

Bachelorarbeit

Einsatz von robotergestützten Hilfsmitteln im Rehabilitationsbereich zur Verbesserung der Mobilität nach einem Schlaganfall

eingereicht von
Kerstin Geißbauer

zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor of Nursing Science
(BScN)

Medizinische Universität Graz
Institut für Pflegewissenschaft

unter der Anleitung und Betreuung von
Sen. Lecturer Dr.ⁱⁿ Daniela Schoberer, BSc, MSc

Eidesstattliche Erklärung

„Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.“

26.03.2019

Geißbauer Kerstin, eh.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	V
Abstract	VI
1. Einleitung	1
1.1 Epidemiologie	1
1.2 Definition Schlaganfall.....	1
1.3 Folgen des Schlaganfalls.....	2
1.4 Einschränkungen der Motorik als Folge eines Schlaganfalls.....	2
1.5 Neurorehabilitation nach einem Schlaganfall	4
1.6. Roboter-assistierende Technologien zur Unterstützung der Neurorehabilitation von Schlaganfallpatientinnen und -patienten	4
1.7 Relevanz für die Pflege	5
1.8 Forschungslücke und Forschungsfrage, Zielsetzung.....	6
2. Methode	7
2.1 Literaturrecherche	7
2.2 Auswahl der Studien.....	8
2.3 Kritische Bewertung der Studien	8
2.4 Analyse der Ergebnisse	9
3. Ergebnisse	9
3.1. Charakteristika der ausgewählten Studien.....	10
3.2. Auswirkungen auf die Mobilität der unteren Extremitäten	19
3.3. Auswirkungen auf die Mobilität der oberen Extremitäten	21
3.4 Effekte von roboter-assistierter Therapie auf allgemeine funktionelle Aktivitäten des täglichen Lebens	23
4. Diskussion	24
5. Schlussfolgerung	27
6. Stärken und Limitationen	28
7. Empfehlungen für Praxis und Forschung	28
8. Literaturverzeichnis	30
9. Anhang	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.: PICO-Schema (nach eigener Darstellung)	6
Tabelle 2.: Suchstrategie in den Datenbanken (nach eigener Darstellung)	7
Tabelle 3.: Bewertung der Studien nach Hawker et al., (2002)	11
Tabelle 4.: Beschreibung der FAC-Score Skala (Collen, 1990;, Holden, 1986), eigene Darstellung.....	13
Tabelle 5.: Charakteristika der Studien.....	16
Tabelle 6.: Hauptergebnisse der Studien (untere Extremitäten).....	20
Tabelle 7.: Hauptergebnisse der Studien (obere Extremitäten).....	22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.: Flow-Chart der Literatursuche und des Auswahlprozesses nach dem Schema des PRISMA-Statements	10
--	----

Verwendete Abkürzungen

CINAHL (Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature)

PubMed (Public Medical Literature Online)

MRT (Magnetresonanztherapie)

MMS (Mini Mental Status)

NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale)

RAGT (robot-assisted gait therapy)

TAGT (therapeutic-assisted gait therapy)

IAT (individual arm therapy)

ATL's (Aktivitäten des täglichen Lebens)

Zusammenfassung

Hintergrund: Rund 25 000 Menschen erleiden in Österreich pro Jahr einen Schlaganfall und damit einhergehend treten motorische Defizite nach der Akutphase häufig auf. Rehabilitation und Bewegungstraining bilden für Schlaganfallpatientinnen und -patienten einen wichtigen Faktor zur Wiedererlangung ihrer motorischen Fähigkeiten. Durch den gezielten Einsatz von roboter-assistierten Geräten kann das Training motivierend gestaltet und auf möglichst hohem Wiederholungsniveau durchgeführt werden.

Ziel: Ziel dieser Arbeit ist es, herauszufinden, ob der Einsatz von roboter-assistierten Geräten im Rehabilitationsbereich (verglichen mit einer konventionellen Therapie) einen positiven Effekt auf die Mobilität von Patientinnen und Patienten nach einem Schlaganfall aufweisen kann.

Methode: Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurde ein Literaturreview durchgeführt. In den Datenbanken PubMed und CINAHL wurden Publikationen der letzten 10 Jahre in englischer und deutscher Sprache gesucht. Nach einem Titel-, Abstract- und Volltextscreening wurden 7 randomisiert kontrollierte Studien eingeschlossen und kritisch bewertet.

Ergebnisse: Der Einsatz von roboter-gestützten Hilfsmitteln in der Neurorehabilitation zeigte durchwegs positive Ergebnisse in Bezug auf die Reduktion der motorisch beeinträchtigten Fähigkeiten bei Schlaganfallpatientinnen und -patienten. Sowohl in der Gangtherapie als auch in der Armtherapie wurden signifikante Verbesserungen erreicht.

Schlussfolgerung: Die roboter-assistierte Therapie bildet eine effektive Ergänzung zur herkömmlichen Physiotherapie und kann zur Entlastung des Pflegepersonals beitragen. In der Praxis sollte die Implementierung dieser technischen Hilfsmittel weiter forciert werden, wobei noch weitere Forschung zu diesem Thema nötig wäre.

Abstract

Background: Around 25,000 people in Austria suffer a stroke every year and motor deficits frequently occur after the acute phase. Rehabilitation and exercise training are an important factor for stroke patients to regain their motor skills. Through the targeted use of robot-assisted devices, the training can be designed motivating and carried out at the highest possible repetition level.

Aim: The aim of this work is to find out whether the use of robot-assisted devices in rehabilitation (compared to conventional therapy) can have a positive effect on the mobility of patients after a stroke.

Method: A literature review was conducted to answer the research question. In the databases PubMed and CINAHL publications of the last 10 years in English and German were searched. After title, abstract and full-text screening, 7 randomized controlled trials were included and critically evaluated.

Results: The use of robot-assisted aids in neurorehabilitation showed consistently positive results with regard to the reduction of motor impaired abilities in stroke patients. Significant improvements were achieved as well as in gait therapy and arm therapy.

Conclusion: Robot-assisted therapy is an effective supplement to conventional physiotherapy and can help to relieve the strain on nursing staff. In practice, the implementation of these technical tools should be further accelerated, in which further research on this topic would be necessary.

keywords: stroke, apoplexy, robotics, robotic assisted therapy, assistive technologies, rehabilitation, neurological therapy

1. Einleitung

1.1 Epidemiologie

Die jährliche Zahl der Schlaganfall-Neuerkrankungen liegt im europäischen Raum bei 250 bis 280 pro 100.000 Einwohnerinnen und Einwohner (Lang, 2012). Für Österreich bedeutet das hochgerechnet in etwa 25.000 Schlaganfälle pro Jahr. Dabei handelt es sich österreichweit um die dritthäufigste Todesursache (Österreichische Schlaganfallgesellschaft., o.J.). Betroffen sind meist ältere Menschen ab dem 55. Lebensjahr, dennoch gibt es auch immer wieder Fälle von jungen Schlaganfallpatientinnen und -patienten, wie Ergebnisse des österreichischen Schlaganfall-Registers zeigen. Bei rund 6 Prozent der betroffenen Schlaganfallpatientinnen und -patienten handelt es sich um Personen mit einem Alter von 18 bis 45 Jahren und bei circa 8,5 Prozent um Personen mit einem Alter von 46 bis 55 Jahren (Lang, 2012).

Bei einem geschädigten zentralen Nervensystem (wie z.B. durch einen Schlaganfall) ist eine vollständige Erholung der Nervenstrukturen grundsätzlich nicht mehr möglich. Allerdings hat unser Gehirn die Fähigkeit, sich durch funktionelle bzw. strukturelle Reorganisation neuen Bedingungen anzupassen und Defizite zu kompensieren. Mit gezieltem Training und Wiederholen der Übungen können durch die Schädigung verlorene Funktionen zumindest teilweise ersetzt werden (Österreichische Gesellschaft für Neurorehabilitation., o. J.).

1.2 Definition Schlaganfall

Bei einem Schlaganfall (auch Hirninsult, engl.: *stroke*) kommt es zu plötzlichen, gefäßbedingten Störungen von Hirnfunktionen die aufgrund eines Gefäßverschlusses oder einer Blutung im Gehirn auftreten (Rohkamm, 2009 , p.222).

Durch diese Vorgänge erhalten Nervenzellen im Gehirn zu wenig Sauerstoff und Nährstoffe und sterben daraufhin ab. Dies kann zu einem anhaltenden Ausfall von Funktionen des Zentralnervensystems und zu Symptomen wie Sensibilitätsstörungen und Lähmungen führen (Menche, 2014, p.1240).

Man unterscheidet zwei Formen: den ischämischen Schlaganfall (Häufigkeit ca. 80 Prozent), und den hämorrhagischen Schlaganfall (Häufigkeit ca. 20 Prozent).

1.3 Folgen des Schlaganfalls

In rund 70 Prozent aller Fälle entstehen durch einen Schlaganfall Langzeitfolgen, die das Leben der Betroffenen teils massiv einschränken (Schlaganfall Heute, 2019). Durch die kurzzeitige Mangel durchblutung des Gehirns treten selbst bei rascher Behandlung erhebliche, irreparable Strukturschäden der Hirnnerven auf. Das Ausmaß und die Schwere der Beeinträchtigungen hängen in erster Linie davon ab, welche Gehirnregionen betroffen und wie stark sie durch den Schlaganfall geschädigt worden sind. Auftreten können unter anderem:

- Sprachstörungen
- Schluckstörungen
- Sehstörungen
- Gefühlsstörungen
- Persönlichkeitsveränderungen
und
- Bewegungsstörungen

Die Neurorehabilitation versucht, über plastische Mechanismen des Nervensystems, welche einen gewissen Grad an Erholung bzw. Anpassung erlauben, und den koordinierten Einsatz von medizinischen, sozialen und technischen Maßnahmen eine hohe Funktionsfähigkeit der Betroffenen zu erreichen. Um den Patientinnen und Patienten eine möglichst unabhängige, aktive Lebensgestaltung und hohe Lebensqualität zu ermöglichen, besteht das Hauptziel darin, trotz vorhandener neurologischer Störungen eine relativ hohe Selbstständigkeit in persönlichen und sozialen Aktivitäten zu erreichen (Wiest D., 2016).

1.4 Einschränkungen der Motorik als Folge eines Schlaganfalls

Der Schlaganfall stellt österreichweit die häufigste Ursache für bleibende Behinderungen im Erwachsenenalter dar. Oft leiden die Betroffenen nach der Akutphase an motorischen Defiziten; bei 85 Prozent der Überlebenden sind diese sehr ausgeprägt (Schuhfried, 2010). Mehr als die Hälfte der Patientinnen und Patienten leiden unter bleibenden Einschränkungen bei der Durchführung von Alltagsaktivitäten.

Allerdings werden laut Schuhfried (2010) etwa 75 Prozent der Betroffenen nach einem Schlaganfall wieder gehfähig.

Die Erholung nach einem erlittenen Schlaganfall bringt viele Herausforderungen für die Betroffenen und deren Angehörige mit sich und stellt ein Thema von hoher gesellschaftlicher Relevanz dar (Medmix, 2018). Die Rekonstruktion ihrer Mobilität ist für viele Patientinnen und Patienten, die nach einem Schlaganfall gelähmt oder gehbeeinträchtigt sind, ein wesentlicher Bestandteil der Rehabilitation.

Laut einer Studie von Kroeders (2013) verbringen drei Viertel aller Patientinnen und Patienten, die einen Schlaganfall erlitten haben, den Großteil ihrer Zeit während der Akutphase im Krankenhaus entweder liegend oder sitzend. Die lange Inaktivität der Betroffenen stellt eine große Hürde für den weiteren Krankheitsverlauf dar und es treten weitere Komplikationen auf. Dazu zählen unter anderem auch bleibende Bewegungseinschränkungen.

Das Spektrum der Bewegungseinschränkungen reicht von leichten Gangunsicherheiten bis hin zu umfangreichen Lähmungen. Sehr oft tritt zum Beispiel eine unvollständige Halbseitenlähmung (Hemiparese) auf; dies betrifft neben den Extremitäten auch das Gesicht (Kiechl, 2006).

Eine beeinträchtigte Ausführung der Bewegung wird als *Ataxie* bezeichnet. Es fehlt die richtige Koordination – die Bewegungen sind abgehackt, überschießend und ungeschickt. Dabei kann sowohl die Grobmotorik wie das Gehen beeinträchtigt sein, als auch die Feinmotorik wie etwa das Schreiben.

Wenn die Planung von komplexeren Bewegungsabläufen gestört ist, nennt man dies *Apraxie*. Hierbei können Bewegungen zum Ankleiden oder Waschen nicht mehr durchgeführt werden. Die dafür notwendigen Einzelbewegungen (wie den Arm auf Kopfhöhe anzuheben) sind dagegen nicht beeinträchtigt (Kiechl, 2006, p.148).

Ob und in welchem Ausmaß sich Schlaganfall-Folgen von allein oder mittels Therapie bessern, ist sehr unterschiedlich. Bewegungsstörungen etwa verschwinden selten vollständig wieder, zählen aber unter anderem zu den häufigsten Schlaganfall-Folgen. In den meisten Fällen tritt innerhalb von acht bis zwölf Wochen nach dem Schlaganfall eine Besserung auf (Mehrholz, 2008). Es gibt allerdings auch Patientinnen und

Patienten, bei denen die Rückbildung Monate oder Jahre dauert. Aus diesem Grund sind die Behandlung und Rehabilitation ein relevantes Thema, mit dem das heutige Gesundheitswesen konfrontiert ist.

1.5 Neurorehabilitation nach einem Schlaganfall

“Neurorehabilitation is a complex medical process which aims to aid recovery from a nervous system injury, and to minimize and/or compensate for any functional alterations resulting from it.” (Krucoff et al., 2016, p.5) Diese Definition beschreibt die Neurorehabilitation als komplexen medizinischen Prozess, dessen Ziel es ist, die Genesung des verletzten Nervensystems zu unterstützen und die daraus resultierenden funktionellen Veränderungen auszugleichen oder zu minimieren. Weiters wird seitens der Pflege versucht, die Beeinträchtigungen auf der Basis von vorhandenen Ressourcen und der individuellen Situation bestmöglich zu überwinden (Kassner G., 2012). Als Basis einer effektiven Rehabilitation gilt die Zielsetzung in Form einer Zielvereinbarung – dies hat einen wesentlichen Einfluss auf das Verhalten und die Leistungsfähigkeit der Patientinnen und Patienten (Holliday et al., 2007).

1.6. Roboter-assistierende Technologien zur Unterstützung der Neurorehabilitation von Schlaganfallpatientinnen und -patienten

Die ständig wachsende Technisierung und Digitalisierung in allen Bereichen des Gesundheitswesens macht es möglich, dass in der Neurorehabilitation neue Therapiesysteme eingesetzt werden können. Die Pflege gilt jedoch als Bereich, in dem die von Menschen erbrachte Leistung kaum vernünftig durch Automatisierung oder Robotik-Systeme ersetzt werden kann. Roboter-gestützte Therapiesysteme könnten jedoch das Risiko von Arbeitsunfällen und überlastungsbedingten Erkrankungen signifikant verringern. Dadurch ließen sich Krankenstände zukünftig reduzieren und es käme zu einer Entlastung der Pflegepersonen. (Busching et al., 2018)

1.6.1. Roboter-assistierte Geräte

Ein Roboter ist im Wesentlichen eine Maschine, die in der Lage ist, komplexe Aufgaben und Aktionen auszuführen - normalerweise mit einem hohen Maß an

Geschwindigkeit und Präzision. Rehabilitationsroboter sind intelligente Geräte, die mithilfe von Sensoren die menschliche Bewegung und Positionierung überwachen und diese Rückmeldung dann nutzen, um mit der Umgebung zu interagieren.

Die menschliche Intelligenz wird mit maschineller Kraft kombiniert, indem sie die Bewegungen des Trägers unterstützen oder verstärken (Reinkensmeyer et al., 2004).

Unterschiedliche Robotersysteme

Es gibt bereits eine Vielzahl von Robotersystemen, die in der Neurorehabilitation von Schlaganfallpatientinnen und -patienten eingesetzt werden (Nef et al., 2009):

- Robotergestützte Gangorthesen: Der Hauptunterschied zum Laufband-Training besteht darin, dass die Beine der Patientinnen und -patienten vom Roboter nach einem vorprogrammierten Gangmuster geführt werden.
- Exoskelett-basierte Technologie: Ein an den Körper angepasstes Exoskelett, -welches die Extremitäten direkt bewegt und umschließt, wodurch eine bessere Führung versprochen wird.
- Endeffektor-basierte Technologie: Diese Geräte unterstützen und führen den Arm/das Bein. Die Gliedmaßen werden via Fußplatten und/oder Handgriffe bewegt.

1.7 Relevanz für die Pflege

Wie im Kapitel 1.4 ausgeführt, bildet das Bewegungstraining einen wichtigen Faktor für Schlaganfallpatientinnen und -patienten zur Wiedererlangung motorischer Fähigkeiten.

Durch den gezielten Einsatz von roboter-assistierten Geräten kann das Training motivierend gestaltet und auf möglichst hohem Wiederholungsniveau durchgeführt werden. Die Pflege leistet dabei einen wichtigen unterstützenden Beitrag und kann durch technische Hilfsmittel entlastet werden. Es bleibt mehr Zeit für die beratende Funktion des Pflegepersonals und somit steigert sich auch die Pflegequalität.

1.8 Forschungslücke und Forschungsfrage, Zielsetzung

Es konnte in der Literatursuche kein Review gefunden werden, das speziell die Auswirkungen auf die Mobilität von Schlaganfallpatientinnen und -patienten bei einem Einsatz von technischen Assistenzsystemen im stationären Rehabilitationsbereich, untersucht. Dieses Wissen ist jedoch wichtig um die Effektivität aufzuzeigen, eine mögliche Anschaffung rechtfertigen zu können und dadurch eine Entlastung des Pflegepersonals zu erreichen.

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, herauszufinden, ob der Einsatz von roboter-assistierten Geräten im Rehabilitationsbereich (verglichen mit einer konventionellen Therapie) einen positiven Effekt auf die Mobilität von Patientinnen und Patienten nach einem Schlaganfall aufweisen kann.

Der Begriff „Mobilität“ wird in dieser Arbeit laut Büscher (2014) definiert als Eigenbewegung des Menschen mit dem Ziel, sich fortzubewegen oder eine Lageveränderung des Körpers vorzunehmen. Dies beinhaltet den Lagewechsel im Liegen und Sitzen, das Aufstehen sowie das Umsetzen (Transfer) und das Gehen mit/ohne Hilfsmittel.

Daraus ergibt sich folgende Forschungsfrage, welche nach dem PICO-Schema (Booth, 2006) siehe Tabelle 1 erarbeitet wurde:

Wie wirkt sich der Einsatz von roboter-assistierten Geräten in der Neurorehabilitation bei Patientinnen und Patienten nach einem Schlaganfall auf deren Mobilität aus?

Tabelle 1.: PICO-Schema (nach eigener Darstellung)

Population	Patienten und Patientinnen mit motorischen Defiziten nach einem Schlaganfall
Issue of interest	Einsatz von roboter-assistierten Geräten
Control	konventionelle Therapie
Outcome	Verbesserung der Mobilität
Setting	Neurorehabilitation

2. Methode

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurde ein Literaturreview durchgeführt. Ein Literaturreview ist eine kritische Zusammenfassung des aktuellen Forschungsstandes zu einem spezifischen Forschungsproblem (Polit, 2017).

2.1 Literaturrecherche

Die Literatursuche fand im September und Oktober 2018 statt. Gesucht wurde in den ausgewählten wissenschaftlichen Datenbanken PubMed (Public Medical Literature Online) und CINAHL (Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature).

Da vorzugsweise englische Literatur herangezogen wird, wurden auch die Suchbegriffe (keywords) in englischer Sprache definiert.

Angewandt wurden folgende Suchwörter: stroke, apoplexy, robotics, robotic assisted therapy, assistive technologies, rehabilitation, neurological therapy.

Diese wurden als Suchbegriffe und sofern verfügbar als MeSH-Terms (Medical Subject Headings) in der Suchmaske der Datenbank eingegeben und mit den bool'schen Operatoren „AND“ und „OR“ verknüpft (dargestellt in Tabelle 2).

Zusätzlich zur Datenbankrecherche wurden für die Handsuche sowohl die Suchmaschine „Google Scholar“ (mit einer Seitendichte von 10), als auch die Referenzlisten der bereits identifizierten Studien, herangezogen.

Verwendete Suchstrategie

Tabelle 2.: Suchstrategie in den Datenbanken (nach eigener Darstellung)

PubMed	(stroke [Mesh] OR stroke OR apoplexy) AND (robotics [Mesh] OR robotic assisted therapy OR assistive technologies) AND (rehabilitation [Mesh] OR neurological therapy)
CINAHL	(stroke OR apoplexy) AND (robotics OR robotic assisted therapy OR assistive technologies) AND (rehabilitation OR neurological therapy)

Um die Recherche präziser zu gestalten, wurden folgende Limitationen festgelegt: Der Zeitraum war beschränkt auf 10 Jahre, das heißt es wurden nur Studien von 2008 bis 2018 eingeschlossen. Weiters wurde ausschließlich nach Interventionsstudien (clinical trials) in den Sprachen Deutsch und Englisch gesucht.

2.2 Auswahl der Studien

Inhaltliche Ein- und Ausschlusskriterien

Eingeschlossen wurden Studien, welche folgende Aspekte erfüllen:

Nur volljährige Patientinnen und Patienten mit einem vorausgegangenen Schlaganfall-Geschehen und einer damit einhergehenden Einschränkung ihrer Mobilität wurden eingeschlossen. Die vorhandenen Einschränkungen mussten entweder die oberen oder die unteren Extremitäten betreffen, auch eine Kombination daraus war möglich. Ein weiteres Kriterium betraf den Einsatz von roboter-assistierten Geräten in der Therapie, im Vergleich mit einer konventionellen Physiotherapie. Das Setting war auf Krankenhäuser mit Rehabilitationsbereichen beziehungsweise Rehabilitationszentren beschränkt.

Die Ausschlusskriterien ergeben sich aus den oben genannten Einschlusskriterien. Ausgeschlossen wurden Kinder, sowie Personen, die kognitive Beeinträchtigungen nach einem Schlaganfall erlitten haben. Ebenfalls nicht berücksichtigt wurden roboter-assistierte Rehabilitationsmaßnahmen mit zusätzlicher neuromuskulärer Elektrostimulation.

Auswahlprozess

Die Suchergebnisse beider Datenbanken wurden in das Literaturverwaltungsprogramm (Endnote X8) importiert. Es folgte ein Ausschluss der Duplikate, sowie ein Titel- und Abstractscreening. Anschließend wurden die gewählten Volltexte gelesen und bewertet.

2.3 Kritische Bewertung der Studien

Um ausschließlich Studien mit ausreichender methodischer Qualität einzuschließen, wurden die gewählten Studien mittels Bewertungsbogen von Hawker et al. (2002) kritisch bewertet. Dieser Bewertungsbogen kann für sämtliche quantitative und qualitative Studiendesigns verwendet werden und wurde deshalb gewählt.

Jede Studie wird in neun verschiedenen Kategorien, die im Wesentlichen den Abschnitten einer wissenschaftlichen Publikation entsprechen, beurteilt.

Der Bewertungsbogen umfasst die Beurteilung von Abstract und Titel, der Einleitung und des Ziels, der Methoden und Datenerfassung, des Samplings, der Datenanalyse, der ethischen Gesichtspunkte und Limitationen, der Ergebnisse, der Übertragbarkeit und Generalisierbarkeit und der Implikationen für Praxis und Forschung.

In jeder Kategorie werden Punkte von 1 bis 4 in den Stufen *Very Poor*, *Poor*, *Fair* und *Good* vergeben, wobei 1 als die schlechteste Bewertung gilt. Daraus ergibt sich ein bestimmter Qualitätscore für jede Arbeit. Studien die bei dieser Bewertung mehr als 70 Prozent der maximalen Punkteanzahl erreichten, wurden in dieses Review eingeschlossen.

2.4 Analyse der Ergebnisse

Aus den Studien werden folgende Merkmale extrahiert und tabellarisch dargestellt:

- Titel
- Autoren, Land
- Forschungsziel
- Design und Erhebungsmethode
- Setting
- Stichprobe
- Intervention und Dauer der Intervention

Weiters werden die Ergebnisse nach Art der angewendeten Technologien und deren Auswirkungen auf verschiedene Bereiche der Mobilität eingeteilt.

3. Ergebnisse

Mit der in Kapitel 2.1 genannten Suchstrategie wurden insgesamt 270 Treffer erzielt. Nach Ausschluss der Duplikate blieben 255 Studien übrig. Anschließend erfolgte ein Titelscreening zur Vorauswahl. Dabei wurde ein Großteil der Studien ausgeschieden, weil sie zur Beantwortung der Forschungsfrage nicht geeignet waren. Bei den verbliebenen Publikationen wurde ein Abstractscreening durchgeführt, um festzustellen, ob sie sich zur Beantwortung der Forschungsfrage eigneten. Von 29 Studien wurde anschließend der Volltext gelesen. Zusätzlich wurden über eine Handsuche in den Referenzlisten passender Publikationen zwei weitere Studien gefunden und inkludiert. Schließlich wurden 7 relevante Studien eingeschlossen, welche anschließend einer kritischen Bewertung unterzogen wurden.

Die Bewertung der verbliebenen Studien ist im Anhang zu finden. Der Auswahlprozess ist in Abbildung 1 als Flowchart dargestellt.

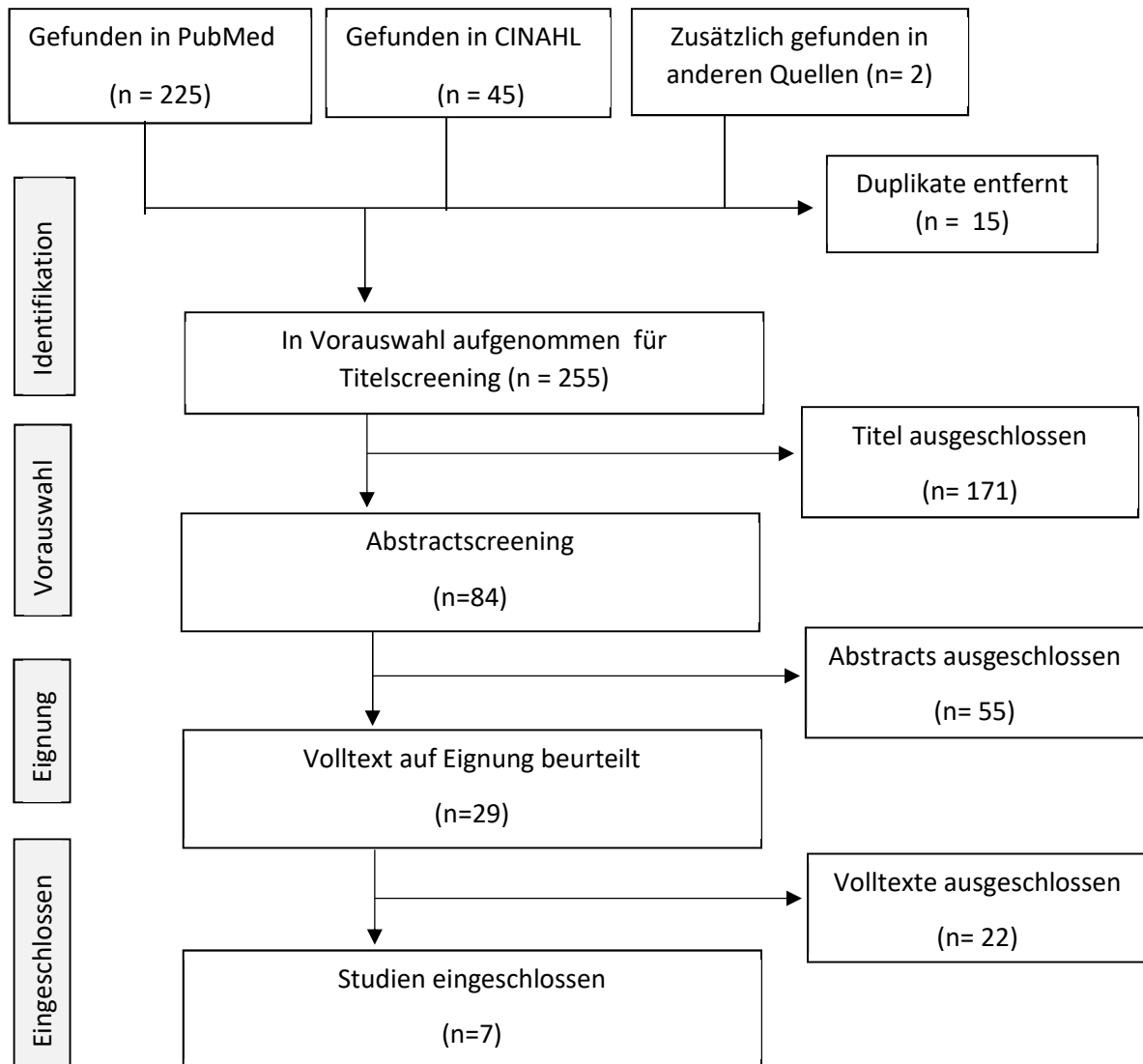


Abbildung 1.: Flow-Chart der Literatursuche und des Auswahlprozesses nach dem Schema des PRISMA-Statements (Ziegler, 2011)

3.1. Charakteristika der ausgewählten Studien

Von den sieben ausgewählten Studien beschreiben vier die Auswirkungen nach Anwendung eines roboter-gestützten Systems auf das Ganggeschehen bzw. die unteren Extremitäten, drei Studien beschreiben die Auswirkungen auf die oberen Extremitäten.

Insgesamt wurden in den Studien Daten von 310 Schlaganfallpatientinnen und -patienten erhoben. Die Stichprobengröße ist unterschiedlich und reicht von 15 bis 67 Partizipanten und Partizipantinnen, je nach Studie. Als Intervention wurde in den Studien jeweils ein roboter-gestütztes Hilfsmittel eingesetzt und als Kontrollintervention absolvierten die Patienten und Patientinnen konventionelle Physiotherapiesitzungen. Die Qualität der Studien wurde mit einem Cut-off Wert von 70 Prozent der Qualitätspunkte gewährleistet, näheres ist nachfolgend in Tabelle 3 beschrieben.

Eine genauere Übersicht über die Charakteristika der ausgewählten Studien ist in der Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 3.: Bewertung der Studien nach Hawker et al., (2002)

Autoren	Titel	Jahr	Bewertung max. Score = 36
Belas dos Santos, M., et al.	A Comparative Study of Conventional Physiotherapy versus Robot-Assisted Gait Training Associated to Physiotherapy in Individuals with Ataxia after Stroke	2018	33 / 92%
Daunoraviciene, K., et al.	Effects of robot-assisted training on upper limb functional recovery during the rehabilitation of poststroke patients	2018	27 / 75%
Hesse, S., et al.	Effect on arm function and cost of robot-assisted group therapy in subacute patients with stroke and a moderately to severely affected arm: a randomized controlled trial	2014	30 / 83%
Sale, P. et al.	Effects of upper limb robot-assisted therapy on motor recovery in subacute stroke patients	2014	30 / 83%
Schwartz, I. et al.	The effectiveness of locomotor therapy using robotic-assisted gait training in subacute stroke patients: a randomized controlled trial	2009	35 / 97%
Taveggia, G., et al.	Conflicting results of robot-assisted versus usual gait training during postacute rehabilitation of stroke patients: a randomized clinical trial	2016	34 / 94%
Hidler, J., et al.	Multicenter Randomized Clinical Trial Evaluating the Effectiveness of the Lokomat in Subacute Stroke	2009	35 / 97%

3.1.1 Untersuchte Interventionen

In vier Studien wurde die Auswirkungen nach Anwendung eines roboter-gestützten Systems auf das Ganggeschehen bzw. die unteren Extremitäten untersucht.

Das robotergestützte Gangtraining (RAGT) beschreibt eine neue Art der Technologie, welche ihren Einsatz vor allem in der Physiotherapie findet. Dabei wird das sich ständig wiederholende Prinzip hoher Intensität angewendet, um die Mobilität von Patientinnen und Patienten mit einem Schlaganfallgeschehen oder anderen neurologischen Störungen zu verbessern (Chung, 2017).

In allen vier Studien, die roboter-assistiertes Gangtraining untersuchten, wurde das robotergesteuerte Exoskelett-Orthesengerät „Lokomat®“ angewendet. Das Gerät besteht aus einer robotergesteuerten Gangorthese in Kombination mit einem gurtgestützten Körpergewichtssystem, das in Kombination mit einem Laufband verwendet wird. Die Beine der Patientinnen und Patienten werden auf dem Laufband nach einem vorprogrammierten physiologischen Gangmuster geführt, das in Kombination mit dem System zur Unterstützung des Körpergewichts die Bewegung des Laufbands auf Hebel überträgt, um die Stand- und Schwungphase zu induzieren (Chung, 2017).

In drei Studien wurden die Auswirkungen nach Anwendung eines roboter-gestützten Systems auf die oberen Extremitäten untersucht. Es kamen drei verschiedene Roboter-Modelle zur Anwendung.

Roboterunterstützte Techniken sind vor allem in der Rehabilitation der oberen Extremität sehr vielversprechend, da eine Verbesserung der Hand- und Fingerfunktion durch Übung mit einem Therapeuten oder Therapeutin sehr zeitintensiv ist und somit aufgrund der personellen Ressourcen meist nicht in einem zufriedenstellenden Ausmaß erfolgen kann (Hogan, 2005).

Armeo-Spring: Es handelt sich hierbei um eine passiv instrumentierte Armorthese mit zusätzlichem Federmechanismus zur einstellbaren Armgewichtsunterstützung, kombiniert mit einer Trainingssoftware und einem 3D-Arbeitsbereich (Daunoraviciene et al., 2018).

MIT-MANUS: Dieser Armroboter ist zuständig für die Rehabilitation der Schulter- und Ellbogensegmente. Dabei liegt der Unterarm in einer Armschale, welche unilaterale Schulter- und Ellbogenbewegungen in der Horizontalen unterstützt, sofern der Patient/die Patientin die Bewegungen nicht selbstständig durchführen kann (Sale et al., 2014).

Bi-Manu-Track: Dieser robotergestützte Armtrainer ist darauf ausgerichtet die Arm-Hand-Funktion gezielt zu verbessern. Es werden zwei Bewegungsmuster geboten (Einwärtsdrehung des Unterarms und Beweglichkeit des Handgelenks) sowie drei verschiedene Betriebsmodi:

- Passiv-passiv Modus: beide Arme werden von der Maschine bewegt
- Aktiv-passiv Modus: der nichtparetische Arm treibt den paretischen Arm an um eine symmetrische Bewegung herzustellen
- Aktiv-aktiv Modus: beide Arme sind aktiv indem sie einen Widerstand überwinden. (Hesse et al., 2014)

3.1.2 Verwendete Messinstrumente

Die „**Stroke Activity Scale**“ (SAS) umfasst 5 Bereiche der motorischen Funktionen:

- Aussteigen aus dem Bett
- Sitzen im Gleichgewicht
- Vom Sitzen aufstehen
- Treten und Gehen
- paretische Armmotorfunktion

In jedem Bereich bedeutet ein Wert von 0 die Unfähigkeit, eine Aufgabe auszuführen, 1 bedeutet Versuche mit adaptiver Bewegung, 2 bedeutet, dass adaptive Bewegung erreicht wird, und 3 oder 4 zeigen normale Leistung an. Die maximale Gesamtpunktzahl beträgt 16 (Schwartz et al., 2009; Hogan, 2005).

„**Functional Ambulation Categories**“: Der FAC-Score (siehe Tabelle 4) beschreibt das Ausmaß an Hilfe, welche Patientinnen und Patienten beim Gehen in der Physiotherapie benötigen. Daher ist diese Skala gut in der Rehabilitation einsetzbar. Sie gilt als valide und reliabel, ist einfach anzuwenden und zeigt Veränderungen im Übergang von Immobilität bis zum Gehen auf (Österreichische Gesellschaft für Neurorehabilitation., o.J.).

Tabelle 4.: Beschreibung der FAC-Score Skala (Collen, 1990;, Holden, 1986), eigene Darstellung

Punkte	Kategorie	Beschreibung
0	Nicht funktionell (nicht möglich)	PatientIn kann nicht gehen oder benötigt die Hilfe von zwei oder mehr Personen
1	Abhängig- Stufe 2	PatientIn benötigt sichere, ständige Unterstützung von einer Person, welche hilft das Gewicht zu übernehmen und das Gleichgewicht zu halten

2	Abhängig- Stufe 1	PatientIn benötigt ständige oder intermittierende Unterstützung einer Person für Gleichgewicht oder Koordination
3	Abhängig- Aufsicht	PatientIn benötigt verbale Anleitung oder „Stand by Hilfe“ einer Person ohne physischen Kontakt
4	Unabhängig – auf ebenen Boden	PatientIn kann unabhängig auf ebenen Boden gehen, benötigt aber Hilfe bei Treppen, Hängen oder unebenen Oberflächen
5	Unabhängig	PatientIn kann überall selbstständig gehen

„Functional Independence Measure“: Keith et al. (1987) beschreibt den FIM-Score als eine ordinale Skala, auf dessen Basis Fähigkeiten der Selbstversorgung bewertet werden können. Damit wird festgestellt für welche Tätigkeiten ein Pflege- und Hilfsbedarf besteht und wie ausgeprägt dieser hinsichtlich Zeitaufwand und Intensität ist. Bestehend aus 18 Elementen, die in sechs Bereiche unterteilt sind, gibt es 7 Leistungsstufen (7 entspricht totaler Unabhängigkeit und 1 entspricht totaler Abhängigkeit). Die Mindestpunktzahl der gesamten FIM ist 18 und die Höchstpunktzahl ist 126 - dies entspricht totaler funktionaler Unabhängigkeit (Schwartz et al., 2009).

“Berg Balance Scale”: Die BBS-Skala beurteilt statisches und dynamisches Gleichgewicht sowie das Sturzrisiko. Es gibt 14 praktische Aufgaben (z.B.: vom Sitzen ins Stehen oder umgekehrt, sich um 360° drehen, Gegenstand vom Boden aufheben, etc...) zu bewältigen, welche beobachtet und bewertet werden. Pro Aktivität können 0 bis im besten Fall 4 Punkte vergeben werden. Damit kann eine maximale Punkteanzahl von 56 und somit ein sehr gutes Gleichgewicht erreicht werden (Belas dos Santos et al., 2008; Dundar et al., 2014).

“Timed Up and Go Test” (TUG) ist ein Verfahren zur Beurteilung des Körpergleichgewichts und der Sturzgefahr bei einer alltäglichen Bewegungsaufgabe. Es wird die Zeit gemessen, welche die Testperson benötigt um von einem Stuhl aufzustehen, 3 Meter zu gehen, eine Kursänderung von 180 Grad vorzunehmen und dann die Ausgangsposition am Stuhl wieder einzunehmen (Belas dos Santos et al., 2018; Hafsteinsdottir et al., 2014).

Tinetti-Skala: Die Tinetti-Skala, ist ein Verfahren zur Messung des Sturzrisikos und beinhaltet 2 Unterkategorien für Balance- und Gangmerkmale. (Tinetti, 1986) Vierzehn Punkte dieses klinischen Tests messen die Balance-Merkmale (von 24 Punkten bewertet) und 10 Punkte untersuchen die Gangmerkmale (von 16 Punkten) für eine Gesamtpunktzahl von 40, wobei höhere Werte ein höheres Gleichgewicht bedeuten (Taveggia et al., 2016).

Fugl-Meyer-Assessment: Das **FMA** misst die gezielte Bewegungsfähigkeit in den einzelnen Abschnitten des Armes. Es besteht aus drei Unterkategorien:

- Untersuchung der aktiven Bewegungsfähigkeit der oberen Extremität (max. 66 Punkte können erreicht werden)
- Untersuchung des Gefühls für Berührung und für Bewegungen im Arm (max. 24 Punkte können erreicht werden)
- Untersuchung eventueller Bewegungseinschränkungen in den Gelenken und dabei auftretende Schmerzen (max. 44 Punkte können erreicht werden)

Jede einzeln geprüfte Kategorie wird je nach Schwere der Betroffenheit mit entweder 0 Punkten (nicht möglich), 1 Punkt (teilweise möglich) oder 2 Punkten (vollständig möglich) bewertet (Fugl-Meyer A, 1975).

Modifizierte Ashworth Scale (MAS): Ein häufig eingesetztes Instrument ist die MAS zur Einstufung der Spastizität nach einem Schlaganfall (Sommerfeld et al., 2012). Es gibt 5 Kategorien zur Beurteilung und diese gehen von normaler Beweglichkeit über einen leichten/deutlichen/starken Widerstand bis hin zu vollständiger Bewegungsunfähigkeit der betroffenen Extremität.

Motricity Index (MI): Der MI misst die Beeinträchtigung bzw. das Ausmaß der Lähmung bei Schlaganfallpatientinnen und -patienten. Dabei wird die Kraft für drei Bewegungen des Armes bewertet: den Arm in der Schulter abwinkeln (Abduktion), im Ellenbogen beugen (Flexion) und einen 2,5 cm großen Würfel greifen (Spitzgriff). Die maximale Punktzahl von 100 Punkten entspricht der vollen Kraft im Arm (Sale et al., 2014; Wade, 1989).

Tabelle 5.: Charakteristika der Studien

Titel	Autoren/Land	Forschungsziel	Design und Erhebungsmethode	Setting	Stichprobe	Intervention und Dauer
A Comparative Study of Conventional Physiotherapy versus Robot-Assisted Gait Training Associated to Physiotherapy in Individuals with Ataxia after Stroke	Belas Dos Santos, M. Barros de Oliveira, C. Dos Santos, A. Garabello Pires, C. Dylewski, V. Arida, R. M. Brasilien	Beurteilung des Einflusses von roboter-assistiertem Gang-Training auf Gleichgewicht, Koordination und funktionale Unabhängigkeit von chronischen Schlaganfallpatienten und -patientinnen	randomisiert kontrollierte Studie	Associação de Assistência a Criança Deficiente Rehabilitation Center	15 Schlaganfallpatientinnen und -patienten mit Ataxie, >1 Jahr (in der chronischen Rehabilitationsphase), Kleinhirnschlag -verifiziert durch ein MRT, klinische Stabilität, Vorhandensein von Hemiplegie, motorischer Beeinträchtigung oder Bewegungsstörung Therapist-assisted (n=8) Robot-assisted (n=7)	3 wöchentliche Physiotherapie-Sitzungen mit einer Dauer von jeweils 60 Minuten und verschriebenen Hausübungen <i>Interventionsgruppe:</i> absolvierte die Sitzungen mit einem roboter-assistiertem Hilfsmittel <i>Kontrollgruppe:</i> absolvierte die Sitzungen mit einem Therapeuten
Effects of robot-assisted training on upper limb functional recovery during the rehabilitation of poststroke patients	Daunoraviciene, K. Adomaviciene, A. Grigonyte, A. Griskevicius, J. Juocevicius, A. Litauen	Auswirkungen des roboter-assistierten Trainings auf die funktionelle Erholung des Arms nach einem Schlaganfall	randomisiert kontrollierte Studie	--	34 Patientinnen und Patienten mit einem ischämischen oder hämorrhagischen Schlaganfall, einer Armparese, zwischen 60-74 Jahre alt und einem MMS Testwert von >21 Punkten. Interventionsgruppe (n=17) Kontrollgruppe (n=17)	<i>Interventionsgruppe:</i> Behandlung des betroffenen Armes durch Training mit Armeo Spring für 30 Minuten/ Tag in 10 Sitzungen <i>Kontrollgruppe:</i> zusätzliche konventionelle Rehabilitation für 35–60 Minuten/Tag in 10 Sitzungen

Effect on arm function and cost of robot-assisted group therapy in subacute patients with stroke and a moderately to severely affected arm: a randomized controlled trial	Hesse, S. Hess, A. Werner, C. C. Kabbert, N. Buschfort, R. Deutschland	Bewertung der Wirksamkeit und Effizienz der robotergestützten Armgruppentherapie gegenüber der Einzelarmtherapie zur Wiederherstellung der motorischen Funktion bei betroffenen Patientinnen und Patienten nach einem Schlaganfall	randomisiert kontrollierte Studie	2 stationäre Schlaganfall-rehabilitations-einheiten	50 Patientinnen und Patienten mit erstmaligen Schlaganfall, zwischen 18 und 90 Jahren, deren obere Extremität nicht oder nur minimal funktionell ist. Robotergestützte Gruppentherapie & individuelle Armtherapie (n=25) Doppelsitzungen der individuellen Armtherapie (n=25)	4 Wochen lang, an jedem Arbeitstag <i>Interventionsgruppe:</i> 30 Minuten RAGT + 30 Minuten IAT <i>Kontrollgruppe:</i> 60 Minuten IAT 6 Arbeitsplätze, je nach Beeinträchtigungsgrad an mindestens 2 Plätzen pro Sitzung.
Effects of upper limb robot-assisted therapy on motor recovery in subacute stroke patients	Sale, P. Franceschini, M. Mazzoleni, S. Palma, E. Agosti, M. Posteraro, F. Italien	Die Auswirkungen der robotergestützten Therapie auf die Körperfunktion der oberen Extremitäten (Beeinträchtigung) im Vergleich zur üblichen intensiven Physiotherapie in der frühen Phase nach dem Schlaganfall	randomisiert kontrollierte Studie	--	53 stationäre Patientinnen und Patienten mit einseitiger Hemiparese wurden zufällig 2 Gruppen zugeteilt Interventionsgruppe (n=26) Kontrollgruppe (n=27)	Zuerst hatten beide Gruppen eine Standardtherapie, danach noch jeweils 30 Sitzungen entweder Standard- oder robotergestützte Therapie. Fünf verschiedene Untersuchungen wurden zu Beginn, nach 15 und nach 30 Sitzungen durchgeführt.
The effectiveness of locomotor therapy using robotic-assisted gait training in subacute stroke patients: a randomized controlled trial	Schwartz, I. Sajin, A. Fisher, I. Neeb, M. Shochina, M. Katz-Leurer, M. Meiner, Z. Israel	Beurteilung der Wirksamkeit einer frühzeitigen und länger anhaltenden lokomotorischen Behandlung mit Hilfe eines robotergestützten Gangtrainingsgerätes auf die funktionellen Ergebnisse von Patientinnen und Patienten nach einem subakuten Schlaganfall	randomisiert kontrollierte Studie	Rehabilitations-abteilung im tertiären Universitätsklinikum	67 Erst-Patientinnen und Patienten max. 3 Monate nach Schlaganfall, mit neurologischer Schwere zwischen 6 und 20 nach NIHSS RAGT (n=37) Physiotherapie (n=30)	3x pro Woche für 6 Wochen <i>Interventionsgruppe:</i> 30 Minuten RAGT-Behandlung kombiniert mit Physiotherapie <i>Kontrollgruppe:</i> erhielt die entsprechende zusätzliche Zeit der regulären Physiotherapie.

<p>Conflicting results of robot-assisted versus usual gait training during postacute rehabilitation of stroke patients: a randomized clinical trial</p>	<p>Taveggia, G. Borboni, A. Mule, C. Villafane, J. H. Negrini, S. Italien</p>	<p>Auswirkungen des elektromechanisch-unterstützten Gangtrainings nach Schlaganfall und konventioneller physikalischer Grundtherapie hinsichtlich Gangwiederherstellung von Personen, die nicht in der Lage sind, unabhängig zu gehen, zu vergleichen.</p>	<p>randomisiert kontrollierte Studie</p>	<p>Postakutes Krankenhaus für physikalische und rehabilitative Medizin</p>	<p>28 Patientinnen und Patienten mit Hemiparese zwischen 18 und 85 Jahren, die nicht selbstständig gehen konnten und bereits eine Therapie nach Bobath erhielten.</p>	<p>Fünf Sitzungen pro Woche für 5 Wochen. <i>Interventionsgruppe:</i> 60 Minuten konventionelle Behandlung + 30 Minuten Behandlung mit Robotersystem <i>Kontrollgruppe:</i> 60 Minuten konventionelle Behandlung gemäß Bobath-Ansatz + 30 Minuten sonstige Aktivitäten (Kräftigungsübungen)</p>
<p>Multicenter Randomized Clinical Trial Evaluating the Effectiveness of the Lokomat in Subacute Stroke</p>	<p>Hidler, J. Nichols, D. Pelliccio, M. Brady, K. Campbell, D.D. Kahn, J. Hornby, T.G. USA</p>	<p>Vergleich der Wirksamkeit des robotergestützten Gangtrainings mit dem konventionellen Gangtraining bei Personen mit subakutem Schlaganfall</p>	<p>randomisiert kontrollierte Studie</p>	<p>National Rehabilitation Hospital in Washington, DC Rehabilitation Institute of Chicago, IL</p>	<p>63 Teilnehmerinnen und Teilnehmer mit Hemiparese nach erstmaligem Schlaganfall, volljährig, keine andere Therapie für die unteren Extremitäten erhalten. Interventionsgruppe (33) Kontrollgruppe (30)</p>	<p>Training an 3 Tagen/Woche für 8-10 Wochen → max. 24 Sitzungen per 1,5h. <i>Interventionsgruppe:</i> Gangtraining mittels roboter-assistiertem Hilfsmittel <i>Kontrollgruppe:</i> Konventionelles Gangtraining mit erfahrenen Physiotherapeutinnen und -therapeuten</p>

3.2. Auswirkungen auf die Mobilität der unteren Extremitäten

Drei von vier Studien zeigen deutlich positive Effekte auf die Mobilität der Patientinnen und Patienten. Es wurden hauptsächlich die Parameter Gleichgewicht, Koordination, Ganggeschwindigkeit/Gehfähigkeit und Gangbild beobachtet. Zusammengefasst wurden die Ergebnisse nachfolgend in Tabelle 6.

Gleichgewicht und Koordination

Die Studie von Belas Dos Santos et al. (2018) zeigt unter anderem den Einfluss eines robotergestützten Gangtrainings in Bezug auf das Gleichgewicht und die Koordination. Über einen Zeitraum von 5 Monaten wurden zwei Gruppen miteinander verglichen wobei jede Gruppe drei intensive Physiotherapie-Sitzungen pro Woche für 60 Minuten und zusätzliche Übungen für zu Hause absolvierte. Zwei Sitzungen der konventionellen Therapie und eine Sitzung mit dem jeweiligen Haupttraining. Die Interventionsgruppe absolvierte die Sitzungen mit einem roboter-assistiertem Hilfsmittel (RAGT), die Kontrollgruppe übte mit Unterstützung von einem geschulten Therapeuten (TAGT). Das Rehabilitationsprogramm bestand aus Dehnung und Kräftigung der Muskeln, Gleichgewichtstraining sowie Kontrolle der Körperhaltung. Nach Abschluss der Behandlung zeigte sich eine signifikante Verbesserung ($p < 0.05$) im Gleichgewicht (TAGT $p 0.012$ vs. RAGT $p 0.018$).

Sekundär beurteilt auch Taveggia et al. (2016) Balance- und Gangmerkmale mittels der Tinetti-Skala. Hierbei zeigte sich sofort nach der Intervention eine Verbesserung des Gleichgewichts ($p < 0,01$) sowohl bei Patientinnen und Patienten mit dem Behandlungsansatz des Bobath-Konzepts als auch bei Patientinnen und Patienten mit der roboter-assistierten Therapie.

Gangbild/Gehfähigkeit

Zur Bestimmung der motorischen Fähigkeiten wurden Beurteilungsinstrumente wie der 6-Minuten-Gehtest und der 10-Meter-Gehtest verwendet. Diese bringen Ergebnisse der Gangleistung, sowie Ausdauer und Geschwindigkeit über längere Distanzen. Die Teilnehmer der experimentellen Gruppe in der Studie von Taveggia et al. (2016) erhielten eine 60-minütige konventionelle Behandlung nach Bobath und 30 Minuten Training mit dem Robotersystem. Die Patienten der Kontrollgruppe erhielten stattdessen ein 30 Minuten Aktivitätsprogramm mit Kräftigungsübungen,

Stehpositionen, Übungen zur Drehung und Abspreizbewegung der Hüfte. Die Patientinnen und Patienten mit dem robotergestützten System zeigten eine signifikant größere Geschwindigkeitsverbesserung ($p\ 0,014$) im Vergleich zur Kontrollgruppe ($p\ 0,3$). Jedoch ergab sich eine verbesserte Ausdauer bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Kontrollgruppe ($p\ 0,017$). Einen Vergleich der Wirksamkeit des roboter-gestützten Gangtrainings und dem konventionellen Gangtraining anhand der Gehgeschwindigkeit untersuchte auch Hidler et al. (2009). 24 Sitzungen wurden absolviert und es zeigten sich höhere Gehgeschwindigkeiten ($p\ 0,002$) und weitere Distanzen ($p\ 0,03$) bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern mit dem herkömmlichen Gangtraining.

In der Studie von Hidler et al. (2009) verbessert sich die Ausdauer beider Gruppen, wobei sich die konventionelle Gruppe um $334,5 \pm 49,8$ gegenüber der Basislinie (1. Messzeitpunkt) verbesserte, während sich die Lokomat-Gruppe $204,1 \pm 48,8$ gegenüber der Basislinie verbesserte ($p\ 0,07$). Obwohl dieser Unterschied nicht statistisch signifikant war, waren die Gewinne für die konventionelle Gruppe größer als für die experimentelle Gruppe (Hidler et al., 2009).

54 Prozent der Patientinnen und Patienten in der Gruppe mit robotergestütztem Gangtraining (RAGT) erreichten in der Studie von Schwartz et al. (2009) eine Verbesserung der Gehfähigkeit am Ende des 6-wöchigen Trainings ($p\ 0,03$) im Gegensatz zur Kontrollgruppe wo nur 29% eine Verbesserung erreichten. Auch bei den motorischen Funktionen, gemessen anhand des FIM-Scores, zeigte sich ein signifikanter Vorteil in der RAGT-Gruppe ($p\ 0,05$) verglichen mit der Kontrollgruppe (Schwartz et al., 2009).

Tabelle 6.: Hauptergebnisse der Studien (untere Extremitäten)

Studie	Ergebnisse
A Comparative Study of Conventional Physiotherapy versus Robot-Assisted Gait Training Associated to Physiotherapy in Individuals with Ataxia after Stroke (<i>Belas Dos Santos et al., 2018</i>)	Beide Gruppen zeigten eine statistisch signifikante Verbesserung in Bezug auf Gleichgewicht, funktionelle Unabhängigkeit und allgemeine Ataxiesymptome. Es gab keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen, sowohl zu Beginn als auch nach Abschluss des Protokolls.
The effectiveness of locomotor therapy using robotic-assisted gait training in	Nach einem 6 wöchigen Gangtraining mit dem roboter-gestützten Hilfsmittel verbesserte sich die Fähigkeit zu gehen bei den Patientinnen und

subacute stroke patients: a randomized controlled trial (<i>Schwartz et al., 2009</i>)	Patienten im Vergleich zur herkömmlichen Physiotherapie.
Multicenter Randomized Clinical Trial Evaluating the Effectiveness of the Lokomat in Subacute Stroke (<i>Hidler et al., 2009</i>)	Bei subakuten Patientinnen und Patienten mit mäßigen bis schweren Gangstörungen sind herkömmliche Gangtherapien effektiver als ein robotergestütztes Gangtraining.
Conflicting results of robot-assisted versus usual gait training during postacute rehabilitation of stroke patients: a randomized clinical trial (<i>Taveggia et al., 2016</i>)	Es zeigte sich eine Verbesserung der Ganggeschwindigkeit, der Ausdauer sowie der Balance bei Teilnehmerinnen und Teilnehmern der RAGT.

3.3. Auswirkungen auf die Mobilität der oberen Extremitäten

Alle Studien zeigen eine Verbesserung der Motorik in der oberen Extremität. Vor allem die Themen Spastizität und Wiederherstellung der Mobilität wurden behandelt. Nachfolgend wurden in Tabelle 7 die Ergebnisse zusammengefasst.

Funktionelle Mobilität

Daunoraviciene et al. (2018) untersuchten die Wirksamkeit von roboter-gestütztem Training zur Erholung der oberen Extremitäten mit dem Exoskelett-Roboter Armeo Spring®. Der berechnete Behandlungseffekt war für Schulter und Ellbogen relevant. Patientinnen- und Patienten, die der experimentellen Gruppe zugeordnet waren, zeigten eine statistisch signifikante Verbesserung der motorischen Funktion der Arme, verglichen mit der Kontrollgruppe gemessen durch FIM ($p < 0,031$).

Dadurch ergaben sich Vorteile des aufgabenorientierten Robotertrainings in 2 Bereichen der funktionellen Erholung – es erleichtert die Erholung der motorischen Funktion des paretischen Armes.

Der Vergleich zwischen roboter-gestützter Armgruppentherapie in Kombination mit individualisierter Armtherapie gegenüber der individuellen Armtherapie mit doppelter Intensität zeigte, dass beide Arten gleichermaßen wirksam waren hinsichtlich der Wiederherstellung der motorischen Funktionen der oberen Extremitäten bei betroffenen Schlaganfallpatientinnen und -patienten. Alle Teilnehmer und Teilnehmerinnen verbesserten sich im Laufe der Zeit, es gab jedoch keine erkennbaren Unterschiede zwischen den Gruppen. Gemessen wurde die Bewegungsfähigkeit mit dem Fugl-Meyer-Score. Nach vierwöchiger Intervention

erreichte die experimentelle Gruppe 11,1 (Anfangswert 14,6) und die Kontrollgruppe 14,5 (Anfangswert 16,5) (Hesse et al., 2014).

Spastizität/Kraftsteigerung

Der Muskeltonus wurde in Hesse et al. (2014) unter Verwendung des MAS-Scores bewertet, blieb jedoch in beiden Gruppen unverändert ($p 0,695$). Die Muskelkraft wurde mit Hilfe der Grade des *Medical Research Council* auf Schulteranhebung, Beweglichkeit von Ellenbogen und Handgelenk, Fingerbeugung und -dehnung sowie Daumenabduktion und -adduktion bewertet. Hier zeigte sich allerdings keine signifikante Verbesserung ($p 0,497$ nach 4 Wochen zu $p 0,403$ nach 3 Monaten).

Das Robotersystem MIT-MANUS® verwendeten Sale et al. (2014) in ihrer Studie. Jede Gruppe erhielt eine Standardtherapie und zusätzlich 30 Sitzungen der roboter-gestützten Therapie oder der konventionellen Therapie insgesamt für einen Zeitraum von 6 Wochen. In der Versuchsgruppe wurden signifikante Verbesserungen bei MAS-Schulter ($p 0,004$) und MAS-Ellbogen ($p 0,018$) festgestellt. Auch eine Steigerung des MI ($p <0,0001$) und des passiven Bewegungsbereiches ($p <0,0001$) zeigte sich im Sekundärergebnis. In der Kontrollgruppe wurde hingegen ein nicht statistisch signifikant abnehmender Wert von MAS-Schulter und zunehmender Wert von MAS-Ellbogen gefunden und ebenfalls eine signifikante Verbesserung des MI ($p <0,0001$), jedoch kein signifikanter Anstieg des passiven Bewegungsbereiches. Eine weitere signifikante Steigerung wurde auch in der Bewegungsfähigkeit (FM) erkannt, wobei die Kontrollgruppe eine höhere Verbesserung erreichte ($p <0,001$) als die experimentelle Gruppe ($p <0,0001$) (Sale et al., 2014).

Tabelle 7.: Hauptergebnisse der Studien (obere Extremitäten)

Studie	Ergebnisse
Effects of robot-assisted training on upper limb functional recovery during the rehabilitation of poststroke patients (Daunoraviciene et al., 2018)	Teilnehmerinnen und Teilnehmer der experimentellen Gruppe zeigten eine statistisch signifikante Verbesserung der motorischen Funktion der oberen Extremitäten. Auch das Funktionsniveau der ATL's verbesserte sich zwischen Beginn und Ende der Robototherapie erheblich.

Effect on arm function and cost of robot-assisted group therapy in subacute patients with stroke and a moderately to severely affected arm: a randomized controlled trial (<i>Hesse et al., 2014</i>)	RAGT war in Kombination mit der Einzelarmtherapie gleichermaßen wirksam wie die Einzelarmtherapie in doppelter Intensität. Alle Patienten und Patientinnen verbesserten ihre motorische Funktion im Laufe der Zeit.
Effects of upper limb robot-assisted therapy on motor recovery in subacute stroke patients (<i>Sale et al., 2014</i>)	Die roboter-assistierte Rehabilitationsbehandlung zeigte bei subakuten Schlaganfallpatientinnen und -patienten eine signifikante Reduktion der motorisch beeinträchtigten, paretischen oberen Extremität.

3.4 Effekte von roboter-assistierter Therapie auf allgemeine funktionelle Aktivitäten des täglichen Lebens

Zu den Aktivitäten des täglichen Lebens (ATL's) zählt man grundlegende Aktivitäten wie Waschen, Ankleiden, Toilettengang, Mobilisation und Essen.

Es zeigte sich, dass der Einsatz einer roboter-assistierten Therapie ähnliche Ergebnisse bezüglich ATL's bringt wie eine konventionell durchgeführte Physiotherapie (Chung, 2017). Eine kombinierte Behandlung mit RAGT und herkömmlicher Therapie mit zusätzlichen Heimübungen brachte jedoch eine signifikante Verbesserung bei der Ausführung der ATL's (Belas Dos Santos et al., 2018). Selbst wahrgenommene, sich bessernde körperliche Bedingungen im täglichen Leben wie Muskelkraft oder der physische Bewegungsumfang führen zu einer Steigerung der allgemeinen Lebensqualität (Wu et al., 2012).

Auch Daunoraviciene et al. (2018) beschreiben ein verbessertes Funktionsniveau der Selbstversorgungsaktivitäten zwischen Beginn und Ende des robotergestützten Armtrainings.

Die Bewertung der Unabhängigkeit bei den ATL's mittels Barthel-Index ergab in Hesse et al. (2014) eine Verbesserung innerhalb des dreimonatigen Interventionszeitraum der Teilnehmer und Teilnehmerinnen, sie steigerten sich von 25,2 Punkten auf 37,1 Punkte.

4. Diskussion

Das Ziel dieser Arbeit war es, herauszufinden, ob der Einsatz von roboter-assistierten Geräten im Rehabilitationsbereich (verglichen mit einer konventionellen Therapie) einen positiven Effekt auf die Mobilität von Patientinnen und Patienten nach einem Schlaganfall aufweisen kann. Die in den untersuchten Arbeiten aufgefundenen Ergebnisse konnten in die Bereiche Gleichgewicht, Koordination, Gangbild, Gehfähigkeit sowie funktionelle Mobilität, Spastizität und Kraftsteigerung unterteilt werden. Einen zusätzlich untersuchten Bereich bildeten die allgemeinen funktionellen Aktivitäten des täglichen Lebens. Es ergaben sich bei Anwendung verschiedener Robotersysteme durchwegs positive Auswirkung auf die Mobilität der Teilnehmerinnen und Teilnehmer.

Die Ergebnisse waren unterschiedlich je nach Anzahl der Sitzungen und Therapieeinheiten. In zwei Studien zeigte die RAGT deutliche Verbesserungen gegenüber der Kontrollgruppe und ergab somit einen signifikanten Gruppenunterschied. Meistens jedoch brachte sowohl die Intervention als auch die Kontrollintervention einen Erfolg, sodass es zu keinem signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen kam. In Hesse et al. (2014) ist die Behandlung der oberen Extremitäten mit einer roboter-gestützten Therapie klinisch gleich wirksam wie eine Einzelarmtherapie mit doppelter Intensität. Eine Studie beschreibt bessere Gehgeschwindigkeiten und Distanzen bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der herkömmlichen Gangtherapie und liefert somit konträre Ergebnisse zu den anderen (Hidler et al., 2009). Ein möglicher Grund für dieses Ergebnis kann sein, dass manche Patientinnen und Patienten eine größere Bewegungsfreiheit haben und damit bessere Leistungen erzielen können, wenn sie sich frei auf einem Laufband bewegen anstatt mit robotischer Unterstützung und den Rückhaltesystemen an den Beinen zu arbeiten, wie beispielsweise bei Anwendung des Lokomat®.

Auch die Trainingsintensität kann ein wichtiger Faktor sein, der zum Unterschied beiträgt, insbesondere bei Patientinnen und Patienten mit schweren Beeinträchtigungen. So haben Daunoraviciene et al. (2018) festgestellt, dass 10 Sitzungen zu kurz waren um nach einem Schlaganfall bessere Ergebnisse hinsichtlich der funktionellen Erholung zu erreichen. Die Anzahl der Wiederholungen von Aufgaben und die Intensität sind grundlegende Aspekte von etablierten Prinzipien des

Bewegungsapparates (Richards et al., 1999). Unklar geblieben ist die optimale Gesamtdauer der Behandlungsphase sowie der richtige Zeitpunkt, um mit rehabilitativen Maßnahmen zu beginnen. Eine roboter-gestützte Behandlung in der subakuten Phase des Schlaganfalls zeigt in Sale et al. (2014) eine wesentlich schnellere Verbesserung der motorischen Leistung im Vergleich zu herkömmlicher Physiotherapie. Die größte Verbesserung der unabhängigen Gehgeschwindigkeit wurde auch in Belas Dos Santos et al. (2018) schon in den ersten Monaten nach dem Schlaganfall beobachtet. Die Konzentration auf die frühe Phase der Genesung nach einem Schlaganfall hat in der klinischen Praxis hohes Potential um die motorische Erholung zu verbessern (Sale et al., 2014).

Die Wirksamkeit der traditionellen physiotherapeutischen Behandlung hängt immer von der Toleranz und Motivation der Patientinnen und Patienten ab. Dauer, Intensität und Art der Behandlung können von Tag zu Tag variieren. Dies macht eine genaue Aufzeichnung und einen Vergleich der Behandlung schwierig (Chung, 2017).

In der Studie von Busching et al. (2018) wurde die Durchführbarkeit und Akzeptanz halbautonomer Übungen mit einem Exoskelett untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Patientinnen und Patienten die Übungen als motivierend, angenehm und leicht verständlich bewerteten. Der Umgang mit dem Gerät wurde als machbar, aber nicht einfach beschrieben. Der Wille zur Weiterführung des Trainings in einem ambulanten Rahmen unterstreicht die Motivation der Teilnehmer und Teilnehmerinnen. Andere Forschungsgruppen haben ähnliche Ergebnisse veröffentlicht, die auf eine höhere Akzeptanz für Robotertherapien mit Spielelementen hinweisen (Prange et al., 2015).

Neben den beschriebenen Vorteilen kann es durch die eingesetzten robotergestützten Geräte auch zu unerwünschten Wirkungen bzw. Nachteilen kommen. Probleme wurden beschrieben in Form von Nebenwirkungen durch die technischen Geräte wie Druckstellen, Blasenbildung oder ein mulmiges Gefühl während der Behandlung aufgrund der unnatürlichen Umgebung/Geräuschen (Schwartz et al., 2009). Auch hohe Anschaffungskosten bzw. zu geringe Kosten/Nutzen Nachweise wurden angeführt (Stoller and Zutter, 2017).

Wenig Beachtung fand bisher die Erforschung der Langzeiteffekte der robotergestützten Behandlung nach Beendigung der Therapie. In der Studie von Morone et al. (2012) wurde die Langzeitwirksamkeit bei Patientinnen und Patienten mit Schlaganfall ca. zwei Jahre nach Entlassung untersucht. Es blieb die Wirksamkeit einer frühen, intensiven Rehabilitation bei Teilnehmerinnen und Teilnehmern mit stärkerer Beeinträchtigung der Motorik erhalten und es zeigten sich positive Langzeiteffekte auf die Gehfähigkeit. Die positiven Daten zu den funktionellen Leistungen nach dem Ende der Behandlung in der experimentellen Gruppe von Taveggia et al. (2016) legen nahe, dass die Verbesserung der motorischen Fähigkeiten und des funktionellen Gangs bei Patientinnen und Patienten nach einem Schlaganfall mit der Zeit beibehalten wird und auch nach vielen Monaten nicht an Wirksamkeit verliert. Dies kann auf eine langanhaltende motorische Erholung durch intensive und sich wiederholende Stimulation auf der Basis von unbewussten Lernprozessen hinweisen.

Für die Pflege bringt der Einsatz von Robotern viele Vorteile – von Personalentlastung bis hin zu Ablauf-Optimierungen und den Erhalt von Patientendaten durch die Aufzeichnungen des robotergestützten Systems. Die gewonnenen Daten können wiederum von den Therapeutinnen und Therapeuten genutzt werden, um gezielte Verbesserungs-Vorschläge hinsichtlich der Durchführung der Übungen und Motivation zu geben und die Therapie zu individualisieren. Die Pflege ist sehr häufig und über einen längeren Zeitraum bei den Betroffenen und ihren Angehörigen, dies unterscheidet sie von anderen Berufsgruppen. Als Teil eines interdisziplinären Teams verfolgt die Pflege das Ziel, die Selbstständigkeit der Patientinnen und Patienten bestmöglich zu fördern und damit ihre Lebensqualität zu verbessern (Mehrholz, 2008).

In mehreren internationalen Untersuchungen wurde versucht, den besonderen Beitrag von Pflegenden und ihre spezifische Rolle im Behandlungsprozess von Patientinnen und Patienten mit Schlaganfall zu identifizieren (Kirkevold 1999, Burton 2000 & Booth et al. 2001). Pflegeinterventionen gehen weit über die körperbezogenen Lebensaktivitäten hinaus. Ebenso wichtig für Betroffene ist neben der Kompensation von Defiziten die Unterstützung, Beratung, Anleitung und Förderung, um den Weg zurück in den Alltag zu finden.

Was ein Mensch leisten kann ist viel zu umfangreich und komplex um einen Vergleich mit Robotern setzen zu können. Pflege ist eine Intervention, die interaktiv ausgeführt wird. Deren Qualität wirkt sich gemeinsam mit den einzelnen Prozeduren (zum Beispiel Transfer, Beratung) auf den Erfolg aus, welcher im besten Fall Sicherheit und Wohlbefinden für die Patientinnen und Patienten darstellt. Emotionale Intelligenz spielt neben fachlichem Wissen eine besondere Rolle in einer gelingenden Intervention. Im Gegensatz dazu ist ein Roboter meist nur auf eine Aufgabe spezialisiert, dementsprechend programmiert und ein virtueller sozialer Akteur (Meißner, 2019). Das heißt, solche technischen Hilfsmitteln dienen eher als wirksame Unterstützung, können aber Pflegekräfte nicht ersetzen.

5. Schlussfolgerung

In Anbetracht der Ergebnisse kann durchaus eine positive Auswirkung für betroffene Schlaganfallpatientinnen und -patienten aufgezeigt werden. Der Einsatz von roboter-gestützten Hilfsmitteln in der Neurorehabilitation ist wirksam zur Erholung der motorischen Funktionen nach einem Schlaganfall. Es wurde bei fast allen ausgewählten Studien eine Verbesserung der Mobilität nachgewiesen, was dazu führen sollte, diese Art neuer Technologien weiter in die Praxis zu implementieren. Wobei es zu beachten gibt, dass es auch in den meisten Kontrollgruppen (herkömmliche Physiotherapie) zu positiven Veränderungen der Funktionsfähigkeit kam.

Die Befürchtung, dass die therapeutische Arbeit durch Roboter ersetzt und entmenschlicht werden könnte, ist unbegründet. Der Einsatz von roboter-gestützten Hilfsmitteln stellt eine effektive Ergänzung zur konventionellen Rehabilitationstherapie dar und bringt dadurch Vorteile für Pflegepersonal sowie für Patientinnen und Patienten. Die individuelle Kombination aus neuen Therapieverfahren, technischen Hilfsmitteln und bewährten Therapiekonzepten erhöht die Chance auf ein positives Outcome. Eine Implementierung in den klinischen Alltag scheint derzeit noch erschwert umsetzbar. Die unterschiedliche Qualität der Robotersysteme, die erforderlichen Ressourcen und die Notwendigkeit des entsprechenden technischen Know-hows der Therapeutinnen und Therapeuten erschweren möglicherweise noch eine rasche Umsetzung. Allerdings gibt es schon wenige Einrichtungen, welche bereits mit Unterstützung von Roboter-assistierte(n) Geräten arbeiten.

6. Stärken und Limitationen

Als Stärke dieses Reviews kann gesehen werden, dass es sich um aktuelle Studien aus den letzten 10 Jahren handelt sowie, dass diese aus 7 verschiedenen Ländern stammen. Es wurden ausschließlich randomisiert, kontrollierte Studien (RCT's) verwendet und damit das nachgewiesene beste Studiendesign in der Forschung um bei einer eindeutigen Fragestellung eine eindeutige Aussage zu erhalten und die Kausalität zu belegen. Die Qualität der Studien wurde zusätzlich mit einem Cut-off Wert von 70 Prozent der Qualitätspunkte gewährleistet.

Als Limitationen hingegen kann gesehen werden, dass in einem Zeitraum von zwei Monaten in nur 2 Datenbanken (PubMed und CINAHL) recherchiert wurde und die Suche auf deutsche und englische Sprache beschränkt war. Durch den Einsatz von MeSH-Terms gingen eventuell Studien verloren die man mittels kombinierter MeSH und Freitextsuche gefunden hätte. Der Beurteilungsbogen von Hawker et al, 2002 war nicht optimal zur Qualitätsbewertung von RCT's.

7. Empfehlungen für Praxis und Forschung

Praxisempfehlungen

In der Praxis ist der Einsatz von robotergestützten Hilfsmitteln im neurologischen Rehabilitationsbereich momentan noch schwer umsetzbar, da Schulungen und entsprechende Ressourcen noch fehlen. Es wäre jedoch wichtig, medizinisches Fachpersonal und Pflegekräfte zu entlasten.

Durch den Einsatz von robotergestützten Hilfsmitteln entsteht für das Personal weniger physische Arbeit und mehr Zeit für die klinische Entscheidungsfindung, die Beratung und die Motivation des Patientinnen und Patienten, was wiederum zu höheren Therapierfolgen führen kann.

Eine Kooperation zwischen Kliniken, Industrie und Universitäten mit dem gemeinsamen Ziel einer Implementierung von Robotersystemen könnte ein erster Schritt für neue Technologien in der Neurorehabilitation sein. Zur zukünftigen

Herausforderung wird sicher auch die Mitgestaltung der technologischen Entwicklung und diese ergänzend in die Ausbildung zu integrieren sobald eine breitere Evidenzlage vorhanden ist.

Forschungsempfehlungen

Aus dem aktuellen Stand der Forschung geht hervor, dass bislang nur wenige Studien die Wirksamkeit des Einsatzes von robotergestützten Hilfsmitteln in Bezug auf die Mobilität bei Schlaganfall-Patientinnen und Patienten mit nicht eindeutigen Ergebnissen erhoben haben. Jedoch leistet die Forschung einen wichtigen Beitrag zum Erhalt und der Entwicklung hoher Standards in der Schlaganfall-Rehabilitation. Es ist also nötig, noch mehr Studien in diesem Bereich zu betreiben, speziell mit aussagekräftigeren Stichproben und Patientinnen und Patienten in verschiedenen Phasen des Schlaganfalls. Auch eine anschließende Nachbeobachtung bzw. eine Folgebewertung ist empfehlenswert, um die Beibehaltung der therapeutischen Vorteile untersuchen zu können.

8. Literaturverzeichnis

- BELAS DOS SANTOS, M., BARROS DE OLIVEIRA, C., DOS SANTOS, A., GARABELLO PIRES, C., DYLEWSKI, V. & ARIDA, R. M. 2018. A Comparative Study of Conventional Physiotherapy versus Robot-Assisted Gait Training Associated to Physiotherapy in Individuals with Ataxia after Stroke. *Behav Neurol*, 2018, 2892065.
- BOOTH, A. 2006. Clear and present questions: formulating questions for evidence based practice. *Library Hi Tech*, 24, 355-368.
- BÜSCHER, A., BLUMENBERG, P., MÖLLER, A., MOERS, M., ET AL. 2014. Expertenstandard - Erhaltung und Förderung der Mobilität in der Pflege
- BUSCHING, I., SEHLE, A., STURNER, J. & LIEPERT, J. 2018. Using an upper extremity exoskeleton for semi-autonomous exercise during inpatient neurological rehabilitation- a pilot study. *J Neuroeng Rehabil*, 15, 72.
- CHUNG, B. P. H. 2017. Effectiveness of robotic-assisted gait training in stroke rehabilitation: A retrospective matched control study. *Hong Kong Physiotherapy Journal*, 36, 10-16.
- COLLEN, F. M., WADE, D. T. & BRADSHAW, C. M. 1990. Mobility after stroke: reliability of measures of impairment and disability. *Int Disabil Stud*, 12,, 6-9.
- DAUNORAVICIENE, K., ADOMAVICIENE, A., GRIGONYTE, A., GRISKEVICIUS, J. & JUOCEVICIUS, A. 2018. Effects of robot-assisted training on upper limb functional recovery during the rehabilitation of poststroke patients. *Technol Health Care*, 26, 533-542.
- DUNDAR, U., TOKTAS, H., SOLAK, O., ULASLI, A. M. & EROGLU, S. 2014. A comparative study of conventional physiotherapy versus robotic training combined with physiotherapy in patients with stroke. *Top Stroke Rehabil*, 21, 453-61.
- FUGL-MEYER A, J. L., LEYMAN I, OLSSON S, STEGLIND S. 1975. The post-stroke hemiplegic patient. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* p. 13-31.
- HAFSTEINSDOTTIR, T. B., RENSINK, M. & SCHUURMANS, M. 2014. Clinimetric properties of the Timed Up and Go Test for patients with stroke: a systematic review. *Top Stroke Rehabil*, 21, 197-210.
- HAWKER, S., PAYNE, S., KERR, C., HARDEY, M. & POWELL, J. 2002. Appraising the evidence: reviewing disparate data systematically. *Qual Health Res*, 12, 1284-99.
- HESSE, S., HESS, A., WERNER, C. C., KABBERT, N. & BUSCHFORT, R. 2014. Effect on arm function and cost of robot-assisted group therapy in subacute patients with stroke and a moderately to severely affected arm: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*, 28, 637-47.

- HIDLER, J., NICHOLS, D., PELLICCIO, M., BRADY, K., CAMPBELL, D. D., KAHN, J. H. & HORNBY, T. G. 2009. Multicenter randomized clinical trial evaluating the effectiveness of the Lokomat in subacute stroke. *Neurorehabil Neural Repair*, 23, 5-13.
- HOGAN, N., KREBS, H.I., ROHRER, B.R., ET AL. IN: BARNES, M.P., DOBKIN, B.H., BOGOUSSLAVSKY, J. 2005. *Technology for recovery after stroke.* , Cambridge University Press: New York.
- HOLDEN, M. K., GILL, K. M. & MAGLIOZZI, M. R. 1986. Gait assessment for neurologically impaired patients. Standards for outcome assessment *Phys Ther*, 66, p. 9-1530.
- HOLLIDAY, R. C., CANO, S., FREEMAN, J. A. & PLAYFORD, E. D. 2007. Should patients participate in clinical decision making? An optimised balance block design controlled study of goal setting in a rehabilitation unit. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 78, 576-80.
- KASSNER G. 2012. *Leitlinie Nr. 8 - Schlaganfall* [Online]. Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM). Available: https://www.degam.de/files/Inhalte/Leitlinien-Inhalte/Dokumente/DEGAM-S3-Leitlinien/Leitlinien-Entwuerfe/053-011_Schlaganfall/LL-08_Langfassung_Schlaganfall_final5.pdf [Accessed 17.10. 2018].
- KEITH, R. A., GRANGER, C. V., HAMILTON, B. B. & SHERWIN, F. S. 1987. The functional independence measure: a new tool for rehabilitation. *Adv Clin Rehabil*, 1, 6-18.
- KIECHL, S., LALOUSCHEK, W. & LANG, W. 2006. „Nach einem Schlaganfall – Informationen für Patienten und Angehörige“, Holzhausen Verlag GmbH, S.148.
- KROEDERS, R., BERNHARDT, J. & CUMMING, T. 2013. Physical inactivity, depression and anxiety in acute stroke. *International Journal of Therapy & Rehabilitation*, S. 289-293.
- KRUCOFF, M. O., RAHIMPOUR, S., SLUTZKY, M. W., EDGERTON, V. R. & TURNER, D. A. 2016. Enhancing Nervous System Recovery through Neurobiologics, Neural Interface Training, and Neurorehabilitation. *Frontiers in neuroscience*, 10, 584-584.
- LANG, W., FERRARI JULIA., 2012. *Ischämischer Schlaganfall* [Online]. Österreichische Ärztezeitung: Landesklinikum Donauregion Tulln/ Neurologische Abteilung. Available: https://www.aerztezeitung.at/fileadmin/PDF/2012_Verlinkungen/StateSchlaganfall.pdf [Accessed 20.09. 2018].
- MEDMIX, N. 2018. *Roboterassistiertes Armtraining nach Schlaganfall* [Online]. MedMix: Alexander Fauland Communication Available: <https://www.medmix.at/armtraining-roboterassistiertes-schlaganfall/> [Accessed 28.10. 2018].
- MEHRHOLZ, J. 2008. „Frühphase Schlaganfall“, Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

- MEIßNER, A. 2019. Robotik in der Pflege. *Psych Pflege*, 25, 29-33.
- MENCHE, N. 2014. „Pflege von Menschen mit neurologischen und neurochirurgischen Erkrankungen“. In: LAUSTER, M., DRESCHER, A., WIEDERHOLD, D. & MENCHE, N. (HRSG.) (ed.) *Pflege Heute*. Urban und Fischer München, S.1240
- MORONE, G., IOSA, M., BRAGONI, M., DE ANGELIS, D., VENTURIERO, V., COIRO, P., RISO, R., PRATESI, L. & PAOLUCCI, S. 2012. Who may have durable benefit from robotic gait training?: a 2-year follow-up randomized controlled trial in patients with subacute stroke. *Stroke*, 43, 1140-2.
- NEF, T., QUINTER, G., MULLER, R. & RIENER, R. 2009. Effects of arm training with the robotic device ARMin I in chronic stroke: three single cases. *Neurodegenerative Diseases*, 6, 240-251.
- ÖSTERREICHISCHE GESELLSCHAFT FÜR NEUROREHABILITATION. o. J. *Phaseneinteilung neurologischer Krankheitsprozesse* [Online]. ÖGfN. Available: <http://www.neuroreha.at/phasenmodell.html> [Accessed 25.10. 2018].
- ÖSTERREICHISCHE GESELLSCHAFT FÜR NEUROREHABILITATION. o.J. *Messinstrumente* [Online]. ÖGfN. Available: <https://www.neuroreha.at/messinstrumente.html> [Accessed 03.11. 2018].
- ÖSTERREICHISCHE SCHLAGANFALLGESELLSCHAFT. o.J. *Stroke Units - Zahlen und Fakten* [Online]. Österreichische Schlaganfallgesellschaft. Available: <https://www.ogsf.at/stroke-units/zahlen-und-fakten> [Accessed 13.10. 2018].
- POLIT, D., BECK, CT. 2017. Nursing research: generating and assessing evidence for nursing practice. *Wolters Kluwer, Philadelphia, Baltimore, New York*, 10th edition, p.733.
- PRANGE, G. B., KOTTINK, A. I., BUURKE, J. H., ECKHARDT, M. M., VAN KEULEN-ROUWELER, B. J., RIBBERS, G. M. & RIETMAN, J. S. 2015. The effect of arm support combined with rehabilitation games on upper-extremity function in subacute stroke: a randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair*, 29, 174-82.
- REINKENSMEYER, D. J., EMKEN, J. L. & CRAMER, S. C. 2004. Robotics, Motor Learning, and Neurologic Recovery. *Annual Review of Biomedical Engineering*, 6, 497-525.
- RICHARDS, C. L., MALOUIN, F. & DEAN, C. 1999. Gait in stroke: assessment and rehabilitation. *Clin Geriatr Med*, 15, 833-55.
- ROHKAMM, R. 2009 „*Taschenatlas Neurologie*“, Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, S.222.

- SALE, P., FRANCESCHINI, M., MAZZOLENI, S., PALMA, E., AGOSTI, M. & POSTERARO, F. 2014. Effects of upper limb robot-assisted therapy on motor recovery in subacute stroke patients. *J Neuroeng Rehabil*, 11, 104.
- SCHLAGANFALL HEUTE. 2019. *Symptome und Folgen* [Online]. Schlaganfall Heute. Available: <https://www.schlaganfall-heute.de/symptome-und-folgen> [Accessed 26.10. 2018].
- SCHUHFRIED, O. 2010. Physikalisch-medizinische Ansätze im Rahmen der ambulanten Schlaganfallrehabilitation. *Physikalische Medizin Rehabilitationsmedizin Kurortmedizin*, vol. 20, no.5, p. 333-346.
- SCHWARTZ, I., SAJIN, A., FISHER, I., NEEB, M., SHOCHINA, M., KATZ-LEURER, M. & MEINER, Z. 2009. The effectiveness of locomotor therapy using robotic-assisted gait training in subacute stroke patients: a randomized controlled trial. *Pm r*, 1, 516-23.
- SOMMERFELD, D. K., GRIPENSTEDT, U. & WELMER, A. K. 2012. Spasticity after stroke: an overview of prevalence, test instruments, and treatments. *Am J Phys Med Rehabil*, 91, 814-20.
- STOLLER, O. & ZUTTER, D. 2017. Roboter-assistierte Neurorehabilitation. *Therapeutische Umschau*, 74, 517-523.
- TAVEGGIA, G., BORBONI, A., MULE, C., VILLAFANE, J. H. & NEGRINI, S. 2016. Conflicting results of robot-assisted versus usual gait training during postacute rehabilitation of stroke patients: a randomized clinical trial. *Int J Rehabil Res*, 39, 29-35.
- TINETTI, M. E. 1986. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc*, 34, 119-26.
- WADE, D. T. 1989. Measuring arm impairment and disability after stroke. *Int Disabil Stud*, 11, 89-92.
- WIEST D. 2016. *Krankheitsbilder - Neurorehabilitation* [Online]. swiss neurological society. Available: <https://www.swissneuro.ch/view/Content/neurorehabilitation> [Accessed 19.10. 2018].
- WU, C. Y., YANG, C. L., CHUANG, L. L., LIN, K. C., CHEN, H. C., CHEN, M. D. & HUANG, W. C. 2012. Effect of therapist-based versus robot-assisted bilateral arm training on motor control, functional performance, and quality of life after chronic stroke: a clinical trial. *Phys Ther*, 92, 1006-16.
- ZIEGLER, A., ANTES, G. & KÖNIG, I. 2011. 'Bevorzugte Report-Items für systematische Übersichten und Meta-Analysen: Das PRISMA-Statement'. *Deutsche medizinische Wochenschrift*, vol. 139, pp. e9-e15.

9. Anhang

Studie 1: A Comparative Study of Conventional Physiotherapy versus Robot-Assisted Gait Training Associated to Physiotherapy in Individuals with Ataxia after Stroke (Belas Dos Santos, M. et al., 2018)

Abstract and title: Did they provide a clear description of the study?

Good Structured abstract with full information and clear title. 4 → alle wichtigen Elemente sind im Titel enthalten

Fair Abstract with most of the information.

Poor Inadequate abstract.

Very Poor No abstract.

Introduction and aims: Was there a good background and clear statement of the aims of the research?

Good Full but concise background to discussion/study containing up-to date literature review and highlighting gaps in knowledge. Clear statement of aim AND objectives including research questions. 4 → gut verständlicher Hintergrund, Ziel klar beschrieben

Fair Some background and literature review. Research questions outlined.

Poor Some background but no aim/objectives/questions, OR Aims/objectives but inadequate background.

Very Poor No mention of aims/objectives. No background or literature review.

Method and data: Is the method appropriate and clearly explained?

Good Method is appropriate and described clearly (e.g., questionnaires included). Clear details of the data collection and recording. 4 → alle relevanten Details sind genannt, gut beschrieben.

Fair Method appropriate, description could be better. Data described.

Poor Questionable whether method is appropriate. Method described inadequately. Little description of data.

Very Poor No mention of method, AND/OR Method inappropriate, AND/OR No details of data.

Sampling: Was the sampling strategy appropriate to address the aims?

Good Details (age/gender/race/context) of who was studied and how they were recruited. Why this group was targeted. The sample size was justified for the study. Response rates shown and explained.

Fair Sample size justified. Most information given, but some missing 3 → ungenaue Beschreibung warum Kandidaten ausfielen, keine Power-Analyse.

Poor Sampling mentioned but few descriptive details.

Very Poor No details of sample.

Data analysis: Was the description of the data analysis sufficiently rigorous?

Good Clear description of how analysis was done. 4 → alle Instrumente zur Datenanalyse gut beschrieben.

Fair Qualitative: Descriptive discussion of analysis. Quantitative.

Poor Minimal details about analysis.

Very Poor No discussion of analysis.

Ethics and bias: Have ethical issues been addressed, and what has necessary ethical approval gained? Has the relationship between researchers and participants been adequately considered?

Good Ethics: Where necessary issues of confidentiality, sensitivity, and consent were addressed. Bias: Researcher was reflexive and/or aware of own bias. 4 → Ethikvotum wurde eingeholt und beschrieben, Bias aufgezählt und reflektiert.

Fair Lip service was paid to above (i.e., these issues were acknowledged).

Poor Brief mention of issues.

Very Poor No mention of issues.

Results: Is there a clear statement of the findings?

Good Findings explicit, easy to understand, and in logical progression. Tables, if present, are explained in text. Results relate directly to aims. Sufficient data are presented to support findings. 4 → gute Darstellung der Ergebnisse.

Fair Findings mentioned but more explanation could be given. Data presented relate directly to results.

Poor Findings presented haphazardly, not explained, and do not progress logically from results.

Very Poor Findings not mentioned or do not relate to aims.

Transferability or generalizability: Are the findings of this study transferable (generalizable) to a wider population?

Good Context and setting of the study is described sufficiently to allow comparison with other contexts and settings, plus high score in Question 4 (sampling).

Fair Some context and setting described, but more needed to replicate or compare the study with others, PLUS fair score or higher in Question 4. 3 → größere Stichprobe wäre nötig gewesen um vergleichen zu können, nur anwendbar bei PatientInnen in chronischer Phase des Schlaganfalls.

Poor Minimal description of context/setting.

Very Poor No description of context/setting.

Implications and usefulness: How important are these findings to policy and practice?

Good Contributes something new and/or different in terms of understanding/insight or perspective. Suggests ideas for further research. Suggests implications for policy and/or practice.

Fair Two of the above (state what is missing in comments).3 → Keine Praxisempfehlungen vorhanden , schwierig auf andere zu übertragen, da nur eine spezielle Personengruppe untersucht wurde.

Poor Only one of the above.

Very Poor None of the above.

Studie 2: Effects of robot-assisted training on upper limb functional recovery during the rehabilitation of poststroke patients (Daunoraviciene, et al., 2018)

Abstract and title: Did they provide a clear description of the study?

Good Structured abstract with full information and clear title. 4 → alle Elemente sind in Titel und Abstract enthalten

Fair Abstract with most of the information.

Poor Inadequate abstract.

Very Poor No abstract.

Introduction and aims: Was there a good background and clear statement of the aims of the research?

Good Full but concise background to discussion/study containing up-to date literature review and highlighting gaps in knowledge. Clear statement of aim AND objectives including research questions. 4 → Hintergrund verständlich beschrieben, Ziel klar definiert.

Fair Some background and literature review. Research questions outlined.

Poor Some background but no aim/objectives/questions, OR Aims/objectives but inadequate background.

Very Poor No mention of aims/objectives. No background or literature review.

Method and data: Is the method appropriate and clearly explained?

Good Method is appropriate and described clearly (e.g., questionnaires included). Clear details of the data collection and recording.

Fair Method appropriate, description could be better. Data described. 3 → Beschreibung etwas unübersichtlich

Poor Questionable whether method is appropriate. Method described inadequately. Little description of data.

Very Poor No mention of method, AND/OR Method inappropriate, AND/OR No details of data.

Sampling: Was the sampling strategy appropriate to address the aims?

Good Details (age/gender/race/context) of who was studied and how they were recruited. Why this group was targeted. The sample size was justified for the study. 4 → Power Analyse wurde gemacht

Fair Sample size justified. Most information given, but some missing.

Poor Sampling mentioned but few descriptive details.

Very Poor No details of sample.

Data analysis: Was the description of the data analysis sufficiently rigorous?

Good Clear description of how analysis was done. Qualitative studies: Description of how themes derived/ respondent validation or triangulation. Quantitative studies: Reasons for tests selected hypothesis driven/ numbers add up/statistical significance discussed.

Fair Qualitative: Descriptive discussion of analysis. Quantitative.

Poor Minimal details about analysis. 2

Very Poor No discussion of analysis.

Ethics and bias: Have ethical issues been addressed, and what has necessary ethical approval gained? Has the relationship between researchers and participants been adequately considered?

Good Ethics: Where necessary issues of confidentiality, sensitivity, and consent were addressed. Bias: Researcher was reflexive and/or aware of own bias.

Fair Lip service was paid to above (i.e., these issues were acknowledged).

Poor Brief mention of issues. 2 → Ethikvotum vorhanden, Bias kurz beschrieben.

Very Poor No mention of issues.

Results: Is there a clear statement of the findings?

Good Findings explicit, easy to understand, and in logical progression. Tables, if present, are explained in text. Results relate directly to aims. Sufficient data are presented to support findings.

Fair Findings mentioned but more explanation could be given. Data presented relate directly to results. 3 → viele Tabellen, aber wenig ausformuliert

Poor Findings presented haphazardly, not explained, and do not progress logically from results.

Very Poor Findings not mentioned or do not relate to aims.

Transferability or generalizability: Are the findings of this study transferable (generalizable) to a wider population?

Good Context and setting of the study is described sufficiently to allow comparison with other contexts and settings, plus high score in Question 4 (sampling).

Fair Some context and setting described, but more needed to replicate or compare the study with others, PLUS fair score or higher in Question 4. 3

Poor Minimal description of context/setting.

Very Poor No description of context/setting.

Implications and usefulness: How important are these findings to policy and practice?

Good Contributes something new and/or different in terms of understanding/insight or perspective. Suggests ideas for further research. Suggests implications for policy and/or practice.

Fair Two of the above (state what is missing in comments).

Poor Only one of the above. 2 → Keine Praxis oder Forschungsempfehlungen genannt.

Very Poor None of the above.

Studie 3: Effect on arm function and cost of robot-assisted group therapy in subacute patients with stroke and a moderately to severely affected arm: a randomized controlled trial (Hesse, et al., 2014)

Abstract and title: Did they provide a clear description of the study?

Good Structured abstract with full information and clear title. 4 → ausreichend beschriebener Titel und Abstract.

Fair Abstract with most of the information.

Poor Inadequate abstract.

Very Poor No abstract.

Introduction and aims: Was there a good background and clear statement of the aims of the research?

Good Full but concise background to discussion/study containing up-to date literature review and highlighting gaps in knowledge. Clear statement of aim AND objectives including research questions. 4

Fair Some background and literature review. Research questions outlined.

Poor Some background but no aim/objectives/questions, OR Aims/objectives but inadequate background.

Very Poor No mention of aims/objectives. No background or literature review.

Method and data: Is the method appropriate and clearly explained?

Good Method is appropriate and described clearly (e.g., questionnaires included). Clear details of the data collection and recording. 4 → übersichtlich dargestellt

Fair Method appropriate, description could be better. Data described.

Poor Questionable whether method is appropriate. Method described inadequately. Little description of data.

Very Poor No mention of method, AND/OR Method inappropriate, AND/OR No details of data.

Sampling: Was the sampling strategy appropriate to address the aims?

Good Details (age/gender/race/context) of who was studied and how they were recruited. Why this group was targeted. The sample size was justified for the study. 4 → Power Kalkulation durchgeführt, ausreichend TeilnehmerInnen rekrutiert.

Fair Sample size justified. Most information given, but some missing

Poor Sampling mentioned but few descriptive details.

Very Poor No details of sample.

Data analysis: Was the description of the data analysis sufficiently rigorous?

Good Clear description of how analysis was done. 4

Fair Qualitative: Descriptive discussion of analysis. Quantitative.

Poor Minimal details about analysis.

Very Poor No discussion of analysis.

Ethics and bias: Have ethical issues been addressed, and what has necessary ethical approval gained? Has the relationship between researchers and participants been adequately considered?

Good Ethics: Where necessary issues of confidentiality, sensitivity, and consent were addressed. Bias: Researcher was reflexive and/or aware of own bias.

Fair Lip service was paid to above (i.e., these issues were acknowledged).

Poor Brief mention of issues.

Very Poor No mention of issues. 1 → keine Bias definiert

Results: Is there a clear statement of the findings?

Good Findings explicit, easy to understand, and in logical progression. Tables, if present, are explained in text. Results relate directly to aims. Sufficient data are presented to support findings.

Fair Findings mentioned but more explanation could be given. Data presented relate directly to results. 3 → schwer verständlich geschrieben, aber gute Tabellen zusätzlich vorhanden

Poor Findings presented haphazardly, not explained, and do not progress logically from results.

Very Poor Findings not mentioned or do not relate to aims.

Transferability or generalizability: Are the findings of this study transferable (generalizable) to a wider population?

Good Context and setting of the study is described sufficiently to allow comparison with other contexts and settings, plus high score in Question 4 (sampling).

Fair Some context and setting described, but more needed to replicate or compare the study with others, PLUS fair score or higher in Question 4. 3

Poor Minimal description of context/setting.

Very Poor No description of context/setting.

Implications and usefulness: How important are these findings to policy and practice?

Good Contributes something new and/or different in terms of understanding/insight or perspective. Suggests ideas for further research. Suggests implications for policy and/or practice.

Fair Two of the above 3 → keine Praxisempfehlungen vorhanden

Poor Only one of the above.

Very Poor None of the above.

Studie 4: Effects of upper limb robot-assisted therapy on motor recovery in subacute stroke patients (Sale et al., 2014)

Abstract and title: Did they provide a clear description of the study?

Good Structured abstract with full information and clear title. 4 → kurzer, prägnanter Titel, Abstract gut strukturiert.

Fair Abstract with most of the information.

Poor Inadequate abstract.

Very Poor No abstract.

Introduction and aims: Was there a good background and clear statement of the aims of the research?

Good Full but concise background to discussion/study containing up-to date literature review and highlighting gaps in knowledge. Clear statement of aim AND objectives including research questions. 4 → Forschungsziel klar definiert, Hintergrund ausreichend beschrieben

Fair Some background and literature review. Research questions outlined.

Poor Some background but no aim/objectives/questions, OR Aims/objectives but inadequate background.

Very Poor No mention of aims/objectives. No background or literature review.

Method and data: Is the method appropriate and clearly explained?

Good Method is appropriate and described clearly (e.g., questionnaires included). Clear details of the data collection and recording. 4 → Methode gut beschrieben

Fair Method appropriate, description could be better. Data described.

Poor Questionable whether method is appropriate. Method described inadequately. Little description of data.

Very Poor No mention of method, AND/OR Method inappropriate, AND/OR No details of data.

Sampling: Was the sampling strategy appropriate to address the aims?

Good Details (age/gender/race/context) of who was studied and how they were recruited. Why this group was targeted. The sample size was justified for the study.4 → Details zu TeilnehmerInnen ausreichend beschrieben.

Fair Sample size justified. Most information given, but some missing

Poor Sampling mentioned but few descriptive details.

Very Poor No details of sample.

Data analysis: Was the description of the data analysis sufficiently rigorous?

Good Clear description of how analysis was done. 4

Fair Qualitative: Descriptive discussion of analysis. Quantitative.

Poor Minimal details about analysis.

Very Poor No discussion of analysis.

Ethics and bias: Have ethical issues been addressed, and what has necessary ethical approval gained? Has the relationship between researchers and participants been adequately considered?

Good Ethics: Where necessary issues of confidentiality, sensitivity, and consent were addressed. Bias: Researcher was reflexive and/or aware of own bias.

Fair Lip service was paid to above (i.e., these issues were acknowledged).

Poor Brief mention of issues. 2 → kurze Beschreibung der Bias.

Very Poor No mention of issues.

Results: Is there a clear statement of the findings?

Good Findings explicit, easy to understand, and in logical progression. Tables, if present, are explained in text. Results relate directly to aims. Sufficient data are presented to support findings.

Fair Findings mentioned but more explanation could be given. Data presented relate directly to results. 3 → viele Zahlen und Abkürzungen, schwer zu lesen, Abbildungen vorhanden

Poor Findings presented haphazardly, not explained, and do not progress logically from results.

Very Poor Findings not mentioned or do not relate to aims.

Transferability or generalizability: Are the findings of this study transferable (generalizable) to a wider population?

Good Context and setting of the study is described sufficiently to allow comparison with other contexts and settings, plus high score in Question 4 (sampling).

Fair Some context and setting described, but more needed to replicate or compare the study with others, PLUS fair score or higher in Question 4. 3

Poor Minimal description of context/setting.

Very Poor No description of context/setting.

Implications and usefulness: How important are these findings to policy and practice?

Good Contributes something new and/or different in terms of understanding/insight or perspective. Suggests ideas for further research. Suggests implications for policy and/or practice.

Fair Two of the above

Poor Only one of the above. 2 → Keine Praxisempfehlungen, keine Forschungsempfehlungen.

Very Poor None of the above.

Studie 5: The effectiveness of locomotor therapy using robotic-assisted gait training in subacute stroke patients: a randomized controlled trial (Schwartz, I. et al., 2009)

Abstract and title: Did they provide a clear description of the study?

Good Structured abstract with full information and clear title. 4 → alle Elemente im Titel enthalten, gut strukturierter Abstract

Fair Abstract with most of the information.

Poor Inadequate abstract.

Very Poor No abstract.

Introduction and aims: Was there a good background and clear statement of the aims of the research?

Good Full but concise background to discussion/study containing up-to date literature review and highlighting gaps in knowledge. Clear statement of aim AND objectives including research questions. 4 → Einleitung kurz aber alles enthalten, Ziel definiert.

Fair Some background and literature review. Research questions outlined.

Poor Some background but no aim/objectives/questions, OR Aims/objectives but inadequate background.

Very Poor No mention of aims/objectives. No background or literature review.

Method and data: Is the method appropriate and clearly explained?

Good Method is appropriate and described clearly (e.g., questionnaires included). Clear details of the data collection and recording. 4 → *Methode klar beschrieben*

Fair Method appropriate, description could be better. Data described.

Poor Questionable whether method is appropriate. Method described inadequately. Little description of data.

Very Poor No mention of method, AND/OR Method inappropriate, AND/OR No details of data.

Sampling: Was the sampling strategy appropriate to address the aims?

Good Details (age/gender/race/context) of who was studied and how they were recruited. Why this group was targeted. The sample size was justified for the study.4

Fair Sample size justified. Most information given, but some missing

Poor Sampling mentioned but few descriptive details.

Very Poor No details of sample.

Data analysis: Was the description of the data analysis sufficiently rigorous?

Good Clear description of how analysis was done. 4 → *eigener Punkt zur Datenanalyse, umfassend beschrieben.*

Fair Qualitative: Descriptive discussion of analysis. Quantitative.

Poor Minimal details about analysis.

Very Poor No discussion of analysis.

Ethics and bias: Have ethical issues been addressed, and what has necessary ethical approval gained? Has the relationship between researchers and participants been adequately considered?

Good Ethics: Where necessary issues of confidentiality, sensitivity, and consent were addressed. Bias: Researcher was reflexive and/or aware of own bias. 4 → *Bias reflektiert und kritisch betrachtet*

Fair Lip service was paid to above (i.e., these issues were acknowledged).

Poor Brief mention of issues.

Very Poor No mention of issues.

Results: Is there a clear statement of the findings?

Good Findings explicit, easy to understand, and in logical progression. Tables, if present, are explained in text. Results relate directly to aims. Sufficient data are presented to support findings. 4 → *Ergebnisse anschaulich dargestellt, leicht verständlich*

Fair Findings mentioned but more explanation could be given. Data presented relate directly to results.

Poor Findings presented haphazardly, not explained, and do not progress logically from results.

Very Poor Findings not mentioned or do not relate to aims.

Transferability or generalizability: Are the findings of this study transferable (generalizable) to a wider population?

Good Context and setting of the study is described sufficiently to allow comparison with other contexts and settings, plus high score in Question 4 (sampling).

Fair Some context and setting described, but more needed to replicate or compare the study with others, PLUS fair score or higher in Question 4. 3

Poor Minimal description of context/setting.

Very Poor No description of context/setting.

Implications and usefulness: How important are these findings to policy and practice?

Good Contributes something new and/or different in terms of understanding/insight or perspective. Suggests ideas for further research. Suggests implications for policy and/or practice. 4 → Praxis und Forschungsempfehlungen vorhanden.

Fair Two of the above

Poor Only one of the above.

Very Poor None of the above.

Studie 6: Conflicting results of robot-assisted versus usual gait training during postacute rehabilitation of stroke patients: a randomized clinical trial (Taveggia, G. et al, 2016)

Abstract and title: Did they provide a clear description of the study?

Good Structured abstract with full information and clear title. 4 → alle wichtigen Elemente im Titel enthalten, Abstract gut strukturiert.

Fair Abstract with most of the information.

Poor Inadequate abstract.

Very Poor No abstract.

Introduction and aims: Was there a good background and clear statement of the aims of the research?

Good Full but concise background to discussion/study containing up-to date literature review and highlighting gaps in knowledge. Clear statement of aim AND objectives including research questions. 4 → Ziel definiert. Hintergrund dargestellt

Fair Some background and literature review. Research questions outlined.

Poor Some background but no aim/objectives/questions, OR Aims/objectives but inadequate background.

Very Poor No mention of aims/objectives. No background or literature review.

Method and data: Is the method appropriate and clearly explained?

Good Method is appropriate and described clearly (e.g., questionnaires included). Clear details of the data collection and recording. 4 → Methode klar beschrieben.

Fair Method appropriate, description could be better. Data described.

Poor Questionable whether method is appropriate. Method described inadequately. Little description of data.

Very Poor No mention of method, AND/OR Method inappropriate, AND/OR No details of data.

Sampling: Was the sampling strategy appropriate to address the aims?

Good Details (age/gender/race/context) of who was studied and how they were recruited. Why this group was targeted. The sample size was justified for the study. 4 → gute Darstellung des Samplings.

Fair Sample size justified. Most information given, but some missing

Poor Sampling mentioned but few descriptive details.

Very Poor No details of sample.

Data analysis: Was the description of the data analysis sufficiently rigorous?

Good Clear description of how analysis was done. 4 → Analyse ausreichend beschrieben.

Fair Qualitative: Descriptive discussion of analysis. Quantitative.

Poor Minimal details about analysis.

Very Poor No discussion of analysis.

Ethics and bias: Have ethical issues been addressed, and what has necessary ethical approval gained? Has the relationship between researchers and participants been adequately considered?

Good Ethics: Where necessary issues of confidentiality, sensitivity, and consent were addressed. Bias: Researcher was reflexive and/or aware of own bias. 4 → Ethikvotum vorhanden, Bias genannt.

Fair Lip service was paid to above (i.e., these issues were acknowledged).

Poor Brief mention of issues.

Very Poor No mention of issues.

Results: Is there a clear statement of the findings?

Good Findings explicit, easy to understand, and in logical progression. Tables, if present, are explained in text. Results relate directly to aims. Sufficient data are presented to support findings. 4 → übersichtlich dargestellt, gut in Textform beschrieben.

Fair Findings mentioned but more explanation could be given. Data presented relate directly to results.

Poor Findings presented haphazardly, not explained, and do not progress logically from results.

Very Poor Findings not mentioned or do not relate to aims.

Transferability or generalizability: Are the findings of this study transferable (generalizable) to a wider population?

Good Context and setting of the study is described sufficiently to allow comparison with other contexts and settings, plus high score in Question 4 (sampling).

Fair Some context and setting described, but more needed to replicate or compare the study with others, PLUS fair score or higher in Question 4. 3 → mehr Informationen wären nötig.

Poor Minimal description of context/setting.

Very Poor No description of context/setting.

Implications and usefulness: How important are these findings to policy and practice?

Good Contributes something new and/or different in terms of understanding/insight or perspective. Suggests ideas for further research. Suggests implications for policy and/or practice.

Fair Two of the above. 3 → Keine Praxisempfehlungen.

Poor Only one of the above.

Very Poor None of the above.

Studie 7: Multicenter Randomized Clinical Trial Evaluating the Effectiveness of the Lokomat in Subacute Stroke (Hidler, J. et al., 2009)

Abstract and title: Did they provide a clear description of the study?

Good Structured abstract with full information and clear title. 4 → kurzer, prägnanter Titel, Abstract gut strukturiert.

Fair Abstract with most of the information.

Poor Inadequate abstract.

Very Poor No abstract.

Introduction and aims: Was there a good background and clear statement of the aims of the research?

Good Full but concise background to discussion/study containing up-to date literature review and highlighting gaps in knowledge. Clear statement of aim AND objectives including research questions. 4 → Hintergrund verständlich erläutert, Ziel definiert.

Fair Some background and literature review. Research questions outlined.

Poor Some background but no aim/objectives/questions, OR Aims/objectives but inadequate background.

Very Poor No mention of aims/objectives. No background or literature review.

Method and data: Is the method appropriate and clearly explained?

Good Method is appropriate and described clearly (e.g., questionnaires included). Clear details of the data collection and recording. 4 → **4** Methode umfassend beschrieben, klare Details zur Datensammlung.

Fair Method appropriate, description could be better. Data described.

Poor Questionable whether method is appropriate. Method described inadequately. Little description of data.

Very Poor No mention of method, AND/OR Method inappropriate, AND/OR No details of data.

Sampling: Was the sampling strategy appropriate to address the aims?

Good Details (age/gender/race/context) of who was studied and how they were recruited. Why this group was targeted. The sample size was justified for the study.4 → **4** Power-Analyse wurde durchgeführt, Details zum Sampling gut dargestellt.

Fair Sample size justified. Most information given, but some missing

Poor Sampling mentioned but few descriptive details.

Very Poor No details of sample.

Data analysis: Was the description of the data analysis sufficiently rigorous?

Good Clear description of how analysis was done. 4

Fair Qualitative: Descriptive discussion of analysis. Quantitative.

Poor Minimal details about analysis.

Very Poor No discussion of analysis.

Ethics and bias: Have ethical issues been addressed, and what has necessary ethical approval gained? Has the relationship between researchers and participants been adequately considered?

Good Ethics: Where necessary issues of confidentiality, sensitivity, and consent were addressed. Bias: Researcher was reflexive and/or aware of own bias. 4 → **4** Bias reflektiert beschrieben.

Fair Lip service was paid to above (i.e., these issues were acknowledged).

Poor Brief mention of issues.

Very Poor No mention of issues.

Results: Is there a clear statement of the findings?

Good Findings explicit, easy to understand, and in logical progression. Tables, if present, are explained in text. Results relate directly to aims. Sufficient data are presented to support findings. 4 → **4** übersichtliche Darstellung der Ergebnisse, leicht verständlich

Fair Findings mentioned but more explanation could be given. Data presented relate directly to results.

Poor Findings presented haphazardly, not explained, and do not progress logically from results.

Very Poor Findings not mentioned or do not relate to aims.

Transferability or generalizability: Are the findings of this study transferable (generalizable) to a wider population?

Good Context and setting of the study is described sufficiently to allow comparison with other contexts and settings, plus high score in Question 4 (sampling).

Fair Some context and setting described, but more needed to replicate or compare the study with others, PLUS fair score or higher in Question 4. 3 → Vergleich möglich, mehr Details nötig.

Poor Minimal description of context/setting.

Very Poor No description of context/setting.

Implications and usefulness: How important are these findings to policy and practice?

Good Contributes something new and/or different in terms of understanding/insight or perspective. Suggests ideas for further research. Suggests implications for policy and/or practice. 4 → Praxis und Forschungsempfehlungen gegeben.

Fair Two of the above

Poor Only one of the above.

Very Poor None of the above.