

# **Ist GMI bei CRPS Typ I bezüglich des Leitsymptoms Schmerz besser geeignet als herkömmliche Therapieformen?**

Senn Samuel

S09055658

Müller Jimmy

S13717319

Departement: Gesundheit

Institut für Physiotherapie

Studienjahr: PT15

Eingereicht am: 27.04.2018

Begleitende Lehrperson: Prof. Dr. Hannu Luomajoki

**Bachelorarbeit  
Physiotherapie**

## **Anmerkungen**

Um die Arbeit gendergerecht zu verfassen, werden sowohl die weibliche als auch die männliche Form verwendet.

Abkürzungen werden im Abkürzungsverzeichnis erläutert, und Fachbegriffe sind im Glossar erklärt, das sich im Anhang befindet.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abstract – deutsch</b> .....	<b>6</b>
<b>Abstract – englisch</b> .....	<b>7</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>8</b>
<b>1.1 Zielsetzung</b> .....	<b>9</b>
<b>1.2 Fragestellung</b> .....	<b>10</b>
<b>2. Methodisches Vorgehen</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1 Literaturrecherche</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2 Ein- und Ausschlusskriterien</b> .....	<b>14</b>
2.2.1 Sprache.....	14
2.2.2 Probandinnen und Probanden .....	14
2.2.3 Erscheinungsjahr .....	14
2.2.4 Intervention / Therapieformen .....	14
2.2.5 Outcome measures / Zielparameter .....	14
2.2.6 Studiendesign .....	14
<b>2.3 Verwendete Studien</b> .....	<b>15</b>
<b>2.4 Evaluationsinstrumente</b> .....	<b>16</b>
<b>3. Theoretische Grundlagen</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1 CRPS Typ I</b> .....	<b>17</b>
3.1.1 Hypothesen zur Pathogenese .....	18
3.1.2 Symptome .....	19
3.1.3 Diagnostik von CRPS Typ I.....	20
3.1.4 Stadieneinteilung.....	21
3.1.5 Therapiemöglichkeiten .....	23
<b>3.2 Graded Motor Imagery</b> .....	<b>25</b>
3.2.1 Neurotags .....	25
3.2.2 Rechts-Links-Diskrimination.....	26
3.2.3 Explizite motorische Bewegungsvorstellung .....	26
3.2.4 Spiegeltherapie .....	27
<b>4. Darstellung der Ergebnisse</b> .....	<b>29</b>
<b>4.1 Studie 1 von Moseley (2004)</b> .....	<b>29</b>
4.1.1 Ziel der Studie .....	29
4.1.2 Stichprobe .....	29

4.1.3 Datenerhebung und Intervention.....	30
4.1.4 Resultate.....	31
4.1.5 Würdigung.....	31
<b>4.2 Studie 2 von Moseley (2006).....</b>	<b>32</b>
4.2.1 Ziel der Studie.....	32
4.2.2 Stichprobe.....	32
4.2.3 Datenerhebung und Intervention.....	33
4.2.4 Resultate.....	33
4.2.5 Würdigung.....	34
<b>4.3 Studie 3 von Walz et al. (2013).....</b>	<b>34</b>
4.3.1 Ziel der Studie.....	34
4.3.2 Stichprobe.....	34
4.3.3 Datenerhebung und Intervention.....	35
4.3.4 Resultate.....	35
4.3.5 Würdigung.....	36
<b>4.4 Studie 4 von Lagueux et al. (2012).....</b>	<b>37</b>
4.4.1 Ziel der Studie.....	37
4.4.2 Stichprobe.....	37
4.4.3 Datenerhebung und Intervention.....	38
4.4.4 Resultate.....	39
4.4.5 Würdigung.....	39
<b>4.5 Studie 5 von Johnson et al. (2012).....</b>	<b>40</b>
4.5.1 Ziel der Studie.....	40
4.5.2 Stichprobe.....	40
4.5.3 Datenerhebung und Intervention.....	42
4.5.4 Resultate.....	42
4.5.5 Würdigung.....	42
<b>4.6 Studie 6 von Cacchio et al. (2009).....</b>	<b>43</b>
4.6.1 Ziel der Studie.....	43
4.6.2 Stichprobe.....	43
4.6.3 Datenerhebung und Intervention.....	44
4.6.4 Resultate.....	45
4.6.5 Würdigung.....	45
<b>4.7 Studie 7 von Vural et al. (2016).....</b>	<b>45</b>
4.7.1 Ziel der Studie.....	45
4.7.2 Stichprobe.....	45

4.7.3 Datenerhebung und Intervention .....	46
4.7.4 Resultate .....	47
4.7.5 Würdigung .....	47
<b>5. Diskussion .....</b>	<b>48</b>
5.1 Ziele .....	48
5.2 Designs .....	50
5.3 Stichproben/Population .....	51
5.4 Interventionen .....	52
5.5 Datenerhebung und Messinstrumente .....	54
5.6 Resultate .....	55
5.7 Limitationen .....	56
5.8 Bezug zum aktuellen Review .....	57
5.9 Praxistransfer .....	58
<b>6. Schlussfolgerung .....</b>	<b>59</b>
6.1 Beantwortung der Fragestellung .....	59
6.2 Limitationen dieser Arbeit .....	59
6.3 Weiterführende Fragen und Aussichten .....	60
6.4 Praxistransfer .....	61
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>62</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>67</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>68</b>
<b>Deklaration der Wortanzahl .....</b>	<b>70</b>
<b>Danksagung .....</b>	<b>70</b>
<b>Eigenständigkeitserklärung .....</b>	<b>70</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>71</b>
Glossar .....	71
AICA-Raster .....	78
PEDro-Skala .....	96
Letts&Law-Tabellen .....	99
Handout .....	104

## **Abstract – deutsch**

**Darstellung des Themas** CRPS ist eine facettenreiche Krankheit mit Schmerz als Leitsymptom. So vielfältig die Erscheinungsformen von CRPS sind, so unterschiedlich sind auch die physiotherapeutischen Behandlungsmöglichkeiten. Eine Gruppe um Lorimer Moseley hat das Rehabilitationsprogramm GMI entwickelt.

**Ziel** Das Ziel der Studie ist es, die Anwendbarkeit von GMI auf Patientinnen und Patienten mit CRPS Typ I und dem Leitsymptom Schmerz darzustellen, einen Vergleich zu herkömmlichen Therapieformen zu ziehen und einen Ausblick auf die Weiterentwicklung möglicher therapeutischer Ansätze zu geben. Als Leitfaden zur praktischen Anwendung von GMI wurde ein Handout in deutscher Sprache erstellt.

**Methode** In den Datenbanken PubMed, CINAHL, AMED, PEDro und Cochrane wurde nach geeigneten Studien gesucht. Nach Berücksichtigung von Ein- und Ausschlusskriterien wurden sieben Studien zur Beantwortung der Fragestellung verwendet. Die Studien wurden mit dem Arbeitsinstrument AICA analysiert und mit PEDro und Letts & Law evaluiert.

**Relevante Ergebnisse** Bei der Anwendung von GMI als Zusatz zu herkömmlichen Therapiemethoden zeigt sich ein signifikant höheres Outcome bezüglich des Leitsymptoms Schmerz.

**Schlussfolgerung** Aufgrund limitierter Studienzahl und Studiendiversität sollten die Ergebnisse jedoch kritisch betrachtet werden. Es braucht weitere Forschung, um das Verständnis der Thematik zu verbessern und die Evidenz zu bestätigen. Wichtig erscheint auch zusätzliche Forschung im praktischen Setting.

**Keywords** *complex regional pain syndrome, complex regional pain syndrome type 1, graded motor imagery, left right discrimination, motor imagery, mirror therapy, mirror visual feedback*

## **Abstract – englisch**

**Background** CRPS is a multifaceted disease with pain as a cardinal sign. Equally diverse as the manifestations of CRPS are the physiotherapeutic treatment options. A group working with Lorimer Moseley developed the GMI rehabilitation programme.

**Objectives** The aim of the study is to demonstrate the applicability of GMI on patients with CRPS type I and pain as a cardinal sign, to draw a comparison to conventional forms of therapy and to give an outlook on future developments in therapeutic approaches. As a practical guideline for GMI, a handout was produced.

**Methods** The research of suitable studies was conducted in the PubMed, CINAHL, AMED, PEDro and Cochrane databases. With the application of inclusion and exclusion criteria, seven studies were selected to answer the question. The studies were analysed with AICA and evaluated with PEDro and Letts & Law.

**Main results** When GMI was used as an adjunct to conventional therapy methods, the outcome variable 'pain' was significantly reduced.

**Conclusion** Due to the limited number of studies and their lack of diversity, the results have to be viewed critically. Further research is needed to better understand the subject and to confirm the evidence. Additional research in a practical environment is considered to be of importance.

**Keywords** *complex regional pain syndrome, complex regional pain syndrome type 1, graded motor imagery, left right discrimination, motor imagery, mirror therapy, mirror visual feedback*

## 1. Einleitung

Weltweit sind rund 20 Personen pro 100 000 Einwohner von CRPS betroffen, und jährlich erkranken 5 bis 20 Personen pro 100 000 zusätzlich an CRPS (Macrea, Brem und Landmann 2011). In der Schweiz führte dies bei 702 Patientinnen und Patienten (CRPS aufgrund eines Unfalls), die im Jahr 2000 verunfallten, bis 2009 zu durchschnittlichen Fallkosten von 152 000 Franken pro Patient. Knapp die Hälfte von ihnen erhielt eine Invalidenrente (Brunner und Kissling, 2013).

Das komplexe regionale Schmerzsyndrom (complex regional pain syndrome, CRPS) ist eine facettenreiche Krankheit. Angeschwollene Hand oder angeschwollener Fuss, lang anhaltende Rötung und viele andere Symptome sind typisch und je nach Ausprägung und Stadium der Krankheit unterschiedlich ausgeprägt vorzufinden. Eines ist aber allen Patientinnen und Patienten gemein: der Schmerz. Dieser gilt als Leitsymptom von CRPS und führt bei betroffenen Patienten zu grossem Leidensdruck (Birklein, O'Neill und Schlereth, 2015).

Der Schmerz ist es auch, der die Autoren zu dieser Arbeit motivierte. Diese haben sich schon früh im Studium für Schmerz verschiedener Art interessiert, und so war schnell klar, dass sie ihre Bachelorarbeit zu diesem Themenbereich schreiben würden.

So vielfältig die Erscheinungsformen von CRPS sind, so unterschiedlich sind auch die physiotherapeutischen Behandlungsmöglichkeiten: von Elektrotherapie über manuelle Therapie und Massagetechniken bis hin zu Spiegeltherapie und motorischem Lernen (Breier, 2013).

Strukturierte Therapieprogramme waren lange nicht vorhanden, bis eine Gruppe um Lorimer Moseley das Rehabilitationsprogramm Graded Motor Imagery (GMI) unter anderem für CRPS entwickelt hat. Dieses Programm enthält zwar bekannte Elemente aus dem Therapiebereich des visuellen Feedbacks aus vergangenen Jahren, ist aber strukturiert und gibt einen Rahmen vor, der individuelle Behandlungsform zulässt.

Es findet sich zu GMI wenig Literatur in deutscher Sprache, was darauf schliessen lässt, dass GMI im deutschen Sprachraum wohl noch wenig verbreitet ist. Für die Autoren war dies ein weiterer Grund, diese Arbeit über GMI zu schreiben, um dieses Therapieprogramm im deutschen Sprachraum zugänglicher zu machen. Da



es sich jedoch um ein Programm aus der Feder weniger Personen handelt und zudem wenig Literatur existiert, die sich kritisch mit GMI auseinandersetzt, haben die Autoren beschlossen, sich dieses Themas in der vorliegenden Arbeit anzunehmen.

In der Zeit von Smartphones, Apps, Virtual und Augmented Reality scheinen vor allem Therapieformen mit visuellem Feedback Verbreitung zu finden. Die Möglichkeiten, die sich durch digitale Hilfsmittel bieten, scheinen vielversprechend. Die Aktualität der Thematik und die damit verbundenen zukünftigen Behandlungsmöglichkeiten waren für die Autoren auch mitentscheidend bei der Wahl des Themas dieser Bachelorarbeit.

## **1.1 Zielsetzung**

CRPS Typ I ist ein Schmerzsyndrom, bei dem nach Macrea et al. (2011) die Schmerzdauer und -intensität höher sind, als bei der kausalen Ursache zu erwarten wäre – ein Schmerzsyndrom, bei dem sich die Behandlung als schwierig herausstellt, da bis anhin definitive Therapieempfehlungen fehlen. Deshalb wie auch aufgrund der oben erwähnten Standpunkte wie Prävalenz, Inzidenz, Leidensdruck des Patienten und spärlicher Literatur ist es wichtig, sich kritisch mit möglichen Therapiemethoden auseinanderzusetzen.

Die Tatsache, dass klare Therapieempfehlungen fehlen, hat die Autoren dazu bewegt, in dieser Arbeit auf das Rehabilitationsprogramm GMI im Zusammenhang mit dem Schmerzsyndrom CRPS Typ I einzugehen.

Physiotherapeutinnen und -therapeuten arbeiten im Allgemeinen mit den Zielen Schmerzreduktion und Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Funktionalität, doch häufig mit ganz unterschiedlichen Herangehensweisen. Es soll aufgezeigt werden, inwiefern GMI im Rahmen der Rehabilitation von CRPS Typ I anwendbar ist und wie es sich im Vergleich zu herkömmlichen Therapiemethoden präsentiert.

Das Ziel dieser Bachelorarbeit besteht darin, die Anwendbarkeit von GMI auf Patientinnen und Patienten mit CRPS Typ I und dem Leitsymptom Schmerz darzustellen, einen Vergleich zu herkömmlichen Therapiemethoden zu ziehen und einen Ausblick auf die mögliche Weiterentwicklung therapeutischer Ansätze zu geben.

Ein zusätzliches Ziel ist es, die physiotherapeutische Behandlung von CRPS Typ I im deutschen Sprachraum durch ein in dieser Arbeit erarbeitetes Handout zu erleichtern.

## **1.2 Fragestellung**

Aus der Zielsetzung ergibt sich folgende Fragestellung:

„Ist GMI bei Patientinnen und Patienten mit CRPS Typ I bezüglich des Leitsymptoms Schmerz besser geeignet als herkömmliche Therapieformen?“  
Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist also die Untersuchung, ob sich GMI bei Patientinnen und Patienten mit CRPS Typ I bezüglich des Leitsymptoms Schmerz besser eignet als herkömmliche Therapieformen. GMI wird aktiven und passiven therapeutischen Ansätzen gegenübergestellt.

Da sich laut Nowak und Allert (2011) im sensorischen und motorischen Kortex die Repräsentation einzelner Körperabschnitte durch Schmerz verändern kann, liegt die Hypothese nahe, dass GMI durch seine Wirkungsmechanismen möglicherweise einen effektiveren Beitrag zur Rehabilitation bei CRPS Typ I leisten kann als herkömmliche Therapieformen.

## 2. Methodisches Vorgehen

In diesem Kapitel werden Suchstrategien sowohl für allgemeine Literatur als auch für die Schlüsselliteratur detailliert dargestellt. Die festgelegten Keywords (Schlagwörter) und Datenbanken werden aufgelistet, und die Ein- und Ausschlusskriterien sowie die Evaluationsinstrumente der Studien werden zur Beantwortung der Fragestellung aufgezeigt.

### 2.1 Literaturrecherche

Die Literaturrecherche erfolgte zwischen September und November 2017. Einerseits wurde in der Datenbank der ZHAW-Hochschulbibliothek Winterthur nach gedruckten und digitalen Medien für den theoretischen Hintergrund und den Einstieg ins Thema gesucht. Andererseits wurde für die im Hauptteil zu bearbeitenden Studien eine systematische Literaturrecherche anhand der festgelegten Keywords und Schlagwörter in den Datenbanken PubMed, CINAHL, AMED, PEDro und Cochrane durchgeführt. In der Tabelle 2: systematische Literaturrecherche sind die einzelnen Suchschritte und die Anzahl Ergebnisse aufgelistet. Es wurde anhand folgender Keywords (Schlagwörter) gesucht:

**Tabelle 1: Keywords (Schlagwörter)**

Keyword (englisch)	Schlagwort (deutsch)
1 complex regional pain syndrome	komplexes regionales Schmerzsyndrom
2 complex regional pain syndrome type 1	komplexes regionales Schmerzsyndrom Typ 1
3 mirror therapy	Spiegeltherapie
4 mirror visual feedback	gespiegeltes visuelles Feedback
5 motor imagery	motorische Bilder
6 graded motor imagery	keine Übersetzung
7 left right discrimination	Rechts-Links-Diskriminierung

Diese Keywords wurden anhand von Booleschen Operatoren (AND, OR) verbunden, um die Suche weiter einzugrenzen und zu vereinfachen.

Es zeigte sich nach der ersten Suche, dass das Keyword „complex regional pain syndrome type 1“ nicht geeignet war, da zusätzlich andere Bezeichnungen wie „type I“ oder „type one“ verwendet werden. Daher wurde im späteren Suchverlauf nur noch das Keyword „complex regional pain syndrome“ verwendet und die Bedingung, dass es sich um Patientinnen und Patienten mit CRPS Typ I handelt, in die Ein- und Ausschlusskriterien aufgenommen.

Aus den Suchschritten (1 AND (3 OR 4)), (1 AND 5), (1 AND 7) und (3 AND 7) ergaben sich bei PubMed 55 Studien, welche gleichzeitig auch alle Studien dieser Suchschritte aus CINAHL, AMED, PEDro und Cochrane enthielten. Diese 55 Studien wurden anhand der Ein- und Ausschlusskriterien selektiert, und es ergaben sich fünf Studien zu GMI und CRPS Typ I und drei Studien zu Spiegeltherapie und CRPS Typ I. Von diesen wurden vier randomisierte, kontrollierte Studien (RCTs), eine Fallstudie, eine Fallserie und ein Clinical Audit ausgewählt. Diese sieben Studien, welche alle Einschlusskriterien erfüllten, sind in der Tabelle 3: verwendete Studien aufgeführt.

**Tabelle 2: systematische Literaturrecherche**

Suchschritte mit Keywords (1–7)	Anzahl Ergebnisse in den jeweiligen Datenbanken				
	PubMed	CINAHL	AMED	PEDro	Cochrane
1	6177	1244	172	52	330
2	215	111	41	12	40
3	243	154	48	91	160
4	68	26	8	4	19
5	2079	437	109	67	199
6	40	31	4	10	11

7	82	12	2	2	2
1 AND 3	21	13	7	12	9
1 AND 4	10	7	1	0	0
1 AND 5	36	24	7	12	6
1 AND 6	20	14	3	8	5
1 AND 7	1	0	0	0	0
1 AND (3 OR 4)	31	20	8	12	9
3 AND 7	8	1	0	0	0
(1 AND (3 OR 4)) OR (1 AND 5) OR (1 AND 7) OR (3 AND 7)	55	37	12	15	18

*Anmerkungen: Keywords (1) complex regional pain syndrome, (2) complex regional pain syndrome type 1, (3) mirror therapy, (4) mirror visual feedback, (5) motor imagery, (6) graded motor imagery, (7) left right discrimination*

## **2.2 Ein- und Ausschlusskriterien**

### **2.2.1 Sprache**

Das Vorliegen der Studie in Deutsch oder in Englisch war das erste Einschlusskriterium.

### **2.2.2 Probandinnen und Probanden**

Studien, welche Probandinnen und Probanden ab 18 Jahren enthielten, wurden eingeschlossen.

Es sollte sich um Probandinnen und Probanden mit CRPS Typ I handeln.

Es wurden Studien mit Probandinnen und Probanden aus allen Regionen und Kulturkreisen eingeschlossen, da der Ausschluss gewisser Regionen für die Beantwortung der Frage nicht relevant ist.

### **2.2.3 Erscheinungsjahr**

Es wurden Studien ab Erscheinungsjahr 2004 eingeschlossen, damit möglichst alle relevanten Studien zu diesem Thema eingeschlossen werden konnten.

### **2.2.4 Intervention / Therapieformen**

Studien, welche die Interventions- bzw. Therapieformen Graded Motor Imagery, Motor Imagery oder Mirror Therapy anwendeten, wurden eingeschlossen.

### **2.2.5 Outcome measures / Zielparameter**

Es wurden Studien eingeschlossen, die mindestens das Leitsymptom Schmerz gemessen haben. Dieses sollte mittels Visual Analogue Scale (VAS), Numeric Rating Scale (NRS) oder vergleichbarer Skala (VRS, NPS) gemessen werden. Es gab Studien, welche zusätzlich noch andere Zielparameter wie Funktion mittels Wolf Motor Function Test (WMFT) gemessen haben. Diese wurden nicht ausgeschlossen.

### **2.2.6 Studiendesign**

Eingeschlossen wurden RCTs, Clinical Audits und Fallstudien. Der Grund, weshalb nicht ausschliesslich RCTs verwendet wurden, war der Mehrwert anderer Designs. So enthalten beispielsweise Clinical Audits Aussagen zur praktischen Anwendbarkeit und Fallstudien genaue Angaben zu Charakteristika von

Probanden, wie beispielsweise kortikale Aktivität bei fMRI-Studien. Reviews, Kommentare und Pilotstudien wurden ausgeschlossen.

## 2.3 Verwendete Studien

In der folgenden Tabelle sind diejenigen Studien aufgelistet, die nach Anwendung der Ein- und Ausschlusskriterien ausgewählt wurden.

**Tabelle 3: verwendete Studien**

Autoren	Titel	Jahr	Design
Moseley, G. L.	Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome: a randomised controlled trial.	2004	RCT
Moseley, G. L.	Graded motor imagery for pathologic pain. A randomized controlled trial.	2006	RCT
Walz, A. D., Usichenko, T., Moseley, G. L., & Lotze, M.	Graded motor imagery and the impact on pain processing in a case of CRPS.	2013	Fallstudie
Lagueux, E., Charest, J., Lefrancois-Caron, E., Mauger, M. E., Mercier, E., Savard, K., & Tousignant-Laflamme, Y.	Modified graded motor imagery for complex regional pain syndrome type 1 of the upper extremity in the acute phase: a patient series.	2012	Fallserie
Johnson, S., Hall, J., Barnett, S. A., Draper, M., Derbyshire, G., Haynes, L., ... & McCabe, C.	Using graded motor imagery for complex regional pain syndrome in clinical practice: failure to improve pain.	2012	Clinical Audit
Cacchio, A., De Blasis, E., De Blasis, V., Santilli, V., & Spacca, G.	Mirror therapy in complex regional pain syndrome type 1 of the upper limb in stroke patients.	2009	RCT
Vural, S. P., Yuzer, G. F. N., Ozcan, D. S., Ozbudak, S. D., & Ozgirgin, N.	Effects of mirror therapy in stroke patients with complex regional pain syndrome type 1: a randomized controlled study.	2016	RCT

## **2.4 Evaluationsinstrumente**

Zur Evaluation der Schlüsselliteratur wurden drei verschiedene Evaluationsinstrumente angewendet. Alle Studien wurden mit Hilfe des Arbeitsinstrument Critical Appraisal (AICA) von Ris und Preusse-Bleuler (2015) zusammengefasst. Für die Bewertung und Würdigung der Güte wurden für die RCTs die PEDro-Skala angewendet. Die restlichen Studien wurden mit Hilfe des von Letts, Wilkins, Law, Stewart, Bosch & Westmorland (2007) vorgestellten Evaluationsinstruments für qualitative Studien beurteilt.



### 3. Theoretische Grundlagen

Dieses Kapitel dient zur Darstellung der theoretischen Grundlagen und soll zum vollständigen Verständnis der Arbeit beitragen. Es beginnt mit dem Krankheitsbild CRPS Typ I, gefolgt von einer allgemeinen Präsentation des Rehabilitationsprogramms Graded Motor Imagery (GMI) und einer genauen Erläuterung bezüglich Wirkungsmechanismen der einzelnen Interventionen. Fachbegriffe werden im Glossar erklärt, das sich im Anhang befindet.

#### 3.1 CRPS Typ I

Gemäss Morree und Egmond (2013) ist das Complex Regional Pain Syndrome (CRPS) die Entwicklung von chronischen Schmerzen mit strukturellen Veränderungen nach einem geringfügigen Trauma, einer Operation oder einem Schlaganfall. Schmerzhafteste Bedingungen treten vor allem distal auf und übertreffen den erwarteten klinischen Verlauf in Bezug auf Schwere und Dauer. Weiter zeichnet es sich durch sensorische, motorische und autonome Störungen aus.

De Morree und Egmond (2013) geben folgende Definition:

Das komplexe regionale Schmerzsyndrom ist ein Bündel lokaler schmerzhafter Bedingungen nach einem Trauma, die vor allem distal in Erscheinung treten und im Hinblick auf Schwere und Dauer den erwarteten klinischen Verlauf des ursprünglichen Traumas übertreffen, was zumeist zu einer deutlichen motorischen Einschränkung mit einer über die Zeit variablen Progression führt (S. 239).

Gemäss Morree und Egmond (2013, S. 238) sind „geläufige Bezeichnungen (...) unter anderem sympathische Reflexdystrophie, Sudeck-Dystrophie, Algodystrophie, Schulter-Hand-Syndrom, komplexes regionales Schmerzsyndrom oder Kausalgie, was einer Eindeutigkeit und Übersichtlichkeit im Wege steht“. Breier (2013) schreibt, dass „mit dem Ziel, standardisierte Kriterien für die Diagnostik aufzustellen sowie koordiniertes therapeutisches Vorgehen zu erleichtern, (...) 1994 von der International Association for the Study of Pain (IASP) der eher deskriptive Begriff ‚Complex Regional Pain Syndrome‘ (CRPS) geprägt“ wurde.

### 3.1.1 Hypothesen zur Pathogenese

Gemäss Breier (2013) ist die Pathogenese von CRPS I nicht klar:

Um die Entstehung des CRPS I zu erklären, wurde in den vergangenen Jahren eine grosse Anzahl von Theorien und Hypothesen aufgestellt. Sehr viele dieser Untersuchungen konnten zwar zu einem besseren Verständnis der Erkrankung beitragen, die eigentliche Ursache ist jedoch nach wie vor nicht bekannt und wird uneinheitlich beurteilt (S. 342).

#### *Störung des sympathischen Nervensystems*

Nach Breier (2013) ist der Schmerz nicht nur als vorherrschendes Symptom im Vordergrund, sondern könnte auch ein entscheidender Auslöser für ein CRPS Typ I sein. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um einen posttraumatischen, postoperativen, kurz- oder längerfristigen Schmerz handelt. Derzeit wird davon ausgegangen, dass durch ein Trauma eine Nozizeptoraktivität ausgelöst wird. Mechanische, thermische und chemische Reize werden sensibilisiert und könnten somit zu einer zentralen Veränderung der motorischen und sympathischen Efferenzen führen.

Laut Breier (2013) wird aber an einer Sympathikusfehlfunktion als alleiniger Ursache immer mehr gezweifelt, da in der frühen Phase teilweise keine verstärkte Sympathikusaktivität nachgewiesen werden konnte.

#### *Entzündungsreaktion*

Nach Breier (2013) gibt es Hinweise, dass eine übermässig starke Entzündungsreaktion des peripheren Gewebes zu den Schmerzen und den Ödemen führt. Die genauen Zusammenhänge zwischen Entzündungsmechanismen und der Symptomatik des CRPS Typ I seien jedoch noch nicht klar.

Gemäss Morree und Egmond (2013) kommt es bei der Entzündungsreaktion zu einer vermehrten Freisetzung von freien Sauerstoff- und Hydroxylradikalen, welche aggressiv mit Molekülen wie DNS, Membraneiweissen, Enzymen und Fetten reagieren. Diese Reaktion kann in einer Störung der Zellfunktion, schweren Zellschädigungen und Atrophie resultieren. Dies führt dann wiederum zu einer Aufrechterhaltung der entzündlichen Prozesse im Gewebe und kann somit einen Teufelskreis in Gang setzen.

### *Beteiligung des zentralen Nervensystems*

Nach Breier (2013) könnten Paresen der Muskulatur ohne vorangegangene Nervenschädigung auf eine Beteiligung der zentralen Motoneuronen hindeuten. Einseitige Störung der autonomen Schweissbildung und reduzierte Aktivität der Vasokonstriktion könnten Folgen einer gestörten zentralen Thermoregulation sein. Diese und weitere Befunde aus der Praxis deuten auf eine Beteiligung des zentralen Nervensystems (ZNS) hin.

Weitere Hinweise, die für eine veränderte Aktivität des ZNS sprechen, sind motorische Vernachlässigung der Extremität und sensible Halbseitensymptomatik. Es ist jedoch ungeklärt, ob die Veränderungen im ZNS primär oder sekundär auftreten (Breier, 2013).

### **3.1.2 Symptome**

Es gibt verschiedene Symptome, die sich gegenseitig beeinflussen. Gemäss Schröder und Bade (2008) sind die häufigsten Symptome Schmerz, Ödeme, veränderte Hauttemperatur und eingeschränkte Mobilität der betroffenen Gelenke.

#### *Schmerz*

Laut Breier (2013) gelten starke Schmerzen als vorherrschendes Symptom bei CRPS Typ I, und 90% der Patientinnen und Patienten geben diesen zu Beginn der Erkrankung an. Der Schmerzcharakter betreffend Form und Schwere kann dabei jedoch völlig unterschiedlich ausgeprägt sein. Schmerzen können laut Schröder und Bade (2008) sowohl in Ruhe wie auch unter Bewegung auftreten. Sie äussern sich als brennende oder ziehende Schmerzen. Häufig verstärkt sich der Schmerz, wenn die betroffene Extremität gegen die Schwerkraft hängen gelassen wird. Schwere, Dauer und Lokalisation des Schmerzes stehen oft in einem klaren Missverhältnis zum vorausgehenden Trauma oder zur vorangegangenen Operation. Morree und Egmond (2013, S. 239) sagen auch, dass „der Patient oft den Arm oder das Bein kaum noch [gebraucht], weil diese spontan schmerzen oder der Schmerz schon bei leichter Berührung einsetzt. Auf Dauer kommt es zu einem beträchtlichen Funktionsverlust mit Bewegungseinschränkung.“

#### *Motorische Störung*

Gemäss Breier (2013) treten bei 90% aller Patientinnen und Patienten Einschränkungen in der aktiven Beweglichkeit auf. Die Muskelatrophie schliesst

nahezu sämtliche distalen Muskelgruppen der betroffenen Extremität ein. Bei einer nicht rechtzeitig einsetzenden Behandlung kann es zur Fibrosierung der ligamentären Strukturen, zur Verwachsung der Gleitschichten und somit zur Einschränkung der passiven Beweglichkeit kommen. Bewegungseinschränkungen können somit auch schmerzbedingt, aufgrund von Nichtgebrauch, entstehen. Eine weitere Kausalität für eine bestehende Funktionseinschränkung kann laut Schröder und Bade (2008) aufgrund der stark ausgebildeten Ödeme entstehen, welche die Beweglichkeit einschränken können. Gemäss Breier (2013) wird die betroffene Extremität im Handlungsablauf stark vernachlässigt und nicht mehr als dem Körper zugehörig empfunden. Dies kann bis zu einer Neglect-ähnlichen Symptomatik führen, zu einer Ausblendung des Körperteils aus der Körperwahrnehmung.

#### *Trophische Störung*

Gemäss Schröder und Bade (2008) ist zu Beginn des CRPS die Temperatur der Haut im Seitenvergleich erhöht, die Hand schwitzt vermehrt. Später ist die Temperatur erniedrigt. Zunächst ist die Haut marmoriert, im weiteren Verlauf treten zyanotische Veränderungen und eine verminderte Schweisssekretion auf. Bei etwa 30% der Patientinnen und Patienten kommt es im weiteren Verlauf der Erkrankung zu trophischen Veränderungen. Dies betrifft vor allem die Haut und das Subkutangewebe, welche atrophieren. Die Haut fühlt sich gespannt und straff an. Zusätzlich werden durch die vermehrte Schwellung die Falten der Haut geglättet, und die Haut zeigt sich glänzend. Die sogenannte Glanzhaut entsteht. Weiter kann verstärktes Haar- und Nagelwachstum auftreten (Breier, 2013).

### **3.1.3 Diagnostik von CRPS Typ I**

Macrea et al. (2011) sagen Folgendes zur Diagnostik von CRPS:

Die Diagnose eines CRPS ist klinisch und wird nach den sogenannten Budapest-Kriterien gestellt. Die Sensitivität beträgt 99% bei einer Spezifität von 69%, das heisst, dass trotz positivem CRPS-Befund gemäss den Budapest-Kriterien etwa jeder Dritte trotzdem kein CRPS hat (31% falsch positiv), aber so gut wie jeder CRPS-Patient [sic.] auch als solcher erkannt wird (1% falsch negativ) (S. 248). Nach Harden, Bruehl, Stanton-Hicks und Wilson (2007) wird CRPS wie folgt diagnostiziert:

1. Anhaltender Schmerz, der durch das Anfangstrauma nicht mehr erklärt wird.
2. In der Anamnese mindestens ein Symptom aus 3 der 4 folgenden Kategorien:
  - a) Hyperalgesie (Überempfindlichkeit für Schmerzreize); Hyperästhesie (Überempfindlichkeit für Berührung, Allodynie)
  - b) Asymmetrie der Hauttemperatur; Veränderung der Hautfarbe
  - c) Asymmetrie beim Schwitzen; Ödem
  - d) reduzierte Beweglichkeit, Dystonie, Tremor, „Paresen“ (im Sinne von Schwäche), Veränderungen von Haar oder Nagelwachstum
3. Zum Zeitpunkt der Untersuchung mindestens ein Symptom aus 2 der 4 folgenden Kategorien:
  - a) Hyperalgesie auf spitze Reize (z. B. Nadelstich), Allodynie, Schmerz bei Druck auf Gelenke/Knochen/Muskeln
  - b) Asymmetrie der Hauttemperatur; Veränderung der Hautfarbe
  - c) Asymmetrie im Schwitzen; Ödem
  - d) reduzierte Beweglichkeit, Dystonie, Tremor, „Paresen“ (im Sinne von Schwäche), Veränderungen von Haar oder Nagelwachstum
4. Es gibt keine andere Diagnose, die diese Schmerzen erklärt

### **3.1.4 Stadieneinteilung**

Gemäss Macrea et al. (2011, S. 248) hat sich die „klassische Einteilung in 3 [sic.] Stadien (akut entzündliche, dystrophische und Stabilisierungsphase, atrophisch) (...) im klinischen Alltag nicht bewährt. Eine Clusteranalyse der Symptome zeigte, dass es sich am ehesten um verschiedene Ausprägungstypen der Krankheit handelte als um eine zeitliche Abfolge der Symptome.“

Folgende Stadieneinteilung von Schröder und Bade (2008) sollte nicht als allgemeingültig betrachtet werden; vielmehr soll aufgezeigt werden, wie unterschiedlich sich die Erkrankung präsentieren kann. Der Krankheitsverlauf kann nach Schröder und Bade (2008) starken Schwankungen unterliegen, muss nicht chronologisch nach der Stadieneinteilung verlaufen, und auch wiederholtes Auftreten eines Stadiums ist möglich. Therapeutisch ist es daher wichtig, dass die

Symptome aufmerksam verfolgt werden und der Therapieplan individuell an das aktuelle Krankheitsbild angepasst wird.

Schröder und Bade (2008) geben folgende Stadieneinteilung vor:

*Stadium I (Akutphase):* Gekennzeichnet durch eine entzündungsähnliche Überwärmung der Hand, Schwellung der Weichteile, brennende Schmerzen, die durch Bewegung verstärkt werden, und vermehrte oder verminderte Schweißsekretion. Die Haut ist zum Teil glänzend marmoriert. Nach den ersten Wochen finden sich die ersten Anzeichen einer fleckigen Osteoporose im Röntgenbild.

*Stadium II (subakute Phase):* Ungefähr 8 Wochen nach Ausbruch der ersten Symptome ist dieses Stadium erreicht, in dem die dystrophischen Erscheinungen überwiegen. Die Hauttemperatur ist kühl und die Hautfarbe zyanotisch. Eine Zunahme der Behaarung ist zu beobachten. Die Schmerzen sind auch für diese Phase charakteristisch, nehmen aber zunehmend ab. Aufgrund von Kapselschrumpfungen und Muskelatrophien verringert sich die Gelenkbeweglichkeit. Im Röntgenbild werden die Osteoporosezeichen immer deutlicher.

*Stadium III (chronische Endphase):* Rund ein Dreivierteljahr nach Ausbruch der Erkrankung beginnt das Stadium III. Die Haut ist kühl, blass, trocken und glänzend. Die Atrophie der Haut und des Subkutangewebes ist deutlich zu erkennen. Durch die Atrophie der Muskulatur und aller anderen Strukturen ist die Beweglichkeit der Gelenke nahezu aufgehoben. Die Schmerzen treten nur noch bei körperlicher Belastung auf. Röntgenologisch ist eine extrem verdünnte Knochenkortikalis zu sehen sowie eine verstärkte Zeichnung der in der Zahl verringerten Spongiosabälkchen (S. 182).

### 3.1.5 Therapiemöglichkeiten

Da CRPS Typ I auch Einfluss auf den Sympathikus nimmt, ist es nach Morree und Egmond (2013) wichtig, die Erkrankung nicht als eine rein körperliche Beschwerde zu betrachten und bei der Therapie nicht nur die somatischen Komponenten miteinzubeziehen.

Patient Education bezüglich Unsicherheiten und Ängsten im Hinblick auf das Krankheitsbild ist ein wichtiger Bestandteil der Therapie. Auch die Aufklärung über Bewegung und Belastung kann einen Teil der Therapie darstellen, da Patientinnen und Patienten aufgrund der Schmerzen oft zur Immobilisierung der betroffenen Extremität neigen. Immobilisierung kann zu afunktionellen neuen neuronalen Verbindungen im sensorischen und motorischen Kortex führen. Deshalb sind leichte aktive wie auch passive Übungen unterhalb der Schmerzgrenze nicht nur zur Verhinderung von Kontrakturen wichtig, sondern auch für den Erhalt der Funktionalität der betroffenen Extremität. Durch Graded Activity kann die Aktivität langsam gesteigert werden (Morree und Egmond, 2013).

Aufgrund dieser Erkenntnis und der Tatsache, dass es für CRPS Typ I kein abschliessendes Therapiekonzept gibt, werden im folgenden Kapitel weitere Therapieansätze vorgestellt. Der Fokus liegt dabei auf der Verbesserung von Mobilität, Tonusregulation sowie Schmerz- und Schwellungsreduktion (Morree und Egmond, 2013).

#### *Manuelle Therapie*

Gemäss Breier (2013) wird bei der manuellen Therapie eine Bewegung nach Quantität und Qualität beurteilt und diese Befunde anschliessend zur Behandlung genutzt. Verschiedene Weichteiltechniken wie Querfriktion, Funktionsmassage sowie Längs- und Querdehnung der Muskulatur werden zur Optimierung der Beweglichkeit eingesetzt. Ziel sind eine Wiederherstellung der normalen Gelenkfunktion, eine Schmerzreduktion durch Aktivierung von Mechanorezeptoren und – durch Behandlung im sympathischen Gebiet der Wirbelsäule – eine Dämpfung der Sympathikusaktivität.

Schröder und Bade (2008) sagen hierzu, dass bei der Behandlung die individuelle Schmerzgrenze der Patientinnen und Patienten nicht überschritten werden soll.

Weiter wird den Patientinnen und Patienten stündliche passive wie auch aktive Mobilisation empfohlen.

### *Massagetechniken*

Laut Breier (2013, S. 367) bewirken „Zug-, Druck- und Dehnungsreize auf der Haut und Muskulatur (...) u. a. eine Muskeltonusregulation, eine Verbesserung von Trophik und Turgor des Gewebes, eine Schmerzlinderung und eine Durchblutungssteigerung“. Gemäss Schröder und Bade (2008) wird zuerst mit der nicht betroffenen Seite begonnen, da dies schon eine ausreichende vegetative Reaktion auslösen kann. Wenn man im Verlauf der Therapie zur betroffenen Extremität kommt, sollte man auch da proximal beginnen und sich dem Hauptgebiet nähern.

### *Elektrotherapie*

Nach Breier (2013) gehören Schmerzlinderung, Detonisierung der Muskulatur und Durchblutungssteigerung zu den Zielen der Elektrotherapie mit niederfrequenten Strömen. Bei der Behandlung von CRPS Typ I kommt laut Breier (2013, S. 368) „hauptsächlich die in der Schmerztherapie weitverbreitete TENS-Behandlung zum Einsatz. Auch ein Versuch mit Biofeedback kann angezeigt sein.“

### *Lymphdrainage*

Manuelle Lymphdrainage hat nach Breier (2013) das Ziel der Schwellungsreduktion, welche zu einer Schmerzreduktion beitragen kann. Die schonende Verschiebung der Haut führt zu einer Drucksteigerung und dadurch zu einem gesteigerten Lymphabfluss im Gewebe. Die Entstauung kann durch die verminderten Spannungsverhältnisse auch einen Einfluss auf die Beweglichkeit der Extremität haben. Unterstützende Massnahmen zur manuellen Lymphdrainage können gemäss Schröder und Bade (2008) das Hochlagern der betroffenen Extremität wie auch Bäder sein, wobei sich die gewählte Temperatur von kalt bis lauwarm am Empfinden der Patientinnen und Patienten ausrichtet.



## **3.2 Graded Motor Imagery**

Gemäss Moseley, Butler, Beames und Giles (2012) ist Graded Motor Imagery (GMI) ein Rehabilitationsprogramm für Patientinnen und Patienten mit komplexer Schmerzproblematik und Bewegungseinschränkungen. Es besteht aus drei separaten Behandlungstechniken, mit welchen auf unterschiedliche Weise trainiert wird. Dabei wird die Lern- und Anpassungsfähigkeit des menschlichen Gehirns genutzt. Die drei Stufen des Rehabilitationsprogramms bestehen aus:

1. Rechts-Links-Diskrimination
2. Expliziter motorischer Bewegungsvorstellung
3. Spiegeltherapie

Das Programm wird nach Bowering et al. (2013) in sequentieller Art und Weise durchgeführt, das heisst, die Patientinnen und Patienten müssen in der Lage sein, schnell und einfach die Rechts-Links-Diskrimination zu absolvieren, bevor sie weiter zur expliziten motorischen Bewegungsvorstellung gehen. Diese muss wiederum zuerst trainiert werden, ehe mit der Spiegeltherapie begonnen wird. Das Rehabilitationsprogramm ist somit sequentiell abgestuft und verfügt über einen progressiven Aufbau (Moseley et al., 2012, S. 91).

### **3.2.1 Neurotags**

Bei einer Aktivität kommt es zur Aktivierung bestimmter Neuronen im Gehirn. Dabei ist es wichtig, dass bei einem Input bestimmte Neuronen aktiviert, gleichzeitig aber auch gewisse andere umliegende Neuronen gehemmt werden. So wird ein bestimmter Output generiert, sei es eine Bewegung, eine Emotion oder auch Schmerz. Dieser Vorgang wird anhand der kortikalen Repräsentation erklärt, und die Gruppe der aktivierten Neuronen werden als Neurotag benannt. Wird zum Beispiel eine Bewegung initiiert, sollten immer die gleichen Neuronen aktiviert werden, denn der gleiche Input soll auch den gleichen Output generieren. Bei lang andauernden Schmerzen kann sich aber ein solcher Neurotag verändern. Neuronen, welche im Zusammenspiel als Neurotag fungieren, können empfindlicher werden, und Neuronen, welche eigentlich nicht dazugehören, können weniger gehemmt werden. Die Sensibilisierung kann zu mehr und leichter evozierbaren Schmerzen führen, die Enthemmung bestimmter Neuronen zu

Präzisionsverlust bei Bewegungen, Sinnesfunktionen und Wahrnehmung eines bestimmten Körperteils (Moseley et al., 2012, S. 28).

### **3.2.2 Rechts-Links-Diskrimination**

Die Rechts-Links-Diskrimination besteht darin, zu unterscheiden, ob es sich auf einem Bild um einen rechten oder einen linken Körperteil handelt. Das Ziel ist, herauszufinden, wie leicht es einer Person fällt, diese Aufgabe zu bewältigen. Die entscheidenden Parameter sind Genauigkeit und Geschwindigkeit der Reaktion (Moseley et al., 2012, S. 78). Eine Veränderung der Reaktionszeit und der Genauigkeit konnte in verschiedensten Schmerzzuständen wie CRPS, Phantomschmerzen, Rückenschmerzen oder chronischen Schmerzen der Extremitäten nachgewiesen werden. Wenn solch ein Defizit erkannt wird, ist es möglich, dies mit derselben Aufgabe zu trainieren. Wichtig ist dabei, dass die Aufgabe unbewusst ausgeführt wird, also möglichst schnell, als würde man raten, damit die Übung ausgeführt werden kann, ohne Schmerzen zu produzieren (Moseley et al., 2012, S. 71).

Bei der Entscheidung, ob es sich um einen linken oder einen rechten Körperteil handelt, wird in drei Teilschritten geurteilt: Zuerst kommt es zu einem unmittelbaren, spontanen und unbewussten Urteil, ob rechts oder links. Im zweiten Schritt wird eine mentale Bewegung des abgebildeten Körperteils ausgeführt, bei welcher die gleichen Neurotags aktiviert werden, wie wenn der Körperteil aktiv bewegt würde. Im dritten Teilschritt wird verglichen, ob die mentale Bewegung das anfängliche Urteil bestätigt. Wenn sich dies bestätigt, wird ein abschliessendes Urteil gefällt. Ist es jedoch nicht passend, beginnt der Entscheidungsprozess von vorne (Moseley et al., 2012, S. 71).

### **3.2.3 Explizite motorische Bewegungsvorstellung**

Motorische Vorstellungen sind gedachte Bewegungen. Es handelt sich um selbstgenerierte Darstellungen einer Bewegung oder Körperhaltung im Gehirn, ohne dass diese tatsächlich ausgeführt wird. Es ist ein Vorgang, bei dem man sich aber bewusst ist, dass man darüber nachdenkt, weshalb sie explizit sind – etwa wie bei einem Skifahrer, der die bevorstehende Abfahrt zuerst vor dem inneren Auge durchgeht, bevor er tatsächlich den Hang hinunterfährt. Aber auch das Beobachten

vorbegehender Menschen im Einkaufszentrum ist eine Art motorische Bewegungsvorstellung (Moseley et al., 2012, S. 79).

Wird die explizite motorische Bewegungsvorstellung als Teil des Übungsprogramms benutzt, gibt es einen ungefähren Übungsablauf. Es ist wichtig, die Übung so zu gestalten, dass zu Beginn der individuell am wenigsten bedrohliche und Schmerz provozierende Übungsaufbau gewählt wird. Dies verhindert eine Stimulierung der Neurotags, welche Schmerzen verarbeiten, und eine Aufrechterhaltung der Empfindlichkeit. Jedoch wird mit einer abgestuften Exposition auch eine geringere Anpassung der bestimmten Hirnareale erzielt, weshalb das Niveau von Person zu Person individuell angesetzt werden sollte (Moseley et al., 2012, S. 84).

Grundsätzlich sollte aber immer mit einem nicht betroffenen Körperteil begonnen werden, um sich die Technik anzueignen und Feedback dahingehend zu erhalten, wie es sich anfühlen sollte. Im späteren Verlauf wird damit angefangen, zum betroffenen Körperteil hinzuarbeiten (Moseley et al., 2012, S. 81).

Wenn es für eine Person noch zu schwer, zu schmerzhaft oder angstausslösend ist, sich den eigenen Körper in Bewegung vorzustellen, kann sie sich zuerst auch vorstellen, wie andere Personen bestimmte Bewegungsabläufe ausführen. Dies führt ebenfalls zu einer Aktivierung bestimmter Hirnareale, welche auch bei eigener Bewegungen aktiv sind, aber in einer kleineren Masse. Ein weiteres Herunterbrechen der Aktivität würde in der Beobachtung von Personen in Bewegung münden, ohne sich die Bewegung aktiv vorzustellen (Moseley et al., 2012, S. 82).

### **3.2.4 Spiegeltherapie**

Die Spiegeltherapie ist der letzte Teil von GMI. Dabei wird der Patient so vor einem Spiegel positioniert, dass die betroffene Extremität verdeckt ist und er im Spiegel seine nicht betroffene Extremität sieht, als wäre es die betroffene (Moseley et al., 2012).

Gemäss Breier (2012) findet die Behandlung klar abgestuft statt: Zuerst wird nur das Spiegelbild betrachtet. Löst dies keine Symptome aus, kann mit leichten Bewegungen der nicht betroffenen Seite begonnen werden. Eine weitere Steigerung wäre eine sanfte Annäherung an die bilaterale Bewegung bis hin zur

komplett bilateralen Bewegung, wobei sich die betroffene Extremität immer noch hinter dem Spiegel befindet.

Das genaue Therapiesetting muss von Patient zu Patient angepasst werden und kann sich hinsichtlich Progression und Dauer stark unterscheiden.

Gemäss Moseley et al. (2012) wird, sobald die betroffene Extremität Bewegungen zulässt, zu bilateralen Bewegungen geraten, um im Gehirn gemischte Botschaften zu vermeiden, da solche bereits für die Verstärkung der Symptome ausreichen könnten.

Laut Nowak und Allert (2011) führt beim Ausüben einer Bewegung die Spiegelung der visuellen Rückkopplung zu einer Aktivierung der jeweils anderen Hemisphäre. Eine Präzision bezüglich der relevanten anatomischen und funktionellen Strukturen liegt nicht vor. Nowak und Allert (2011) gehen jedoch davon aus, dass es sich um den Praecuneus der jeweiligen Hemisphäre handelt, der in einer Bewegung entscheidend für die Umsetzung visuell wahrgenommener Extremitäten ist. Eine Wirkung auf den primär-motorischen Kortex konnte in den Studien von Dohle et al. (2009, zit. nach Nowak und Allert, 2011) und Tominaga et al. (2009, zit. nach Nowak und Allert, 2011) nachgewiesen werden. Bei bimanuellen Bewegungen müssen divergierende propriozeptive und visuelle Informationen verarbeitet werden, was für das Gehirn eine Progression darstellt. Sind die Informationen nicht kongruent, kann dies zu unangenehmer Wahrnehmung bis hin zu Schmerz führen.

## 4. Darstellung der Ergebnisse

Die sieben ausgewählten Studien werden in diesem Kapitel zusammengefasst und evaluiert. Im Anhang befinden sich ergänzend die AICA-Raster, die PEDro-Skalen und die Tabellen von Letts et al. (2007).

### 4.1 Studie 1 von Moseley (2004)

*Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome: a randomised controlled trial.*

#### 4.1.1 Ziel der Studie

Ziel der Studie war, die Wirksamkeit des Graded-Motor-Imagery-Programms (GMI) bei Patientinnen und Patienten mit chronischem CRPS Typ I auf die Aktivierung kortikaler Netzwerke zu untersuchen.

Es wird die Hypothese aufgestellt, dass bei Motor Imagery – der Vorstellung einer Bewegung – der prämotorische Kortex in ähnlicher Weise aktiviert wird wie bei einer effektiven Bewegung und dadurch die kortikale Repräsentation hergestellt werden kann, ohne Schmerzen auszulösen.

Eine weitere Hypothese ist, dass GMI bei chronischen CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten effizienter ist als herkömmliche Therapiemöglichkeiten.

#### 4.1.2 Stichprobe

Es wurden 16 Patientinnen und 10 Patienten mit CRPS Typ I aus einer medizinischen Institution ausgewählt. In der nachfolgenden Tabelle 4 werden Ein- und Ausschlusskriterien dargestellt.

**Tabelle 4: Ein- und Ausschlusskriterien von Moseley (2004)**

<b>Einschlusskriterien</b>	<b>Ausschlusskriterien</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. CRPS Typ I, diagnostiziert anhand Bruhl et al. (1999)</li><li>2. seit mehr als 6 Monaten</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. zusätzliche Schmerzen oder Erkrankung der oberen Extremitäten</li><li>2. neurologische, visuelle oder motorische Einschränkungen</li><li>3. psychopathologische Diagnosen</li><li>4. Schwierigkeiten bei schnellen</li></ol>

	Benennungsaufgaben 5. Betablocker 6. Spinal Cord Stimulation (Rückenmarksstimulator) 7. weit entfernter Wohnort
--	---

Es wurden 13 Patientinnen und Patienten ausgeschlossen; 8 Patientinnen und 5 Patienten erfüllten alle Einschlusskriterien.

#### 4.1.3 Datenerhebung und Intervention

Die 13 Patientinnen und Patienten wurden von einem unabhängigen Forschenden zufällig der Interventionsgruppe oder der Kontrollgruppe zugewiesen. Die Interventionsgruppe erhielt eine sechswöchige GMI-Therapie, während die Kontrollgruppe ihre konventionelle medizinische Behandlung weiterführte. Die sechswöchige GMI-Therapie bestand aus drei zweiwöchigen Phasen. In der ersten Phase, der Links-Rechts-Diskriminierung, mussten die Patientinnen und Patienten Bilder von Händen in verschiedenen Positionen rechts und links zuordnen. Gemessen wurden Geschwindigkeit und Genauigkeit. In der zweiten Phase, der vorgestellten Handbewegung, mussten die Probandinnen und Probanden sich vorstellen, mit ihrer betroffenen Hand eine auf einem Bild vorgezeigte Handposition dreimal einzunehmen, ohne die Hand effektiv zu bewegen. Ziel war die exakte Handposition, nicht die Geschwindigkeit. In der dritten Phase, der gespiegelten Bewegung, mussten die Patientinnen und Patienten erstmals ihre eigenen Hände in die auf den Bildern vorgestellte Handposition bringen. Dabei befanden sich die Hände in einer zweiteiligen Spiegelbox (30 × 30 × 30 cm), getrennt durch einen vertikalen Spiegel. Die betroffene Hand war bedeckt, und die Patientinnen und Patienten sollten den Fokus auf die nicht betroffene Hand und deren Spiegelbild richten. Abbruchkriterium war dabei ein plötzlicher Anstieg von Schmerzen. In dieser Phase wurde zudem ein Trainingstagebuch geführt. Die Patientinnen und Patienten wurden aufgefordert, die Aufgaben jeweils einmal in jeder wachen Stunde auszuführen. Die Aufgaben dauerten jeweils ungefähr 10 Minuten.

Nach diesen sechs Wochen kam es zum Crossover der Kontrollgruppe. Die Patientinnen und Patienten der Kontrollgruppe erhielten nun die exakt gleiche Therapie wie die Interventionsgruppe.

Vor den Interventionen wurden nebst soziodemografischen und medizinischen Daten auch Schmerz mittels NPS (Neuropathic Pain Scale) und Schwellung (Umfang der Basis des zweiten und dritten Fingers) erhoben. Die Messungen von Schmerz und Schwellung sowie der Reaktionsgeschwindigkeit bei der Links-Rechts-Diskriminierung wurden in den Wochen 2, 4, 6, 12, 18 und 24 wiederholt.

#### **4.1.4 Resultate**

Es bestanden vor den Interventionen keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Nach der Intervention konnte eine signifikante Verbesserung in allen drei Variablen (Schmerz, Schwellung, Reaktionszeit) festgestellt werden, welche mindestens 6 Wochen anhielt. Der NNT (Number Needed To Treat; 95% KI), um den NPS Score um 50% zu reduzieren, betrug 3 (1.4–10.1). Die Reduktion in der Reaktionszeit geschah vor allem in der ersten Phase des GMI-Programms. In der Kontrollgruppe gab es keine signifikanten Unterschiede. Nach dem Crossover in die GMI-Therapie war nach mindestens 6 Wochen auch in der Kontrollgruppe eine signifikante Reduktion in allen drei Variablen zu verzeichnen. Zudem erfüllten 6 Wochen nach der Intervention ca. 50% der Patientinnen und Patienten die Diagnosekriterien für CRPS Typ I nicht mehr.

#### **4.1.5 Würdigung**

Die Studie wurde anhand der PEDro-Skala mit einem Wert von 7/10 bewertet. Die fehlenden Kriterien waren das fehlende Blinden der Probandinnen und Probanden, der Untersucherinnen und Untersucher sowie der Therapeutinnen und Therapeuten. Das Blinden der Probandinnen und Probanden respektive der Therapeutinnen und Therapeuten wird von Moseley (2004) angesprochen. Er sagt, dass sich dies bei einer Interventionsstudie sehr schwierig gestaltet, vor allem bei einer eher neueren Intervention.

Laut Moseley (2004) ist die Generalisierbarkeit der Ergebnisse der Studie auf weitere CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten durch die homogene Population und die grosse Anzahl Ausschlusskriterien limitiert. Die Studie müsste mit einer heterogeneren Population repliziert werden. Zudem sei fraglich, ob man wirklich

eine Aussage zu einem Langzeiteffekt machen könne bei einer Periode von insgesamt 24 Wochen, obwohl erwähnt wird, dass vergleichbare Studien eine gleich lange Periode wählten.

## 4.2 Studie 2 von Moseley (2006)

*Graded motor imagery for pathologic pain. A randomized controlled trial.*

### 4.2.1 Ziel der Studie

Hauptziel der Studie war, die Limitationen der Studie von Moseley (2004) zu verbessern. Dazu gehörte die Menge an Ausschlusskriterien und demnach die homogene Gruppe. Ein Ziel war es also, die Anwendbarkeit von GMI auf eine heterogenere Gruppe von Patientinnen und Patienten mit CRPS Typ I zu überprüfen. Andererseits wurde aufgrund der ähnlichen Pathophysiologie argumentiert, dass GMI auch Patientinnen und Patienten mit Phantomschmerzen helfen könnte. Dies herauszufinden, war das zweite Ziel der Studie.

### 4.2.2 Stichprobe

Es wurden aus 69 Personen insgesamt 32 Patientinnen und 19 Patienten ausgewählt. 37 davon litten unter CRPS Typ I, 14 an Phantomschmerzen. Letztere folgten bei neun Personen auf eine Amputation, bei fünf auf eine Plexus-Brachialis-Läsion. Die Patientinnen und Patienten wurden von einem Krankenhaus (ohne Ortsangabe) in den Bereichen Physiotherapie, Neurologie und Schmerzlinik gefunden. In der nachfolgenden Tabelle 5 werden die Ein- und Ausschlusskriterien dargestellt.

**Tabelle 5: Ein- und Ausschlusskriterien von Moseley (2006)**

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. CRPS Typ I</li> <li>2. Phantomschmerzen</li> <li>3. Amputation</li> <li>4. Plexus-Brachialis-Läsion</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. neurologische oder psychopathologische Störungen</li> <li>2. andere Bewegungsstörungen</li> <li>3. Legasthenie</li> <li>4. visuelle Einschränkungen</li> <li>5. andere Beschwerden der oberen Extremitäten</li> </ol>



Die 52 Teilnehmenden wurden durch eine unabhängige Person in die Interventions- oder die Kontrollgruppe eingeteilt.

#### **4.2.3 Datenerhebung und Intervention**

Schmerzen wurden einerseits durch das eigens für die Studie entworfene Messinstrument „functional NRS“ (fNRS = funktionelle Numerische Rating-Skala), den McGill Pain Questionnaire (MPQ) für aktuelle Schmerzen und die VAS für die Schmerzintensität der letzten zwei Tage erhoben.

Für die fNRS wurden die Teilnehmenden durch eine unabhängige Person nach fünf Aktivitäten gefragt, die sie vor der Krankheit oder dem Unfall schmerzfrei durchführen konnten. Mittels der Numerischen Rating-Skala mussten sie angeben, wie die Aktivitäten jetzt durchgeführt werden können. Die Skala reichte von 0 (unmöglich) bis 10 (normal möglich).

Die Intervention bestand analog zu Moseley (2004) aus den drei Phasen von GMI. Jede Phase wurde wiederum zwei Wochen lang durchgeführt. Die Kontrollgruppe absolvierte ein Therapieprogramm, welches nicht genauer beschrieben wird, aber dem Zeitaufwand der Interventionsgruppe entsprach.

Vom Ende der sechs Wochen bis zur Messwiederholung nach sechs Monaten wurden den Teilnehmenden bewusst keine Vorschriften bezüglich Therapie gemacht.

Vor der Studie wurden Basis-Charakteristika wie Geschlecht, Alter und medizinische Informationen der Teilnehmenden erhoben. Zudem wurden Schmerz (MPQ und VAS) und Funktion (fNRS) vor der Intervention, nach jeder Phase und nach sechs Monaten bei beiden Gruppen ermittelt.

#### **4.2.4 Resultate**

Die beiden Gruppen haben sich vor der Intervention nicht signifikant unterschieden. In der Interventionsgruppe zeigte sich in den Variablen Schmerz (VAS/MPQ) und Funktion (fNRS) eine signifikante Verbesserung. Auch in der Kontrollgruppe konnte eine Verbesserung gemessen werden, diese war jedoch nicht statistisch relevant. Die Messwiederholung nach sechs Monaten ergab bei der Interventionsgruppe auch eine positive, signifikante Veränderung der beiden Variablen Schmerz und Funktion. Auch die Kontrollgruppe zeigte eine Verbesserung, wobei auch diese nicht statistisch signifikant war. Bei der Befragung der beiden Gruppen nach sechs

Monaten zeigte sich zudem, dass in der Interventionsgruppe lediglich elf Patientinnen und Patienten eine weiterführende Therapie suchten. Von der Kontrollgruppe wollten sich alle weiter behandeln lassen. Über die Erfüllung der Diagnosekriterien wird keine Aussage gemacht.

#### **4.2.5 Würdigung**

Die Studie wurde anhand der PEDro-Skala mit einem Wert von 8/10 bewertet. Die bemängelten Punkte waren das fehlende Blinden der Probandinnen und Probanden sowie der Therapeutinnen und Therapeuten. Auf dieses Problem wurde von Moseley bereits in seiner Studie von 2004 eingegangen. Moseley (2006) argumentiert weiter, dass – da CRPS Typ I durch Symptome und klinische Zeichen diagnostiziert werde – der Effekt bei einer heterogeneren Gruppe kleiner sei. Möglicherweise wirke GMI nicht bei allen Arten von CRPS Typ I respektive neuropathologischen Schmerzen gleich effizient. Um genauere Aussagen zur Wirkungsweise von GMI bei CRPS Typ I machen zu können, müssten daher nach Moseley (2006) Studien mit unterschiedlichen Gruppen verschiedener Arten von CRPS Typ I durchgeführt werden.

### **4.3 Studie 3 von Walz et al. (2013)**

*Graded Motor Imagery and the Impact on Pain Processing in a Case of CRPS.*

#### **4.3.1 Ziel der Studie**

Ziel der Studie war, herauszufinden, wie sich die GMI-Therapie auf die kortikale Repräsentation der betroffenen Extremität bei CRPS Typ I auswirkt. Da die Mechanismen von GMI bei CRPS Typ I auf kortikaler Ebene nicht klar sind, wollen die Forschenden dies mit Hilfe von fMRI (funktioneller Magnetresonanztomografie) untersuchen.

#### **4.3.2 Stichprobe**

Bei der Studie handelt es sich um einen Fallbericht, das heisst, es wurde eine 37-jährige Patientin mit chronischem CRPS Typ I an der rechten Hand ausgewählt und für die fMRI-Untersuchung eine passende Kontrollperson mit identischem Alter gefunden. Die Patientin leidet seit 42 Monaten an den Symptomen von CRPS Typ I. Die Medikation der Patientin wurde über die Dauer der Studie konstant gehalten.

Über die Art der Diagnosekriterien und die dominante Seite wurde keine Aussage gemacht.

### **4.3.3 Datenerhebung und Intervention**

Die Patientin führte das von Moseley (2004, 2006) beschriebene sechswöchige GMI-Programm durch, bestehend aus drei zweiwöchigen Phasen.

Zusätzlich musste die Patientin ein Schmerztagebuch führen. Darin sollte sie während des gesamten Zeitraums der Studie zweimal täglich den Schmerz in Ruhe und in Bewegung mittels 10 cm VAS notieren. Der Schmerz in Bewegung wurde durch vier- bis fünfmaligen Faustschluss provoziert.

Gemessen wurden bei beiden Teilnehmerinnen neben den Basis-Charakteristika motorische Ausführung (motor execution, ME) und motorische Erkennung (motor recognition, MR). ME wurde mittels des standardisierten dynamisch-isometrischen Handgriff-Tests nach Gustin et al. (2010) gemessen. Dabei wurden eine Zielfrequenz sowie eine angepasste Zielstärke definiert. Für MR wurde die Genauigkeit bei der Links-Rechts-Diskriminierungs-Aufgabe gemessen. Das fMRI wurde bei beiden Teilnehmerinnen insgesamt fünfmal durchgeführt – vor dem GMI-Programm, nach jeder Phase des GMI-Programms und bei der Messwiederholung nach sechs Monaten. Während der fMRI-Messung wurden bei beiden Teilnehmerinnen ME und MR erhoben.

Regions of Interest (ROIs) bei der fMRI-Messung waren für ME Regionen der affektiven (anteriore Insula / ACC) und diskriminativen Schmerzverarbeitung (primärer somatosensorischer Kortex, S1 / sekundärer somatosensorischer Kortex, S2) und für MR der primäre motorische Kortex (M1) und der posteriore Parietallappen.

### **4.3.4 Resultate**

Sowohl der Ruheschmerz als auch der bewegungsabhängige Schmerz der Patientin konnte im Verlauf des GMI-Programms stark reduziert werden. Vor dem Programm betragen beide Schmerzmessungen über 8 cm (10 cm VAS). Direkt nach dem GMI-Programm waren beide unter 1 cm, nach 6 Monaten beide immer noch unter 5 cm.

Bei der motorischen Ausführung (ME) zeigte die Kontrollperson keine grossen Abweichungen in S1 und S2. Die Patientin zeigte dagegen eine stark reduzierte

Aktivität sowohl im primären (S1) als auch im sekundären somatosensorischen Kortex (S2) und damit in den Regionen für diskriminierende Schmerzverarbeitung. Die Regionen für affektive Schmerzverarbeitung (anteriore Insula / ACC) zeigten bei keiner der Teilnehmerinnen Unterschiede oder Abweichungen über den Zeitraum der Studie. Die ME-Leistung (Handgriff-Test) konnte im Laufe der 6 Monate um 115% gesteigert werden.

Beide Probandinnen erreichten in der Genauigkeit der MR über den gesamten Zeitraum fast 100%. Bei der Messung vor dem GMI-Programm zeigten beide nicht signifikant erhöhte Aktivität im superior posterioren und inferioren Parietallappen, im Occipitallappen, im rechten primären motorischen Kortex und im rechten Präfrontallappen. Die Aktivität im linken posterioren Parietallappen (PPC) war bei der Patientin signifikant erhöht und wurde über die sechs Monate um einen Drittel reduziert.

#### **4.3.5 Würdigung**

Da es sich bei der Studie um einen Fallbericht handelt, kann sie nicht mit der PEDro-Skala bewertet werden. Im Anhang befindet sich dazu die Tabelle von Letts et al. (2007). Die Studie stellt durch die fMRI-Messungen Veränderungen der kortikalen Repräsentation bei einer CRPS-Typ-I-Patientin durch GMI dar. Die Forschenden schreiben die Veränderung der Intervention zu, da sie nur bei der Patientin und nur in Regionen der betroffenen Seite stattgefunden hat. Um eine Aussage über die Generalisierbarkeit der Ergebnisse auf andere CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten zu machen, ist aber laut Walz et al. (2012) ein RCT mit genügend grosser Stichprobe und Kontrollgruppe notwendig.

#### 4.4 Studie 4 von Lagueux et al. (2012)

*Modified graded motor imagery for complex regional pain syndrome type 1 of the upper extremity in the acute phase: a patient series.*

##### 4.4.1 Ziel der Studie

Bis anhin wurde nach Lagueux et al. (2012) die Anwendbarkeit von GMI meist bei chronischen CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten gezeigt. Die Forschenden haben daher eine modifizierte Variante von GMI (mGMI) entwickelt, um diese bei akuten CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten anzuwenden. Ziel dieser Studie ist daher, die Anwendbarkeit von mGMI auf CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten zu prüfen. Untersucht wird, ob sich Schmerz und Funktionsfähigkeit bei CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten durch mGMI verbessern. Die Forschenden argumentieren weiter, dass durch Studien dieser Art Dosierung, Sequenz und Dauer des GMI-Programms besser begründet werden sollen.

##### 4.4.2 Stichprobe

An der Studie nahmen sechs CRPS-Typ-I-Patientinnen und ein CRPS-Typ-I-Patient teil. Sie waren zwischen 34 und 57 Jahre alt und stammten von den östlichen Stadtteilen von Quebec (Kanada). In der nachfolgenden Tabelle 6 werden die Ein- und Ausschlusskriterien dargestellt.

**Tabelle 6: Ein- und Ausschlusskriterien von Lagueux et al. (2012)**

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
<ol style="list-style-type: none"><li>1. CRPS Typ I, diagnostiziert anhand Harden et al. (2010)</li><li>2. mindestens 18 Jahre alt</li><li>3. während der Studie keine anderen therapeutischen Massnahmen erhalten, abgesehen von Schmerzmedikamenten</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. neurologische, motorische oder psychopathologische Krankheiten</li><li>2. andere Erkrankungen der oberen Extremität</li><li>3. visuelle Einschränkungen</li><li>4. Betablocker-Einnahme in den letzten 4 Wochen</li></ol>

#### 4.4.3 Datenerhebung und Intervention

mGMI bestand aus vier statt aus den üblichen drei Phasen. Die erste Phase ist mit derjenigen von Moseley (2004) identisch. Die zweite Phase beinhaltet ebenfalls die Visualisierung von Bewegung, jedoch wurde dazu die Spiegelbox verwendet. Beide Hände durften sich während der gesamten Aufgabe nicht bewegen, und die Teilnehmenden mussten sich während der Bewegungsvorstellung auf das Spiegelbild der nicht betroffenen Hand konzentrieren. Falls dies Schmerzen verursachen sollte, durften sie sich auf die nicht betroffene Hand konzentrieren. Bei der dritten Phase kam es zur Bewegung mit der Spiegelbox. Dabei wurde die nicht betroffene Hand bewegt. Im Gegensatz dazu wurden bei der vierten Phase beide Hände gleichzeitig bewegt. Jede Phase war ca. zwei Wochen lang, und die Aufgabe pro Phase ging ungefähr 10 Minuten. Die Teilnehmenden wurden aufgefordert, die Aufgaben jeweils dreimal täglich an sechs Tagen die Woche durchzuführen. Sie kamen in die nächste Phase des mGMI-Programms, sobald die Aufgabe nicht mehr eine Verstärkung der Schmerzen verursachte. Dies war bei allen Teilnehmenden jeweils nach ca. zwei Wochen der Fall.

Schmerzqualität und -quantität wurde einerseits durch die Kurzversion des McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), andererseits anhand der Schmerzintensität der letzten sieben Tage mittels VAS (10 cm) gemessen. Im SF-MPQ enthalten ist das Messen der momentanen Schmerzintensität (present pain intensity, PPI).

Zudem wurde die subjektiv empfundene Funktionsverbesserung anhand des DASH-Fragebogens (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) erhoben.

Die Griffkraft wurde mittels Martin Vigorimeter (beschrieben von Thorngern und Werner, 1979) gemessen.

Schliesslich wurde noch der subjektive globale Eindruck von Veränderung hinsichtlich der CRPS-Typ-I-Symptome anhand der PGIC-Skala (Patient's Global Impression of Change) erfragt.

Es gab insgesamt fünf Messzeitpunkte. T0 (vor der Intervention) und T1–4 (jeweils nach den mGMI-Phasen). Bei T0 wurden neben soziodemografischen Daten und medizinischen Informationen auch Funktionsverbesserung (DASH), Griffstärke (Vigorimeter) und Schmerz (SF-MPQ und VAS) gemessen. Bei T1–3 wurde neben Schmerz und Griffstärke auch noch der globale Eindruck von Veränderung (PGIC) gemessen. Beim letzten Messzeitpunkt (T4) wurden alle Variablen gemessen.

#### **4.4.4 Resultate**

Es gab eine tendenzielle Abnahme der Schmerzen bezüglich der SF-MPQ-Messungen von T0 bis T4. Der Unterschied in der Schmerzintensität der letzten sieben Tage (VAS) zwischen T0 und T4 war signifikant. Bei der PPI-Messung dagegen wurde zwischen T0 und T4 kein signifikanter Unterschied gefunden. Bei der subjektiven Funktionsverbesserung (DASH) konnte kein signifikanter Unterschied zwischen T0 und T4 erreicht werden. Dieser lag bei 8.99 Punkten, wobei bei DASH ein signifikanter Unterschied erst ab 10.2 Punkten bestünde. Die Griffstärke der betroffenen Extremität wurde von T0 zu T4 signifikant gesteigert, betrug aber dennoch nur die Hälfte der Griffstärke der nicht betroffenen Extremität. Keiner der Patienten gab bezüglich der subjektiven Veränderung (PGIC) eine Verschlechterung der Symptome an. Nach T4 gaben 50% der Patienten eine grosse Verbesserung („much improved condition“) und 33% eine sehr grosse Verbesserung („very much improved condition“) an. Diese subjektive Veränderung war statistisch signifikant.

#### **4.4.5 Würdigung**

Auch diese Studie konnte nicht mit der PEDro-Skala bewertet werden, da es sich um eine Fallserie handelt. Dazu befindet sich auch hier die Tabelle von Letts et al. (2007) im Anhang. Hinsichtlich der Limitationen der Studie wurde von Lagueux et al. (2012) neben dem Fehlen der Kontrollgruppe auch die kleine Anzahl Patientinnen und Patienten genannt. Zudem wurden die Problematik der Rekrutierung aus nur einer medizinischen Institution sowie die fehlende Kontrolle der Medikation erwähnt. Die Generalisierbarkeit der Ergebnisse sei dadurch sehr eingeschränkt.

## 4.5 Studie 5 von Johnson et al. (2012)

*Using graded motor imagery for complex regional pain syndrome in clinical practice: Failure to improve pain.*

### 4.5.1 Ziel der Studie

Ziel der Studie war, die Effektivität des Rehabilitationsprogramms GMI im klinischen Praxis-Setting bei Patientinnen und Patienten mit CRPS festzustellen. Hintergrund war die gute Evidenz diverser Studien für die Wirksamkeit von GMI in Bezug auf Patientinnen und Patienten mit CRPS im Forschungssetting ohne die Evidenz in der klinischen Praxis.

Die Hypothese war, dass Schmerz und Funktion durch den Einsatz von GMI verbessert werden können. Die Forschenden gründen ihre Hypothese einerseits auf vorherige Studienresultate von Moseley (2004, 2005, 2006) und andererseits auf die Wirkungsmechanismen von GMI im motorischen Kortex in Korrelation mit den Entstehungsmechanismen von Schmerz und Funktionsstörungen bei CRPS.

### 4.5.2 Stichprobe

Die Stichproben stammen vom Walton Centre National Health Service Foundation Trust Hospital (Centre 1, CR1) und vom Royal National Hospital for Rheumatic Disease (Centre 2, CR2). Die Teilnehmenden wurden entsprechend ihrer zugehörigen Institution eingeteilt.

Im CR1 wurden zwischen Januar 2008 und Mai 2009 insgesamt 65 Patientinnen und Patienten mit einem neu diagnostizierten CRPS aufgenommen. Von diesen wurden anhand der Einschlusskriterien 48 für GMI ausgewählt. 22 davon wurden aufgrund der Ausschlusskriterien wiederum ausgeschlossen. Somit starteten am CR1 26 Probandinnen und Probanden die Studie. In der nachfolgenden Tabelle 7 werden Ein- und Ausschlusskriterien des CR1 dargestellt.

**Tabelle 7: Ein- und Ausschlusskriterien des CR1 von Johnson et al. (2012)**

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
<ol style="list-style-type: none"><li>1. CRPS Typ I, diagnostiziert anhand von Bruehl et al. (1999)</li><li>2. Überweisungszeitraum vom Arzt bis Behandlungsstart &lt; 4 Wochen</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. spontane Besserung der Symptome</li><li>2. weit entfernter Wohnort</li><li>3. fehlendes Interesse an Physiotherapie oder Ergotherapie</li></ol>



	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. schwere psychische Beeinträchtigungen</li> <li>5. Spinal Cord Stimulator (Rückenmarksstimulator)</li> <li>6. geplante Operationen</li> <li>7. fehlender Computerzugang</li> <li>8. Verwendung von GMI in einem anderen Setting</li> </ol>
--	---

Die Studie abgeschlossen haben im CR1 sieben Probandinnen und Probanden. Im CR2 fand die Rekrutierung zwischen Februar 2008 und Mai 2009 statt. Anfänglich wurden 69 Personen aufgenommen, wovon 42 aufgrund zufälliger Planungsfaktoren wieder ausgeschlossen wurden. Weitere zwölf wurden anhand der Ein- und Ausschlusskriterien selektiert. Somit starteten 15 Probandinnen und Probanden mit der Studie. Ein- und Ausschlusskriterien werden in der nachfolgenden Tabelle 8 dargestellt.

**Tabelle 8: Ein- und Ausschlusskriterien des CR2 von Johnson et al. (2012)**

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. CRPS, diagnostiziert anhand Bruehl et al. (1999)</li> <li>2. Rehabilitationsaufenthalt von zwei Wochen oder länger</li> <li>3. im Screening-Test kein negatives Ansprechen auf Elemente von GMI</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Angaben</li> </ul>

Vollständig abgeschlossen wurde die Studie im CR2 von elf Probandinnen und Probanden.

Die Gruppenzuordnung war nicht randomisiert, sondern richtete sich nach der Institution. Es gab keine eigentliche Kontrollgruppe, sondern zwei Interventionsgruppen.

### **4.5.3 Datenerhebung und Intervention**

Die Patientinnen und Patienten erhielten eine persönliche – die für die jeweilige Klinik typische – Behandlung für CRPS, sowohl therapeutisch als auch medikamentös, und zusätzlich absolvierten sie das GMI-Programm. Aus pragmatischen, nicht weiter erläuterten Gründen gab es Unterschiede bei der Durchführung von GMI, sowohl zwischen den beiden Kliniken als auch bezüglich des ursprünglichen GMI-Programms.

Erhoben wurden die aktuell stärkste Schmerzintensität als Teil des Brief Pain Inventory (BPI) sowie die Response Time (RT), also die Zeit, die für die Entscheidung gebraucht wurde, ob es sich um einen rechten oder linken Körperteil handelt. Ebenfalls wurde die Funktion anhand des BPI erhoben. Zusätzlich wurde im CR1 die Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) erhoben, um Informationen bezüglich Ängsten und Depression zu erhalten. Es wurden folgende Messzeitpunkte festgelegt: vor Behandlungsstart, vor Start jeder Behandlungsstufe, bei Abschluss der Behandlung.

### **4.5.4 Resultate**

Die Basis-Charakteristika der Gruppen wiesen keinen signifikanten Unterschied auf. Die wichtigsten Resultate waren, dass es einerseits über beide Gruppen gesehen keine Änderung der durchschnittlichen Schmerzintensität gab und sich andererseits im CR1 eine statistisch signifikante Reduktion der stärksten Schmerzen zeigte. Im CR1 wurde eine signifikante Funktionsverbesserung anhand des BPI gemessen, im CR2 nicht.

### **4.5.5 Würdigung**

Da es sich bei dieser Studie um einen Clinical Audit ohne Kontrollgruppe handelt, kann die PEDro-Skala nicht zur Bewertung angewendet werden. Die Tabelle von Letts et al. (2007) befindet sich dazu im Anhang. Johnson et al. (2012) vergleichen ihre Ergebnisse mit den RCTs zum Thema, unter anderem mit Moseley (2004, 2006). Die Begründung des kleineren Therapieeffekts wird den Unterschieden zugeschrieben, die durch die Implementierung in die Praxis entstünden. Dies seien tiefere Dosierung, weniger häufige Therapiesitzungen und fehlende Kontrolle anderer Therapien. Zudem wurde die kleine Anzahl Teilnehmender als auch der multimodale Therapieansatz erwähnt. Laut Johnson et al. (2012) ist mehr

linikbasierte Forschung nötig, um eine vollumfängliche Aussage zur Umsetzung von GMI im Klinikalltag zu machen.

#### 4.6 Studie 6 von Cacchio et al. (2009)

*Mirror Therapy in Complex Regional Pain Syndrome Type 1 of the Upper Limb in Stroke Patients.*

##### 4.6.1 Ziel der Studie

Ziel der Studie war, herauszufinden, ob Spiegeltherapie einen Einfluss auf das Resultat der Behandlung von Patientinnen und Patienten nach erstmaligem Schlaganfall und CRPS Typ I der oberen Extremität bezüglich Schmerz und Funktion hat.

Die Hypothese ist, dass der Schmerzmechanismus bei CRPS Typ I nicht primär peripherer Natur ist, sondern similär zu anderen Pathologien wie z. B.

Phantomschmerzen eine Veränderung im sensorischen und motorischen Kortex stattfindet. Die Spiegeltherapie soll an diesem Punkt ansetzen, eine visuelle Illusion der betroffenen Extremität erzeugen und somit im motorischen Kortex ein positives Feedback generieren. Dies soll zu Schmerzlinderung und Funktionsverbesserung führen.

##### 4.6.2 Stichprobe

Für die Studie wurden aus der Population von 208 Personen, mit erstmaligem akutem Schlaganfall, 48 Personen anhand der Ein-/Ausschlusskriterien selektiert. Die Rekrutierung fand im Oktober 2000 und im Dezember 2006 in einem nicht namentlich erwähnten Rehabilitationszentrum statt. In der nachfolgenden Tabelle 9 werden Ein- und Ausschlusskriterien dargestellt.

**Tabelle 9: Ein- und Ausschlusskriterien von Cacchio et al. (2009)**

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
1. Hemiparese aufgrund erstmaligen Schlaganfalls und CRPS Typ I, diagnostiziert anhand Bruehl et al. (1999)	1. intraartikuläre Gelenksinjektion in den letzten 6 Monaten 2. Verwendung von Kortikosteroiden in den letzten 4 Monaten

	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Schmerz erklärbar aufgrund anderer Ursache</li> <li>4. vergangene Operation im Nacken- oder Schulterbereich</li> <li>5. schwerwiegende unkontrollierte Krankheit</li> <li>6. globale Aphasie</li> <li>7. schwere kognitive Beeinträchtigung</li> <li>8. Sehbehinderung</li> <li>9. Alkohol- oder Drogenmissbrauch</li> <li>10. schwere Depressionen</li> </ol>
--	--

#### 4.6.3 Datenerhebung und Intervention

Die Probandinnen und Probanden wurden randomisiert in eine Interventionsgruppe und in eine Kontrollgruppe von jeweils 24 Personen eingeteilt.

Beide Gruppen erhielten ein konventionelles, vierwöchiges Schlaganfall-Rehabilitationsprogramm, das aus wöchentlich fünf einstündigen Therapiesequenzen bestand. Diese waren patientenspezifisch und beinhalteten physiotherapeutische Neurorehabilitations-Techniken, Ergotherapie und Logopädie. Die Interventionsgruppe erhielt zusätzlich pro Therapieeinheit in den ersten zwei Wochen 30 Minuten und in den folgenden zwei Wochen eine Stunde Spiegeltherapie. Die Interventionsgruppe erhielt dieselben zusätzlichen Therapieeinheiten, der Spiegel wurde jedoch mit Papier abgedeckt. Funktionseinschränkungen wurden mit dem Wolf Motor Function Test (WMFT) in Bezug auf Bewegungsqualität (FA Score) und Bewegungsgeschwindigkeit (PT Score) gemessen. Die Qualität der Bewegung wurde anhand Quality of Movement (QOM) aus der Motor Activity Log (MAL) erhoben. Schmerzen wurden anhand der VAS-Skala bezüglich Schmerz in Ruhe, Schmerzen in Bewegung und Allodynie erhoben.

#### **4.6.4 Resultate**

Die Basis-Charakteristika wiesen keine statistisch signifikanten Unterschiede auf. Sowohl am Ende der Behandlungszeit als auch nach sechsmonatiger Messwiederholung wurde ein positiver Effekt für die Ergebnisvariablen der Interventionsgruppe, nicht aber der Kontrollgruppe festgestellt. Die zentralsten Ergebnisse waren die Reduktion der Ruheschmerzen von 7.6 auf 4.7 (VAS 1–10) und diejenige der Schmerzen während der Bewegung von 8.7 auf 4.8. Verglichen wurden die Werte vor Behandlungsstart mit denjenigen nach sechs Monaten.

#### **4.6.5 Würdigung**

Die Studie wurde anhand der PEDro-Skala mit einem Wert von 8/10 bewertet. Die fehlenden Punkte waren, dass Probandinnen und Probanden sowie Therapeutinnen und Therapeuten nicht geblindet wurden, da der Spiegel bei der Kontrollgruppe lediglich mit einem Papier abgedeckt worden ist.

#### **4.7 Studie 7 von Vural et al. (2016)**

*Effects of Mirror Therapy in Stroke Patients With Complex Regional Pain Syndrome Type 1: A Randomized Controlled Study.*

##### **4.7.1 Ziel der Studie**

Ziel der Studie war, den Effekt von Spiegeltherapie auf Funktion, Spastik und Schmerzintensität bei hemiplegischen Patientinnen und Patienten nach erstmaligem Schlaganfall mit CRPS Typ I der oberen Extremität zu untersuchen. Die Hypothese ist, dass die Kombination von Spiegeltherapie mit einem konventionellen Schlaganfall-Rehabilitationsprogramm eine kortikale Reorganisation bewirkt, was zu einem Rückgang der Schmerzen, einer Verbesserung der Motorik und weiterer Symptome im Zusammenhang mit CRPS Typ I führen könnte.

##### **4.7.2 Stichprobe**

Für die Studie wurden 150 Patientinnen und Patienten ausgewählt, die an einem erstmaligen Schlaganfall litten. Bei 38 von 150 wurde ein CRPS Typ I anhand Veldman, Reynen, Arntz & Goris (1993) diagnostiziert. Diese 38 Probandinnen und

Probanden wurden danach nochmals durch Ein- und Ausschlusskriterien selektiert. Diese werden in der nachfolgenden Tabelle 10 dargestellt.

**Tabelle 10: Ein- und Ausschlusskriterien von Vural et al. (2016)**

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. erstmaliger Schlaganfall in den letzten 12 Monaten, diagnostiziert durch einen Neurologen, mit CRPS Typ I in der dystrophischen Phase</li> <li>2. Mini-Mental-Examination-Wert &gt; 23</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. instabiler medikamentöser Status</li> <li>2. Sehbehinderung</li> <li>3. Neglect</li> <li>4. Schulterluxation</li> <li>5. in den letzten 6 Monaten eine Schulterinjektion erhalten</li> <li>6. andere erklärbare Ursache für den Schmerz</li> <li>7. progressive Störung des ZNS</li> <li>8. andere Funktionsstörung im Handbereich in der Vergangenheit</li> </ol>

#### 4.7.3 Datenerhebung und Intervention

Die verbliebenen 30 Probandinnen und Probanden wurden randomisiert in eine Interventionsgruppe und in eine Kontrollgruppe von jeweils 15 Personen eingeteilt. Beide Gruppen erhielten ein konventionelles vierwöchiges Schlaganfall-Rehabilitationsprogramm, fünf Tage in der Woche je ca. zwei bis vier Stunden. Dieses erfolgte patientenspezifisch und beinhaltete physiotherapeutische Neurorehabilitations-Techniken, Ergotherapie und bei Bedarf Logopädie. Die Interventionsgruppe erhielt zusätzlich fünfmal in der Woche 30 Minuten Spiegeltherapie pro Tag, die Kontrollgruppe erhielt keine zusätzlichen Therapieeinheiten.

Erhoben wurde der aktuelle Schmerz in Bewegung anhand der VAS-Skala. Die Motorik wurde anhand des Brunnstrom recovery stages (Klassifikation zur Wiederherstellung der Motorik) und des Functional Independence Measure (FIM, funktionaler Selbstständigkeitsindex) erhoben. Weiter wurde die Spastik anhand der Modified Ashworth Scale (Einteilung der Schwere von Spastik) untersucht. Es

wurden zwei Messzeitpunkte festgelegt, einmal 1 bis 2 Tage vor Beginn der Behandlung und ein zweites Mal nach vierwöchiger Behandlung.

#### **4.7.4 Resultate**

Die Basis-Charakteristika wiesen keinen signifikanten Unterschied der Gruppen auf. Die zentralsten Ergebnisse waren in der Interventionsgruppe die signifikante Verbesserung von Funktion und Schmerz bezüglich der Brunstrom recovery stages, im FIM und der VAS-Skala. In der Kontrollgruppe zeigten sich jedoch nur signifikante Verbesserungen im FIM und der VAS-Skala. Die Verbesserungen der Interventionsgruppe waren signifikant höher. Keine der beiden Gruppen zeigte eine Verbesserung der Modified Ashworth Scale. Zusätzlich wurde eine signifikant kürzere Hospitalisationszeit der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe entdeckt.

#### **4.7.5 Würdigung**

Die Studie wurde anhand der PEDro-Skala mit einem Wert von 9/10 bewertet. Der fehlende Punkt war, dass Therapeutin oder Therapeut nicht geblindet war. Sie oder er wusste zwar nicht, welcher Gruppe die Probandinnen und Probanden angehörten, da aber die Behandlungen nur von einer Therapeutin oder einem Therapeuten durchgeführt wurde, war es klar, wer Spiegeltherapie erhielt und wer nicht.

## 5. Diskussion

Nachfolgend werden die sieben Hauptstudien in verschiedenen Bereichen einander gegenübergestellt und kritisch beurteilt. Unterschiede und Gemeinsamkeiten werden aufgezeigt, die Resultate diskutiert und zusammen mit dem Praxistransfer in Bezug zur Fragestellung dieser Arbeit gestellt. Im Anhang befinden sich die Auswertung des PEDro Formulars und die Tabellen von Letts et al. (2007), welche zur Studienbeurteilung verwendet wurden.

### 5.1 Ziele

In der nachfolgenden Tabelle 11 werden die unterschiedlichen Ziele präsentiert und die Zielerfüllung veranschaulicht. Dies soll einen Überblick über die gesamte Diskussion bieten und das Verständnis erleichtern.

**Tabelle 11: Ziel und Zielerfüllung**

Studie	Ziel	Zielerfüllung
<b>Moseley (2004)</b> <i>Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome: a randomised controlled trial.</i>	Erhebung der Wirksamkeit von GMI auf Patientinnen und Patienten mit chronischem CRPS Typ I, auf die Aktivierung kortikaler Netzwerke wie des prämotorischen Kortex.	Die Ergebnisse bestätigen grösstenteils die Hypothese, dass GMI eine effektivere Therapieform für chronisches CRPS Typ I ist als herkömmliche Therapieformen.
<b>Moseley (2006)</b> <i>Graded motor imagery for pathologic pain. A randomized controlled trial.</i>	Überprüfung der Anwendbarkeit von GMI auf eine heterogene Gruppe von Patientinnen und Patienten mit CRPS Typ I und Phantomschmerzen.	Die Ergebnisse bestätigen grösstenteils die Hypothese, dass GMI eine effektivere Therapieform für chronisches CRPS Typ I ist als herkömmliche Therapieformen. Zudem bestätigten sich die Ergebnisse in einer homogenen Patientengruppe als in bisherigen Studien.



<b>Walz et al. (2013)</b> <i>Graded motor imagery and the impact on pain processing in a case of CRPS.</i>	Überprüfung der Auswirkungen von GMI auf die kortikale Repräsentation der betroffenen Extremität bei CRPS Typ I.	Die Ergebnisse sprechen für den Einfluss von GMI auf kortikale Repräsentation, sowohl in Arealen der Motorik als auch der Schmerzverarbeitung.
<b>Lagueux et al. (2012)</b> <i>Modified graded motor imagery for complex regional pain syndrome type 1 of the upper extremity in the acute phase: a patient series.</i>	Überprüfung der Anwendbarkeit des modifizierten Rehabilitationsprogramms GMI auf akute CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten.	Die Ergebnisse der Studie weisen darauf hin, dass GMI auch in modifizierter Weise einen ähnlichen Effekt bei akuten CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten hat.
<b>Johnson et al. (2012)</b> <i>Using graded motor imagery for complex regional pain syndrome in clinical practice: failure to improve pain.</i>	Evaluation des Effekts von GMI im klinischen Praxis-Setting auf Patientinnen und Patienten mit CRPS.	Aufgrund der grossen Unterschiede der Resultate verglichen mit anderen Studien, wie auch Studien intern, ist das Ziel nicht vollumfänglich erfüllt.
<b>Cacchio et al. (2009)</b> <i>Mirror therapy in complex regional pain syndrome type 1 of the upper limb in stroke patients.</i>	Evaluation des Effekts von Spiegeltherapie auf Patientinnen und Patienten nach erstmaligem Schlaganfall und CRPS Typ I der oberen Extremität, bezüglich Schmerz und Funktion.	Spiegeltherapie scheint einen signifikant positiven Einfluss auf das Outcome, bezüglich Schmerz und Funktion, bei Schlaganfall Patienten mit CRPS Typ I zu haben.
<b>Vural et al. (2016)</b> <i>Effects of mirror therapy in stroke patients with complex regional pain syndrome type 1: a randomized controlled study.</i>	Evaluation der Wirksamkeit von Spiegeltherapie auf Funktion, Spastik und Schmerzintensität bei hemiplegischen Patientinnen und Patienten nach erstmaligem Schlaganfall mit CRPS Typ I an der oberen Extremität.	Die Studie zeigt, dass Schlaganfallpatienten mit CRPS Typ I signifikante Verbesserungen bezüglich Funktion und Schmerz zeigen, wenn sie zusätzlich Spiegeltherapie erhalten.

## 5.2 Designs

Im Grundsatz scheinen alle Studiendesigns passend zur Zielsetzung. Bei genauerer Betrachtung der Umsetzung werden indes einige Mängel ersichtlich. Ein RCT ist ein probates Mittel, um einen Vergleich mit einer Kontrollgruppe zu ziehen. In ihrer Umsetzung sind die Studien jedoch sehr verschieden. Moseley (2004) hat ein Crossover eingebaut. Aufgrund der zeitlichen Differenz ist ein Vergleich zur Kontrollgruppe jedoch fraglich, das heisst, die Messwiederholung bei der Kontrollgruppe fand durch das Crossover näher zur Intervention liegend statt. Dazu kommt, dass ein Zeitraum von sechs Wochen im Vergleich zu anderen Studien für eine Messwiederholung eher kurz gewählt ist, um wirklich eine Aussage zum Langzeiteffekt zu machen. Wie in Tabelle 12 ersichtlich, haben alle anderen Studien mit Follow-up-Messungen einen Zeitraum von sechs Monaten gewählt. Der Clinical Audit von Johnson et al. (2012) ist ein guter Ansatz, um die Realisierbarkeit von GMI in der Praxis zu untersuchen. Leider fehlt jedoch eine Kontrollgruppe, was die Aussagekraft der Studie und den Vergleich zwischen CR1 und CR2 schwächt. Selbst in einem Clinical Audit wäre eine Kontrollgruppe, welche nur bisherige Therapien erhält, sinnvoll, um eine Aussage über die Wirksamkeit der Therapieform zu machen, welche den Clinical Audit veranlasst.

**Tabelle 12: Studiendesigns**

	Moseley (2004)	Moseley (2006)	Walz et al. (2013)	Lagueux et al. (2012)	Johnson et al. (2012)	Cacchio et al. (2009)	Vural et al. (2016)
<b>Design</b>	RCT Crossover	RCT	Fallbericht	Fallbericht	Clinical Audit	RCT	RCT
<b>Follow-up</b>	6 Wochen	6 Monate	6 Monate	keine	keine	6 Monate	6 Monate

### 5.3 Stichproben/Population

In der untenstehenden Tabelle 13 werden die Unterschiede der Studien bezüglich CRPS-Diagnoseinstrument, Teilnehmerzahl nach der Rekrutierung, Teilnehmerzahl bei Messbeginn und Stadium der Erkrankung dargestellt. In vier Studien wurde das Diagnoseinstrument von Bruehl et al. (1999) verwendet; dieses wurde 2010 durch Harden et al. (2010) validiert. Walz et al. haben keine Angaben zum verwendeten Diagnoseinstrument gemacht. Zu kritisieren ist das von Vural et al. (2016) verwendete Diagnoseinstrument von Veldmann et al. (1993): Sie zitieren in der Einleitung noch die Budapest-Kriterien, verwenden jedoch für die Studie das veraltete Instrument von Veldmann et al. (1993).

Die Teilnehmerzahl variiert je nach Design stark. Werden die RCTs verglichen, fällt die niedrige Stichprobengrösse von Moseley et al. (2014) auf, die sicherlich zu klein ist, als dass abschliessende Aussagen gemacht werden könnten. Die Stichprobengrösse der beiden Fallstudien ist angemessen.

Bei den Erkrankungsstadien von CRPS fällt auf, dass einzig Lagueux et al. (2012) nur akute Probandinnen und Probanden inkludierte. Vural et al. (2016) und Cacchio et al. (2009) schlossen sowohl akute wie auch chronische ein; alle anderen arbeiteten ausschliesslich mit chronischen Probandinnen und Probanden. Die Homogenität hat den Vorteil einer grösseren Aussagekraft bezüglich einer bestimmten Gruppe, wobei der Vorteil der Heterogenität in der besseren Verallgemeinerung liegt. Ein Direktvergleich der Stadien innerhalb einer Studie wurde von niemandem durchgeführt, was es schwierig macht, einen Vergleich der Wirksamkeit während der verschiedenen Stadien zu machen.

**Tabelle 13: CRPS-Diagnoseinstrument, Teilnehmerzahl und Stadieneinteilung**

	<b>Moseley (2004)</b>	<b>Moseley (2006)</b>	<b>Walz et al. (2013)</b>	<b>Lagueux et al. (2012)</b>	<b>Johnson et al. (2012)</b>	<b>Cacchio et al. (2009)</b>	<b>Vural et al. (2016)</b>
<b>CRPS-Diagnoseinstrument</b>	Bruehl et al. (1999)	Bruehl et al. (1999)	keine Angabe	Harden et al. (2010)	Bruehl et al. (1999)	Bruehl et al. (1999)	Veldman et al. (1993)
<b>Teilnehmerzahl</b>	26 (13)	69 (18)	keine Angabe	keine Angabe	<b>CR1:</b> 65 (17)	208 (160)	150 (120)

<b>Rekrutierung (Dropouts*)</b>					<b>CR2:</b> 69 (42)		
<b>Teilnehmerzahl</b>	<b>IG***:</b> 7 (0)	<b>IG***:</b> 25 (0)	Inter- vention:	8 (1)	<b>CR1:</b> 48 (41)	<b>IG:</b> 24 (22)	<b>IG:</b> 15 (0)
<b>Messbeginn (Dropouts**)</b>	<b>KG****:</b> 6 (0)	<b>KG:</b> 26 (1)	1 (0) Kontroll: 1 (0)		<b>CR2:</b> 27 (16)	<b>KG:</b> 17 (7)	<b>KG:</b> 15 (0)
<b>Stadium der Erkrankung</b>	chronisch	chronisch	chro- nisch	akut	chronisch	akut/ chronisch	akut/ chronisch

\* Ausgeschlossen aufgrund der Ausschlusskriterien

\*\* Ausgeschlossen während der Studie, aus diversen Gründen

\*\*\* Interventionsgruppe

\*\*\*\* Kontrollgruppe

## 5.4 Interventionen

Bei Moseley (2004), Moseley (2006), Walz et al. (2013) und Johnson et al. (2012) basierte die Intervention auf dem ursprünglichen GMI-Programm, wobei Johnson et al. (2012) beschrieben, dass in der Studie das GMI-Programm aus pragmatischen Gründen des Studiendesigns vom ursprünglichen GMI abwich. Auch bei der Studie von Lagueux et al. (2012) war der Grundstein der Intervention das GMI-Programm. Dieses wurde jedoch von den Forschenden aufgrund der Hypothese für CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten in der Akutphase modifiziert. Bei Cacchio et al. (2009) und Vural et al. (2016) basierte die Intervention nicht auf dem GMI-Programm, sondern auf dem Ansatz der Spiegeltherapie, die jedoch Teil des GMI-Programms ist.

In der Studie von Vural et al. (2016) wurden alle Interventionen von der gleichen Person durchgeführt. In den anderen Studien wurde dies nicht explizit erwähnt, oder es waren verschiedene Personen. Bei Vural et al. hat dies den Vorteil, dass alle Patientinnen und Patienten dieselbe Person mit gleichem Wissensstand hatten und die Interventionen ähnlicher waren, als wenn verschiedene Personen mit ihnen arbeiten. Eine Studie mit mehreren Therapeuten hat den Vorteil, dass die Motivation eines einzelnen Therapeuten nicht so stark ins Gewicht fällt und sich der Erfahrungswert des Therapeuten während der Studie nicht relevant steigert.

Die Häufigkeit der Durchführung variierte stark zwischen den einzelnen Studien. Bei Mosley (2004), Moseley (2006) und Walz et al. (2013) hatten die Probandinnen und Probanden täglich Kontakt mit den Therapeuten und mussten die Übungen jede wache Stunde einmal durchführen. Die Probandinnen und Probanden bedürfen bei dieser Häufigkeit ein hohes Mass an Compliance, und es liegt auf der Hand, dass der Effekt stärker ist als bei Studien mit vermindertem Interventionsintervall. Diese Vermutung wird durch die Resultate weitestgehend bestätigt. Bei den weiteren Studien war die Interventionshäufigkeit kleiner, was aber positiv gewertet werden kann, da es praxisnaher ist. Johnson et al (2012) haben die Probandinnen und Probanden angewiesen, möglichst alle Stunden die Übungen durchzuführen. Dies wurde aber nicht streng kontrolliert; den Forschern war einfach wichtig, dass sie es möglich oft durchführen.

Auch bei der Sequenz zeigten sich Unterschiede: Alle GMI-Studien, ausgenommen Lagueux et al. (2012) und Johnson et al (2012), hielten sich an einen starren Zeitplan mit dem Wechsel auf die nächste Stufe alle 2 Wochen. Bei Lagueux et al. (2012) fand der Wechsel statt, wenn die Symptome sich nicht mehr verschlechterten, was interessanterweise ungefähr dem Zweiwochenintervall entsprach. Johnson et al (2012) hielten sich im CR2 an das Zweiwochenintervall, und im CR1 wurde das Intervall auf 4 Wochen erhöht. Begründet wurde dies als Kompensation für den verminderten Therapeutenkontakt (alle drei Wochen). Bei den Spiegeltherapie-Studien erhielt die Interventionsgruppe jeweils zusätzlich 30 Minuten Spiegeltherapie für 4 Wochen. Ein Sequenzwechsel fand nicht statt, da nur Spiegeltherapie untersucht wurde.

In keiner Studie wurden herkömmliche Physiotherapie und zusätzliche Therapieeinheiten genau beschrieben. Dies lässt einerseits keinen Vergleich von GMI und herkömmlichen Therapiemethoden zu, und andererseits kann die Interaktion mit anderen Therapieelementen nicht miteinbezogen werden. Ausser in Cacchio et al. (2009) wurde die Medikation der Patientinnen und Patienten in allen Studien weitergeführt. In den meisten Studien wurden die Medikamente dokumentiert; Johnson et al. (2012) und Vural et al. (2016) machten keine Angaben zur Art und Dosierung der Medikamente. Bei Moseley (2004, 2006), Walz et al. (2013) und Lagueux et al. (2012) wurde die Dosierung derjenigen Teilnehmenden, welche Medikamente einnahmen, konstant gehalten. In keiner

Studie wurde die Medikation in die statistische Auswertung aufgenommen. Cacchio et al. (2009) ist demnach die einzige Studie, welche sich diesbezüglich abhebt. Dadurch, dass in anderen Studien Teilnehmende mit und ohne Medikation vorhanden waren, ist diese als mögliche Störvariable zu betrachten.

## **5.5 Datenerhebung und Messinstrumente**

Wie der Tabelle 14 zu entnehmen ist, wurden Schmerzen bei jeder Studie in unterschiedlichen Formen erhoben. Diese liegt in der Art des Schmerzes und im verwendeten Messinstrument begründet. Auch ein Funktionstest wurde bei allen Studien, ausser bei Moseley (2004), verwendet. Wiederum lag der Unterschied im verwendeten Messinstrument.

Bei fast allen Studien wurde Funktion mit einem allgemein bekannten und validierten Messinstrument wie beispielsweise dem DASH oder WMFT verwendet. Moseley (2006) hat mit dem fNRS ein Messinstrument eigens für die Studie erarbeitet; dieses reagiert sehr sensibel auf Veränderung. Lagueux et al. (2012) kritisieren dies indirekt, da bei ihrer Studie kein signifikanter Effekt für die Funktionsverbesserung gefunden wurde, da der DASH weniger sensibel auf Veränderung sei.

Schwerwiegende psychologische Störungen werden bei den meisten Studien in den Ausschlusskriterien aufgeführt. Welchen Einfluss leichte Störungen auf die Genesung haben könnten, wird nicht angesprochen. Einzig Johnson et al. (2012) erhoben mit dem HADS Daten zum psychologischen Zustand der Probandinnen und Probanden, und dies auch nur in der Gruppe CR1. Fraglich ist das Messinstrument Response Time (RT), das in den Studien Moseley (2004), Moseley (2006) und Johnson et al. (2012) verwendet wurde. Die Frage stellt sich nach der Aussagekraft des Messinstruments und der Hypothese, wie fest die RT einen Zusammenhang mit CRPS Typ I hat oder ob die Verbesserung der Symptome einfach auf die vermehrte Wahrnehmung des betroffenen Körperteils zurückzuführen ist. Die Verbesserung der RT könnte auf der Annahme basieren, dass die Probandinnen und Probanden trainieren und sich dadurch die RT verbessert.

**Tabelle 14: Messinstrumente**

	Moseley (2004)	Moseley (2006)	Walz et al. (2013)	Lagueux et al. (2012)	Johnson et al. (2012)	Cacchio et al. (2009)	Vural et al. (2016)
<b>Schmerz in Bewegung</b>	- NPS	- MPQ - VAS	- VAS			- VAS	
<b>Schmerz in Ruhe</b>			- VAS	- SF - MPQ - VAS	- BPI	- VAS	- VAS
<b>Allodynie</b>						- VAS	
<b>Funktion</b>		- fNRS	- Griffstärke	- DASH - Griffstärke	- BPI	- WMFT: FA & PT Score - MAL: QOM	- Brunstrom recovery stages - FIM

## 5.6 Resultate

In allen Studien ausser in Moseley (2004) wurde sowohl Schmerz als auch Funktion erhoben. In diesem Abschnitt wird deshalb auf Resultate durch diese beiden Variablen eingegangen.

In allen Studien wurde eine signifikante Reduktion von Schmerzen entdeckt, wobei bei Johnson et al. (2012) nur eine Reduktion der höchsten Schmerzintensität in einer der beiden Interventionsgruppen gefunden wurde. Wichtig ist dabei auch, dass verschiedene Aspekte von Schmerzen gemessen wurden. Einerseits unterschieden sowohl Walz et al. (2013) als auch Cacchio et al. (2009) zwischen Schmerz in Ruhe und in Belastung. Beide beschrieben aber eine signifikante Verbesserung sowohl der Schmerzen in Ruhe als auch der Schmerzen unter Belastung. Zudem konnten Walz et al. (2013) Veränderungen in der kortikalen Repräsentation der diskriminierenden Schmerzverarbeitung feststellen, was die gemessenen Unterschiede zusätzlich untermauert.

Die Ergebnisse bezüglich Funktionsverbesserung lassen sich weniger gut vergleichen, da für die Variable Funktion verschiedene Dinge gemessen wurden, was in Tabelle 14 des letzten Kapitels ersichtlich ist. Sowohl Walz et al. (2013) als

auch Lagueux et al. (2012) dokumentieren eine signifikant verbesserte Griffkraft, welche bei Walz et al. (2013) jedoch immer noch signifikant tiefer lag als bei der nicht betroffenen Seite. Auch mit anderen Messinstrumenten wurde eine verbesserte Funktion festgestellt, meist war aber der Effekt weniger gross als für die Variable Schmerz.

## **5.7 Limitationen**

Alle Studien haben Limitationen dokumentiert, welche sich jedoch stark unterscheiden. Bei Moseley (2004, 2006) fehlt die Limitation zur Auswahl der kleinen Stichprobe; es werden diesbezüglich nur die homogene Population und die grosse Anzahl Ausschlusskriterien angesprochen. In keiner Studie wurde auf den erhöhten Patientenkontakt eingegangen, der nicht der Praxis entspricht. Einzig Johnson et al. (2012) spricht den verminderten Patientenkontakt an, da dieser bei der Studie im CR1 nur alle 3 Wochen stattfand. Ausser bei Walz et al. (2013) wird in keiner Studie das Design hinterfragt. Walz et al. (2013) sagen, dass mit ihrem Studiendesign nicht alle Fragen hätten beantwortet werden können. Dies ist auch in den anderen Studien der Fall, wird aber nicht explizit im Zusammenhang mit dem Studiendesign erwähnt, sondern mehr über Aussagen bezüglich Population und fehlender Kontrollgruppen. Was in keiner Studie angesprochen wird, ist die Auswahl der Kontrollgruppe sowie die Auswahl der Interventionen, die in der Kontrollgruppe durchgeführt wurden. Einzig Johnson et al. (2012) erwähnen mögliche Wechselwirkungen anderer therapeutischer Interventionen zu GMI. In Lagueux et al. (2012) wird die Medikation dokumentiert, aber nicht kontrolliert. Aussagen zur Medikation werden zwar teilweise in den Studien erwähnt, fehlen aber in den Limitationen der restlichen Studien.



## 5.8 Bezug zum aktuellen Review

*Méndez-Rebolledo, Gatica-Rojas, Torres-Cueco, Albornoz-Verdugo und Guzmán-Muñoz (2017): Update on the effects of graded motor imagery and mirror therapy on complex regional pain syndrome type 1: A systematic review.*

Während der Bearbeitung dieser Arbeit wurde ein Review von Méndez-Rebolledo et al. (2017) zum Thema „Update des Effekts von GMI und Spiegeltherapie auf CRPS Typ I“ veröffentlicht. Im Review wurden ebenfalls die Studien von Cacchio et al. (2009), Moseley (2004, 2006) und Vural et al. (2016) verwendet. Die restlichen Studien wurden entweder nicht berücksichtigt oder aufgrund der Ausschlusskriterien ausgeschlossen, vor allem bezüglich Studiendesign. Die unterschiedlichen Ausschlusskriterien machen einen Vergleich der beiden Arbeiten schwierig. Zwischen den Resultaten lassen sich dennoch einige Parallelen ziehen. Wichtige Punkte sind die abgeschwächte Evidenz von GMI durch die kleine Studiendichte und die Heterogenität der untersuchten Probandinnen und Probanden.

Méndez-Rebolledo et al. (2017) erwähnen in ihrem Review auch die kleine Anzahl an Studien als Grund dafür, keine umfassende Antwort hinsichtlich der Effizienz von GMI gegenüber herkömmlichen Therapien zu geben. Zudem wird erwähnt, dass mit ihrem Review kein grosser Mehrwert, seit dem letzten systematischen Literaturreview von Bowering et al. (2013), generiert werden konnte.

Der Mehrwert der vorliegenden Arbeit gegenüber dem Review von Méndez-Rebolledo et al. (2017) besteht darin, dass nicht nur RCTs verwendet wurden. Durch Einschluss des Clinical Audits von Johnson et al. (2012) kann eine Aussage bezüglich der praktischen Anwendbarkeit von GMI im Klinikalltag gemacht werden. Dadurch, dass sich dies einerseits aufgrund der Dosierung, andererseits wegen der hohen Therapiefrequenz als schwierig herausstellte, kann auch die Intervention von Moseley in ihrer Art hinterfragt werden. Lagueux et al. (2012) liefern betreffend Dosierung mit dem modifizierten GMI eine mögliche Alternative. Diese Studie wurde im Review von Méndez-Rebolledo (2017) auch nicht berücksichtigt. Schlussendlich kann in der vorliegenden Arbeit gegenüber dem Review durch Einschliessen der fMRI-Studie von Walz et al. (2013) eine Aussage bezüglich

kortikaler Repräsentation bei CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten und kortikaler Reorganisation durch GMI gemacht werden.

## **5.9 Praxistransfer**

Grenzen der Anwendbarkeit von GMI im klinischen Alltag zeigen vor allem Johnson et al. (2012) auf. So wie die Intervention von Moseley et al. (2004, 2006) beschrieben und in den Studien getestet wurde, ist diese zwar theoretisch bei allen CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten anwendbar. Realistisch betrachtet, ist es aber fraglich, ob alle dazu bereit sind, jede wache Stunde eine zehnminütige Aufgabe durchzuführen. Es wird den Patientinnen und Patienten also eine hohe Compliance abverlangt. Zudem ist es aus finanzieller oder auch versicherungstechnischer Sicht unrealistisch, täglich ambulante Physiotherapiesitzungen durchzuführen. Die modifizierte Version von Lagueux et al. (2012) erscheint realistischer. Sowohl die Aufgaben- als auch die Therapiefrequenz sind dort bei vergleichbarem Effekt kleiner. Ein wichtiger Punkt bei der praktischen Implementierung neuer Therapieformen sind auch finanzielle Aspekte. Zwar wurde keine Kosten-Nutzen-Analyse von GMI oder einer ähnlichen Therapieform gefunden, jedoch zeigen Barnhoorn et al. (2018) in ihrer Analyse einen klaren finanziellen Vorteil einer physiotherapeutischen Therapie (Pain Exposure Physical Therapy) gegenüber einer konventionellen Therapie für CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten: Der physiotherapeutische Ansatz war bei gleichem Erfolg 64% kostengünstiger. Wichtig zu erwähnen ist, dass neben einer Kosten-Nutzen-Analyse eine Studie mit GMI als Intervention und einer Kontrolle der Medikation – wie bei Barnhoorn et al. (2018) – nötig ist, um eine eindeutige Aussage dazu zu machen.

## **6. Schlussfolgerung**

Nachfolgend wird die Fragestellung unter Berücksichtigung der theoretischen Aspekte und der verwendeten Forschungsliteratur beantwortet. Es wird auf Limitationen der vorliegenden Arbeit verwiesen. Weiterführende Fragen werden besprochen, ein möglicher Ausblick in die Zukunft der Thematik wird gegeben und ein Transfer zur Praxis hergestellt.

### **6.1 Beantwortung der Fragestellung**

Die Fragestellung „Ist GMI bei Patientinnen und Patienten mit CRPS Typ I bezüglich des Leitsymptoms Schmerz besser geeignet als herkömmliche Therapieformen?“ konnte zu einem grossen Teil beantwortet werden. Patientinnen und Patienten mit CRPS Typ I zeigten einen signifikant grösseren Effekt bezüglich des Leitsymptoms Schmerz, wenn zur herkömmlichen Physiotherapie zusätzlich GMI oder Spiegeltherapie angewandt wurde. In keiner Studie wurden die herkömmlichen Therapiemethoden genauer erläutert, was einen direkten Vergleich zu spezifischen Interventionen nicht zulässt. Schon im theoretischen Teil der Arbeit wurde auf die Variabilität und die patientenspezifische Anwendung von GMI hingewiesen, was sich in den Studien bestätigt. In diesem Zusammenhang scheint wichtig, dass das Rehabilitationsprogramm GMI nicht als Rezept betrachtet werden sollte, sondern es einerseits variabel und modifizierbar ist, andererseits an Patientinnen und Patienten angepasst werden sollte.

### **6.2 Limitationen dieser Arbeit**

Für die Bearbeitung dieser Arbeit wurden sieben Studien miteinbezogen, was für eine allgemeine Generalisierung der Resultate zu wenig aussagekräftig ist. Dies begründet sich einerseits durch den Umfang der Arbeit und andererseits durch die mangelnde Studiendichte mit Blick auf diese Thematik. Weiter hat Moseley an vier von sieben Studien mitgearbeitet, was auf eine mangelnde Studiendiversität in diesem Bereich hinweist. Eine weitere Limitation ist die mangelnde Literatur bezüglich pathophysiologischen Wissens im Zusammenhang mit CRPS.

### 6.3 Weiterführende Fragen und Aussichten

Durch die mangelnde Studiendichte sowie Wissenslücken bezüglich der bearbeiteten Thematik haben sich einige weiterführende Fragen herauskristallisiert, die in der Arbeit nicht abschliessend beantwortet werden konnten. Ein zentraler Aspekt ist die Differenzierung zwischen akuten und chronischen CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten in Bezug auf die unterschiedliche Evidenz der thematisierten Behandlungsmethoden. Da es nicht viele Studien zu GMI gibt und Moseley bei den meisten involviert war, wäre es interessant, wenn sich die Studiendichte in den kommenden Jahren weiter erhöhen würde. Ein reizvoller Ansatz wäre, die Teilaspekte von GMI (Rechts-Links-Diskrimination, Bewegungsvorstellung und Spiegeltherapie) in einer Studie separiert voneinander zu betrachten und dem gesamten GMI gegenüberzustellen. Weder der Wirkungsmechanismus von GMI noch der Entstehungsmechanismus von CRPS ist genügend erforscht, um eine klare Aussage über Wechselwirkungen zu machen. GMI hat zwar eine hohe Evidenz im wissenschaftlichen Setting, die Frage der Umsetzbarkeit in die Praxis wurde in den ausgewählten Studien nur von Johnson et al. (2012) untersucht. Es stellt sich die Frage, in welchem Umfang das Programm GMI in eine evidenzbasierte Physiotherapieplanung integriert werden kann. Ein weiterer spannender Ansatz hinsichtlich Dauer und Dosierung ist das modifizierte GMI von Lagueux et al. (2012). Andere Variablen, welchen in künftigen Studien mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden könnte, wären: Kontrolle von Medikation, Einfluss der psychischen Merkmale, Homogenität oder Heterogenität der Population, CRPS Typ II und Kontrolle verschiedener Formen von CRPS Typ I. Mit neuen Technologien ergeben sich neue Möglichkeiten. Sato et al. (2010) verwendeten für die Therapie von CRPS Typ I Virtual Reality. Auch in den Studien von Mouraux et al. (2016) oder Tashjian et al. (2017) wurden ähnliche Technologien für neuropathischen Schmerz verwendet. Bezogen auf GMI, wäre es denkbar, Techniken der Virtual Reality zu integrieren oder gar einzelne Therapieeinheiten (z. B. die Spiegeltherapie) durch Techniken dieser Art zu ersetzen.

Aufgrund veränderter kortikaler Aktivität bei CRPS Typ I ist auch der Einsatz von repetitiver transkranieller Magnetstimulation (rTMS) als Therapieform interessant. Laut dem Review von Nardonne et al. (2017) wurde jedoch bisher meist TMS

verwendet, und zwar um kortikale Aktivität bei CRPS Typ I zu untersuchen und dessen Pathophysiologie besser zu ergründen. Um über den Einsatz von rTMS als Therapiemittel Aussagen zu machen, braucht es noch weitere Studien. Bezüglich GMI wäre rTMS ein interessantes Mittel zur Ergänzung der Therapie, beispielsweise in der zweiten Phase.

#### **6.4 Praxistransfer**

Für den Einsatz von GMI bei CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten in der Praxis bestehen noch einige Hürden. Einerseits besteht die Schwierigkeit, eine eindeutige Diagnose zu stellen, und die Effizienz von GMI gegenüber herkömmlichen Therapieformen kann aufgrund der kleinen Studiendichte nicht vollumfänglich beurteilt werden. Zudem ist eine hohe Compliance der Patientinnen und Patienten aufgrund des Aufwandes von GMI nötig. Im deutschen Sprachraum kommt dazu, dass das Therapieprogramm und dessen Anwendung zu wenig bekannt ist. Das aufgrund von dieser Arbeit erarbeitete Handout soll deshalb als Leitfaden für die Anwendung von GMI bei CRPS Typ I dienen. Es findet sich im Anhang.

## Literaturverzeichnis

- Apkarian, A. V., Bushnell, M. C., Treede, R. D., & Zubieta, J. K. (2005). Human brain mechanisms of pain perception and regulation in health and disease. *European journal of pain*, 9(4), 463–463.
- Barnhoorn, K., Staal, J. B., van Dongen, R. T., Frölke, J. P. M., Klomp, F. P., van de Meent, H., ... & Nijhuis-van der Sanden, M. W. (2018). Pain Exposure Physical Therapy versus conventional treatment in complex regional pain syndrome type 1—a cost-effectiveness analysis alongside a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 0269215518757050.
- Bartl, Reiner, & Bartl, Christoph. (2011). *Osteoporose: Prävention, Diagnostik, Therapie* (4., vollst. überarb. und erw. Aufl. ed.). Stuttgart: Thieme.
- Bibliographisches Institut. Dudenredaktion. (2015). *Duden – Deutsches Universalwörterbuch* (8., überarb. und erw. Aufl. ed.). Berlin: Dudenverlag.
- Birklein, F., O’neill, D., & Schlereth, T. (2015). Complex regional pain syndrome: An optimistic perspective. *Neurology*, 84(1), 89–96.
- Bowering, K. J., O’Connell, N. E., Tabor, A., Catley, M. J., Leake, H. B., Moseley, G. L., & Stanton, T. R. (2013). The effects of graded motor imagery and its components on chronic pain: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of Pain*, 14(1), 3–13.
- Breier, S. (2013). Komplexes regionales Schmerzsyndrom Typ I (CRPS I) (sympathische Reflexdystrophie). In B. Waldner-Nilsson (Hrsg.), *Handrehabilitation: Für Ergotherapeuten und Physiotherapeuten Band 1: Grundlagen, Erkrankungen* (3. Auflage ed.). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Bruehl, S., Harden, R. N., Galer, B. S., Saltz, S., Bertram, M., Backonja, M., ... & Stanton-Hicks, M. (1999). External validation of IASP diagnostic criteria for complex regional pain syndrome and proposed research diagnostic criteria. *Pain*, 81(1–2), 147–154.

- Brunner, F., & Kissling, R. O. (2013). Differentialdiagnosen des komplexen regionalen Schmerzsyndromes. In: Jänig, W; Schaumann, R; Vogt, W. CRPS – Complex regional pain Syndrome. Luzern: SUVA Versicherungsmedizin Luzern, 83–93.
- Cacchio, A., De Blasis, E., De Blasis, V., Santilli, V., & Spacca, G. (2009). Mirror therapy in complex regional pain syndrome type 1 of the upper limb in stroke patients. *Neurorehabilitation and neural repair*, 23(8), 792–799.
- Da Filicaia, M. G., Lattarulo, M., & Liberati, A. (2008). *Guida all'audit clinico: pianificazione, preparazione e conduzione*. Il pensiero scientifico.
- Gustin, S. M., Schwarz, A., Birbaumer, N., Sines, N., Schmidt, A. C., Veit, R., ... & Lotze, M. (2010). NMDA-receptor antagonist and morphine decrease CRPS-pain and cerebral pain representation. *Pain*, 151(1), 69–76.
- Harden, R., Bruehl, S., Stanton-Hicks, M., & Wilson, P. (2007). Proposed New Diagnostic Criteria for Complex Regional Pain Syndrome. *Pain Medicine*, 8(4), 326–331.
- Harden, R. N., Bruehl, S., Perez, R. S., Birklein, F., Marinus, J., Maihofner, C., ... & Mogilevski, M. (2010). Validation of proposed diagnostic criteria (the “Budapest Criteria”) for complex regional pain syndrome. *Pain*, 150(2), 268–274.
- Johnson, S., Hall, J., Barnett, S. A., Draper, M., Derbyshire, G., Haynes, L., ... McCabe, C. (2012). Using graded motor imagery for complex regional pain syndrome in clinical practice: failure to improve pain. *European journal of pain*, 16(4), 550–561.
- Lagueux, E., Charest, J., Lefrancois-Caron, E., Mauger, M. E., Mercier, E., Savard, K., & Tousignant-Laflamme, Y. (2012). Modified graded motor imagery for complex regional pain syndrome type 1 of the upper extremity in the acute phase: a patient series. *International Journal of Rehabilitation Research*, 35(2), 138–145.
- Letts, L., Wilkins, S., Law, M., Stewart, D., Bosch, J., & Westmorland, M. (2007). Guidelines for critical review form: Qualitative studies (Version 2.0). *McMaster University Occupational Therapy Evidence-Based Practice Research Group*.

- Lichtenstern, H., Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus. Redaktion Studium und Beruf. (2003). *Duden – das Wörterbuch medizinischer Fachausdrücke* (7., vollständig überarb. und erg. Aufl. ed.). Mannheim: Dudenverlag.
- Macrea, L. M., Brem, P., & Landmann, G. (2011). CRPS–das komplexe regionale Schmerzsyndrom. heruntergeladen von [http://www.schmerz-nottwil.ch/files/pdf4/13\\_CRPS\\_5.11.pdf](http://www.schmerz-nottwil.ch/files/pdf4/13_CRPS_5.11.pdf) am 02.08.2017
- Méndez-Rebolledo, G., Gatica-Rojas, V., Torres-Cueco, R., Albornoz-Verdugo, M., & Guzmán-Muñoz, E. (2017). Update on the effects of graded motor imagery and mirror therapy on complex regional pain syndrome type 1: A systematic review. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, (Preprint), 1–9.
- Morree, J. J. & Egmond, D. (2013). *Dynamik des menschlichen Bindegewebes: Funktion, Schädigung und Wiederherstellung* (2. dt. Aufl. / mit Beitr. von Dick Egmond ; Übers. von: Markus Vieten ed.). München: Elsevier, Urban & Fischer.
- Moseley, G. L. (2004). Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome: a randomised controlled trial. *Pain*, 108(1–2), 192–198.
- Moseley, G. L. (2005). Is successful rehabilitation of complex regional pain syndrome due to sustained attention to the affected limb? A randomised clinical trial. *Pain*, 114(1–2), 54–61.
- Moseley, G. L. (2006). Graded motor imagery for pathologic pain. A randomized controlled trial. *Neurology*, 67(12), 2129–2134.
- Moseley, G. L., Butler, D. S., Beames, T. B., & Giles, T. J. (2012). *The graded motor imagery handbook*. Noigroup publications.
- Mouraux, D., Brassinne, E., Sobczak, S., Nonclercq, A., Warzée, N., Sizer, P. S., ... & Penelle, B. (2017). 3D augmented reality mirror visual feedback therapy applied to the treatment of persistent, unilateral upper extremity neuropathic pain: a preliminary study. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 25(3), 137–143.
- Nardone, R., Brigo, F., Höller, Y., Sebastianelli, L., Versace, V., Saltuari, L., ... & Trinka, E. (2017). Transcranial magnetic stimulation studies in complex regional pain syndrome type I: A review. *Acta Neurologica Scandinavica*.



- Nowak, D. A., & Allert, N. (2011). *Handfunktionsstörungen in der Neurologie: Klinik und Rehabilitation*. Berlin: Springer.
- Physiotherapie Evidenz Datenbank (Deutsch) – PEDro. (2007) PEDro-Skala (deutsch). Heruntergeladen von <http://www.pedro.org.au/german/downloads/pedro-scale/> am 18.11.2017
- Pschyrembel, W., Dornblüth, O., & Wedi, B. (2017). *Pschyrembel Klinisches Wörterbuch* (267., neu bearbeitete Auflage ed.). Berlin: De Gruyter.
- Ris, I., & Preusse-Bleuler, B. (2015). AICA: Arbeitsinstrument für ein Critical Appraisal eines Forschungsartikels. *Schulungsunterlagen Bachelorstudiengänge Departement Gesundheit ZHAW*.
- Sato, K., Fukumori, S., Matsusaki, T., Maruo, T., Ishikawa, S., Nishie, H., ... & Matsumi, M. (2010). Nonimmersive virtual reality mirror visual feedback therapy and its application for the treatment of complex regional pain syndrome: an open-label pilot study. *Pain medicine*, 11(4), 622–629.
- Schröder, B., & Bade, H. (2008). *Handtherapie* (2., überarb. und erw. Aufl. ed.). Stuttgart: Thieme.
- Singh, J. (2013). Critical appraisal skills programme. *Journal of Pharmacology and Pharmacotherapeutics*, 4(1), 76.
- Tashjian, V. C., Mosadeghi, S., Howard, A. R., Lopez, M., Dupuy, T., Reid, M., ... & Rosen, B. (2017). Virtual reality for management of pain in hospitalized patients: results of a controlled trial. *JMIR mental health*, 4(1).
- Thorngren, K. G., & Werner, C. O. (1979). Normal grip strength. *Acta orthopaedica scandinavica*, 50(3), 255–259.
- Trepel, Martin. (2015). *Neuroanatomie: Struktur und Funktion* (6. Aufl. ed.). München: Elsevier, Urban & Fischer.
- Van der Berg, F. (2011). *Angewandte Physiologie 1. Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen*. Stuttgart: Thieme.
- Veldman, P. H., Reynen, H. M., Arntz, I. E., & Goris, R. J. A. (1993). Signs and symptoms of reflex sympathetic dystrophy: prospective study of 829 patients. *The Lancet*, 342(8878), 1012–1016.

- Vural, S. P., Yuzer, G. F. N., Ozcan, D. S., Ozbudak, S. D., & Ozgirgin, N. (2016). Effects of mirror therapy in stroke patients with complex regional pain syndrome type 1: a randomized controlled study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 97(4), 575–581.
- Walz, A. D., Usichenko, T., Moseley, G. L., & Lotze, M. (2013). Graded motor imagery and the impact on pain processing in a case of CRPS. *The Clinical journal of pain*, 29(3), 276–279.

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Keywords (Schlagwörter)	Seite 11
Tabelle 2: systematische Literaturrecherche	Seite 12
Tabelle 3: verwendete Studien	Seite 15
Tabelle 4: Ein- und Ausschlusskriterien von Moseley (2004)	Seite 29
Tabelle 5: Ein- und Ausschlusskriterien von Moseley (2006)	Seite 32
Tabelle 6: Ein- und Ausschlusskriterien von Lagueux et al. (2012)	Seite 37
Tabelle 7: Ein- und Ausschlusskriterien des CR1 von Johnson et al. (2012)	Seite 40
Tabelle 8: Ein- und Ausschlusskriterien des CR2 von Johnson et al. (2012)	Seite 41
Tabelle 9: Ein- und Ausschlusskriterien von Cacchio et al. (2009)	Seite 43
Tabelle 10: Ein- und Ausschlusskriterien von Vural et al. (2016)	Seite 46
Tabelle 11: Ziel und Zielerfüllung	Seite 48
Tabelle 12: Studiendesign	Seite 50
Tabelle 13: CRPS-Diagnoseinstrument, Teilnehmerzahl und Stadieneinteilung	Seite 51
Tabelle 14: Messinstrumente	Seite 55

## Abkürzungsverzeichnis

AICA:	Arbeitsinstrument Critical Appraisal
BPI:	Brief Pain Inventory
CASP:	Critical Appraisal Skills Programme
CRPS:	Complex Regional Pain Syndrome (komplexes regionales Schmerzsyndrom)
CR1:	Centre 1 (Centre National Health Service Foundation Trust Hospital)
CR2:	Centre 2 (Royal National Hospital for Rheumatic Disease)
DASH:	Disability of the Arm, Shoulder and Hand (Fragebogen bezüglich Funktionsverbesserung)
FA Score:	Bewegungsqualität als Teil des WMFT
FIM:	Functional Independence Measure (funktionaler Selbständigkeitsindex)
fMRI:	funktionelle Magnetresonanztomografie
fNRS:	funktionelle Numerische Rating Skala
GMI:	Graded Motor Imagery
HADS:	Hospitality Anxiety and Depression Scale (bezüglich Angst und Depressionen)
IASP:	International Association for the Study of Pain
MAL:	Motor Activity Log
ME:	motor execution (motorische Ausführung)
mGMI:	modified Graded Motor Imagery (modifizierte GMI)
MPQ:	McGill Pain Questionnaire
MR:	motor recognition (motorische Erkennung)
M1:	primär motorischer Kortex
NNT:	Number Needed To Treat; 95% KI
NPS:	Neuropathic Pain Scale (neuropathische Schmerzskala)
NRS:	Numerische Rating-Skala (Schmerz)
PEDro:	Physiotherapy Evidence Database (Physiotherapie Evidenz Datenbank)
PGIC:	Patient's Global Impression of Change

PPC: posteriorer Parietallappen  
PPI: present pain intensity (aktuelle Schmerzintensität)  
PT Score: Bewegungsgeschwindigkeit als Teil des WMFT  
QOM: Quality of Movement (Qualität der Bewegung)  
RCT: Randomised Controlled Trial (randomisierte kontrollierte Studie)  
ROIs: Regions of Interest  
RT: Response Time (Antwortzeit)  
rTMS: repetitive transkranielle Magnetstimulation  
S1: primär somatosensorischer Kortex  
S2: sekundär somatosensorischer Kortex  
TENS: Transkutane elektrische Nervenstimulation  
TMS: transkranielle Magnetstimulation  
VAS: Visual Analogue Scale (visuell analoge Schmerzskala)  
VRS: Verbale Rating-Skala (Schmerz)  
WMFT: Wolf Motor Function Test (Wolf-Motor-Funktions-Test)  
ZHAW: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften  
ZNS: Zentrales Nervensystem

## **Deklaration der Wortanzahl**

Das deutsche Abstract dieser Arbeit umfasst 222 und das englische 229 Wörter.  
Diese Arbeit umfasst unter Ausschluss der Abstracts, der Tabellen, der Verzeichnisse, der Danksagung, der Eigenständigkeitserklärung und der Anhänge 11'547 Wörter.

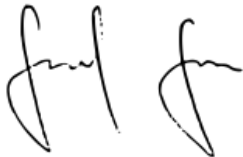
## **Danksagung**

Wir möchten uns ganz herzlich bei unserem Betreuer, Herrn Prof. Dr. Hannu Luomajoki, für die fachliche Unterstützung und die konstruktiven Anregungen bei der Entstehung dieser Arbeit bedanken.


## **Eigenständigkeitserklärung**

Wir erklären hiermit, dass wir die vorliegende Arbeit selbstständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst haben.

Winterthur, 26.04.2018



Senn Samuel



Müller Jimmy

## Anhang

### Glossar

<i>affektive Schmerzverarbeitung</i>	Die Intensität und Qualität der wahrgenommenen Schmerzen ist das Ergebnis der Wechselwirkung zwischen aufsteigenden nociceptiven Eingängen und antinociceptiven Kontrollen. (Apkarian, A. V., Bushnell, M. C., Treede, R. D., & Zubieta, J. K., 2005)
<i>Allodynie</i>	Schmerzempfindung, die durch üblicherweise nicht schmerzhafte Reize ausgelöst wird. Wiederholte, kurz dauernde Berührungen lösen Allodynie aus, konstante Berührungen nicht (Pschyrembel, Dornblüth & Wedi, 2017).
<i>ätiologisch</i>	ursächlich (Bibliographisches Institut. Dudenredaktion., 2015)
<i>Atrophie</i>	Gewebeschwund (Bibliographisches Institut. Dudenredaktion., 2015)
<i>Clinical Audit</i>	Bei einem Clinical Audit werden Tätigkeiten und ihre Ergebnisse in Bezug auf explizite Standards in der Praxis untersucht. Sie werden verändert und die Resultate der Veränderungen dann einer erneuten Prüfung unterzogen. (da Filicaia, M. G., Lattarulo, M., & Liberati, A., 2008)
<i>Clusteranalyse</i>	Sammelbegriff für heuristische multivariate Analyseverfahren zur Entdeckung von Ähnlichkeitsstrukturen in Daten. Gefundene Gruppen werden als Cluster bezeichnet. In sich sollten die Cluster möglichst homogen, untereinander möglichst heterogen sein (Pschyrembel et al., 2017).

<i>Compliance</i>	Bereitschaft eines Patienten zur Zusammenarbeit, zur Mitarbeit bei therapeutischen Massnahmen (Pschyrembel et al., 2017).
<i>Crossover</i>	Studiendesign mit 2 Behandlungsphasen. Nach der 1. Phase werden Test- und Kontrollgruppe vertauscht. (Pschyrembel et al., 2017)
<i>diskriminative Schmerzverarbeitung</i>	Der Schmerz ruft eine frühzeitige Aktivierung des sekundär sensorischen Kortex hervor, die für die sensorisch diskriminierenden Funktionen des Schmerzes eine herausragende Rolle spielen. (Apkarian et al., 2005)
<i>distal</i>	körperfern (Lichtenstern, H., Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus. Redaktion Studium und Beruf., 2003, S. 236)
<i>Dystrophie</i>	Mit schweren Funktionsstörungen einhergehende pathologische Veränderungen von Zellen, Geweben und Organen unterschiedlicher Ätiologie (Pschyrembel et al., 2017).
<i>Dystonie</i>	Allgemeine Bezeichnung für fehlerhaften Spannungszustand, z. B. von Muskeln und Gefässen (Pschyrembel et al., 2017).
<i>Efferenz</i>	Impuls, der über die efferenten Nervenfasern vom Zentralnervensystem zum peripheren Nervensystem geführt wird (Bibliographisches Institut. Dudenredaktion., 2015).
<i>evozierbar</i>	hervorrufen, bewirken (Bibliographisches Institut. Dudenredaktion., 2015)
<i>Fallserie</i>	Zusammenstellung der Daten mehrerer Patientinnen und



Patienten, die an derselben Krankheit leiden. Dies dient der Darstellung eines Krankheitsbildes ohne Referenzgruppe (Pschyrembel et al., 2017).

*Fallstudie*

Interaktive Methode zur Untersuchung einer wissenschaftlichen Fragestellung, bei der die Teilnehmer, ausgehend von einem konkreten Fall, alternative Lösungsansätze finden, Einflussfaktoren aufdecken und Probleme ermitteln (Pschyrembel et al., 2017).

*Fibrosierung*

Vermehrung des Bindegewebes in einem Gewebe oder Organ infolge einer Entzündung (z. B. Leberfibrose durch Hepatitis) oder infolge einer chronischen Druckerhöhung wie bei einem Ödem (z. B. Lungenfibrose durch chronisches Lungenödem) (Pschyrembel et al., 2017).

*Hirnareal*

Bereiche der Grosshirnrinde mit jeweils spezifischer physiologischer Bedeutung (Pschyrembel et al., 2017).

*hemiplegisch*

Vollständige Lähmung einer Körperhälfte infolge einer zentralen Läsion, z. B. Schlaganfall. (Pschyrembel et al., 2017)

*heterogen*

verschiedenartig (Pschyrembel et al., 2017)

*homogen*

gleichartig (Pschyrembel et al., 2017)

*Hyperalgesie*

Gesteigerte Schmerzempfindlichkeit für körperlichen Schmerz als Form der Hyperästhesie, die sich bis zur Schmerzkrankheit (chronischer Schmerz) ausweiten kann (Pschyrembel et al., 2017).

*Hyperästhesie*

Eine Form der Sensibilitätsstörungen mit Überempfindlichkeit für Schmerz-, Temperatur- und

Berührungsreize, im engeren Sinn nur für Berührungsreize (Pschyrembel et al., 2017).

<i>Inzidenz</i>	Epidemiologisches Mass zur Charakterisierung des Krankheitsgeschehens in einer bestimmten Population, konkret für das Auftreten einer Erkrankung oder eines Merkmals während eines bestimmten Zeitraums (Pschyrembel et al., 2017).
<i>Knochenkortikalis</i>	Knochenrinde. Neben den Zähnen festester Baubestandteil des Körpers. Das Knochengewebe enthält Knochenzellen, organische Substanz, sowie anorganische Substanz (Pschyrembel et al., 2017).
<i>Kontraktur</i>	Dauerhafte und nur teilweise reversible Verkürzung von Muskeln, Sehnen und Bändern mit dauerhaften Funktions- und Bewegungseinschränkungen bis hin zur völligen Versteifung eines Gelenks (Pschyrembel et al., 2017).
<i>Kortex</i>	Oft als vereinfachendes Synonym die Grosshirnrinde (Cortex cerebri) verwendet, kommt jedoch auch im Kleinhirn vor (Cortex cerebelli). Ansammlung grauer Substanz, die die Oberfläche von Gross- und Kleinhirn bildet (Trepel, 2015, S. 392).
<i>Kortikalis</i>	Knochenrinde (Bartl, 2011, S. 4)
<i>Leitsymptom</i>	Für eine bestimmte Störung klinisch besonders relevantes und häufiges Symptom, das als Orientierung bei der Diagnosefindung dient (Pschyrembel et al., 2017).
<i>marmoriert (Haut)</i>	mit einem der Zeichnung von Marmor ähnlichen Muster versehen (Bibliographisches Institut. Dudenredaktion., 2015)

<i>motorisch</i>	der Bewegung dienend, die Bewegung betreffend (Pschyrembel et al., 2017)
<i>Muskelatrophie</i>	Abnahme der Muskelmasse infolge Verkleinerung des Durchmessers (einfache Muskelatrophie) oder der Anzahl (numerische hypoplastische Muskelatrophie) von Muskelfasern (Pschyrembel et al., 2017).
<i>Neglect</i>	Meist halbseitige Vernachlässigung des Körpers oder der Umgebung bezüglich motorischer, visueller, sensibler, akustischer oder affektiver Reize auf der Gegenseite einer zerebralen Schädigung (Pschyrembel et al., 2017).
<i>Neuron</i>	Nervenzelle (Trepel, 2015, S. 393)
<i>Nozizeptoren</i>	Schmerz-Sensoren. Freie Nervenendigungen, deren Reizung zur Schmerzempfindung führt. Schmerz-Sensoren reagieren sowohl auf mechanische als auch auf thermische oder chemisch-irritative Schmerzreize (Pschyrembel et al., 2017).
<i>Ödem</i>	nicht gerötete Schwellung infolge abnormer Flüssigkeitsansammlung, z. B. in Subkutis oder Schleimhäuten (Pschyrembel et al., 2017)
<i>Osteoporose</i>	Demineralisierung des Knochens (van der Berg, 2011, S. 109)
<i>Parese</i>	unvollständige Lähmung (Schwäche) eines Muskels oder eines Körperteils (Pschyrembel et al., 2017)
<i>Pilotstudien</i>	einem Projekt vorausgehende Untersuchung, in der alle in Betracht kommenden, wichtigen Faktoren zusammengetragen werden (Bibliographisches Institut. Dudenredaktion., 2015)

<i>postoperativ</i>	infolge einer Operation auftretend (Bibliographisches Institut. Dudenredaktion., 2015)
<i>posttraumatisch</i>	infolge eines Traumas auftretend (Bibliographisches Institut. Dudenredaktion., 2015)
<i>Prävalenz</i>	Häufigkeit des Vorliegens eines Ereignisses, z. B. einer Erkrankung, in einer bestimmten Population innerhalb eines bestimmten Zeitraums. Die Prävalenz dient als epidemiologisches Mass zur Charakterisierung des Krankheitsgeschehens in einer bestimmten Population (Pschyrembel et al., 2017)
<i>sensorisch</i>	die Aufnahme von Sinnesempfindungen betreffend (Bibliographisches Institut. Dudenredaktion., 2015)
<i>somatisch</i>	körperlich, auf körperlichen Vorgängen beruhend (Pschyrembel et al., 2017)
<i>soziodemographisch</i>	die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Gruppe (z. B. Alter, Einkommen, Geschlecht) betreffend (Bibliographisches Institut. Dudenredaktion., 2015)
<i>Spastik</i>	krampfhaft erhöhter Muskeltonus (Pschyrembel et al., 2017)
<i>Spongiosa</i>	schwammähnlich aufgebautes Knochengewebe (van der Berg, 2011, S. 85)
<i>Subkutangewebe</i>	Subkutis. Fast den gesamten Fettanteil der Haut enthaltende Gewebeschicht mit Bindegewebesepten, in die traubenförmige Fettzellhaufen, Blutgefäße und Nerven eingelagert sind (Pschyrembel et al., 2017).
<i>Sympathikus</i>	Teil des vegetativen Nervensystems, der morphologisch aus dem Truncus sympathicus mit den zugehörigen

sympathischen Nerven, Geflechten und peripheren (prävertebralen) Ganglien besteht. Der Sympathikus ist verantwortlich für die Schmerzempfindung der Eingeweide sowie für den Blutdruckanstieg, Tachykardie, Tachypnoe, Mydriasis, Piloarrektion, Hyperhidrose, Herabsetzung der Motilität des Gastrointestinaltrakts und für die Sekretion innerer Drüsen (Pschyrembel et al., 2017).

<i>Trauma</i>	Belastendes Ereignis, das durch Konfrontation mit drohendem oder tatsächlichem Tod, ernsthafter Verletzung oder Gefährdung der körperlichen Unversehrtheit der eigenen Person oder anderer Personen gekennzeichnet ist (Pschyrembel et al., 2017).
<i>Tremor</i>	Unwillkürlich auftretende, weitgehend rhythmisch wechselnde Muskelkontraktionen (Pschyrembel et al., 2017).
<i>Trophik</i>	Ernährungs- oder Stoffwechszustand eines Gewebes oder Organs (Pschyrembel et al., 2017).
<i>Turgor</i>	Vom Flüssigkeitsgehalt abhängiger Spannungszustand des Gewebes, z. B. der Haut (Pschyrembel et al., 2017).
<i>Vasodilatation</i>	Erweiterung der Blutgefäße, aktiv bei Tonusminderung der glatten Gefäßmuskulatur, passiv durch vermehrtes Blutvolumen (Pschyrembel et al., 2017)
<i>Vasokonstriktion</i>	Engstellung der Gefäße (Pschyrembel et al., 2017)
<i>zyanotische Veränderung</i>	blaurote Verfärbung der Haut und der Schleimhäute infolge Sauerstoffmangels im Blut (Bibliographisches Institut. Dudenredaktion., 2015)

## AICA-Raster

Tabelle A: Zusammenfassung der Studie von Moseley (2004), anhand des AICA-Rasters

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p><b>Um welches Problem handelt es sich?</b> Behandlung von CRPS Typ I</p> <p><b>Was ist die Forschungsfrage bzw. das Ziel der Studie?</b> Effektivität von Graded Motor Imagery bei langjährigen CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten</p> <p><b>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CRPS Typ I tritt nach Schlaganfall, Verletzung oder idiopathisch auf und zeigt sich schwierig zu diagnostizieren und zu behandeln</li> <li>CRPS Typ I ist eine Erkrankung</li> </ul>	<p><b>Um welches Design handelt es sich?</b> Single blind RCT mit Kontrollgruppen Crossover und Messwiederholung</p> <p><b>Wie wird das Design begründet?</b> Wird nicht begründet</p> <p><b>Um welche Population handelt es sich?</b> Keine Angaben über die Population</p> <p><b>Welches ist die Stichprobe? (Wer, wieviel, Charakterisierungen?)</b> 13 chronische CRPS I Patienten zwischen 18 und 62 Jahren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CRPS I aufgrund einer Handgelenksverletzung</li> <li>mindestens 6 Monate alte Verletzung</li> <li>diagnostiziert nach Bruehl et al. (2017)</li> </ul> <p>9 weibliche Patientinnen 4 männliche Patienten 8 Rechtshänder 5 Linkshänder</p> <p><b>Wie wurde die Stichprobe gezogen? (probability sampling? Non-probability?)</b> Non probability sampling</p> <p><b>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet?</b> Ein-und Ausschlusskriterien werden beschrieben und angewendet.</p> <p><b>Gibt es verschiedene Studiengruppen?</b> Kontrollgruppe: 6 CRPS I Patienten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>6 Wochen herkömmliche Behandlung</li> <li>6 Wochen MIP (motor imagery program)</li> </ul> <p>Interventionsgruppe: 7 CRPS I Patienten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>12 Wochen MIP (motor imagery program)</li> </ul> <p><b>Welche Art von Daten wurde erhoben?</b></p>	<p><b>Welche Ergebnisse werden präsentiert?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Keine signifikante Unterschiede vor den Interventionen zwischen den beiden Gruppen (<math>P &gt; 0.24</math> für alle)</li> <li>Nach 6 Wochen erreichten zwei Teilnehmer der Interventionsgruppe die Diagnosekriterien von CRPS Typ I nicht mehr (nach 12 Wochen 4 TN)</li> <li>Nach 12 Wochen erreichten zwei Teilnehmer der Kontrollgruppe (nach dem Crossover zu MIP) die Diagnosekriterien von CRPS Typ I nicht mehr</li> <li>Es gab einen Haupteffekt bei den Gruppen (<math>F(1,11) = 57, P &lt; 0.01</math>) und bei den Messzeitpunkt (<math>F(6,11) = 21, P &lt; 0.01</math>)</li> <li>Es gab einen Interaktionseffekt</li> </ul>	<p><b>Wie interpretieren die Forschenden die Ergebnisse?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verschiedene Hauptergebnisse unterstützen die Hypothese, dass das MIP bei chronischen CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten effizienter ist als herkömmliche Therapieformen: <ul style="list-style-type: none"> <li>grosser Interventionseffekt für Schmerz und Schwellung</li> <li>nach dem Crossover zeigte die Kontrollgruppe einen ähnlichen Effekt</li> <li>6 Wochen nach der Intervention erfüllten ca. 50% die Diagnosekriterien für CRPS Typ I nicht mehr</li> </ul> </li> <li>Es gab eine grosse Korrelation zwischen Reaktionszeit und Dauer der CRPS Symptome. Dies bestätigt das veränderte Körperschema bei CRPS Typ I</li> </ul> <p><b>Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten</b></p>

<p>des zentralen Nervensystems, obwohl auch das periphere Nervensystem betroffen ist</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten zeigen sowohl eine verminderte Repräsentation im primären somatosensorischen Kortex als auch ein verändertes Körperschema</li> <li>• Spiegeltherapie zeigte sich als teilweise erfolgreich in der Akutphase von CRPS Typ I. In der chronischen Phase dagegen wirkte Spiegeltherapie nicht, resp. verschlimmernd</li> </ul> <p><b>Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwickeln einer Behandlungsmöglichkeit von CRPS Typ I in</li> </ul>	<p><b>(physiologische Messungen, Beobachtungen, schriftliche Befragungen, Interview,..?)</b>  Schriftliche Befragungen: Geschlecht, Händigkeit, betroffene Seite, Medikamente, Alter, bisherige Behandlungen, Dauer der Symptome, Schmerz (NPS)  Physiologische Messung: Fingerumfang (als Grösse für Schwellung)  Beobachtungen: Reaktionszeit bei Links-Rechts-Erkennung</p> <p><b>Wie häufig wurden Daten erhoben?</b>  Alle Daten zu Beginn der Studie (Woche 0)  Schmerz, Fingerumfang und Reaktionszeit 2, 4, 6, 12, 24 Wochen nach Beginn der Intervention</p> <p><b>Welche Messinstrumente wurden verwendet? (Begründung)</b>  Fingerumfang: Messband  Schmerz: NPS (neuropathic pain scale)  Reaktionszeit: Matlab</p> <p><b>Welche Intervention wird getestet?</b>  GMI: graded motor imagery (6 Wochen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Links-Rechts-Diskriminierung (2 Wochen)</li> <li>• Bewegungsvisualisierung (2 Wochen)</li> <li>• Gespiegelte Bewegung (2 Wochen)</li> </ul> <p><b>Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf?</b>  Geschlecht: nominal  Alter: proportional  Händigkeit: nominal  Betroffene Seite: nominal  Bisherige Behandlungen: nominal  Medikamente: nominal  Dauer der Symptome: proportional  Schmerz: intervall  Fingerumfang: proportional  Reaktionszeit: proportional</p> <p><b>Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet</b>  t-tests, MANOVA, Scheffé-Test, NNT (Number Needed to Treat)</p>	<p>zwischen Gruppe und Messzeitpunkt (<math>F(4, 11) = 11, P &lt; 0.01</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es gab eine signifikante Verbesserung in allen drei Variablen (Schmerz, Schwellung, Reaktionszeit) durch die MIP, welche mindestens 6 Wochen anhielt.</li> <li>• Der NNT (95% KI) um den NPS Score um 50% zu reduzieren betrug 3 (1.4–10.1)</li> <li>• Die Reduktion in der Reaktionszeit wurde geschah vor allem in der ersten Phase der MIP</li> <li>• In der Kontrollgruppe gab es keine signifikanten Unterschiede. Nach dem Crossover in die MIP gab es aber nach mindestens 6 Wochen eine signifikante Reduktion in allen drei Variablen.</li> </ul> <p><b>Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es gab einen Haupteffekt bei den Gruppen (<math>F(1, 11) = 57, P &lt; 0.01</math>) und eine Effektgrösse von ca.</li> </ul>	<p><b>beantwortet werden?</b>  Die Ergebnisse bestätigen grösstenteils die Hypothese, dass sequentielle MIP eine effektivere Therapieform für Menschen mit chronischem CRPS Typ I ist als herkömmliche Therapieformen.</p> <p><b>Werden Limitationen genannt?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Generalisierbarkeit der Studie ist durch die homogene Population und grosse Anzahl Ausschlusskriterien limitiert. Die Studie müsste mit einer heterogeneren Population repliziert werden.</li> <li>• Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer konnten nicht blind in die Gruppen eingeteilt werden. Zudem war die Intervention eher neu und das Training intensiv. Es könnte also zu einem Systemeffekt gekommen sein.</li> <li>• Die vielleicht zu kurze Periode um eine Aussage zu einem Langzeiteffekt zu machen. Obwohl vergleichbare Studien eine gleich lange Periode wählten, wäre eine längere Messperiode sinnvoller.</li> </ul> <p><b>Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen?</b>  Die Studie wird mit anderen CRPS Typ I Studien, aber auch mit Studien mit ähnlichen</p>
--	---	---	---

<p>der chronischen Phase</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Hypothese ist, dass eine reine Bewegungsvorstellung auch kortikale Repräsentation aktivieren kann</li> </ul>	<p><b>Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt?</b> P&lt;0.05</p> <p><b>Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Massnahmen durchgeführt?</b> Eine schriftliche Einverständniserklärung wurde im Vorfeld von allen Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Studie eingeholt.</p> <p><b>Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden?</b> Alle Vorgehensweisen wurden vom institutional research ethics committee zugelassen und waren mit der Declaration of Helsinki konform.</p>	<p>25 Punkten in der NPS.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dieser Interventions-effekt wurde durch die Kontrollgruppe repliziert.</li> </ul> <p><b>Weden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen,, Grafiken)?</b> Textform, Tabellen und Grafiken</p>	<p>Therapieansätzen aber anderen Krankheitsbildern verglichen. Dabei kommt man zum Schluss, dass es wohl zwei Hauptunterschiede gibt. Einerseits versucht man durch Bewegungsvorstellung alleine auf den primär-motor Kortex Einfluss zu nehmen, während man im späteren Verlauf der Therapie Einfluss auf den prä-motor Kortex nimmt. Dieser sequentielle Unterschied sei wichtig und Voraussetzung für eine effiziente Behandlung von CRPS Typ I.</p>
--	---	---	---

**Tabelle B: Zusammenfassung der Studie von Moseley (2006), anhand des AICA-Rasters**

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p><b>Um welches Problem handelt es sich?</b> Behandlung von pathologischen Schmerzen durch GMI (graded motor imagery)</p> <p><b>Was ist die Forschungsfrage bzw. das Ziel der Studie?</b> Reduziert GMI Schmerz und Invalidität bei einer grösseren CRPS I Population und bei Menschen mit Phantomschmerzen</p>	<p><b>Um welches Design handelt es sich?</b> Single blind RCT mit Messwiederholung (6 Monate)</p> <p><b>Wie wird das Design begründet?</b> Wird nicht begründet</p> <p><b>Um welche Population handelt es sich?</b> Keine Angaben über die Population</p> <p><b>Welches ist die Stichprobe? (Wer, wieviel, Charakterisierungen?)</b> 37 CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten 5 BPAI (Brachial Plexus Avulsion Injury) Patienten 9 Amputationspatienten (mit Phantomschmerzen) 32 weibliche Probandinnen 19 männliche Probanden</p> <p><b>Wie wurde die Stichprobe gezogen? (probability sampling? Non-probability?)</b> Non probability sampling</p> <p><b>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet?</b></p>	<p><b>Welche Ergebnisse werden präsentiert?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Keine signifikante Unterschiede vor den Interventionen zwischen den beiden Gruppen (P&gt;0.50 für alle)</li> <li>Nach 6 Wochen: Haupteffekt für Schmerz bei den Gruppen (B = -1.298, p = 0.002). Die Schmerz-reduktion bei der Interventionsgruppe betrug im Durchschnitt 23.4 mm (16.2–30.4 mm), bei der Kontrollgruppe 10.5 mm (1.9–19.2 mm) auf der 100-mm-VAS-Skala.</li> <li>Nach 6 Wochen: Haupteffekt für Funktionseinschränkung bei den</li> </ul>	<p><b>Wie interpretieren die Forschenden die Ergebnisse?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verschiedene Hauptergebnisse unterstützen die Hypothese, dass das GMI bei CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten mit Phantomschmerzen effizienter ist als herkömmliche Therapieformen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- grosser Interventionseffekt für Schmerz und Funktionseinschränkung</li> <li>- nach dem Crossover</li> </ul> </li> </ul>



<p>?</p> <p><b>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CRPS Typ I ist ein pathologisches Schmerz Syndrom</li> <li>• Die Pathophysiologie des CRPS ist noch nicht gut erforscht. Es werden sowohl zentrale als auch periphere Unterschiede und Auffälligkeiten festgestellt.</li> <li>• Sowohl bei CRPS Typ I als auch Phantomschmerzen werden</li> </ul> <p><b>Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Replizieren der Studie von Moseley (2004) mit einer grösseren, resp. heterogeneren</li> </ul>	<p>Ein-und Ausschlusskriterien werden beschrieben und angewendet.</p> <p><b>Gibt es verschiedene Studiengruppen?</b> Kontrollgruppe: 25 Probanden/Probandinnen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 Wochen herkömmliche Behandlung</li> <li>• 19 CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten</li> <li>• 2 BPAI Patienten</li> <li>• 4 Amputationspatienten</li> </ul> <p>Interventionsgruppe: 25 Probanden Probandinnen (1 Dropout)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 Wochen MIP (motor imagery program)</li> <li>• 17 CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten</li> <li>• 3 BPAI Patienten</li> <li>• 5 Amputationspatienten</li> </ul> <p><b>Welche Art von Daten wurde erhoben? (physiologische Messungen, Beobachtungen, schriftliche Befragungen, Interview,..?)</b> Schriftliche Befragungen: Geschlecht, Funktionseinschränkung (function NRS), Schmerz (VAS; visual analogie scale und MPQ; MacGill Pain Questionnaire) Klinische Assessments: Diagnosekriterien CRPS I, Symptome Phantomschmerzen</p> <p><b>Wie häufig wurden Daten erhoben?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vor der Intervention (Woche 0)</li> <li>• Nach der Intervention (Ende Woche 6)</li> <li>• 6 Monate nach der Intervention</li> </ul> <p><b>Welche Messinstrumente wurden verwendet? (Begründung)</b> Schmerz: MPQ mit VAS Funktionseinschränkung: function NRS</p> <p><b>Welche Intervention wird getestet?</b> GMI: graded motor imagery (6 Wochen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Links-Rechts-Diskriminierung (2 Wochen)</li> <li>• Bewegungsvisualisierung (2 Wochen)</li> <li>• Gespiegelte Bewegung (2 Wochen)</li> </ul>	<p>Gruppen (<math>B = 1.532</math>, <math>p = 0.001</math>). Die Reduktion der Funktionseinschränkung bei der Interventionsgruppe betrug im Durchschnitt 2.2 Punkte (1.3–3.0 Punkte), bei der Kontrollgruppe 0.6 Punkte (0.2–1.0 Punkte) auf der 0–10 NRS Skala.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nach 6 Monaten: Haupteffekt für Schmerz bei den Gruppen (<math>B = -2.07</math>, <math>p = 0.001</math>). Die Schmerzreduktion bei der Interventionsgruppe betrug im Durchschnitt 32.1 mm (23.8–40.3 mm), bei der Kontrollgruppe 11.6 mm (2.4–20.7 mm) auf der 100-mm-VAS-Skala.</li> <li>• Nach 6 Monaten: Haupteffekt für Funktionseinschränkung bei den Gruppen (<math>B = 2.18</math>, <math>p = 0.001</math>). Die Reduktion der Funktionseinschränkung bei der Interventionsgruppe betrug im Durchschnitt 3.7 Punkte (2.7–4.6 Punkte), bei der Kontrollgruppe 1.5 Punkte (1–2.2 Punkte) auf der 0–10 NRS Skala</li> <li>• Der NNT (95% KI) um den VAS-Score um 50% zu reduzieren betrug nach der Intervention 3 (2–6)</li> <li>• Der NNT (95% KI) um den VAS-Score um 50% zu reduzieren betrug nach der Intervention 3 (2–6), nach 6 Monaten 2 (1–5)</li> <li>• Der NNT (95% KI) um den</li> </ul>	<p>zeigte die Kontrollgruppe einen ähnlichen Effekt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 Monate nach der Intervention konnten die Messergebnisse repliziert werden</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die weniger klare Schmerzreduktion schreiben die Forschenden der homogeneren Patientengruppe zu.</li> </ul> <p><b>Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden?</b> Die Ergebnisse bestätigen grösstenteils die Hypothese, dass GMI eine effektivere Therapieform für Menschen mit chronischem CRPS Typ I ist als herkömmliche Therapieformen. Zudem bestätigten sich die Ergebnisse in einer homogeneren Patientengruppe als in bisherigen Studien.</p> <p><b>Werden Limitationen genannt?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Da CRPS Typ I durch Symptome und klinische Zeichen diagnostiziert werde, sei der Effekt bei einer homogeneren Gruppe kleiner. Möglicherweise wirke GMI nicht bei allen Arten von CRPS Typ I gleich effizient.</li> <li>• Um genauere Aussagen zur Wirkungsweise von GMI bei CRPS Typ I</li> </ul>
--	---	--	---

<p>Probandengruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anwendbarkeit von GMI bei Patientinnen und Patienten mit Phantomschmerzen darstellen</li> </ul>	<p><b>Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf?</b>          Geschlecht: nominal          Schmerz: intervall          Funktionseinschränkung: intervall</p> <p><b>Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet</b>          t-tests, ANCOVA, lineare Regression, NNT</p> <p><b>Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt?</b>          P&lt;0.05</p> <p><b>Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Massnahmen durchgeführt?</b>          Eine schriftliche Einverständniserklärung wurde im Vorfeld von allen Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Studie eingeholt.</p> <p><b>Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden?</b>          Alle Vorgehensweisen wurden vom institutional research ethics committee zugelassen und waren mit der Declaration of Helsinki konform.</p>	<p>function NRS um 4 Punkte zu reduzieren betrug nach der Intervention 4 (2–11), nach 6 Monaten 2 (1–5)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Der NNT (95% KI) für beide Kriterien betrug nach der Intervention 4 (2–17), nach 6 Monaten 3 (2–4)</li> </ul> <p><b>Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Haupteffekt für Schmerz und Funktionseinschränkung. Die durchschnittliche (95% KI) Reduktion in Schmerz (100 mm VAS) betrug bei der Interventionsgruppe 23.4 mm und bei der Kontrollgruppe 10.5 mm. Der Effekt bei der Funktionseinschränkung war ähnlich.</li> <li>Die Effekte zeigten sich auch bei der Messwiederholung nach 6 Monaten</li> </ul> <p><b>Weden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen,, Grafiken)?</b>          Textform, Tabellen und Grafiken</p>	<p>machen zu können, müssten Studien mit verschiedenen Arten von CRPS Typ I gemacht werden.</p> <p><b>Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen?</b>          Die Ergebnisse werden verglichen mit anderen Studien, welche GMI und CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten untersucht haben. Zudem werden die Ergebnisse mit Studien verglichen, welche andere Interventionen (z. B. Spiegeltherapie und Studien mit Medikamenten wie Antidepressiva) untersuchten.</p>
---	---	--	---

**Tabelle C: Zusammenfassung der Studie von Walz et al. (2013), anhand des AICA-Rasters**

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p><b>Um welches Phänomen handelt es sich?</b> Einfluss von GMI auf die kortikale Repräsentation der jeweiligen Extremität</p> <p><b>Wie ist das Phänomen beschrieben, definiert und mit Literatur erläutert?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1–3% der Patienten entwickeln nach einer Handgelenk Verletzung CRPS Typ I</li> <li>• CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten leiden an sensorischen Störungen, welche nicht alleine mit der Schwellung erklärbar sind</li> <li>• Die betroffene Hand ist bei CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten</li> </ul>	<p><b>Um welchen Ansatz/ welches Design handelt es sich?</b> Fallbericht</p> <p><b>Wie wird die Wahl des Ansatzes/das Design begründet?</b> Wird nicht begründet</p> <p><b>Um welche Population handelt es sich?</b> CRPS Typ I Patienten</p> <p><b>Welches ist die Stichprobe? (Wer, wieviel, Charakterisierungen?)</b> Eine CRPS Typ I Patientin und eine passende Kontrollperson</p> <p><b>Wie wurde die Stichprobe gezogen? (probability sampling? Non-probability?)</b> Non-probability</p> <p><b>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet?</b> Die Patientin wurde anhand ihrer Diagnose (CRPS Typ I) und der Dauer der Symptome (42 Monate) ausgewählt. Die Kontrollperson wurde anhand des Geschlechts und des Alters der Patientin ausgewählt.</p> <p><b>Gibt es verschiedene Studiengruppen?</b> Eine Patientin, eine Kontrollperson.</p> <p><b>Welche Strategie/Vorgehensweisen wurde bei der Datenerhebung angewendet? (Interview, Beobachtung, Fokus Gruppe, Schriftstücke ...?)</b> Die Patientin nahm an einem 6-wöchigen GMI-Programm teil. Zwischen den jeweiligen Teilen des Programms wurde eine fMRI Messung sowohl bei der Patientin wie auch bei der Kontrollperson durchgeführt. Dabei wurde sowohl ME als auch MR getestet. MR heisst „motor recognition“ (motorisches Erkennen) und beinhaltet die Links-Rechts-Diskriminierung wie sie von Moseley (2006) beschrieben wird. ME heisst „motor execution“ (motorische Ausführung) und beinhaltet das Ausführen von Bewegung. Gemessen wurde ME anhand eines standardisierten dynamisch-isometrischen Griffkrafttests, welcher mithilfe einer Vortestung der Patientin/Kontrollperson angepasst wurde. Für MR wurde Reaktionsgeschwindigkeit und Genauigkeit bei Links-Rechts-Diskriminierung Aufgaben</p>	<p><b>Was sind die Ergebnisse? Themen, Kategorien, gemeinsamen Elemente, Konzepte, Modelle etc.?</b> Schmerz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl der Ruheschmerz als auch der bewegungsabhängige Schmerz der Patientin konnte im Verlauf des GMI-Programms stark reduziert werden. Vor dem Programm betrug der Ruheschmerz 8.5 cm (10 cm VAS) und der belastungsabhängige Schmerz 9,4 cm. Direkt nach dem GMI-Programm waren beide unter 1 cm, nach 6 Monaten beide immer noch unter 5 cm.</li> <li>• Die Kontrollperson meldete während den Messungen keinerlei Schmerzen</li> </ul> <p>ME (motorische Ausführung):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Kontrollperson zeigte keine grossen Abweichungen (BOLD magnitude) in den ROIs (S1/S2)</li> </ul>	<p><b>Wie beurteilen die Forschenden selber die Ergebnisse?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl der Ruheschmerz als auch der Belastungsschmerz konnten bei der Patientin nachhaltig (6 Monate) um fast die Hälfte reduziert werden. Dies trotz der Tatsache, dass das GMI-Programm nach 6 Wochen beendet war und die Patientin dadurch mehr als 4 Monate keine GMI Therapie erhielt.</li> <li>• Die Schmerzen sind in etwa im gleichen Masse zurückgegangen wie die Veränderungen in der kortikalen Repräsentation von S1 und S2, der diskriminierenden Schmerzverarbeitung.</li> <li>• Zudem wurde weder in der nicht betroffenen Hand noch bei der Kontrollperson relevante Unterschiede gemessen.</li> <li>• Aus diesen drei Ergebnissen schliessen die Forschenden, dass die Veränderung in S1 und S2 auf die Intervention zurückzuführen ist.</li> </ul> <p><b>Wie beleuchten oder</b></p>

<p>im primären sensorischen Kortex kleiner repräsentiert als die nicht betroffene Hand, resp. als bei Personen ohne CRPS Typ I</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>GMI bietet eine Therapieform welche die Wiederherstellung der kortikalen Repräsentation als Ziel hat.</li> </ul> <p><b>Wie lautet die Forschungsfrage?</b> Wie ist der Effekt von GMI auf die kortikale Repräsentation der betroffenen Extremität eines CRPS-Typ-I-Patienten?</p> <p><b>Welches Ziel, welcher Zweck des Forschungsvorhabens wird benannt?</b> Da die Mechanismen von GMI bei CRPS Typ I noch nicht erklärt</p>	<p>gemessen. ROIs („regions of interest“, Regionen von Interesse) beim fMRI waren für ME affektive Schmerzverarbeitungsregionen (anteriore Insula/ACC) und deskriminative Schmerzverarbeitungsregionen (primärer somatosensorischer Kortex S1/ sekundärer somatosensorischer Kortex S2). ROIs für MR waren der primäre somatomotorische Kortex und der posteriore Parietallappen. Zudem wurden Schmerzen anhand einer visuellen Analogskala (VAS 10 cm) und einem Schmerztagebuch sowohl bei der Patientin als auch bei der Kontrollperson erhoben.</p> <p><b>Wie häufig wurden Daten erhoben?</b> Das Schmerztagebuch wurde von der Patientin und der Kontrollperson zweimal täglich (Ruheschmerz/ Belastungsschmerz) sowohl während des GMI Programms als auch während der 6-monatigen Folgezeit geführt. Schmerzen mittels VAS wurden vor jeder Therapieeinheit (Patientin) und vor jeder fMRI Aufzeichnung gemessen. Das fMRI wurde fünf Mal aufgezeichnet. Vor dem GMI Programm, nach jeder der drei Phasen und nach 6 Monaten.</p> <p><b>Wie wurden die Daten verarbeitet?</b> Die fMRI Daten wurden anhand des SPM8 analysiert. Übrige Daten (ME/MR/Schmerz) wurden mit SPSS analysiert.</p> <p><b>Wie wird der gewählte qualitative Ansatz mit der entsprechenden methodischen Vorgehensweise durch die Forschenden selber diskutiert?</b> Die Forschenden wählten den Ansatz eines Fallberichts um Aussagen über die kortikale Repräsentation von Schmerz und Bewegungen bei CRPS Typ I zu machen. Dazu wurden intensive Tests mit einer dementsprechenden Menge an Daten gewonnen, welche in einer quantitativen Studie in diesem Ausmass nicht möglich gewesen wären.</p> <p><b>Inwiefern nehmen die Forschenden Stellung zur Qualität der Datenanalyse?</b> Keine explizite Stellungnahme. Impliziert jedoch durch die oben Erwähnten Ausführungen.</p> <p><b>Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Massnahmen durchgeführt?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Patientin zeigte sowohl in S1 als auch in S2 reduzierte Aktivität (BOLD magnitude)</li> <li>Weder ACC noch anteriore Insula zeigten bei keinem Unterschiede resp. Abweichungen über die Zeit</li> <li>Die ME Leistung bei der Patientin wurde im Laufe der 6 Monate um 115% gesteigert</li> </ul> <p>MR (motorisches Erkennen):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bei beiden gab es keine relevanten Unterschiede in der Genauigkeit der MR (beide erreichten fast 100%)</li> <li>Bei der Messung vor dem GMI Programm zeigten beide Aktivität im superior-posterioren und inferioren Parietallappen, Occipitallappen, rechter primärer Motokortex und rechter Präfrontallappen.</li> <li>Die Aktivität im linken posterioren Parietallappen (PPC) war bei der Patientin erhöht und konnte im Laufe der Messungen</li> </ul>	<p><b>erklären die Ergebnisse das Phänomen?</b> Die Forschenden nehmen Bezug auf die Schmerzen verursachende Veränderung der kortikalen Repräsentation von S1 und S2. Weshalb nur die diskriminierende Schmerzareale und nicht die affektiven Schmerzareale verändert würden können die Forschenden nicht erklären.</p> <p><b>Wie kann aufgrund der Daten die Forschungsfrage beantwortet werden?</b> Alle Ergebnisse/Messdaten sprechen dafür, dass GMI Einfluss auf die kortikale Repräsentation der jeweiligen Extremität hat.</p> <p><b>Wie stehen die Ergebnisse zu bereits existierenden Forschungsliteratur in Bezug?</b> Die Effektivität von GMI bei CRPS Typ I war nicht direkt Gegenstand dieser Forschung und wurde zudem bereits in anderen Studien belegt. Die Ergebnisse kollaborieren die Theorie eines veränderten Körperschemas (body matrix) bei CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten.</p> <p><b>Welche Implikationen für die Praxis, Theorien und zukünftige Forschung sind beschrieben?</b> Es ist ein RCT des</p>
--	---	--	---

<p>werden können, versuchen die Forschenden den Effekt von GMI auf die kortikale Repräsentierung bei CRPS Typ I mit Hilfe von fMRI zu untersuchen.</p>	<p>Von beiden Teilnehmerinnen wurde eine schriftliche Einverständniserklärung eingeholt.  <b>Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden?</b>          Die lokale Ethikkommission hat die Studie bewilligt.</p>	<p>um einen Drittel reduziert werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>M1 zeigte bei beiden keine signifikante Aktivität.</li> </ul> <p><b>Wie sind die Ergebnisse präsentiert? (Zitate, Paradigmfälle, Teilnehmergeschichten)</b>          Textform, Tabellen und Grafiken.</p>	<p>vorliegenden Studiendesigns nötig um die Ergebnisse zu validieren.</p>
--	--	--	---

**Tabelle D: Zusammenfassung der Studie von Lagueux et al. (2012), anhand des AICA-Rasters**

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p><b>Um welches Problem handelt es sich?</b>            Anwendbarkeit von GMI, resp. mGMI auf akute CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten</p> <p><b>Was ist die Forschungsfrage bzw. das Ziel der Studie?</b>            Ist die modifizierte GMI Therapie bei akuten CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten effektiv?            Kann Schmerz und Funktion (Griffstärke) durch mGMI verbessert werden?</p> <p><b>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CRPS wird von der IASP definiert und gilt allgemein als neuropathisches</li> </ul>	<p><b>Um welches Design handelt es sich?</b>            Interventionsstudie mit pre-post Messwiederholung</p> <p><b>Wie wird das Design begründet?</b>            Mit dem Design soll das mGMI-Programm evaluiert werden</p> <p><b>Um welche Population handelt es sich?</b>            CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten der östlichen Stadtteile von Quebec CA (Centre Hospitalier Universitaire de Sherbrooke, CHUS) zwischen Januar und Oktober 2010</p> <p><b>Welches ist die Stichprobe? (Wer, wieviel, Charakterisierungen?)</b>            7 CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten zwischen 34 und 57 Jahren            6 weiblich, Rechtshänder            1 männlich, Rechtshänder            3 dominante (rechte) Seite betroffen            4 nicht dominante (linke) Seite betroffen</p> <p><b>Wie wurde die Stichprobe gezogen? (probability sampling? Non-probability?)</b>            Non probability sampling</p> <p><b>Wird die Auswahl der Teilnehmenden</b></p>	<p><b>Welche Ergebnisse werden präsentiert?</b>  <i>Schmerz:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Es gab eine tendenzielle Abnahme der Schmerzen bezüglich der SF-MPQ Messungen von T0 bis T4 (<math>17.29 \pm 11.63</math> bis <math>7.17 \pm 7.68</math>; <math>P = 0.058</math>)</li> <li>Es gab einen signifikanten Unterschied der Schmerzintensität (VAS) zwischen T0 (<math>43.86 \pm 22.36</math>) und T4 (<math>20.50 \pm 23.31</math>) der letzten 7 Tage (<math>P = 0.046</math>)</li> <li>Bei der PPI-Messung (present pain intensity) wurde kein Unterschied resp. Abnahme gefunden</li> </ul>	<p><b>Wie interpretieren die Forschenden die Ergebnisse?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schmerzintensität gemessen durch VAS wurde signifikant reduziert. Die PPI Messung war dagegen nicht signifikant. Die Forscher vermuten, dass dies an der Tatsache liegt, dass der VAS viel sensibler auf Veränderung ist.</li> <li>Der fehlende Effekt bei der subjektiven Funktion (DASH) schreiben die Forschenden unter anderem der Tatsache zu, dass viele CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten sich zu wenig zutrauen würden.</li> <li>Die Griffstärke konnte zwar um fast 50% gesteigert werden, lag aber immer noch 50% unter der Griffstärke der</li> </ul>

<p>Schmerzsyndrom</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CRPS entsteht meist nach Verletzungen oder Operationen am Handgelenk, wobei die Schwere der Verletzung und die Schwere der Symptome nicht korrelieren</li> <li>• Die Ätiologie ist wenig bekannt. Klar ist, dass es zu abnormalen Entzündungsreaktionen, vasomotorischer Dysfunktion sowie maladaptiver Neuroplastizität kommt</li> <li>• Spiegeltherapie zeigt sich als effektiv bei akuten, GMI bei chronischen CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten</li> </ul> <p><b>Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuch zu zeigen, dass das modifizierte GMI bei akuten CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten effizient ist</li> <li>• Forschung bezüglich GMI soll dabei helfen, das GMI Programm in Dosierung, Sequenz und Dauer genauer zu definieren und für die Praxis anwendbar</li> </ul>	<p><b>beschrieben und begründet?</b> Ein-und Ausschlusskriterien werden beschrieben und angewendet.</p> <p><b>Gibt es verschiedene Studiengruppen?</b> Nein. Nur eine Patientengruppe.</p> <p><b>Welche Art von Daten wurde erhoben? (physiologische Messungen, Beobachtungen, schriftliche Befragungen, Interview,..?)</b> Schriftliche Befragungen: soziodemografische Daten (Geschlecht, Ausbildung ...), medizinische Informationen, subjektive Funktionseinschränkung (DASH), Schmerz (VAS, PPI und SF-MPQ), subjektive Veränderung (PGIC), Physiologische Messungen: Griffstärke (mmHg auf Martin Vigorimeter)</p> <p><b>Wie häufig wurden Daten erhoben?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• T0: vor der Intervention</li> <li>• T1–4: nach jeder Phase der Intervention</li> </ul> <p><b>Welche Messinstrumente wurden verwendet? (Begründung)</b> Schmerz: SF-MPQ, PPI (present pain intensity) und VAS Funktionseinschränkung: DASH, PGIC Griffstärke: Martin Vigorimeter</p> <p><b>Welche Intervention wird getestet?</b> Modifizierte GMI: 4 Phasen à 1–3 Wochen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Links-Rechts-Diskriminierung</li> <li>• Bewegungsvisualisierung mit Spiegel</li> <li>• Gespiegelte Bewegung der nicht-betroffenen Hand</li> <li>• Gespiegelte Bewegung beider Hände</li> </ul> <p><b>Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf?</b> Geschlecht: nominal Schmerz (VAS/SF-MPQ): intervall Funktionseinschränkung (DASH): intervall</p>	<p><i>Subjektive Funktion (DASH):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es gab kein signifikanter Unterschied zwischen T0 und T4 bei der DASH (Behinderung an Arm, Schulter, Hand). Der Unterschied von T0 zu T4 lag bei 8.99 Punkten, wobei der Unterschied bei DASH erst ab 10.2 signifikant ist.</li> </ul> <p><i>Griffstärke:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Griffstärke der betroffenen Extremität wurde von T0 (11.78 ± 9.02) zu T4 (28.90 ± 13.10) signifikant gesteigert (P = 0.042)</li> </ul> <p><i>Subjektive Veränderung (PGIC = Patient's global impression of change):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keiner der Patienten gab eine Verschlechterung der Symptome an.</li> <li>• Nach T4 gaben 50% der Patienten eine grosse Verbesserung („much improved condition“) und 33% eine sehr grosse Verbesserung („very much improved condition“) an. Diese subjektive Veränderung war statistisch signifikant (P = 0.015).</li> </ul> <p><b>Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie?</b></p>	<p>betroffenen Hand. In diesem Ergebnis sehen die Forschenden eine weitere Erklärung für den fehlenden Effekt bei der subjektiven Funktion.</p> <p><b>Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden?</b> Das Ziel, mGMI bei akuten CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten anzuwenden wurde erreicht. Durch die Funktionsverbesserung und die Schmerzreduktion durch mGMI ist der erste Schritt zur Evaluation erreicht.</p> <p><b>Werden Limitationen genannt?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Ergebnisse sind nur für die definierte Population (nicht-chronische CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten nach Verletzung der oberen Extremität) generalisierbar durch die hohe Homogenität der Stichprobe.</li> <li>• Die Studie hat eine sehr kleine Stichprobe und keine Kontrollgruppe. Zudem wurden die Patienten nur von einer medizinischen Institution ausgewählt. Es liegt also möglicherweise eine Selektionsbias vor.</li> <li>• Medikamentöse Behandlungen, welche parallel zur Intervention liefen wurden lediglich dokumentiert aber nicht kontrolliert.</li> </ul> <p><b>Werden die Ergebnisse mit</b></p>
--	--	--	---

<p>machen.</p>	<p>Subjektive Veränderung (PGIC): intervall Griffstärke (mmHg): proportional  <b>Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet</b>          Deskriptive Statistik, Mann-Whitney Test und Chi-Quadrat Test  <b>Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt?</b>          P&lt;0.05  <b>Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Massnahmen durchgeführt?</b>          Eine schriftliche Einverständniserklärung wurde im Vorfeld von allen Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Studie eingeholt.  <b>Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden?</b>          Alle Vorgehensweisen wurden von der Ethikkommission des Centre de Recherche Clinique Etienne-LeBels der CHUS zugelassen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signifikanter Unterschied der Schmerzintensität der letzten 7 Tagen (VAS) zwischen T0 und T4.</li> <li>• Signifikanter Unterschied der Griffstärke zwischen T0 und T4.</li> </ul> <p><b>Werden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen,, Grafiken)?</b>          Textform, Tabellen und Grafiken</p>	<p><b>ähnlichen Studien verglichen?</b>          Der grösste Unterschied bei der Schmerzreduktion wurde zwischen Phase 2 und 3 gemessen. Spiegeltherapie scheint also in GMI eine grosse Rolle zu spielen. Die VAS Ergebnisse entsprechen den Resultaten von Moseley (2006), obwohl sich die Ergebnisse für subjektive Funktionseinschränkung (DASH) nicht replizieren lassen. Grund dafür sehen die Forschenden in der Tatsache, dass in anderen Studien individuelle Aufgaben ausgewählt wurden und nicht standardisierte (wie beim DASH). Im Allgemeinen kommen die Forschenden zum Schluss dass Spiegeltherapie per se nicht besser zu sein scheint als kombiniert mit Motor Imagery.</p>
----------------	--	---	---

Tabelle E: Zusammenfassung der Studie von Johnson et al. (2012), anhand des AICA-Rasters

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p><b>Um welches Problem handelt es sich?</b> Es gibt gute Evidenz für die Wirksamkeit von GMI in einer klinischen Umfeld, jedoch keine Evidenz für den klinischen Praxisgebrauch</p> <p><b>Was ist die Forschungsfrage bzw. das Ziel der Studie?</b> Die Wirksamkeit des GMI in der klinischen Praxisumfeld festzustellen</p> <p><b>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einfluss von peripheren und zentralen Störung bei CRPS</li> <li>- Präsentation der Evidenz von GMI im Umfeld mit Bezug auf diverse Studien</li> </ul>	<p><b>Um welches Design handelt es sich?</b> Clinical Audit</p> <p><b>Wie wird das Design begründet?</b> Um die Wirksamkeit von GMI im praktischen Setting zu untersuchen</p> <p><b>Um welche Population handelt es sich?</b> Patienten mit CRPS, aus zwei verschiedenen neuropathischen/rheumatischen Spitälern und die Ein-/Ausschlusskriterien erfüllten. Center 1 (CR1) ist das Walton Centre National Health Service Foundation Trust Hospital, Spital welches auf neuropathische Patienten spezialisiert ist. Center 2 (CR2) ist das Royal National Hospital for Rheumatic Diseases</p> <p><b>Welches ist die Stichprobe? (Wer, wieviel, Charakterisierungen?)</b> Patienten mit CRPS CR1: Wurden im Zeitraum 48 Patienten für GMI ausgewählt, 7 analysiert CR2: Wurden im Zeitraum 27 Patienten für GMI ausgewählt, 11 analysiert</p> <p><b>Wie wurde die Stichprobe gezogen? (probability sampling? Non-probability?)</b> Non probability sampling</p> <p><b>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet?</b> CR1: Patienten mit CRPS im Zeitraum Januar 2008 und Mai 2009 Einschlusskriterien: - Diagnose von anhand von Diagnosekriterien von Bruehl et al. (2007) - Zeitraum von Überweisung durch Arzt und Behandlungsstart &lt;4 Wochen Ausschlusskriterien: - Spontane Besserung des Zustands - Wohnort zu weit entfernt vom Spital - fehlendes Interesse an Physiotherapie/Ergotherapie - schwere psychische Beeinträchtigung - Patienten mit vorhandenen Rückenmarksstimulatoren oder wenn einer vorgesehen ist - Wenn sie Komponenten von GMI in einem anderen Setting erhalten</p>	<p><b>Welche Ergebnisse werden präsentiert?</b> 7 Patienten hatten eine 2-Punkte- oder 30%-Abnahme der Schmerzen CR1: -Durchschnittliche Schmerzen anhand NRS: Baseline 7.0, nach Abschluss 6.5 -stärkste Schmerzintensität signifikant gesenkt von 9 auf 8 NRS - signifikante Funktionsverbesserung gemessen mit BPI CR2: -Durchschnittliche Schmerzen anhand NRS: Baseline 5.7, nach Abschluss 5.5 - keine signifikante Senkung der stärksten Schmerzintensität - keine signifikante Funktionsverbesserung gemessen mit BPI</p> <p><b>Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie?</b> - keine Änderung der durchschnittlichen Schmerzintensität über beide Gruppen - Statistisch signifikante</p>	<p><b>Wie interpretieren die Forschenden die Ergebnisse?</b> Sie betonen, dass ihre Studienergebnisse stark von den vorherigen klinischen Studien von Moseley abweichen. Sie erklären sich dies, aufgrund der Realität naheren Behandlung in ihrer Studie. Die Therapeuten hatten weniger Kontakt zu den Probanden und die Probanden berichteten, dass es für sie nicht möglich war die Elemente von GMI stündlich durchzuführen. Zusätzlich vermuten die Autoren, dass auch bei ihrer Studie der Einfluss von anderen Therapeutischen Behandlungen eine Wechselwirkung mit dem GMI erzeugt haben könnte, welche im Moment noch nicht verstanden wird.</p> <p><b>Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden?</b></p>



<p>- Effekt der GMI auf kortikaler Ebene</p> <p><b>Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet?</b></p> <p>Bisher wurde die Evidenz im klinischen Umfeld von GMI sehr gut erforscht. Die Autoren möchten jedoch den Nutzen des GMI im praktischen Spitalumfeld erforschen, da sich dieser vom klinischen Umfeld in folgenden Punkten unterscheidet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schmerzmanagement</li> <li>-Patientenzugang</li> <li>-Auswahl und Teilnahme an der Reha</li> <li>-Fachwissen des Therapeuten</li> <li>-Arbeitsplan</li> <li>- medizinische Beratung und Interventionen</li> </ul>	<p>oder erhalten haben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geplante Operation an der betroffenen Extremität</li> <li>- keinen Computerzugang</li> </ul> <p>CR2: Patienten mit CRPS und einem zwei wöchigen Rehabilitationsaufenthalt in der Klinik</p> <p>Einschlusskriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagnose von anhand von Diagnosekriterien von Bruehl et al. (2007)</li> <li>- Rehabilitationsaufenthalt von zwei Wochen</li> <li>- Bestandener Screening Test auf jede Phase des GMI</li> </ul> <p>Ausschlusskriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nicht bestandener Screening Test</li> </ul> <p><b>Gibt es verschiedene Studiengruppen?</b></p> <p>Studiengruppe 1 im CR1: 7 Probanden mit GMI Intervention</p> <p>Studiengruppe 2 im CR2: 11 Probanden mit GMI Intervention</p> <p><b>Wie häufig wurden Daten erhoben?</b></p> <p>Die Daten im CR1 wurden an folgenden Zeitpunkten erhoben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vor Behandlungsstart (Baseline)</li> <li>- Am Start jeder Behandlungsstufe</li> <li>- Am Ende des Programms</li> </ul> <p>Die Daten im CR2 wurden an folgenden Zeitpunkten erhoben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vor Behandlungsstart (Baseline)</li> <li>- Am Ende des Programms</li> </ul> <p><b>Welche Messinstrumente wurden verwendet? (Begründung)</b></p> <p>CR1+CR2: Brief Pain Inventory (BPI)</p> <p>Nur CR1: Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS)</p> <p><b>Welche Intervention wird getestet?</b></p> <p>GMI</p> <p><b>Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf?</b></p> <p>Alter: nominal</p> <p>Geschlecht: nominal</p> <p>NRS: ordinal</p> <p>Response Time (RT): proportional</p> <p>Function in BPI: ordinal</p> <p><b>Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet?</b></p> <p>ANOVA, Kolmogorov-Smirnoff test, Spearman's correlation coefficient for nonparametric data, t-test</p> <p><b>Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt?</b></p> <p>P&lt;0.05</p>	<p>Änderungen bei den stärksten Schmerzen gemessen mit der NRS im CR1</p> <p><b>Weden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen,, Grafiken)?</b></p> <p>Tabellen, Grafiken und Textform</p>	<p>Nicht direkt, da es grosse Unterschiede in den Resultaten gab. Einerseits zu vorherigen Studien und andererseits auch zwischen und innerhalb der Gruppen.</p> <p><b>Werden Limitationen genannt?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zu kleine Stichprobe</li> <li>- zu wenig Patientenkontakt</li> <li>- Wechselwirkung zwischen verschiedenen Behandlungen</li> </ul> <p><b>Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen?</b></p> <p>Ja mit Moseleys Studien und sie kritisieren einerseits Moseleys Studien und zeigen aber auch Lücken in ihrer eigenen Studie auf.</p>
--	---	---	---

	<p><b>Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Massnahmen durchgeführt? Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden?</b></p> <p>In Absprache mit dem lokalen Forschungsleiter und in Übereinstimmung mit dem National Research Ethics Service(NHS), wurde keine Genehmigung der Ethikkommission beantragt. Keine ethischen Fragen werden besprochen.</p>		
--	---	--	--

**Tabelle F: Zusammenfassung der Studie von Cacchio et al. (2009), anhand des AICA-Rasters**

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p><b>Um welches Problem handelt es sich?</b> Viele Therapiemassnahmen bei CRPS Typ I haben einen peripheren Ansatz, Pathogenese und Ätiologie von CRPS Typ I ist immer noch unklar</p> <p><b>Was ist die Forschungsfrage bzw. das Ziel der Studie?</b> Untersuchung der Effektivität von Spiegeltherapie auf</p>	<p><b>Um welches Design handelt es sich?</b> RCT</p> <p><b>Wie wird das Design begründet?</b> Wird nicht begründet</p> <p><b>Um welche Population handelt es sich?</b> Patienten mit der ersten Schlaganfall Episode, welche während Oktober 2000 und Dezember 2006 in ein bestimmte Rehabilitationszentrum eingewiesen wurden und danach die Ein-/Ausschlusskriterien erfüllten.</p> <p><b>Welches ist die Stichprobe? (Wer, wieviel, Charakterisierungen?)</b> Patienten nach dem ersten Schlaganfall in einem Rehabilitationszentrum mit einem CRPS Typ I 26 Frauen 22 Männer</p> <p><b>Wie wurde die Stichprobe gezogen? (probability sampling? Non-probability?)</b> Non probability sampling</p> <p><b>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet?</b></p>	<p><b>Welche Ergebnisse werden präsentiert?</b> - In Tabelle 1 werden die Ausgangswerte, welche vor Beginn der Studie gemessen wurden präsentiert. Sie zeigen keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen der Studien- und der Kontrollgruppe. - In Tabelle 2 wird der VAS-Score der Studiengruppe demjenigen der Kontrollgruppe gegenübergestellt. Aufgegliedert in Schmerz während der Bewegung, Schmerz in Ruhe und</p>	<p><b>Wie interpretieren die Forschenden die Ergebnisse?</b> Sie sagen ihre Studienergebnisse unterstützen stark die Hypothese, dass Spiegeltherapie signifikant die Schmerzwahrnehmung senken und die motorische Funktion der oberen Extremität bei Schlaganfallpatienten mit CRPS Typ I an der oberen Extremität steigern kann.</p> <p><b>Kann die Forschungsfrage</b></p>

<p>Schmerz und Funktion bei akuten Schlaganfallpatienten mit einem CRPS Typ I an der oberen Extremität.</p> <p><b>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definition CRPS Typ I und Symptome</li> <li>- Differenzierung zu CRPS Typ II</li> <li>- Effekt der Spiegeltherapie auf kortikaler Ebene</li> <li>- Vermutung: CRPS Typ I der oberen Extremitäten könnte bei einem CVI Folge der Störung kortikaler Mechanismen sein</li> </ul> <p><b>Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bisher wurden keine RCT's mit</li> </ul>	<p>Während Oktober 2000 und Dezember 2006 wurden in ein Rehasentrum 208 Patienten mit einer Hemiparese aufgrund eines Schlaganfalls eingeliefert. Diese wurden auf CRPS Typ I untersucht.</p> <p><b>Einschlusskriterien</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erste Episode eines einseitigen Schlaganfalls mit Hemiparese in den letzten 6 Monaten</li> <li>- Diagnose von CRPS Typ I anhand von Diagnosekriterien von Bruehl et al. (2007), mit Schmerzen &gt;4 auf der visuellen Analogskala</li> </ul> <p><b>Ausschlusskriterien</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ein intraartikuläre Gelenksinjektion in die betroffene Schulter während der letzten 6 Monate oder Verwendung von systemischen Kortikosteroiden während der letzten 4 Monate</li> <li>- Vorhandensein einer anderen Erklärung für den Schmerz</li> <li>- vorherige Operation entweder im Schulter- oder Nackenbereich</li> <li>- schwerwiegende unkontrollierte Krankheiten</li> <li>- globale Aphasie und kognitive Beeinträchtigungen</li> <li>- Sehbehinderungen, die die Ziele der Studie beeinträchtigen könnten</li> <li>- der Nachweis von Alkohol- oder Drogenmissbrauch</li> <li>- schwere Depressionen</li> </ul> <p><b>Gibt es verschiedene Studiengruppen?</b></p> <p>Kontrollgruppe: 24 Probanden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Placebo Spiegeltherapie und Konventionelle Schlaganfalltherapie</li> </ul> <p>Interventionsgruppen: 24 Probanden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spiegeltherapie und Konventionelle Schlaganfalltherapie</li> </ul> <p><b>Welche Art von Daten wurde erhoben? (physiologische Messungen, Beobachtungen, schriftliche Befragungen, Interview,..?)</b></p> <p>Die Daten wurden von einem unabhängigen Prüfer erhoben.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- VAS wurde mündlich erhoben (Interview)</li> <li>- WMFT gefilmt und ausgewertet (Beobachtung)</li> <li>- MAL mündlich erhoben (Interview)</li> </ul> <p><b>Wie häufig wurden Daten erhoben?</b></p> <p>Die Daten wurden an drei Zeitpunkten erhoben:</p> <p>(1)Vor Behandlungsstart, (2)1 Woche nach der ersten Behandlung, (3)nach 6 Monaten</p> <p><b>Welche Messinstrumente wurden verwendet? (Begründung)</b></p> <p>Schmerz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- VAS in Ruhe, in Bewegung und auf Allodynie, getestet mit drei Bürstenberührungen an Ort des maximalen Schmerzes</li> </ul>	<p>taktile Allodynie. Es werden jeweils alle drei Zeitpunkte der Datenerhebung dargestellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Im FA item score und im PT item score zeigten sich in der Studiengruppe eine signifikante Verbesserung nach der Behandlung und 6 Monate später. Wobei der FA item score in der Kontrollgruppe im gleichen Zeitraum signifikant schlechter wurde. Der PT item score wurde ebenfalls schlechter, jedoch nicht statistisch signifikant. Ebenfalls wurde eine statistisch signifikante Verbesserung im QOM vom MAL gefunden in der Studiengruppe. In der Kontrollgruppe wurden keine Veränderungen beobachtet.</li> </ul> <p><b>Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie?</b></p> <p>Signifikante Verbesserung auf der VAS von 8.7 (vor der Behandlung) auf 4.8 (6 Monate nach der Behandlung) in der Studiengruppe in Bezug auf Schmerzen während der Bewegung. Signifikante Verbesserung auf der VAS von 7.6 (vor</p>	<p><b>aufgrund der Daten beantwortet werden?</b></p> <p>Spiegeltherapie scheint einen signifikant positiven Einfluss auf das Outcome, bezüglich Schmerz und Funktion, bei Schlaganfall Patienten mit CRPS Typ I zu haben.</p> <p><b>Werden Limitationen genannt?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fehlender Nachweis von Hirnaktivität nach der Therapie unter Verwendung eines bildgebenden Verfahrens</li> <li>- Eine kurze Nachbeobachtungszeit um Langzeiteffekte der Spiegeltherapie zu erfassen und zu bewerten</li> <li>- Das Fehlen von Patienten, welche schon länger als ein Jahr CRPS Typ I haben</li> </ul> <p><b>Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen?</b></p> <p>Ihres Wissens war es die erste Studie, welche den Effekt von Spiegeltherapie auf Schlaganfallpatienten mit CRPS Typ I der oberen Extremität</p>
---	--	--	--

<p>einer Placebo Gruppe über die Effektivität von Spiegeltherapie bei Schlaganfallpatienten und einem CRPS Typ I in der oberen Extremität durchgeführt</p>	<p>Bewegung:  - Wolf Motor Function Test (WMFT)  FA Score: Qualität der Bewegung  PT Score: Geschwindigkeit der Bewegung in Sekunden  → Ausgewählt aufgrund der Validität und Reliabilität aus der Literatur  - Motor Activity Log (MAL)  Wieviel wurde die betroffene Extremität gebraucht  Quality of Movement (QOM): wie gut konnte sie gebraucht werden?  → Schlussendlich nur QOM für die Auswertung gebraucht, da die Literatur zeigt, dass der QOM einheitlicher und zuverlässiger ist als Menge des Gebrauchs  <b>Welche Intervention wird getestet?</b>  Beide Gruppen erhielten ein patientenspezifisches vierwöchiges Schlaganfallrehabilitationsprogramm, täglich eine Stunde. Zusätzlich in den ersten zwei Wochen täglich 30 Minuten und in Woche 3 und 4 eine Stunde Spiegeltherapie, wobei bei der Kontrollgruppe der Spiegel abgedeckt wurde.  <b>Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf?</b>  VAS: ordinal  WMFT: ordinal  QOM: ordinal  <b>Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet?</b>  ANOVA, Shaprio-Wilk test, Tukey post hoc comparison, t-test, <math>\chi^2</math>-test  <b>Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt?</b>  P&lt;0.01  <b>Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Massnahmen durchgeführt?</b>  <b>Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden?</b>  Vor der Einschreibung in die Studie, wurde von allen Patienten eine schriftliche Einwilligung eingeholt. Gemäss den Autoren entsprechen die Verfahren der Studie den ethischen Standards des lokalen Ethikkomitees und der „Declaration of Helsinki“.  Keine ethischen Fragen werden besprochen.</p>	<p>der Behandlung) auf 4.7 (6 Monate nach der Behandlung) in der Studiengruppe in Bezug auf Schmerzen in Ruhe.  <b>Weden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen, Grafiken)?</b>  Tabellen und Textform</p>	<p>untersucht hat. Vergleiche werden gezogen mit der Studie von Altschuler et al., welche die Verbesserung des Bewegungsausmass und der Geschwindigkeit der Armbewegung bei Schlaganfallpatienten durch Spiegeltherapie zeigt. Und anderen Studien, welche jedoch auch keinen Bezug zu CRPS Typ I haben.</p>
--	---	---	--

**Tabelle G: Zusammenfassung der Studie von Vural et al. (2016), anhand des AICA-Rasters**

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p><b>Um welches Problem handelt es sich?</b> Durch die verminderte Mortalitätsrate nach CVI haben die Komplikationen nach einem Schlaganfall vor allem auch CRPS Typ I zugenommen.</p> <p><b>Was ist die Forschungsfrage bzw. das Ziel der Studie?</b> Untersuchung des Effekts von Spiegeltherapie auf Funktion, Spastik und Schmerzintensität bei hemiplegischen Patienten nach erstmaligem Schlaganfall mit einem CRPS Typ I an der oberen Extremität.</p> <p><b>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Immer kleinere Mortalitätsrate nach CVI und die damit verbundenen Komplikationen nach einem CVI</li> <li>- Definition CRPS Typ I und Symptome</li> <li>- Differenzierung zu</li> </ul>	<p><b>Um welches Design handelt es sich?</b> RCT</p> <p><b>Wie wird das Design begründet?</b> Wird nicht begründet</p> <p><b>Um welche Population handelt es sich?</b> Patienten mit Hemiplegie nach erstmaligem Schlaganfall, welche während November 2011 und September 2012 in ein bestimmtes Rehabilitationszentrum eingewiesen.</p> <p><b>Welches ist die Stichprobe? (Wer, wieviel, Charakterisierungen?)</b> 30 hemiplegische Patienten nach erstmaligem Schlaganfall in einem Rehabilitationszentrum mit einem CRPS Typ I</p> <p>Kontrollgruppe 15 Studiengruppe 15</p> <p><b>Wie wurde die Stichprobe gezogen? (probability sampling? Non-probability?)</b> Non probability sampling</p> <p><b>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet?</b> Während November 2011 und September 2012 wurden in ein Rehabilitationszentrum 150 Patienten mit einer Hemiparese aufgrund eines Ersten Schlaganfalls eingeliefert. 112 wurden ausgeschlossen, weil kein CRPS Typ I gemäss den Diagnosekriterien von Veldman et al. (1993) vorhanden war. Weitere wurden aufgrund der Ausschlusskriterien ausgeschlossen und 30 blieben übrig.</p> <p>Einschlusskriterien; - erste Episode eines Schlaganfalls mit Hemiplegie in den letzten 12 Monaten diagnostiziert durch einen Neurologen - Vorhandensein von CRPS Typ I in der dystrophischen Stufe - Mini Mental State Examination Score &gt;23</p> <p>Ausschlusskriterien: - instabiler medikamentöser Status - Sehbehinderung - Schulterluxation - Schultereinjektion in den letzten 6 Monaten - Vorhandensein eines Neglect - Andere Erklärung für den Schmerz</p>	<p><b>Welche Ergebnisse werden präsentiert?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- In Tabelle 1 werden die Basis-Charakteristika der beiden Gruppen verglichen</li> <li>- In Tabelle 2 Gegenüberstellung der zwei Gruppen in Bezug auf die klinischen Assessments an den jeweiligen Messpunkten</li> </ul> <p><b>Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Der Vergleich der Basis-Charakteristika hat keinen signifikanten Unterschied der Gruppen gezeigt</li> <li>- In der Studiengruppe fanden sich signifikante Verbesserung für die Brunnstrom recovery stages, FIM und VAS</li> <li>- In der Kontrollgruppe zeigten sich nur signifikante Verbesserungen im FIM und in der VAS</li> <li>- In der Studiengruppe</li> </ul>	<p><b>Wie interpretieren die Forschenden die Ergebnisse?</b> Die Studienergebnisse unterstützen ihre Hypothese, dass Spiegeltherapie signifikant die Schmerzwahrnehmung senken und motorische Funktion der oberen Extremität bei Schlaganfallpatienten mit CRPS Typ I an der oberen Extremität steigern kann. Sie verweisen auf andere Studien, unter anderem auch auf jene von Cacchio et al. (2009)</p> <p><b>Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden?</b> Die Studie zeigt, dass Schlaganfallpatienten mit CRPS Typ I mit der zusätzlichen Spiegeltherapiebehandlung signifikante Verbesserungen bezüglich Funktion und Schmerz</p>

<p>CRPS Typ II</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Effekt der Spiegeltherapie auf kortikaler Ebene</li> <li>- Vermutung: CRPS Typ I der oberen Extremitäten könnte bei einem CVI Folge der Störung kortikaler Mechanismen sein</li> </ul> <p><b>Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kleine Anzahl von Studien, welche den Effekt von Spiegeltherapie auf hemiplegische Patienten mit CRPS Typ I befasst haben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwesenheit einer progressiven Störung des ZNS</li> <li>- Funktionsstörung an der Hand in der Vergangenheit</li> </ul> <p><b>Gibt es verschiedene Studiengruppen?</b> Kontrollgruppe: 15 Probanden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Konventionelle Schlaganfalltherapie</li> </ul> <p>Interventionsgruppen: 15 Probanden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spiegeltherapie</li> <li>- Konventionelle Schlaganfalltherapie</li> </ul> <p><b>Welche Art von Daten wurde erhoben? (physiologische Messungen, Beobachtungen, schriftliche Befragungen, Interview,..?)</b> Die Daten wurden von einem unabhängigen Prüfer erhoben.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- VAS (mündlich)</li> <li>- Brunnstorm recovery stages (Beobachtung)</li> <li>- Fugl-Meyer Assessment (Beobachtung)</li> <li>- FIM (Beobachtung)</li> <li>- Modified Ashworth Scale (Beobachtung, Palpation)</li> </ul> <p><b>Wie häufig wurden Daten erhoben?</b> Die Daten wurden an drei Zeitpunkten erhoben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vor Behandlungsstart</li> <li>- nach 4 Wochen Behandlung</li> </ul> <p><b>Welche Messinstrumente wurden verwendet? (Begründung)</b> Schmerz: - VAS aktueller Schmerz Motorik: - Brunnstorm recovery stages - Fugl-Meyer Assessment (FMA) - FIM - Modified Ashworth Scale</p> <p><b>Welche Intervention wird getestet?</b> Beide Gruppen erhielten ein konventionelles vierwöchiges Schlaganfallrehabilitationsprogramm, fünf Tage in der Woche je ca 2–4h. Die Studiengruppe erhielt zusätzlich 30 Minuten Spiegeltherapie pro Tag, wobei bei die Kontrollgruppe keine zusätzliche Therapie erhielt.</p> <p><b>Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- VAS (ordinal)</li> <li>- Brunnstorm recovery stages (ordinal)</li> <li>- Fugl-Meyer Assessment (ordinal)</li> </ul>	<p>waren die Verbesserungen jedoch signifikanter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine der beiden Gruppen zeigte eine Verbesserung im MAS</li> <li>- Zusätzlich wurde eine signifikant kürzere Hospitalisationszeit bei der Studiengruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe entdeckt</li> </ul> <p><b>Weden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen,, Grafiken)?</b> Tabellen und Textform</p>	<p>verglichen mit der Kontrollgruppe zeigen. Spiegeltherapie ist nicht invasiv, nicht teuer und einfach in der Anwendung.</p> <p><b>Werden Limitationen genannt?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine Verwendung bildgebender Verfahren zur Darstellung der Neuroplastizität</li> <li>- nur zwei Evaluationszeitpunkte, keine follow-up</li> <li>- andere CRPS typische Symptome wie Allodynie, Ödem etc. nicht gemessen</li> <li>- psychologische Erhebung fehlt, auch der psychologische Effekt von Spiegeltherapie</li> </ul> <p><b>Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen?</b> Ja sie vergleichen ihre Studie mit anderen unter anderem auch mit jener von Cacchio et al. (2009) und sie sehen ganz klare Parallelen.</p>
---	--	---	---

	<p>- FIM (ordinal) - Modified Ashworth Scale (ordinal)</p> <p><b>Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet?</b> Shapiro-Wilk test, t test, Mann-Whitney U test, chi-square, Fischer exact test, Wilcoxon signed-rank test</p> <p><b>Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt?</b> P&lt;0.05</p> <p><b>Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Massnahmen durchgeführt?</b> <b>Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden?</b> Alle Teilnehmer haben eine schriftliche Einverständniserklärung abgegeben. Diese Studie entspricht der „Declaration of Helsinki“. Das Forschungsprotokoll wurde von der lokalen Ethikkommission genehmigt. Keine ethischen Fragen werden besprochen.</p>		
--	--	--	--

## PEDro-Skala

Tabelle H: Analyse PEDro-Skala

Studie	Moseley (2004)	Moseley (2006)	Cacchio et al. (2009)	Vural et al. (2016)
1. Ein- und Ausschlusskriterien	Ja	Ja	Ja	Ja
2. Randomisierte Gruppenzuteilung	Ja	Ja	Ja	Ja
3. Verborgene Gruppenzuteilung	Ja	Ja	Ja	Ja
4. Gruppenähnlichkeit der prognostischen Indikatoren	Ja	Ja	Ja	Ja
5. Probanden/Probandinnen geblindet	Nein	Nein	Nein	Ja
6. Therapeuten/Therapeutinnen geblindet	Nein	Nein	Nein	Nein
7. Untersucher/Untersucherinnen geblindet	Nein	Ja	Ja	Ja
8. Zentrales Outcome gemessen bei >85% der Probanden jeder Gruppe	Ja	Ja	Ja	Ja
9. Behandlung erhalten oder „intention to treat“	Ja	Ja	Ja	Ja
10. Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche	Ja	Ja	Ja	Ja
11. Punkt- und Streuungsmasse	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Total</b>	<b>7/10</b>	<b>8/10</b>	<b>8/10</b>	<b>9/10</b>



## PEDro-skala – Deutsch

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

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

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

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

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

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

### Hinweise zur Handhabung der PEDro scale:

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

<sup>1)</sup> Der Begriff Hazard Ratio (Risikoquotient) wird auch in der deutschen medizinischen Fachliteratur verwendet. Die Hazard Ratio ist der Quotient aus den Eintrittswahrscheinlichkeiten (Ereignisdichten) in den zu vergleichenden Gruppen.

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

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

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

## Letts&Law-Tabellen

**Tabelle I: Letts & Law (2007) zur Beurteilung von Johnson et al. (2012)**

<p><b>ZWECK DER STUDIE</b> Wurde der Zweck der Studie klar formuliert? <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>	<p>Es gibt gute Evidenz für die Wirksamkeit von GMI in einem klinischen Umfeld, jedoch keine Evidenz für den klinischen Praxisgebrauch. Ziel der Studie ist es, die Wirksamkeit des GMI in der klinischen Praxisumfeld festzustellen.</p>
<p><b>LITERATUR</b> Wurde die relevante Hintergrundliteratur dargestellt? <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>	<p>Bisher wurde die Evidenz im klinischen Umfeld von GMI sehr gut erforscht. Die Autoren möchten jedoch den Nutzen des GMI im praktischen Spitalumfeld erforschen, da sich dieser vom klinischen Umfeld in folgenden Punkten unterscheidet: Schmerzmanagement, Patientenzugang, Auswahl und Teilnahme an der Reha, Fachwissen des Therapeuten, Arbeitsplan, medizinische Beratung und Interventionen</p>
<p><b>DESIGN</b> Welches Design wurde verwendet? <input checked="" type="checkbox"/> andere</p>	<p>Das Design war ein Clinical Audit um die Anwendbarkeit in der Praxis zu überprüfen. Das Design ist richtig ausgewählt, wobei ein Vergleich mit Kontrollgruppen, welche die zu untersuchende Intervention nicht machte. So gab es nur zwei Interventionsgruppen.</p>
<p>Verwendete Methode(n): <input type="checkbox"/> Beobachtung <input type="checkbox"/> Interviews <input type="checkbox"/> Dokumentenprüfung <input type="checkbox"/> Fokusgruppe <input checked="" type="checkbox"/> andere</p>	<p>Es wurden anhand verschiedener Messinstrumente Daten erhoben. Brief Pain Inventory (BPI) für Schmerzen und Funktion Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) für psychische Faktoren.</p>
<p><b>STICHPROBE</b> Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben? Wurde die Stichprobengröße begründet? <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>	<p>Patienten mit CRPS, aus zwei verschiedenen neuropathischen/rheumatischen Spitälern und die Ein-/Ausschlusskriterien erfüllten. Center 1 (CR1) ist das Walton Centre National Health Service Foundation Trust Hospital, Spital welches auf neuropathische Patienten spezialisiert ist. Center 2 (CR2) ist das Royal National Hospital for Rheumatic Diseases</p>
<p>Wurde eine schriftliche Einwilligung abgegeben? <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> nicht erwähnt</p>	<p>In Absprache mit dem lokalen Forschungsleiter und in Übereinstimmung mit dem National Research Ethics Service(NHS), wurde keine Genehmigung der Ethikkommission beantragt.</p>
<p><b>DATENERHEBUNG</b> <b>Deskriptive Deutlichkeit</b> Klare und komplette Beschreibung von: Standort: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Probanden: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Rolle der Forschenden und Beziehung mit den Probanden: <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein Identifikation der Annahmen und Voreingenommenheit der Forschenden: <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein</p>	<p>Die Datenerhebung und Intervention wird detailliert beschrieben und die Messinstrumente der Messvariablen genau beschrieben.</p> <p>Auf die Rolle der Therapeuten und Therapeutinnen oder der Untersuchenden wurde nicht eingegangen.</p> <p>Über die Voreingenommenheit wurde nicht gesprochen. Die Therapeuten wussten, dass die Patientinnen und Patienten Teil eines Clinical Audits waren.</p>
<p><b>DATENANALYSE</b> <b>Analytische Güte</b> War die Datenanalyse induktiv?</p>	<p>Die statistische Auswertung der Daten wird genau beschrieben. Die Ergebnisse sind im AICA-Raster aufgeführt.</p> <p>Aufgrund der Auswertung handelt es sich um eine deduktive</p>

<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein Reflektierten die Ergebnisse die Datenlage? <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Datenanalyse. Dies entspricht aber dem Sinne eines Clinical Audits. Die Nachvollziehbarkeit der Datenanalyse war gegeben.
<b>Theoretische Verbindung</b> Wurden die Ergebnisse mit dem theoretischen Hintergrund verknüpft? <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Die Ergebnisse wurden mit den theoretischen Grundlagen im Diskussionsteil verknüpft.
<b>ALLGEMEINE GÜTE</b> Gab es Hinweise zu den vier Gütekriterien? Glaubwürdigkeit <input checked="" type="checkbox"/> ja Übertragbarkeit <input checked="" type="checkbox"/> nein Zuverlässigkeit <input checked="" type="checkbox"/> ja Beweisbarkeit <input checked="" type="checkbox"/> ja	Aufgrund des Designs und der Stichprobenauswahl (Population) ist die Übertragbarkeit auf eine andere Population nicht gegeben. Die restlichen Gütekriterien sind erfüllt.
<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND IMPLIKATIONEN</b> Waren die Schlussfolgerungen mit den Ergebnissen vereinbar? <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Haben die Ergebnisse zur Entwicklung zukünftiger Forschung / praktischer Anwendbarkeit beigetragen? <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Die Schlussfolgerungen entsprachen den Ergebnissen. Diese wurden auch mit Ergebnissen anderen Studien verglichen und mögliche Ursachen der Unterschiede diskutiert. Durch die praktische Anwendung von GMI im klinischen Alltag wurden gewisse Hürden und Probleme dieser Intervention ersichtlich. Diese werden vor allem verglichen mit den Ergebnissen aus Studien in einem wissenschaftlichen Setting.

**Tabelle J: Letts & Law (2007) zur Beurteilung von Walz et al. (2013)**

<b>ZWECK DER STUDIE</b> Wurde der Zweck der Studie klar formuliert? <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Das Ziel der Studie war, den Einfluss von GMI auf die kortikale Repräsentation der jeweiligen Extremität zu untersuchen. Da die Mechanismen von GMI bei CRPS Typ I noch nicht erklärt werden können, versuchen die Forschenden den Effekt von GMI auf die kortikale Repräsentation bei CRPS Typ I mit Hilfe von fMRI zu untersuchen.
<b>LITERATUR</b> Wurde die relevante Hintergrundliteratur dargestellt? <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	1–3% der Patienten entwickeln nach einer Handgelenk Verletzung CRPS Typ I. CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten leiden an sensorischen Störungen, welche nicht alleine mit der Schwellung erklärbar sind. Die betroffene Hand ist bei CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten im primären sensorischen Kortex kleiner repräsentiert als die nicht betroffene Hand, resp. als bei Personen ohne CRPS Typ I. GMI bietet eine Therapieform welche die Wiederherstellung der kortikalen Repräsentation als Ziel hat.
<b>DESIGN</b> Welches Design wurde verwendet? <input checked="" type="checkbox"/> andere	Es handelt sich um einen Fallbericht einer CRPS Typ I Patientin, welche mit fMRI auf kortikale Veränderungen untersucht wird. Zudem wird eine Kontrollperson verwendet.
Verwendete Methode(n): <input type="checkbox"/> Beobachtung <input type="checkbox"/> Interviews <input type="checkbox"/> Dokumentenprüfung <input type="checkbox"/> Fokusgruppe <input checked="" type="checkbox"/> andere	Das Schmerztagebuch wurde von der Patientin zweimal täglich (Ruheschmerz/ Belastungsschmerz) sowohl während des GMI Programms als auch während der 6-monatigen Folgezeit geführt. Schmerzen mittels VAS wurden vor jeder Therapieeinheit (Patientin) und vor jeder fMRI Aufzeichnung gemessen. Das fMRI wurde fünf Mal aufgezeichnet. Vor dem GMI Programm, nach jeder der drei Phasen und nach 6 Monaten.
<b>STICHPROBE</b>	Die Patientin wurde anhand ihrer Diagnose (CRPS Typ I) und der

<p>Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben? Wurde die Stichprobengröße begründet? <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>	<p>Dauer der Symptome (42 Monate) ausgewählt. Die Kontrollperson wurde anhand des Geschlechts und des Alters der Patientin ausgewählt. Aufgrund des grossen Aufwands einer fMRI-Studie wurde auf ein RCT Design verzichtet. Dies soll aber in Zukunft geschehen.</p>
<p>Wurde eine schriftliche Einwilligung abgegeben? <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>	<p>Von beiden Teilnehmerinnen wurde eine schriftliche Einverständniserklärung eingeholt.  Die lokale Ethikkommission hat die Studie bewilligt.</p>
<p><b>DATENERHEBUNG</b> <b>Deskriptive Deutlichkeit</b> Klare und komplette Beschreibung von: Standort: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Probanden: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Rolle der Forschenden und Beziehung mit den Probanden: <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein Identifikation der Annahmen und Voreingenommenheit der Forschenden: <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein</p>	<p>Die Datenerhebung und Intervention wird detailliert beschrieben und die Messinstrumente der Messvariablen genau beschrieben.  Auf die Rolle der Therapeuten und Therapeutinnen oder der Untersuchenden wurde nicht eingegangen.  Über die Voreingenommenheit wurde nicht gesprochen. Die Therapeuten wussten, dass die Patientinnen Teil einer Fallstudie waren.</p>
<p><b>DATENANALYSE</b> <b>Analytische Güte</b> War die Datenanalyse induktiv? <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein Reflektierten die Ergebnisse die Datenlage? <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>	<p>Die statistische Auswertung der Daten wird genau beschrieben. Die Ergebnisse sind im AICA-Raster aufgeführt.  Aufgrund der Auswertung handelt es sich um eine deduktive Datenanalyse. Dies entspricht aber dem Sinne einer Fallstudie.  Die Nachvollziehbarkeit der Datenanalyse war gegeben.</p>
<p><b>Theoretische Verbindung</b> Wurden die Ergebnisse mit dem theoretischen Hintergrund verknüpft? <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>	<p>Die Ergebnisse wurden mit den theoretischen Grundlagen im Diskussionsteil verknüpft.</p>
<p><b>ALLGEMEINE GÜTE</b> Gab es Hinweise zu den vier Gütekriterien? Glaubwürdigkeit <input checked="" type="checkbox"/> ja Übertragbarkeit <input checked="" type="checkbox"/> nein Zuverlässigkeit <input checked="" type="checkbox"/> ja Beweisbarkeit <input checked="" type="checkbox"/> ja</p>	<p>Aufgrund des Designs (Fallstudie) und der Stichprobenauswahl (Population) ist die Übertragbarkeit auf eine andere Population nicht gegeben.  Die restlichen Gütekriterien sind erfüllt.</p>
<p><b>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND IMPLIKATIONEN</b> Waren die Schlussfolgerungen mit den Ergebnissen vereinbar? <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Haben die Ergebnisse zur Entwicklung zukünftiger Forschung / praktischer Anwendbarkeit beigetragen? <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>	<p>Die Schlussfolgerungen entsprachen den Ergebnissen. Diese wurden auch mit Ergebnissen anderer Studien verglichen und mögliche Ursachen der Unterschiede diskutiert.  Durch den Nachweis kortikaler Reorganisation von GMI bei einer CRPS Typ I Patientin hat die Studie Einfluss auf die Entwicklung zukünftiger Forschung.</p>

**Tabelle K: Letts & Law (2007) zur Beurteilung von Lagueux et al. (2012)**

<p><b>ZWECK DER STUDIE</b>          Wurde der Zweck der Studie klar formuliert?  <input checked="" type="checkbox"/> ja  <input type="checkbox"/> nein</p>	<p>Thema der Studie ist die Anwendbarkeit von GMI, resp. mGMI auf akute CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten. Es ergaben sich zwei Fragen.          Ist die modifizierte GMI Therapie bei akuten CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten effektiv?          Kann Schmerz und Funktion (Griffstärke) durch mGMI verbessert werden?</p>
<p><b>LITERATUR</b>          Wurde die relevante Hintergrundliteratur dargestellt?  <input checked="" type="checkbox"/> ja  <input type="checkbox"/> nein</p>	<p>CRPS wird von der IASP definiert und gilt allgemein als neuropathisches Schmerzsyndrom. CRPS entsteht meist nach Verletzungen oder Operationen am Handgelenk, wobei die Schwere der Verletzung und die Schwere der Symptome nicht korrelieren. Die Ätiologie ist wenig bekannt. Klar ist, dass es zu abnormalen Entzündungsreaktionen, vasomotorischer Dysfunktion sowie maladaptiver Neuroplastizität kommt. Spiegeltherapie zeigt sich als effektiv bei akuten, GMI bei chronischen CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten</p>
<p><b>DESIGN</b>          Welches Design wurde verwendet?  <input checked="" type="checkbox"/> andere</p>	<p>Es handelt sich um eine Fallserie von CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten in der akuten Phase.</p>
<p>Verwendete Methode(n):  <input type="checkbox"/> Beobachtung  <input type="checkbox"/> Interviews  <input type="checkbox"/> Dokumentenprüfung  <input type="checkbox"/> Fokusgruppe  <input checked="" type="checkbox"/> andere</p>	<p>Es wurden anhand verschiedener Messinstrumente Daten für die Variablen Schmerz und Funktion (Griffstärke) erhoben.          Schmerz: SF-MPQ, PPI (present pain intensity) und VAS          Funktionseinschränkung: DASH, PGIC          Griffstärke: Martin Vigorimeter</p>
<p><b>STICHPROBE</b>          Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?          Wurde die Stichprobengröße begründet?  <input type="checkbox"/> ja  <input checked="" type="checkbox"/> nein</p>	<p>CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten der östlichen Stadtteile von Quebec CA (Centre Hospitalier Universitaire de Sherbrooke, CHUS) zwischen Januar und Oktober 2010          7 CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten zwischen 34 und 57 Jahren          6 weiblich, Rechtshänder          1 männlich, Rechtshänder          3 dominante (rechte) Seite betroffen          4 nicht dominante (linke) Seite betroffen</p>
<p>Wurde eine schriftliche Einwilligung abgegeben?  <input checked="" type="checkbox"/> ja  <input type="checkbox"/> nein</p>	<p>Eine schriftliche Einverständniserklärung wurde im Vorfeld von allen Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Studie eingeholt.          Alle Vorgehensweisen wurden von der Ethikkommission des Centre de Recherche Clinique Etienne-LeBels der CHUS zugelassen.</p>
<p><b>DATENERHEBUNG</b>  <b>Deskriptive Deutlichkeit</b>          Klare und komplette Beschreibung von:          Standort: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein          Probanden: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein          Rolle der Forschenden und Beziehung mit den Probanden:  <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein          Identifikation der Annahmen und Voreingenommenheit der Forschenden:  <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein</p>	<p>Die Datenerhebung und Intervention wird detailliert beschrieben und die Messinstrumente der Messvariablen genau beschrieben.           Auf die Rolle der Therapeuten und Therapeutinnen oder der Untersuchenden wurde nicht eingegangen.           Über die Voreingenommenheit wurde nicht gesprochen. Die Therapeuten wussten, dass die Patientinnen und Patienten Teil eines Clinical Audits waren.</p>
<p><b>DATENANALYSE</b>  <b>Analytische Güte</b>          War die Datenanalyse induktiv?  <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein</p>	<p>Die statistische Auswertung der Daten wird genau beschrieben. Die Ergebnisse sind im AICA-Raster aufgeführt.           Aufgrund der Auswertung handelt es sich um eine deduktive Datenanalyse. Dies entspricht aber dem Sinne einer Fallserie.</p>

<p>Reflektierten die Ergebnisse die Datenlage?  <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>	<p>Die Nachvollziehbarkeit der Datenanalyse war gegeben.</p>
<p><b>Theoretische Verbindung</b>  Wurden die Ergebnisse mit dem theoretischen Hintergrund verknüpft?  <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>	<p>Die Ergebnisse wurden mit den theoretischen Grundlagen im Diskussionsteil verknüpft.</p>
<p><b>ALLGEMEINE GÜTE</b>  Gab es Hinweise zu den vier Gütekriterien?  Glaubwürdigkeit <input checked="" type="checkbox"/> ja  Übertragbarkeit <input checked="" type="checkbox"/> nein  Zuverlässigkeit <input checked="" type="checkbox"/> ja  Beweisbarkeit <input checked="" type="checkbox"/> ja</p>	<p>Aufgrund des Designs (Fallserie) und der Stichprobenauswahl (Population) ist die Übertragbarkeit auf eine andere Population nicht gegeben.</p> <p>Die restlichen Gütekriterien sind erfüllt.</p>
<p><b>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND IMPLIKATIONEN</b>  Waren die Schlussfolgerungen mit den Ergebnissen vereinbar?  <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein  Haben die Ergebnisse zur Entwicklung zukünftiger Forschung / praktischer Anwendbarkeit beigetragen?  <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>	<p>Die Schlussfolgerungen entsprachen den Ergebnissen. Diese wurden auch mit Ergebnissen anderen Studien verglichen und mögliche Ursachen der Unterschiede diskutiert.</p> <p>Durch die Anwendung einer modifizierten Version von GMI auf akute CRPS-Typ-I-Patientinnen und -Patienten haben die Forschenden neue Möglichkeiten für andere Populationen und zukünftige Forschung gegeben.</p>

## Wer braucht dieses Handout?

Dieses Handout ist für therapeutisches Fachpersonal der Physio- und Ergotherapie als Übersicht zur Anwendung von GMI gedacht.

## Wer braucht GMI?

Graded Motor Imagery – kurz GMI – wurde von einer Gruppe Forschender um Lorimer Moseley entwickelt. Angewendet werden kann es bei neuropathischen Schmerzen wie CRPS oder Phantomschmerzen.<sup>1</sup>

Der grosse Vorteil von GMI ist der graduelle Aufbau, der individuell angepasst werden kann. Von Seiten der Patientinnen und Patienten verlangt GMI grosse Compliance, da die Durchführung aufwendig und der Erfolg meist nicht sofort erkennbar ist.<sup>2,4</sup>

## Wie wirkt GMI?

Es wird angenommen, dass bei neuropathischen Schmerzen die kortikale Repräsentation motorischer Art, aber auch der Schmerzverarbeitung verändert ist. Daher versucht das Therapieprogramm GMI, diese veränderten Areale zu reorganisieren. Verbessert werden kann damit auch die Funktion der betroffenen Extremität.<sup>1,2,4</sup>

Dabei helfen graduelle Progression und sequentieller Ablauf von GMI, welche dementsprechend auch eingehalten werden sollten.<sup>3</sup>

## Was braucht es für GMI?

Ein weiterer Vorteil von GMI ist, dass die Durchführung nur wenige Hilfsmittel voraussetzt. Bilder von Extremitäten (am besten in digitaler Form), ein Spiegel sowie ein geeignetes Schmerzassessment als Verlaufszeichen reichen bereits. Gewisse kognitive und visuelle Fähigkeiten der Patientinnen und Patienten werden zudem vorausgesetzt.<sup>3</sup>

GMI	mGMI	Phase I	Phase 1	<p><b>Ablauf</b> GMI oder die modifizierte Version – mGMI – bestehen aus drei respektive vier Phasen.</p> <p><b>Links-Rechts-Diskriminierung</b> Mit Bildern von Extremitäten in verschiedenen Positionen müssen die Patientinnen oder Patienten so schnell wie möglich entscheiden, ob es sich um ein linkes oder rechtes Körperteil handelt.<sup>3</sup></p> <p><b>Bewegungsvorstellung</b> <b>mGMI:</b> Die betroffene Extremität befindet sich in der Spiegelbox. Die Patientinnen oder Patienten stellen sich vor, ihre betroffene Extremität dreimal in dieselbe Position zu bringen, welche das Bild vorgibt. Sie sollen sich dabei entweder auf das Spiegelbild oder die nicht betroffene Extremität fokussieren.<sup>2</sup> <b>GMI:</b> identisch, ohne Abdecken der betroffenen Extremität.<sup>3</sup></p> <p><b>Spiegeltherapie</b> Die betroffene Extremität befindet sich in der Spiegelbox. Die Patientinnen und Patienten führen die vorgegebene Bewegung zehnmal mit ihrer nicht betroffenen Extremität durch. Dabei bewegen sie die betroffene Extremität nicht.<sup>2</sup></p> <p><b>Spiegeltherapie</b> In der letzten Phase von GMI und mGMI werden beide Extremitäten gemäss dem vorgegebenen Bild zehnmal bewegt.<sup>2,3</sup></p>
Phase II	Phase 2	Phase III	Phase 3	
←	Phase 4	→		

## Wichtiges zu ...

**... Dosierung** Es wird empfohlen, die Übungen pro Tag stündlich durchzuführen, mindestens aber dreimal täglich.<sup>1,2,3</sup>

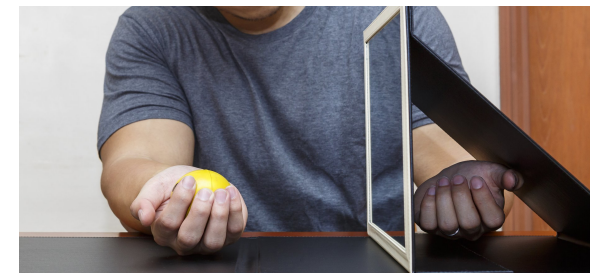
**... Progression** Die Bilder sind mit verschiedenen Schwierigkeitsstufen versehen. Zur nächsten Phase wird gewechselt, sobald sich die Schmerzen während der Durchführung nicht mehr verstärken.<sup>3</sup>

**... Degression** mGMI bietet eine weitere Möglichkeit zur Degression.<sup>2</sup> Es kann auch innerhalb einer Phase wieder zu einfacheren Bildern zurückgekehrt werden.<sup>3</sup>

**... ASTE** In einer neutralen Position am besten sitzend an einem Tisch.<sup>3</sup>

**... Abbruchkriterien** Sobald die Schmerzen weiter ansteigen, sollte in die vorhergehende Phase zurückgewechselt werden.<sup>2,3</sup>

**... Tools** Bilder zur Durchführung von GMI oder mGMI finden sich unter <http://www.noigroup.com/en/Category/BT> oder <http://www.gradedmotorimagery.com>. Dort können Patientinnen und Patienten auch eine App zur Durchführung auf ihre mobilen Geräte herunterladen.



Bildnachweis: <https://physios.rehab/products/mirror-box-therapy>

## Referenzen

- Moseley, G. L. (2006). Graded motor imagery for pathologic pain. A randomized controlled trial. *Neurology*, 67(12), 2129–2134.
- Lagueux, E., Charest, J., Lefrancois-Caron, E., Mauger, M. E., Mercier, E., Savard, K., & Tousignant-Laflamme, Y. (2012). Modified graded motor imagery for complex regional pain syndrome type 1 of the upper extremity in the acute phase: a patient series. *International Journal of Rehabilitation Research*, 35(2), 138–145.
- Moseley, G. L., Butler, D. S., Beames, T. B., & Giles, T. J. (2012). *The graded motor imagery handbook*. Noigroup publications.
- Mueller, J., & Senn, S. (2018). Ist GMI bei CRPS Typ I bezüglich des Leitsymptoms Schmerz besser geeignet als herkömmliche Therapieformen? *Bachelorarbeit ZHAW, Institut für Physiotherapie*.