dieser aber eine kleine Evidenz beinhaltet (Higgins et al., 2021)

2.7.5 Heterogenität

Zwischen den zu vergleichenden Studien in einer Metaanalyse kann eine unterschiedlich grosse Heterogenität auftreten. Es gibt drei Arten von Heterogenität, die aufgrund Verschiedenartigkeit der Studien entstehen können. Die klinische Heterogenität kann aufgrund der Diversität der Interventionen, Patientencharakteristika und der verschiedenen Messinstrumente auftreten. Die methodologische Heterogenität beschreibt die Variabilität der Studiendesigns und der Bewertung des Verzerrungsrisikos («Risk of Bias»). Die statistische Heterogenität zeigt Unterschiede zwischen den Studien, welche durch verschiedene Interventionseffekte entstehen können (Higgins et al., 2021; Knippschild et al., 2015). Die Heterogenität (I^2) wird nach Higgins et. al (2021) folgendermassen eingeteilt:

Tabelle 1: Interpretation der Heterogenität

Prozent	Niveau
$I^2 = 0-40\%$	keine wichtige Heterogenität
$I^2 = 30-60\%$	moderate Heterogenität
$I^2 = 50-90\%$	substanzielle Heterogenität
$I^2 = 75-100\%$	bedeutende Heterogenität

2.8 Analyse der Wirksamkeit

Um die Analyse der Wirksamkeit eines Sensibilitätstrainings durchführen zu können, wurde jeweils eine Experimentalgruppe (EG) mit einer Kontrollgruppe (KG) verglichen. Bei den Experimentalgruppen handelte es sich um Gruppen, die ein Programm mit einem Sensibilitätstraining erhielten. Bei einigen Studien wurde dieses mit allgemeinen Rehabilitationsprogrammen kombiniert. Die Kontrollgruppen erhielten ein allgemeines Rehabilitationsprogramm, welches in einigen Studien mit einer Scheinintervention von Sensibilitätstraining kombiniert wurde oder eine alleinige Scheinintervention erhielten. Die Messung der Outcomes Gehfähigkeit, Gleichgewicht und Sensibilität wird direkt nach dem Abschluss der Zeitspanne der Intervention durchgeführt. Die «Follow-ups» bezogen wir in dieser Arbeit nicht ein, da nur einzelne Studien Ergebnisse zu einem solchen Zeitpunkt aufgezeigt haben.

2.8.1 Metaanalyse

Um die verschiedenen Ergebnisse der einzelnen eingeschlossenen Studien zusammenzuführen, haben wir eine Metaanalyse zur Wirksamkeit der Sensibilitätsinterventionen zum Zeitpunkt «end of intervention» erstellt (Knippschild et al., 2015).

Von jeder einzelnen Studie wurde eine standardisierte Mittelwertdifferenz berechnet. Diese wurde anhand der jeweiligen Mittelwerte, Standardabweichungen und Anzahl Teilnehmer der beiden Gruppen kalkuliert. Ein Ergebnis von 0.2 repräsentiert einen kleinen Effekt, 0.5 einen moderaten Effekt und 0.8 einen grossen Effekt (Higgins et al., 2021).

Das sogenannte «Fixed-effects»-Model wird verwendet, wenn eine hohe Vergleichbarkeit der Studien präsent ist. Tritt eine grosse klinische Heterogenität zwischen den einzelnen Studien auf, wird das «Random-effects»-Modell genutzt (Knippschild et al., 2015). Da in dieser Arbeit verschiedene Rehabilitationsprogramme miteinander verglichen und verschiedene Messinstrumente bei der Auswertung genutzt

wurden, gingen wir davon aus, dass eine grosse klinische Heterogenität auftritt. Deshalb wurde für die Analyse das «Random-effects»-Modell verwendet. Die Interventionen wurden aufgeteilt in drei Subgruppen: «propriozeptive Interventionen», «taktile Interventionen» und «propriozeptive und taktile Interventionen». Die Parameter «Inverse variance method», «DerSimonian-Liard estimator», «Jackson method» und «Hedges'g» wurden bei der Durchführung der Metaanalyse verwendet.

2.8.2 Sensitivitätsanalyse

Um möglichst genaue Ergebnisse zu erhalten, wurden Sensitivitätsanalysen durchgeführt. Das bedeutet, dass die Metaanalyse wiederholt durchgeführt wurde, um zu minimieren, dass Fehler in den Ergebnissen aufgrund einer Fehlentscheidung auftraten (Higgins et al., 2021). In dieser Arbeit wurde also eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, um zu untersuchen, ob es eine essenzielle Differenz im Effekt gibt, wenn mehrmalige Interventionen mit einmaligen Interventionen verglichen wurden.

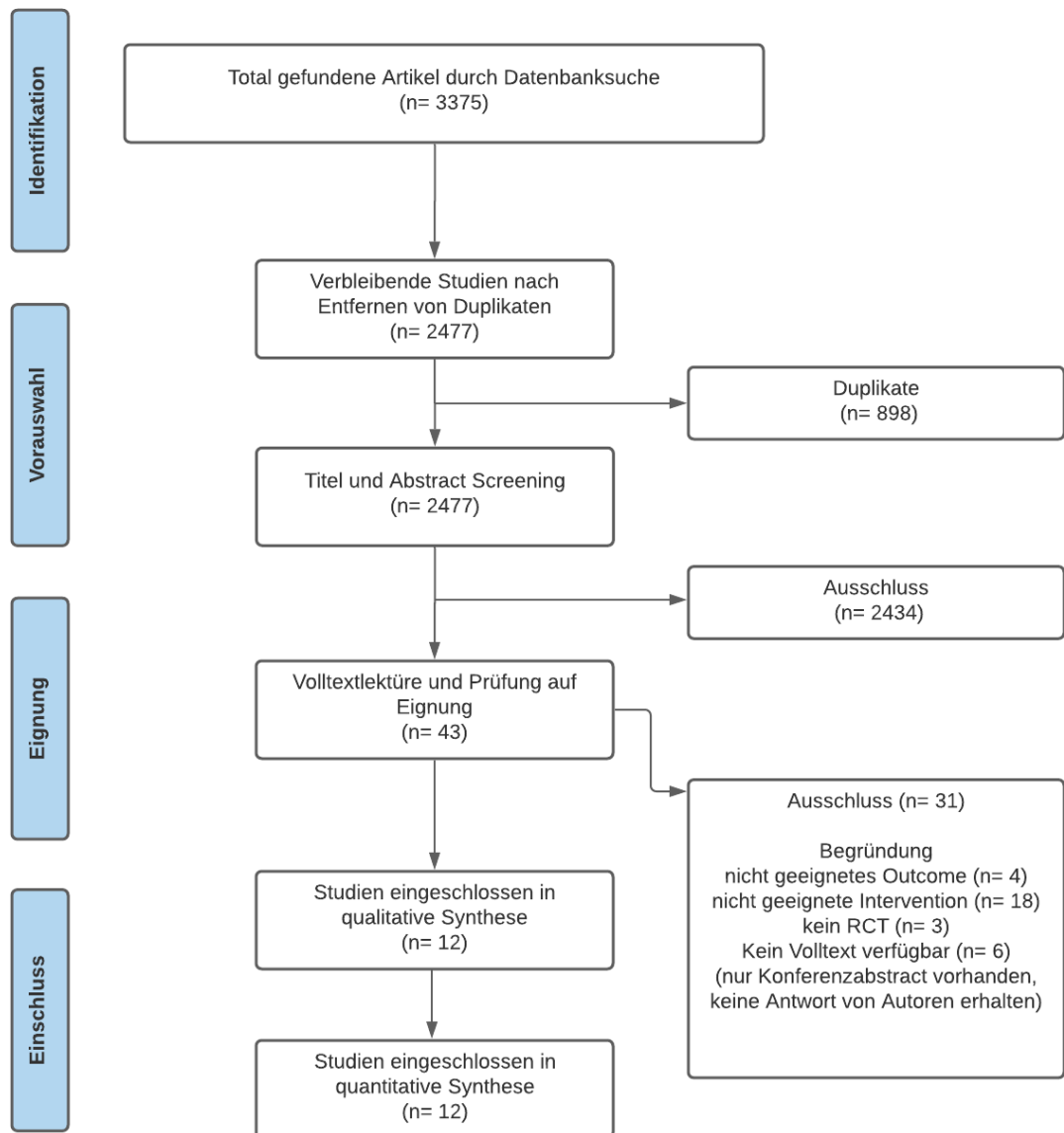
3 Resultate

Im nachfolgenden Kapitel stellen wir die Resultate dieser Arbeit vor.

3.1 Ergebnisse der Suchstrategie

Die Suchresultate dieser Arbeit haben wir in einem Flussdiagramm zusammenfassend und übersichtlich dargestellt (Abbildung 1). Die durchgeführte Suche auf den Datenbanken CINAHL, Ovid Medline, Cochrane Library und Embase ergab ein Ergebnis von 3'375 Studien. Nach dem Entfernen der Duplikate mit dem Programm «Zotero» haben wir 2'477 Studien weiter untersucht. Die Studien selektierten wir mit Hilfe des Programms «Rayyan». Anhand der definierten Auswahlkriterien konnten wir während des Screenings der Titel und Abstrakte 2'434 Artikel ausschliessen. Von den übrig gebliebenen 43 Studien lasen wir den Volltext und beurteilten sie erneut anhand der Ein- und Ausschlusskriterien. Davon haben wir 31 Artikel aus folgenden Gründen ausgeschlossen: kein Volltext, da nur ein Konferenzabstrakt besteht oder da wir keine Rückmeldung der Autoren erhalten haben (6), nicht angepasstes Outcomes (4), nicht angepasste Intervention (18) und keine RCT (3). Die Referenzen der ausgeschlossenen Artikel können im Appendix (III) eingesehen werden. Schlussendlich konnten wir 12 Studien in den systematischen Review und in die Metaanalyse einschliessen.

Abbildung 1: Flussdiagramm nach Prisma



3.2 Eingeschlossene Studien

In diesem systematischen Review wurden zwölf randomisierte kontrollierte Studien eingeschlossen. Die eingeschlossenen Studien analysierten wir anhand verschiedener von uns ausgewählter Charakteristiken. Nachfolgend werden die wichtigsten Punkte in der Tabelle (2) dargestellt. Eine detaillierte Beschreibung der verschiedenen propriozeptiven und taktilen Interventionen wird in einer Tabelle im Appendix (IV) aufgeführt.

Tabelle 2: Zusammenfassung der Studien

Studien	Design	Probanden, Phase nach Schlaganfall	Experimentalgruppe (EG)	Kontrollgruppe (KG)	Dauer	Eingeschlossene Messinstrumente in diesem Review
Chae et al. 2017	RCT	Chronisch EG (n= 15) KG (n= 15)	Propriozeptives Phasentraining + allg. Physiotherapie	allg. Physiotherapie	4 Wochen EG: 30min, 5x/W. + 60min, 5x/W. KG: 60min, 5x/Woche	Gleichgewichtsfähigkeit (BBS)
Chen et al. 2011	RCT	Akut EG (n= 18) KG (n= 17)	Thermale Stimulation + allg. Physio- und Ergotherapie	allg. Physio- und Ergotherapie	6 Wochen EG: 48min, 5x/W. + 40min, 5x/W. KG: 20min, 3x/Woche	Gleichgewichtsfähigkeit (BBS)
Dalal et al. 2018	RCT	Unklar EG (n= 16) KG (n= 16)	«Prowling» mit propriozeptivem Training + allg. Physiotherapie	allg. Physiotherapie	6 Behandlungen EG: 6x 15-20min + 6x 45-60min KG: 6x 45-60min	Gehfähigkeit (Ganganalyse)
Guo et al. 2015	RCT	Akut, subakut EG (n=15) KG (n=15)	allg. Übungen mit Vibrationsintervention	allg. Übungen mit Scheinintervention (Vibration)	8 Wochen EG: 60sec Vibration mit je 10sec. Pause, 8x 8 Serien/Tag, 5x/W. KG: 30sec. Sham mit je 10sec.Pause, 10x 5 Serien/Tag, 5x/W.	Gehfähigkeit (10MWT, Ganganalyse)
Lee et al. 2013	RCT	Chronisch EG (n= 16) KG (n= 15)	Lokales-Vibrationsstimulus Trainingsprogramm + allg. Physio- und Ergotherapie	Scheinintervention (Vibration) + allg. Physio- und Ergotherapie	6 Wochen EG: 30min, 5x/W. + 30min, 5x/W KG: 30min, 3x/W. + 30min, 5x/W.	Gehfähigkeit (Ganganalyse), Gleichgewicht (Force-Plattform)
Liang et al. 2012	RCT	Akut EG (n=15) KG (n=15)	Thermale Stimulation + allg. Physio- und Ergotherapie	Gesprächssitzungen + allg. Physio- und Ergotherapie	6 Wochen EG: 48min, 5x/W. + 40min, 5x/W. KG: 20min, 3x/W. + 40min, 5x/W.	Gleichgewicht (BBS)

Lynch et al. 2007	RCT	Akut EG (n= 10) KG (n= 11)	Sensorisches Training + allg. Physiotherapie	Scheinintervention (Relaxation) + allg. Physiotherapie	2 Wochen EG: 30min, 5x/W. + 2h., 5x/W. KG: 30min, 5x/W. + 2h., 5x/W.	«light touch» Fusssohle (SWMT), Propriozeption (DPT), Gleichgewicht (BBS), Gehfähigkeit (10MWT)
Morioka et al. 2003	RCT	Subakut, chronisch EG (n= 12) KG (n= 14)	Übungen zum Wahrnehmungslernen mit «Hardness Discrimination» + allg. Physiotherapie	allg. Physiotherapie	2 Wochen EG: 5x/W., unklar KG: unklar	Gleichgewicht (Stabilometer)
Ng et al. 2016	RCT	Subakut EG (n= 39) KG (n= 39)	TENS kombiniert mit TOBT+ allg. Physio- und Ergotherapie	Scheinintervention (TENS) mit TOBT+ allg. Physio- und Ergotherapie	8 Wochen EG: 60min, 2x/W. + 2h./Tag KG: 60min, 2x/W. + 2h./Tag	Gleichgewicht (BBS)
Önal et al. 2020	RCT	Akut, subakut EG (n= 17) KG (n= 17)	Lokale Vibration des plantaren Bereichs des Fusses	Scheinintervention (lokale Vibration)	1 Sitzung EG: 1x 15min. KG: 1x 15min.	Posturale Stabilität (Biodex Balance System)
Tyson et al. 2013	RCT crossover	Unklar EG (n= 29) KG (n= 29)	Aktive Bewegung mit TENS (Sockenelektroden)	Aktive Bewegung mit Scheinintervention TENS (Sockenelektroden)	1 Sitzung EG: 1x 2h KG: 1x 2h	Gehfähigkeit (10MWT), Propriozeption des Sprunggelenks (JPS)
Yavuzer et al. 2007	RCT	Alle EG (n= 15) KG (n= 15)	SES + allg. Physio- und Ergotherapie, sowie Logopädie	Scheinintervention (SES)+ allg. Physio- und Ergotherapie, sowie Logopädie	4 Wochen EG: 30min, 5x/Woche + 2-5h, 5x/Woche KG: 30min, 5x/Woche + 2-5h, 5x/Woche	Gehfähigkeit (Ganganalyse, 10MWT)

EG= Experimentalgruppe, KG= Kontrollgruppe, RCT= «randomized controlled trial», n= Anzahl der Probanden, allg.= allgemein, h= Stunde, W= Woche, BBS= Berg Balance Scale, 10MWT= 10 Meter Walk Test, SWMT= Semmes- Weinstein Monofilament Test, DPT= Distal Proprioception Test, TOBT= Task oriented balance training, TENS= Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation, JPS= Joint Position Sense, SES= Sensorische Amplituden-Elektrostimulation

Die eingeschlossenen Studien waren alles randomisierte kontrollierte Studien. Bei einer der Studien handelte es sich um eine «randomized controlled-crossover study». In einer «crossover-Studie» erhalten die Probanden zwei oder mehr Interventionen nacheinander. Die Teilnehmer erhalten somit die Intervention der Experimentalgruppe sowie die der Kontrollgruppe (Sibbald & Roberts, 1998).

Zusammenfassend haben in den Interventions- und Kontrollgruppen 402 Probanden teilgenommen. Diese Probanden waren zwischen 21 bis 82 Jahren alt. Die Probanden befanden sich zwischen der akuten, subakuten und chronischen Phase nach dem Schlaganfall. Die Dauer der Interventionen unterschied sich zwischen zwei bis acht Wochen, in welchen die Probanden der Interventionsgruppe zwischen zwei bis fünfmal pro Woche die jeweilige Intervention erhielten. In den Studien von Tyson et al. (2013) und Önal et al. (2020) fand eine einmalige Sitzung statt.

Die Studien untersuchten unterschiedliche Fähigkeiten der Schlaganfallpatienten, unter anderem auch die Gehfähigkeit anhand der Ganggeschwindigkeit, das Gleichgewicht und/oder die Sensibilität. Die Studien zeigten immer ein Interventionsprogramm für die unteren Extremitäten.

Die Experimentalgruppen (EG) erhielten ein Sensibilitätstraining, welches entweder eine propriozeptive, taktile oder kombinierte Intervention enthielten. Zu den propriozeptiven Interventionen gehörten folgende: lokale Vibrationsintervention (Lee et al., 2013), Vibrationsintervention (Guo et al., 2015), propriozeptives Phasentraining (Chae et al., 2017), propriozeptives Training mit «Prowling» (Dalal et al., 2018) und Übungen zu Härteunterscheidung (Morioka & Yagi, 2003). Die EG mit taktilen Interventionen erhielten die nachfolgenden Interventionen: thermale Stimulation (Chen et al., 2011; Liang et al., 2012), TENS (Ng et al., 2016; Tyson, Nester, et al., 2013), sowie sensorische elektrische Amplituden Stimulation (Yavuzer et al., 2007). Die Experimentalgruppe einer Studie erhielt eine propriozeptive und taktile Interventionen kombiniert und zwar ein sogenanntes sensorisches Training (Lynch et al., 2007).

In einigen Studien erhielt die Experimentalgruppe ein Sensibilitätstraining, welches allein durchgeführt wurde. In anderen wurde dieses mit allgemeiner Physiotherapie oder mit allgemeiner Physio- und Ergotherapie kombiniert. Das Programm der Kontrollgruppe (KG) beinhaltete entweder eine Scheinintervention (z.B. Placebo-TENS), eine Scheinintervention kombiniert mit allgemeiner Physiotherapie oder kombiniert mit allg. Physio- und Ergotherapie, allgemeine Physio- und Ergotherapie oder nur allgemeine

Physiotherapie allein. Die Beschreibungen der Programme aller Experimental- und Kontrollgruppen befinden sich im Appendix (IV).

In dieser Arbeit wurden drei Outcomes untersucht. Die Gehfähigkeit wurde mit dem 10 Meter Walk Test oder einer allgemeinen Zeitmessung einer gewissen Gehstrecke gemessen. Das Gleichgewicht wurde mit der Berg Balance Scale, dem Stabilometer, der «Force Platform» oder mit dem Biodex Gerät gemessen. Die Sensibilität wurde mit dem «Joint Position Sense» evaluiert. Eine Beschreibung der angewendeten Tests und Messungen der Outcomes sind im Appendix (V) aufzufinden.

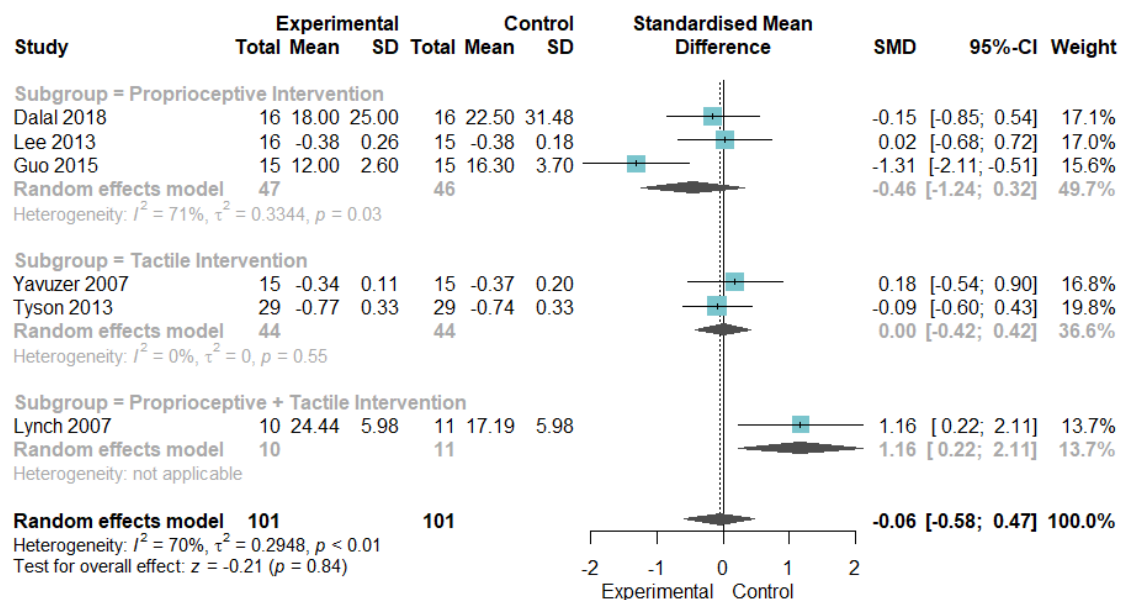
3.3 Analyse der Wirksamkeit

Um die Effektivität der verschiedenen Sensibilitätstrainings zu analysieren und diese untereinander zu vergleichen, wurde eine Metaanalyse durchgeführt. Die Ergebnisse werden nachfolgend anhand von Forest Plots (Abbildung 2, 3 und 4) illustriert. Diese werden jeweils pro Outcome mit den Subgruppen propriozeptive Intervention, taktile Intervention und propriozeptive kombiniert mit taktiler Intervention analysiert.

3.3.1 Metaanalyse mit Forest Plots

Gehfähigkeit: Experimentalgruppe versus Kontrollgruppe

Abbildung 2: Forest Plot Gehfähigkeit



SD= Standard Difference; SMD= Standard Mean Difference; CI= Confidence Intervall; I2= Heterogenitätsmass nach Higgins/Thompson, t2= Heterogenitätsmass nach DerSimonian, p= p-Wert

Gesamtanalyse Gehfähigkeit

Insgesamt wurden sechs Studien in die Analyse der Ganggeschwindigkeit miteinbezogen, welche insgesamt 202 Probanden evaluiert haben. Die Analyse wurde mit dem «Random-effects»-Modell durchgeführt und zeigte einen sehr kleinen Effekt (SMD: -0.06; 95% CI: -0.58 bis 0.47) zugunsten der Experimentalgruppe. Die Heterogenität I^2 war bei 70%, was eine substanzielle Heterogenität bedeutet. Der P-Wert der gesamten Analyse lag bei $p=0.84$.

Subgruppenanalyse Gehfähigkeit

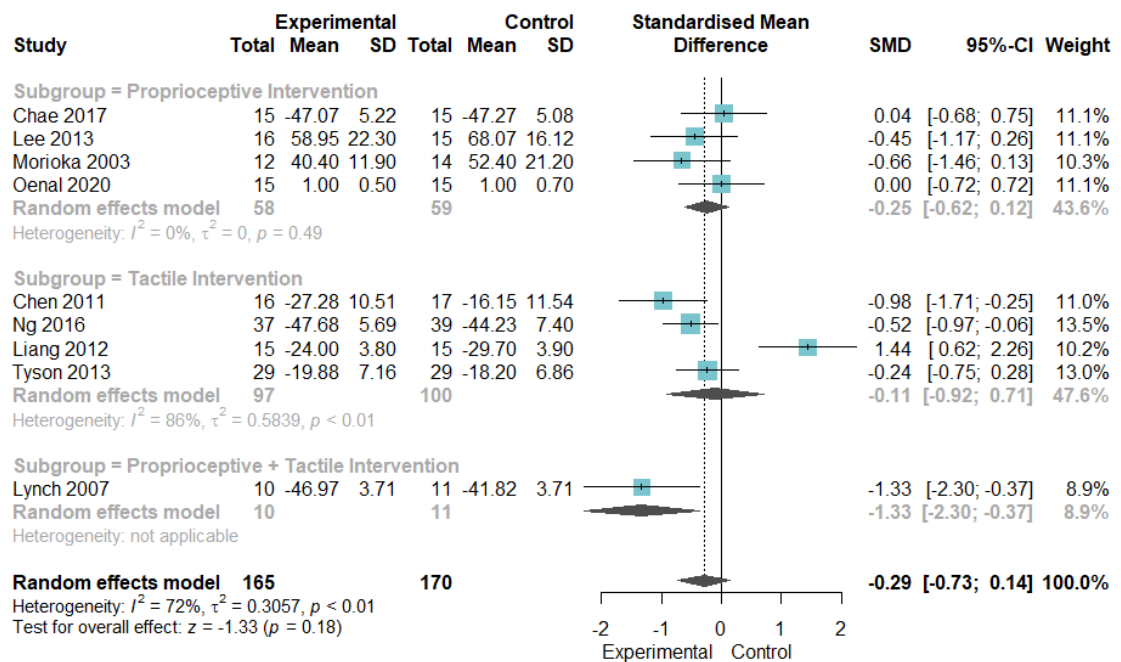
Bei der Analyse der Studien, welche eine propriozeptive Intervention untersuchten, wurden drei Studien, welche insgesamt 93 Probanden beinhalten, verglichen. Die Resultate zeigten einen kleinen bis moderaten Effekt (SMD: -0.46; 95% CI: -1.24 bis 0.32) zugunsten der Experimentalgruppe. Die Heterogenität I^2 lag bei 71%, welche eine substanzielle Heterogenität darstellt.

Bei der Subgruppenanalyse der zwei Studien, die taktile Interventionen beinhalten, waren 88 Probanden inbegriffen. Dies ergab keinen Effekt (SMD: 0.00; 95% CI: -0.42 bis 0.42) zugunsten einer der beiden Gruppen. Die Heterogenität I^2 ist bei 0%. Dies bedeutet, dass keine wichtige Heterogenität auftritt.

Die Analyse, die taktile sowie propriozeptive Interventionen untersucht hat, beinhaltete 21 Probanden. Die Analyse ergab einen Effekt (SMD: 1.16; 95% CI: 0.22 bis 2.11) zugunsten der Kontrollgruppe. Die Effektgrösse repräsentierte einen grossen Effekt. In dieser Subgruppe war nur eine Studie inbegriffen, deshalb bestand keine Angabe zur Heterogenität.

Gleichgewicht: Experimentalgruppe versus Kontrollgruppe

Abbildung 3: Forest Plot Gleichgewicht



SD= Standard Difference; SMD= Standard Mean Difference; CI= Confidence Intervall; I²= Heterogenitätsmass nach Higgins/Thompson, t²= Heterogenitätsmass nach DerSimonian, p= p-Wert

Gesamtanalyse des Gleichgewichts

Der Einfluss des Sensibilitätstrainings auf das Gleichgewicht wurde mit neun Studien analysiert. Um die 335 Probanden wurden in die Analyse einbezogen.

Das «Random-effects»-Modell zeigte über alle eingeschlossenen Studien hinweg einen kleinen Effekt (SMD: -0.29; 95% CI: -0.37 bis 0.14) zugunsten der Experimentalgruppe. Der P-Wert betrug $p = 0.18$. Es wurde eine Heterogenität von 72% berechnet und ist daher substantiell.

Subgruppenanalyse des Gleichgewichts

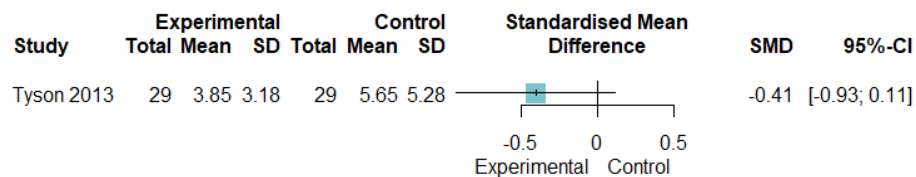
Es wurden vier Studien in die Gruppe der propriozeptiven Interventionen eingeteilt. Dabei wurden 117 Probanden in die Analyse mit einbezogen. Diese zeigte einen kleinen Effekt (SMD: -0.25; 95% CI: -0.62 bis 0.12) zugunsten der Experimentalgruppe. Die Heterogenität I^2 lag bei 0% und ist daher unbedeutend.

Die Subgruppe der taktilen Interventionen enthielt vier Studien, welche insgesamt 197 Probanden einbezog. Dies ergab einen sehr kleinen Effekt (SMD: -0.11; 95% CI: -0.92 bis 0.71) zugunsten der Experimentalgruppe. Die Heterogenität I^2 ergab 86% und stellt eine substantielle bis bedeutende Heterogenität dar.

Die Analyse der Subgruppe, welche propriozeptive und taktile Interventionen enthielt, bestand aus einer Studie mit 21 Probanden. Diese zeigte einen grossen Effekt (SMD: -1.33; 95% CI: -2.30 bis -0.37), zugunsten der Experimentalgruppe. Da diese Subgruppe nur eine Studie enthielt, bestehen keine Angaben zur Heterogenität.

Sensibilität: Experimentalgruppe versus Kontrollgruppe

Abbildung 4: Forest Plot Sensibilität



SD= Standard Difference; SMD= Standard Mean Difference; CI= Confidence Interval

Die Analyse der Sensibilität enthielt eine Studie mit insgesamt 58 Probanden. Das Resultat der propriozeptiven Sensibilität im Sprunggelenk (dorsale Extension) zeigte einen kleinen Effekt (SMD: -0.41; 95% IC: -0.93 bis 0.11). Dies stellte einen kleinen Effekt zugunsten der Experimentalgruppe dar. Der P-Wert liegt bei $p = 0.17$.

3.3.2 Sensitivitätsanalyse

Aufgrund der unterschiedlichen Dauer der Interventionen führten wir eine Sensitivitätsanalyse durch. In zwei von zwölf Studien erfolgte das Sensibilitätstraining in nur einer Sitzung. Die restlichen zehn Studien führten 6-40 Sitzungen pro Probanden durch. Diese Differenz wurde mit der Sensitivitätsanalyse überprüft. Im Appendix (VI) sind die Forest Plots der Sensitivitätsanalyse dieser Arbeit ersichtlich.

Die Analyse der Ganggeschwindigkeit ohne die Studie von Tyson et al. (2013) beinhaltete fünf Studien mit insgesamt 144 Probanden. Dies ergab einen sehr kleinen Effekt (SMD -0.04; 95% CI: -0.73 bis 0.65) zugunsten der Experimentalgruppe. Der P-Wert lag bei $p = 0.91$. Die Heterogenität I^2 zeigte mit 76% eine bedeutende Heterogenität. Die Sensitivitätsanalyse des Gleichgewichts, welche ohne die Studien von Tyson et al. (2013) und Önal et al. (2020) durchgeführt wurde, beinhaltete sieben Studien mit insgesamt 247 Probanden. Diese Analyse ergab einen kleinen Effekt (SMD: -0.35; 95% CI: -0.93 bis 0.23) zugunsten der Experimentalgruppe. Der P-Wert betrug $p = 0.24$. Es gab eine substanzielle bis bedeutende Heterogenität I^2 , die bei 78% lag.

3.4 Bias Risiko

Nachfolgend beschreiben wir die verschiedenen Kategorien, die ein systematisches Verzerrungspotential beschreiben. Wir gehen direkt auf die Bewertung des Verzerrungsrisikos der eingeschlossenen Studien ein, welches wir mit dem Programm «RoB 2.0» einschätzten. Eine Erklärung bezüglich der verschiedenen Bewertungskategorien befindet sich im Appendix (VII). Die Einschätzungen illustrieren wir anhand einer Grafik.

Abbildung 5: Bias Risiko



3.4.1 Randomisation Process

Bei fast allen Studien erfolgte die Zuteilung der Gruppen zufällig. Bei den Studien von Chae et al. (2017) und Ng et al. (2016) wurden die Teilnehmer zwar zufällig zugeteilt, aber es gab es keine Informationen darüber, wie das Randomisierungsverfahren ablief. Aus diesem Grund gab es bei diesen beiden Studien einige Bedenken bezüglich der Randomisierung.

3.4.2 Deviations from the intended Interventions

Bei fünf der zwölf Studien waren sich weder die Teilnehmer noch die Therapeuten über die Zuteilung der Gruppen bewusst. Bei den Studien von Chae et al. (2017), Chen et al. (2011), Dalal et al. (2018), Ng et al. (2016) und Tyson et al. (2013) war unklar, ob die Teilnehmer und Therapeuten geblendet waren. Auch war unklar, ob es Abweichungen

bezüglich der beabsichtigten Interventionen gab, da kein Studienprotokoll gefunden wurde. Bei der Studie von Morioka et al. (2003) war unklar, ob eine geeignete Analyse verwendet wurde, um den Effekt der Zuordnung zur Intervention zu schätzen. Die Teilnehmer und Therapeuten waren bei dieser Studie geblendet. Bei der Studie von Yavuzer et al. (2007) waren die Therapeuten nicht geblendet und es ist unklar, ob es Abweichungen bezüglich der Interventionen gab, da kein Studienprotokoll gefunden wurde.

3.4.3 Missing Outcome Data

Alle eingeschlossenen Studien sind mit einem tiefen Bias Risiko in der Domäne «missing outcome data» bewertet worden.

3.4.4 Measurement of the Outcome

Bei den Studien von Chae et al. (2017), Önal et al. (2020) und Tyson et al. (2013) gab es keine Informationen, ob der Ergebnisbeurteiler geblendet war und/oder ob dies die Bewertung der Outcomes beeinflusst hat. Bei der Studie von Lynch et al. (2007) war die Messmethode für die Oberflächensensibilität und die Propriozeption nicht angemessen.

3.4.5 Selection of the reported Result

In den Studien von Chae et al. (2017), Önal et al. (2020) und Yavuzer et al. (2007) stand geschrieben, dass es einen im Voraus festgelegten Plan gab. Allerdings haben wir diesen nicht gefunden. In den restlichen Studien war unklar, ob es einen solchen Plan gab.

4 Diskussion

4.1 Zusammenfassung der Resultate

In diesem systematischen Review mit Metaanalyse sind 12 randomisierte kontrollierte Studien eingeschlossen worden, die ein Sensibilitätstraining der unteren Extremitäten nach einem Schlaganfall bezüglich der Gehfähigkeit (6 Studien), Gleichgewicht (9 Studien) und Sensibilität (1 Studie) untersuchten. Folgende Hauptaussagen können wir machen:

a) Die Resultate unseres systematischen Reviews mit Metaanalyse zeigten, dass ein Sensibilitätstraining einen sehr kleinen bis kleinen Effekt zugunsten der Experimentalgruppen auf die Gehfähigkeit, das Gleichgewicht und die Sensibilität hatte, der statistisch nicht signifikant ist.

- b) Die Gehfähigkeit, welche mit der Ganggeschwindigkeit analysiert wurde, zeigte durch ein Sensibilitätstraining einen SMD von -0.06 und repräsentierte daher einen sehr kleinen Effekt zugunsten dieser Therapie.
- c) Das Gleichgewicht weiste mit einem SMD von -0.29 auf einen kleinen Effekt für die Gruppe, die das Sensibilitätstraining erhalten hat.
- d) Bei der Sensibilität wurde ein SMD von -0.41 sichtbar. Dies bedeutete ebenfalls einen kleinen Effekt für die Gruppe des Sensibilitätstrainings.
- e) Die eingeschlossenen Studien sind mit einem mittleren bis hohes Risiko für Verzerrung bewertet worden. Deswegen sind die Ergebnisse in dieser Arbeit vorsichtig interpretiert worden, da Studien mit einem tiefen Bias Risiko fehlen.

4.2 Diskussion der Resultate

Propriozeptive Interventionen zeigten einen kleinen bis moderaten Effekt (SMD: -0.46 ; 95% CI: -1.24 bis 0.32) auf die Verbesserung der Gehfähigkeit. Taktile Interventionen hatten hingegen keinen Effekt (SMD: 0.00 ; 95% CI: -0.42 bis 0.42) bei der Analyse der Ganggeschwindigkeit. In der Analyse ist zu sehen, dass taktile kombiniert mit propriozeptiven Interventionen keinen Effekt auf die Gehfähigkeit hatten, sondern einen deutlichen Effekt zugunsten der Kontrollgruppe zeigten.

Die Relaxation als Scheinintervention, die in der Studie von Lynch et al. (2007) durchgeführt wurde, schien eine grössere Verbesserung bezüglich der Ganggeschwindigkeit mit einem grossen Effekt (SMD: 1.16 ; 95% CI: 0.22 bis 2.11) zu zeigen. Dieses Ergebnis ist mit Vorsicht zu interpretieren, da dies eine kleine Studie war und die Baseline-Werte der EG und KG nicht identisch waren (Lynch et al., 2007). Unsere Analyse zeigte, dass ein kombiniertes Sensibilitätstraining keinen besseren Einfluss auf die Gehfähigkeit hatte im Vergleich mit der KG. Im Allgemeinen hatten alle eingeschlossenen Studien eine geringe Stichprobengrösse, wodurch sich die Ergebnisse von zukünftigen Studien leicht verändern könnten.

Das Gleichgewicht zeigte ein verbessertes Ergebnis mit einem kleinen Effekt (SMD: -0.25 ; 95% CI: -0.62 bis 0.12) bei der Anwendung von propriozeptiven Interventionen. Bei taktilen Interventionen zeigte die Analyse einen kleinen Effekt (SMD: -0.11 ; 95% CI: -0.92 bis 0.71) zugunsten der EG. Das kombinierte Sensibilitätstraining ergab eine Verbesserung des Gleichgewichts mit einem grossen Effekt (SMD: -1.33 ; 95% CI: -2.30 bis -0.37). Dies weist darauf hin, dass propriozeptive Interventionen kombiniert mit taktilen Interventionen einen grösseren Effekt auf das Gleichgewicht haben können als nur eine Intervention allein.

Zu hinterfragen sind die Ergebnisse der beiden Studien Liang et al. (2012) und Chen et al. (2011) die in die Gruppe der taktilen Interventionen eingeteilt wurden. Die Analyse des Gleichgewichts zeigte, dass die Studie von Chen und Kollegen einen grossen Effekt (SMD: -0.96; 95% CI: -1.71 bis -0.25) zugunsten der Experimentalgruppe zeigte, der statistisch signifikant war. Da Liang et al. (2012) eine Folgestudie von Chen et al. (2011) war, welche dieselbe Intervention (thermale Stimulation) mit anderen Probanden durchführte, sollten die Resultate ähnlich sein. Die Resultate von Liang und Kollegen zeigten jedoch einen grossen Effekt (SMD: -1.44; 95% CI: 0.62 bis 2.26) zugunsten der Kontrollgruppe.

Das könnte daran liegen, dass die BBS eine zu kleine Sensitivität hat, um das Gleichgewicht eines Schlaganfallpatienten in der akuten Phase zu messen (Mao et al., 2002). Hätten wir die Studie von Liang et al. (2012) nicht eingeschlossen, hätte unsere Analyse einen grösseren Effekt zugunsten der Experimentalgruppe des Outcomes Gleichgewicht gehabt.

Bezüglich der Sensibilität konnte aus der Analyse heraus eine Verbesserung der Experimentalgruppe beobachtet werden. Die taktile Intervention von Tyson et al. (2013) zeigte eine Verbesserung der Propriozeption der dorsalen Extension des Sprunggelenks mit einem kleinen Effekt (SMD: -0.41; 95% CI: -0.93 bis 0.11) für die Experimentalgruppe. Dabei handelte es sich jedoch nur um eine Studie, die das Outcome Sensibilität ausgewertet hat. Der Effekt ist daher mit Vorsicht zu interpretieren.

Zusätzlich kommt bei dieser Studie hinzu, dass es sich um eine randomisierte kontrollierte crossover-Studie handelte, die in diesem Review wie ein RCT analysiert wurde. Dies könnte zur Folge haben, dass der Effekt von der Studie von Tyson et al. (2013) aufgrund fehlender Daten der Probanden zu klein dargestellt wurde (Elbourne et al., 2002). Aufgrund von fehlenden Daten in der Studie konnte der Effekt von der durchgeführten TENS Intervention nicht präziser geschätzt werden.

Ausserdem wurde eine Sensitivitätsanalyse bezüglich der Studien von Tyson et al. (2013) und Önal et al. (2020) erstellt, da die Probanden in dieser Studie im Gegensatz zu den anderen Studien nur eine einzelne Behandlung erhielten. Wie die Forest Plots des Gleichgewichts zeigten, hatte die Sensitivitätsanalyse ohne diese beiden Studien einen höheren Effekt (SMD: -0.35; 95% CI: -0.93 bis 0.23). Der Effekt blieb jedoch klein. Die Analyse der Gehfähigkeit zeigte einen etwas kleineren Effekt (SMD: -0.04; 95% CI: -0.73 bis 0.65), zugunsten der Experimentalgruppen. Dies scheint darauf hinzuweisen,

dass einmalige Sensibilitätsinterventionen weniger wirksam auf das Gleichgewicht sind als Interventionen, die über mehrere Wochen dauern.

Einen wichtigen Diskussionspunkt stellt die hohe Heterogenität dar, welche in dieser Arbeit innerhalb der Studien auftrat. Die klinische Heterogenität resultierte vor allem aus den vielfältigen Interventionen, die in dieser Arbeit verglichen wurden. Die Sensibilitätstrainings der eingeschlossenen Studien waren verschieden. Zum einen wurden aktive und passive Trainings miteinander verglichen, zum anderen hatten sie eine unterschiedliche Trainingsdauer. Eine wichtige Heterogenität trat durch die unterschiedlichen Rehabilitationsphasen, in der sich die Probanden befanden, auf. Es wurden akute, subakute sowie chronische Patienten miteinander verglichen. Aufgrund der wenigen Studien zu diesem Thema war es nicht möglich, die Population spezifischer zu untersuchen. Ebenfalls entstand eine Heterogenität durch eine Variabilität der verschiedenen Programme der Interventionsgruppen. Einige Gruppen erhielten zum Sensibilitätstraining noch eine Standardtherapie, andere nicht. Kontrollgruppen erhielten teilweise eine Scheinintervention und bei anderen wurde nur eine Standardtherapie durchgeführt. Besonders in der Analyse des Gleichgewichts entstand eine methodologische Heterogenität hinsichtlich der verschiedenen Messinstrumente, die verwendet wurden, um das Gleichgewicht auszuwerten.

4.3 Limitationen

Die Limitationen dieser Arbeit lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

Eine erste Limitation dieser Arbeit betrifft die Definition des Sensibilitätstrainings. Zum einen definiert diese Art von Intervention jeder Leser und Therapeut etwas unterschiedlich. Zum anderen steht in der Literatur nicht immer deutlich geschrieben, welche Behandlungen zu dieser Trainingsart gehören und welche nicht. Die Tatsache, dass viele Interventionen grundlegend und oftmals auch ungeplant einen Einfluss auf die Tiefen- und Oberflächensensibilität haben können, stellte uns bei der Studienselektion vor eine grosse Herausforderung. Wir haben anhand unserer Ein- und Ausschlusskriterien entschieden, welche Interventionen als spezifisches Sensibilitätstraining in diese Arbeit eingeschlossen werden können und welche nicht. Beispielsweise kann ein Trainingsprogramm mit einem Vibrationsstimulus als Krafttraining eingesetzt werden. Gleichzeitig stellt dieses Programm aber auch eine einflussreiche Intervention dar, welche die propriozeptiven Rezeptoren stimulieren kann (Shiwen et al., 2005). Ebenso kann propriozeptives Training als Gleichgewichtstraining angesehen werden, zumal der Propriozeptionssinn ein Teil des Gleichgewichts ist (Chae et al., 2017). Die Artikel

wurden mit grösster Aufmerksamkeit bearbeitet und im Kontext bewertet. Dennoch ist möglich, dass aufgrund der englischen Sprache und den nicht immer eindeutig beschriebenen Interventionen gewisse Studien irrtümlich ausgeschlossen wurden. Wir gehen davon aus, keine Studie verpasst zu haben, weil wir die Referenzen von bestehenden Reviews überprüft haben. Dabei fanden wir keine zusätzlichen RCTs, die den Einschlusskriterien entsprachen.

Bezüglich der Evidenz der Studien muss erwähnt werden, dass keine der eingeschlossenen Studien ein tiefes Risiko für Verzerrung aufgewiesen hat. Die Ergebnisse dieser Arbeit sind also mit Vorsicht anzusehen, da acht Studien ein moderates und vier Studien ein hohes Bias Risiko hatten. Die Studien Tyson et al. (2013) und Lynch et al. (2007) waren die einzigen, welche die Sensibilität spezifisch ausgewertet haben. Letztere präsentierte keine nutzbaren statistischen Daten diesbezüglich. Daher konnte nur eine Studie in die Analyse des Outcomes Sensibilität einbezogen werden. Die anderen Studien (Chen et al., 2011; Guo et al., 2015; Liang et al., 2012) untersuchten zwar häufig die motorische Fähigkeit mit dem Fugl-Meyer Assessment, gingen aber nicht spezifisch auf das Item «Sensibilität» ein.

Die letzte Limitation, die betrachtet werden sollte, ist die Aufteilung der Subgruppen. Es wäre sinnvoll gewesen, die Studien in weitere Subgruppen wie Sensibilitätstraining vs. Scheinintervention, Sensibilitätstraining und allg. Rehabilitation vs. Scheinintervention und allg. Rehabilitation, usw., zu unterteilen, um diese besser miteinander zu vergleichen. Für eine weitere Unterteilung konnten wir zu wenig Studien einschliessen.

4.4 Stärken

Eine Stärke unserer Arbeit ist, dass wir die Suchstrategie zu zweit erarbeitet haben. Diese war sehr umfangreich und wurde von uns auf vier verschiedenen Datenbanken durchgeführt, wodurch wir 3'375 Artikel gefunden haben. Für das Selektionieren der Abstrakte dieser Artikel benutzten wir das Programm «Rayyan». Mithilfe dieses Programms war es möglich, dass wir die Artikelselektion unabhängig voneinander durchführen konnten. Uneinigkeiten konnten wir miteinander ausdiskutieren, bis noch 42 Artikel übrig waren. Die Volltexte konnten wir ebenfalls mit «Rayyan» unabhängig voneinander durchlesen und bewerten. Auch da diskutierten wir über Meinungsverschiedenheiten, bis wir schlussendlich zwölf Studien hatten. Da wir alle Screenings unabhängig voneinander durchgeführt haben, war das Risiko kleiner, dass uns einige für unsere Arbeit relevante Artikel entgangen sind.

Eine weitere Stärke unserer Arbeit ist, dass wir für die Auswertung des Bias Risikos das Tool «RoB 2.0» genutzt haben. Dieses ist laut Armijo-Olivio et al. (2015) das zuverlässigste Tool, um das Bias Risiko von RCTs zu bewerten. Mit der Software «RoB 2.0» konnten wir das Bias Risiko von jeder Studie unabhängig voneinander detailliert auswerten. So hatten wir eine umfangreichere Sicht über die Studien und konnten Fehler vermeiden.

Die Arbeit zu zweit ist allgemein eine grosse Stärke unserer Arbeit. So konnten wir diverse Entscheidungen diskutieren und Unklarheiten der Arbeit gemeinsam bewältigen. Die Fragestellung und die eingeschlossenen Studien unseres Reviews bezogen sich stark auf die Praxis in der Physiotherapie. Für uns war es logisch, einen praxisorientierten systematischen Review zu schreiben.

4.5 Vergleich der Resultate mit der Literatur

Für zukünftige Forschung und für die Bedeutung der Praxis ist der Vergleich der Resultate dieses Reviews mit denen anderer Reviews, die Sensibilitätstraining untersucht haben, interessant.

Die Ergebnisse der Metaanalysen von Chia et al. (2019), die Sensibilitätstrainings bei Patienten mit somatosensorischen Defiziten nach einem Schlaganfall untersuchten, deuteten darauf hin, dass Sensibilitätstrainings die Sensibilität und das Gleichgewicht, nicht aber die Gehfähigkeit verbessern können. Diese Ergebnisse sind sehr ähnlich wie die Resultate dieses Reviews.

Die Gehfähigkeit zeigte in dieser Analyse einen sehr kleinen Effekt (SMD: -0.06; 95% CI: -0.58 bis 0.47) zugunsten der Experimentalgruppe. Es ist unzulässig zu sagen, dass Sensibilitätstraining keinen Einfluss auf die Gehfähigkeit hat, da sie in unserem Review und im Review von Chia und Kollegen nur anhand der Ganggeschwindigkeit gemessen wurde. Um ein umfassendes Resultat zu erhalten, sollten zusätzlich die Gangsymmetrie oder die allgemeine Gangqualität gemessen werden (Chia et al., 2019). Ausserdem hängt die Gehfähigkeit nach einem Schlaganfall nicht nur von der Sensibilität ab, sondern auch von Spastizität (Lin et al., 2006), Muskelkraft (Hsu et al., 2003), Gleichgewicht (Patterson et al., 2007), Kognition und motorischen Funktionen (Cho et al., 2014). Dies könnte ein Grund sein, weshalb Sensibilitätstrainings zu keiner Verbesserung der Gehfähigkeit geführt haben.

Der Review von Chia et al. (2019) zeigte, dass ein Sensibilitätstraining der unteren Extremitäten nach einem Schlaganfall die Sensibilität verbessert. Die Propriozeption der Metaanalyse dieses Reviews wurde mit dem JPS gemessen und die

Oberflächensensibilität mit dem «light touch» und der zwei-Punkt-Diskriminierung. Für die statistische Analyse der Sensibilität konnten wir nur die Studie von Tyson et al. (2013) einbeziehen. Sie untersuchte die Propriozeption des Fussgelenks mit dem JPS, wie im Review von Chia et al. (2019). Die Metaanalyse unseres Reviews zeigte, dass Sensibilitätstraining einen kleinen Effekt (SMD: -0.41; 95% CI: -0.93 bis 0.11) auf die Sensibilität hatte, der statistisch nicht signifikant war. Somit zeigte unsere Analyse ein ähnliches Resultat in Bezug auf die Sensibilität wie im Review von Chia et al. (2019). In Bezug auf das Gleichgewicht zeigte unser Review mit einem kleinen Effekt (SMD: -0.29; 95% CI: -0.37 bis 0.14) ein ähnliches Resultat wie der Review von Chia et al. (2019): Sensibilitätstraining zeigte eine Verbesserung zugunsten der Experimentalgruppe. Eine Verbesserung des Gleichgewichtes durch ein Sensibilitätstraining könnte sich wie folgt erklären: Durch diese Interventionen wird die Wahrnehmung der unteren Extremitäten verbessert. Durch die Beeinflussung der Oberflächen- und Tiefensensibilität wird das motorische Lernen neu freigesetzt und unterstützt. Dadurch verbessert sich das Gleichgewicht (Chia et al., 2019; Morioka & Yagi, 2003).

4.6 Implikationen für zukünftige Forschung

Nur die Studie von Tyson et al. (2013), zeigte ein zuverlässiges und angemessenes Messinstrument, um die Sensibilität auszuwerten. Oft wurde die Mobilität der unteren Extremitäten in den anderen eingeschlossenen Studien mit dem FMA getestet, welches eine hohe Reliabilität für die Messung der Sensibilitätaufweist (Kim et al., 2012). Jedoch wurde in diesen Studien (Chen et al., 2011; Guo et al., 2015; Liang et al., 2012) die Sensibilität in diesem Test nicht differenziert gemessen und dokumentiert. Zukünftige RCTs, die Sensibilität nach einem Sensibilitätstraining untersuchen, sollten die Messung mit dem FMA oder anderen validierten Assessments, wie dem «Nottingham Sensory Assessment» (Lincoln et al., 1998; Wu et al., 2016) oder «Rivermead Assessment of Somatosensory Performance» (Winward et al., 2002) durchführen.

Zusätzlich wäre es für die Forschung wichtig, weitere Studien bezüglich der Validität von Messinstrumenten der Oberflächensensibilität nach einem Schlaganfall zu erstellen (Lynch et al., 2007).

Der systematische Review von Chia empfiehlt die Gangsymmetrie als Messinstrument zu nutzen, damit zur Ganggeschwindigkeit ein weiteres Assessment zur Beurteilung der Gehfähigkeit analysiert wird (Chia et al., 2019). Auch in der Studie von Ferrarello et al. (2013) wird empfohlen, die Gehfähigkeit von Schlaganfallpatienten anhand von

Videoaufzeichnung und einem detaillierten Beobachtungsprotokoll zu beurteilen. Zukünftig sollten weitere Studien erfolgen, welche die Wirksamkeit eines Sensibilitätstraining auf weitere Komponenten der Gehfähigkeit untersuchen (Gorst et al., 2019).

Die eingeschlossenen Studien hatten ein mittleres bis hohes Bias Risiko und eine geringe Stichprobengrösse. Daher wäre es interessant, in Zukunft qualitativ hochwertige randomisierte kontrollierte Studien mit einer grösseren Stichprobengrösse zu erstellen, um Resultate mit einer höheren Reliabilität für ein Sensibilitätstraining der unteren Extremitäten zu erzielen.

Die Effekte auf die drei Outcomes sind noch nicht abschliessend geklärt, da die Konfidenzintervalle bei allen Analysen über der Mittellinie waren. Somit sind weitere Studien für genauere Empfehlungen eines Sensibilitätstraining nötig.

Es wäre interessant zu wissen, in welcher Phase (akut, subakut oder chronisch) nach einem Schlaganfall ein Sensibilitätstraining die grösste Verbesserung erzielt. Aus den Analysen dieser Arbeit und aus der Literatur können wir diesbezüglich keine Empfehlungen machen. Daher sehen wir grosses Potential, weitere Forschung bezüglich der Wirksamkeit des Trainings in den einzelnen Phasen nach einem Schlaganfall zu untersuchen.

4.7 Bedeutung für die Praxis

Taktile Interventionen kombiniert mit propriozeptiven Interventionen der unteren Extremitäten zeigten eine deutliche Verbesserung des Gleichgewichts. Daher sollten diese Interventionen auch in der Praxis miteinander kombiniert werden. Auch propriozeptive Interventionen allein zeigten einen kleinen Effekt (SMD: -0.25; 95% CI: -0.62 bis 0.12) zur Verbesserung des Gleichgewichts nach einem Schlaganfall und weisen darauf hin, dass sie im Rehabilitationsprogramm integriert werden könnten.

Propriozeptive Interventionen deuteten auf eine Verbesserung der Ganggeschwindigkeit mit einer kleinen bis moderaten Effektgrösse (SMD: -0.46; 95% CI: -1.24 bis 0.32) und bieten sich daher an, um die Gehfähigkeit zu optimieren.

Gorst et al. (2019) erwähnte, dass 70% der Therapeuten keine standardisierten Messungen bezüglich der Oberflächensensibilität durchführen. Das bedeutet, dass bei vielen Schlaganfallpatienten die verminderte taktile Wahrnehmung unentdeckt bleibt. Daher empfiehlt sich für Therapeuten diese Sensibilität mit einem standardisierten Messinstrument zu messen, um mögliche Defizite und deren Veränderungen zu bemerken.

Tyson et al. (2013) war die einzige Studie, die angemessene statistische Daten bezüglich der Messungen der Sensibilität angegeben hat. Diese zeigt eine Verbesserung durch Sensibilitätstraining und könnte daher in einer klinischen Situation angebracht sein. Da nur eine Studie dieses Outcome evaluiert hat, wäre ein Vergleich nützlich, um eine Empfehlung zu geben.

Ein Sensibilitätstraining, welches mehrmals durchgeführt wurde, zeigte einen besseren Effekt auf das Gleichgewicht, als wenn nur eine Behandlung stattfand. Dies könnte darauf hinweisen, dass propriozeptive und taktile Interventionen mehrmals durchgeführt werden sollten, um eine bessere Wirksamkeit zu erzielen.

5 Schlussfolgerung

In unserem systematischen Review mit Metaanalyse konnten wir zwölf Studien einbeziehen, die sich auf ein Sensibilitätstraining der unteren Extremitäten für Probanden, die sich in der akuten, subakuten oder chronischen Phase nach einem Schlaganfall befinden, fokussierten.

Die Resultate unseres Reviews zeigten, dass ein Sensibilitätstraining keinen statistisch signifikanten Effekt auf die Gehfähigkeit, das Gleichgewicht und die Sensibilität hatte. Da die eingeschlossenen Studien ein hohes Bias Risiko hatten, bedarf es weiterer Forschung. Durch die hohe Heterogenität der eingeschlossenen Studien sind die Ergebnisse mit Vorsicht zu betrachten. Die Bedeutung für die Praxis schwer abzuschätzen, da die Stichprobengrösse der Studien gering war. Trotzdem zeigten einige Interventionen einen Effekt zugunsten der Experimentalgruppe. Für die Gehfähigkeit zeigten propriozeptive Interventionen den grössten Effekt. Ein kombiniertes Sensibilitätstraining von propriozeptiven und taktilen Interventionen zeigten für das Gleichgewicht die grösste Verbesserung. In Bezug auf die Sensibilität hatte die taktile Intervention einen Effekt zuhanden der Experimentalgruppe. Somit könnte ein Sensibilitätstraining trotzdem in der Praxis in Betracht gezogen werden.

6 Literaturverzeichnis

- Apkarian, J., Naumann, S., & Cairns, B. (1989). A three-dimensional kinematic and dynamic model of the lower limb. *Journal of Biomechanics*, 22(2), 143–155. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(89\)90037-7](https://doi.org/10.1016/0021-9290(89)90037-7)
- Armijo-Olivo, S., da Costa, B. R., Cummings, G. G., Ha, C., Fuentes, J., Saltaji, H., & Egger, M. (2015). PEDro or Cochrane to Assess the Quality of Clinical Trials? A Meta-Epidemiological Study. *PloS One*, 10(7), e0132634. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132634>
- Birbaumer, N., & Schmidt, R. F. (1999). Somatosensorik, Nozizeption, Schmerz. In N. Birbaumer & R. F. Schmidt (Hrsg.), *Biologische Psychologie* (S. 326–371). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-06097-1_16
- Carey, L. M. (1995). Somatosensory Loss after Stroke. *Critical Reviews™ in Physical and Rehabilitation Medicine*, 7(1), 51–91. <https://doi.org/10.1615/CritRevPhysRehabilMed.v7.i1.40>
- Ceyte, H., Cian, C., Zory, R., Barraud, P. A., Roux, A., & Guerraz, M. (2007). Effect of Achilles tendon vibration on postural orientation. *Neuroscience Letters*, 416(1), 71–75. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2007.01.044>
- Chae, S. H., Kim, Y. L., & Lee, S. M. (2017). Effects of phase proprioceptive training on balance in patients with chronic stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, 29(5), 839–844. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.839>
- Charrois, T. L. (2015). Systematic Reviews: What Do You Need to Know to Get Started? *The Canadian Journal of Hospital Pharmacy*, 68(2), 144–148. <https://doi.org/10.4212/cjhp.v68i2.1440>
- Chen, J. C., Lin, C. H., Wei, Y. C., Hsiao, J., & Liang, C. C. (2011). Facilitation of motor and balance recovery by thermal intervention for the paretic lower limb of acute

- stroke: A single-blind randomized clinical trial. *Clinical Rehabilitation*, 25(9), 823–832. <https://doi.org/10.1177/0269215511399591>
- Chia, F. S., Kuys, S., & Low Choy, N. (2019). Sensory retraining of the leg after stroke: Systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 33(6), 964–979. <https://doi.org/10.1177/0269215519836461>
- Cho, K. H., Lee, J. Y., Lee, K. J., & Kang, E. K. (2014). Factors Related to Gait Function in Post-stroke Patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(12), 1941–1944. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.1941>
- Cho, K. H., Lee, K. J., & Song, C. H. (2012). Virtual-reality balance training with a video-game system improves dynamic balance in chronic stroke patients. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 228(1), 69–74. <https://doi.org/10.1620/tjem.228.69>
- Connell, L. A., Lincoln, N. B., & Radford, K. A. (2008). Somatosensory impairment after stroke: Frequency of different deficits and their recovery. *Clinical Rehabilitation*, 22(8), 758–767. <https://doi.org/10.1177/0269215508090674>
- Dalal, K. K., Joshua, A. M., Nayak, A., Mithra, P., Misri, Z., & Unnikrishnan, B. (2018). Effectiveness of prowling with proprioceptive training on knee hyperextension among stroke subjects using videographic observation- a randomised controlled trial. *Gait & posture*, 61(3), 232–237. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.01.018>
- Doyle, S., Bennett, S., Fasoli, S. E., & McKenna, K. T. (2010). Interventions for sensory impairment in the upper limb after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 6, 1465–1858. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006331.pub2>
- Dunsky, A., Zeev, A., & Netz, Y. (2017). Balance Performance Is Task Specific in Older Adults. *BioMed Research International*, 6987017, 7. <https://doi.org/10.1155/2017/6987017>

- Dyer, C., & Joseph, S. (2006). What is an RCT? *Counselling and Psychotherapy Research*, 6(4), 264–265. <https://doi.org/10.1080/14733140600986276>
- Elbourne, D. R., Altman, D. G., Higgins, J. P., Curtin, F., Worthington, H. V., & Vail, A. (2002). Meta-analyses involving cross-over trials: Methodological issues. *International Journal of Epidemiology*, 31(1), 140–149. <https://doi.org/10.1093/ije/31.1.140>
- Ferrarello, F., Bianchi, V. A., Baccini, M., Rubbieri, G., Mossello, E., Cavallini, M. C., Marchionni, N., & Di Bari, M. (2013). Tools for Observational Gait Analysis in Patients With Stroke: A Systematic Review. *Physical Therapy*, 93(12), 1673–1685. <https://doi.org/10.2522/ptj.20120344>
- Gardner, E., & Martin, J. (2000). Coding of Sensory Information. *Principles of Neural Science.*, 4, 411–429. https://www.researchgate.net/publication/265246764_Coding_of_Sensory_Information
- Goldie, P. A., Matyas, T. A., & Evans, O. M. (2001). Gait after stroke: Initial deficit and changes in temporal patterns for each gait phase. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(8), 1057–1065. <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.25085>
- Gorst, T., Rogers, A., Morrison, S. C., Cramp, M., Paton, J., Freeman, J., & Marsden, J. (2019). The prevalence, distribution, and functional importance of lower limb somatosensory impairments in chronic stroke survivors: A cross sectional observational study. *Disability and Rehabilitation*, 41(20), 2443–2450. <https://doi.org/10.1080/09638288.2018.1468932>
- Guo, C., Mi, X., Liu, S., Yi, W., Gong, C., Zhu, L., Machado, S., Yuan, T. F., & Shan, C. (2015). Whole Body Vibration Training Improves Walking Performance of Stroke Patients with Knee Hyperextension: A Randomized Controlled Pilot

- Study. *CNS & Neurological Disorders Drug Targets*, 14(9), 1110–1115.
<https://doi.org/10.2174/1871527315666151111124937>
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2006). The Nervous System: A General Principles and Sensory Physiology. In J. F. Kennedy (Hrsg.), *Textbook of medical physiology* (11. Aufl., S. 585–609). Elsevier Saunders.
<https://www.moscomm.org/pdf/Guyton%20physiology.pdf>
- Hall, S. (2014). *Basic Biomechanics*. McGraw-Hill Medical.
<https://accessphysiotherapy.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1586§ionid=99982387>
- Higgins, J. P. T., & Green, S. (2011). *Data collection for for intervention reviews for RCTs only- template*. Cochrane Developmental, Psychosocial and Learning Problems. <https://dplp.cochrane.org/data-extraction-forms>
- Higgins, J. P. T., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. J., & Welch, V. A. (2021). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* (version 6.2 updated February 2021). Cochrane.
www.training.cochrane.org/handbook
- Hsu, A. L., Tang, P. F., & Jan, M. H. (2003). Analysis of impairments influencing gait velocity and asymmetry of hemiplegic patients after mild to moderate stroke1. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(8), 1185–1193.
[https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(03\)00030-3](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(03)00030-3)
- Johnson, M. I. (2012). Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS). *ELS*, 13.
<https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0024044>
- Kapandji, A. I., & Rehart, S. (2016). *Funktionelle Anatomie der Gelenke: Bd. Untere Extremität* (6. Aufl.). George Thieme Verlag.

- Kellermeyer, L., Harnke, B., & Knight, S. (2018). Covidence and Rayyan. *Journal of the Medical Library Association : JMLA*, 106(4), 580–583.
<https://doi.org/10.5195/jmla.2018.513>
- Kessner, S. S., Bingel, U., & Thomalla, G. (2016). Somatosensory deficits after stroke: A scoping review. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 23(2), 136–146.
<https://doi.org/10.1080/10749357.2015.1116822>
- Kim, H., Her, J., Ko, J., Park, D.-S., Woo, J.-H., You, Y., & Choi, Y. (2012). Reliability, Concurrent Validity, and Responsiveness of the Fugl-Meyer Assessment (FMA) for Hemiplegic Patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(9), 893–899.
<https://doi.org/10.1589/jpts.24.893>
- Klingner, C. M., Witte, O. W., & Günther, A. (2012). Sensory syndromes. *Frontiers of Neurology and Neuroscience*, 30, 4–8. <https://doi.org/10.1159/000333373>
- Knippschild, S., Baulig, C., & Krummenauer, F. (2015). Heterogenität in Meta-Analysen – kein Vergleich von Äpfeln und Birnen erlaubt *Deutscher Ärzte-Verlag*, 3, 224–229. <https://www.online-zzi.de/archiv/ausgabe/artikel/zzi-3-2015/1634-heterogenitaet-in-meta-analysen-kein-vergleich-von-aepfeln-und-birnen-erlaubt/>
- Liang, C.-C., Hsieh, T.-C., Lin, C.-H., Wei, Y.-C., Hsiao, J., & Chen, J.-C. (2012). Effectiveness of thermal stimulation for the moderately to severely paretic leg after stroke: Serial changes at one-year follow-up. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(11), 1903–1910.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.06.016>
- Lin, P. Y., Yang, Y. R., Cheng, S. J., & Wang, R. Y. (2006). The relation between ankle impairments and gait velocity and symmetry in people with stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(4), 562–568.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2005.12.042>

- Lincoln, N. B., Jackson, J. M., & Adams, S. A. (1998). Reliability and Revision of the Nottingham Sensory Assessment for Stroke Patients. *Physiotherapy*, 84(8), 358–365. [https://doi.org/10.1016/S0031-9406\(05\)61454-X](https://doi.org/10.1016/S0031-9406(05)61454-X)
- Lynch, E. A., Hillier, S. L., Stiller, K., Campanella, R. R., & Fisher, P. H. (2007). Sensory retraining of the lower limb after acute stroke: A randomized controlled pilot trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(9), 1101–1107. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.06.010>
- Mao, H.-F., Hsueh, I.-P., Tang, P.-F., Sheu, C.-F., & Hsieh, C.-L. (2002). Analysis and comparison of the psychometric properties of three balance measures for stroke patients. *Stroke*, 33(4), 1022–1027. <https://doi.org/10.1161/01.str.0000012516.63191.c5>
- McGlone, F., & Reilly, D. (2010). The cutaneous sensory system. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 34(2), 148–159. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.08.004>
- McGlone, F., Wessberg, J., & Olausson, H. (2014). Discriminative and affective touch: Sensing and feeling. *Neuron*, 82(4), 737–755. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2014.05.001>
- Meyer, K., & Breiteneder, T. (2016). 16 000 Schlaganfälle pro Jahr in der Schweiz. *Prime Public Media AG*, 15(4). <https://www.klinik-bethesda.ch/files/Rehabilitation%20nach%20Stroke.pdf>
- Meyer, K., Simmet, A., Arnold, M., Mattle, H., & Nedeltchev, K. (2009). Stroke events, and case fatalities in Switzerland based on hospital statistics and cause of death statistics. *Swiss Medical Weekly*, 139(5–6), 65–69. <https://doi.org/smw-12448>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, T. P. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA

Statement. *PLOS Medicine*, 6(7), 1–6.
<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

- Morioka, S., Fujita, H., Hiyamizu, M., Maeoka, H., & Matsuo, A. (2011). Effects of plantar perception training on standing posture balance in the old old and the very old living in nursing facilities: A randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 25(11), 1011-1020. <https://doi.org/10.1177/0269215510395792>
- Morioka, S., & Yagi, F. (2003). Effects of perceptual learning exercises on standing balance using a hardness discrimination task in hemiplegic patients following stroke: A randomized controlled pilot trial. *Clinical Rehabilitation*, 17(6), 600–607. <https://doi.org/10.1191/0269215503cr654oa>
- Nathan, P. W., Smith, M. C., & Cook, A. W. (1986). Sensory effects in man of lesions of the posterior columns and of some other afferent pathways. *Brain*, 109(5), 1003–1041. <https://doi.org/10.1093/brain/109.5.1003>
- Ng, S. S. M., Lai, C. W. K., Tang, M. W. S., & Woo, J. (2016). Cutaneous electrical stimulation to improve balance performance in patients with sub-acute stroke: A randomised controlled trial. *Hong Kong Medical Journal: Xianggang Yi Xue Za Zhi*, 22(1), 33–36. <https://www.hkmj.org/abstracts/v22%20Suppl%20n/S33.htm>
- Olney, S. J., & Richards, C. (1996). Hemiparetic gait following stroke. Part I: Characteristics. *Gait & Posture*, 4(2), 136–148. [https://doi.org/10.1016/0966-6362\(96\)01063-6](https://doi.org/10.1016/0966-6362(96)01063-6)
- Önal, B., Karaca, G., & Sertel, M. (2020). Immediate Effects of Plantar Vibration on Fall Risk and Postural Stability in Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 29(12). Embase. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.105324>

- Parsons, S. L., Mansfield, A., Inness, E. L., & Patterson, K. K. (2016). The relationship of plantar cutaneous sensation and standing balance post-stroke. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 23(5), 326–332. <https://doi.org/10.1080/10749357.2016.1162396>
- Patterson, S. L., Forrester, L. W., Rodgers, M. M., Ryan, A. S., Ivey, F. M., Sorkin, J. D., & Macko, R. F. (2007). Determinants of walking function after stroke: Differences by deficit severity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(1), 115–119. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.10.025>
- Sacco, R., Kasner, S., Broderick, J., Caplan, L., Connors, J., Culebras, A., Elkind, M., George, M., Hamdan, A., Higashida, R., Hoh, B. L., Janis, L., Kase, C., Kleindorfer, D., Lee, J., Moseley, M., Peterson, E., Turan, T., Valderrama, A., & Vinters, H. (2013). An Updated Definition of Stroke for the 21st Century. *Stroke*, 44(7), 2064–2089. <https://doi.org/10.1161/STR.0b013e318296aeca>
- Schriger, D. L., Altman, D. G., Vetter, J. A., Heafner, T., & Moher, D. (2010). Forest plots in reports of systematic reviews: A cross-sectional study reviewing current practice. *International Journal of Epidemiology*, 39(2), 421–429. <https://doi.org/10.1093/ije/dyp370>
- Serrada, I., Hordacre, B., & Hillier, S. L. (2019). Does Sensory Retraining Improve Sensation and Sensorimotor Function Following Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Neuroscience*, 13(402), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00402>
- Sheffler, L. R., & Chae, J. (2015). Hemiparetic Gait. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 26(4), 611–623. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2015.06.006>
- Shiwen, L., Fang, G., & Zheng, L. (2005). Investigation of mechanism of genu recurvatum by the loss of proprioception in cerebrovascular accident patients.

https://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotat-ZGKF200501012.htm

Sibbald, B., & Roberts, C. (1998). Understanding controlled trials Crossover trials.

British Medical Journal, 316(7146), 1719–1720.

<https://doi.org/10.1136/bmj.316.7146.1719>

Sterne, J. A. C., Savovic, J., Page, M. J., Elbers, R. G., Blencowe, N. S., Boutron, I.,

Cates, C. J., Cheng, H. Y., Corbett, M. S., Hernan, M. A., Hopewell, S.,

Hrobjartsson, A., Junqueira, D. R., Jüni, P., Kirkham, J. J., Lasserson, T.,

McAleenan, A., Reeves, B. C., Shepperd, S., ... Higgins, J. PT. (2019). RoB "": A

revised tool to assess risk of bias in randomized trials. *BMJ*, 366:l4898.

<https://sites.google.com/site/riskofbiastool/welcome/rob-2-0-tool>

Stillman, B. C. (2002). Making Sense of Proprioception: The meaning of proprioception,

kinaesthesia and related terms. *Physiotherapy*, 88(11), 667–676.

[https://doi.org/10.1016/S0031-9406\(05\)60109-5](https://doi.org/10.1016/S0031-9406(05)60109-5)

Sullivan, J. E., & Hedman, L. D. (2008). Sensory dysfunction following stroke:

Incidence, significance, examination, and intervention. *Topics in Stroke*

Rehabilitation, 15(3), 200–217. <https://doi.org/10.1310/tsr1503-200>

Timmer, A., & Rücker, G. (2008). Systematische Übersichtsarbeiten zu Fragen der

Therapie und Prävention. *Arzneimitteltherapie*, 26(8).

<https://www.arzneimitteltherapie.de/heftarchiv/2008/08/systematische->

[ubersichtsarbeiten-zu-fragen-der-therapie-und-praevention-eine-einfuehrung-in-](https://www.arzneimitteltherapie.de/heftarchiv/2008/08/systematische-ubersichtsarbeiten-zu-fragen-der-therapie-und-praevention-eine-einfuehrung-in-frage-und-antwort.html)

[frage-und-antwort.html](https://www.arzneimitteltherapie.de/heftarchiv/2008/08/systematische-ubersichtsarbeiten-zu-fragen-der-therapie-und-praevention-eine-einfuehrung-in-frage-und-antwort.html)

Trinoskey, J., Brahmi, F. A., & Gall, C. (2009). Zotero: A Product Review. *Journal of*

Electronic Resources in Medical Libraries, 6(3), 224–229.

<https://doi.org/10.1080/15424060903167229>

- Tyson, S. F., Crow, J. L., Connell, L., Winward, C., & Hillier, S. (2013). Sensory Impairments of the Lower Limb after Stroke: A Pooled Analysis of Individual Patient Data. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 20(5), 441–449. <https://doi.org/10.1310/tsr2005-441>
- Tyson, S. F., Hanley, M., Chillala, J., Selley, A. B., & Tallis, R. C. (2008). Sensory loss in hospital-admitted people with stroke: Characteristics, associated factors, and relationship with function. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 22(2), 166–172. <https://doi.org/10.1177/1545968307305523>
- Tyson, S. F., Nester, C. J., & Sadeghi-Demneh, E. (2013). The effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on strength, proprioception, balance and mobility in people with stroke: A randomized controlled cross-over trial. *Clinical Rehabilitation*, 27(9), 785–791. <https://doi.org/10.1177/0269215513478227>
- Veit, K., & Zumhasch, R. (2020). Die Diagnostik der Oberflächensensibilität. *ergopraxis*, 13(3), 144–146. <https://doi.org/10.1055/s-010-46017>
- Willis, W. D. (2005). 2. Nervous System. In M. Levy, K. Bruce, & S. Bruce, *Berne and Levy Principles of Physiology* (4. Aufl., S. 836). Elsevier. <https://www.elsevier.com/books/berne-and-levy-principles-of-physiology/levy/978-0-323-03195-0>
- Winward, C. E., Halligan, P. W., & Wade, D. T. (2002). The Rivermead Assessment of Somatosensory Performance (RASP): Standardization and reliability data. *Clinical Rehabilitation*, 16(5), 523–533. <https://doi.org/10.1191/0269215502cr522oa>
- Wu, C.-Y., Chuang, I.-C., Ma, H.-I., Lin, K.-C., & Chen, C.-I. (2016). Validity and Responsiveness of the Revised Nottingham Sensation Assessment for Outcome Evaluation in Stroke Rehabilitation. *The American Journal of Occupational*

Therapy: Official Publication of the American Occupational Therapy Association, 70(2), 1–8. <https://doi.org/10.5014/ajot.2016.018390>

Yavuzer, G., Öken, Ö., Atay, M. B., & Stam, H. J. (2007). Effect of Sensory-Amplitude Electric Stimulation on Motor Recovery and Gait Kinematics After Stroke: A Randomized Controlled Study. *Arch Phys Med Rehabilitation*, 88(6), 710–714. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.02.030>

Yekutiel, M., & Guttman, E. (1993). A controlled trial of the retraining of the sensory function of the hand in stroke patients. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 56(3), 241–244. <https://doi.org/10.1136/jnnp.56.3.241>

Yilmazer, C., Boccuni, L., Thijs, L., & Verheyden, G. (2019). Effectiveness of somatosensory interventions on somatosensory, motor and functional outcomes in the upper limb post-stroke: A systematic review and meta-analysis. *NeuroRehabilitation*, 44(4), 459–477. <https://doi.org/10.3233/NRE-192687>

York, D. H. (1985). Somatosensory evoked potentials in man: Differentiation of spinal pathways responsible for conduction from the forelimb vs hindlimb. *Progress in Neurobiology*, 25(1), 1–25. [https://doi.org/10.1016/0301-0082\(85\)90021-8](https://doi.org/10.1016/0301-0082(85)90021-8)

7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flussdiagramm nach Prisma	17
Abbildung 2: Forest Plot Gehfähigkeit	21
Abbildung 3: Forest Plot Gleichgewicht.....	23
Abbildung 4: Forest Plot Sensibilität	24
Abbildung 5: Bias Risiko	25
Abbildung 6: Sensitivitätsanalyse der Gehfähigkeit	XXIV
Abbildung 7: Sensitivitätsanalyse des Gleichgewichts.....	XXIV

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Interpretation der Heterogenität	15
Tabelle 2: Zusammenfassung der Studien	18
Tabelle 3: Zusammenfassung der Studien	X

9 Anhang

Appendix I: Vertiefung Gehfähigkeit

Die Gehfähigkeit kann anhand verschiedener Komponenten untersucht werden. Der Gang besteht aus mehreren Gangzyklen, welche durch verschiedene räumlich-zeitliche Parameter analysiert werden können. Dazu gehören unter anderem die Ganggeschwindigkeit, Schrittlänge, Schrittbreite, Kadenz, Dauer des Ein- und Zweibeinstands, welche mit einer Ganganalyse evaluiert werden können. Ein Gangzyklus wird als Schritt bezeichnet und wird in Stand- und Schwungbeinphase eingeteilt (Sheffler & Chae, 2015).

Ein Gangzyklus ist in verschiedene zeitliche Phasen aufgebaut, die nacheinander auftreten. Ein Zyklus beginnt, sobald die Ferse auf dem Boden aufsetzt und endet, wenn sich die gleiche Ferse nach dem Schwingen durch die Luft wieder dem Boden annähert (Sheffler & Chae, 2015).

Der Ablauf wird in die Standphase und Schwungphase eingeteilt. Erstere wird weiter unterteilt in den Initial Contact, Mid Stance, Terminal Stance und Pre Swing. Die Schwungphase besteht aus dem Initial Swing, Mid Swing und Terminal Swing (Sheffler & Chae, 2015).

Appendix II: Angewendete Suchstrategie in Ovid Medline

1. randomized controlled trial.pt.
2. controlled clinical trial.pt.
3. randomized.ab.
4. placebo.ab.
5. drug therapy.fs.
6. randomly.ab.
7. trial.ab.
8. groups.ab.
9. 1 or 2 or 3 or 4 or 5 or 6 or 7 or 8
10. exp animals/ not humans.sh.
11. 9 not 10
12. exp Stroke/
13. Stroke.af.
14. Strokes.af.
15. Ischemic Strokes.af.
16. Cerebrovascular accident.af.
17. Hemiplegia.af.
18. exp Hemiplegia/
19. hemiplegic.af.
20. hemiparetic.af.
21. hemiparetics.af.
22. hemiparesis.af.
23. Paresis.af.
24. exp Paresis/
25. Brain Attack.af.
26. poststroke.af.
27. Sensory Training.af.
28. Sensory Retraining.af.
29. Sensory Rehabilitation.af.
30. Sensory Treatment.af.
31. Sensory Intervention.af.
32. Sensory Discrimination.af.
33. Discrimination.af.
34. Segmental Muscle Vibration.af.
35. Vibration.af.
36. Mechanical Vibration Stimulation.af.
37. Electric Stimulation Therapy.af.
38. exp Electric Stimulation Therapy/
39. Cutaneous Electrical Stimulation.af.
40. Cutaneous Stimulation.af.
41. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation.af.
42. exp Transcutaneous Electric Nerve Stimulation/
43. Prowling.af.
44. Functional Electrical Stimulation.af.
45. Electrical Stimulation.af.
46. exp Electric Stimulation/
47. Sensory Stimulation.af.
48. Somatosensory Stimulation.af.

49. Proprioception Training.af.
50. Proprioceptive Training.af.
51. Proprioception.af.
52. Proprioception Exercises.af.
53. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation.af.
54. Thermal Intervention.af.
55. Thermal Stimulation.af.
56. Perceptual Learning Exercises.af.
57. Local Vibration Stimulus Training.af.
58. Lower Extremity.af.
59. exp Lower Extremity/
60. Lower Extremities.af.
61. Lower Limbs.af.
62. Walk.af.
63. exp Walking/
64. exp Gait/
65. Gait Ability.af.
66. kinematic.af.
67. kinematics.af.
68. exp Electromyography/
69. 10MWT.af.
70. 10 Meter Walk Test.af.
71. TUG.af.
72. (Timed up and Go).af.
73. 6MWT.af.
74. 6 Minute Walk Test.af.
75. Wisconsin Gait Scale.af.
76. Tactile Sense.af.
77. Sensation.af.
78. Touch Perception.af.
79. Space Perception.af.
80. Proprioception.af.
81. Proprioceptive Sense.af.
82. Position Sense.af.
83. Distal Proprioception Test.af.
84. Knee Joint Position Sense.af.
85. Semmes Weinstein Monofilament Test.af.
86. Two Point Discrimination.af.
87. Discrimination Test.af.
88. Balance.af.
89. exp Postural Balance/
90. Postural Balance.af.
91. Balance Performance.af.
92. Postural Control.af.
93. Berg Balance Scale.af.
94. BBS.af.
95. Reach Test.af.
96. Korean Berg Balance Scale.af.
97. K-BBS.af.
98. Standing Balance.af.

- 99. Balance Test.af.
- 100. Functional Reach Test.af.
- 101. Stabilometer.af.
- 102. Tinetti.af.
- 103. Flamingo Balance Test.af.
- 104. Postural Assessment Scale.af.
- 105. IOWA level of assistance scale.af.
- 106. Weight Bearing Ratio.af.
- 107. 12 or 13 or 14 or 15 or 16 or 17 or 18 or 19 or 20 or 21 or 22 or 23 or 24 or 25 or 26
- 108. 27 or 28 or 29 or 30 or 31 or 32 or 33 or 34 or 35 or 36 or 37 or 38 or 39 or 40 or 41 or 42 or 43 or 44 or 45 or 46 or 47 or 48 or 49 or 50 or 51 or 52 or 53 or 54 or 55 or 56 or 57
- 109. 58 or 59 or 60 or 61 or 62 or 63 or 64 or 65 or 66 or 67 or 68 or 69 or 70 or 71 or 72 or 73 or 74 or 75 or 76 or 77 or 78 or 79 or 80 or 81 or 82 or 83 or 84 or 85 or 86 or 87 or 88 or 89 or 90 or 91 or 92 or 93 or 94 or 95 or 96 or 97 or 98 or 99 or 100 or 101 or 102 or 103 or 104 or 105 or 106
- 110. 11 and 107 and 108 and 109

Appendix III: Referenzen der ausgeschlossenen Studien

- Bang, D. H., Shin, W. S., Choi, S. J., & Choi, H. S. (2015). Comparison of the effect of weight-bearing and non-weight-bearing positions on knee position sense in patients with chronic stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(4), 1203–1206. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.1203>
- Brogårdh, C., Flansbjerg, U. B., & Lexell, J. (2012). No specific effect of whole-body vibration training in chronic stroke: A double-blind randomized controlled study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(2), 253–258. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.09.005>
- Cha, J. H., Kim, N. H., & Cha, Y. J. (2020). Effect of proprioceptive stimulation induced by footplate during center of pressure movement tracking training on the balance abilities of patients with chronic hemiplegic stroke: A randomized, controlled, pilot study. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 27(1), 38–43. <https://doi.org/10.1080/10749357.2019.1661699>
- Cho, H. Y., Kim, J. S., & Lee, G. C. (2013). Effects of motor imagery training on balance and gait abilities in post-stroke patients: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 27(8), 675–680. <https://doi.org/10.1177/0269215512464702>
- Daly, J., Roenigk, K., Holocomb, J., Rogers, J., Butler, K., Gansen, J., McCabe, J., Fredrickson, E., Marsolayis, B., & Ruff, R. (2006). A randomized controlled trial of functional neuromuscular stimulation in chronic stroke subjects. *Stroke*, 37(1). <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000195129.95220.77>
- Gould, A. (2015). The use of functional electrical stimulation as a treatment intervention to improve walking ability in a sub-acute stroke population. *University of Southampton, Doctoral Thesis*, 276. <https://eprints.soton.ac.uk/393356/>

- Hsu, H. W. (2012). *Effect of Thermal Stimulation for Lower Extremity Movement and Function in Patients With Stroke* (Clinical trial registration Nr. NCT01668420). [clinicaltrials.gov. https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01668420](https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01668420)
- Kunkel, D., Pickering, R. M., Burnett, M., Littlewood, J., & BurrIDGE, J. H. (2013). Functional electrical stimulation with exercises for standing balance and weight transfer in acute stroke patients: A feasibility randomized controlled trial. *Neuromodulation: Journal of the International Neuromodulation Society*, 16(2), 168–177. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1403.2012.00488.x>
- Laufer, Y. (2018). *The Effects of Lower Extremity Sensory Retraining Treatment in Individuals With Post-stroke Sensory Impairment* (Clinical trial registration Nr. NCT01988220). [clinicaltrials.gov. https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01988220](https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01988220)
- Lee, D. K., & Han, J. W. (2018). Effects of active vibration exercise using a flexi-bar on balance and gait in patients with chronic stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, 30(6), 832–834. <https://doi.org/10.1589/jpts.30.832>
- Lee, H., Kim, H., Ahn, M., & You, Y. (2015). Effects of proprioception training with exercise imagery on balance ability of stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(1), 1–4. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.1>
- Liao, L. R., Ng, G. Y., Jones, A. Y., Huang, M. Z., & Pang, M. Y. (2015). Effects of whole-body vibration on body functions and structures, activity and participation in individuals with stroke: A randomized controlled trial. *Physiotherapy*, 101, 870–871. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2015.03.1698>
- Liao, W. C., Lai, C. L., Hsu, P. S., Chen, K. C., & Wang, C. H. (2018). Different weight shift trainings can improve the balance performance of patients with a chronic stroke. *Medicine*, 97(45). <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000013207>

- Lindvall, M. A., & Forsberg, A. (2014). Body awareness therapy in persons with stroke: A pilot randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 28(12), 1180–1188. <https://doi.org/10.1177/0269215514527994>
- Ofek, H., Alperin, M., Knoll, T., Livne, D., & Yocheved, L. (2018). Sensory retraining of the lower extremity post-stroke. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61, 23. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2018.05.049>
- Paoloni, M., Mangone, M., Scettri, P., Procaccianti, R., Cometa, A., & Santilli, V. (2010). Segmental muscle vibration improves walking in chronic stroke patients with foot drop: A randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24(3), 254–262. <https://doi.org/10.1177/1545968309349940>
- Park, S. J., & Wang, J. S. (2017). The immediate effect of FES and TENS on gait parameters in patients after stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, 29(12), 2212–2214. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.2212>
- Park, Y. H., & Lee, J. H. (2016). Effects of proprioceptive sense-based kinesio taping on walking imbalance. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(11), 3060–3062. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.3060>
- Peurala, S. H., Pitkänen, K., Sivenius, J., & Tarkka, I. M. (2002). Cutaneous electrical stimulation may enhance sensorimotor recovery in chronic stroke. *Clinical Rehabilitation*, 16(7), 709–716. <https://doi.org/10.1191/0269215502cr543oa>
- Russo, T., & Carmona, C. (2018). *Effects of cryotherapy on ankle movements and gait of spastic hemiparetic subjects* (Clinical Trial Registration Nr. NCT02736747). clinicaltrials.gov. <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02736747>
- Sheikh, M., Azarpazhooh, M. R., & Hosseini, H. A. (2016). Randomized comparison trial of gait training with and without compelled weight-shift therapy in individuals

- with chronic stroke. *Clinical Rehabilitation*, 30(11), 1088–1096.
<https://doi.org/10.1177/0269215515611467>
- Tan, Z., Liu, H., Yan, T., Jin, D., He, X., Zheng, X., Xu, S., & Tan, C. (2014). The effectiveness of functional electrical stimulation based on a normal gait pattern on subjects with early stroke: A randomized controlled trial. *BioMed Research International*, 2014(1), 9. <https://doi.org/10.1155/2014/545408>
- Tan, Z. M., Jiang, W. W., Yan, T. B., Wu, W., & Song, R. (2016). Effects of functional electrical stimulation based on normal gait pattern on walking function in subjects with recovery of stroke. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 96(29), 2342–2346.
<https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2016.29.012>
- Toronto Rehabilitation Institute. (2008). *Functional Electrical Stimulation (FES)-Assisted Walking: Enhancement of Voluntary Walking Function Among Persons With Severe Hemiplegia Post-Stroke* (Clinical trial registration Nr. NCT00552916). clinicaltrials.gov.
<https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT00552916>
- Xu, B., Yan, T., Yang, Y., Ou, R., & Huang, S. (2016). Effect of normal-walking-pattern-based functional electrical stimulation on gait of the lower extremity in subjects with ischemic stroke: A self controlled study. *NeuroRehabilitation*, 38(2), 163–169. <https://doi.org/10.3233/NRE-161306>
- Yamaguchi, T., Ikuno, K., Fuchigami, K., Koyama, S., Fujikawa, K., Kobayashi, H., Kitaura, M., Matsunaga, H., & Liu, M. (2015). Pedaling exercise combined with sensory electrical stimulation improves gait performance in subacute stroke patients: A multicenter, sham-controlled randomized controlled trial. *Physiotherapy*, 101, 1673. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2015.03.074>

- Yan, T. (2003). The effectiveness of early neuromuscular electrical stimulation on lower extremity functions of stroke patient. *Unclear*, 1, 1. <https://doi.org/unclear>
- Yan, T. B., Hui-Chan, C. W., & Li, L. S. (2006). Effects of functional electrical stimulation on the improvement of motor function of patients with acute stroke: A randomized controlled trial. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 86(37), 2627–2631.
- Yan, T., Hui-Chan, C. W., & Li, L. S. (2005). Functional electrical stimulation improves motor recovery of the lower extremity and walking ability of subjects with first acute stroke. *Stroke*, 36(1), 80–85. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000149623.24906.63>
- Yang, X., Wang, P., Liu, C., He, C., & Reinhardt, J. (2015). The effect of whole body vibration on balance, gait performance and mobility in people with stroke: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 29(7), 627–638. <https://doi.org/10.1177/0269215514552829>
- Yelnik, A. P., Le Breton, F., Colle, F. M., Bonan, I. V., Hugeron, C., Egal, V., Lebomin, E., Regnaud, J. P., Pérennou, D., & Vicaut, E. (2008). Rehabilitation of balance after stroke with multisensorial training: A single-blind randomized controlled study. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 22(5), 468–476. <https://doi.org/10.1177/1545968308315996>

Appendix IV: Zusammenfassung der Studien

Tabelle 3: Zusammenfassung der Studien

Chae et al. (2017), (Korea)	
Titel, Design	Effects of phase proprioceptive training on balance in patients with chronic stroke, Randomized controlled trial
Probanden	Chronische Schlaganfallpatienten (> 6 Monate nach dem Ereignis), Alter: 42-75 Jahre, Anzahl Probanden: EG: (n=15), KG: (n=15)
Experimentalgruppe (EG)	<p>«phase proprioceptive training» (30 min., 5x/Woche)</p> <p>1. Stabile Phase – Stehtraining auf einem stabilen Untergrund (1. Serie: Augen offen, 2. Serie: Augen geschlossen, 4min)</p> <p>2. Unstabile Phase – Stehtraining auf instabilem Untergrund (1. Serie: Augen offen, 2. Serie: Augen geschlossen, 6min)</p> <p>3. Funktionelle Phase – Stehtraining und funktionelle Aufgaben auf instabiler Unterlage (10min)</p> <p>+</p> <p>«general physical therapy» (60 min., 5x/Wochen, 4 Wochen)</p> <p>Bobath-Training, propriozeptive neuromuskuläre Fazilitation, Bewegungsübungen, Dehnungsübungen, Krafttraining der oberen und unteren Gliedmaßen, Gangtraining, Fahrradtraining, sonstige allgemeine Physiotherapie</p>
Kontrollgruppe (KG)	<p>«general physical therapy» (60 min., 5x/Wochen)</p> <p>Bobath-Neuroentwicklungstherapie, propriozeptive neuromuskuläre Fazilitation, Bewegungsübungen, Dehnungsübungen, Krafttraining der oberen und unteren Gliedmaßen, Gangtraining, Fahrradtraining, sonstige allgemeine Physiotherapie</p>
Dauer	4 Wochen
Alle Messungen (Assessment)	Gleichgewichtsfähigkeit (Berg Balance Scale), funkt. motorische Fähigkeiten (Timed-up and Go Test), Gleichgewichtssicherheit (Activities-specific Balance Confidence Scale)

Chen et al. (2011), Taiwan	
Titel, Design	Facilitation of motor and balance recovery by thermal intervention for the paretic lower limb of acute stroke, single-blind randomized clinical trial
Probanden	Akute Schlaganfallpatienten (7-15 Tage nach dem Ereignis), Alter: 47-73 Jahre, Anzahl Probanden: EG: (n= 17), KG: (n= 16)
Experimentalgruppe (EG)	<p>«thermal stimulation» (48min (8x heiss, 8x Kalt (30sec Stimulation + 30sec Pause) x3 Zyklen)), 5x/Woche)</p> <p>Ein «Hot Pack» (bis 75°) wird zuerst auf die nichtparetische untere Extremität (Wade oder Fuss) platziert, der Proband ist in bequemer Rückenlage mit Blick auf die unteren Extremitäten. Der Proband soll auf die Veränderung der Hauttemperatur achten. Sobald sich die Temperatur verändert und ein Unwohlsein hervorgerufen wird, soll er das Bein möglichst aktiv weg vom Stimulus bewegen. Der Therapeut begleitet den Probanden mit einem Bewegungspattern. Sobald er die Bewegung beherrscht, kann er es auch selbständig ausführen. Wenn kein Unwohlsein auftritt, bleibt der Stimulus für die 30sec. Idem mit «Cold Pack» (0°).</p> <p>+</p> <p>«standard rehabilitation» (40min, 5x/Woche)</p> <p>Allgemeine Physiotherapie und Ergotherapie</p>
Kontrollgruppe (KG)	<p>«visits and discussion» (20min, 3x/ Woche)</p> <p>+</p> <p>«standard rehabilitation» (40min, 5x/Woche)</p> <p>Allgemeine Physiotherapie und Ergotherapie</p>
Dauer	6 Wochen
Alle Messungen (Assessments)	Beweglichkeit der unteren Extremitäten (Fugl Meyer Assessment Lower Extremity), Kraft (Modified Motor Assessment Scale, Medical Research Council Scale), Rumpfkontrolle (Postural Assessment Scale for Stroke Trunk Control), Gleichgewicht (Berg Balance Scale), Gehfähigkeit (Functional Ambulation Classification), Muskeltonus (Modified Ashworth Scale)

Guo et al. (2015), China	
Titel, Design	Whole Body Vibration Training Improves Walking Performance of Stroke Patients with Knee Hyperextension: A Randomized Controlled Pilot Study
Probanden	Subakute und chronische Schlaganfallpatienten (24- 120 Tage nach dem Ereignis), Alter: 47-61 Jahre, Anzahl Probanden: EG: (n= 15), KG (n= 15)
Experimentalgruppe (EG)	<p>«whole body vibration training» (60sec. pro Durchgang, 10sec. Pause, 8x/Serie, 8 Serien/Tag, 5x/Woche)</p> <p>Mit einer Magnitude von 6- 10Hz und einer Amplitude von 4.0mm wurde die Vibration abgegeben. Die Probanden stellen sich in einer halb hockenden Position (Kniebeugung von 0-15°) auf eine Plattform und versuchen die Gewichtsverteilung beider Füße gleich zu behalten. Die Vibration dauert für 60sec. mit einem Intervall von 10sec. Pause.</p> <p>+</p> <p>«regular exercises»</p> <p>Die regulären Übungen beinhalten Bewegungsübungen der unteren Gliedmaßen, PNF-Übungen, Treppensteigen, Gehen mit Stütze und Elektrostimulation.</p>
Kontrollgruppe (KG)	<p>«regular exercises with placebo vibration training» (30sec. pro Durchgang, 10sec. Ruhe, 10x/Serie, 5 Serien/Tag, 5x/Woche)</p> <p>Die Placebo Intervention erfolgte gleich wie die richtige Intervention, ausser dass die Maschine ausgesteckt war. Die regulären Übungen beinhalten Bewegungsübungen der unteren Gliedmaßen, PNF-Übungen, Treppensteigen, Gehen mit Stütze und Elektrostimulation.</p>
Dauer	8 Wochen
Alle Messungen (Assessment)	Gehfähigkeit (10 Meter Walk Test), Funktion der unteren Extremitäten (Fugl-Meyer Assessment of Lower Extremity), Knie-Hyperextension Zeiten (Ganganalyse)

Dalal et al. (2018)	
Titel, Design	Effectiveness of prowling with proprioceptive training on knee hyperextension among stroke subjects using videographic observation: a randomised controlled trial
Probanden	Alle Stadien (unklar wie lange nach dem Ereignis), Alter: 40- 80 Jahre, Anzahl Probanden: EG: (n= 16), KG (n= 16)
Experimentalgruppe (EG)	<p>«prowling with proprioceptive training» (15-20min/Behandlung, 6 Behandlungen)</p> <p>Das gewählte propriozeptive Training beinhaltet halbe Kniebeugen, Einbeinstand und dynamische halbe Kniebeugen im Stehen. Die Übungen wurden auf festem Boden und auf einer Schaumstoffmatte durchgeführt. Die Probanden müssen in beidseitiger Kniebeuge von 15° bis 45° mit leicht nach vorne gebeugtem Rumpf Gehen und darauf achten, dass das betroffene Knie nicht in die Überstreckung (Hyperextension) geht. Weiter wurde den Probanden empfohlen, auch während den Routinetätigkeiten auf die Kniestellung zu achten und mit gebeugten Knien zu gehen.</p> <p>+</p> <p>«routine physiotherapy» (45-60min./6 Behandlungen)</p> <p>nicht beschrieben</p>
Kontrollgruppe (KG)	<p>«routine physiotherapy» (45-60min./Behandlung, 6 Behandlungen)</p> <p>nicht beschrieben</p>
Dauer	6 Behandlungen
Alle Messungen (Assessment)	Knie-Hyperextensions- und Sprunggelenk-Dorsalflexionsbereich (Videoaufnahmen, Auswertung mit Kinovea-Software), räumlich-zeitliche Gangparameter (Wisconsin Gait Scale, Zeitmessung von 5m Gehstrecke)

Lee et al. (2013), Korea	
Titel, Design	Effect of a local vibration stimulus training programme on postural sway and gait in chronic stroke patients: a randomized controlled trial
Probanden	Chronische Schlaganfallpatienten (20-81 Monate nach dem Ereignis), Alter: 45-63 Jahre, Anzahl Probanden: EG: (n= 16), KG (n= 15)
Experimentalgruppe (EG)	<p>«local vibration stimulus training programme» (30 min., 5x/Woche)</p> <p>Dem Probanden wurde ein Vibrationsreiz mit zwei Oszillatoren am paretischen Bein (Ferse, Achillessehne, Tibialis-anterior Sehne) abgegeben. Zum Vibrations Stimulus (Schwingungsfrequenz von 90 Hz, Reizamplitude von 15 µm) führte der Proband in stehender Position statische und dynamische Übungen zur Gewichtsverlagerung und -belastung (weight-bearing and weight-shift training → squat training, paretic side initial contact training, paretic side pre-swing training, double limb support training, and gait training) durch. Die fünf verschiedenen Übungen wurden je für 5min. gemacht, es folgte jeweils eine Minute Pause nach jeder Übung, in welcher der Proband absitzen konnte.</p> <p>+</p> <p>«standard physiotherapy» (30min, 5x/Woche)</p> <p>Bewegungstherapie, Ergotherapie, funktionelle elektrische Stimulation, propriozeptive neuromuskuläre Fazilitation, Beschäftigungstherapie, Trainingsprogramm für die oberen Extremitäten.</p>
Kontrollgruppe (KG)	<p>«sham local vibration stimulus training programme» (30 min./Tag, 5x/Woche)</p> <p>Bei der Kontrollgruppe wurden die Oszillatoren an denselben Stellen wie die der Interventionsgruppe angebracht, jedoch wurde der Vibrator nicht aktiviert. Die Übungen zur Gewichtsverlagerung wurden genau gleich wie bei der Interventionsgruppe durchgeführt.</p> <p>+</p> <p>«standard physiotherapy» (30min/Tag, 5x/Woche)</p> <p>Bewegungstherapie, Ergotherapie, funktionelle elektrische Stimulation, propriozeptive neuromuskuläre Fazilitation, Beschäftigungstherapie, Trainingsprogramm für die Oberen Extremitäten.</p>
Dauer	6 Wochen
Alle Messungen (Assessment)	Gehfähigkeit (Ganganalyse, GAITRite System), Gleichgewicht (Force Platform)

Liang et al. (2012), Taiwan	
Titel, Design	Effectiveness of Thermal Stimulation for the Moderately to Severely Paretic Leg After Stroke: Serial Changes at One-Year Follow-Up
Probanden	Akute Schlaganfallpatienten (6-20 Tage nach dem Ereignis), Alter: 45-70 Jahre, Anzahl Probanden: EG: (n= 15), KG (n= 15)
Experimentalgruppe (EG)	<p>«thermal stimulation» (48 min. (8 [30s 30s] 2 3, 5x/Woche,))</p> <p>Diese Intervention wurde gleich wie die in der Studie von Chen 2011 durchgeführt. Der Proband ist in Rücken- oder Seitenlage (mit oder ohne Gravitationskraft) positioniert auf einer Matte, mit 1-2 Kissen unter dem Kopf und er konnte seine unteren Extremitäten sehen. Die kalten und heissen thermischen Mittel wurden in 2-3 Lagen Handtücher eingewickelt, um die Wärmeleitung zu optimieren, sowie eine möglichst konstante Temperatur zu erhalten (Wärme: 45°-48°, Kälte: 11°-15°). Die thermischen Mittel wurden auf den Fuss oder die Wade gelegt, dort wurde mittels Thermometer die Hauttemperatur überprüft. Die Stimulationen wurden auf 30sec (46,5°4,1°C) und 45 Sekunden (15,5°4,7°C) begrenzt. Der Proband sollte die Veränderung der Hauttemperatur wahrnehmen und lernen, das nicht paretische Bein von den thermischen Mitteln möglichst aktiv wegzubewegen, wenn die Temperatur zu unangenehm wurde. Dann wurde das «Hot-Pack» 8x 30sec. auf das paretische Bein gelegt. Wenn keine motorische Reaktion durch ein unangenehmes Gefühl erzeugt und die maximale Dauer erreicht wurde, bewegte der Therapeut das Bein von den thermischen Mittel weg. Anschliessend erfolgte dasselbe mit dem «Cold-Pack».</p> <p>+</p> <p>«physical and occupational therapy» (40min, 5x/Woche)</p>
Kontrollgruppe (KG)	<p>«discussion sessions» (20min, 3x/Woche)</p> <p>+</p> <p>«physical and occupational therapy» (40min., 5x/Woche)</p>
Dauer	6 Wochen
Alle Messungen (Assessment)	Funktion der unteren Extremitäten (Fugl-Meyer Assessment of Lower Extremity), Muskelkraft (Medical Research Council for the Lower Extremity), Gangfähigkeit (Functional Ambulation Classification), Gleichgewicht (Berg Balance Scale), motorische Funktion (Modified Motor Assessment Scale), Bewertung von alltäglichen Aktivitäten (Barthel Index)

Lynch et al. (2007), Australien	
Titel, Design	Sensory Retraining of the Lower Limb After Acute Stroke: A Randomized Controlled Pilot Trial
Probanden	Akute und subakute Schlaganfallpatienten (13-122 Tage nach dem Ereignis), Alter: 21-82 Jahre, Anzahl Probanden: EG: (n= 10), KG (n= 11)
Experimentalgruppe (EG)	<p>«sensory retraining» (30min., 5x/Woche)</p> <p>Die Zeit wurde gleichmässig in einer Aufklärung über Sensibilisierung und einem Training eingeteilt. Diese Einheiten beinhalten: Übung der Erkennung und Lokalisierung von Berührungen an 7 Punkten an den Fußsohlen, Härte-, Textur- und Temperaturunterscheidung durch Auflegen der Füße auf unterschiedlichen Bodenoberflächen (sitzend, stehend, Augen offen und geschlossen), Propriozeptionstraining der grossen Zehe und/oder Fussgelenk.</p> <p>+</p> <p>«standard physiotherapy» (a) 1h/Tag Gruppentherapie + b) 30-60min./Tag Einzeltherapie</p> <p>a) Kräftigung der unteren Extremitäten, Gleichgewichtsübungen, kardiovaskuläres Training</p> <p>b) Individuelle Einzeltherapie angepasst an den Patienten</p>
Kontrollgruppe (KG)	<p>«sham intervention» (Relaxation)</p> <p>+</p> <p>«standard physiotherapy» (a) 1h/Tag Gruppentherapie + b) 30-60min./Tag Einzeltherapie</p> <p>Die Standard-Physiotherapie wurde in der KG gleich durchgeführt wie in der IG.</p>
Dauer	2 Wochen
Alle Messungen (Assessment)	«light touch» an der 7 verschiedenen Stellen des Fusses (Semmes-Weinstein Monofilament Test), Propriozeption des grossen Zehs und/oder Fussgelenk (Distal Proprioception Test), posturale Kontrolle (Berg Balance Scale), Gang (10 Meter Walk Test, Iowa Level of Assistance Scale)

Morioka et al. (2003), Japan	
Titel, Design	Effects of perceptual learning exercises on standing balance using a hardness discrimination task in hemiplegic patients following stroke: a randomized controlled pilot trial
Probanden	Subakute und chronische Schlaganfallpatienten (31-111 Tage nach dem Ereignis), Alter: 51-79 Jahre, Anzahl Probanden: EG: (n= 12), KG (n= 14)
Experimentalgruppe (EG)	«perceptual learning exercises using a hardness discrimination task» (5x/Wochen) Es wurden Übungen zur Unterscheidung der Härte von Moosgummi gemacht (Härteunterscheidungsübungen). Dabei wurde Moosgummi mit gleicher Form und Materialzusammensetzung unter die Fusssohle des Probanden gelegt. Die Härte der 5mm, 10 mm und 15 mm Gummis betrugen 2425 mN, 1875 mN und 1500 mN. Der Proband ist in einer stehenden Position. Zuerst wurden die verschiedenen Gummis vorgeführt. Dann sollte der Proband die drei Härten spüren, um sie dann in eine aufsteigende oder absteigende Reihenfolge zu gliedern. Sie gaben ihre eingeschätzte Antwort ab und erhielten eine Auflösung der Therapeuten. + «standard-rehabilitation» (Häufigkeit ist unklar) Physiotherapie (Übungen zur Haltungskontrolle, z.B. Aufrechterhaltung des Standes, Gewichtsverlagerungen, usw.) und Ergotherapie.
Kontrollgruppe (KG)	«standard rehabilitation» (Häufigkeit ist unklar) Physiotherapie (Übungen zur Haltungskontrolle, z.B. Aufrechterhaltung des Standes, Gewichtsverlagerungen, usw.) und Ergotherapie.
Dauer	2 Wochen
Alle Messungen (Assessment)	Gleichgewicht (Stabilometer)

Ng et al. 2016, China	
Titel, Design	Cutaneous electrical stimulation to improve balance performance in patients with sub-acute stroke: a randomized controlled trial
Probanden	Subakute Schlaganfallpatienten (3-11 Wochen nach dem Ereignis), Alter: 60-80 Jahre, Anzahl Probanden: EG: (n= 37), KG (n= 39)
Experimentalgruppe (EG)	<p>«TENS + TOBT» (60min., 2x/Woche)</p> <p>Durch einen TENS-Stimulator werden über Elektroden, die über dem N. peroneus und dem N. suralis des paretischen Beines platziert sind, elektrische Impulse abgegeben. Während der TENS wurde mit den Probanden «task oriented balance training» durchgeführt: 1) «stepping up and down exercise», 2) Zehenstandübungen, 3) Gehübungen über Hindernisse 5) Stehübung auf dem balance Brett, 6) alternierende Schritzübungen, 7) «Squat-Übungen», 8) Übergangstraining Sitz-Stand-Gehen.</p> <p>+</p> <p>«conventional rehabilitation» (2h, 5x/Woche)</p> <p>allgemeine Physiotherapie (60min) und Ergotherapie (60min)</p>
Kontrollgruppe (KG)	<p>«placebo-TENS + TOBT» (60min., 2x/Woche)</p> <p>Die Sitzungen der KG liefen praktisch gleich ab wie die der IG. Jedoch wurde hier der Stromkreis im Innern des TENS-Geräts unterbrochen. Während dem Abgeben der Placebo-TENS wurde mit den Patienten der KG dasselbe TOBT durchgeführt wie bei der EG</p> <p>+</p> <p>«conventional rehabilitation» (2h, 5x/Woche)</p> <p>allgemeine Physiotherapie (60min) und Ergotherapie (60min)</p>
Dauer	8 Wochen
Alle Messungen (Assessment)	Gleichgewicht (Berg Balance Scale, Timed-up and Go Test, Sturzhäufigkeit), motorische Funktion (Modified Rivermead Mobility Index, Short Form General Health Questionnaire)

Önal et al. (2020), Türkei	
Titel, Design	Immediate Effects of Plantar Vibration on Fall Risk and Postural Stability in Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial
Probanden	Subakute und chronische Schlaganfallpatienten (>8 Wochen nach dem Ereignis), Alter: 45-75 Jahre, Anzahl Probanden: EG: (n= 17), KG (n= 17)
Interventionsgruppe (EG)	«local vibration to both plantar regions» (1x 15min) Die Vibration wurde auf die plantaren Bereiche der Füße (Mittelfussköpfe, seitliches Fussgewölbe, Ferse) mit einer Frequenz von 80 Hz, mit 10 sec. Vibration und 5 sec. Ruhe, abgegeben. Der Proband wurde in Rückenlage gelagert.
Kontrollgruppe (KG)	«local placebo vibration to both plantar regions» (1 15min) Die Placebo Intervention verlief genau gleich ab: Es wurden die gleichen Gebiete des Fusses berührt wie bei der EG. Jedoch wurden die Probanden informiert, dass sie jeweils nur den Kontakt des Gerätes spüren werden. Hier wurde das Vibrationsgerät nicht eingestellt.
Dauer	1 Behandlung
Alle Messungen (Assessment)	posturale Stabilität und Fallrisiko (Biodex Balance System)

Tyson et al. (2013), England	
Titel, Design	The effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on strength, proprioception, balance and mobility in people with stroke: a randomized controlled cross-over trial
Probanden	Unklar in welcher Phase die Probanden nach einem Schlaganfall sind, Alter: 28-82 Jahre, Anzahl Probanden: EG= (29), KG: (n= 29)
Experimentalgruppe (EG)	<p>«active TENS with sock electrode» (1x 2h)</p> <p>Das genutzte TENS-Gerät und das weitere Material wird «Biostim® M7» und «iSock» genannt. Es handelt sich um eine knöchellange, leitfähige Socke, die den gesamten Fuss und Knöchel umschliesst und stimuliert. Die Probanden mussten an beiden Füßen eine Socke anziehen, jedoch war nur die betroffene Seite mit dem TENS-Gerät angeschlossen. In einem «fünf-Sekunden-Zyklus wurde ein biphasischer, symmetrischer Stimulus mit einer Phasendauer von 50 µs und einer Frequenz von 70-130 Hz abgegeben. Die Intensität wurde so lange erhöht bis ein angenehmes Kribbeln oder Summen über dem Fuss und/oder Knöchel zu spüren war. Es durfte jedoch nicht in proximale Körpersegmente ausstrahlen und keine Muskelaktivierung provozieren. Der Proband sollte die Stimulation so lange unter Aktivität tragen, bis er sich wohlfühlte und sich an die Socke gewohnt fühlte. Die Stimulation wurde während der Eingewöhnungszeit und der Messung beibehalten. In der Eingewöhnungszeit konnten die Probanden Spaziergänge um das Gebäude machen, Gleichgewichtsübungen machen, Gewichtsverlagerungen durchführen, ins Kaffee gehen usw. Die Aktivität und Dauer des Tragens wurden nicht dokumentiert. Die Interventions- und Testzeit dauerte um die zwei Stunden.</p>
Kontrollgruppe (KG)	<p>«placebo active TENS with sock electrode» (1x 2h)</p> <p>In der KG wurde das TENS-Gerät eingeschalten, jedoch wurde keine Stimulation abgegeben. Ein Unterschied zur IG war, dass die Probanden instruiert worden sind, zur Testung zu kommen, sobald sie das Gefühl hatten, dass die Stimulation «nachgelassen» habe.</p>
Dauer	1 Behandlung
Alle Messungen (Assessment)	Kraft der Dorsalextensoren und Plantarflexoren (Biodex, Isokinetic Dynamometer), Propriozeption in Dorsalextension/Plantarflexion (Joint Position Sense), Gleichgewicht (Standing Forward Reach Test), Fallrisiko, Ganggeschwindigkeit (10 Meter Walk Test)

Yavuzer et al. (2007), Türkei	
Titel, Design	Effect of Sensory-Amplitude Electric Stimulation on Motor Recovery and Gait Kinematics After Stroke: A Randomized Controlled Study
Probanden	Akute und subakute Schlaganfallpatienten (1-6 Monate nach dem Ereignis), Alter: 53-73 Jahre, Anzahl Probanden: EG: (n= 15), KG (n= 15)
Interventionsgruppe (EG)	<p>«sensory-amplitude electrical stimulation» (30min, 5x/Woche)</p> <p>Der Proband wurde in Rückenlage platziert und das paretische Beins wurde mit zwei 68mm «Schwammelektroden» stimuliert. Die Elektroden wurden an zwei Orten, auf dem N. peroneus communis (direkt unterhalb des Capitulum fibulae des Unterschenkels) und auf dem Bauch des M. tibialis-anterior, befestigt. Die Stimulationsintensität wurde bei jeder Sitzung so eingestellt, dass der Proband ein leichtes Kribbeln (10mA) verspürte. Es durften keine Muskelkontraktionen spürbar oder beobachtbar sein. Das Gerät («Sonopuls 992a») leistete in einem Zyklus von 10sec. Stimulation, gefolgt von 10sec. Ruhe, um eine sensorische Angewöhnung möglichst zu verhindern.</p> <p>+</p> <p>Standard-Rehabilitation (2-5h, 5x/Woche)</p> <p>Dieses Programm wurde spezifisch an den Probanden angepasst und besteht aus neurologisch, entwicklungsfördernden Techniken, Physiotherapie, Ergotherapie und falls nötig Logopädie.</p>
Kontrollgruppe (KG)	<p>«placebo sensory-amplitdue electrical stimulation» (30min, 5x/Woche)</p> <p>Die Placebo Stimulation war genau gleich aufgebaut wie die Stimulation der EG. Das Gerät wurde eingeschaltet und in Betrieb gesetzt. Jedoch wurde dem Patienten nicht gesagt, dass er etwas spüren sollte und das Gerät gab in der KG keine Stimulation ab.</p> <p>+</p> <p>Standard-Rehabilitation (2-5h, 5x/Woche)</p>
Dauer	4 Wochen
Alle Messungen (Assessment)	motorische Erholung der unteren Extremitäten (Brunnstrom Stages), Gangkinematik (Ganganalyse: räumlich-zeitliche Gangparameter), Ganggeschwindigkeit (m/s)

Appendix V: Übersicht der Messinstrumente der Outcomes

10 Meter Walk Test:

Dieser Test bewertet die Ganggeschwindigkeit. Der Patient soll dabei eine zehn Meter Gehstrecke in seinem selbstgewählten Tempo laufen. Die Zeit wird mit einer Stoppuhr gemessen und somit wird die Ganggeschwindigkeit in Meter pro Sekunde berechnet (Tyson, Nester, et al., 2013).

Berg Balance Scale:

Die BBS bewertet das Gleichgewicht anhand von 14 Items (1 sitzend, 13 stehend) und basiert auf einer 5-Punkte-Ordinalskala von 0 bis 4, wobei die Gesamtpunktzahl zwischen 0 und 56 liegt. Je höher die Gesamtpunktzahl ist, desto besser ist das Gleichgewicht der Person (Liang et al., 2012).

Stabilometer:

Der Stabilometer wird verwendet, um das Schwanken der Körperhaltung zu messen. Dabei sollen die Teilnehmer 20 Sekunden lang mit einem Fussabstand von 12cm mit offenen und geschlossenen Augen auf einer Plattform stehen bleiben. Die Schwankungen werden anhand der Parameter der Plattform berechnet (Morioka & Yagi, 2003).

Force Platform:

Die «Force Platform» wird verwendet, um das Gleichgewicht eines Teilnehmers zu messen. Dabei misst sie die Haltungsschwankungsgeschwindigkeit und -distanz. Der Teilnehmer steht dabei auf einer Plattform mit offenen und geschlossenen Augen. Die «Force Platform» beinhaltet 1504 Kraftsensoren, die den statischen und dynamischen Druck der Füße beim Stehen messen. Der Teilnehmer soll dabei schulterbreit stehen und 30 Sekunden lang geradeaus blicken (Lee et al., 2013).

Biodex Gerät:

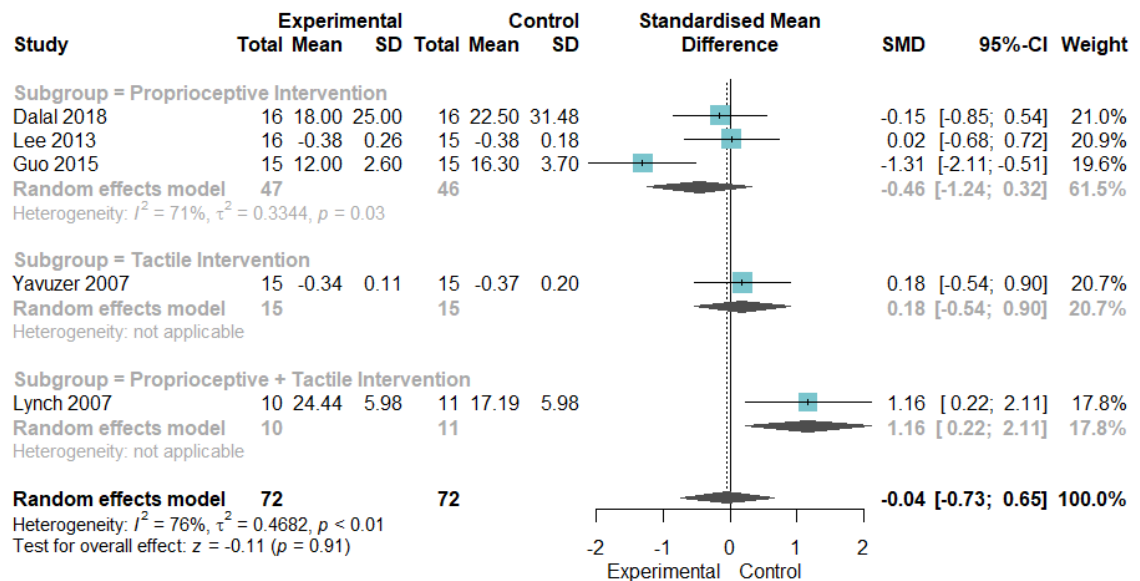
Das «Biodex Balance System» ist ein System, welches das statische und dynamische Gleichgewicht bewertet und ausserdem als Gleichgewichtstrainingsgerät eingesetzt werden kann. Das Gerät verfügt über eine harte Plattform und eine aus Schaumstoff. Der Mobilitätsgrad der Plattform kann zwischen null und zwölf eingestellt werden, wobei zwölf die stabilste Plattform ist und null die instabilste darstellt (Önal et al., 2020).

Joint Position Sense:

Das JPS ist die Bewertung der Gelenkpositions-wahrnehmung eines Körperteils, z.B. des Fussgelenks, um die Propriozeption zu messen. In der Studie von Tyson wurde das JPS mit einem «Biodex® Isokinetic Dynamometer» gemessen. Die Teilnehmer sassen während der Messung mit geschlossenen Augen auf dem Biodex®-Stuhl, um den visuellen Input auszuschliessen. Der Fuss der Teilnehmer wurde dabei auf einer Fussplatte platziert und aus einer neutralen Position entweder in Dorsalflexion oder in Plantarflexion passiv bewegt. Die Teilnehmer sollten, sobald sie eine Bewegung des Knöchels spürten, einen Auslöser mit der Hand verwenden, der den Winkel der Bewegung aufzeichnete, und zudem verbal die Richtung der Bewegung angeben (Tyson, Nester, et al., 2013).

Appendix VI: Sensitivitätsanalysen

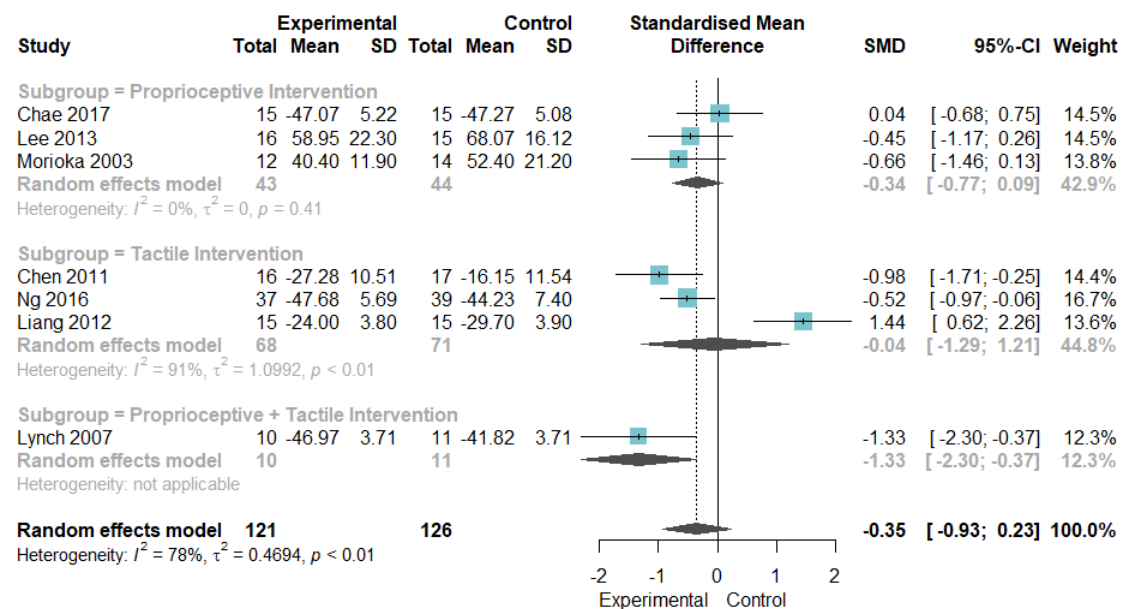
Abbildung 6: Sensitivitätsanalyse der Gehfähigkeit



Sensitivitätsanalyse ohne die Studie von Tyson et al. (2013)

SD= Standard Difference; SMD= Standard Mean Difference; CI= Confidence Intervall; I2= Heterogenitätsmass nach Higgins/Thompson, t2= Heterogenitätsmass nach DerSimonian, p= p-Wert

Abbildung 7: Sensitivitätsanalyse des Gleichgewichts



Sensitivitätsanalyse ohne die Studien von Tyson et al. (2013) und Önal et al. (2020)

SD= Standard Difference; SMD= Standard Mean Difference; CI= Confidence Intervall; I2= Heterogenitätsmass nach Higgins/Thompson, t2= Heterogenitätsmass nach DerSimonian, p= p-Wert

Appendix VII: Erklärungen der Kategorien des Risk of Bias

Randomisation Process

Beim «Randomisation Process» wird untersucht, ob der Randomisierungsprozess der Probanden für die Experimentalgruppe und die Kontrollgruppe zufällig stattfand (Sterne et al., 2019).

Deviations from the intended Interventions

Hier wird analysiert, ob die Teilnehmer der Studie wussten, in welcher Gruppe sie eingeteilt wurden und auch ob der Therapeut, der die Intervention durchführte, wusste, in welcher Gruppe sich der Teilnehmer befand. Wenn die Teilnehmer und Therapeuten nicht wussten, in welcher Gruppe sie waren, waren sie geblendet. Falls die Teilnehmer und/oder der Therapeut sich der Gruppe bewusst waren, wird untersucht, ob es Abweichungen der vorgesehenen Intervention gab. Ausserdem wird untersucht, ob eine geeignete Analyse verwendet wurde, um den Effekt der Zuordnung zur Intervention abzuschätzen (Sterne et al., 2019).

Missing Outcome Data

Hier wird untersucht, ob und wie viele Teilnehmer aus verschiedenen Gründen nicht mehr an der Studie teilnehmen konnten. Falls einige Teilnehmer die Studie/Interventionen nicht bis zum Ende durchführten, wird untersucht, ob diese Teilnehmer anders waren und ob es fehlende Ergebnisdaten gibt. Auch wird untersucht, wie das Verhältnis in der Experimentalgruppe und in der Kontrollgruppe nach dem Abbruch war (Sterne et al., 2019).

Measurement of the Outcome

Hier wird analysiert, ob die Messmethode immer unter den gleichen Umständen durchgeführt wurde und ob sie angemessen und vertrauenswürdig ist. Ebenfalls wird untersucht, ob der Ergebnisbeurteiler wusste, in welcher Gruppe sich die Teilnehmer befanden. Falls er nicht geblendet war, wird untersucht, ob dies eine Auswirkung auf die Bewertung der Outcomes hatte (Sterne et al., 2019).

Selection of the reported Result

Hier wird untersucht, ob die Autoren der Studie nach einem im Voraus festgelegten Plan gearbeitet haben. Dieser Plan ist dafür da, die Möglichkeiten der Outcome Messung und

der Analyse der Ergebnisse zu erarbeiten. Falls sie einen Plan erarbeitet hatten, ist es wichtig zu wissen, ob sie ihn abgearbeitet haben, bevor sie nicht geblendete Ergebnisse erhielten (Sterne et al., 2019).