

Bachelorarbeit

Neuromuskuläre Elektrostimulation bei Kindern mit Cerebralparese

Effektivität von NMES auf die Ganggeschwindigkeit bei Kindern mit ICP

Autorin:	Samira Konzett
Matrikelnummer:	S12478061
Departement:	Gesundheit
Institut:	Institut für Physiotherapie
Studienjahrgang:	2012
Eingereicht am:	16.04.2015
Betreuende Lehrperson:	Martin Huber

Zur besseren Lesbarkeit wird in dieser Arbeit jeweils nur die männliche Form verwendet. Die Arbeit bezieht sich jedoch immer auf das männliche und weibliche Geschlecht, ausser es ist explizit angegeben. Um das Verständnis dieser Arbeit zu vereinfachen, wurden Fachbegriffe und Abkürzungen im Glossar erklärt, welche im Anhang zu finden sind.

Inhaltsverzeichnis

1. Abstract	6
2. Einleitung	7
2.1 Darstellung des Themas	7
2.2 Problemstellung	7
2.3 Praxisrelevanz	8
2.4 Zielsetzung	8
2.5 Fragestellung	8
2.6 Abgrenzung	8
3. Theoretischer Hintergrund.....	9
3.1 Infantile Cerebralparese	9
3.1.1 Definition	9
3.1.2 Ursache.....	9
3.1.3 Einteilung: Formen und Schweregrade	10
3.1.4 Therapie	12
3.1.5 Relevanz der Gehgeschwindigkeit bei Kinder mit ICP	14
3.1.6 Messinstrumente.....	14
3.2 Neuromuskuläre Elektrotherapie	15
3.2.1 Definition	15
3.2.2 Stromformen	15
3.2.3 Physiologische Muskelstimulation.....	16
3.2.4 Muskelstimulation durch NMES	18
3.2.5 Indikationen und Kontraindikationen	19
4. Methodik.....	20
4.1 Vorgehen	20
4.2 Literaturrecherche.....	20

5.	Resultate	23
5.1	Beschreibung der Hauptstudien.....	23
5.2	The Effect of a Neuromuscular Electrical Stimulation Home Program on Impairments and Functional Skills of a Child with Spastic Diplegic Cerebral Palsy: A Case Report	26
5.3	Neuromuscular Electrical Stimulation Versus Volitional Isometric Strength Training in Children With Spastic Diplegic Cerebral Palsy: A Preliminary Study	27
5.4	Neuromuscular electrical stimulation of the gluteus medius improves the gait of children with cerebral palsy	29
5.5	Surface EMG Analysis and Changes in Gait following Electrical Stimulation of Quadriceps Femoris and Tibialis Anterior in Children with Spastic Cerebral Palsy	31
6.	Diskussion.....	33
6.1	Kritische Analyse der Studien.....	33
6.1.1	Studie 1	33
6.1.2	Studie 2.....	34
6.1.3	Studie 3.....	36
6.1.4	Studie 4.....	37
6.2	Gegenüberstellung der Studien	39
7.	Schlussfolgerung.....	42
7.1	Beantwortung der Fragestellung.....	42
7.2	Offene Fragen.....	42
7.3	Praxisrelevanz	43
7.4	Zukunftsaussicht.....	43
8.	Verzeichnisse.....	45
8.1	Literatur	45
8.2	Abbildungen.....	50
8.3	Tabellen.....	50

9. Wortanzahl	51
10. Danksagung	52
11. Eigenständigkeitserklärung	53
12. Anhang.....	54
12.1 Glossar	54
12.2 Abkürzungsverzeichnis	58
12.3 Studienmatrix.....	59
12.4 Studienbeurteilungen.....	63
12.4.1 PEDro-Scale	63
12.4.2 Law et al. Formular	64

1. Abstract

Darstellung des Themas

Die Infantile Cerebralparese ist eine Bewegungsstörung, die durch prä-, peri- oder postnatale Gehirnschädigungen entsteht. Das primäre Therapieziel mit diesen Patienten liegt in der Selbstständigkeitsförderung. Die Fortbewegungsförderung steht dabei im Vordergrund, wobei die Gehgeschwindigkeit zu den wichtigsten Gangparametern zählt. Die Therapie wird oft auf Krafttraining, manueller Therapie oder auf dem Bobath- sowie Vojta-Konzept aufgebaut. Die Elektrotherapie, die oft bei Hirn Schlag Patienten eingesetzt wird, wird in der Behandlung dieser Patienten oft unterlassen.

Ziel

Diese Arbeit soll die Effektivität von Elektrotherapie auf die Gehgeschwindigkeit und die Muskelkraft der unteren Extremitäten bei Kindern mit spastischer Diplegie aufzeigen.

Methode

Es wurde eine systematische Literatursuche in vier verschiedenen Datenbanken durchgeführt. Dabei erfüllten vier Studien die Einschlusskriterien. Die Case Study wurde mittels „Formular zur Besprechung quantitativer Studien“ evaluiert und die drei randomisierten kontrollierten Studien wurden anhand der PEDro-Skala beurteilt.

Resultate

Die Elektrotherapie allein als auch in Kombination mit aktiver Therapie zeigt statistisch signifikante Verbesserungen der Gehgeschwindigkeit verglichen mit Interventionen ohne Elektrostimulation. Bezüglich der Muskelkraft wird eine tendenzielle Verbesserung festgestellt.

Schlussfolgerung

Elektrotherapie hat als minimalinvasive Therapie eine positive Effektivität auf die Gehgeschwindigkeit und tendenziell auf Muskelkraft bei Kindern mit Infantiler Cerebralparese. Weitere Forschungen in diesem Gebiet sind jedoch durch die mangelhafte Evidenz erforderlich.

Keywords: Cerebral Palsy, CP, spastic diplegia, NMES, neuromuscular Electrotherapy, speed, velocity, strength training, children, pediatrics

2. Einleitung

2.1 Darstellung des Themas

Infantile Cerebralparese (ICP) ist eine häufig vorkommende Haltung- und Bewegungsstörung, die vor, bei oder nach der Geburt auftritt (Neuhäuser, 2006). Laut Oskoui, Coutinho, Dykeman, Jetté und Pringsheim (2013) liegt die Inzidenz bei 2.11 pro 1000 der Lebendgeburten. Die bleibende jedoch nicht unveränderbare Krankheit sollte frühzeitig diagnostiziert werden und im multidisziplinären Therapieumfeld behandelt werden (Schön Klinik, 2014). Der letzte Stand der Forschung zeigt, dass Physiotherapie auf neurologischer Grundlage ein zentraler Behandlungsansatz dieser Behinderung ist (Arya et al., 2012). Der physiotherapeutische Behandlungsaufbau basiert vor allem auf dem Bobath- und Vojta-Konzept wie auch auf Krafttraining und manuellen Therapiemaßnahmen (Neuhäuser, 2006). Ein relativ neuer Therapieansatz für Kinder mit ICP ist neuromuskuläre Elektrostimulation (NMES). Obwohl diese Maßnahme bei Hirnschlag Patienten gut etabliert ist, wird sie für ICP-Patienten kaum angewendet (Arya et al., 2012). Das Interesse an dieser physikalischen Behandlung bei Kindern mit ICP nimmt bedeutend zu, da es sich um eine nichtinvasive, muskelaufbauende Therapie handelt, die die funktionelle Motorik verbessert (Kerr, McDowell und McDonough, 2004).

2.2 Problemstellung

In der Literatur werden aktive und passive manuelle Behandlungen in den Vordergrund gestellt (Schön Klinik, 2004). Weniger wird von physikalischen Maßnahmen gesprochen, was das Interesse der Autorin weckte und sie zu differenzierter Nachforschung antrieb. Carmick (1993) weist in ihrer Studie die Bedeutung von NMES bei Kindern mit ICP nach und zeigt, dass diese Maßnahme die Gangfähigkeit und das Gleichgewicht signifikant verbessern. Auch laut Kerr et al. (2004) wurden Studien durchgeführt, die durch NMES bei Kindern mit ICP eine Verbesserung der Muskelfunktion und/oder Muskelkraft zeigten. Dennoch wird NMES bei diesen Patienten selten angewendet, was auch die Literatur spiegelt, denn im Review von Novak et al. (2013) wurde die Effektivität von NMES als nicht evidenzbasiert klassifiziert.

Welche Auswirkung NMES bei Kindern mit ICP hat und auf welchem evidenzbasierten Forschungsstand sich dieser befindet, wird daher noch kontrovers diskutiert und in Fachkreisen weiterhin besprochen (Kerr et al., 2004).

2.3 Praxisrelevanz

Die Effektivität der neuromuskulären Elektrostimulation bei Kindern mit ICP und deren Evidenz und Auswirkung auf die Gehgeschwindigkeit in Erfahrung zu bringen, ist für den physiotherapeutischen Behandlungsprozess relevant und könnte die Therapieansätze sowie den Therapiefokus bei betroffenen Patienten in eine andere Richtung steuern. Die physikalische Massnahme könnte damit Bedeutung gewinnen und diese Krankheit somit effektiver therapiert werden. Wenn diese Therapie als wirksam erweist, könnte sie laut Kerr et al. (2004) als alternative Massnahme bei ICP-Patienten eingesetzt werden.

2.4 Zielsetzung

Diese Arbeit befasst sich mit spastischer Diplegie, die eine der vier Formen von ICP ist. Spastische Diplegie ist eine Hypertonie der Beinmuskulatur die den Gang und die Ganggeschwindigkeit beeinträchtigt. Somit soll diese Arbeit die Effektivität von NMES auf Muskulatur der unteren Extremität (UE) bei Kindern mit spastischer Diplegie verdeutlichen und dessen Auswirkung auf die Ganggeschwindigkeit aufzeigen. Daraus wird die Relevanz von physikalischer Therapie bei Kindern mit ICP gezogen, um evidenzbasierte Empfehlungen an die Praxis zu geben.

2.5 Fragestellung

Auf der oben genannten Problemstellung und Zielsetzung ergibt sich folgende Fragestellung:

„Ist kontinuierliche NMES eine effektive Methode um bei Kindern mit ICP (spastische Diplegie) die Ganggeschwindigkeit zu verbessern?“

2.6 Abgrenzung

In der gefundenen Literatur untersuchten die Autoren unterschiedliche Outcomes wie die Posturale Stabilität, Gangqualität, Ganggeschwindigkeit, Muskelkraft und Kinetik des Fussgelenks. NMES wurde zur Untersuchung dieser Outcomes nebst einem aktiven Krafttraining eingesetzt. Um die Outcomes objektiv bewerten zu können und die Arbeit qualitativ zu belegen, geht diese Arbeit besonders auf die Ganggeschwindigkeit und die Muskelkraft der UE ein. Die genauen Ein- und Ausschlusskriterien sind im Kapitel „4.2 Literaturrecherche“ nachzulesen.

3. Theoretischer Hintergrund

3.1 Infantile Cerebralparese

3.1.1 Definition

Der Begriff infantile Cerebralparese ist ein Sammelbegriff für verschiedene motorische Störungen, die eine nicht progrediente zentrale Gehirnschädigung beschreibt. ICP kommt bei schweren prä-, peri- oder postnatalen Komplikationen zustande und manifestiert sich in unterschiedlichen Störungen der Körperhaltung und Fortbewegung (Strassburg, Dacheneder und Kress, 2003). Am häufigsten werden motorische Defizite unterschiedlicher Ausprägungen erkannt (Feydt-Schimdt und Steffers, 2010). Begleitend zu den motorischen Problemen sind häufig weitere Behinderungen wie Sensorik, Auffassung, Kommunikation, Perzeption, Verhalten oder von Epilepsie (Döderlein, 2007).

3.1.2 Ursache

Die zentrale Ursache frühkindlicher Schädigung des zentralen Nervensystems (ZNS) bei ICP ist ein Sauerstoffmangel während oder nach der Geburt. Weitere Ursachen finden prä-, peri- oder postnatal statt und werden dementsprechend unterteilt:

Pränatale Ursachen: Infektionskrankheiten (Röteln, Toxoplasmose, Cytomegalie), Schwangerschaftskomplikationen, Intoxikationen (Drogen, Alkohol), Plazentainsuffizienz, genetische Störungen, Diabetes oder hormonelle Störungen (Feydt-Schimdt et al., 2010).

Perinatale Ursachen: Asphyxie, Hypoxie, Nabelschnurkomplikationen Hirnblutungen und Plazentalösung (Schön Klinik, 2014).

Postnatale Ursachen: Erhöhtes Bilirubin im Blut (Kernikterus), Meningoenzephalitis, Schädel-Hirn-Trauma, Stoffwechselstörungen, Krampfanfälle und Kopfverletzungen (Feydt-Schimdt et al., 2010; Schön Klinik, 2014).

Betroffene Patienten mit ICP sind zu 30% Frühgeborene, die vor der 32.

Schwangerschaftswoche geboren werden. Diese weisen ein vierzigfach erhöhtes Risiko gegenüber Reifgeborenen auf, an ICP zu erkranken (Feydt-Schimdt et al., 2010). Die Schädigung des Gehirns tritt bei ICP-Patienten durch zeitlich begrenzte Ursachen auf und ist daher keine fortschreitende Behinderung. Die Symptomatik von ICP entwickelt sich jedoch erst im Laufe der ersten beiden Lebensjahre, wo wichtige Entwicklungsphasen des ZNS stattfinden. Bei Schädigungen des ZNS, bleibt die Reifung aus und somit bleibt die Entwicklung der Willkürmotorik unvollendet, Neugeborenenreflexe bleiben vorhanden,

pathologische Reflexe treten auf und es entsteht ein inadäquater Muskeltonus, auch muskuläre Dysbalance genannt. Diese führt zu mangelnder Grob- und Feinmotorik, Gleichgewichtsstörungen, Kontrakturen und zu Fehlstellungen (Feydt-Schimdt et al., 2010).

3.1.3 Einteilung: Formen und Schweregrade

ICP wird je nach Bewegungsstörung in folgende 4 Formen klassifiziert:

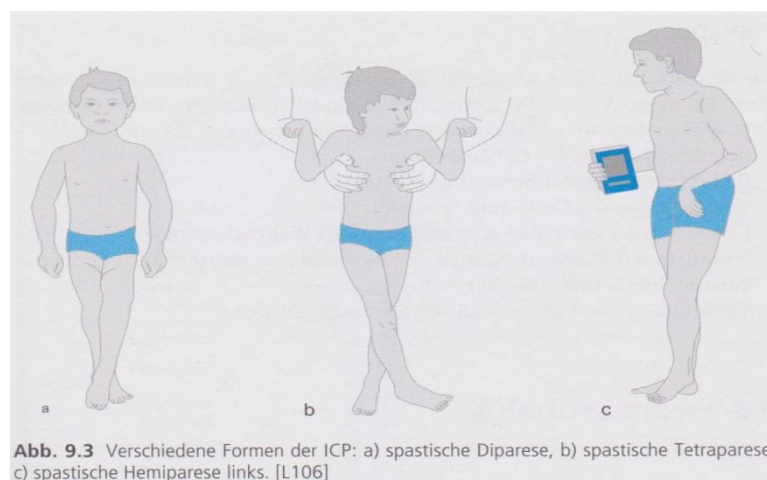
Spastische Formen: Diese Form von ICP wird durch einen erhöhten Muskelgrundtonus charakterisiert und tritt mit 75% am häufigsten bei Kindern mit ICP vor. Meistens sind hier der Rumpf und die Extremitäten betroffen. An der unteren Extremität haben besonders die Extensoren und die Adduktoren einen erhöhten Tonus. An der oberen Extremität weisen die Flexoren einen Hypertonus auf.

Die spastische Form von ICP wird durch die Lokalisation der motorischen Beeinträchtigung in 3 Gruppen unterschieden:

1. Diplegia oder Diparese: Hypertonie der Beinmuskulatur mit Spitzfusshaltung und Beinüberkreuzung.
2. Hemiplegia oder Hemiparese: Lähmung einer Körperhälfte.
3. Quadriplegia oder Tetraparese: Lähmung der Arm-, Bein- und Rumpfmuskulatur (Feydt-Schimdt et al., 2010).

In der Abbildung 1 werden die Spastischen Formen von ICP dargestellt.

Abbildung 1: Formen von Spastischer ICP (Feydt-Schimdt et al., 2010)



Dyskinetische Formen: Hier handelt es sich um eine extrapyramidale Form von ICP, wo sich das unwillkürliche System der motorischen Reflexe befindet. Diese Form wird durch langsame oder ruckartige unwillkürliche Bewegungen charakterisiert (Zorc et al., 2013). Zudem ist eine ständige Abwechslung des Muskeltonus der verschiedenen Muskelgruppen bei dyskinetische ICP vorhanden. Diese Patienten zeigen oft grimassierende Mimik und eine beeinträchtigte Sprachentwicklung, jedoch weisen sie keine Intelligenzdefizite auf. Die dyskinetische ICP wird in 3 Untergruppen eingeteilt:

1. Athetose: langsame wellenartige Bewegungen der Extremitäten.
2. Chorea: ruckartige Bewegungen der Extremitäten.
3. Dystonie: ständige Abwechslung des Rumpfmuskeltonus (Feydt-Schimdt et al., 2010).

Ataktische Formen: Im Gegenteil zur spastischen Form, ist der Muskelgrundtonus bei ICP-Patienten mit Ataxie herabgesetzt und die Balance der verschiedenen Muskelgruppen zeigt sich gestört. Zusammen sind die muskeleigen Reflexen bei Bewegungsabläufe ausfahrend und überschüssend und ein Intentionstremor kann erscheinen (Feydt-Schimdt et al., 2010).

Mischformen (Strassburg et al., 2003).

Patienten mit ICP werden in 4 Schweregrade eingeteilt, die von der motorischen Möglichkeit des Kindes abhängt (Feydt-Schimdt et al., 2010).

Die Schweregrade und deren Unterschiede sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Schweregrade von ICP (Strassburg et al., 2003)

Schweregrad	Unterschied
I.	Leichte Cerebralparese, hauptsächlich bei schnellen Bewegungen erkennbar, ohne wesentliche funktionelle Beeinträchtigung
II.	Freies Gehen möglich, jedoch deutliche funktionelle Beeinträchtigung, meist auch der Handmotorik
III.	Kein freies Gehen, aber Robben und Krabbeln möglich
IV.	Keine aktive Fortbewegungen möglich

3.1.4 Therapie

Der Englische Chirurg William John Little äusserte sich bereits in 1862, dass mit konservativen und operativen Massnahmen bei betroffenen Patienten mit ICP eine Besserung in der Restauration gewisser Aktivität und der Lebensfreude erreichbar ist ohne dabei näheres zur Methodik zu erwähnen. Dies war seine bekannte Aussage:

“Many of the most helpless have been restored to considerable activity and enjoyment of life” (Little, 1862, zitiert nach Döderlein, 2007, S.4).

Laut aktuellem Forschungsstand, ist nach Diagnosestellung ein direkter Frühbeginn mit einer interdisziplinären Therapie ein optimaler Behandlungsweg. Zur interdisziplinären Therapie gehören Pädiatrie, Physiotherapie, Ergotherapie, Logopädie, Orthopädie und medikamentöse Massnahmen (Feydt-Schimdt et al., 2010). Zentral gelegen steht die Physiotherapie auf neurologischer Grundlage mit dem Ziel, die bestmögliche lokomotorische Funktionalität zu erreichen sowie abnormale Haltungs- und Bewegungsmuster zu therapieren. Das Steigern und Normalisieren der Körperwahrnehmung wird durch Physiotherapeuten und Ergotherapeuten behandelt. Ergotherapie ergänzt die Behandlung darin, die Handlungsplanung dieser Patienten gezielt aufzubauen. In der Logopädie werden die physiologische Wiederaufnahme der Nahrung und die entwickelten Sprachstörungen therapiert (Erkinger et al, 2006). Die orthopädiotechnischen Massnahmen liegen vorwiegend in der Verordnung von Hilfsmitteln um prophylaktisch oder unterstützend gegen Kontrakturen zu wirken und beim Gang Unterstützung zu ermöglichen. Medikamentöse Therapie kommt zur Behandlung von Spastik sowie bei psychischen Störungen oder Unruhezuständen und bei ständiger Muskelspannung zum Einsatz (Schön Klinik, 2014). Operative Eingriffe sind nur in gewissen Fällen indiziert, dabei werden Kontrakturen und Deformitäten korrigiert oder zur Vorbeugung behandelt. Zudem wird das Muskelgleichgewicht bestmöglich wiederhergestellt, um pathologische Bewegungsmuster zu vermindern und verhindern (Strassburg et al., 2003; Schön Klinik, 2014).

In Tabelle 2 werden die genannten Therapien und Interventionen beschrieben.

Tabelle 2: Therapien und Interventionen von ICP

Therapie	Intervention	Beschreibung
Pädiatrie	Konduktive Förderung nach Petö	Kombinierte pädagogische und physiotherapeutische Intervention die zielorientiert und nicht ursachenorientiert die Wahrnehmung, Kognition und Motivation fördert (Neuhäuser, 2006; Strassburg et al., 2003).
	Medikamente	Gegen Spastik: Antispastika, Anticholinergika oder Myotonolytika Gegen psychische Störungen: Tranquilizer, Psychopharmaka Gegen Muskelspannung: Botulinumtoxin (Botox) (Schön Klinik, 2014).
Physiotherapie	Bobath	Eine Therapie, die sich an alters- und entwicklungsentsprechenden Bewegungsmustern ausrichtet und alltagspezifische Aktivitäten nutzt (Strassburg et al., 2003).
	Vojta	Eine Therapie die durch Lagereaktionen und Druckreize angeborene komplexe Bewegungsmustern auslöst (Strassburg et al., 2003).
	Physikalische Therapien	Elektrotherapie (ES, NMES, FES) (Novak et al., 2013) Wassertherapie (Strassburg et al., 2003)
Ergotherapie	J. Ayres Konzept	Das Zusammenspiel von Sensorik und Motorik zu verbessern, indem die Körperwahrnehmung durch Aktivierung der Basissinne stimuliert wird (Strassburg et al., 2003).
	F. Affolter Konzept	Förderung der motorischen, kognitiven und emotionalen Leistungen durch alltagsbezogene geführte Handlungsabläufe, daher Führung von Händen und Körper des Patienten (Strassburg et al., 2003).
Logopädie	Sprachtherapie	Aufbau der sprachlichen Leistung, indem verschiedene Formen der verbalen Kommunikation verwendet werden (Strassburg et al., 2003).
	Esstherapie	Verbesserung der Mund-, Gaumen-, Rachen-, Zungen- und Gesichtsmotorik, um die Nahrungsaufnahme risikofrei zu gewährleisten (Strassburg et al., 2003).
Orthopädie	Hilfsmitteln	Schaumgummirolle, Bauchkeil, Hängematte, Kissen, Nachtliegeschale, Sitzschale, Stehbrett, Korsett, Rollbrett, Vierpunktegehilfe, Rollator, Rollstuhl (Strassburg et al., 2003).
	Operative Eingriffe	Tenotomie und Myotomie: Sehnenverlängerung, Muskeleinkerbung, Muskelursprungsverlängerung Osteotomie: Knochenumstellung Neurotomie: Nervendurchtrennung Arthrodesen: Gelenksversteifung (Schön Klinik, 2014)

3.1.5 Relevanz der Gehgeschwindigkeit bei Kinder mit ICP

Das oberste Ziel der CP-Therapie liegt darin, die weitestgehende Selbstständigkeit und Integration in die Gesellschaft zu erreichen. Die Verbesserung der Lokomotion spielt daher eine wichtige Rolle zur Zielerreichung, dabei ist u.a. die Gehgeschwindigkeit ein wichtiger Gangparameter (Vry, 2006; Krüger, 2008). Eine normale Gehgeschwindigkeit bei Kindern hängt von der Körpergrösse ab, daher wird in der Literatur kein Normwert angegeben (Götz-Neumann, 2011). Bei gesunden Erwachsenen beträgt dieser 1.20-1.50 Meter/Sekunde (m/s) (Kramers-de Quervain, Stüssi und Stacoff, 2008). Laut England und Granata (2007) fördert eine verbesserte Gehgeschwindigkeit die Körperstabilität während dem Gang. Zudem findet eine Reduktion des Energieverbrauchs statt, denn ein schnelleres Gangtempo wirkt ökonomischer auf den Körper. Ein reduziertes Gangtempo führt neben der schlechten Energieeffizienz zu verminderten Alltagsfähigkeiten (Barth, Freivogel, A. Hirsch, V. Hirsch und Pott, 2005). Van der Krogt, Doorenbosch und Harlaar (2009) untersuchten in einer Studie die Gehgeschwindigkeit und deren Auswirkung auf die Hamstrings-Muskulatur. Kinder mit ICP zeigten meist eine reduzierte Knieextension beim Gang. Diese führte zu spastische und verkürzte Hamstrings, was eine verminderte Schrittbreite und Ganggeschwindigkeit bedeutete. Wurde die Gehgeschwindigkeit der Kinder erhöht, führte dies zu grösserer Muskelrekrutierung der UE, wobei die Spastik abnahm und sich die Knieextension beim Gang verbesserte. Arnold, Schwartz, Thelen und Delp (2007) fügen dazu bei, dass die biomechanische Krafteinwirkung bei einem erhöhten Gang von mindestens 1 m/s oder schneller die Kniestreckung unterstützt, denn die Kniebewegung ist bei niedrigen Geschwindigkeiten nur von der Muskulatur abhängig. Die Autoren empfehlen zudem die Kräftigung des Triceps Surrae-Muskels, da dieser der Hauptmuskel zur Erhöhung der Gehgeschwindigkeit darstellt.

3.1.6 Messinstrumente

Die Leistungsfähigkeit im Alltag und das Wohlbefinden bei Kindern mit ICP werden mit verschiedenen Instrumenten gemessen und evaluiert (McCarty et al., 2002). Die am häufigsten verwendeten Messinstrumente in dieser Patientengruppe sind: Gross Motor Function Measure (GMFM), Pediatric Evaluation and Disability Inventory (PEDI), Pediatric Outcome Data Collection Instrument (PODCI) und Functional Morbidity Scale (FMS). Eigenschaften der Instrumente werden in der Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Eigenschaften der Messinstrumente (McCarthy et al., 2002; Battibugli et al., 2007; Harvey, Robin, Morris, Graham und Baker, 2008)

Messinstrument	Population	Aktivität oder Partizipation	Differenziert mit/ohne Hilfsmitteln	Kapazität oder Performance	Anzahl der Fragen/Items
GMFM	Cerebralparese Alter: 0-18J.	Aktivität	Nein	Kapazität	66 88
PEDI	Körperbehinderung Alter: 0.5-7.5J.	Aktivität und Partizipation	Nein	Kapazität	197
PODCI	Orthopädische Behinderung Alter: 0-18J.	Aktivität und Partizipation	Nein	Performance	55
FMS	Cerebralparese Alter: 4-18J.	Aktivität und Partizipation	Ja	Performance	5/50/500m

3.2 Neuromuskuläre Elektrotherapie

3.2.1 Definition

Elektrotherapie ist die Anwendung von elektrischer Energie, die Heilungszwecken dient (Fialka-Moser et al., 2005). Durch Elektroden, die auf der Haut des Patienten appliziert werden, dringt der elektrische Strom in den Körper ein und erreicht somit das zu behandelnde Gebiet (Cameron und Rohl, 2006). Die neuromuskuläre Elektrostimulation, auch bekannt als elektrische Muskelstimulation (EMS), ist ein elektromedizinisches Behandlungsverfahren, das zu motorischen Reaktionen führt (Robertson, Ward, Low & Reed, 2006). Niederfrequente elektrische Impulse dringen über Elektroden in das Körpergewebe ein, wo die peripheren Nerven stimuliert werden und anschliessend die Muskulatur erregt wird (Kitchen, 2002).

3.2.2 Stromformen

Die elektrotherapeutische Intervention beschränkt sich nicht nur auf NMES, sondern weist ein breites Spektrum an Stromformen auf, die in drei Frequenzbereiche in Hertz (Hz), Kilohertz (kHz=10³), Megahertz (MHz=10⁶) oder Gigahertz (GHz=10⁹) unterteilt werden, welche in folgender Tabelle 4 dargestellt sind:

Tabelle 4: Stromformen

Strom	Frequenzbereich	Formen und Wirkung
Niederfrequente Ströme	0 bis 1'000 Hz (bis 1 kHz)	<ul style="list-style-type: none"> • Galvanische Form: älteste Form die ein eingerichteter Gleichstrom ist & die Durchblutung fördert sowie Schmerzlindernd wirkt (Bossert und Vogedes, 2007). • Diadynamische Form & Ultra Reiz: Durchblutungsfördernd, Schmerzreduktion & Muskeldetonisation (Bossert et al., 2007). • TENS: Schmerzensenkung, Sympathikussenkung & Muskelkontraktionen die nicht zu Hypertrophietraining führt (Nelson, Hayes und Currier, 1999; Fialka-Moser et al., 2005) • NMES: Hypertrophietraining & Spastikreduktion (Nelson et al., 1999; Fialka-Moser et al., 2005)
Mittelfrequente Ströme	1'000 bis 100'000 Hz (1kHz - 100 kHz)	<ul style="list-style-type: none"> • Interferenz: Schmerzreduktion & Sympathikussenkung, unterscheidet sich zu TENS nur im Frequenzbereich (Nelson et al., 1999)
Hochfrequente Ströme	über 100'000 Hz (>100 kHz)	<ul style="list-style-type: none"> • Ultraschall, Blaulicht, Infrarotlicht, UV-Licht sowie Mikrowellen-, Dezimeterwellen- und Kurzwellentherapie: Elektrische Energie wird in Wärmeenergie oder Mikrovibrationen im Gewebe umgewandelt, die das Heilen des Gewebes fördert (Bossert et al., 2007)

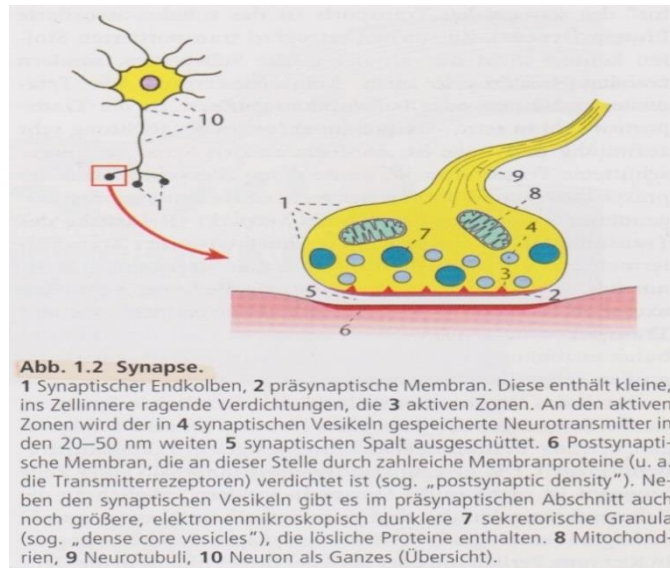
Der Unterschied zwischen den Stromformen liegt in der Frequenz, Pulsdauer, Interventionszeit und Intensität. Somit können Patienten mit verschiedenen Krankheitsursachen adäquat behandelt werden. Dies braucht fundierte Kenntnis der physikalischen Grundlagen seitens des Therapeuten (Bossert et al., 2007).

3.2.3 Physiologische Muskelstimulation

Um die Muskelstimulation durch NMES zu verstehen, braucht es zuerst ein Verständnis der physiologischen willkürlichen Muskelkontraktion.

Das Gehirn leitet Signale über die Neuronen weiter. Diese sind mit den Alpha-Motoneuronen im Vorderhorn des Rückenmarks verknüpft. Die Alpha-Motoneurone entspringen aus dem Rückenmark in die Peripherie und stehen mit Muskelzellen in Verbindung. Diese Verknüpfung nennt man Synapse, wo sich der Signalaustausch zwischen einem weiteren Nerven oder einem Muskel ereignet. Die Synapse zwischen Motoneuron und Muskel wird motorische Endplatte genannt. Wie in Abbildung 2 ersichtlich, befindet sich in einer Synapse ein enger Zwischenraum zwischen präsynaptischer und postsynaptischer Membran.

Abbildung 2: Synapse (Trepel, 2012)



Um die Zentral absteigenden Reizsignalen, sogenannten Aktionspotentialen (AP), in die Peripherie weiterzuleiten, erfolgt in der Synapse eine Ausschüttung von Neurotransmittern (Fialka-Moser et al., 2005). Die Befreiung der Neurotransmittern wird dann erreicht, wenn Qualität und Quantität des Signals für einen AP ausreichen, denn Nerven haben im Ruhezustand ein negativ geladenes Ruhepotential von -60 bis -80 Millivolt (mV). Der Erregungsvorgang beginnt bei Ankunft eines Reizes und wird Depolarisation genannt. Die Vorbedingung zur Auslösung eines AP ist die Überschreitung einer gewissen Reizschwelle (zwischen -55 bis -58 mV). Die negative Ladung vom Nerv nimmt weiterhin ab und es kommt zum Einströmen von Na⁺ Ionen und Austritt von K⁺ Ionen. Dies führt zur positiven Ladung vom Nerv. Wird ein AP ausgelöst, befindet sich der Nerv zunächst in einer Refraktärperiode und kann erst nach einer gewissen Erholungszeit wieder erregt werden. Danach kommt es zur Repolarisation des Nervs und die Bearbeitung der eingetroffenen Reizsignale wird fortgesetzt (Bossert et al., 2007). Somit werden durch nachfolgenden AP die Neurotransmitter von der präsynaptischen Membran freigesetzt. Sie binden sich an Rezeptoren, die sich auf der postsynaptischen Membran befinden und vermitteln auf diese Weise das Signal weiter (Trepel, 2012). Der synaptische Spalt wird somit überwunden und der von zentral ausgelöste Reiz wird an einen weiteren Nerven oder über die Alpha-Fasern an einen Skelettmuskel übertragen. Die im Muskel angekommenen AP lösen eine Verkürzung des Muskels aus. Dafür sind folgende Bestandteile des Muskelgewebes verantwortlich: Die Aktin- und Myosinfilamente. Diese schieben sich teleskopartig

ineinander und führen somit zur Muskelkontraktur. Erfolgen keine weiteren AP, lösen sich die Filamente wieder voneinander und der Muskel erschlafft in seine Ursprungsform zurück (Bossert et al., 2007).

3.2.4 Muskelstimulation durch NMES

Muskelkontraktionen durch NMES werden unwillkürlich ausgelöst. Der von aussen kommende elektrische Impuls, ersetzt den willkürlichen zentralen AP (Bossert et al., 2007). Durch Oberflächenelektroden, die auf der Haut des Patienten angeklebt werden, wird der Impulsstrom an die motorisch reizenden Alpha-Nerven weitergeleitet. Je höher die Stromstärke, umso mehr Motoneuronen werden depolarisiert und somit nimmt die Muskelkontraktion zu. Entscheidend ist die erkennbare Muskelkontraktion und das subjektive Gefühl vom Patienten, denn der Hautwiderstand und die Erträglichkeit der Stromstärke müssen berücksichtigt werden (Bossert et al., 2007).

Der Strombedarf zur Erregung eines Nerven ist umgekehrt proportional zu seinem Durchmesser. Dies liegt am Widerstandverhalten der Nerven, denn je dicker der Nerv ist desto weniger der Widerstand. Die Schmerzfasern (C-Fasern) haben den kleinsten Durchmesser, Alpha-Fasern liegen im Mittelfeld und sensible Fasern (Delta-Fasern) haben den dicksten Durchmesser. Zudem befinden sich die Alpha-Fasern im tiefen Gewebe, anders als die C-Fasern und die Delta-Fasern die sich oberflächlich befinden. Um die Alpha-Fasern in der Tiefe zu stimulieren, sollten möglichst kurze Impulse verwendet werden, um den Hautwiderstand zu senken und die Tiefenwirkung des Stromreizes zu steigern (Fialka-Moser et al., 2005). Laut Cameron et al. (2006) liegt diese für kleine Muskeln bei 150-200 Mikrosekunden (μs) und für grosse Muskeln bei 200-350 μs . Auch die Impulsfrequenz spielt bei der Muskelkontraktur eine wichtige Rolle. Mit Zunahme der Impulsfrequenz, verkürzen sich die Pausen zwischen Einzelzuckungen des Muskels. Bei 10 Hz bestehen kurze Einzelzuckungen vom Muskel. Ab 25-30 Hz fällt der Muskel in eine Dauerkontraktur, was als tetanische Kontraktion bezeichnet wird. Im Frequenzbereich von 50-70 Hz steigt die erzielbare Muskelkraft geringfügig an und wird somit als optimale Frequenz in der Therapie angewendet (Fialka-Moser et al., 2005). Die Muskelkontraktionszeit beträgt zwischen 2-10 Sekunden (s) und die Erschlaffungszeit zwischen 2-120 s (Cameron et al., 2006).

Im Vergleich zu den Nerven, hat Muskelgewebe einen zehnfach höheren Widerstand und wird erst bei deutlich höheren Stromstärken erregt als Nervenfasern. Aus diesem Grund

wird diese Form von Elektrotherapie als NMES bezeichnet (Fialka-Moser et al., 2005).

3.2.5 Indikationen und Kontraindikationen

Wie bei allen Therapiemassnahmen sollte auch vor der Anwendung von Elektrotherapie die Indikationen und Kontraindikation geklärt werden. In folgender Tabelle 5 werden diese dargestellt.

Tabelle 5: Indikationen und Kontraindikationen von Elektrotherapie (Fialka-Moser et al., 2005; Cameron et al., 2006; Bossert et al., 2007)

Indikationen	Kontraindikationen
Allgemeinen Muskelatrophien	Sensibilitätsstörungen
Muskelatrophien nach Erkrankung und Operation:	Schwangerschaft
Kniegelenk, Fuss, Achillessehne, Wirbelsäule	Metallimplantate
Arterielle Durchblutungsstörungen	Herzschrittmacher und andere implantierte Geräte
	Entzündete, geschädigte und dystrophe
	Hautstellen
	Akute Krankheiten und Infektionskrankheiten
	Tumore
	Thrombose- oder Thrombophlebitisbereich
	Sinus Carotis Bereich

4. Methodik

4.1 Vorgehen

Die Autorin wurde im Praktikum durch eine ICP-Patientin am Universitätsspital Zürich inspiriert und stellte sich in mehreren Schritten die erwähnte Fragestellung. Mittels kritischer Literaturanalyse soll in der vorliegenden Bachelorarbeit eine Antwort erarbeitet werden.

Die Fachliteratur zur Elektrotherapie und zur Cerebralparese wurde aus der ZHAW Bibliothek des Departements Gesundheit und der Stadtbibliothek Winterthur beigezogen, um den Theorieteil der Arbeit zu gestalten. Die Studiensuche erfolgte in den zur Verfügung stehenden Datenbanken der ZHAW, was das ZHAW Mobile Tool auch von zu Hause am eigenen Laptop ermöglicht. Der anschliessende Hauptteil beinhaltet die Ergebnisse und die Diskussion der ausgewählten Studien, die zusammengefasst, analysiert und gewertet wurden. Abschliessende Statements, offene Fragen und Empfehlungen für die Praxis wurden in der Schlussfolgerung zusammengefasst.

4.2 Literaturrecherche

Die kritische Literatursuche wurde von August 2014 bis Dezember 2014 durchgeführt. Die Suche wurde in folgenden fünf Datenbanken AMED, CINAHL, Medline via OvidSp, PEDro und PubMed sowohl durch simple search, advanced search als auch durch multi-field search durchgeführt. Mit den verwendeten Keywords für das Krankheitsbild „Cerebral Palsy“, „CP“ und „Spastic Diplegia“, für die Patientengruppe „Pediatrics“ und „Children“, sowie für die Intervention „Neuromuscular Electrotherapy“, „NMES“ und „Strength training“ und für das Outcome „Velocity“ und „Speed“ konnte die Recherche differenziert gestaltet werden. In den Datenbanken wurde zuerst eine unspezifische Suche mit zwei Keywords „Cerebral Palsy and NMES“ durchgeführt, die mit 19 oder weniger Treffern resultierte. Da die Ergebnisse teilweise unspezifisch waren, wurden weitere Keywords mit dem Bool'schen Operator „and“ und „or“ verknüpft.

Die Analyse der Titel und Abstracts ermöglichte die Anzahl Studien von 19 auf 8 zu reduzieren. Als weiterer Schritt wurden Ein- und Ausschlusskriterien definiert, die die weitere Eingrenzung der Studien ermöglichten. Die Autorin entschloss sich zunächst nur Randomized Controlled Trials (RCTs) als Studiendesigns einzuschliessen, weil diese mit dem Goldstandard zu den aussagekräftigsten Studien gelten. Da sich die Recherche mit

breiter Suche bei 19 Studien limitierte und nur drei RCTs-Studien mit den zu untersuchenden Einschlusskriterien ermittelt wurden, setzte sie sowohl RCTs als auch Case Studies als Einschlusskriterien fest. Die endgültigen Ein- und Ausschlusskriterien wurden in folgender Tabelle 6 veranschaulicht.

Tabelle 6: Ein- und Ausschlusskriterien der Literatursuche

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
1. Diagnostizierte spastische Diplegie verursacht durch ICP	1. Studien die die Gehgeschwindigkeit nicht untersuchten
2. Behandlungsmassnahmen: NMES und Krafttraining der UE	2. Probanden die ausser NMES und Krafttraining der UE weitere Therapien erhielten
3. Studien die die Effektivität von NMES auf die Ganggeschwindigkeit und Kraft der UE untersuchen	3. Probanden die mit einer zweiten Form von ICP diagnostiziert wurden
4. Alter der Zielgruppe: 6 bis 14 Jahre	4. Studienpublikation vor dem Jahr 2002
5. Geschlecht: Weiblich und Männlich	
6. Selbstständiges gehen mit oder ohne Hilfsmittel möglich	
7. Studiendesigns: Alle (RCTs wurden bevorzugt)	

Die 3 bedeutendsten Literaturrecherchen in den verschiedenen Datenbanken und die verwendeten Studien, die die Einschlusskriterien erfüllten, wurden in folgender Tabelle 7 erläutert.

Tabelle 7: Literaturrecherche und verwendete Studien

Datenbank	Keywords	Ergebnisse	Verwendete Studien
<i>Recherche 1:</i>			
AMED	cerebral palsy AND nmes	10	Daichman, Johnston, Evans und Tecklin (2003)
CINAHL		16	Al-Abdulwahab und Al-Khatrawi (2009) Stackhouse et al. (2007) Daichman et al. (2003)
Medline via OvidSp		19	Arya et al. (2012) Al-Abdulwahab et al.(2009) Stackhouse et al. (2007) Daichman et al. (2003)
PEDro		4	Al-Abdulwahab et al.(2009)

PubMed		16	Arya et al. (2012) Al-Abdulwahab et al.(2009) Stackhouse et al. (2007) Daichman et al. (2003)
<i>Recherche 2:</i>			
AMED	cerebral palsy	0	-
CINAHL	AND	1	Stackhouse et al. (2007)
Medline via OvisSp	spastic diplegia	2	Stackhouse et al. (2007)
PEDro	AND	0	-
PubMed	nmes	2	Arya et al. (2012)
	AND		Stackhouse et al. (2007)
	speed		
<i>Recherche 3:</i>			
AMED	cerebral palsy	5	Al-Abdulwahab et al.(2009) Daichman et al. (2003)
	AND		
CINAHL	nmes	8	Al-Abdulwahab et al.(2009) Daichman et al. (2003)
	AND		
	gait		
Medline via OvidSp		9	Arya et al. (2012) Al-Abdulwahab et al.(2009) Daichman et al. (2003)
PEDro		2	Al-Abdulwahab et al.(2009)
PubMed		7	Arya et al. (2012) Al-Abdulwahab et al.(2009) Daichman et al. (2003)

Die verwendeten vier Studien wurden mittels „Formular zur Besprechung quantitativer Studien“ (Law et al., 1998) und mit der PEDro-Skala (Hegenscheidt et al., 1999) bewertet. Für die RCTs eignete sich die PEDro-Skala und für die Case Studies das Bewertungsinstrument von Law et al. (1998). Die Resultate und die Bewertung der Studien werden in der Diskussion kritisch analysiert und einander gegenüber gestellt. Die detaillierte Analyse der jeweiligen Studien ist dem Anhang zu entnehmen. Weitere Studien, die zur Bearbeitung der Fragestellung ausgeschlossen wurden, sind als theoretische Grundlage und Hintergrundinformation genutzt worden.

5. Resultate

5.1 Beschreibung der Hauptstudien

Die vier Studien, die den Einschlusskriterien entsprachen, wurden im folgenden Teil zuerst in der Tabelle 8 zusammengefasst und dann weiter beschrieben, wobei sich die Autorin auf diese Tabelle stützte. Die ausführliche Studienmatrix ist dem Anhang zu entnehmen.

Tabelle 8: Matrix der vier Studien

	Studie 1	Studie 2	Studie 3	Studie 4
Autoren	Daichman et al.	Stackhouse et al.	Al-Abdulwahab et al.	Arya et al.
Erscheinungsjahr	2003	2007	2009	2012
Durchführungsort	USA	USA	Saudi Arabien	Indien
Studiendesign	Case Study	RCTs	RCTs	RCTs
Dauer	6 Wochen	12 Wochen	8 Tage	4 Wochen
Probanden	1 Kind	11 Kinder	51 Kinder	10 Kinder
Geschlecht	w	5 w / 6 m	unbekannt	5 w / 5 m
Ein- und Ausschlusskriterien	<ul style="list-style-type: none"> -Keine chirurgischen Eingriffe im letzten Jahr und keine geplanten in der Studienzeit -Die Fähigkeit, ohne physische Unterstützung für mindestens 6 m mit/ohne ein Hilfsmittel und/oder Orthesen zu gehen -In der Lage und bereit, sorgsam mit der NMES Ausrüstung umzugehen und die NMES-Behandlung als Heimprogramm durchzuführen -Kann Mehrschritt-Befehle ausführen und erscheint zu den Terminen der Datenerhebungen -Bereitschaft, das Shriners Hospital for Children vor und nach der Intervention zu besuchen -Kein Vorkommen von Unkontrollierten Anfällen 	<ul style="list-style-type: none"> -Diagnose einer spastischen diplegische CP -Stufe II oder III auf der GMFCS -Zwischen 7 bis 12 Jahre alt beim Zeitpunkt der Rekrutierung -Überprüft und ausgeschlossene Hüftsubluxationsgefahr oder Dislokation - <40 Grad Skoliose -Anfälle der Patienten sind kontrollierbar oder es sind keine vorhanden -Ausreichende Visuelle-Wahrnehmung, Kognition und Kommunikation um Mehrschritt-Befehle zu folgen und auszuführen -Keine OP der UE in den letzten 12 Monaten und während der Studienzeit 	<ul style="list-style-type: none"> -Zwischen 5 bis 12 Jahre alt zu Beginn der Studie -Ambulante Funktion mit/ohne Hilfsmittel -Fähigkeit, während dem Befund und Versuchsprotokoll zu kooperieren -Keine Vorgeschichte der Hüftluxation -Die Fähigkeit, Anweisungen zu verstehen <p>Ausschluss Kriterien waren:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Schwere sensorisch assoziierte Beeinträchtigungen, -Frühere orthopädische OP des gluteus medius -Einnahme von Orale oder Intravenöse Neuropharmaka -Kinder mit Epilepsie 	Keine Angaben

Ein- und Ausschlusskriterien

-Passive ROM von Hüft-ABD mindestens 20° Grad, Poplitealwinkel \leq 45° Grad und Fussdorsalflexion mind. Neutralstellung mit gestrecktem Knie
- \leq 10 Grad Flexionskontraktur an der Hüfte und \leq 5 Grad Flexionskontraktur am Knie

Gemessene Parameter

-Gehgeschwindigkeit
-Isometrische Quadriceps femoris Kraft (QF-Kraft)

-Gehgeschwindigkeit
-Maximale Isometrische QF- und Tricepskraft

-Gehgeschwindigkeit

-Gehgeschwindigkeit

NMES Gerät und Parameter

Myocare Plus 6810

Keine Angaben zum Gerätenamen

NMES unit: Dual Channel TENS Programmable Stimulator Model 120Z

Neuromuscular stimulator EMS: CyberMedic Corp., Korea

-Frequenz: 35 Hz (= 35 pps)
-Impulsdauer: 300 μ s
-On:Off Zeit: 10s : 50s
-Rampe: 2s
-Intensität: bis Knieextension EOR erreicht wird

-Frequenz: 50 Hz (= 50 pps)
-Impulsdauer: zwischen 5 und 200 μ s
-On:Off Zeit: 15s : 45s
-Rampe: 3s Anstiegszeit
-Intensität: Die maximale Verträglichkeit der elektrischen Kontraktion geteilt durch die MVIC

-Frequenz: 20 Hz
-Impulsdauer: 50 μ s
-On:Off Zeit: Konstant On
-Intensität: bis zur deutlichen bilateralen Muskelkontraktion

-Frequenz: 20 Hz für QF und 40 Hz für TA
-Pulsdauer: 200 μ s
-On:Off Zeit: 14s : 5s
-Rampe: 3s (An- und Abstiegszeit)
-Intensität: gemäss Verträglichkeit des Patienten

Interventionen

Heimprogramm:
-re QF: NMES durch Oberflächenelektroden
-li QF: Kontrolle daher keine Intervention

Gruppe 1:
-OP zur Implantierung subkutanen Elektroden für den QF und Triceps surrae
-Heimprogramm:
QF: Alternierende re/li NMES, ohne willkürliche Anspannung
Triceps surrae: Alternierende re/li NMES, ohne willkürliche Anspannung

Gruppe 1:
-1. Tag: Evaluation von NMES während dem Gang
3 Messungen vom Muskeltonus der Adduktoren
-2.-8. Tag: Gleichzeitige NMES vom re/li Gluteus medius als Heimprogramm
-8. Tag: Re-Evaluation von NMES während dem Gang
1 Messung vom Muskeltonus der Adduktoren

Gruppe 1:
-Heimprogramm:
QF und TA re: gleichzeitige NMES
QF und TA li: gleichzeitige NMES
-Physiotherapie: Dehnungen/Krafttraining QF und TA und Haltungsübungen
-Ergotherapie: altersbezogene Alltagsaktivitäten

Gruppe 2:
Physio- und Ergotherapie dito
Gruppe 1

Intervention		- Gruppe 2: Quadriceps femoris: Maximale willkürliche isometrische Muskelkontraktion Triceps surae: Maximale willkürliche isometrische Muskelkontraktion	Gruppe 2: Keine Intervention. Zwei Messungen an drei verschiedenen Tagen durchgeführt am Muskeltonus und zur Ganganalyse. Gruppe 3: Keine Intervention Eine Messung an einem Tag durchgeführt: Ganganalyse. Diese Gruppe wird nur von gesunden Kindern geformt.	
Dosierung	3x10 Wdh jeden zweiten Tag für 6 Wochen	1x 15 Wdh 3x/Wo für 12 Wochen	NMES: Pro Tag 3x15 s während dem Gang für 7 Tage	4-5x/Wo für 20-30 Min. für 4 Wochen
Resultate	-Gehgeschwindigkeit ↑ -Kraft re QF ↑	-Gehgeschwindigkeit: ↑* -Isometrische Muskelkraft: QF: ↑ Triceps Surrae: ↑* Gruppe 1 zeigte signifikantere Verbesserungen als Gruppe 2.	-Gehgeschwindigkeit: ↑* Gruppe 1 zeigte signifikantere Verbesserungen als Gruppe 2.	-Gehgeschwindigkeit: ↑* -Maximale Isometrische Muskelanspannung: QF ↓ TA ↑ Gruppe 1 zeigte signifikantere Verbesserungen als Gruppe 2.
Wertung	Law et al.: 13/26	PEDro: 5/10	PEDro: 3/10	PEDro: 4/10

* = signifikant
↑ = Zunahme
↓ = Abnahme

5.2 The Effect of a Neuromuscular Electrical Stimulation Home Program on Impairments and Functional Skills of a Child with Spastic Diplegic Cerebral Palsy: A Case Report

In dieser Einzelfall Studie von Daichman et al. (2003) wurde die Effektivität von NMES auf die Funktionsfähigkeiten sowie Beeinträchtigungen einer 13-jährigen ICP-Patientin mit spastischer Diplegie untersucht. Die Patientin erhielt eine sechswöchige NMES des rechten Quadriceps Femoris (QF) Muskel, der randomisiert ausgewählt wurde. Das linke Bein wurde als Kontroll-Bein zum Seitenvergleich genutzt und erhielt keine Intervention. Die Eltern wurden von den Untersuchern geschult die NMES-Behandlung selbstständig und mit Hilfe von Abbildungen zu Hause durchzuführen.

Während den Interventionen wurde die Patientin in Rückenlage mit 40° angewinkelten Knien gelagert. Die eine Oberflächenelektrode wurde auf dem rechten distalen Vastus Medialis aufgeklebt und die zweite auf dem rechten proximalen Rectus Femoris sowie Vastus Lateralis. Die Intensität sowie die weiteren NMES-Parameter, ersichtlich in Tabelle 8, wurden so eingestellt, dass sich während des Stromflusses eine Extension des Kniegelenks ergab, was die Patientin ohne NMES nicht ausführen konnte. Zwischen den Kontraktionszeiten befand sich eine Pause, die 50 Sekunden (s) dauerte bevor der nächste 10-sekündige Stromfluss begann. Diese Intervention wurde in 3 Serien à 10 Repetitionen jeden zweiten Tag durchgeführt.

Vor Beginn der ersten Intervention sowie nach Ende der sechswöchigen Behandlung, wurden Vormessungen respektive Nachmessungen von isometrischer QF-Kraft sowie die Gehgeschwindigkeit durchgeführt. Die rechte isometrische QF-Kraft wurde mittels Dynamometer sowie manueller Muskelfunktionstest (MFT) gemessen. Mit dem Dynamometer ergab sich eine Verbesserung von 16.3 Newtons (N) mit einer Standardabweichung (\pm SD) von \pm 3.1 N auf 33.7 N (\pm 0.6 N). Beim MFT zeigte sich jedoch nur eine geringe Verbesserung von 3-/5 auf 3+/5. Beim Kontroll-Bein veränderten sich die Ergebnisse jedoch negativ von 41.3 N (\pm 4.0 N) auf 39.3 N (\pm 7.6 N) und der MFT blieb bei 3-/5. Die Gehgeschwindigkeit wurde mittels GAITRite® evaluiert und zeigte ebenfalls fortschreitende Ergebnisse von 0.62 Meter pro s (m/s) (\pm 0.12 m/s) auf 0.80 m/s (\pm 0.05 m/s).

Daichman et al. (2003) stellten die Effektivität von NMES in dieser Studie bei einer 13-

jährigen Patientin dar. Sie zeigten auf, dass diese minimalinvasive Therapie zugleich die Kraft des QF als auch die Gehgeschwindigkeit verbessert und dass diese Massnahme unproblematisch als Heimprogramm durchgeführt werden kann.

5.3 Neuromuscular Electrical Stimulation Versus Volitional Isometric Strength Training in Children With Spastic Diplegic Cerebral Palsy: A Preliminary Study

In der Studie 2 von Stackhouse et al. (2007) geht es um den Vergleich von NMES und aktivem Krafttraining der UE bei ICP-Kindern mit diagnostizierten spastischer Diplegie. Es wurden 11 Probanden randomisiert in zwei Gruppen eingeteilt, wo die Gruppe 1 NMES der UE erhielt und die Gruppe 2 ein aktives Krafttraining der UE durchführte. Die Studie dauerte 12 Wochen. Bei beiden Gruppen wurde die Kraft des QF und des Gastrocnemius-Muskels untersucht sowie die Gehgeschwindigkeit evaluiert.

Die 6 Probanden der Gruppe 1 („NMES Group“) untergingen zuerst eine Operation, um die Elektroden subkutan neben dem Nervus Femoralis und neben den motorischen Endplatten vom medialen sowie lateralen Gastrocnemius-Muskel zu Implantieren. Dieser Eingriff wurde durchgeführt, um die maximale Anzahl an motorischen Einheiten zu stimulieren und die Stimulation der C-Schmerzfasern zu umgehen. Die NMES-Gruppe erhielt bis zu 3 Wochen Erholungszeit, um die postoperative Wundheilung abzuschliessen. Danach wurde mit der NMES-Behandlung und dem Krafttraining begonnen. Die Eltern des Kindes, wurden zur Durchführung der Massnahmen instruiert, um die Behandlung selbstständig mit dem Kind zu Hause auszuführen. Zur NMES-Intervention bekamen sie schriftliche Unterlagen, die Illustrationen beinhalteten. Während der Behandlung lagen die Patienten in Rückenlage auf einem speziell angefertigten Übungsboard, was die Hüfte in 50° Flexion, die Knie in 60° Flexion und das Sprunggelenk in Neutralposition lagerte. Die Kinder wurden instruiert, während der Stimulation entspannt zu liegen. Die Stimulationsparameter, die in der Tabelle 8 dargestellt sind, wurden nach Elektrodenanschluss eingestellt und die Intensität nach sechs Wochen angepasst. Die maximal willkürliche isometrische Muskelkontraktion (MVIC), die durch einen computergesteuerten Dynamometer gemessen wurde, zeigte bei den Ausgangsmessungen 81.8% (\pm 39.7%). Während der Intervention fand die Muskelkontraktion alternierend zur gleichen Muskelgruppe statt und dauerte 15 s worauf eine 45-sekündige Pause folgte. Die Dosierung der NMES-Behandlung lag bei 1x15

Muskelkontraktionen dreimal pro Woche.

Die Gruppe 2 („Volitional Group“) wurde von 5 Probanden geformt, die ein Krafttraining der UE durchführten. Das Krafttraining wurde auch auf dem speziell angefertigten Übungsboard ausgeführt. Die Patienten wurden dann aufgefordert, eine 15-sekündige MVIC des QF und Gastrocnemius auszuführen. Das isometrische Krafttraining wurde 1x15 MVIC dreimal pro Woche als Heimprogramm durchgeführt. Die Eltern oder der Vormund des Kindes erhielten Instruktionen für die Ausführung des Trainings und in der sechsten Woche wurde eine Kontrolle durchgeführt, um die korrekte Ausführung der Übung zu prüfen.

Die Datenerhebungen fanden zu folgenden 3 Zeitpunkten statt: Zu Beginn der Interventionen, in der 6. und 12. Woche nach Behandlungsbeginn. Mittels t-Test wurden die Daten analysiert und es konnte eine statistische Signifikanz nachgewiesen werden. Die Daten eines Patienten der Gruppe 1 wurden ausgeschlossen, da sich ein lokaler Reiz um seine linke mediale Wadenelektrode formte und er sich nicht an die vorgegebene Dosierung hielt. Die Daten der übrigen fünf Probanden zeigen im Vergleich zur Gruppe 2, dass signifikante Kraftunterschiede des Triceps Surrae in der Relativität vom MVIC zum Körpergewicht (N/kg) der einzelnen Probanden bestehen. Die Signifikanz (p) lag bei $p=0.049$ wobei Gruppe 1 mit $+0.80$ N/kg eine signifikant steigende Krafterzeugung verglichen zu Gruppe 2 mit -0.29 N/kg aufwies. Auch der QF steigerte die Krafterzeugung in der Gruppe 1 mit $+1.61$ N/kg verglichen zu Gruppe 2 die sich nur $+0.51$ N/kg verbesserte. Signifikant ist der QF Unterschied zwischen den Gruppen jedoch nicht, da der p-Wert bei $p=0.065$ liegt. Die Intensität der NMES-Therapie und somit die MVIC-Dosierung relativ zur Verträglichkeit des Patienten erhöhte sich beim rechten QF-Muskel von 81.8% ($\pm 39.7\%$) auf 118.9% ($\pm 36.7\%$) in der sechsten Woche und auf 130.5% ($\pm 22.7\%$) in der 12. Woche. Beim rechten Triceps Surrae nahm sie zuerst von 56.6% ($\pm 13.6\%$) auf 48.4% ($\pm 11.4\%$) ab, erhöhte sich nach Woche 12 auf 60.9% ($\pm 15.2\%$). Einen signifikanten Unterschied wurde zwischen beiden Gruppen bezüglich der Gehgeschwindigkeit nicht festgestellt, da der p-Wert bei 0.142 lag. Jedoch zeigt sich ein signifikanter Unterschied innerhalb der Gruppe 1, mit einem p-Wert von $p=0.028$. Die Ganggeschwindigkeit erhöhte sich von 80.47 cm/s (± 16.80 cm/s) auf 96.37 cm/s (± 25.78 cm/s). Innerhalb der Gruppe 2 erhöhte sich die Gehgeschwindigkeit zwar von 85.57 cm/s (± 27.85 cm/s) auf 89.99 cm/s (± 23.14

cm/s), jedoch ist der Unterschied mit einem p-Wert von $p= 0.306$ insignifikant.

Aus dieser RCTs-Studie geht hervor, dass beide Interventionsmassnahmen eine positive Effektivität auf die Parameter Kraft und Gehgeschwindigkeit haben, die NMES-Therapie jedoch signifikantere Verbesserungen erzielte.

5.4 Neuromuscular electrical stimulation of the gluteus medius improves the gait of children with cerebral palsy

Diese RCTs-Studie von Al-Abdulwahab et al. (2009) evaluierte die Kurz- sowie Langzeitauswirkung von NMES auf beide Gluteus Medius während des Gangzyklus bei ICP-Kindern mit spastischer Diplegie. Für diese Studie wurden 51 Kinder rekrutiert, 20 davon waren gesunde Kinder und 31 wurden mit spastischer Diplegie, verursacht durch ICP, diagnostiziert. Die ICP-Patienten wurden randomisiert in zwei Gruppen zugeordnet und die gesunden Kinder formten die dritte Gruppe. Die Interventionszeit inklusive Messungen dauerte 8 Tage.

Gruppe 1 („Experimental spastic CP group“), die sich aus 21 Probanden formte, erhielt die NMES-Therapie, unterteilt in 3 NMES-Programme. Beim 1. NMES-Programm wurde die Kurzeitauswirkung von NMES bilateral auf den Gluteus Medius während dem Gang evaluiert. Zuerst wurde die anatomische Markierung des Gluteus Medius ausgeführt, dann wurden die Oberflächenelektroden über beide Muskelbäuche angeklebt. Zuerst wurde die NMES in Rückenlage durchgeführt, um die Kinder mit der Stimulation vertraulich zu machen. Auch die Intensität wurde von einem kribbeln auf eine visuelle konstante Muskelkontraktion des Gluteus Medius graduell erhöht. Die NMES wurde danach stufenweise im Sitz durchgeführt und während der Stimulation wurde der Patient aufgefordert auf einer 470cm Gehstrecke im Eigentempo zu gehen. Dieses 1. NMES-Programm fand am 1. Tag statt. Darauf folgte das 2. NMES-Programm durchgeführt als Heimprogramm. Die Eltern der Kinder wurden in der Anwendung von NMES instruiert und die Lokalisation des Gluteus Medius wurde mit einem Permanentmarker bilateral gekennzeichnet. Nach gradueller Intensitätserhöhung und bei visueller Muskelkontraktion, wurden die Kinder von den Eltern aufgefordert, 15 Minuten (Min.) im Eigentempo zu gehen. Dies führten die Kinder 3x 15 Min. pro Tag für die nächsten 7 Tage durch. Das 3. NMES-Programm wurde am 8. Tag durchgeführt und es war dem 1. NMES-Programm ähnlich. Der Unterschied lag in einer 10 minütigen Ruhepause vor Beginn der Stimulation,

da die Kinder an diesem Tag eine Ganganalyse sowie eine Muskeltonus-Bewertung hatten. Die Ganganalyse erfolgte am 1. Tag vor und nach dem 1. NMES-Programm und am 8. Tag während dem 3. NMES-Programm. Die Bewertung des Muskeltonus der beiden Gluteus Medius wurde 4x durchgeführt nämlich zu Beginn, in der Mitte und am Ende des 1. Tages und am 8. Tag.

Bei der Gruppe 2 („Control spastic CP group“), die aus 10 ICP-Patienten bestand, erfolgte keine Intervention. Bei ihnen wurden 2 verschiedene Evaluationen durchgeführt. Zum einen die Ganganalyse, die zweimal am 1. sowie am 8. Tag erfolgte, und zum anderen die Muskeltonus-Bewertung, die zu Beginn sowie in der Mitte des 1. Tages und am 8. Tag ausgeführt wurde. Die erhobenen Daten wurden zum Vergleich genutzt.

Die Gruppe 3 („Healthy control group“), die aus 20 gesunden Kindern geformt wurde, führten zwei Ganganalysen am 1. Tag durch. Auch bei dieser Gruppe erfolgte keine Intervention und die erhobenen Daten wurden zum Vergleich genutzt.

Die Datenanalyse wurde mittels ANOVA durchgeführt. Gruppe 1 zeigte in der Gehgeschwindigkeit mit 54.3 cm/s (± 17 cm/s) signifikant schlechte Vormessungen im Vergleich zu Gruppe 2 mit 76 cm/s (± 24 cm/s) und Gruppe 3 mit 93 cm/s (± 20 cm/s). Der p-Wert liegt bei $p= 0.001$. Innerhalb der Gruppe 1 wurde jedoch nach der Behandlung eine signifikant schnellere Gehgeschwindigkeit nachgewiesen, denn nach dem 3. NMES-Programm erhöhte sich die Gehgeschwindigkeit auf 77.1 cm/s (± 22 cm/s). Der p-Wert beträgt $p= 0.001$. Verglichen zur oben genannten Vormessung, zeigte die Gruppe 1 eine signifikant erhöhte Gehgeschwindigkeit nach dem 1. NMES-Programm auf 63.6 cm/s (± 19 cm/s) und nach dem 2. NMES-Programm auf 74.2 cm/s (± 21 cm/s). Dies zeigte sich durch einen p-Wert, der bei $p= 0.022$ respektive $p= 0.001$ liegt. Nach dem 3. NMES-Programm, zeigt sich zwar eine Erhöhung der Gehgeschwindigkeit auf 77.1 cm/s (± 22 cm/s), jedoch verglichen mit dem 2. NMES-Programm wird keine Signifikanz nachgewiesen, da der p-Wert $p= 0.65$ beträgt. Insgesamt hat sich die Gehgeschwindigkeit bei der Gruppe 1 nach dem 2. und 3. NMES-Programm verglichen zur gesunden Gruppe 3 dermassen verbessert, dass der p-Wert keinen signifikanten Unterschied mehr zeigt, sondern einen geringfügigen Unterschied von $p= 0.72$ nach dem 2. NMES-Programm und $p= 0.90$ nach dem 3. NMES-Programm aufweist. Eine Kraftmessung wurde in dieser Studie nicht durchgeführt.

Als Schlussfolgerung aus dieser Studie geht hervor, dass NMES eine Auswirkung auf die Gehgeschwindigkeit bei ICP-Patienten mit spastischer Diplegie hat. Die Ganggeschwindigkeit erhöhte sich so, dass die ICP-Patienten in der Experimentalgruppe mit der gesunden Gruppe verglichen wurden und einen bedeutungslosen Unterschied festgestellt wurde. Die Autoren empfehlen NMES wie beschrieben anzuwenden, da es einen sofortigen Kurz- sowie Langzeiteffekt aufweist.

5.5 Surface EMG Analysis and Changes in Gait following Electrical Stimulation of Quadriceps Femoris and Tibialis Anterior in Children with Spastic Cerebral Palsy

Das Ziel der Studie 4 von Arya et al. (2012) ist die klinische Durchführbarkeit und die Effektivität von NMES bei ICP-Kindern mit spastischer Diplegie zu evaluieren. 10 ICP Probanden mit diagnostizierter spastischer Diplegie wurden randomisiert in 2 Gruppen eingeteilt. Vor- sowie Nachmessungen der beiden Gruppen wurden vor Beginn der Intervention und nach 4 Wochen durchgeführt.

Gruppe 1 („NMES group“) wurde von 5 Probanden mit ICP gebildet, die NMES sowie Physio- als auch Ergotherapie erhielten. Die Stimulation wurde bilateral durch Oberflächenelektroden in alternierender Weise angewendet, so dass der QF und Tibialis Anterior (TA) auf der ipsilateralen Seite gleichzeitig stimuliert wurden, dann alternierend die Muskeln auf der anderen Seite. Die Stimulationszeit dauerte 14 s mit einer darauffolgenden Pause von 5s bevor die nächste Muskelkontraktion begann. Die NMES wurde 20-30 Min. 4-5 Tage pro Woche durchgeführt. Als weitere Therapie erhielt diese Gruppe ein Krafttraining des QF und TA. In der Physiotherapie ging es um die Kräftigung, Muskeldehnungen und Haltungsübungen. Die Ergotherapie befasste sich darin, das Krafttraining durch altersbezogene Alltagsaktivitäten zu gestalten.

Gruppe 2 („Control group“) formten 5 Probanden. Diese Gruppe erhielt keine NMES, sondern wurde, wie Gruppe 1, mit einem Krafttraining des QF und TA durch die Physio- und Ergotherapie behandelt. Die Gruppe 2 hatte keine zusätzliche Physio- oder Ergotherapie, die die NMES-Therapie-Zeit der Gruppe 1 ausgleicht, da eine weitere physische Behandlung zur Erschöpfung der Probanden hätte führen können.

Die Ausgangswertung zeigte einen signifikanten Unterschied in der Gehgeschwindigkeit zwischen den beiden Gruppen mit 22.74 m/Min (± 6.01 m/Min) bei der Gruppe 2 und mit

nur 13.41 m/Min (\pm 4.99 m/Min) bei der Gruppe 1. Daher wurde in dieser Studie kein Vergleich der Endwerte beider Gruppen durchgeführt, sondern es wurde eine Analyse der Veränderungen vom Ausgangswert zum Endwert der Gruppen ausgeführt. Dies wird „change from baseline“ oder „change score“ genannt. Mit dieser Datenanalyse kann die Variabilität des Ausgangswerts zwischen den Personen minimalisiert werden und somit die Veränderung vom Interventionsbeginn zum Interventionsabschluss der Gruppen bewertet werden. Die Gruppe 1 zeigte in der Gehgeschwindigkeit eine signifikante Verbesserung mit einer Mittelwertdifferenz (MD) von 7.83 m/min und einem 95% Konfidenzintervall (CI) von 3.13 auf 12.53 verglichen zur Gruppe 2. Der Signifikanzwert beträgt $p= 0.01$. Die Evaluation der Muskelkraft wurde in dieser Studie nicht durchgeführt.

Gemäss den Autoren der Studie weist die Kombination von aktivem Krafttraining in der Physio- sowie Ergotherapie und NMES signifikant bessere Resultate in der Gehgeschwindigkeit als alleinige aktive Therapie. Die Autoren verdeutlicht zudem, dass diese Studie klinisch relevante Informationen zur Durchführbarkeit von NMES des QF und TA vorweist.

6. Diskussion

Der folgende Teil der Bachelorarbeit befasst sich damit, die Studien und deren Resultate kritisch zu analysieren und einander gegenüberzustellen. Damit soll die zu Beginn festgelegte Fragestellung beantwortet werden. Die folgende kritische Analyse wurde zuerst zusammenfassend in Tabellen dargestellt und danach wurden die Studien einander gegenübergestellt. Die kritischen Gedanken der Autorin dieser Bachelorarbeit, stützten sich auf den Theorieteil und Resultatenteil. Limitierungen, die die Autoren der Studien erwähnen, werden zitiert.

6.1 Kritische Analyse der Studien

6.1.1 Studie 1

Tabelle 9: Übersicht der kritischen Analyse der Studie 1

Daichman et al. (2003)	
Stärken	<ul style="list-style-type: none">• Methodik: Detaillierte Angaben die nachvollziehbar und wiederdurchführbar sind• NMES-Impulsdauer: Entspricht der Theorie• NMES-Dosierung: Entspricht einem optimalen Krafttraining, da die Muskelregeneration erlaubt wird• Diagnostizierte spastische diplegische ICP• Detaillierte Beschreibung der Hilfsmittel: Ermöglicht Vergleichbarkeit zu anderen Patienten• PEDI Messinstrument: Leistungsfähigkeit der Patientin erfasst• Dosierung und Adherence der Patientin wurde festgehalten und überwacht
Schwächen	<ul style="list-style-type: none">• Fallstudie: Niedrigste Evidenzstufe in der Aussagekraft• Auswahl des Studiendesigns: Da NMES Studien an ICP-Kinder bereits durchgeführt wurden und minime Risiken bestehen, ist die Auswahl weder nachvollziehbar noch wurde sie begründet• Studiendurchführung wäre in einem RCTs-Setting möglich gewesen• Geschlecht der Probandin: Kinder erkranken unabhängig an ICP, daher sind Rückschlüsse auf die männliche Population schwierig• NMES-Frequenz- & Intensitätseinstellung: Nicht Theorieentsprechend und nicht begründet• Ein- & Ausschlusskriterien: Unklarer Schweregrad der Patientin, der zu einem Informationsbias führt• Erheblicher Unterschied des rechten schwächeren QF-Kraft zum linken, was die Randomisierung in Frage stellt• Optimal zu erreichende Kraft und Gehgeschwindigkeit nicht angegeben• Kontrolle der Therapieausführung durch Experten wurde nicht durchgeführt, obwohl es sich um ein Heimprogramm handelt und die Eltern und keine Experten die Intervention ausführten• 2 Datenerhebungen: Ausgangsmessung und einzig nach Studienende (6. Woche) durchgeführt, daher keine Verlaufskontrolle

- Limitierungen die durch die Autoren erwähnt wurden: Ausschliesslich passive Behandlung, Untersuchung der Muskelaktivität vor und während der Behandlung, fehlende Messungen vor Studienbeginn (nicht angegeben welche)

Kommentar zur Law et al. Bewertung:

Gemäss der Einteilung der Autorin erhielt diese Studie 13 von 26 Punkten. Daichman et al. (2003) zeigte eine Stärke in der Validität und Reliabilität der Messinstrumente zur Datenerhebung der verschiedenen Parametern. Der Zweck der Studie sowie die Hintergrundliteratur wurden in der Einführung angegeben und gesichert und die ethische Zustimmung wurde hier eingeholt. Ein weiterer positiver Punkt erhält die Studie bei der detaillierten Beschreibung der durchgeführten Massnahmen. Auch die Lagerung der Patientin während der Behandlung wurde genau beschrieben, was die Wiederholung der Massnahmen in der Praxis ermöglicht. Die klinische Bedeutung der Intervention wurde im Diskussionsteil angegeben, was der Studie weitere Punkte verleiht. Den grössten Abzug erhält sie beim Studiendesign, da es sich um eine Fallstudie handelt und sie nur 1 von 7 Punkten erhält. Weitere Abzüge gab es bei der detaillierten Beschreibung der Stichprobe, da der Schweregrad der Patientin nicht angegeben wurde und keine PEDI-Punktezahl erwähnt wurde. Auch bei der Kontaminierung und Ko-interventionen gab es Punkteabzug, denn diesbezüglich wurde nichts erwähnt. Weitere Abzüge erhielt die Studie bei der statistischen Signifikanz der Ergebnisse und bei den Analysemethoden, da diese nicht durchgeführt wurde.

6.1.2 Studie 2

Tabelle 10: Übersicht der kritischen Analyse der Studie 2

Stackhouse et al. (2007)

Stärken	<ul style="list-style-type: none"> • Methodik: Detaillierte Angaben zum Verfahren, zur Intervention und Messgeräte • Diagnostizierte spastische diplegische ICP • Ein- und Ausschlussverfahren: Eindeutig dargestellt; Schweregrad wurde durch GMFS eingestuft; Probanden wurden durch Orthopäden und Physiotherapeuten untersucht • Statistische Analyse wurde beschrieben und mittels t-Test durchgeführt • Tabellen und Diagramme wurden präsentiert • Datenerhebung der einzelnen Probanden bezüglich des MVIC wurde dargestellt • NMES-Frequenz: Entspricht der Theorie • 3 Datenerhebungen: Ausgangsmessung, 6. Woche und nach 12. Woche • Dosierung und Adherence der Patientin wurde festgehalten und überwacht
----------------	--

- Schwächen**
- Stichprobengröße: 11 Probanden, was zum Selektionsbias führt
 - Ein Drop-Out: Resultate des Probanden wurden ohne Begründung ausgeschlossen, Geschlechtsangabe nicht erwähnt
 - Heterogene Geschlechtsverteilung der beiden Gruppen
 - Operative Elektrodenimplantierung: Stellt das minimalinvasive Charakteristikum von NMES in Frage; 2-3 wöchige Wundheilung musste abgewartet werden; durch die verursachte Entzündung beim Drop-Out wird dies als höherer Risikofaktor zur Gewebeschädigung eingestuft
 - Deutliche Kraftunterschieden zwischen der Experimentalgruppe und Kontrollgruppe, was die Randomisierung in Frage stellt
 - Auf dargestellte Diagramme wurden keine Erläuterung geliefert und diese Resultate wurden in der Studie nicht eingeschlossen
 - NMES-Impulsdauer: Suboptimale Einstellung und nicht der Theorie entsprechend; ungenau Angabe mit breitem Intervall (zwischen 5-200 μ s)
 - NMES-Intensität: festgesetzt auf 20 Milliampere (mA), was nicht der Theorie entspricht; ein weiterer eventueller Grund der zum Drop-Out führte
 - Ein- & Ausschlusskriterien: Unklarer Schweregrad der Patienten, der zu einem Informationsbias führt
 - Optimal zu erreichende Kraft und Gehgeschwindigkeit nicht angegeben
 - Kontrolle der Therapieausführung durch Experten wurde in den insgesamt 12 Wochen nur zweimal durchgeführt, obwohl es sich um ein Heimprogramm handelt und die Eltern die Intervention ausführten
-

Kommentar zur PEDro-Bewertung:

Die Studie 2 erfüllt 5 von 10 PEDro-Kriterien. Diese Studie schneidet in der PEDro-Skala zwischen den 4 Studien am besten ab. Das erste Kriterium der Ein- und Ausschlusskriterien wurde teilweise erfüllt, denn die Ausschlusskriterien wurden nicht angegeben. Punkte werden jedoch ab dem Kriterium 2 bis 11 gegeben. Das zweite Kriterium der randomisierten Gruppenzuordnung wurde erfüllt. Angaben zu verborgenen Gruppenzuordnungen sowie zu verblindete Probanden, Therapeuten oder Untersuchern werden nicht dargestellt. Diese entsprechen den Kriterien 3, 5, 6 und 7, die in dieser Studie schwer zu erreichen sind, da die Probanden und Therapeuten meist wissen, womit sie behandelt werden bzw. behandeln. Das Kriterium 8 wurde als erfüllt gekennzeichnet, da die Nachkontrolle bei mehr als 85% der Probanden durchgeführt wurde. Die Autoren erwähnen in den Resultaten explizit, dass an den verbleibenden 10 Probanden alle Messungen durchgeführt wurden. Ein Minuspunkt erhält die Studie beim Kriterium 9, da sie eine fehlende „intention-to-treat“-Analyse aufzeigt, welche besagt, dass alle Probanden in die Outcome Messungen einfließen. Auch jene, welche während der Studie ausgeschieden sind. Die Autoren schlossen in ihrer Studie die Messungen des „Drop-Out“

Probanden aus. Die Kriterien 10 und 11 wurden erfüllt, denn die Vergleichbarkeit der Gruppen bei den Outcome-Messungen sowie Punkt- wie auch Streuungsmasse wurde durchgeführt.

6.1.3 Studie 3

Tabelle 11: Übersicht der kritischen Analyse der Studie 3

Al-Abdulwahab et al. (2009)	
Stärken	<ul style="list-style-type: none"> • Probandenanzahl: Grösste Stichprobengrösse unter den 4 Studien • Methodik: Detaillierte Beschreibung zum Verfahren und zu den Messzeitpunkten • Diagnostizierte spastische diplegische ICP • Präsenz einer gesunden Kontroll-Gruppe: Vergleichbarkeit der Experimentalgruppe möglich; klinisch relevante Veranschaulichung der Effektivität von NMES
Schwächen	<ul style="list-style-type: none"> • Ein- & Ausschlusskriterien: Unspezifisch; Schweregrad der Patienten wird weder definiert noch mit einem validen Messinstrument (GMFM) evaluiert, was zu einem Informationsbias und zu einer heterogenen Probandenzusammenstellung (Selektionsbias) führt • Studiendauer: Diese beträgt nur 8 Tage, Verzerrt die Daten der längerfristige Effektivität von NMES • Keine Geschlechtsangaben: Homogenität der Probanden nicht überprüfbar; führt zu Selektionsbias, da eine Gruppeneigenschaft bei der Randomisierung nicht beachtet wurde • Datenanalyseverfahren: ANOVA statt MANOVA durchgeführt, denn es handelt sich um Multivariate; Auswahl wurde nicht begründet • Dargestellte Daten der Kontroll-Gruppen: Unklar, ob es sich um die Ausgangsmessungen oder die Endmessung handelt • Ausgangswerte zeigen erhebliche Unterschiede in der Gehgeschwindigkeit zwischen Experimentalgruppe und Kontrollgruppe, was die Randomisierung in Frage stellt • NMES-Parameter: Nicht der Theorie entsprechend; fehlende Begründung • Dauerkontraktion der Muskeln: Der gluteus Medius wurde während der Intervention konstant in eine Dauerkontraktion versetzt, was nicht der menschlichen physiologischen Muskelkontraktion während dem Gang entspricht • NMES-Frequenz- & Intensitätseinstellung: Nicht der Theorie entsprechend und nicht begründet • Optimal zu erreichende Gehgeschwindigkeit nicht angegeben • Kontrolle der Therapieausführung durch Experten wurde nicht durchgeführt, obwohl es sich um ein Heimprogramm handelt und die Eltern die Intervention ausführten

Kommentar zur PEDro-Bewertung:

Nach der Zuordnung der Autorin erhält die Studie 3 von 10 Punkten. Ein- und Ausschlusskriterien wurden bei Al-Abdulwahab et al. (2009) aufgelistet. Einen Punkt

erfüllte die Studie bei der Randomisierung, die erwähnt wurde. Ein weiteren Punkt erhielt die Studie beim erfüllen des 11. Kriteriums, da die Punkt- sowie Streuungsmasse dargestellt wurden. Punkteabzug gab es bei der verborgenen Zuordnung zu den Gruppen und beim Kriterium der geblindeten Probanden, Therapeuten und Untersuchender, da hierzu weder eine Aussage gemacht wurde, noch dies in der Studie zum Ausdruck kommt. Das Kriterium 4 wurde auch als nicht erfüllt gekennzeichnet, da kein Schweregrad der Probanden gemessen wurde und nicht verdeutlicht wurde, ob es sich bei den raumzeitlichen Resultaten der ICP Kontroll-Gruppe um die Baseline oder die Outcome Messungen handelt. Die weiteren Abzüge erhält die Studie für die Kriterien 8 und 9. In der Studie wurde keine Auskunft über die Anzahl der Probanden, von denen tatsächlich ein zentrales Outcome gemessen wurde, angegeben. Zudem wird in der Studie die „Intention to treat“-Analyse nicht angegeben und es kommt nicht explizit zum Ausdruck, dass alle Probanden die Behandlung sowie Kontrollanwendung erhalten haben. Einen weiteren Punkt wird der Studie beim Kriterium 10 gutgeschrieben. In der Studie wurden viele statistische Vergleiche in der NMES-Gruppe und zwischen den Gruppen ausgeführt. Beim Vergleich dieser Auswertung mit der der PEDro-Datenbank stellte die Autorin fest, dass das 10. Kriterium als nicht erfüllt gilt und die Studie selbst mit 2 von 10 PEDro-Kriterien bewertet wurde. Die Autorin kann diese Wertung nicht nachvollziehen.

6.1.4 Studie 4

Tabelle 12: Übersicht der kritischen Analyse der Studie 4

Ariya et al. (2012)	
Stärken	<ul style="list-style-type: none"> • Methodik: Detaillierte Beschreibung zum Verfahren und zu den Messzeitpunkten • Diagnostizierte spastische diplegische ICP • NMES-Parameter: Liegen der Theorie am nächsten von allen 4 Studien; als einzige Studie, die die Intensität gemäss der Verträglichkeit der Patienten einstellte • „Change from baseline“ Analyse: Den Autoren fielen deutliche Unterschiede in der Gehgeschwindigkeit zwischen den Gruppen auf und führten somit eine Analyse der Veränderung gegenüber dem Ausgangswert aus
Schwächen	<ul style="list-style-type: none"> • Stichprobengrösse: 10 Probanden was zu einem Selektionsbias führt; fehlende detaillierte Angaben der Probanden; auch als Limitierungspunkt durch die Autoren erwähnt • Ein- & Ausschlusskriterien: Nicht dargestellt • Selektives Auswahlprüfverfahren der Probanden: Die Baseline Messungen zeigen einen starken SD in den Gruppen (wie der GMFM Score), was auf eine unspezifische Selektierung der Patienten hindeutet und somit eine Heterogenität zwischen den Probanden besteht; Verzerrung der Resultate: Selektionsbias

- Dosierungsangaben der Interventionen: Unspezifisch, führt daher zu uneinheitlichen Interventionsausführungen
 - Verteilung der Geschlechtsanzahl in den Gruppen: NMES-Gruppe 2w/3m Kontroll-Gruppe 3w/2m; keine Homogenität vorhanden; auch als Limitierungspunkt durch die Autoren erwähnt
 - Ausgangswerte zeigen erhebliche Unterschiede in der Gehgeschwindigkeit zwischen Experimentalgruppe und Kontrollgruppe, was die Randomisierung in Frage stellt
 - Ko-Interventionen (Physio- & Ergotherapie): Keine detaillierten Interventions- und Dosierungsangaben
 - Messinstrument für Gehgeschwindigkeit nicht erwähnt, Autorin vermutet das eine manuelle Zeit und Metrikmessung durchgeführt wurde
 - Optimal zu erreichende Gehgeschwindigkeit nicht angegeben
 - Kontrolle der Therapieausführung durch Experten wurde in den 4 Wochen nicht durchgeführt, obwohl es sich um ein Heimprogramm handelt und die Eltern die Intervention ausführten
 - Limitierungen, die durch die Autoren erwähnt wurden: Keine langfristige Verlaufskontrolle der NMES-Therapie; fehlende Untersuchungen wie die Lebensqualität, Kosten-Nutzen-Vergleich und tägliche Alltagsaktivitäten der Probanden einzuschliessen
-

Kommentar zur PEDro-Bewertung:

Die Studie von Arya et al. (2012) erhält 4 von 10 PEDro-Punkten. Erfüllt wurden die Kriterien 2, 4, 10 und 11. Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden von den Autoren nicht dargestellt. Die Zuteilung der Probanden erfolgte randomisiert, was das Kriterium 2 erfüllt. Eine verborgene Zuordnung der Gruppen kommt in der Studie nicht zum Ausdruck. Die Autoren führten zu Beginn der Studie Baseline-Messungen durch. Aus diesem Grund wird das Kriterium 4 erfüllt. Abzüge gibt es auch in der fehlenden Verblindung der Probanden und Therapeuten. Wie bereits erwähnt, werden diese Kriterien durch die deutlich erkennbare NMES-Therapie kaum erfüllbar sein. Da die Untersucher auch nicht geblindet waren, gibt es beim Kriterium 7 einen Punkteabzug. Des Weiteren werden die Kriterien 8 und 9 in dieser Studie ebenfalls nicht erfüllt. In der Studie wurde keine Auskunft über die Anzahl der Probanden, von denen tatsächlich ein zentrales Outcome gemessen wurde, angegeben. Zudem wird in der Studie die „Intention to treat“-Analyse nicht angegeben und es kommt nicht explizit zum Ausdruck, dass alle Probanden die Behandlung und Kontrollanwendung erhalten haben. Das Kriterium 11 wurde von den Autoren erfüllt, da sowohl Punkt- als auch Streuungsmasse angegeben wurden.

6.2 Gegenüberstellung der Studien

Studiendesign und Methodik:

Die untersuchten Studien, stellen nicht die beste Voraussetzung dar, um sie miteinander zu vergleichen, denn eine wurde als Case Study durchgeführt und die weiteren drei als RCTs. Ein grosser Diskussionspunkt sind die verschiedenen Probandengrössen. Die Fallstudie wird vom Studiendesign her mit einem Probanden durchgeführt, jedoch wiesen auch die RCTs-Studien eine eher klein gehaltene Stichprobengrösse auf, was als Ursache für verfälschte Ergebnisse betrachtet werden kann. Die grösste Stichprobe zwischen den RCTs-Studien hatte die Studie 3 mit 31 ICP-Patienten und 20 gesunden Kinder und die kleinste die Studie 4 mit 10 Probanden. Des Weiteren zeigt sich in der Studie 2 und 3 eine heterogene Verteilung der Probandenanzahl in den verschiedenen Gruppen. Auch dies führt zu Verzerrungen der Resultate. Ein weiterer, negativ beeinflussender Faktor ist die Geschlechtsangabe. Wird diese, wie in Studie 3 oder beim ausgeschlossenen Probanden der Studie 2, nicht angegeben, führt das zu einem Selektionsbias, wodurch die Vergleichbarkeit und Homogenität der Gruppen beeinträchtigt wird und die Ergebnisse möglicherweise verfälscht werden. Einen weiteren Vergleichspunkt besteht in der Angabe der Untersucher, die bei keinem der vier Studien detailliert dargestellt werden.

Ein- und Ausschlusskriterien:

Die Ein- und Ausschlusskriterien der untersuchten Studien überschneiden sich teilweise oder es werden andere gewählt. Stackhouse et al. (2007) stellten diese am deutlichsten dar, jedoch werden in der Studie 4 gar keine präsentiert. Der Schweregrad der Patienten wurde als einzig in der Studie 2 als Einschlusskriterium definiert und mittels GMFM- Score objektiviert. In den Studien 1 und 3 wurde der Schweregrad nicht erwähnt und in der Studie 4 wurde dieser mittels GMFM-Score zwar gemessen, jedoch zeigte sich eine breite SD zwischen den Probanden. Dies wäre für die Stichprobenselektivität relevant gewesen, um die Ergebnisse in einer eindeutigen Population besser nachvollziehen zu können und einen Transfer in die Praxis zu ermöglichen.

Interventionsdauer:

Die Studie 3 beträgt mit 8 Tagen die kürzeste durchgeführte Studiendauer. Darauf folgte die Studie 4 mit 4 Wochen, dann mit 6 Wochen die Studie 1 und am längsten wurde die Studie 2 mit 12 Wochen durchgeführt. Die Range der Studien beträgt minimal 8 Tage bis

maximal 12 Wochen. In keiner der Studien wurde eine „Follow-up“-Analyse initiiert und es zeigen sich alle als kurzzeitige Studien.

Vergleich der verschiedenen Interventionen:

Die Interventionen der Experimentalgruppe bzw. des Experimentalbeins der Probandin führten alle Autoren mit NMES durch. Nicht Einheitlich, sind die eingestellten Parameter der NMES-Behandlung und die Kontrollmassnahmen, die die Kontrollgruppe bzw. das Kontrollbein der Probandin erhielten. Die Frequenz variierte zwischen den 4 Studien von 20 Hz bis 50 Hz, die Impulsdauer von 5 μ s bis 300 μ s, die On:Off-Zeit von 10s:5s bis konstant-On und die Intensität die entweder der subjektiven Erträglichkeit der Patienten angepasst wurde oder objektiv durch deutliche Muskelkontraktionen festgelegt wurde. Studie 4 steht der Theorie am nächsten und ist somit der optimalen NMES-Therapie besonders naheliegend. Zudem wurde die Intensität lediglich gemäss der Erträglichkeit der Patienten eingestellt, was einzig in dieser Studie durchgeführt wurde. Die Einstellung der Hz-Frequenz könnte dennoch optimiert werden. Als Kontrollbehandlung wurde in der Studie 4 ein Krafttraining des QF und TA durch die Physio- und Ergotherapie durchgeführt, wobei die detaillierten Angaben zu den Therapien vernachlässigt wurden. Die Studie 1 orientiert sich ebenfalls an den „state-of-the-art“ Empfehlungen, zeigte jedoch Mängel in der Einstellung der Hz-Frequenz und der Intensität. Eine Kontrollintervention des Kontrollbeins wurde nicht ausgeführt. In der Studie 2 wies sich eine ungenaue Angabe der Impulsdauer auf und eine Intensitätseinstellung, die nicht der Theorie entsprach. Zudem wurden die Elektroden in dieser Studie durch einen operativen Eingriff implantiert, was das minimalinvasive Charakteristikum von NMES in Frage stellt. Das Krafttraining der UE, welches die Kontrollgruppe erhielt, wurde detailliert beschrieben. Auch die Studie 3 zeigte allgemeine Mängel zur optimalen Parametereinstellungen und eine nicht nachvollziehbare Dauerkontraktion der Muskulatur während dem Gang. Diese Studie führte keine Intervention mit der Kontrollgruppe durch. In den untersuchten Studien wurde die NMES sehr unterschiedlich dosiert und angewendet. Nicht alle Studien orientierten sich dabei an der aktuellen Evidenzlage. Erklärungen der Parametereinstellungen wurden in keiner Studie geliefert.

Einen weiteren Punkt stellt die Vermeidung unterschiedlicher Ko-Interventionen dar. In der Studie 2 wurden die Probanden gebeten, während der NMES-Therapie keine willkürliche Muskelanspannung zu generieren. Ausser dieser Aussage, wurden in keiner der vier

Studien Angaben zu Vermeidung von Ko-Interventionen dargestellt und es kam in keiner der Studien zum Ausdruck, dass diese überdacht oder eingeschränkt wurden. Die alltäglichen Aktivitäten der Kinder und deren Auswirkung auf die Therapie wurden auch nicht erwähnt. Dies verfälscht die Ergebnisse und führt zu Verzerrungen der Resultate.

Evaluation der Gehgeschwindigkeit und Kraft:

Der letzte Diskussionspunkt bildet die Messungen der Gehgeschwindigkeit und die Kraft der UE. Die Studien 1, 2 und 3 verwendeten sehr ähnliche Messinstrumente zur Evaluation der Gehgeschwindigkeit, die Bewegungskameras und ein computergesteuertes System beinhalten. Die Studie 4 gab jedoch nicht an mit welchem Messinstrument die Datenerhebung aufgenommen wurde. Die Autorin nimmt an, dass die Messungen manuell durch die Untersucher mithilfe der Zeit und Metrik evaluiert wurde, da diese in m/s angegeben werden. In keiner der Studien wurde erwähnt, welches eine optimal zu erreichende Ganggeschwindigkeit bei Kindern mit ICP zu erreichen ist, ausser in der Studie 3. Diese führte einen Vergleich der ICP-Gruppen 1 und 2 mit der gesunden Kontrollgruppe 3 durch, wobei die gesunde Gruppe eine Gehgeschwindigkeit von 0.93 m/s (± 0.20 m/s) aufwies. Dies konnte als optimal zu erreichende Gehgeschwindigkeit der Kinderaltersgruppe von 5 bis 12 Jahre erachtet werden und als zu erreichende Zielgeschwindigkeit der ICP-Gruppen. Die Daten des Parameters Kraft wurde in der Studie 1 mit einem manuellen Dynamometer erhoben und in der Studie 2 mit einem computergesteuerten Dynamometer. In den beiden anderen Studien wurden keine Kraftmessungen durchgeführt. Eine Begründung zur Auswahl der Messinstrumente wurde weder für die Gehgeschwindigkeit noch für die Kraftmessung angegeben.

Die Ausgangswerte zwischen den Experimentalgruppen und Kontrollgruppen zeigten in den Studien 3 und 4 einen auffälligen Unterschied in der Gehgeschwindigkeit und in den Studien 1 und 2 in der Kraft. Diese Unterschiede werden in den Studien 2 und 4 wahrgenommen und die Daten wurden mittels „change from baseline“ Analyse durchgeführt. Die Studie 1 und 3 führten einen Vergleich des Experimental- und Kontrollbeins bzw. der Experimental- und Kontrollgruppe durch ohne Begründungen zu den Unterschieden zu liefern. Dies führt zu weiteren Verzerrungen der Resultate und stellt auch die Randomisierung der Gruppen in Frage.

7. Schlussfolgerung

7.1 Beantwortung der Fragestellung

Die Fragestellung, welche Effektivität NMES auf die Gehgeschwindigkeit bei ICP-Kindern aufweist, konnte beantwortet werden. Alle Studien zeigen eine signifikante Verbesserung dieses Parameters durch NMES. Somit lässt sich daraus schliessen, dass diese Intervention deutlich zu einem positiven Resultat beiträgt und sich somit gut eignet. Bezüglich Muskelkraft, welche die Studie 1 und 2 untersuchten, zeigten, dass NMES teilweise die Muskelkraft dieser Patienten verbessert. Obwohl eine Tendenz in diese Richtung erkennbar ist, kann gemäss den bisherigen Studienergebnissen keine eindeutige Aussage zur Kraft gegeben werden.

Durch die Bearbeitung der Fragestellung erkannte die Autorin jedoch bereits zu Beginn der Recherche eine grosse Forschungslücke in der NMES-Therapie bei ICP-Kindern, da sehr wenige Studien zu diesem Thema durchgeführt wurden. Zudem wurden in allen vier Studien unterschiedliche Ausführung der NMES-Therapie, NMES-Einstellungen, Dosierungen und in Kombination mit/ohne Ko-Intervention ausgeführt. Alle erzielten den gewünschten Erfolg. Um eine Aussage über die optimale Behandlungsintervention zu generieren, müssten die genannten Punkte weiter untersucht werden und direkt miteinander verglichen werden. Ausserdem haben die untersuchten Studien eine kleine Probandenanzahl, deren ICP Schweregrad teilweise unbekannt ist, zeigen keine einheitlichen Interventionen und Therapieausführungen und wurden über eine kurze Untersuchungsperiode durchgeführt. Es ist also Vorsicht geboten, da die Übertragung auf die Population nur beschränkt stattfinden kann.

7.2 Offene Fragen

Während der Beantwortung der Fragestellung, sind noch weitere interessante Punkte aufgetaucht, welche die Verfasserin mittels dieser Arbeit nicht abhandeln konnten. Alle Autoren weisen darauf hin, dass noch weitere Untersuchungen erforderlich sind. Dieser Meinung ist auch die Verfasserin dieser Arbeit. Dabei sollten vor allem die NMES-Parameter basierend auf der Theorie untersucht werden. Da es sich bei der NMES-Intervention um eine passive Massnahme handelt, sollten Untersuchungen über die Beeinflussung der Elektrotherapie auf die willkürliche Muskelaktivierung und Koordination der Patienten durchgeführt werden. Ausserdem sollte die Wirkung von NMES allein und in

Kombination mit weiteren Massnahmen erforscht werden, um die optimalere Therapie vorzuweisen. Um die Nachhaltigkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, sollten grössere Probandengruppen ausgewählt und die Messungen über einen grösseren Zeitraum durchgeführt werden.

7.3 Praxisrelevanz

Durch die positive Effektivität von NMES auf die Gehgeschwindigkeit bei ICP-Patienten konnte mit dieser Arbeit nachgewiesen werden, dass dieser Parameter durch Elektrotherapie verbessert werden kann. NMES bietet daher eine schmerzfreie konservative Therapie an, die den bisherigen Therapieaufbau optimiert. Von einer Elektrodenimplantierung rät die Autorin ab, da diese in der Studie 2 Komplikationen aufweist und ein signifikantes Ergebnis auch durch Oberflächenelektroden erreicht werden kann. NMES kann allein oder in Kombination mit anderen physiotherapeutischen Massnahmen durchgeführt werden, denn die Studie 1, 2 und 3 zeigten signifikante Verbesserungen der Gehgeschwindigkeit durch die alleinigen Intervention von NMES und die Studie 4 wies auf ein signifikantes Resultat hin durch die Kombination von NMES mit weiteren physio- und ergotherapeutischen Massnahmen. Die Parameter der NMES wurden in den Studien unterschiedlich eingestellt und zeigten bei allen ein signifikantes Ergebnis. Die Autorin empfiehlt die Einstellungen der Studie 4, da diese bezüglich optimaler Nervenstimulation und Muskelkontraktion der Theorie am nächsten steht. Zu Angaben der theoretisch optimalen NMES-Einstellungen bei ICP-Kindern gibt es bisher keine Recherchen. Diese müssten daher in Studien untersucht werden. Eine erkennbare Tendenz in eine Verbesserung der Muskelkraft ist durch die Studie 1 und 2 erkennbar, eine eindeutige Empfehlung müsste durch weitere Evidenz belegt werden.

7.4 Zukunftsaussicht

Um genauere Aussagen über den effektivsten Therapieaufbau von NMES darstellen zu können, müssen weitere evidenzbasierte, reliable und valide Studien durchgeführt werden. In den Augen der Autorin sollte dies vorzugsweise RCTs sein, die über eine grosse Probandenanzahl verfügen und über längere Dauer untersucht werden sollte. Dabei sollte in der NMES-Intervention die eingestellten Parameter der Theorie naheliegen oder begründet werden, Ko-Interventionen ausschliessen oder diese erwähnen und klar beschreiben, Dosierung festlegen und die Elektrotherapie mehrmals durch Experten

anpassen und überprüfen lassen. Zum Schluss kann gesagt werden, dass NMES einen effektiven Therapieansatz bei ICP-Kindern darstellt, der jedoch weiteren Forschungsbedarf vorweist, um den optimalen Aufbau der Therapie evidenzbasiert zu begleiten.

8. Verzeichnisse

8.1 Literatur

- Al-Abdulwahab, S. S. & Al-Khatrawi, W. M. (2009). Neuromuscular electrical stimulation of the gluteus medius improves the gait of children with cerebral palsy. *Neuro Rehabilitation, 24*, 209-217. doi: 10.3233/NRE-2009-0470
- Arnold, A. S., Schwartz, M. H., Thelen, D. G. & Delp, S. L. (2007). Contributions of muscles to terminal-swing knee motions vary with walking speed. *Journal of Biomechanics, 40*, 3660-3671. doi:10.1016/j.jbiomech.2007.06.006
- Arya, B. K., Mohapatra, J., Subramanya, K., Prasad, H., Kumar, R., Mahadevappa, M. (2012). Surface EMG Analysis and Changes in Gait following Electrical Stimulation of Quadriceps Femoris and Tibialis Anterior in Children with Spastic Cerebral Palsy. *34th Annual International Conference of the IEEE EMBS, 34*, 5726-5729.
- Barth, C., Freivogel, S., Hirsch, M. A., Hirsch, H. V. & Pott, C. (2005). *Das Neue Denkmodell in der Physiotherapie: Bewegungsentwicklung und Bewegungskontrolle* (Band 2) (S.248-251). Stuttgart: Georg Thieme.
- Battibugli, S., Gryfakis, N., Dias, L., Kelp-Lenane, C., Figlioli, S., Fitzgerald, E., Hroma, N., Seshadri, R. & Sullivan, C. (2007) Functional gait comparison between children with myelomeningocele: shunt versus no shunt. *Developmental Medicine & Child Neurology, 49*, 764–769.
- Bossert, F. P. & Vogedes, K. (2007). *Elektrotherapie, Licht- und Strahltherapie: Grundlagen für Physiotherapeuten und Masseur* (2. Aufl.) (S. 14-85). München: Elsevier.
- Cameron, M. H. & Rohl, J. A. (2006). *Electrical Stimulation, Ultrasound & Laser Light Handbook* (S. 17-42). Philadelphia: Elsevier.
- Carmick, J. (1993). Clinical Use of Neuromuscular Electrical Stimulation for Children With Cerebral Palsy, Part 1: Lower Extremity. *Journal of the American Physical Therapy Association, 73*, 505-513.

- Daichman, J., Johnston, T. E., Evans, K. & Tecklin, J. S. (2003). The Effects of a Neuromuscular Electrical Stimulation Home Program on Impairments and Functional Skills of a Child with Spastic Diplegic Cerebral Palsy: A Case Report. *Pediatric Physical Therapy*, 15, 153-158. doi: 10.1097/01.PEP.0000083121.26982.1D
- Döderlein, L. (2007). *Infantile Zerebralparese: Diagnostik, konservative und operative Therapie* (S. 3-4). Würzburg: Steinkopff.
- England, S. A. & Granata, K. P. (2007). The influence of gait speed on local dynamic stability of walking. *Gait & Posture*, 25, 172-178. doi:10.1016/j.gaitpost.2006.03.003
- Erkingler, V., Haidvogel, M., Janes, K., Ferrares, H., Brenneis, P., Weninger, G. & Karel, S. (2006). Vernetzte Therapieangebote für Kinder mit Cerebralparese (0 – 15 Jahre) in der Steiermark. Heruntergeladen von <http://www.mosaik-cms.org/Download/Allgemeine-Downloads> am 20.10.2014
- Feydt-Schmidt, A. & Steffers, G. (2010). *Pädiatrie: Kurzlehrbuch für Pflegeberufe* (2. Aufl.) (S. 61-163). München: Elsevier Urban & Fischer.
- Fialka-Moser, V., Ebenbichler, G., Kerschach-Schindl, K., Mittermaier, C., Nicolakis, P., Paternostro-Sluga, T., Quittan, M., Schuhfried, O., Stieger, M. & Vacariu, G. (2005). *Elektrotherapie* (S. 10-98). In I. Liebenstund (Hrsg.). München: Pflaum.
- Götz-Neumann, K. (2011). *Gehen verstehen: Ganganalyse in der Physiotherapie* (2. Aufl.) (S.22-23). Stuttgart: Georg Thieme.
- Harvey, A., Robin, J., Morris, M. E., Graham, H. K. & Baker, R. (2008). A systematic review of measures of activity limitation for children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50, 190–198. doi: 10.1111/j.1469-8749.2008.02027.x
- Hegenscheidt, S., Hart, A. & Scherfer E. (1999). PEDro-Skala – Deutsch. Heruntergeladen von http://www.pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale_german.pdf am 08.12.2014

- Kerr, C., McDowell, B. & McDonough, S. (2004). Electrical stimulation in cerebral palsy: a review of effects on strength and motor function. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 46, 205–213.
- Kitchen, S. (2002). *Electrotherapy: Evidence-based practice* (11. Edit) (P.233).
Edinburgh: Elsevier.
- Kramers-de Quervain, I. A., Stüssi, E. & Stacoff, A. (2008). Ganganalyse beim Gehen und Laufen. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie* 56 (2), 35–42.
- Krüger, M. (2008). *Laufbandtraining bei Kindern mit Cerebralparese* (Doktorarbeit).
Heruntergeladen von <http://www.physiologie.uni-kiel.de/dissertationen/Krueger2008.pdf> am 08.03.2015
- Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J., & Westmorland, M. (1998). Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien. Heruntergeladen von <http://www.canchild.ca/en/canchildresources/resources/quantformg.pdf> am 08.12.2014
- McCarthy, M. L., Silberstein, C. E., Atkins, E. A., Harryman, S. E., Sponseller, P. D. & Hadley-Miller, N. A. (2002). Comparing reliability and validity of pediatric instruments for measuring health and well-being of children with spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 44, 468–476.
- Neuhäuser, G. (2006). Kindernetzwerk: Krankheitsübersicht Cerebralparese.
Heruntergeladen von <http://www.kindernetzwerk.de/images/Krankheitsuebersichten/Krankheitsuebersicht-en-cerebralparese.pdf> am 17.10.2014
- Nelson, R. M., Hayes, K. W. & Currier, D. P. (1999). *Clinical Electrotherapy* (3. Edit.) (P. 82-85). Stamford: Appleton & Lange.

- Novak, I., McIntyre, S., Morgan, C., Campbell, L., Dark, L., Morton, N., Stumbles, E., Wilson, S.A., Goldsmith, S. (2013). A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55, 885–910. doi: 10.1111/dmcn.12246
- Oskoui, M., Coutinho, F., Dykeman, J., Jetté, N. & Pringsheim, T. (2013). An update on the prevalence of cerebral Palsy: a systematic review and meta-analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55, 509-519. doi: 10.1111/dmcn.12080
- Plag, M. (2007). *Veränderungsmanagement in Bundesministerien: Eine empirische Untersuchung auf Basis multipler Fallstudien* (1. Aufl.) (S. 106-107). In W. Becker & J. Weber (Hrsg.). Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- Robertson, V., Ward, A., Low, J. & Reed, A. (2006). *Electrotherapy Explained: Principles and Practice* (4. Edit.) (S. 266). Edinburgh: Elsevier.
- Schön Klinik (2014). Frühkindliche Hirnschädigung – Infantile Cerebralparese (ICP). Heruntergeladen von <http://www.schoen-kliniken.de/ptp/medizin/nerven/bewegung/infantile-cerebralparese/> am 12.10.2014
- Stackhouse, S. K., Binder-Macleod, S. A., Stackhouse, C. A., McCarthy, J. J., Prosser, L. A. & Lee, S. C. K. (2007). Neuromuscular Electrical Stimulation Versus Volitional Isometric Strength Training in Children With Spastic Diplegic Cerebral Palsy: A Preliminary Study. *Neurorehabil Neural Repair*, 21(6), 475–485. doi:10.1177/1545968306298932.
- Strassburg, H. M., Dacheneder, W. & Kress, W. (2003). *Entwicklungsstörungen bei Kindern* (3. Aufl.) (S. 85-295). München: Elsevier.
- Trepel, M. (2012). *Neuroanatomie: Struktur und Funktion* (5. Aufl.) (S. 3). München: Elsevier.
- Van der Krogt, M. M., Doorenbosch, C. A. M. & Harlaar, J. (2009). The effect of walking speed on hamstrings length and lengthening velocity in children with spastic cerebral palsy. *Gait & Posture*, 29, 640-644. doi:10.1016/j.gaitpost.2009.01.007

Vry, J. (2006). *Untersuchungen des corticospinalen Systems zur unteren Extremität bei Kindern mit bilateraler Cerebralparese* (Doktorarbeit). Heruntergeladen von <http://www.physiologie.uni-kiel.de/dissertationen/Krueger2008.pdf> am 08.03.2015

Zorc, J. J., Alpern, E. R., Brown, L. W., Loomes, K. M., Marino, B. S., Mollen, C. J. & Raffini, L. J. (2013). *Schwartz's Clinical Handbook of Pediatrics* (5. Edit.) (P. 45). Philadelphia: Wolters Kluwer.

8.2 Abbildungen

- Abbildung 1: Feydt-Schmidt et al. (2010). S. 149.
- Abbildung 2: Trepel (2012). S. 3.

8.3 Tabellen

- Tabelle 1: Informationen von Strassburg et al. (2003). S.86.
- Tabelle 2: Informationen von Strassburg et al. (2003). S.299-230; Neuhäuser (2006); Novak et al. (2013) & Schön Klinik (2014).
- Tabelle 3: Informationen von McCarthy et al. (2002); Battibugli et al. (2007) & Harvey et al.(2008).
- Tabelle 4: Informationen von Nelson et al. (1999). S.82-85; Fialka-Moser et al. (2005). S.10-98 & Bossert et al. (2007). S.14-85.
- Tabelle 5: Informationen von Fialka-Moser et al. (2005). S.59-65; Cameron et al. (2006). S 27 & Bossert et al. (2007). S.85.
- Tabelle 6: Ein- und Ausschlusskriterien
- Tabelle 7: Literaturrecherche und verwendete Studien
- Tabelle 8: Matrix der vier Studien
- Tabelle 9: Übersicht der kritischen Analyse der Studie 1
- Tabelle 10: Übersicht der kritischen Analyse der Studie 2
- Tabelle 11: Übersicht der kritischen Analyse der Studie 3
- Tabelle 12: Übersicht der kritischen Analyse der Studie 4
- Tabelle 13: Vollständige Studienmatrix
- Tabelle 14: PEDro-Beurteilung von Stackhouse et al. (2007)
- Tabelle 15: PEDro-Beurteilung von Al-Abdulwahab et al. (2009)
- Tabelle 16: PEDro-Beurteilung von Arya et al. (2012)
- Tabelle 17: Law et al. Beurteilung der Studie von Daichman et al. (2003)

9. Wortanzahl

Arbeit: 7'996

Abstract: 198

10. Danksagung

Von Herzen danke ich meinem Ehemann, Farhad, sowie meiner Familie Lobna, Giuseppe, Sabrina, Ismail, Mohamed, Jawhara und Adel, die mir stets helfend zur Seite standen und mich beim ganzen Arbeitsprozess unterstützten und motivierten.

Zudem bedanke ich mich ganz herzlich bei meinen engen Freunden Khaoula, Yosra, Emna und Dali für die moralische Unterstützung beim Schreiben meiner Bachelorarbeit.

Weiter möchte ich mich aufrichtig bei Herr Martin Huber für die kompetente und engagierte Betreuung bedanken. Die hilfreichen Anregungen und Ratschläge bei den Besprechungen und die aufbauende Kritik ermöglichte die zielgerichtete Bearbeitung meiner Arbeit.

Ein spezieller Dank geht an Alice Trachsel für das Korrekturlesen und die fördernden Vorschläge.

11. Eigenständigkeitserklärung

«Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst habe.»

Ort, Datum

.....

Samira Konzett

.....

12. Anhang

12.1 Glossar

A	
ANOVA	Analysis of Variance: Einfaktorielle Varianzanalyse
Anticholinerika	Ein Wirkstoff, der Nervenreize und somit Muskelkontrakturen hemmt. Zudem steigert es die Sekretion der Drüsen
Asphyxie	Erstickungszustand

B	
Basalganglien	End- und Zwischenhirnkerne. Erfüllen motorische, kognitive und limbische Funktionen
Botulinumtoxin	Ein toxisches Stoffwechselprodukt, das den Nervenreiz hemmt und somit keine Muskelkontraktion stattfindet
Bool'schen operator	Verknüpfungswörter für die Literatursuche in den Datenbanken
Billirubin	Ein Abbauprodukt der roten Blutkörperchen, das eine gelb-bräunliche Farbe aufweist

C	
Case Study	Einzelfallstudie
Change from baseline/ Change score	Metanalyse die den Ausgangswert mit dem Endwert vergleicht
Cytomegalie	Vom griechischen Begriff kytos = Zelle und megalo = gross: Eine Vergrößerung der menschlichen Zellen verursacht durch das Cytomegalovirus

D	
Drop-Out	Ausgeschlossene Probanden (Daten) einer Studie
Dynamometer	Ein Gerät zur Kraftmessung
Dysbalance	Ungleichgewicht

E	
Evidenzbasiert	Zusammengetragene und bewertete wissenschaftliche Erkenntnisse

F	
Feinmotorik	Besonders differenzierte Motorik, vor allem der Finger.
Frequenz	Schwingungszahl der Wellen pro Sekunde

G	
GAITrite®	Tragbares Ganganalyseesystem

H	
Hypertonus / Hypertonie	Hier: Muskelspannung über der physiologischen Spannungsnorm
Hypoxie	Sauerstoffmangel des Körpers
I	
Intentionstremor	Eine zielgerichtete Bewegung der Gliedmassen, die durch Zittern begleitet wird
Interdisziplinär	Zusammenarbeit mehrerer Disziplinen
Intoxikation	Einwirkungen von schädigenden Substanzen auf den Organismus
Intravenös	Injektion eines Arzneimittels in eine mittelgrosse oder grössere Körpervene
Inzidenz	Beschreibt die Häufigkeit von Neuerkrankung
Ionen	Ein Atom oder Molekül, das eine elektrische Ladung aufweist
K	
Kernikterus	Schwere Schädigung des Nervensystems bei Neugeborenen durch übermässigen Anstieg von Bilirubin im Blut
Konfidenzintervall	Gibt die Präzision der Lageschätzung eines Parameters an
Konservativ	Nicht operative Behandlung
L	
Lokomotorische Funktion	Bewegungsfähigkeit; Bewegungsverhalten
M	
MANOVA	Multivariate Analysis of Variance: Multifaktorielle Varianzanalyse
Mikroorganismen	Mikroskopische kleine Lebewesen
Membran	Eine dünne Gewebeschicht, die zwei Zellkammern voneinander abtrennt
Meningoenzephalitis	Kombinierte Entzündung des Gehirns und der Hirnhaut
Motorik	Körperliche Geschicklichkeit und allgemein die Fähigkeit, sich selbstständig zu bewegen
Motor unit	Motorische Einheit: Ein Alpha-Motoneuron inklusiv der von ihm innervierten Muskelfasern
Muskeldetonisation	Entspannung der Muskulatur
Myotonlytika	Rheumatische Medikamente primär bei Muskelschmerzen und schmerzhaften Muskelverspannungen
N	
Neurotransmitter	Biochemische Stoffe, welche Reize von einer Nervenzelle zu einer anderen Nervenzelle oder Zelle weitergeben, verstärken oder modulieren

Newton	Physikalische Krafteinheit
Nichtinvasiv	Es werde weder operative Eingriffe angewendet noch Unannehmlichkeiten und hohe Risiken verursacht

O

Outcomes	Wirkungsweise und Ergebnisse des zu untersuchenden Parameters
----------	---

P

Pedro Skala	Eine Skala zur Messung der Qualität von RCTs-Studien
Perinatal	Während der Geburt
Peripheres Nervensystem	Nervensystem, das ausserhalb des Schädels und des Wirbelkanals liegt
Plazentainsuffizienz	Ungenügende Funktion der Plazenta während der Schwangerschaft
Postnatal / Postpartal	Nach der Geburt
Pränatal	Vor der Geburt
Progredient	Fortschreitend
Prophylaktisch	Einer Erkrankung vorbeugen
Psychopharmaka	Medikamente die die Stoffwechselfvorgänge des Gehirns beeinflussen und so die psychische Verfassung verändern
Pulsdauer	Zeitlicher Abstand zwischen dem Anfang und dem Ende eines Impulses

R

Randomized controlled trials	Medizinische Forschungsmethode und Verfahren zur Ausschaltung von systematischen Fehlern oder Einflüssen auf die statistische Auswertung
Repolarisation	Die Rückkehr zum Ruhepotential eines Nervs nach einer Depolarisation
Review	Eine wissenschaftliche Veröffentlichung, die den Forschungsstand zu einem Thema darstellt
Rezeptoren	Ein Proteinkomplex, das Signalmoleküle bindet und Signale ins Zellinnere weiterleitet

S

Sensorik	Die Gesamtheit der Sinneswahrnehmungsvorgänge von Lebewesen
Sinus Carotis	Anfangserweiterung der inneren Kopfschlagader
Statistische Signifikanz	Gibt Aufschluss darüber, wie gross die Wahrscheinlichkeit ist, dass der gemessene Unterschied dem Zufall entspringt.
Standardabweichung	Ein Mass für die Streubreite der Werte eines Merkmals rund um dessen Mittelwert
State-of-the-art	Hier: Die höchste allgemeine Entwicklung im wissenschaftlichen Bereich zu einem bestimmten Zeitpunkt; Evidenzlage

Sympathikus	Teil des vegetativen Nervensystems: Körper wird in hohe Leistungsbereitschaft versetzt mit Folge eines Abbaus von Energiereserven
<hr/>	
T	
Taxoplasmose	Eine häufig auftretende Infektionskrankheit, die zu schweren Komplikationen in der Schwangerschaft führen kann.
Thrombophlebitis	Entzündung oberflächlicher Venen, die zu Thrombosen führen können
Tranquilizer	Eine Gruppe von Medikamente (Psychopharmaka), die angstlösend und entspannend wirken
t-Test	Ein Hypothesentest der t-Verteilung, welcher bestimmt ob zwei Stichproben sich statistisch signifikant unterscheiden
<hr/>	
U	
Unwillkürlich	Von selbst geschehend, ohne dass man es will
<hr/>	
V	
Vorderhorn	Der ventrale Anteil der grauen Substanz im Rückenmark, wo die motorischen Neuronen das Rückenmark verlassen
<hr/>	
W	
Willkürmotorik	Eine aktive, bewusst ausgelöste Bewegung des Körpers, die vom Willen des Menschen eingeleitet wurde
<hr/>	
Z	
Zentrales Nervensystem	Im Gehirn und Rückenmark gelegene Nervenstrukturen

12.2 Abkürzungsverzeichnis

AP	Aktionspotential
bzw.	Beziehungsweise
CP	Cerebral Palsy= Cerebralparese = Zerebralparese
ES	Elektrostimulation
EMS	Elektrische Muskelstimulation
FES	Funktionelle Elektrostimulation
GHz	Gigahertz
Hz	Hertz
ICP	Infantile Cerebralparese = Infantile Zerebralparese
kHz	Kilohertz
li	Links
m	Männlich
MFT	Muskelfunktionstest
MHz	Megahertz
Min.	Minute
m/s	Meter pro Sekunde
mV	Millivolt
N	Newton
NMES	Neuromuskuläre Elektrostimulation
p	Statistische Signifikanz
QF	Quadriceps Femoris
RCTs	Randomized Controlled Trials
re	Rechts
s	Sekunde
SD	Standardabweichung
TA	Tibialis Anterior
TENS	Transkutane elektrische Nervenstimulation
u.a.	Unter anderem
UE	Untere Extremität
UV	Ultraviolett
w	Weiblich
ZNS	Zentrales Nervensystem
x	Mal
µs	Mikrosekunden
°	Grad (Winkel)

12.3 Studienmatrix

Tabelle 13: Vollumfängliche Studienmatrix

	Studie 1	Studie 2	Studie 3	Studie 4
Autoren	Daichman et al.	Stackhouse et al.	Al-Abdulwahab et al.	Arya et al.
Erscheinungsjahr	2003	2007	2009	2012
Wertung	Law et al.: 13/26	PEDro: 5/10	PEDro: 3/10	PEDro: 4/10
Durchführungsort	Amerika	Amerika	Saudi Arabia	India
Studiendesign	Case Study	RCTs	RCTs	RCTs
Dauer	6 Wochen	12 Wochen	9 Tage	4 Wochen
Probanden	1 Kind	11 Kinder	51 Kinder	10 Kinder
Geschlecht	w	5 w / 6 m	unbekannt	5 w / 5 m
Alter	13 J.	8 J. – 12 J.	7.7 J. - 10.4 J.	7 J. – 14 J.
Diagnose	ICP: spastische Diplegie	ICP: spastische Diplegie	31 Kinder: ICP: spastische Diplegie 20 Kinder: Gesund	ICP: spastische Di- oder Hemiplegie
Gruppen	-	-Gruppe 1 („NMES group“): 6 Kinder -Gruppe 2 („volitional group“): 5 Kinder	-Gruppe 1 („experimental group“): 21 Kinder -Gruppe 2 („control group“): 10 Kinder Gruppe 3 („healthy control group“): 20 Kinder	-Gruppe 1 („ES group“): 5 Kinder (2w/3m) -Gruppe 2 („control group“): 5 Kinder (3w/2m)
Gemessene Parameter	-Isometrische QF-Kraft -Hamstring Spastizität: im Verhältnis zur passiven Bewegungsgeschwindigkeit -Raumzeitliche Parameter: Gehgeschwindigkeit Schrittlänge Schrittzeit Kadenz Doppelstandphase Unterstützungsfläche -Funktionelle Leistungsfähigkeit -Adherence und Dosierung der Patientin	-Körpermasse -MVIC der QF-Kraft und Tricepskraft -Willkürliche Muskelkontraktion vom QF und Triceps surrae -Querschnittsfläche vom QF und Triceps Surrae -Gehgeschwindigkeit -Compliance der Kinder	-Muskeltonus der Adduktoren -Raumzeitliche Parameter: Schrittbreite Gehgeschwindigkeit Schrittlänge Gangzyklusdistanz	-Raumzeitliche Parameter: Gehgeschwindigkeit Kadenz Schrittlänge -Energieverbrauch -Funktion -Elektrische Aktivität des QF und TA

Therapien	NMES des re QF	-NMES des QF und Triceps Surrae -Maximale Willkürliche Muskelkontraktion des QF und Triceps Surrae	NMES des re/li Gluteus Medius während dem Gang	-NMES des QF und TA -Physiotherapie: Muskeldehnungen, Krafttraining und Haltungsübungen -Ergotherapie: altersbezogene Alltagsaktivitäten
Interventionen	Heimprogramm: -re Quadriceps femoris: NMES durch 2 Oberflächenelektroden -li Quadriceps femoris: Kontrolle daher keine Intervention	<p>Gruppe 1: -OP-Eingriff zur Implantierung von subkutanen Elektroden für den Quadriceps femoris und Triceps surrae -Heimprogramm: Quadriceps femoris: Alternierende re/li NMES, ohne willkürliche Anspannung. Triceps surrae: Alternierende re/li NMES, ohne willkürliche Anspannung.</p> <p>Gruppe 2: -Quadriceps femoris: Maximale willkürliche isometrische Muskelkontraktion -Triceps surrae: Maximale willkürliche isometrische Muskelkontraktion</p>	<p>Gruppe 1: -Bilateral wurden je 2 Oberflächenelektroden angewendet -1. Tag: Evaluation von NMES während dem Gang 3 Messungen vom Muskeltonus der Adduktoren -2.-8. Tag: Gleichzeitige NMES vom re/li Gluteus medius als Heimprogramm -8. Tag: Re-Evaluation von NMES während dem Gang 1 Messung vom Muskeltonus der Adduktoren</p> <p>Gruppe 2: Keine Intervention. Zwei Messungen an drei verschiedenen Tagen durchgeführt: Muskeltonus und Ganganalyse.</p> <p>Gruppe 3: Keine Intervention Eine Messung an einem Tag durchgeführt: Ganganalyse. Diese Gruppe wird nur von gesunden Kindern geformt.</p>	<p>Gruppe 1: -Heimprogramm: -QF und TA re: Gleichzeitige NMES -li: Gleichzeitige NMES -Physio- und Ergotherapie: Krafttraining QF und TA</p> <p>Gruppe 2: -Physiotherapie: Krafttraining vom QF und TA, Muskeldehnungen und Haltungsübungen -Ergotherapie: Altersbezogene Alltagsaktivitäten</p>

Messinstrumente	<ul style="list-style-type: none"> -Modified Ashworth Scale (Spastik) -KinCom® (Spastik): Chatter, Chattanooga, TN. -Dynamometer (Isometrische QF-Kraft): Hoggan Health Industries, Draper, UT. -GAITRite® (raumzeitliche Ganganalyse): CIR Systems, Clifton, NJ. -PEDI (Funktionelle Leistungsfähigkeit) -Kalender (Eltern notierten Adherence und Dosierung der Patientin) 	<ul style="list-style-type: none"> -Computer gesteuerter Dynamometer (MVIC und willkürliche Muskelkontraktion): Kin-Com II, Chatter Corp., Chattanooga, TN, USA. -1.5 Tesla Magnet: MRI (Querschnittsfläche der Muskulatur): GE Medical Systems, Waukesha, WI, USA. -7 camera motion analysis system and Vicon Clinical Manager software (Gehgeschwindigkeit): Vicon, Oxford Metrics, Lakeforest, CA, USA. -Logbuch und Compliance Metrum (Überwachung der Compliance) 	<ul style="list-style-type: none"> -Modified Ashworth Scale (Spastik) -Expert Optical Capture System (raumzeitliche Ganganalyse): Motion Analysis Corp., Santa Rosa, CA, USA 	<ul style="list-style-type: none"> -Zeit- und Distanzmessungen in s, cm und m (Raumzeitliche Parameter) -PCI (Energieverbrauch) -GMFM (Funktion) -EMG (Elektrische Aktivität)
NMES Gerät und Parameter	<p>Myocare Plus 6810 (3M, St. Paul, MN)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Frequenz: 35 Hz (= 35 pps) -Impulsdauer: 300 µs -On:Off Zeit: 10s : 50s -Rampe: 2s -Intensität: bis Knieextension EOR erreicht wird 	<p>Keine Angaben zum Gerätenamen</p> <ul style="list-style-type: none"> -Frequenz: 50 Hz (= 50 pps) -Impulsdauer: zwischen 5 und 200 µs -On:Off Zeit: 15s : 45s Rampe: 3s Anstiegszeit Intensität: Die maximale Verträglichkeit der elektrischen Kontraktion geteilt durch die MVIC 	<p>NMES unit: Dual Channel TENS Programmable Stimulator Model 120Z</p> <ul style="list-style-type: none"> -Frequenz: 20 Hz -Impulsdauer: 50 µs -On:Off Zeit: Konstant On -Intensität: bis zur deutlichen bilateralen Muskelkontraktion 	<p>Neuromuscular stimulator EMS: CyberMedic Corp., Korea</p> <ul style="list-style-type: none"> -Frequenz: 20 Hz für QF und 40 Hz für TA -Pulsdauer: 200 µs -On:Off Zeit: 14s : 5s -Rampe: 3s (An- und Abstiegszeit) -Intensität: gemäss Verträglichkeit des Patienten
Dosierung	<p>3x10 Wdh jeden zweiten Tag für 6 Wochen</p>	<p>1x 15 Wdh 3x/Wo für 12 Wochen</p>	<p>NMES: Pro Tag 3x15 s während dem Gang für 7 Tage</p>	<p>4-5x/Wo für 20-30 Min. für 4 Wochen</p>

Resultate

* = **signifikant**
↑ = **Zunahme**
↓ = **Abnahme**

-Kraft re QF ↑
-Spastik re Hamstring ↓ bei 90°-180°/s
-Raumzeitliche Parameter:
Gehgeschwindigkeit: ↑
Schrittlänge: ↑
Schrittzeit: ↓
Kadenz: ↑
Doppelstandphase: ↓
Unterstützungsfläche: ↓
-Funktionelle Leistungsfähigkeit: ↑

-Körpermasse: keine Veränderung
- Isometrische Quadricepskraft: ↑
Tricepskraft: ↑*
-Willkürliche Muskelkontraktion:
Quadriceps femoris ↑
Triceps surae: keine
Veränderungen
-Querschnittsfläche:
Quadriceps ↑*
Triceps surae: keine
Verbesserungen
-Gehgeschwindigkeit: ↑*

Gruppe 1 zeigte signifikantere
Verbesserungen als Gruppe 2.

-Muskeltonus der Adduktoren ↓*
-Raumzeitliche Parameter:
Schrittbreite: ↑
Gehgeschwindigkeit: ↑*
Schrittlänge: ↑*
Gangzyklusdistanz: ↑*

Gruppe 1 zeigte signifikantere
Verbesserungen als Gruppe 2.

-Raumzeitliche Parameter:
Gehgeschwindigkeit: ↑*
Kadenz: ↑*
Schrittlänge: ↑
Energieverbrauch: ↓*
Funktionsverbesserung: ↑
-Maximale Isometrische
Muskelanspannung:
QF ↓
TA ↑

Gruppe 1 zeigte signifikantere
Verbesserungen als Gruppe 2.

12.4 Studienbeurteilungen

12.4.1 PEDro-Scale

Tabelle 14: PEDro-Beurteilung von: Stackhouse et al. (2007)

Kriterium	√ =erfüllt - =nicht erfüllt
1. Ein- und Ausschlusskriterien	√
2. Randomisierung	√
3. Verblindete Randomisierung	-
4. Gruppen vor der Behandlung vergleichbar	√
5. Messung verblindet	-
6. Patienten verblindet	-
7. Therapeuten verblindet	-
8. Vollständige Nachkontrolle	√
9. Intention-to-treat analysis	-
10. Vergleich zwischen Gruppen	√
11. Mittelwerte und Streuung	√
Totale Punkteanzahl: 5/10	

Tabelle 15: PEDro-Beurteilung von: Al-Abdulwahab et al. (2009)

Kriterium	√ =erfüllt - =nicht erfüllt
1. Ein- und Ausschlusskriterien	√
2. Randomisierung	√
3. Verblindete Randomisierung	-
4. Gruppen vor der Behandlung vergleichbar	-
5. Messung verblindet	-
6. Patienten verblindet	-
7. Therapeuten verblindet	-
8. Vollständige Nachkontrolle	-
9. Intention-to-treat analysis	-
10. Vergleich zwischen Gruppen	√
11. Mittelwerte und Streuung	√
Totale Punkteanzahl: 3/10	

Tabelle 16: PEDro-Beurteilung von: Arya et al. (2012)

Kriterium	√ =erfüllt - =nicht erfüllt
1. Ein- und Ausschlusskriterien	-
2. Randomisierung	√
3. Verblindete Randomisierung	-
4. Gruppen vor der Behandlung vergleichbar	√
5. Messung verblindet	-
6. Patienten verblindet	-
7. Therapeuten verblindet	-
8. Vollständige Nachkontrolle	-
9. Intention-to-treat analysis	-
10. Vergleich zwischen Gruppen	√
11. Mittelwerte und Streuung	√
Totale Punkteanzahl: 4/10	

12.4.2 Law et al. Formular

Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien

© Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J. und Westmorland, M., 1998
McMaster-Universität

TITEL:

The Effects of a Neuromuscular Electrical Stimulation Home Program on Impairments and Functional Skills of a Child with Spastic Diplegic Cerebral Palsy: A Case Report
Daichman, J., Johnston, T. E., Evans, K. & Tecklin, J. S.
2003

Punkteanzahl: 13/26

Tabelle 17: Law. et al. Beurteilung der Studie von Daichman et al. (2003)

<p>ZWECK DER STUDIE</p> <p>Wurde der Zweck klar angegeben?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ja (1) ✓ • Nein (0) 	<p>Skizzieren Sie den Zweck der Studie. Inwiefern bezieht sich die Studie auf Physiotherapie und/oder Ihre Forschungsfrage?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Effektivität von NMES bei einer Patientin mit ICP vorzuweisen fokussiert auf folgende Outcomes: Die Kraft des QF sowie die raumzeitliche Parameter.
<p>LITERATUR</p> <p>Wurde die relevante Hintergrund- Literatur gesichtet?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ja (1) ✓ • nein (0) 	<p>Geben Sie an, wie die Notwendigkeit der Studie gerechtfertigt wurde.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Evidenz der NMES-Therapie ist gering und die vorhandenen Studien untersuchen motorische Kontrolle oder die Muskelmasse nach Anwendung von NMES. Zudem gibt es eine mangelnde Evidenz über Kraftmessungen, raumzeitliche Parameter und eine detaillierte Beschreibung der Durchführungsmethode.
<p>DESIGN</p> <ul style="list-style-type: none"> • randomisierte kontrollierte Studie (RCTs) (7) • Kohortenstudie (6) • Einzelfall-Design (5) • Vorher-Nachher-Design (4) • Fall-Kontroll-Studie (3) • Querschnittstudie (2) • Fallstudie (1) ✓ 	<p>Beschreiben Sie das Studiendesign. Entsprach das Design der Studienfrage (z.B. im Hinblick auf den Wissensstand zur betreffenden Frage, auf Ergebnisse (Outcomes), auf ethische Aspekte)?</p> <p>Fallstudie, die sich eignen wenn:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das zu untersuchende Phänomen von besonderem Interesse ist • Evidenz und neue Sichtweisen gesucht werden • Der Forschungsstand sich in einer frühen Phase befindet (Plag, 2007) <p>Spezifizieren Sie alle systematischen Fehler (Verzerrungen, bias), die vielleicht aufgetreten sein könnten, und in welche Richtung Sie die Ergebnisse beeinflussen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siehe Tabelle 8 unter Punkt „Diskussion“

<p>STICHPROBE N= 1</p> <p>Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ja (1) • Nein (0) ✓ <p>Wurde die Stichprobengrösse begründet?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ja (1) • nein (0) • entfällt (0) ✓ 	<p>Stichprobenauswahl (wer, Merkmale, wie viele, wie wurde die Stichprobe zusammengestellt?). Bei mehr als einer Gruppe: Waren die Gruppen ähnlich?</p> <p>Stichprobenauswahl:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 13-jährige Patientin • Diagnose: Spastische Diplegie, CP • erfüllte die Ein- und Ausschlusskriterien <p>Beschreiben Sie die Ethikverfahren. Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Eltern der Patientin unterzeichneten eine Einverständniserklärung, die von der Regierungsethikkommission genehmigt wurde. 			
<p>Ergebnisse (Outcomes)</p> <p>Waren die outcome Messungen zuverlässig (reliabel)?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ja (2) ✓ • Nein (0) • nicht angegeben (0) <p>Waren die outcome Messungen gültig (valide)?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ja (2) ✓ • Nein (0) • nicht angegeben (0) 	<p>Geben Sie an, wie oft Outcomemessungen durchgeführt wurden (also vorher, nachher, bei Nachbeobachtung (pre-, post- follow up))</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es wurden an 2 Zeitpunkten Messungen durchgeführt: Pretesting und Posttesting (Baseline und nach 6 Wochen) <p>Outcome Bereiche (z.B. Selbstversorgung (self care), Produktivität, Freizeit)</p> <p>Listen Sie die verwendeten Messungen auf</p> <table border="1" data-bbox="671 1088 1442 1706"> <tr> <td data-bbox="671 1088 1121 1706"> <ul style="list-style-type: none"> • Isometrische QF-Kraft • Hamstring Spastizität: im Verhältnis zur passiven Bewegungsgeschwindigkeit • Raumzeitliche Parameter: Gehgeschwindigkeit Schrittlänge Schrittzeit Kadenz Doppelstandphase Unterstützungsfläche • Funktionelle Leistungsfähigkeit • Adherence und Dosierung der Patientin </td> <td data-bbox="1121 1088 1442 1706"> <ul style="list-style-type: none"> • Dynamometer • Modified Ashworth Scale & KinCom® • GAITRite® • PEDI • Kalender </td> </tr> </table>		<ul style="list-style-type: none"> • Isometrische QF-Kraft • Hamstring Spastizität: im Verhältnis zur passiven Bewegungsgeschwindigkeit • Raumzeitliche Parameter: Gehgeschwindigkeit Schrittlänge Schrittzeit Kadenz Doppelstandphase Unterstützungsfläche • Funktionelle Leistungsfähigkeit • Adherence und Dosierung der Patientin 	<ul style="list-style-type: none"> • Dynamometer • Modified Ashworth Scale & KinCom® • GAITRite® • PEDI • Kalender
<ul style="list-style-type: none"> • Isometrische QF-Kraft • Hamstring Spastizität: im Verhältnis zur passiven Bewegungsgeschwindigkeit • Raumzeitliche Parameter: Gehgeschwindigkeit Schrittlänge Schrittzeit Kadenz Doppelstandphase Unterstützungsfläche • Funktionelle Leistungsfähigkeit • Adherence und Dosierung der Patientin 	<ul style="list-style-type: none"> • Dynamometer • Modified Ashworth Scale & KinCom® • GAITRite® • PEDI • Kalender 			

<p>MASSNAHMEN</p> <p>Wurden die Massnahmen detailliert beschrieben?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ja (3) ✓ • nein (0) • nicht angegeben <p>Wurde Kontaminierung vermieden?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ja (1) • nein (0) • nicht angegeben (0) ✓ • entfällt (0) <p>Wurden gleichzeitige weitere Massnahmen (Ko-Intervention) vermieden?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ja (1) • nein (0) • nicht angegeben (0) ✓ • entfällt (0) 	<p>Beschreiben Sie kurz die Massnahmen (Schwerpunkt, wer führte sie aus, wie oft, in welchem Rahmen). Könnten die Massnahmen in der physiotherapeutischen Praxis wiederholt werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Den Eltern der Patientin wurde die Anwendung der NMES-Therapie instruiert und sie erhielten eine Anleitung sowie Illustrationen zur Anwendung der Massnahme • NMES des rechten QF als Heimprogramm: <ul style="list-style-type: none"> -rechter Quadriceps femoris: NMES durch 2 Oberflächenelektroden -linker Quadriceps femoris: Kontroll-Bein daher keine Intervention • 3x10 Wdh jeden zweiten Tag für 6 Wochen • Messungen der Parameter wurden vor Behandlungsbeginn sowie 6 Wochen danach durchgeführt
<p>ERGEBNISSE</p> <p>Wurde die statistische Signifikanz der Ergebnisse angegeben?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ja (2) • nein (0) • entfällt (0) ✓ • nicht angegeben (0) <p>War(en) die Analysemethode(n) geeignet?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ja (1) ✓ • nein (0) • nicht angegeben (0) <p>Wurde die klinische Bedeutung angegeben?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ja (1) ✓ • nein (0) • nicht angegeben (0) 	<p>Welches waren die Ergebnisse? Waren sie statistisch signifikant (d.h. $p < 0.05$)? Falls nicht signifikant: War die Studie gross genug, um einen eventuell auftretenden wichtigen Unterschied anzuzeigen? Falls es um viele Ergebnisse ging: Wurden diese bei der statistischen Analyse berücksichtigt?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Da es sich um eine Fallstudie handelt, wurde keine analytische Signifikanz angegeben • SD wurde angegeben • Nach der Intervention wurden die Endmessungen mit den Baselinemessungen verglichen <p>Welches war die klinische Bedeutung der Ergebnisse? Waren die Unterschiede zwischen Gruppen (falls es Gruppen gab) klinisch von Bedeutung?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die NMES-Therapie ist eine nicht invasive, schmerzfreie, unkomplizierte und kostengünstige Massnahme die zu Hause durchgeführt werden kann. Diese Therapie zeigte in dieser Studie, dass NMES bei dieser ICP Patientin die Kraft des QF steigerte, die Spastik der Hamstrings linderte, es verbesserte raumzeitliche Gangparameter und erhöhte die funktionellen Fähigkeiten der Patientin.
<p>Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ja (1) • nein (0) ✓ 	<p>Schieden Teilnehmer aus der Studie aus? Warum? (Wurden Gründe angegeben, und wurden Fälle von Ausscheiden angemessen gehandhabt?)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Patientin ist nicht aus der Studie ausgeschieden.

<p>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN</p> <p>Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie</p> <ul style="list-style-type: none"> • ja (1) ✓ • nein (0) 	<p>Zu welchem Schluss kam die Studie? Welche Implikationen haben die Ergebnisse für die physiotherapeutische Praxis? Welches waren die hauptsächlichsten Begrenzungen oder systematischen Fehler der Studie?</p> <ul style="list-style-type: none"> • NMES zeigte Verbesserungen in den gemessenen Parametern • Weitere Forschung und evidenzbasierte Literatur sollten durchgeführt werden, um die bestmögliche Therapiemaßnahme für ICP Kinder aufzubauen. • Diese Fallstudie könnte in einem RCT-Setting wiederholen werden. <p>Limiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung wurde nur bei einem Proband durchgeführt (Case study) • Nur ein passives Heimprogramm • Fehlende EMG-Analyse der Muskulatur vor und nach den Tests • Mangelnde Baselinemessungen • Die Messinstrumente KinCom® und Modified Ashworth scale zeigten verschiedene Resultate an • Der linke QF hatte bei den Baselinemessungen mehr Kraft als der rechte QF.
---	--