

BACHELORARBEIT II

Titel der Bachelorarbeit

**Die Wirkung von Robot-Assisted Gait Training
auf den Gang im Vergleich mit konventionellen
neurologischen Erkrankungen**

Verfasser

Florian Zimmerl

angestrebter Akademischer Grad

Bachelor of Science in Health Studies (BSc)

St. Pölten, am 05.02.2018

Studiengang:

Studiengang Physiotherapie

Jahrgang

PT 15

Betreuerin / Betreuer :

Anna-Maria Raberger

EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

Dieses Bachelorarbeitsthema habe ich bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt.

.....

Datum

.....

Unterschrift

I. Abstract – Deutsch

Die Wirkung von Robot-Assisted Gait Training auf den Gang im Vergleich mit konventionellen Therapiemaßnahmen bei PatientInnen mit neurologischen Erkrankungen

Einleitung: Die physiotherapeutische Behandlung hat einen großen Stellenwert in der Rehabilitation des Gangs von PatientInnen mit einer neurologischen Erkrankung. Mit dem zügigen Voranschreiten der in der physiotherapeutischen Rehabilitation vorkommenden digitalen Technologien bieten sich stetig weitere Therapiemethoden an. Robot-Assisted Gait Training ist eine Methode um die Defizite im Gang der PatientInnen zu behandeln. Das Ziel dieser Literaturrecherche ist den Mehrwert eines Robot-Assisted Gait Training im Vergleich mit einer konventionellen Therapie bei PatientInnen mit einer neurologischen Erkrankung in Bezug auf die Gangfertigkeiten darzustellen.

Methodik: In der Literatursuche wird in PUBMED, COCHRANE LIBRARY und in der Physical Therapy Database nach randomisierten kontrollierten Studien gesucht. Nach dem Ausschluss der Falschergebnisse, der Duplikate und dem Aussortieren durch die Titel sowie Abstractkontrolle wurden die Studien unter Berücksichtigung definierter Einschlusskriterien in die Literaturrecherche aufgenommen. Nach der Volltextkontrolle wurden somit 16 Studien in die Literaturrecherche mit aufgenommen.

Ergebnisse: Sieben Studien zeigten signifikante Ergebnisse zu Gunsten des Robot-Assisted Gait Training im Vergleich mit einer konventionellen Therapiemaßnahme. Sieben Studien konnten keine signifikanten Verbesserungen in den primären Ergebnissen im Vergleich der Kontrollgruppe und Interventionsgruppe feststellen. Zwei Studien zeigten sowohl für die Interventionsgruppe als auch die Kontrollgruppe signifikante Ergebnisse im Vergleich mit der jeweiligen anderen Gruppe.

Diskussion: Durch den Einsatz eines Robot-Assisted Gait Trainings kann von einem Mehrwert für die Parameter Ganggeschwindigkeit, Gangausdauer und Balance bei den neurologischen Erkrankungen Multiple Sklerose, Morbus Parkinson und Schlaganfall ausgegangen werden.

Schlüsselworte: Robot-Assisted Gait Training, Gangverbesserung, Konventionelle Therapie, Neurologische Krankheiten

I. Abstract - Englisch

The influence of Robot-Assisted Gait Training on the gait of patients with neurological disorders compared to conventional therapy

Introduction: Physical therapy has a significant influence on the rehabilitation of the gait in patients with a neurological disorder. The rapid progress of digital technology and its application in physical therapy continuously offer further therapy methods. Robot-Assisted Gait Training is one method to rehabilitate the deficits of the gait in patients. The aim of this literature research is to emphasize the additional benefit of a Robot-Assisted Gait Training compared to a conventional therapy on patients with a neurological disorder relating to the capability of the gait.

Methods: The literature research is conducted in PUBMED, COCHRANE LIBRARY and in the Physical Therapy Database by searching randomised controlled studies. After the exclusion of erroneous outcomes, duplicates and the selection by title and abstract control, the studies were chosen via pre-defined inclusion criteria. After the completion of the full text control 16 studies got selected for the literature research.

Results: In comparison with the control group the intervention group was able to reach significant results in seven studies. In further seven studies no significant results were found for Robot-Assisted Gait Training if compared to a conventional therapy. In two studies, there were significant results for both the intervention group and the control group if compared with each other.

Discussion: With the help of Robot-Assisted Gait Training a benefit in gait velocity, gait endurance and balance can be achieved with patients with multiple sclerosis, morbus parkinson and with stroke patients.

Keywords: Robot-Assisted Gait Training, gait improvement, conventional therapy, neurological disorder

II. Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Digitale Technologien in der Physiotherapie	1
1.2	Der Gang	2
1.2.1	Der physiologische Gang	3
1.2.2	Der pathologische Gang in neurologischen Erkrankungen	3
1.3	Die Therapieformen	5
1.3.1	Robot-Assisted Gait Training	5
1.3.2	Anwendungsgebiete in der Physiotherapie	8
1.3.3	Konventionelle Therapie bei Neurorehabilitation	9
1.4	Fragestellung und Hypothese	10
2	Methodik	11
2.1	Suchstrategie	11
2.2	Einschlusskriterien für Robot-Assisted Gait Training	13
2.3	Überprüfung der Studienqualität	13
3	Ergebnisse	14
3.1	Charakteristika der Studien	14
3.1.1	Einschlusskriterien	16
3.1.2	Ausschlusskriterien	18
3.2	Ergebnisse der Studien	20
4	Diskussion	26
4.1	Vergleich der Studien mit SE mit Studien mit NSE	26
4.2	RAGT im Vergleich mit konventionellen Therapiemethoden	27
4.2.1	Gangausdauer	27
4.2.2	Ganggeschwindigkeit	28

4.2.3	Balance	28
4.2.4	Weitere Erkenntnisse	29
4.3	Beantwortung der Forschungsfrage.....	30
4.4	Limitationen.....	30
4.4.1	Limitationen der Studien.....	30
4.4.2	Limitierungen durch das RAGT	31
4.4.3	Limitierungen der Literaturrecherche	32
5	Zusammenfassung und Ausblick.....	33
6	Literaturverzeichnis	34
A	Anhang	42

III. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Locomat, Hocoma, links: Von der Seite, rechts: Von vorne	6
Abb. 2 Verlauf des Suchprozesses	12

IV. Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Beispielhafte Veranschaulichung der Suchstrategie	12
Tab. 2 Wichtigste Einschlusskriterien.....	18
Tab. 3 Wichtigste Ausschlusskriterien.....	20
Tab. 4 Darstellung der Charakteristika der eingeschlossenen Studien.....	21

V. Abkürzungsverzeichnis

6MWT	6 Minute Walking Test
10MWT	10 Meter Walking Test
BBS	Berg Balance Scale
FAC	Functional Ambulation Classification
MMSES	Mini Mental State Examination Score
MP	Morbus Parkinson
MS	Multiple Sklerose
NSE	Nicht Signifikante Ergebnisse
PNF	Propriozeptive Neuromuskuläre Fazilitation
QL	Querschnittslähmung
RAGT	Robot-Assisted Gait Training
SA	Schlaganfall
SE	Signifikante Ergebnisse
SmNSE	Studie mit Nicht Signifikanten Ergebnissen
SmSE	Studie mit Signifikanten Ergebnissen
UE	Untere Extremität
VR	Virtual Reality
WHO	World Health Organisation

Vorwort

An dieser Stelle möchte ich all denjenigen danken, welche mich beim Schreiben meiner Literaturrecherche unterstützt haben.

Beginnen möchte ich bei meiner Frau Professorin Anna Raberger, welche meine Bachelorarbeit betreut hat. Sie hat mir hilfreiche Anregungen zum Schreiben gegeben, sich für mich Zeit genommen, wenn ich Fragen hatte, und hat mich somit in der Umsetzung meiner Studie ausgezeichnet unterstützt. Weiterer Dank gilt meiner Freundin und meinen Freunden, für deren Hilfe beim Korrigieren und Kritisieren meiner Arbeit. Abschließend möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, welche nicht nur meine Arbeit korrektur gelesen haben, sondern mich auch während meines Studiums sechs Semester lang unterstützt haben.

Florian Zimmerl

1 Einleitung

Laut der World Health Organization (WHO) (2010) haben physische Aktivitäten, wie zum Beispiel das Gehen einen signifikanten Stellenwert für die Gesundheit des Menschen. Durch das Gehen wird die Wahrscheinlichkeit Erkrankungen des Körpers und des Geistes zu erleiden gesenkt. Schon geringere Einschränkungen im Gehen können die Eigenständigkeit eines Menschen schwerwiegend beeinflussen. Des Weiteren ermöglicht das Gehen leichter an sozialen Tätigkeiten teilzunehmen (Rowe & Kahn, 1997). Aus diesem Grund liegt der Fokus einer physiotherapeutischen Behandlung häufig am Erhalten und Verbessern des Gehens. Deswegen gibt es verschiedenste Methoden zur Gangrehabilitation, sowohl konventionelle Therapien als auch digitale Technologien. Letztere gewinnen im physiotherapeutischen Bereich zunehmend an Bedeutung. Einige dieser Technologien haben bereits einen sehr hohen Stellenwert in der Therapie: Beispiele dafür sind Virtual Reality, Smart Clothing und Augmented Human Capabilities (Merolli, 2016), die im folgenden Abschnitt näher erläutert werden. Eine Methode für die Rehabilitation des Gangs ist Robot-Assisted Gait Training (RAGT), welches unter die Kategorie Augmented Human Capabilities fällt. Mit dieser Methode werden vor allem PatientInnen mit neurologischen Erkrankungen behandelt. Diese werden in einem Exoskelett fixiert, welches die Beine in einem gangähnlichen Muster bewegt (Esquenazi u. a., 2016). Im Rahmen dieser Literaturrecherche wird die Anwendung von RAGT an PatientInnen mit einer neurologischen Erkrankung für die Rehabilitation des Gangs mit konventionellen Therapiemaßnahmen verglichen um den Mehrwert dieser digitalen Therapieform festzustellen.

1.1 Digitale Technologien in der Physiotherapie

In den letzten Jahrzehnten haben sich die digitalen Technologien im physiotherapeutischen Bereich zügig weiterentwickelt. Ihr Einfluss auf die physiotherapeutische Behandlung steigt. Einige vielversprechende digitale Technologien sind Virtual Reality, Smart Clothing und Augmented Human Capabilities (Merolli, 2016).

Bei Smart Clothing werden tragbare Sensoren für die Überwachung der Funktionen der PatientInnen in Kleidungsstücke eingebaut (Merolli, 2016). Es ist eine Methode um objektive, empfindliche und verlässliche Messungen zu erhalten, welche eine Hilfestellung bei konventionellen klinischen Beurteilungen sein können. Angewendet wird diese Technologie vor allem bei PatientInnen mit neurologischen Erkrankungen wie Schlaganfall, Multiple Sklerose, Schädelhirntraumata und Querschnittslähmungen (Lambercy, Maggioni, Lunenburger, Gassert, & Bolliger, 2016, S.183). In der Studie von Oess, Wanek, & Curt

(2012) wurde ein Handschuh für die Beurteilung der Handfunktionen entwickelt und evaluiert. Das Gerät ist in der Lage die Fingerflexion zu messen und alle verwendeten Gelenke zu beobachten. Bei der Evaluierung des Geräts wurde festgestellt, dass der Handschuh für die Beurteilung der Handfunktion in der klinischen Praxis und in der Rehabilitation qualifiziert ist.

Mit Virtual Reality (VR) werden die Empfindungen der realen Welt mittels Computer generierten Empfindungen ersetzt. VR ist eine optimale Therapiemaßnahme um die Bewegungsfähigkeiten bei Personen zu verbessern, die in ihrer Aktivität eingeschränkt sind. Mit dem Einsatz von VR in der Rehabilitation werden psychologische Anreize durch virtuelle Bilder erzeugt, um die Motivation zu fördern. Bei der Behandlung von SchlaganfallpatientInnen lieferte VR im Vergleich mit konventionellem Training der Arme leicht bessere Ergebnisse (Bermudez i Badia, Fluets, Llorens, & Deutsch, 2016, S.573,574,594).

Bei Augmented Human Capabilities werden die PatientInnen mittels Robotern rehabilitiert (Merolli, 2016). Robot-Assisted Training kann in der Rehabilitation an den unteren und oberen Extremitäten angewendet werden. Diese Methode wird bei Personen mit Cerebral Parese, Schädelhirntrauma, Querschnittslähmung, Multipler Sklerose und Morbus Parkinson verwendet. Mittels Robotic-Supported Arm Therapy sind die PatientInnen in der Lage Übungen länger, häufiger und intensiver zu wiederholen und Aktivitäten aus dem täglichen Leben zu üben (Nef, Klamroth-Marganska, Keller, & Riener, 2016, S.351). In einer Studie von Klamroth-Marganska u. a. (2014) wurde untersucht, ob bei SchlaganfallpatientInnen eine Therapie mit einem Roboter, der dreidimensionale Bewegungen des Armes steuert (ARMin III), oder eine konventionelle Therapie effektiver ist. Die Ergebnisse zeigten, dass die Bewegungsfunktion der roboterunterstützten Versuchsgruppe signifikant besser war als die der Kontrollgruppe. Roboter für die Rehabilitation der unteren Extremitäten werden vor allem für die Wiederherstellung bzw. den Erhalt der Gangfunktionen angewendet (Esquenazi u. a., 2016, S.224, 227). In einer Studie von Straudi u. a. (2016) wurde die Behandlung mittels RAGT an PatientInnen mit Multipler Sklerose mit konventionellen Therapiemaßnahmen verglichen. Die Resultate zeigten, dass RAGT zu einer Verbesserung der Mobilität, Balance, Depression und der Lebensqualität führt. Vor allem hat es aber eine positive Wirkung auf die Gangfunktionen.

1.2 Der Gang

Laut der WHO (2010) sind regelmäßige physische Aktivitäten, wie zum Beispiel das Gehen, nicht nur wichtig für das Wohlbefinden, sondern haben auch einen hohen Stellenwert für die Gesundheit des Menschen. So kann die Wahrscheinlichkeit an einer kardiovasku-

lären Krankheit, Schlaganfall, Bluthochdruck, Diabetes und an diversen Krebsarten zu erkranken durch Gehen vermindert werden. Zusätzlich hilft Gehen bei der Regulation des Körpergewichts und fördert die mentale Gesundheit. Dies hat eine Relevanz für alle Altersgruppen. Im Gegensatz dazu ist die physische Inaktivität ein großes Risiko für die Gesundheit des Menschen.

1.2.1 Der physiologische Gang

Um das pathologische Gangbild zu verstehen ist es von großer Bedeutung den physiologischen Gang zu verstehen. Der Gangzyklus kann in zwei simple Komponenten aufgeteilt werden. Die Standphase ist durch die Dauer des Fußkontaktes mit dem Boden definiert. Die Schwungphase ist jene Komponente, in welcher der Fuß in der Luft nach vorne schwingt mit dem Vorhaben das Bein voran zu setzen. Das Verhältnis zwischen den beiden Phasen liegt 60% Schwungphase zu 40% Standphase, wobei bei schnellerem Gehen die Schwungphase deutlich länger ist. Zusätzlich entstehen kontinuierlich Gleichgewichtsreaktionen um die Balance zu halten, z.B. durch das Mitschwingen der Arme. Damit das Gehen im Gleichgewicht möglich ist braucht es, durch die Einbindung des Reflexbogens, eine andauernde Kontrolle und Koordination des posturalen Tonus. Des Weiteren ist für die Gewichtsübernahme von einem Bein auf das andere eine funktionierende dynamische, konzentrische, exzentrische und statische Muskelkontraktion notwendig. Nützliche Parameter um den Gang zu bewerten sind die Schrittlänge, die Zeit, die für einen Schritt gebraucht wird, und der Schrittrhythmus. Diese sollten bei einem gesunden Menschen symmetrisch in beiden Beinen sein (Esquenazi & Talaty, 2011, Jesel, 2015, S. 139).

1.2.2 Der pathologische Gang in neurologischen Erkrankungen

Eine Studie von Stolze u. a. (2005) untersuchte in einem Zeitraum von 100 Tagen in einer neurologischen Klinik das Vorkommen von Gangstörungen an PatientInnen. Von den PatientInnen mit einer neurologischen Pathologie, hatten 60% eine Störung des Gangs. Die häufigsten neurologischen Krankheiten waren Schlaganfall (21%), Morbus Parkinson (17%), Multiple Sklerose (7%), Polyneuropathien (7%) und Schäden des Rückenmarks (4%). Auffallend war die hohe Korrelation zwischen den erwähnten Krankheiten und dem Vorliegen von Gangstörungen: Bei Morbus Parkinson hatten 93% der PatientInnen eine Gangstörung. Bei Rückenmarksschäden, Multipler Sklerose, Schlaganfall und Polyneuropathie lagen diese Werte bei je 71%, 51%, 45% und 80%. Es wurde somit veranschaulicht, dass Gangstörungen eine häufige Folge von neurologischen Erkrankungen sind. Eine weitere Pathologie, bei welcher es aufgrund der diversen und gravierenden Symptome zu einer Beeinträchtigung des Gangs kommen kann, ist das Schädelhirntrauma.

(Williams, Morris, Schache, & McCrory, 2009). Da dies den Rahmen der Literaturrecherche sprengen würde, wurde diese Krankheit nicht in mit aufgenommen. Für das bessere Verständnis werden folgend Morbus Parkinson, Schlaganfall, Querschnittslähmung und Multiple Sklerose in Bezug auf die Symptome und vor allem die Gangfertigkeiten detaillierter erläutert.

Bei dem idiopathischen Morbus Parkinson (MP) sind die Hauptsymptome Hypokinese, Tremor, Rigor, Reduktion der Stellreflexe, abnormale Körperhaltung und neurologische Störungen. Betroffene Personen zeigen ein deutlich auffälliges Gangbild. Die Betroffenen gehen kleinschrittig, schlurfend, leicht nach vorne geneigt mit nach vorne positioniertem Kopf und ohne die oberen Extremitäten zu bewegen. Die PatientInnen brauchen viele kleine Wendeschritte um sich umzudrehen (Mattle, Mumenthaler, & Schroth, 2011, S.179,180). Eine Studie von (Kader, Ullen, Iwarsson, Odin, & Nilsson, 2017) untersuchte Faktoren, die zu einer Beeinträchtigung des Gangs beitragen. Die Resultate zeigten, dass Freezing of Gait der größte Faktor war, welcher das Gangbild beträchtlich störte. Weitere Faktoren waren geringes Selbstvertrauen, Fatigue, Bradykinese, verminderte posturale Kontrolle, Dauer der Parkinsonerkrankung, Funktion der unteren Extremitäten und orthostatische Hypotonie.

Bei einem Schlaganfall sind von der Lage der ischämischen Läsion die entsprechenden neurologischen Defekte ableitbar. Eine Symptom ist die Hemiparese (Mattle u. a., 2011, S. 140, 144-147). Bei Hemiplegikern ist das betroffene Bein gestreckt. Der Fuß wird entweder mit der Spitze oder flach platziert. Dieser Vorgang führt in der Schwungbeinphase zu einer Zirkumduktion des Beins, da es in Hinblick auf die Funktion zu einer Verlängerung des betroffenen Beins kommt (Adams, Victor & Ropper, 1997, In: Stolze, Vieregge, & Deuschl, 2008). Ein verbessertes Gangbild der PatientInnen kann nur erreicht werden, indem mit den PatientInnen das Gehen geübt wird und diese die passenden Hilfsmittel erhalten. Kurz nach einem Schlaganfall hat die Verbesserung der Gangfertigkeiten eine große Bedeutung (Lamprecht & Lamprecht, 2016, S. 89, 91).

Symptome einer Multiplen Sklerose (MS) sind Sensibilitätsstörungen, Störungen der Augenmotorik, Pyramidenbahnzeichen, zerebellare Symptome sowie Störungen der Miktion, der Psyche und des Gangs. Bei MS sind Gangstörungen bereits in der Frühphase bemerkbar. Dies zeigt sich vor allem durch eine Kombination aus Paraspastik und Ataxie, die zu einem spastisch-ataktischen Gang führt. Dieser erscheint abgehackt, steif und unkoordiniert (Mattle u. a., 2011, S.223, 225-227). Die Betroffenen haben durch die Extensio-nsspastik das Problem, dass sie nicht mehr in der Lage sind die untere Extremität (UE)

nach vorne zu schwingen. Die PatientInnen zeigen durch einen Schwindel ausgelöste Gangunsicherheiten. Zusätzlich gehen sie breitschrittig und schwankend (Jesel, 2015, S. 297). Das Wiedererlernen des Gehens ist ein bedeutender Indikator für eine vorteilhafte Entwicklung der Krankheit. Durch eine ordentliche Therapie kann der Prozess der Selbstständigkeit gefördert werden (Lamprecht & Lamprecht, 2016, S.93, 94).

Die Querschnittslähmung (QL) betrifft die Fortleitung von motorischen und sensiblen Signalen am Läsionsort sowie das autonome Nervensystem. Welche Funktionen einem QuerschnittspatientInnen erhalten bleiben, hängt von der Höhe des Querschnitts ab und ob dieser komplett oder inkomplett ist (Kirshblum u. a., 2011). Bei einem Paraplegiker beispielsweise ist der Gang verlangsamt, durch den Hypertonus der Adduktoren sind die Beine innenrotiert und adduziert und die Bewegungsfreiheit ist eingeschränkt (Dietz, 2001, In: Stolze u. a., 2008). Das Wiedererlernen des Gangs ist abhängig vom Kraftverlust der Muskulatur, vom Schweregrad der Spastizität, von der Art der Gelenksdeformität in den unteren Extremitäten und vom Zugang zu einer ordentlichen Behandlung (Patrick, 2003).

Für die Behandlung dieser neurologischen Erkrankungen werden verschiedene konventionelle Therapiemethoden angewendet, wie zum Beispiel das Laufbandtraining, Krafttraining, Ausdauertraining, Training der posturalen Kontrolle, Gleichgewichtstraining, Mobilisationsübungen, Bobath und Propriozeptive Neuromuskuläre Fazilitation (PNF) (Lamprecht & Lamprecht, 2016; Lamprecht, 2008). Eine digitale Therapiemethode für die Behandlung des Gangs ist das RAGT (Esquenazi u. a., 2016), welches im folgenden Kapitel näher erklärt wird.

1.3 Die Therapieformen

In den vorangegangenen Kapiteln wurde der/die Leser/In über digitale Technologien in der Physiotherapie aufgeklärt und über die Bedeutung des Gehens und dessen Einschränkung bei neurologischen Erkrankungen informiert. Mit diesem Kapitel soll erläutert werden warum RAGT als digitale Technologie in der Behandlung von PatientInnen mit neurologischen Erkrankungen in der Rehabilitation eine bedeutsame Rolle spielt. Es folgt eine detaillierte Vorstellung der derzeitigen Systeme, deren Wirkungsweise und potentieller Einsatzgebiete.

1.3.1 Robot-Assisted Gait Training

Beim RAGT wird die manuelle Arbeit der TherapeutInnen an den PatientInnen ersetzt. Dies geschieht indem die unteren Extremitäten der PatientInnen entlastet werden und

entweder mittels eines Laufbands oder vom Roboter selbst die Beine in einem gangähnlichen Zyklus durchgehend bewegt werden. Im Vergleich kann die konventionelle Therapie des Ganges aufwändiger sein: Bei PatientInnen deren Gang schwer beeinträchtigt ist, können bis zu vier TherapeutInnen zur Stabilisation und Mobilisation benötigt werden. Dabei ist es das Ziel einen normalen Gangzyklus zu simulieren, indem der Rumpf und die Beine manuell geführt und stabilisiert werden. Damit die TherapeutInnen von dieser arbeitsintensiven Therapie entlastet und die PatientInnen im Gang unterstützt werden, wurden in den letzten Jahren zahlreiche Systeme entwickelt. Es existieren ortsgebundene Exoskelette, die in Kombination mit einem das Körpergewicht unterstützenden Mechanismus die Beine der PatientInnen in der sagittalen Ebene auf einem Laufband bewegen, wie zum Beispiel der Lokomat (Hocoma) (Abb.1), Lopes (University of Twente) und ALEX (University of Delaware). Andere Modelle beruhen auf einem Endeffektorsystem, bei welchem die Füße der PatientInnen an zwei Fußplatten festgeschnallt werden. Die Beine werden durch die Fußplatten in einem gangähnlichen Muster bewegt. Beispiele für solche Systeme sind der G-EO Systems (Reha Technologies), Gait Trainer GT 1 (Reha-Stim) und Lyra (Ability). Des Weiteren gibt es noch die ortsungebundenen Exoskelette und Systeme, in welchen PatientInnen durch Aufhängungen in der Bewegung unterstützt werden (Esquenazi u. a., 2016). In dieser Arbeit wird auf die letzten zwei Modelltypen nicht eingegangen, da es den Rahmen dieser überschreiten würde und nur wenig Literatur vorhanden ist.



Abb. 1 Lokomat, Hocoma, links: Von der Seite, rechts: Von vorne

Diese Roboter bedienen sich des Prinzips des motorischen Lernens. Während der Rehabilitation müssen die PatientInnen die motorischen Funktionen wieder erlernen um die Einschränkungen in ihrem täglichen Leben zu bewältigen. Durch roboterunterstütztes aufgabenspezifisches Training kommt es zur Wiederherstellung der Motorfunktionen mittels Neuronenplastizität (Dobkin, 2004; Wirz & Rupp, 2016).

Damit es bei den PatientInnen zu kontinuierlichen Fortschritten in späteren Rehabilitationsphasen kommt, können diverse Geräte verwendet werden, welche Zusatzfunktionen zum RAGT anbieten. Das G-EO System ist beispielsweise nicht nur eine Möglichkeit das Gehen in der horizontalen Ebene zu trainieren, sondern simuliert auch das Hinauf- oder Hinabsteigen von Stufen (Hesse, Waldner, & Tomelleri, 2010). Damit die TherapeutInnen die Therapie optimal einstellen können, besteht die Möglichkeit, dass zusätzlich zu einem RAGT ein Biofeedback zur Verfügung gestellt wird. Mit Hilfe von diesem werden die PatientInnen unterstützt, die Bewegungen adäquat anzupassen und deren Motivation wird gesteigert (Lunenburger, Colombo & Riener, 2007). Eine andere Möglichkeit ist RAGT in einer virtuellen Umgebung auszuführen. Indem die PatientInnen die Bewegungen der Beine steuern, können diese sich in der virtuellen Welt, z.B. einer U-Bahnstation, fortbewegen. Diese Methode liefert nicht nur Feedback über die Bewegung, sondern motiviert zugleich die PatientInnen aktiv zu bleiben (Lunenburger, Wellner, Banz, Colombo, & Riener, 2007).

Zur besseren Illustration dieses Forschungsgebietes werden im nachfolgenden Teil der Arbeit drei Studien präsentiert, welche sich mit der Rehabilitation der unteren Extremität durch RAGT auseinandersetzen. In einer Studie von Straudi u. a. (2016) erhielten 52 ProbandInnen, die an einer MS Erkrankung litten, ein RAGT oder eine konventionelle physiotherapeutische Behandlung. Über sechs Wochen hinweg wurden die ProbandInnen zweimal pro Woche behandelt. Die RAGT Gruppe wurde für eine Stunde pro Einheit mit dem Lokomaten (Hocoma) therapiert, welcher die Beine der PatientInnen in einem physiologischen Gangbild führte. Die Geschwindigkeit des Laufbands und die Körpergewichtsunterstützung wurden an die PatientInnen angepasst und mit dem Voranschreiten der Therapie adaptiert. Das Training der Kontrollgruppe dauerte ebenfalls eine Stunde, in welcher zuerst die untere Extremität und der Rumpf gedehnt wurden. Darauf folgte ein Kräftigungstraining der Beine, Bewegungskoordinations-, Gang- und Balanceübungen. Nach der Beendigung der Intervention, zeigte die RAGT Gruppe im Vergleich mit der Kontrollgruppe vor allem in der Gangausdauer und Balance Verbesserungen.

In einer anderen Studie von Taveggia, Borboni, Mulé, Villafañe, & Negrini (2016) wurden 28 SchlaganfallpatientInnen mit einer Hemiparese in zwei Gruppen aufgeteilt. Der Schlaganfall lag weniger als sechs Monate zurück. Beide Gruppen erhielten eine 60 minütige Bobaththerapie. Zusätzlich erhielt die Versuchsgruppe ein 30 minütiges RAGT, bei welchem 50% des Körpergewicht unterstützt war und die Geschwindigkeit 0,4 km/h betrug. Diese Parameter wurden in den darauffolgenden Einheiten adaptiert. Die Kontrollgruppe führte währenddessen für 30 Minuten Kräftigungsübungen der unteren Extremitäten aus, welche eine Verbesserung des Gangs bewirken sollten. Die Intervention dauerte fünf Wochen und es gab pro Woche fünf Behandlungen. Die Versuchsgruppe zeigte eine signifikante Verbesserung der Ganggeschwindigkeit, während die Kontrollgruppe eine verbesserte Ausdauer erreichte. Ähnliche Ergebnisse zeigten beide Gruppen in der Verbesserung der Balance. Somit waren beide Therapieansätze erfolgreich, wobei nur die Versuchsgruppe eine funktionelle Verbesserung erreichte.

Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a. (2012) untersuchten die Wirkung von RAGT auf die Gangfähigkeiten bei MP erkrankten PatientInnen im Vergleich mit einem konventionellen Gangtraining. An der Studie nahmen 41 PatientInnen teil, welche drei Mal 45 Minuten pro Woche für vier Wochen ein RAGT (21) oder konventionelle Physiotherapie (20) erhielten. Die RAGT Gruppe wurde mittels des Gait Trainer GT1 (Reha-Stim) trainiert. Die Schrittlänge wurde individuell an die PatientInnen angepasst. Eine Trainingseinheit beinhaltete drei Teile, wobei die Körpergewichtsunterstützung (20%,10%,0%) mit jeder Etappe abnahm und die vorgegebene Geschwindigkeit (1,0 km/h, 1,3 km/h, 1,6 km/h) zunahm. In der Kontrollgruppe wurde das Training in zwei Teile aufgeteilt. Im Ersten wurden von den PatientInnen die Gelenke der Beine für zehn Minuten mobilisiert. Der zweite Teil bestand aus einem konventionellen Gangtraining basierend auf PNF. Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass PatientInnen mit MP, die ein RAGT ausgeübt haben, deutlichere Fortschritte in der Ganggeschwindigkeit, Gehdistanz, Rhythmus und Fatigue erbrachten als die PatientInnen, welche konventionelle Physiotherapie erhalten haben.

1.3.2 Anwendungsgebiete in der Physiotherapie

Bei der Literaturrecherche stellte sich heraus, dass RAGT häufig in der Neurorehabilitation angewendet wird, um die Funktion des Gehens wiederherzustellen und zu erhalten. Gemäß Bang & Shin (2016) kann RAGT angewendet werden, um bei SchlaganfallpatientInnen eine Verbesserung der Ganggeschwindigkeit, des Gangrhythmus, der Schrittlänge und der Balance herbeizuführen. In einer systematischen Übersichtsarbeit veranschaulichten Nam u. a. (2017), dass bei querschnittsgelähmten PatientInnen mittels eines

RAGT die Gangdistanz, die Geschwindigkeit, die Kraft der Beine, die Balance und die Selbstständigkeit zum Positiven beeinflusst werden können. Bei voranschreitenden neurologischen Erkrankungen wie MS kann der Einsatz von RAGT die Ausdauer und die Balance im Gang verbessern. Des Weiteren ist diese eine gut durchführbare und sichere Methode um MS PatientInnen zu behandeln (Straudi u. a., 2016; Schwartz u. a., 2012). Mit dem Einsatz von RAGT kann sich bei MP PatientInnen der Freezing of Gait reduzieren, während sich die Ganggeschwindigkeit und die Schrittlänge verbessern. Zusätzlich ist eine Verbesserung der Mobilität, der alltäglichen Lebenssituationen und des emotionalen Wohlbefindens möglich (Lo u. a. 2010). Ein Review von Tefertiller, Pharo, Evans, & Winchester (2011) untersuchte die Wirkung von RAGT in der Rehabilitation von neurologischen Erkrankungen. Sie kamen zum Schluss, dass die Anwendung von RAGT in der Behandlung von QL und Schlaganfällen vorteilhaft für die Verbesserung der Bewegungsfunktion ist. Die Behandlung von MS mittels RAGT sollte noch weiter erforscht werden, da die Beweise begrenzt sind. Dennoch kann die Anwendung von RAGT zumindest mit einer konventionellen Behandlung gleichgesetzt werden. Hingegen gibt es bei Parkinson Erkrankungen noch ungenügend Beweise, um den Gebrauch von RAGT an der Bevölkerung zu unterstützen.

1.3.3 Konventionelle Therapie bei Neurorehabilitation

In diesem Kapitel werden die derzeit angewendeten Therapieformen dargestellt. Im Laufe der Recherche wurden einige konventionelle Methoden erwähnt. PNF ist ein physiotherapeutisches Konzept bei dem gesunde Körperabschnitte des Körpers belastet werden, um betroffene Körperabschnitte mittels weiterlaufenden Spannungen anzuregen. Durch die Stimulation der Propriozeptoren und Exterozeptoren wird von den betroffenen Körperabschnitten Kraft, Stabilität, Koordination, Ausdauer und Beweglichkeit gefordert (Lamprecht S, 2008, S.6). Am Gang verbessert der Einsatz von PNF bei hemiparetischen PatientInnen die funktionelle Mobilität, die Ganggeschwindigkeit, den Gangrythmus und die Schrittlänge (Kumar, S., Kumar, A. & Kaur, 2012).

Mittels des Bobath-Konzepts werden im Alltag vorkommende Bewegungen fazilitiert. So sind wichtige Gesichtspunkte der Behandlung die Wiedererlangung der Kontrolle von Bewegung, motorisches Lernen, Verfolgung von Kompensationsstrategien und Managementstrategien. Ziel ist es, wenn die Fertigkeiten vorhanden sind, früh mit der Fazilitation des Gangs zu beginnen. Bobath bedient sich an stereotypen Verhaltensmustern, mit dem das Gehen verbessert wird. Angewendet wird Bobath vor allem bei Schlaganfallpatient-

Innen mit einer Hemiparese, aber auch bei Erkrankungen wie MS oder MP (Lamprecht, 2008, S.6; Bassøe Gjelsvik & Steffens, 2012, S.95,145).

Eine häufig angewendete Therapieform um die Gangfertigkeiten bei neurologischen Erkrankungen zu fördern ist das Laufbandtraining. Es werden der Gleichgewichtssinn, das Dual Tasking und die Gehgeschwindigkeit trainiert. Falls vorhanden, wird die Spastik reduziert. Empfohlen wird diese Methode bei PatientInnen mit MS, SA, MP und Schädelhirntraumata (Lamprecht & Lamprecht, 2016; Esquenazi, Lee, Packel, & Braitman, 2013). Weitere Therapiemaßnahmen für die Verbesserung der Gangfertigkeiten sind Dehnungsübungen und Mobilisation der Gelenke, Kräftigungsübungen, Bewegungskoordination-, Gleichgewichts- und Gangübungen (Picelli u. a., 2012; Schwartz u. a., 2012; Straudi u. a., 2016; Taveggia u. a., 2016).

1.4 Fragestellung und Hypothese

Obwohl im Bereich des RAGT viele Studien vorhanden sind, besteht noch weiterer Forschungsbedarf. Dies liegt an der heterogenen Durchführung der Studien, bei denen sich die neurologischen Erkrankungen der PatientInnen, die Messparameter und die Vergleichsbehandlung deutlich unterscheiden. Somit liegen die einzelnen Ausgangssituationen der Studien weit auseinander und eine allgemeine Reliabilität für die Anwendung von RAGT ist noch nicht vorhanden. Das Ziel dieser Literaturrecherche ist es einen Überblick der aktuellen Literatur zu präsentieren und herauszufinden, ob ein RAGT im Gegensatz zu konventionellen Therapiemethoden einen Mehrwert in den Gangfertigkeiten der PatientInnen verspricht.

Somit stellt sich folgende Forschungsfrage:

Lässt die aktuelle Studienlage Rückschlüsse bezüglich der Überlegenheit von RAGT bei der Behandlung von neurologischen Erkrankungen in Bezug auf die Gangfertigkeiten, wie zum Beispiel Ganggeschwindigkeit, Schrittfrequenz, Gangausdauer, posturale Kontrolle und Balance und die Beweglichkeit gegenüber konventionellen physiotherapeutischen Behandlungsformen zu? Bei welchen Krankheitsbildern bzw. in welchen Bereichen werden bislang gute Ergebnisse erzielt?

Somit ergibt sich folgende Hypothese:

Es wird davon ausgegangen, dass RAGT bei PatientInnen mit neurologischen Erkrankungen in Bezug auf die Gangfertigkeiten bessere Ergebnisse erzielt als eine konventionelle physiotherapeutische Behandlung.

2 Methodik

Dieser Teil der Arbeit soll einen Überblick über die Suchstrategie, die Auswahl der Daten, die Einschlusskriterien und die Überprüfung der methodischen Qualität geben.

2.1 Suchstrategie

Da einer der wichtigsten Abschnitte einer Literaturrecherche in der richtigen Suche und Auswahl ebendieser und der wissenschaftlichen Evidenz liegt, wird nachfolgend die Methodik der Literaturrecherche genau beschrieben. Vor der eigentlichen Recherche der Literatur wurden die passenden Datenbanken für Studien zum Thema RAGT sorgfältig ausgewählt – folgende Datenbanken wurden herangezogen:

- Pubmed
- Cochraine Library
- Physiotherapy Evidence Database

Des Weiteren wurde über die Fachhochschule St. Pölten auf die Online-Datenbank von der Fachzeitschrift Thieme zugegriffen und in der Fachhochschulbibliothek recherchiert. Um die Schlüsselwörter zu definieren wurde nach dem PICO-Prinzip vorgegangen. Hierbei wurden passende Schlüsselwörter für die Kategorien Patient, Intervention, Control und Outcome festgesetzt. Mit deren Hilfe wurde die Fragestellung aufgeteilt und absteigend nach Relevanz sortiert:

- | | |
|----------------|---|
| • Intervention | Robot-Assisted Gait Training |
| • Outcome | Gait Improvement |
| • Patient | Neurological disorders: Multiple Sclerosis, Stroke, Parkinson Disease, Spinal Cord Injury |
| • Control | Conventional Therapy/ Physical Therapy |

Insgesamt wurde von jeder Kategorie ein Begriff gewählt und mit den verschiedenen Begriffen aus den anderen Kategorien kombiniert. Die oben erwähnten Schlüsselwörter wurden, sofern es möglich war, mit einem Filter für randomisierte klinische Studien eingegeben. Entsprechend des gewünschten Ergebnisses wurden die Schlüsselwörter in verschiedenen Kombinationen mit Logical Operators wie AND und OR eingegeben. In Tabelle 1 wird das beschriebene Prozedere veranschaulicht.

Tab. 1 Beispielhafte Veranschaulichung der Suchstrategie

Suchstrategie in Pubmed am 2.1.2018	Anzahl der Ergebnisse
Robot-Assisted Gait Training AND Physical Therapy AND Gait Improvement AND Stroke	21
Robot-Assisted Gait Training AND Physical Therapy AND Gait Improvement AND Parkinson Disease	9
Robot-Assisted Gait Training AND Conventional Therapy AND Gait Improvement AND Multiple Sclerosis	4

Mittels der Suchstrategie wurden insgesamt 177 Studien identifiziert, welche durch den unten dargestellten Selektionsprozess auf insgesamt 16 Studien reduziert werden konnten.

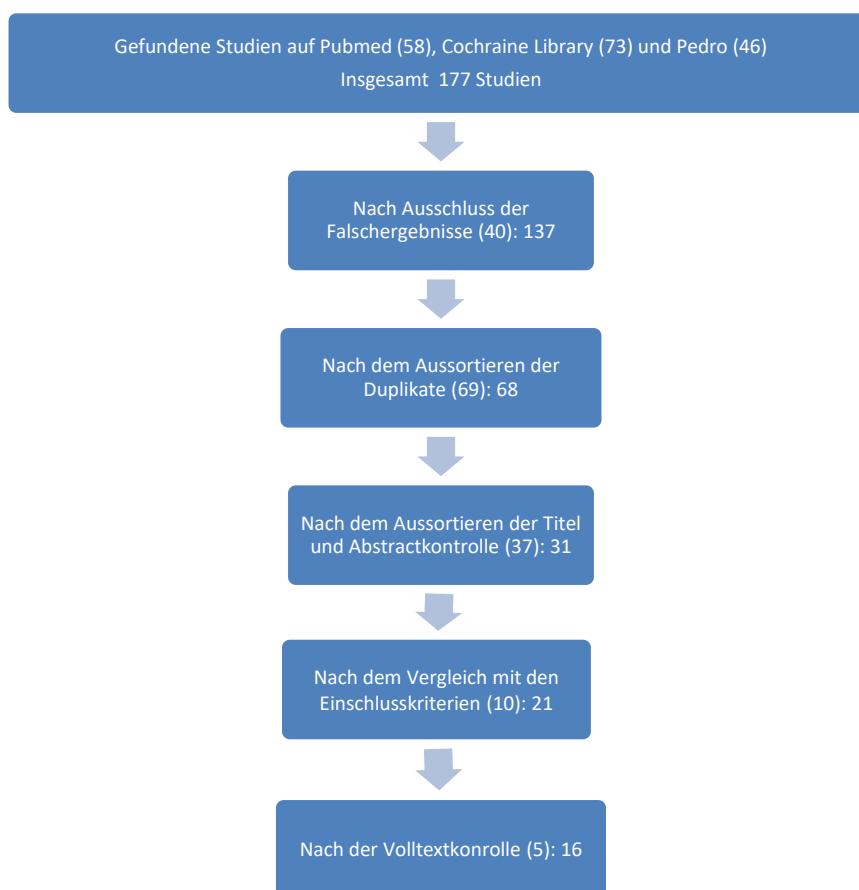


Abb. 2 Verlauf des Suchprozesses

Während der Recherche wurden unter Berücksichtigung der Schlüsselwörter 173 Studien zu dem Thema RAGT ausfindig gemacht. Nach dem Aussortieren der Falschergebnisse (40), der Duplikate (69) und der Titel sowie Abstractkontrolle (37) wurden 31 Studien mit den Einschlusskriterien verglichen, wobei zehn Studien diesen nicht entsprachen. Nach der Volltextkontrolle, bei welcher fünf Studien als Volltext nicht gefunden wurden, wurden somit 16 Studien in die Arbeit aufgenommen.

2.2 Einschlusskriterien für Robot-Assisted Gait Training

Die Einschlusskriterien für diese Studie waren ausschließlich randomisiert kontrollierte Studien, in deutscher oder englischer Sprache. Um die Aktualität der Studien zu gewährleisten, wurden nur Studien ab dem Erscheinungsjahr 2000 verwendet. Die Behandlungen mussten in einem Mindestzeitraum von vier Wochen durchgeführt worden sein. Die gewählte Intervention war ein RAGT, welche mit einer konventionellen physiotherapeutischen Behandlung verglichen wurde. Der Ablauf der Therapie und die Anwendung der Intervention mussten genau beschrieben werden und die Ergebnisse der Messungen mussten vorhanden sein. Die Studien mussten ein Rehabilitationsprogramm für PatientInnen mit einer neurologischen Erkrankung bzw. mit neurologischen Symptomen beinhalten. Beispiele hierfür stellen u.a. MP, MS, Schlaganfall und QL dar.

2.3 Überprüfung der Studienqualität

Um die Studien qualitativ zu beurteilen, wurde eine Beurteilung mittels der Pedro-Skala durchgeführt. Die Pedro-Skala wird bei physiotherapeutischen Untersuchungen angewendet, um die methodische Qualität anhand von elf Kriterien zu untersuchen (Maher, Sherrington, Herbert, Moseley, & Elkins, 2003). Dennoch wird mit der Pedro-Skala nicht die Validität der Schlussfolgerungen bzw. der Behandlungseffekt einer Studie bewertet. Für die Literaturrecherche wurde Kriterium 1 bei der Berechnung nicht inkludiert, daher liegt die höchst erreichbare Punkteanzahl bei zehn Punkten. Die Pedro-Skala wurde in der deutschen Version verwendet und ist im Anhang vorzufinden.

3 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Charakteristika der Studien, deren Ein- und Ausschlusskriterien sowie die Ergebnisse der Literaturrecherche dargestellt. Die eingeschlossenen Studien wurden analysiert, charakterisiert und darauf folgend miteinander verglichen.

3.1 Charakteristika der Studien

Die Studie mit der kleinsten ProbandInnenanzahl betrug neun (Labruyère & van Hedel, 2014) und die mit der Größten berief sich auf 66 (Picelli u. a., 2015). Das Durchschnittsalter der ProbandInnen lag zwischen 48,43 (Pompa u. a., 2017) und 72 (Taveggia u. a., 2016) Jahren. Von den eingeschlossenen Studien befasste sich eine mit Querschnittslähmung (Labruyère & van Hedel, 2014), fünf mit Multipler Sklerose (Straudi u. a., 2013; Pompa u. a., 2017; Schwartz u. a., 2012; Straudi u. a., 2016; Gandolfi u. a., 2014), sechs mit Morbus Parkinson (Galli u. a., 2016; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012; Sale u. a., 2013; Picelli u. a., 2015; Picelli u. a., 2013) und vier mit SchlaganfallpatientInnen (Fisher, Lucas, & Thrasher, 2011; Ochi, Wada, Saeki, & Hachisuka, 2015; Taveggia u. a., 2016; Bang & Shin, 2016). In den Studien wurden verschiedene Systeme verwendet, um die Interventionsgruppe zu behandeln. Sechs Studien verwendeten den Lokomat (Labruyère & van Hedel, 2014; Straudi u. a., 2013; Schwartz u. a., 2012; Straudi u. a., 2016; Taveggia u. a., 2016; Bang & Shin, 2016), fünf den Gait Trainer GT I (Gandolfi u. a., 2014; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012; Picelli u. a., 2015; Picelli u. a., 2013; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012), zwei das G-EO System (Sale u. a., 2013; Galli u. a., 2016), eine den Autoambulator (Fisher u. a., 2011), eine das Gar System (Ochi u. a., 2015) und eine den Gait Trainer GT II (Pompa u. a., 2017). Die drei häufigsten Evaluierungsmethoden waren in sieben Studien der 10 Meter Walking Test (10MWT) zur Bewertung der Ganggeschwindigkeit (Labruyère & van Hedel, 2014; Schwartz u. a., 2012; Straudi u. a., 2016; Picelli u. a., 2013; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012; Ochi u. a., 2015; Taveggia u. a., 2016), in sechs der 6 Minute Walking Test (6MWT) zur Bewertung der Gangausdauer (Straudi u. a., 2013; Schwartz u. a., 2012; Straudi u. a., 2016; Picelli u. a., 2013; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012; Taveggia u. a., 2016) und in vier die Berg Balance Scale (BBS), welche der Bewertung der Balance von PatientInnen dient (Gandolfi u. a., 2014; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012; Picelli u. a., 2015; Bang & Shin, 2016). Von 16 Studien kam es bei sieben zu Studienausfällen. Bei vier Studien wurde berichtet, dass die Studienausfallrate unter 15% lag (Straudi u. a., 2013; Pompa u. a., 2017; Picelli, Melotti, Origano, Waldner,

Gimigliano, u. a., 2012; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012) und bei zwei Studien lag die Ausfallrate unter 20% (Straudi u. a., 2016; Gandolfi u. a., 2014). Die Studie von Schwartz u. a. (2012) hatte als einzige Studie eine Ausfallrate über 20%, denn diese verlor in dessen Verlauf 43,75% der ProbandInnen. In den eingeschlossenen Studien wurden die PatientInnen, je nach Studie, mit neun unterschiedlichen konservativen Therapiemethoden behandelt (wobei auch mehrere konventionelle Therapiemethoden miteinander kombiniert wurden): In sechs Studien wurden die PatientInnen mit einem Balancetraining behandelt (Straudi u. a., 2013; Pompa u. a., 2017; Schwartz u. a., 2012; Straudi u. a., 2016; Gandolfi u. a., 2014; Picelli u. a., 2015), in sechs mit Gangübungen (Straudi u. a., 2013; Pompa u. a., 2017; Schwartz u. a., 2012; Straudi u. a., 2016; Fisher u. a., 2011; Ochi u. a., 2015), in fünf mit einem Krafttraining (Labruière & van Hedel, 2014; Straudi u. a., 2013; Straudi u. a., 2016; Fisher u. a., 2011; Taveggia u. a., 2016), in fünf mit Dehnungsübungen (Straudi u. a., 2013; Straudi u. a., 2016; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012; Fisher u. a., 2011; Bang & Shin, 2016), in vier mit einem Koordinationstraining (Straudi u. a., 2013; Pompa u. a., 2017; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012; Straudi u. a., 2016), in vier mit einem Laufbandtraining (Sale u. a., 2013; Galli u. a., 2016; Bang & Shin, 2016; Picelli u. a., 2013), in zwei mit aktiven Mobilisationsübungen (Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012), in zwei mit PNF (Picelli u. a., 2013; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012), in einer mit Übungen für die Rumpf-, Becken- und Beinkontrolle (Pompa u. a., 2017), in einer mit Haltungsschulung im Stand (Taveggia u. a., 2016), in einer mit Wiederherstellungsübungen (Taveggia u. a., 2016) und in einer mit einem Transfertraining (Schwartz u. a., 2012). Des Weiteren erhielten bei drei Studien beide Untersuchungsgruppen – zusätzlich zur konventionellen Therapie bzw. RAGT - eine weitere physiotherapeutische Behandlung. So bekamen beide Gruppen in der Studie von Pompa u. a. (2017) zusätzlich zwei Stunden Physiotherapie, bestehend aus aktiver und passiver Mobilisation, Krafttraining, Handfunktionsübungen, Transfer- und Balanceübungen. In der Studie von Ochi u. a. (2015) bekamen beide Gruppen 60 Minuten Physiotherapie, welche aus Mobilisations-, Kraft- und Gangübungen, dem Transfer vom Sitz in den Stand und dem Üben von alltäglichen Aktivitäten bestand. Bei der Studie von Taveggia u. a. (2016) erhielten die zwei Gruppen ergänzend eine 60 minütige konventionelle Gangtherapie nach Bobath. Bei zwei Studien bekamen die ProbandInnen der Interventionsgruppe zusätzlich zum RAGT Physiotherapie. In der Studie von Gandolfi u. a. (2014) bekam die Interventionsgruppe zehn Minuten Mobilisations- und Dehnungsübungen an den UE, welche in die RAGT Einheit inkludiert wurden. Um auf

dieselbe Trainingszeit wie die Kontrollgruppe zu kommen erhielt die Interventionsgruppe von Fisher u. a. (2011) zusätzlich zu den 30 Minuten RAGT eine physiotherapeutische Behandlung genauso wie die Kontrollgruppe, welche Kraft- und Dehnungsübungen der betroffenen UE und Gangtraining beinhaltete. Die Studie von Labruyère & van Hedel (2014) war die Einzige, bei der nach vier Wochen die Interventionsgruppe und die Kontrollgruppe die Behandlungsmethode tauschten.

3.1.1 Einschlusskriterien

Folgende Kriterien wurden für den Einschluss der ProbandInnen verwendet:

Bei neun Studien war das Alter für die Aufnahme relevant (Labruyère & van Hedel, 2014; Straudi u. a., 2013; Pompa u. a., 2017; Straudi u. a., 2016; Gandolfi u. a., 2014; Sale u. a., 2013; Galli u. a., 2016; Fisher u. a., 2011; Ochi u. a., 2015). Die größte Altersspanne war als 18 Jahre und älter angegeben (Straudi u. a., 2013; Straudi u. a., 2016). Die geringste Altersspanne war zwischen 30 und 60 Jahren (Gandolfi u. a., 2014). Das Mindestalter, welches man erreichen musste, um an einer Studie teilzunehmen, betrug 40 Jahre (Ochi u. a., 2015) und das Höchstalter, um noch teilnehmen zu dürfen, lag bei 60 Jahren (Gandolfi u. a., 2014). Acht Studien hatten den Mini Mental State Examination Score (MMSES), welcher kognitive Defizite misst, als Einschlusskriterium. Bei fünf Studien musste der MMSES größer gleich 24 sein (Pompa u. a., 2017; Gandolfi u. a., 2014; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012; Bang & Shin, 2016) und bei zwei Studien mussten die PatientInnen eine Punkteanzahl von über 24 erreichen (Picelli u. a., 2013; Picelli u. a., 2015). Bei Labruyère & van Hedel (2014) sollte der MMSES größer gleich 26 sein, um die verbalen Instruktionen der Therapeuten verstehen zu können. Bei fünf Studien wurde die Expanded Disability Status Scale herangezogen um zu entscheiden, ob die PatientInnen an der Studie teilnehmen durften (Straudi u. a., 2013; Pompa u. a., 2017; Schwartz u. a., 2012; Gandolfi u. a., 2014; Straudi u. a., 2016). Die niedrigste Punkteanzahl, welche die PatientInnen erreichen durften, betrug 1,5 (Gandolfi u. a., 2014) und die höchste 7,5 (Pompa u. a., 2017). Das Hohn und Yahr Stadium, welches den Schweregrad von MP PatientInnen bewertet, wurde bei vier Studien für die Einschlusskriterien verwendet (Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012; Picelli u. a., 2015; Picelli u. a., 2013). Das niedrigste Stadium, welches erreicht werden durfte war 2,5 (Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012) und das höchste lag bei 4 (Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012). In drei Studien wurde darauf geachtet, dass die PatientInnen keine weiteren neurologischen oder

orthopädischen Erkrankungen haben (Sale u. a., 2013; Galli u. a., 2016), wobei bei Gandolfi u. a. (2014) betont wurde, dass diese den Gang nicht behindern sollten.

Labruyère & van Hedel (2014) achteten darauf, dass die QL länger als ein Jahr her ist und diese sensomotorisch inkomplett zwischen C4 bis Th11 lag. Bei vier Studien war die Teilnahme von der MS-Erkrankung abhängig. So musste bei der Studie von Schwartz u. a. (2012) die MS chronisch voranschreiten. In der Studie von Straudi u. a. (2016) wurde die Diagnose primäre oder sekundäre progressive MS nach den McDonaldkriterien verlangt. Dahingegen reichten Pompa u. a. (2017) die Diagnose MS nach den McDonaldkriterien sowie nur MS bei Straudi u. a. (2013). Des Weiteren durfte es bei Straudi u. a. (2013) keinen Schub in den letzten sechs Monaten und bei Schwartz u. a. (2012) keinen Schub in den letzten drei Monaten gegeben haben. In sechs Studien mussten die PatientInnen an MP erkrankt sein. Allerdings sollten bei vier Studien die PatientInnen eine idiopathischen MP Erkrankung nach den UK Brain Bank Criteria haben (Picelli u. a., 2013; Sale u. a., 2013; Galli u. a., 2016; Picelli u. a., 2015), bei der Studie von Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a. (2012) sollten die PatientInnen an einem idiopathischen MP erkrankt sein und bei der Studie von Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a. (2012) reichte die Diagnose MP. Die Studien von Sale u. a., (2013) und Galli u. a. (2016) hatten als Einschlusskriterium, dass die PatientInnen die Fähigkeit hatten mit keinerlei oder nur geringer Hilfe 25 Fuß zu gehen. In der Studie von Bang & Shin (2016) mussten die PatientInnen selbstständig für zehn Meter gehen können. Bei der Studie von Gandolfi u. a. (2014) mussten die PatientInnen zu mindestens für 15 Meter unabhängig gehen und mindestens eine Minute ohne Hilfestellungen stehen können. Die Studien von und Bang & Shin (2016) verlangten, dass der Schlaganfall länger als sechs Monate zurücklag. Dahingegen verlangte Taveggia u. a. (2016), dass der Schlaganfall nicht länger als sechs Monate zurücklag. Bei der Studie von Ochi u. a. (2015) sollte dies der erste Schlaganfall gewesen sein, nicht mehr als fünf Wochen zurückgelegen haben und eine unilaterale zerebrale hemiparetische Läsion erwiesen mittels CT/MRT vorhanden sein. Des Weiteren musste eine Einverständniserklärung von den PatientInnen für das RAGT vorliegen, die PatientInnen vor dem SA gehfähig gewesen sein und sie mussten ernsthafte Lähmungen der UE der Stufe drei oder weniger nach der Brunnstrom's Recovery Stage haben. Bei zwei Studien mussten die PatientInnen in ihrer Fähigkeit gehen zu können eingeschränkt gewesen sein, wobei bei der Studie von Ochi u. a. (2015) die Functional Ambulation Classification (FAC) Punkteanzahl bei 2 und darunter liegen durfte und bei der Studie von Taveggia u. a. (2016) dieser unter 4 liegen musste. Bang & Shin (2016) verlangten, dass eine klinische und geschichtliche Dokumentation des SA vorhanden war,

die Ganggeschwindigkeit über 0.4m/s betrug und es keine früheren Interventionen bezüglich des Gangs gab.

Folgende Tabelle fasst die wichtigsten Einschlusskriterien strukturiert zusammen:

Tab. 2 Wichtigste Einschlusskriterien

Einschlusskriterien	Anzahl der Studien	Ausprägung der Einschlusskriterien	Studien
Alter	9	18+, davon geringste Altersspanne 30-60 Jahre	Labrüyère & van Hedel, 2014; Straudi u. a., 2013; Pompa u. a., 2017; Straudi u. a., 2016; Gandolfi u. a., 2014; Sale u. a., 2013; Galli u. a., 2016; Fisher u. a., 2011; Ochi u. a., 2015
Mini Mental State Examination Score (Feststellung kognitiver Defizite)	8	> 24 bzw. > 26	Pompa u. a., 2017; Gandolfi u. a., 2014; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012; Bang & Shin, 2016; Picelli u. a., 2013; Picelli u. a., 2015; Labrüyère & van Hedel 2014
Expanded Disability Status Scale (Schweregrad der Beeinträchtigung bei Multiple Sklerose PatientInnen)	5	1,5 bis 7,5 Punkte	(Straudi u. a., 2013; Pompa u. a., 2017; Schwartz u. a., 2012; Gandolfi u. a., 2014; Straudi u. a., 2016)
Hohn und Yahr (Schweregrade der Krankheit bei Morbus Parkinson PatientInnen)	4	Stadium 2,5 bis 4	(Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012; Picelli u. a., 2015; Picelli u. a., 2013)
Weitere neurologische oder orthopädische Beschwerden	3	keine	Sale u. a., 2013; Galli u. a., 2016; Gandolfi u. a. 2014
Functional Ambulation Classification (Bewertung der Gangfähigkeiten)	2	< 2 oder < 4	Ochi u. a. 2015; Taveggia u. a. 2016
Art der Erkrankung			
Multiple Sklerose	4	Diagnose MS, chronische MS, primär oder sekundär voranschreitende MS	Schwartz u. a. 2012; Pompa u. a. 2017; Straudi u. a. 2013; Straudi u. a. 2016
Morbus Parkinson	6	Diagnose MP oder idiopathische MP	Picelli u. a., 2013; Sale u. a., 2013; Galli u. a., 2016; Picelli u. a., 2015; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a. 2012; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a. 2012
Schlaganfall	3	länger als 6 Monate her, nicht länger als 6 Monate her oder Schlaganfall nicht länger als 5 Wochen her	Bang & Shin 2016; Taveggia u. a. 2016; Ochi u. a. 2015
Querschnittslähmung	1	länger als 1 Jahr her und sensomotorisch inkomplett zwischen C4 bis TH11	Labrüyère & van Hedel 2014

3.1.2 Ausschlusskriterien

Folgende Kriterien wurden für den Ausschluss der ProbandInnen verwendet:

Bei acht Studien wurden die PatientInnen ausgeschlossen, wenn sie eine weitere neurologische Krankheit hatten (Labrüyère & van Hedel, 2014; Straudi u. a., 2016; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012; Taveggia u. a., 2016), wobei bei drei dies nur auf die UE bezogen war (Picelli u. a., 2013; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012; Picelli u. a., 2015) und bei einer diese den Gang nicht beeinträchtigen durfte (Pompa u. a., 2017). Bei sieben Studien wurden die PatientInnen ausgeschlossen, wenn sie eine weitere orthopädische Krankheit hatten (Labrüyère & van Hedel, 2014; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012; Fisher u. a., 2011), wobei bei drei dies nur auf die UE bezogen war (Picelli u. a., 2013; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012; Picelli u. a., 2015) und bei einer diese den Gang nicht beeinträchtigen durfte (Pompa u. a., 2017). Bei sieben Studien wurden die PatientInnen exkludiert, wenn sie eine zusätzliche kardiovaskuläre Krankheit hatten (Picelli u. a., 2013; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a.,

2012; Picelli u. a., 2015; Fisher u. a., 2011; Ochi u. a., 2015; Taveggia u. a., 2016), bei drei Studien wurden die PatientInnen ausgeschlossen, wenn sie eine psychologische Erkrankung hatten (Labruyère & van Hedel, 2014; Pompa u. a., 2017; Taveggia u. a., 2016). In der Studie von Straudi u. a. (2013) war es ein Ausschlusskriterium, wenn die PatientInnen an einer zusätzlichen Krankheit litten, welche die motorische Funktion beeinträchtigte. Die Anwesenheit von Komorbidität oder Einschränkungen abgesehen von einem Schlaganfall, welche das Gangtraining verhindern würde, war bei Bang & Shin (2016) ein Ausschlusskriterium sowie jeder unkontrollierte Gesundheitszustand, bei welchem das Trainieren kontraindiziert war. Veränderungen der Medikation bzw. der Behandlung bezogen auf die Grunderkrankung war bei sechs Studien ein Ausschlusskriterium (Pompa u. a., 2017; Gandolfi u. a., 2014; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012; Picelli u. a., 2015; Picelli u. a., 2013). Ernstere Dyskinesien, Fluktuationen der On/Off Phase des MP, sensorischen Störungen der UE, vestibuläre Störungen oder paroxysmalen Vertigo waren bei vier Studien Ausschlusskriterien (Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012; Picelli u. a., 2015; Picelli u. a., 2013). Bei der Studie von Sale u. a. (2013) und Galli u. a. (2016) waren das Nichtverstehen der Instruktionen, primär an den Rollstuhl gebundene PatientInnen, chronischer Missbrauch von Drogen und Alkohol, aktive Depressionen, Angst und Psychosen, welche den Einsatz der Ausrüstung und die Testungen verhindern könnten, eine atypische Parkinson Erkrankung und tiefe Hirnstimulationsimplantationen Kriterien für den Ausschluss. Bei Labruyère & van Hedel (2014) durften keine Kontraindikationen für den Lokomat laut Bedienungsanleitung und Verletzungen, welche das Training limitieren vorhanden sein. Ein Schub der MS-Erkrankung einen Monat vor der Einschreibung, eine Punkteanzahl von über 3 bei der Modified Ashworth Scale und Botulintoxininjektionen drei Monate zuvor waren bei Pompa u. a. (2017) Exklusionskriterien. Ein MMSES unter 24 waren bei Straudi u. a. (2013) und Straudi u. a. (2016) ein Ausschlusskriterium. Des Weiteren wurden bei Straudi u. a. (2016) PatientInnen ausgeschlossen, wenn diese sich in einer schweren medizinischen Kondition befanden. Bei der Studie von Gandolfi u. a. (2014) durften die MS PatientInnen einen Monat vor dem Rekrutieren nicht rehabilitiert werden, keinen Schub innerhalb der drei Monate vor dem Rekrutieren haben, nicht an einem paroxysmalen Vertigo leiden und keine Botulintoxin Injektionen in die UE innerhalb der letzten zwölf Wochen bekommen haben. Eine instabile Angina Pectorales, welche Medikamente benötigte, eine Implantation von einer Intrathekalen Baclofen Pumpe in den letzten sechs Wochen, Hinweise auf aktive Infektionen, muskuläre Erkrankungen, welche die Bewegung einschränkten, ein

Gewicht von über 135kg, kognitive Einschränkungen und Demenz, welche eine bedeutende Kommunikation nicht ermöglichen, und Schwangerschaft waren bei Fisher u. a. (2011) Ausschlusskriterien. Wenn die PatientInnen eine Größe unter 145cm oder über 180cm hatten, mehr als 100kg wogen, es schwere Bewegungslimitationen der UE gab, Kommunikationsschwierigkeiten vorhanden waren und zusätzlich renale, respiratorische und muskuloskelettale Erkrankungen vorlagen, wurden die PatientInnen in der Studie von Ochi u. a., 2015 ausgeschlossen. Bei Taveggia u. a. (2016) waren ernste visuelle und auditive Schäden Exklusionskriterien. In der Studie von Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a. (2012) wurden die PatientInnen ausgeschlossen, wenn sie Hilfsmittel brauchten um aus dem Bett oder Stuhl zu kommen.

Folgende Tabelle fasst die wichtigsten Ausschlusskriterien strukturiert zusammen:

Tab. 3 Wichtigste Ausschlusskriterien

Ausschlusskriterien	Anzahl der Studien	Ausprägungen der Ausschlusskriterien	Studien
Weitere neurologische Krankheiten	8	bei unteren Extremitäten oder den Gang nicht beeinträchtigend	Labruière & van Hedel, 2014; Straudi u. a., 2016; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012; Taveggia u. a., 2016
Weitere orthopädische Krankheiten	7	bezogen auf untere Extremitäten oder den Gang nicht beeinträchtigend	Labruière & van Hedel, 2014; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012; Fisher u. a., 2011
Weitere kardiovaskuläre Erkrankungen	7	keine	Picelli u. a., 2013; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012; Picelli u. a., 2015; Fisher u. a., 2011; Ochi u. a., 2015; Taveggia u. a., 2016
Psychologische Erkrankungen	3	keine	Labruière & van Hedel, 2014; Pompa u. a., 2017; Taveggia u. a., 2016
Veränderung der Medikation bzw. der Behandlung bezüglich der Grunderkrankung	6	keine	Pompa u. a., 2017; Gandolfi u. a., 2014; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012; Picelli u. a., 2015; Picelli u. a., 2013
Mini Mental State Examination Score (Feststellung kognitiver Defizite)	2	< 24	Straudi u. a. 2013; Straudi u. a. 2016

3.2 Ergebnisse der Studien

Die Charakteristika der Interventionen und Studien sowie deren Ergebnisse sind in der Tabelle 4 beschrieben: Sieben Studien konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen Interventions- und Kontrollgruppe in den primären Ergebnissen feststellen. Von diesen Studien wurden in einer QuerschnittspatientInnen (Labruière & van Hedel, 2014), in drei Multiple Sklerose PatientInnen (Pompa u. a., 2017; Gandolfi u. a., 2014; Schwartz u. a., 2012), in zwei Morbus Parkinson PatientInnen (Sale u. a., 2013; Picelli u. a., 2015) und in einer SchlaganfallpatientInnen behandelt (Fisher u. a., 2011). In sieben Studien gab es signifikante Unterschiede, welche veranschaulichten, dass die Interventionsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe bessere primäre Ergebnisse erzielte. Von diesen sieben Studien bezogen sich zwei Studien auf Multiple Sklerose, wobei die Interventionsgruppe in der Studie von Straudi u. a. (2013) eine vergrößerte Schrittlänge, eine höhere Ganggeschwindigkeit und Ausdauer zeigte. In einer später erfolgten Studie von Straudi u. a.

(2016) zeigte die Interventionsgruppe bessere Ergebnisse in der Ausdauer (6MWT). Drei Studien beschäftigten sich mit Morbus Parkinson, von denen in zwei Studien die Interventionsgruppen bessere Ergebnisse in der Ganggeschwindigkeit (10MWT) und in der Gangausdauer (6MWT) im Vergleich mit der Kontrollgruppe zeigten (Picelli u. a., 2013; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012) und bei einer Studie die Interventionsgruppe bessere Ergebnisse in der BBS und im Nutt's Rating zustande brachte (Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012). Zwei Studien untersuchten den Schlaganfall, wobei die Interventionsgruppe in der Studie von Ochi, Wada, Saeki, & Hachisuka, (2015) Verbesserungen in der FAC zeigten und die Interventionsgruppe von Bang & Shin, 2016 bessere Ergebnisse in Ganggeschwindigkeit, Rhythmus, Schrittlänge, beidbeiniger Belastung, der BBS und dem Activities-specific Balance Confidence Score erreichte.

Bei zwei Studien konnten signifikante Unterschiede festgestellt werden, wobei sowohl die Interventionsgruppe als auch die Kontrollgruppe in unterschiedlichen Bereichen Verbesserungen gegenüber der jeweils anderen Gruppe erzielte. In einer dieser Studien, welche sich auf die Parkinson Erkrankung bezog, zeigten ProbandInnen der Interventionsgruppe Verbesserungen in der Ganggeschwindigkeit, im Rhythmus, in der Schiefheit des Beckens und der Hüft Ab- und Adduktion, während ProbandInnen der Kontrollgruppe Verbesserungen in der Größe der Schrittlänge zeigten (Galli u. a., 2016). In der anderen Studie wurden SchlaganfallpatientInnen untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass die Interventionsgruppe bessere Ergebnisse in der Ganggeschwindigkeit (10MWT) und die Kontrollgruppe bessere Ergebnisse in der Gangausdauer (6MWT) erreichte (Taveggia u. a., 2016).

Tab. 4: Darstellung der Charakteristika der eingeschlossenen Studien

Autor, Jahr	Krankheit	Anzahl der Teilnehmer 1) Beginn/Ende 2) Intervention/Kontrolle	Altersdurchschnitt	Intervention	Anzahl der Einheiten	Kontrollgruppe	Evaluierung der primären Ergebnisse	Institution	PEDro	Ergebnis des Gruppenvergleichs
Labruvère u.a., 2014	Querschnittslähmung	1) 9/9 2) 5/4	59	1) RAGT im Lokomat 2) Krafttraining	16 Einheiten (45min) über 4 Wochen, gefolgt von 16 Einheiten (45min) von Krafttraining über 4 Wochen Gruppentausch	1) Krafttraining bestehend aus 15 minütigem Dehnen der UE und des Rumpfes, mit folgendem Krafttraining der UE, optional gab es in den Einheiten Gang-, Koordinations- und Balanceübungen	10 Meter Walking Test	Querschnittszentrum, Universitätsspital	6	Keine signifikanten Unterschiede
Straudi u.a., 2013	Multiple Sklerose	1) 18/16 2) 9/9	55.3	RAGT im Lokomat	12 Einheiten (1Std) über 6 Wochen (2 Einheiten pro Woche)	Konventionelle Physiotherapie bestehend aus 15 minütigem Dehnen der UE und des Rumpfes, mit folgendem Krafttraining der UE, optional gab es in den Einheiten Gang-, Koordinations- und Balanceübungen	6 Minute Walking Test, Timed up and go Test, Ganganalyse,	Universitätsspital	5	RAGT führte zu vergrößerter Schrittlänge, einer höheren Ganggeschwindigkeit und Ausdauer
Pompa u.a., 2017	Multiple Sklerose	1) 50/43 2) 25/25	48.43	RAGT im Gait Trainer GT II	12 Einheiten (40 min) über 4 Wochen (3 Einheiten pro Woche), zusätzlich bekamen beide Gruppen jeden Tag 2 Stunden Physiotherapie (aktive/ passive Mobilisation, Krafttraining, Handfunktionsübungen, Transfer, Balanceübungen)	Übungen, welche den Patienten auf das Gehen vorbereiten wie z.B. Balance- und Koordinationsübungen, Übungen für die Kontrolle des Rumpfes, des Beckens und der UE und anschließend Gangübungen	2 Minute Walking Test, Gangfähigkeit mittels der Functional Ambulatory Category	Institut für Forschung und Gesundheitspflege	8	Keine signifikanten Unterschiede
Schwartz u.a., 2012	Multiple Sklerose	1) 32/18 2) 15/17	48.65	RAGT im Lokomat	2-3 Einheiten (30 Min+15 min Vorbereitung in der Interventionsgruppe) pro Woche für 4 Wochen	Konventionelle Physiotherapie bestehend aus dynamischen Balance- und Gangübungen, Übungen vom Sitzen in den Stand, Gangschulung	10 Meter Walking Test, 6 Minute Walking Test, Timed up and go Test	Medizinisches Zentrum	7	Keine signifikanten Unterschiede
Straudi u.a., 2016	Multiple Sklerose	1) 58/48 2) 30/28	53.15	1 Stunde RAGT im Lokomat	12 Einheiten (1 Stunde) über 6 Wochen (2 Einheiten pro Woche)	Konventionelle Physiotherapie bestehend aus 15 minütigem Dehnen der UE und des Rumpfes, 10 minütiges Krafttraining der UE und Bewegungskoordinationen-, Gang- und Balanceübungen für 30 Minuten	10 Meter Walking Test, 6 Minute Walking Test	Universitätsspital, Behandlungszentrum	6	RAGT führte zu besseren Ergebnissen in der Ausdauer

Autor, Jahr	Krankheit	Anzahl der Teilnehmer 1) Beginn/Ende 2) Intervention/Kontrolle	Alters- durch- schnitt	Intervention	Anzahl der Einheiten	Kontrollgruppe	Evaluierung der primären Ergebnisse	Institution	PEDro	Ergebnis des Gruppen- vergleichs
Gandolfi u.a., 2014	Multiple Sklerose	1) 26/22 2) 14/12	50.47	40 Minuten RAGT im Gait Trainer GT I, 10 Minuten Mobilisations- und Dehnungsübungen an den UE	12 Einheiten (50 min) über 6 Wochen, 2 Einheiten pro Woche	Sensorisches Integrationsbalance Training in 3 verschieden Schweregraden (Freie Sicht, Tragen einer Maske, Tragen eines Helms)	Ganggeschwin- digkeit gemessen mit dem GAITRite- system, Berg Balance Scale	Neurologische Rehabilitations- einheit des Universitäts- spitals	6	Keine signifikanten Unterschiede
Picelli u.a., 2013	Morbus Parkinson	1) 60/60 2) 20/20/20 (2 Kontrollgruppen)	68.28	RAGT im Gait Trainer GT I	12 Einheiten (45 Minuten) für 4 Wochen (3 Einheiten pro Woche)	Eine Kontrollgruppe erhielt ein Laufbandtraining, die andere Physiotherapie bestehend aus PNF mit dem Becken als Schlüsselpunkt	10 Meter Walking Test, 6 Minute Walking Test	Neurorehabilita- tionseinheit des Universitäts- spitals	7	Bessere Ergebnisse in der Gangge- schwindigkeit (10MWT) und in der Gangausdauer (6MWT)
Picelli u.a., 2012	Morbus Parkinson	1) 34/31 2) 17/17	68.3	RAGT im Gait Trainer GT I	12 Einheiten (40 Minuten) für 4 Wochen (3 Einheiten pro Woche)	Konventionelle Physiotherapie bestehend aus aktiven Mobilisations-, Dehnungs- und Koordinationsübungen	Berg Balance Scale, Nutt's rating	Neurologische Rehabilitations- einheit des Universitäts- spitals	6	Bessere Ergebnisse in der Berg Balance Scale (BBS) und im Nutt's Rating
Picelli u.a., 2012	Morbus Parkinson	1) 41/36 2) 21/20	68.4	RAGT im Gait Trainer GT I	12 Einheiten (45 Minuten) für 4 Wochen (3 Einheiten pro Woche)	Konventionelle Physiotherapie bestehend aus aktiven Mobilisationsübungen der UE, Gangübungen mittels PNF mit dem Becken als Schlüsselpunkt	10 Meter Walking Test, 6 Minute Walking Test	Neurologische Rehabilitations- einheit des Universitäts- spitals	7	bessere Ergebnisse in der Ganggeschwindigkeit (10MWT) und in der Gangausdauer (6MWT)
Sale u.a., 2013	Morbus Parkinson	1) 20/20 2) 10/10	69.35	RAGT im GEO System Device	20 Einheiten (45 Minuten) für 4 Wochen (5 Einheiten pro Woche), zusätzlich erhielten beide Gruppe täglich noch 2 Stunden und 15 Minuten Therapie für die OE bezogen auf die Geschicklichkeit und neuropsychologische Behandlung	Laufbandtraining	Ganggeschwindigkeit	Rehabilitations- zentrum	8	Keine signifikanten Unterschiede

Autor, Jahr	Krankheit	Anzahl der Teilnehmer 1) Beginn/Ende 2) Intervention/Kontrolle	Altersdurchschnitt	Intervention	Anzahl der Einheiten	Kontrollgruppe	Evaluierung der primären Ergebnisse	Institution	PEDro	Ergebnis des Gruppenvergleichs
Galli u.a. 2016	Morbus Parkinson	1) 50/50 2) 25/25	67.6	RAGT im GEO System Device	20 Einheiten (45 Minuten) für 4 Wochen (5 Einheiten pro Woche), zusätzlich erhielten beide Gruppe täglich noch 2 Stunden und 15 Minuten Therapie für die OE bezogen auf die Geschicklichkeit und neuropsychologische Behandlung	Laufbandtraining	Beurteilung mittels ELITE2002	Rehabilitationszentrum	8	Signifikante Verbesserungen bei beiden Gruppen in unterschiedlichen Bereichen
Picelli u.a. 2015	Morbus Parkinson	1) 66/66 2) 33/33	68.95	RAGT im Gait Trainer GT 1	12 Einheiten (45 Minuten) für 4 Wochen (3 Einheiten pro Woche)	Balancetraining bestehend aus 3 Teilen: 1) 10 Minuten trainieren der posturalen Kontrolle mittels eigener Destabilisierung 2) 10 Minuten trainieren mit externer Destabilisierung 3) posturaler Ausgleich während Koordinations- und Geschicklichkeitsübungen in Kombination und Destabilisierungsaktivitäten während dem Gehen	Berg Balance Scale	Universitätsspital	8	Keine signifikanten Unterschiede
Fisher u.a. 2011	Schlaganfall	1) 20/20 2) 10/10	60	30 Minuten RAGT im AutoAmbulator, 30 Minuten Physiotherapie wie in der Kontrollgruppe	24 Einheiten (1Stunde) in 6-8 Wochen (3-5 Einheiten pro Woche)	1 Stunde Kraft- und Dehnungsübungen der betroffenen UE und Gangtraining	8 Meter Walking Test, 3 Minute Walking Test, Tinetti balance assessment	Rehabilitations-spital	5	Keine signifikanten Unterschiede

Autor, Jahr	Krankheit	Anzahl der Teilnehmer 1) Beginn/Ende 2) Intervention/Kontrolle	Alters- durch- schnitt	Intervention	Anzahl der Einheiten	Kontrollgruppe	Evaluierung der primären Ergebnisse	Institution	PEDro	Ergebnis des Gruppen- vergleichs
Ochi u.a., 2015	Schlaganfall	1) 26/26 2) 13/13	63.65	20 Minuten RAGT im Gar System	20 Einheiten (80 Minuten) für 4 Wochen (5 Einheiten pro Woche), zusätzlich bekamen beide Gruppen 60 Minuten konventionelle Physiotherapie bestehend aus Mobilisations-, Kraft- und Gangübungen, Transfer vom Sitz in den Stand und Trainieren von alltäglichen Aktivitäten	20 Minuten konventionelle Gangtherapie	Fugl-Meyer Beurteilung, Muskel Drehmoment, Gangfähigkeit mittels der Functional Ambulation Classification, 10 Meter Walking Test, Functional Independence Measure	Akutkrankenhaus	6	Verbesserungen in der FAC
Tavaglia u.a., 2016	Schlaganfall	1) 28/28 2) 13/15	72	30 Minuten RAGT im Lokomat	25 Einheiten (90 Minuten) für 5 Wochen (5 Einheiten pro Woche), zusätzlich bekamen beide Gruppen 60 Minuten konventionelle und Haltungsschulung im Stand und Gangtherapie nach Bobath	30 Minuten Übungen für die Verbesserung des Gangs wie z.B. Krafttraining der UE und Haltungsschulung im Stand und Wiederherstellungsüb- ungen	10 Meter Walking Test, 6 Minute Walking Test	Postakutes physikalisches und rehabilitations- medizinisches Spital	7	Signifikante Verbesserungen bei beiden Gruppen in unterschiedlichen Bereichen
Bang et Shin, 2016	Schlaganfall	1) 18/18 2) 9/9	53.62	RAGT im Lokomat	20 Einheiten (1 Stunde) für 4 Wochen (5 Einheiten pro Woche)	Laufbandtraining (jede Einheit endete mit einem simplen Dehnen)	Gangparameter gemessen mit dem GAITRite system, Berg Balance Scale, Activities-specific Balance Confidence scale für Messung von dem Vertrauen der Patientinnen in die Balance	Rehabilitations- Klinik	7	bessere Ergebnisse in Ganggeschwindigkeit, Rhythmus, Schrittlänge, beidseitiger Belastung, der BBS und dem Activities-specific Balance Confidence Score

4 Diskussion

Wie in Kapitel 3.2 dargestellt, ist die Anzahl der Studien, welche signifikante Ergebnisse (SE) vorweisen (i.e. die Studien sprechen eindeutig für das RAGT), und die, welche keine signifikanten Ergebnisse (NSE) erzielten, genau gleich: Sieben Studien erzielten SE und sieben führten zu NSE. Zusätzlich gibt es zwei Studien, bei welchen die Testergebnisse im Vergleich zwischen den Therapiemethoden sowohl für das RAGT als auch die konservativen Therapiemaßnahmen sprechen.

Im folgenden Kapitel werden die Studien, die SE erzielt haben mit jenen, die NSE erzielt haben verglichen und die allgemeinen Unterschiede herausgearbeitet. Erstere werden fortan als Studien mit SE (SmSE) bezeichnet und letztere Studien mit NSE (SmNSE) genannt.

4.1 Vergleich der Studien mit SE mit Studien mit NSE

Vergleicht man die messbaren durchschnittlichen Parameter SmSE mit jenen der SmNSE dann sind nur minimale Unterschiede erkennbar. So beträgt der Altersdurchschnitt der ProbandInnen jener Studien, die ein SE aufweisen 61,53 Jahre und der ProbandInnen mit NSE 57,84 Jahre. Daher ergibt sich ein durchschnittlicher Altersunterschied von 3,69 Jahren. Daraus könnte geschlossen werden, dass ältere PatientInnen eher von einem RAGT profitieren. Die ProbandInnenanzahl der Studien mit SE belief sich auf 36,43, während bei Studien mit NSE 31,86 ProbandInnen teilnahmen und somit eine durchschnittliche Differenz von 4,57 zwischen den zwei Gruppen vorhanden ist. Dieser Unterschied, wenn auch gering, ist beachtenswert, weil Studien mit einer geringeren PatientInnenanzahl, dazu tendieren, den gewünschten Effekt der Therapie nicht zu demonstrieren (Martínez-Mesa, González-Chica, Bastos, Bonamigo, & Duquia, 2014). Die durchschnittliche Anzahl an Einheiten, welche die ProbandInnen erhielten, betrug bei den SmSE 14,29 und bei den SmNSE 15,14, womit es wieder nur einen geringen Unterschied von 0,85 Einheiten gibt. Die methodische Qualität wurde mittels der Pedro-Skala bewertet, bei welcher die Differenz des Durchschnitts der Studien mit SE (6,29) und der mit NSE (6,86) lediglich 0,57 betrug. Dies lässt vermuten, dass bei Studien mit SE eher methodische Fehler passiert sind als bei den Studien mit NSE.

Die in den Tabellen 2-4 dargestellten qualitativen Parameter lassen nur bedingt einen Vergleich der SmSE und SmNSE zu: Die Ein- und Ausschlusskriterien, die vier analysierten Krankheiten, die verschiedenen konservativen Therapiemethoden, die uneinheitlichen

Evaluierungsmethoden sowie etwaige zusätzliche Therapiemethoden in der Interventionsgruppe sind zu heterogen um hier eine aussagkräftige Beurteilung zu machen.

4.2 RAGT im Vergleich mit konventionellen Therapiemethoden

Der Studienvergleich zeigt, dass bei neun Studien RAGT und konventionelle Therapiemethoden gleich gute Ergebnisse erzielten (davon lieferten zwei Studienergebnisse für beide Therapieformen ein signifikantes Ergebnis), während bei weiteren sieben Studien RAGT in bestimmten Bereichen zu einer eindeutigen Verbesserung der Beeinträchtigungen führte, die in den nun folgende Unterkapiteln näher beschrieben werden. Folgende Gangfertigkeiten werden näher analysiert: Gangausdauer, Ganggeschwindigkeit und Balance.

4.2.1 Gangausdauer

Erwähnenswert ist, dass die Interventionsgruppe in fünf Studien mit SE, in denen die Gangausdauer (6MWT) bewertet wurde, vier signifikante Verbesserungen gegenüber der Kontrollgruppe zeigte (Straudi u. a., 2013; Straudi u. a., 2016; Picelli u. a., 2013; Picelli u. a., 2012). Diese verbesserte sich in zwei bei den Krankheiten MS und zwei bei MP. Die verwendeten Systeme waren der Lokomat bei MS und der Gait Trainer GT I bei MP PatientInnen. Hingegen kam die Studie von Taveggia u. a. (2016) zu dem Ergebnis, dass die Kontrollgruppe eine größere Verbesserung in der Gangausdauer erreichte als die Interventionsgruppe. Die ProbandInnen litten an den Folgen eines SA und wurden mit dem Lokomaten behandelt. Aus den vorliegenden Daten kann angenommen werden, dass RAGT zumindest für die Behandlung von MS mittels des Lokomaten und von MP durch den Gait Trainer GT I in Bezug auf die Gangausdauer durchaus erfolgreicher ist als eine konventionelle Therapiemaßnahme. Zusätzlich kann aus der Interpretation der Ergebnisse geschlossen werden, dass zwölf Einheiten eine optimale Anzahl an Einheiten ist um Verbesserungen in der Gangausdauer zu erlangen, da in den vier Studien die PatientInnen diese Anzahl erhielten, wobei die ProbandInnen mit MP in einem Zeitraum von vier Wochen behandelt und die ProbandInnen mit MS in einem Zeitraum von sechs Wochen behandelt wurden. Beim Betrachten der drei Studien mit NSE, welche auf die Gangausdauer überprüft wurden, zeigte sich bei Fisher, Lucas, & Thrasher (2011), welche den SA und Pompa u. a. (2017), welcher MS untersuchte, dass es innerhalb beider Gruppen auch zu Verbesserungen kam. Bei Schwartz u. a. (2012) hingegen zeigten sich keine derartigen Verbesserungen durch ein RAGT. Daraus kann vermutet werden, dass ein RAGT im Vergleich mit konventionellen Therapiemaßnahmen bezüglich der Gangausdauer bei MS, MP und SA PatientInnen gleich gute wenn nicht sogar bessere Ergebnisse liefern kann.

4.2.2 Ganggeschwindigkeit

Des Weiteren ist auffallend, dass von neun Studien mit SE, welche die Ganggeschwindigkeit maßen, es in sieben durch ein RAGT, gegenüber der konventionellen Therapiemaßnahme, zu einer signifikanten Verbesserung der Ganggeschwindigkeit gab: Eine Studie bezog sich auf MS (Straudi u. a., 2013), zwei auf SA (Bang & Shin, 2016; Tavecchia u. a., 2016) und vier auf MP (Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012; Picelli u. a., 2013; Galli u. a., 2016). Dabei tritt zum Vorschein, dass bei den MP PatientInnen nur Endeffektorsysteme (Gait Trainer GT I und G-EO System Device) verwendet wurden, wobei betont werden muss, dass in der Literaturrecherche nur Studien gefunden wurden, bei denen bei MP Erkrankten nur Endeffektorsysteme zum Einsatz kamen. Bei den NSE zeigten von vier Studien im Vergleich innerhalb der Gruppen zwei - eine behandelte MS (Gandolfi u. a., 2014) die andere MP (Sale u. a., 2013) - Verbesserungen in der Ganggeschwindigkeit durch ein RAGT und beide wurden von einem Endeffektorgerät (Gait Trainer GT I, G-EO System Device) behandelt. Die anderen zwei - eine bezog sich auf die QL und die andere auf MS - zeigten bessere Ergebnisse der Kontrollgruppe gegenüber der mit dem Lokomaten behandelten Gruppe, allerdings waren diese nicht signifikant (Labruyère & van Hedel, 2014; Schwartz u. a., 2012). Beim Besprechen der Ergebnisse im Bereich Balance werden die zwei Studien genauer analysiert.

Aus den o.a. Erkenntnissen kann geschlossen werden, dass RAGT durchaus signifikante Ergebnisse im Bereich Ganggeschwindigkeit für die Krankheiten MS, MP und SA liefert, wobei bei MP besonders der Gait Trainer GT I oder das G-EO System Device zum Einsatz kommen sollte. Da bei drei Studien, welche MP behandelten, zwölf Einheiten, auf vier Wochen verteilt, nötig waren um die Ganggeschwindigkeit bei PatientInnen zu verbessern, scheint diese Anzahl schon zu genügen, um Fortschritte mit einem RAGT im Bereich der Ganggeschwindigkeit bei MP PatientInnen zu erreichen.

4.2.3 Balance

Auch im Bereich der Balance zeigt RAGT bei zwei Studien - eine bezieht sich auf des SA (Bang & Shin, 2016) die andere auf MP (Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012) - in Bezug auf die primären Ergebnisse signifikante Verbesserungen im Vergleich mit konservativen Maßnahmen. Genauso liefert RAGT bezogen auf die sekundären Ergebnissen bei zwei Studien - eine behandelte MS (Straudi u. a., 2016) und die andere MP PatientInnen (Picelli u. a., 2013) - signifikant bessere Ergebnisse als konservative

Maßnahmen. Bei diesen vier Studien wurde der Lokomat bei dem SA und den MS PatientInnen angewendet und der Gait Trainer GT I bei MP. Drei von diesen Studien behandelten die ProbandInnen über zwölf Einheiten hinweg, wobei die zwei Studien (MP) dies in einem Zeitraum von vier Wochen und eine (MS) innerhalb sechs Wochen tat. Somit scheint bei einer Anzahl von zwölf Einheiten in einem Zeitraum von vier bis sechs Wochen mit der Anwendung eines RAGT eine bedeutende Verbesserung der Balance einzutreten im Vergleich mit konservativen Maßnahmen. Bei vier SmNSE, wovon sich eine auf MS (Gandolfi u. a., 2014), eine auf MP (Picelli u. a., 2015) und zwei auf SA bezogen haben (Fisher, Lucas, & Thrasher, 2011; Taveggia, Borboni, Mulé, Villafañe, & Negrini, 2016), zeigten sowohl die Interventionsgruppe als auch die Kontrollgruppe im Vergleich innerhalb der jeweiligen Gruppe signifikante Ergebnisse. Wobei die Studien, welche SA PatientInnen behandelten, ortsgebundene Exoskelette (AutoAmbulator, Lokomat) und die Studien, welche MS und MP behandelten, den Gait Trainer GT I verwendeten. Nur bei zwei Studien scheint die konventionelle Therapiemaßnahme, wenn auch nicht signifikant, leicht bessere Ergebnisse zu liefern. Die Studie von Labruyère & van Hedel (2014) behandelte als einzige die QL mittels dem Lokomaten. Da es keine weiteren Studien zu der Krankheit QL gefunden wurde, kann vorerst angenommen werden, dass RAGT in Bezug auf Verbesserungen in der Balance bei QL keine besseren Ergebnisse liefert. Die Studie von Schwartz u. a. (2012) unterzog ein RAGT an MS PatientInnen mittels des Lokomaten. Der Grund warum bei Schwartz u. a. (2012) das Ergebnis nicht signifikant sein könnte, wäre dass bei ihrer Studie die ProbandInnen nur zehn Einheiten erhielten und dass von 32 PatientInnen nur 18 die Studie beendeten. Daraus kann im Gesamten geschlossen werden, dass RAGT zur Verbesserung der Balance in den Krankheiten MS, MP und SA, zumindest genauso erfolgreich ist wie eine konventionelle Therapiemaßnahme.

4.2.4 Weitere Erkenntnisse

In der Literaturrecherche kam des Weiteren zum Vorschein, dass durch ein RAGT auch krankheitsspezifische Symptome gemildert werden können. Denn beim näheren Betrachten der sekundären Ergebnisse fällt auf, dass RAGT im Vergleich mit konventionellen Therapiemaßnahmen bessere Ergebnisse bei MP PatientInnen bezogen auf die Fatigue (Picelli u. a., 2013; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012); und die Unified Parkinson's Disease Rating Scale lieferte (Picelli u. a., 2013; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Fiaschi, u. a., 2012; Picelli, Melotti, Origano, Waldner, Gimigliano, u. a., 2012). Auch die Fatigue von MS PatientInnen besserte sich (Pompa u. a., 2017). Wie die Studie von Straudi u. a. (2016) zeigte, kann durch ein RAGT die Lebensqualität bei MS Patient-

tlinnen verbessert werden. Die Studie von Taveggia u. a. (2016) zeigte, dass RAGT zu Verbesserungen im Bereich der Selbstständigkeit führte.

4.3 Beantwortung der Forschungsfrage

Abschließend kann beim Betrachten der Ergebnisse durch deren Inhomogenität in den einzelnen Studien die Forschungsfrage nicht eindeutig beantwortet werden. Die derzeit vorhandene Literatur deutet darauf hin, dass der Einsatz von RAGT bei verschiedenen Krankheitsbildern eine vorteilhafte Wirkung auf die Defizite der PatientInnen hat: vor allem in den Bereichen Ganggeschwindigkeit, Gangausdauer und Balance. Generell verbesserten sich die PatientInnen schon innerhalb von zwölf Einheiten, in einem Zeitraum von vier bis sechs Wochen in den zuvor genannten Bereichen. Dennoch gibt es bisher noch zu wenige Studien, welche sich mit den einzelnen Krankheiten befassen, um allgemeine Schlussfolgerungen zu äußern. Vor allem Studien, welche die Wirksamkeit von einem RAGT bei querschnittsgelähmten PatientInnen untersuchen, sind rar.

Hervorgehoben werden muss, dass die Interventionsgruppen verglichen mit den Kontrollgruppen ähnliche, gute und sogar bessere Ergebnisse erzielten. Deswegen kann angenommen werden, dass ein RAGT keinesfalls konventionellen Therapiemaßnahmen unterlegen ist.

4.4 Limitationen

Im Folgenden werden die Limitationen in Hinblick auf die Studien, auf das RAGT selbst und auf die vorliegende Literaturrecherche näher erläutert.

4.4.1 Limitationen der Studien

Obwohl es hinsichtlich des RAGT einen großen Wissensdrang gibt und jährlich neue Studien auf diesem Gebiet erscheinen, bestehen noch einige Limitierungen in diesen Studien.

Aufgrund der Inhomogenität und der geringen Anzahl der Studien ist es schwierig die Ergebnisse der Studien miteinander zu vergleichen. So wird in einem systematischen Review von Swinnen, Duerinck, Baeyens, Meeusen, & Kerckhofs (2010) die geringe Studienzahl auf mehrere Gründe zurückgeführt: Zum einen ist die Anschaffung eines Roboters mit hohen Kosten verbunden, zum anderen ist es schwierig homogene Untersuchungsgruppen zu schaffen, nachdem sich eine Krankheit unterschiedlich auf die PatientInnen auswirkt und darüber hinaus die Gangrehabilitation ein komplexer Vorgang ist.

Weiters ist erwähnenswert ist, dass vier SmNSE zusätzlich Physiotherapie bekamen - entweder beide Gruppen gemeinsam (Pompa u. a., 2017; Sale u. a., 2013) oder nur die Interventionsgruppe -, um auf dieselbe Trainingszeit zu kommen wie die Kontrollgruppe (Gandolfi u. a., 2014; Fisher u. a., 2011). Dahingegen haben nur zwei SmSE - eine mit SE für RAGT (Ochi u. a., 2015), und eine mit SE für beide Therapiemethoden (Galli u. a., 2016) - eine zusätzliche Physiotherapie erhalten. Daraus könnte geschlossen werden, dass der potentielle signifikante Effekt, den ein RAGT im Gruppenvergleich haben könnte, durch die zusätzliche Physiotherapie, den die Interventionsgruppen bekommen haben, beeinflusst wurde. Somit wurde nicht der alleinige Effekt eines RAGT gemessen.

Eine weitere Limitierung der Studien ist, dass viel Zeit benötigt wird um den Roboter an die PatientInnen anzupassen und diese dann einzuschnallen. So haben in der Studie von Straudi u. a., (2013) die Vorbereitungen für das RAGT 30 Minuten in Anspruch genommen und die ProbandInnen hatten nur eine reale Geh Dauer von 30 Minuten, obwohl die Kontrollgruppe eine volle Stunde an Therapie erhalten hatte. Die Studie von Schwartz u. a. (2012) löste hingegen das Problem indem die Nettotrainingszeit der Kontrollgruppe an die der Interventionsgruppe angepasst wurde, wobei immer noch 15 Minuten für die Vorbereitungen des RAGT gebraucht wurden.

In vielen Studien wurden lediglich die physischen Fertigkeiten der PatientInnen analysiert. Jedoch sollte auch auf eine mögliche psychologische Beeinflussung der PatientInnen während solch einer Behandlung geachtet werden. So veranschaulichte eine Studie von Bragoni u. a. (2013), dass die psychologischen Eigenschaften, unter anderem auch Angst, einen größeren Einfluss auf die PatientInnen hatten bei denen ein RAGT anstatt einer konventionellen Therapiemaßnahme ausgeübt wurde. Dies zeigte sich auch in einer höheren Drop-out Rate bei PatientInnen, welche ängstlicher dem RAGT gegenüberstanden.

Auffällig ist auch die leicht geringere methodische Qualität der Studien mit SE bemessen nach der Pedro-Skala. Dies kann dazu beitragen, dass das Risiko eines BIAS steigt.

4.4.2 Limitierungen durch das RAGT

Die Roboter wurden so entworfen, dass PatientInnen ein Gangtraining durchführen können, ohne dass die Gefahr besteht zu stürzen. Diese gegebene Sicherheit nimmt den PatientInnen aber die Gelegenheit ihre potentiellen Fehler zu korrigieren und so wichtiges sensorisches Feedback zu erlangen. Dadurch kann das Erlernen von motorischen Fähigkeiten eingeschränkt werden (Tefertiller u. a., 2011). In den Endeffektorgeräten werden

die PatientInnen nur in der sagittalen Ebene bewegt. Dies hat zur Folge, dass das physiologische Gehen beeinträchtigt wird. Des Weiteren werden durch die vorgegebene Bewegungsbahn die PatientInnen dazu verleitet sich von dem Roboter passiv bewegen zu lassen, anstatt aktiv mitzuarbeiten. Somit wird die Variabilität der Bewegung während des Gehens eingeschränkt und die PatientInnen können sich weniger gut an die Bewegungsmuster anpassen (Nam u. a., 2017).

Wie schon zuvor erwähnt, ist ein Roboter für die Gangrehabilitation mit hohen Kosten verbunden. Zusätzlich beanspruchen diese Geräte viel Platz. Aus diesem Grund sind diese nur in speziellen Anstalten verfügbar. Diese Faktoren reduzieren die Häufigkeit der allgemeinen Anwendung (Schwartz & Meiner, 2015).

4.4.3 Limitierungen der Literaturrecherche

Aufgrund der geringen Anzahl der Studien, die während der Literaturrecherche gefunden wurden, wurden auch Pilotstudien in die Literaturrecherche mit aufgenommen. Diese hatten, abgesehen von einer Ausnahme, eine geringe Anzahl an PatientInnen in die Studie aufgenommen. Mittels einer größeren Population, welche in die Studien aufgenommen wird, kann der gewünschte Effekt einer Therapie eher veranschaulicht werden (Martínez-Mesa u. a., 2014). Weitere Limitierungen sind die grob definierten Einschlusskriterien der Literaturrecherche und der allgemeine Bezug auf vier neurologische Krankheiten, anstatt einer, welche aus der noch gering erforschten Studienlage resultieren.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass RAGT eine sichere und vielversprechende Methode ist um PatientInnen mit einer neurologischen Erkrankung zu behandeln. Fortschritte zeigen sich vor allem in der Gangausdauer, Ganggeschwindigkeit und Balance. Nach der derzeitigen Studienlage sollten bei MP PatientInnen Endeffektorgeräte (Gait Trainer GT I, G-EO System Device) angewendet werden, wobei noch mehr Forschung bei der Anwendung von ortsgebundenen Exoskeletten an MP PatientInnen notwendig ist. Bei den meisten Studien scheint eine Anzahl von zwölf Einheiten, über vier bis sechs Wochen verteilt, gereicht zu haben um signifikante Ergebnisse in den drei zuvor erwähnten Bereichen zu erlangen. Dennoch ist es von Bedeutung zu betonen, dass RAGT als Zusatzmaßnahme angesehen werden sollte und nicht als alleinige Therapiemethode.

Obwohl derzeit schon einige Studien vorhanden sind, besteht trotz alldem der weitere Bedarf an Forschungsarbeit, welche sich mit dem RAGT auseinandersetzt. Vor allem im Bereich der QL sind zu wenige Studien vorhanden, um eine exakte Aussage über die Bedeutung von RAGT zu formulieren. Von großer Bedeutung ist, dass zukünftige Studien auf den bisherigen Ergebnissen aufbauen und ausreichend groß angelegt sein sollten um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen. In weiterer Folge sollten Follow-up Tests erfolgen, um einen genaueren Einblick auf die Langzeitwirkung von einem RAGT zu gestatten. Weiters wäre es sinnvoll, wenn weiterführende Studien den Effekt von RAGT auf die verschiedenen Stadien einer bestimmten Krankheit analysieren.

Auch der Bedarf für zukünftige Literaturrecherchen besteht. Diese sollten nicht allgemein auf neurologische Krankheiten eingehen, sondern sich spezifisch auf eine neurologische Krankheit fokussieren. Des Weiteren wäre aufgrund der Vielfalt an Robotern zur Rehabilitation des Gangs ein Vergleich zwischen zwei oder mehreren Systemen bedeutsam.

6 Literaturverzeichnis

- Adams, R.D., Victor, M. & Ropper, A. H. (1997). Disorder of Stance and gait. Vol6.
- Bang, D.-H., & Shin, W.-S. (2016). Effects of robot-assisted gait training on spatiotemporal gait parameters and balance in patients with chronic stroke: A randomized controlled pilot trial. *NeuroRehabilitation*, 38(4), 343–349. <https://doi.org/10.3233/NRE-161325>
- Bassøe Gjelsvik, B. E., & Steffens, M. (2012). *Die Bobath-Therapie in der Erwachsenen-neurologie* (2. Aufl). Stuttgart: Thieme.
- Bermudez i Badia, S., Fluet, G. G., Llorens, R., & Deutsch, J. E. (2016). Virtual Reality for Sensorimotor Rehabilitation Post Stroke: Design Principles and Evidence. In D. J. Reinkensmeyer & V. Dietz (Hrsg.), *Neurorehabilitation Technology* (S. 573–603). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28603-7_28
- Bragoni, M., Broccoli, M., Iosa, M., Morone, G., De Angelis, D., Venturiero, V., ... Paolucci, S. (2013). Influence of Psychologic Features on Rehabilitation Outcomes in Patients with Subacute Stroke Trained with Robotic-Aided Walking Therapy: *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 92, e16–e25. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e3182a20a34>
- Dietz, V. (2001). Gait disorder in spasticity and Parkinson's disease. *Advances in Neurology*, 87, 143–154.
- Dobkin, B. H. (2004). Strategies for stroke rehabilitation. *The Lancet Neurology*, 3(9), 528–536. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(04\)00851-8](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(04)00851-8)
- Esquenazi, A., Lee, S., Packel, A. T., & Braitman, L. (2013). A Randomized Comparative Study of Manually Assisted Versus Robotic-Assisted Body Weight Supported Treadmill Training in Persons With a Traumatic Brain Injury. *PM&R*, 5(4), 280–290. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2012.10.009>

- Esquenazi, A., Maier, I. C., Schuler, T. A., Beer, S. M., Borggraefe, I., Campen, K., ... Wirz, M. (2016). Clinical Application of Robotics and Technology in the Restoration of Walking. In D. J. Reinkensmeyer & V. Dietz (Hrsg.), *Neurorehabilitation Technology* (S. 223–248). Cham: Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-28603-7_12
- Esquenazi, A., & Talaty, M. (2015). Gait analysis: technology and clinical application. *Physical Medicine and Rehabilitation*
- Fisher, S., Lucas, L., & Thrasher, T. A. (2011). Robot-assisted gait training for patients with hemiparesis due to stroke. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 18(3), 269–276.
<https://doi.org/10.1310/tsr1803-269>
- Galli, M., Cimolin, V., De Pandis, M. F., Le Pera, D., Sova, I., Albertini, G., ... Franceschini, M. (2016). Robot-assisted gait training versus treadmill training in patients with Parkinson's disease: a kinematic evaluation with gait profile score. *Functional Neurology*, 31(3), 163–170.
- Gandolfi, M., Geroin, C., Picelli, A., Munari, D., Waldner, A., Tamburin, S., ... Smania, N. (2014). Robot-assisted vs. sensory integration training in treating gait and balance dysfunctions in patients with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00318>
- Hesse, S., Waldner, A., & Tomelleri, C. (2010). Innovative gait robot for the repetitive practice of floor walking and stair climbing up and down in stroke patients. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 7(1), 30. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-7-30>
- Jesel, M. (2015). *Neurologie für Physiotherapeuten* (2. Aufl). Stuttgart New York: Georg Thieme Verlag.

- Kader, M., Ullen, S., Iwarsson, S., Odin, P., & Nilsson, M. H. (2017). Factors Contributing to Perceived Walking Difficulties in People with Parkinsons Disease. *Journal of Parkinson's Disease*, 7(2), 397–407. <https://doi.org/10.3233/JPD-161034>
- Kirshblum, S. C., Burns, S. P., Biering-Sorensen, F., Donovan, W., Graves, D. E., Jha, A., ... Waring, W. (2011). International standards for neurological classification of spinal cord injury (Revised 2011). *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 34(6), 535–546. <https://doi.org/10.1179/204577211X13207446293695>
- Klamroth-Marganska, V., Blanco, J., Campen, K., Curt, A., Dietz, V., Ettlin, T., ... Riener, R. (2014). Three-dimensional, task-specific robot therapy of the arm after stroke: a multicentre, parallel-group randomised trial. *The Lancet Neurology*, 13(2), 159–166. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(13\)70305-3](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(13)70305-3)
- Kumar, S; Kumar, A and Kaur, J. (2012). Effect of PNF technique on gait parameters and functional mobility in hemiparetic patients. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*. Vol. 8, No. 2,: 67-73.
- Labruyère, R., & van Hedel, H. J. A. (2014). Strength training versus robot-assisted gait training after incomplete spinal cord injury: a randomized pilot study in patients depending on walking assistance. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(1), 4. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-4>
- Lamercy, O., Maggioni, S., Lunenburger, L., Gassert, R., & Bolliger, M. (2016). Robotic and Wearable Sensor Technologies for Measurements/Clinical Assessments. In D. J. Reinkensmeyer & V. Dietz (Hrsg.), *Neurorehabilitation Technology* (S. 183–207). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28603-7_10
- Lamprecht, S. (2008). *NeuroReha bei Multipler Sklerose: Physiotherapie - Sport - Selbsthilfe*. Stuttgart: Thieme.

- Lamprecht, S., & Lamprecht, H. (2016). *Training in der Neuroreha: medizinische Trainingstherapie, Sport und Übungen*. Stuttgart New York: Georg Thieme Verlag.
- Lo, A. C., Chang, V. C., Gianfrancesco, M. A., Friedman, J. H., Patterson, T. S., & Benedicto, D. F. (2010). Reduction of freezing of gait in Parkinson's disease by repetitive robot-assisted treadmill training: a pilot study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 7(1), 51. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-7-51>
- Lunenburger, L., Colombo, G. & Riener R. (2007). Biofeedback for robotic gait rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*
- Lunenburger, L., Wellner, M., Banz, R., Colombo, G., & Riener, R. (2007). Combining Immersive Virtual Environments with Robot-Aided Gait Training (S. 421–424). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICORR.2007.4428459>
- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy*, 83(8), 713–721.
- Martínez-Mesa, J., González-Chica, D. A., Bastos, J. L., Bonamigo, R. R., & Duquia, R. P. (2014). Sample size: how many participants do I need in my research? *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 89(4), 609–615. <https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20143705>
- Mattle, H., Mumenthaler, M., & Schroth, G. (2011). *Kurzlehrbuch Neurologie* (3., vollst. überarb. Aufl). Stuttgart: Thieme.
- Merolli, M. (2016). Digital Advance. Inmotion Magazine
- Nam, K. Y., Kim, H. J., Kwon, B. S., Park, J.-W., Lee, H. J., & Yoo, A. (2017). Robot-assisted gait training (Lokomat) improves walking function and activity in people with spinal cord injury: a systematic review. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s12984-017-0232-3>

- Nef, T., Klamroth-Marganska, V., Keller, U., & Riener, R. (2016). Three-Dimensional Multi-degree-of-Freedom Arm Therapy Robot (ARMin). In D. J. Reinkensmeyer & V. Dietz (Hrsg.), *Neurorehabilitation Technology* (S. 351–374). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28603-7_17
- Ochi, M., Wada, F., Saeki, S., & Hachisuka, K. (2015). Gait training in subacute non-ambulatory stroke patients using a full weight-bearing gait-assistance robot: A prospective, randomized, open, blinded-endpoint trial. *Journal of the Neurological Sciences*, 353(1–2), 130–136. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2015.04.033>
- Oess, N. P., Wanek, J., & Curt, A. (2012). Design and evaluation of a low-cost instrumented glove for hand function assessment. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 9(1), 2. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-9-2>
- Patrick, J. H. (2003). The Case for gait analysis as part of the management of incomplete spinal cord injury. *Spinal Cord*, 41(9), 479–482. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101524>
- Picelli, A., Melotti, C., Origano, F., Neri, R., Verzè, E., Gandolfi, M., ... Smania, N. (2015). Robot-assisted gait training is not superior to balance training for improving postural instability in patients with mild to moderate Parkinson's disease: a single-blind randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 29(4), 339–347. <https://doi.org/10.1177/0269215514544041>
- Picelli, A., Melotti, C., Origano, F., Neri, R., Waldner, A., & Smania, N. (2013). Robot-assisted gait training versus equal intensity treadmill training in patients with mild to moderate Parkinson's disease: A randomized controlled trial. *Parkinsonism & Related Disorders*, 19(6), 605–610. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2013.02.010>
- Picelli, A., Melotti, C., Origano, F., Waldner, A., Fiaschi, A., Santilli, V., & Smania, N. (2012). Robot-Assisted Gait Training in Patients With Parkinson Disease: A Ran-

- domized Controlled Trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 26(4), 353–361.
<https://doi.org/10.1177/1545968311424417>
- Picelli, A., Melotti, C., Origano, F., Waldner, A., Gimigliano, R., & Smania, N. (2012). Does robotic gait training improve balance in Parkinson's disease? A randomized controlled trial. *Parkinsonism & Related Disorders*, 18(8), 990–993.
<https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2012.05.010>
- Pompa, A., Morone, G., Iosa, M., Pace, L., Catani, S., Casillo, P., ... Grasso, M. G. (2017). Does robot-assisted gait training improve ambulation in highly disabled multiple sclerosis people? A pilot randomized control trial. *Multiple Sclerosis Journal*, 23(5), 696–703. <https://doi.org/10.1177/1352458516663033>
- Rowe, J. W., & Kahn, R. L. (1997). Successful Aging. *The Gerontologist*, 37(4), 433–440.
<https://doi.org/10.1093/geront/37.4.433>
- Sale, P., De Pandis, M. F., Le Pera, D., Sova, I., Cimolin, V., Ancillao, A., ... Franceschini, M. (2013). Robot-assisted walking training for individuals with Parkinson's disease: a pilot randomized controlled trial. *BMC Neurology*, 13(1).
<https://doi.org/10.1186/1471-2377-13-50>
- Schwartz, I., & Meiner, Z. (2015). Robotic-Assisted Gait Training in Neurological Patients: Who May Benefit? *Annals of Biomedical Engineering*, 43(5), 1260–1269.
<https://doi.org/10.1007/s10439-015-1283-x>
- Schwartz, I., Sajin, A., Moreh, E., Fisher, I., Neeb, M., Forest, A., ... Meiner, Z. (2012). Robot-assisted gait training in multiple sclerosis patients: a randomized trial. *Multiple Sclerosis Journal*, 18(6), 881–890.
<https://doi.org/10.1177/1352458511431075>
- Stolze, H., Klebe, S., Baecker, C., Zechlin, C., Friege, L., Pohle, S., & Deuschl, G. (2005). Prevalence of gait disorders in hospitalized neurological patients: Gait Disorders in Neurological in Patients. *Movement Disorders*, 20(1), 89–94.
<https://doi.org/10.1002/mds.20266>

- Stolze, H., Vieregge, P., & Deuschl, G. (2008). Gangstörungen in der Neurologie. *Der Nervenarzt*, 79(4), 485–499. <https://doi.org/10.1007/s00115-007-2406-x>
- Straudi, S., Bendetti, M. G., Venturini, E., Manca, M., Foti, C., & Basaglia N. (2013). Does robot-assisted gait training ameliorate gait abnormalities in multiple sclerosis? A pilot randomized-control trial. *NeuroRehabilitation*, (4), 555–563. <https://doi.org/10.3233/NRE-130990>
- Straudi, S., Fanciullacci, C., Martinuzzi, C., Pavarelli, C., Rossi, B., Chisari, C., & Basaglia, N. (2016). The effects of robot-assisted gait training in progressive multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Multiple Sclerosis Journal*, 22(3), 373–384. <https://doi.org/10.1177/1352458515620933>
- Swinnen, E., Duerinck, S., Baeyens, J., Meeusen, R., & Kerckhofs, E. (2010). Effectiveness of robot-assisted gait training in persons with spinal cord injury: A systematic review. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 42(6), 520–526. <https://doi.org/10.2340/16501977-0538>
- Taveggia, G., Borboni, A., Mulé, C., Villafañe, J. H., & Negrini, S. (2016). Conflicting results of robot-assisted versus usual gait training during postacute rehabilitation of stroke patients: a randomized clinical trial. *International Journal of Rehabilitation Research. Internationale Zeitschrift Fur Rehabilitationsforschung. Revue Internationale De Recherches De Readaptation*, 39(1), 29–35. <https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000137>
- Tefertiller, C., Pharo, B., Evans, N., & Winchester, P. (2011). Efficacy of rehabilitation robotics for walking training in neurological disorders: A review. *The Journal of Rehabilitation Research and Development*, 48(4), 387. <https://doi.org/10.1682/JRRD.2010.04.0055>
- Williams, G., Morris, M. E., Schache, A., & McCrory, P. R. (2009). Incidence of Gait Abnormalities After Traumatic Brain Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(4), 587–593. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.10.013>

- Wirz, M., & Rupp, R. (2016). Application Issues for Robotics. In D. J. Reinkensmeyer & V. Dietz (Hrsg.), *Neurorehabilitation Technology* (S. 141–160). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28603-7_8
- World Health Organization. (2010). *Global recommendations on physical activity for health*. Abgerufen von <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK305057/>

A Anhang

PEDro-skala – Deutsch

1. Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	nein ☐ ja ☐ wo:
2. Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)	nein ☐ ja ☐ wo:
3. Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	nein ☐ ja ☐ wo:
4. Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	nein ☐ ja ☐ wo:
5. Alle Probanden waren geblindet	nein ☐ ja ☐ wo:
6. Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet	nein ☐ ja ☐ wo:
7. Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet	nein ☐ ja ☐ wo:
8. Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	nein ☐ ja ☐ wo:
9. Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine ‚intention to treat‘ Methode analysiert	nein ☐ ja ☐ wo:
10. Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet	nein ☐ ja ☐ wo:
11. Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome	nein ☐ ja ☐ wo:

Die PEDro-Skala basiert auf der Delphi Liste, die von Verhagen und Kollegen an der Universität von Maastricht, Abteilung für Epidemiologie, entwickelt wurde (Verhagen AP et al (1998). The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12):1235-41). Diese Liste basiert auf einem "Expertenkonsens", und größtenteils nicht auf empirischen Daten. Zwei zusätzliche Items, die nicht Teil der Delphi Liste waren, wurden in die PEDro-Skala aufgenommen (Kriterien 8 und 10). Wenn mehr empirische Daten zur Verfügung stehen, könnte es in Zukunft möglich werden, die einzelnen Items zu gewichten, so dass eine PEDro-Punktzahl die Bedeutung individueller Items widerspiegelt.

Der Zweck der PEDro-Skala ist es, Benutzern der PEDro-Datenbank dabei zu helfen, schnell festzustellen, welche der tatsächlich oder vermeintlich randomisierten kontrollierten Studien (d.h. RCTs oder CCTs), die in der PEDro-Datenbank archiviert sind, wahrscheinlich intern valide sind (Kriterien 2-9) und ausreichend statistische Information beinhalten, um ihre Ergebnisse interpretierbar zu machen (Kriterien 10-11). Ein weiteres Item (Kriterium 1), welches sich auf die externe Validität (Verallgemeinerungsfähigkeit von Ergebnissen) bezieht, wurde übernommen, um die Vollständigkeit der Delphi Liste zu gewährleisten. Dieses Kriterium wird jedoch nicht verwendet, um die PEDro-Punktzahl zu berechnen, die auf der PEDro Internetseite dargestellt wird.

Die PEDro-Skala sollte nicht als Maß für die „Validität“ der Schlussfolgerungen einer Studie verwendet werden. Insbesondere warnen wir Benutzer der PEDro-Skala, dass Studien, die einen signifikanten Behandlungseffekt anzeigen, und die hohe Punktzahlen auf der PEDro-Skala erreichen, nicht notwendigerweise den Nachweis dafür erbringen, dass die entsprechenden Behandlungen klinisch sinnvoll sind. Weiterführende Überlegungen beinhalten, ob der Behandlungseffekt groß genug gewesen ist, um lohnenswert zu sein, ob die positiven Effekte der Behandlung die negativen aufwiegen, und wie das Kosten-Nutzen-Verhältnis der Behandlung ist. Die PEDro-Skala sollte nicht dazu verwendet werden, die „Qualität“ von Studien aus unterschiedlichen therapeutischen Bereichen zu vergleichen, und zwar hauptsächlich deswegen nicht, weil es in manchen Bereichen der physiotherapeutischen Praxis nicht möglich ist, allen Kriterien der Skala gerecht zu werden.

Die PEDro-Skala wurde zuletzt am 21. Juni 1999.

Die deutsche Übersetzung der PEDro-Skala wurde erstellt von Stefan Hegenscheidt, Angela Harth und Erwin Scherfer.

Die deutsche Übersetzung wurde im April 2008 fertiggestellt und wurde im Februar 2010 geändert.

Hinweise zur Handhabung der PEDro scale:

Für alle Kriterien	Punkte werden nur vergeben, wenn ein Kriterium eindeutig erfüllt ist. Falls beim genauen Lesen einer Arbeit die Möglichkeit besteht, dass ein Kriterium nicht erfüllt wurde, sollte kein Punkt für dieses Kriterium vergeben werden.
Kriterium 1	Dieses Kriterium gilt als erfüllt, wenn berichtet wird, wie die Probanden rekrutiert wurden, und wenn eine Liste mit Kriterien dargestellt wird, die genutzt wurde, um zu entscheiden, wer geeignet war an der Studie teilzunehmen.
Kriterium 2	Wenn in einem Artikel steht, dass die Zuordnung zu den Gruppen randomisiert erfolgte, so wird dies von der Studie angenommen. Die genaue Methode der Randomisierung muss dabei nicht näher spezifiziert sein. Methoden wie Münz- oder Würfelwürfe sollten als Randomisierung angesehen werden. Quasi-randomisierte Zuordnungsverfahren wie die Zuordnung durch Krankenaktennummern im Krankenhaus, Geburtsdatum, oder alternierende Zuordnungen, erfüllen dieses Kriterium nicht.
Kriterium 3	<i>Verborgene Zuordnung</i> bedeutet, dass die Person, die entschieden hat ob der jeweilige Proband für eine Teilnahme geeignet war oder nicht, zum Zeitpunkt dieser Entscheidung nicht wissen konnte, welcher Gruppe der jeweilige Proband zugeordnet werden würde. Für dieses Kriterium wird auch dann ein Punkt vergeben, wenn über eine verdeckte Zuordnung nicht berichtet wird, aber in dem Bericht zum Ausdruck kommt, dass die Zuordnung mit Hilfe blickdichter Briefumschläge erfolgte, oder dass die Allokation über Kontaktaufnahme mit einem unabhängigen Verwalter des Allokationsplans, der sich „nicht am Ort der Studiendurchführung“ befand oder „nicht anderweitig an der Studie beteiligt“ war, erfolgte.
Kriterium 4	In Studien, die therapeutische Interventionen untersuchen, muss jeweils vor Beginn der Intervention mindestens eine Messung hinsichtlich des Schweregrades des zu behandelnden Zustandes, und mindestens ein anderes <i>zentrales Outcome</i> beschrieben werden (Eingangsmessungen). Der Gutachter muss ausreichend davon überzeugt sein, dass sich klinisch signifikante Unterschiede in den Gruppen-Outcomes nicht allein schon aufgrund von Unterschieden in den prognostischen Variablen zu Beginn der Studie (also zum Baseline-Zeitpunkt) erwarten ließen. Dieses Kriterium gilt auch dann als erfüllt, wenn nur Baseline-Daten für diejenigen Probanden beschrieben werden, welche bis zum Ende an der Studie teilgenommen haben.
Kriterien 4,7-11	<i>Zentrale Outcomes</i> sind jene Outcomes, welche das primäre Maß für eine Effektivität (oder eine fehlende Effektivität) der Therapie darstellen. In den meisten Studien wird mehr als eine Variable zur Outcome-Messung verwendet.
Kriterien 5-7	<i>Blindung</i> bedeutet, dass die betreffende Person (Proband/In, Therapeut/In oder Untersucher/In) nicht gewusst hat, welcher Gruppe der Proband zugeordnet worden ist. Außerdem wird eine Blindung von Probanden und Therapeuten nur dann als gegeben angenommen, wenn davon ausgegangen werden kann, dass sie nicht in der Lage gewesen wären, zwischen den Behandlungen, die in den verschiedenen Gruppen ausgeführt wurden, zu unterscheiden. In Studien, in denen <i>zentrale Outcomes</i> von den Probanden selbst angegeben werden (z.B. Visuelle Analog Skala oder Schmerztagebücher), gilt der Untersucher als geblindet, wenn der Proband geblindet war.
Kriterium 8	Dieses Kriterium gilt nur dann als erfüllt, wenn die Studie <i>sowohl</i> über die Anzahl der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden, <i>als</i> auch über die Anzahl der Probanden, von denen tatsächlich zentrale Outcomes festgehalten werden konnten, Auskunft gibt. Bei Studien mit Outcome-Messungen zu mehreren Messzeitpunkten, muss mindestens ein <i>zentrales Outcome</i> bei mehr als 85% der Probanden zu einem dieser Zeitpunkte gemessen worden sein.
Kriterium 9	Eine <i>Intention to treat</i> Analyse bedeutet, dass in den Fällen, in denen Probanden die zugedachte Behandlung (oder Kontrollanwendung) nicht erhalten haben und in denen Ergebnismessungen möglich waren, die Messwerte so analysiert werden, als ob die Probanden die zugedachte Behandlung (oder Kontrollanwendung) erhalten hätten. Wird eine Analyse nach der „Intention to treat“ Methode nicht erwähnt, gilt dieses Kriterium dennoch als erfüllt, falls explizit zum Ausdruck kommt, dass alle Probanden die Behandlungen oder Kontrollanwendungen wie zugedacht erhalten haben.
Kriterium 10	Ein <i>Zwischen-Gruppen-Vergleich</i> beinhaltet einen statistischen Vergleich einer Gruppe mit einer anderen Gruppe. Abhängig vom jeweiligen Studiendesign kann es sich dabei um den Vergleich von zwei oder mehr verschiedenen Behandlungen, oder auch um den Vergleich einer Behandlung mit einer Kontrollanwendung (z.B. Placebo-Behandlung, Nicht-Behandlung, Scheinbehandlung) handeln. Die Analyse kann als einfacher Vergleich der Outcomes zwischen den Gruppen erfolgen, die nach einer durchgeführten Behandlung gemessen wurden, oder auch als Vergleich der Veränderungen in einer Gruppe mit den Veränderungen in einer anderen Gruppe (wurde eine faktorielle Varianzanalyse durchgeführt, um die Daten zu analysieren, so wird dies im letzteren Fall häufig als eine „Gruppe x Zeit Interaktion“ berichtet). Der Vergleich kann als Hypothesentestung (die einen „p“-Wert liefert, der die Wahrscheinlichkeit dafür angibt, dass der Unterschied zwischen den Gruppen rein zufällig entstanden ist) oder als Schätzung (z.B. der Differenz des Medians oder des arithmetischen Mittels, der Unterschiede in den Prozentanteile, oder der Number Needed to Treat, oder des relativen Risikos oder der „Hazard Ratio“ ¹) mit einem dazugehörigen Konfidenz-Intervall durchgeführt werden.
Kriterium 11	Ein <i>Punktmass</i> ist ein Maß der Größe des Behandlungseffekts. Der Behandlungseffekt kann als Differenz in den Outcomes zwischen zwei Gruppen beschrieben werden, oder auch als Outcome in jeder der Gruppen. <i>Streuungsmaße</i> können sein: Standardabweichungen, Standardfehler, Konfidenzintervalle, Interquartilsabstände (oder andere Quantilsabstände), und Ranges. Punktmass und/oder Maße der Streuung können graphisch dargestellt sein (z.B. können Standardabweichungen als Balkendiagramm dargestellt werden), so lange diese Darstellungen eindeutig sind (z.B. so lange klar ist ob die Fehlerbalken Standardabweichungen oder Standardfehler darstellen). Für kategoriale Outcomes (nominal- oder ordinalskaliert) gilt dieses Kriterium als erfüllt, wenn die Anzahl der Probanden für jede Kategorie in jeder Gruppe angegeben ist.

¹ Der Begriff Hazard Ratio („Risikozinnsquotient“) wird auch in der deutschen medizinischen Fachliteratur verwendet. Die Hazard Ratio ist der Quotient aus den Eintrittswahrscheinlichkeiten (Ereignisdichten) in den zu vergleichenden Gruppen.

Die PEDro-Skala wurde zuletzt am 21. Juni 1999.
Die deutsche Übersetzung der PEDro-Skala wurde erstellt von Stefan Hegenscheidt, Angela Harth und Erwin Scherfer.
Die deutsche Übersetzung wurde im April 2008 fertiggestellt und wurde im Februar 2010 geändert.