

# Rehabilitative Therapie bei Armparese nach Schlaganfall

Th. Platz unter Mitarbeit von S. Roschka (systematische Literaturbewertung und Recherche)  
BDH-Klinik Greifswald GmbH

## 1 METHODISCHE HINWEISE

### 1.1 Methodik der systematischen Literatursuche und -bewertung

Eine Literaturrecherche war notwendig, um evidenzbasiert Therapie-Strategien (Auswahl von Therapien, Ableitungen von klinischen Entscheidungen) zu ermöglichen.

#### 1.1.1 Originalartikel

Es wurden Originalpublikationen von Studien, systematische Cochrane-Reviews sowie sonstige systematische Reviews und Metaanalysen berücksichtigt (s. u.). Um einen möglichst umfassenden Überblick über die Literatur zu haben und dabei die gleichen Bewertungsmaßstäbe für die Synthese der besten Evidenz zu haben, wurde eine Suche nach Originalliteratur als Hauptstrategie für die Erstellung der Therapie-LL gewählt.

Dafür wurden die Interventionsstudien gesucht, die Therapien für die Armmotorik (Schädigung, Aktivitätslimitierung) evaluieren und damit auch in diese Therapie-LL Eingang finden. Besonders relevant für die klinische Entscheidung sind dabei die Studien, die einen Therapieerfolg (Verbesserung) dokumentieren, davon wieder insbesondere diejenigen, die einen differentiellen Therapieeffekt dokumentieren.

Wegen der geringsten Gefahr der systematischen Verzerrung (»Bias«) der Abschätzung der Therapieeffekte wurden für die Entwicklung dieser Leitlinie nur randomisierte kontrollierte Studien verwendet (Englisch »RCT«, Deutsch »RKS«).

#### 1.1.2 Inhaltliche Fragestellung

##### Textdarstellung

Führt bei Patienten mit einem Schlaganfall und einer Armparese die rehabilitative Therapie (z. B. Physiotherapie, Ergotherapie, Akupunktur, Elektrostimulation, Robot-assistierte Therapie, Biofeedback-Therapie, Medikation) in unterschiedlicher »Dosierung« (z. B. »Augmented exercise therapy time«) oder bei unterschiedlichen Inhalten zu einer Reduktion der Parese, einer Verbesserung der aktiven Bewegungsfähigkeit und Kraft sowie der Armfunktion?

Bei der Bewertung der Literatur wurde neben der skizzierten »Kernfrage« auch berücksichtigt, ob die rehabilitative Therapie unerwünschte Nebenwirkungen (z. B. Schmerz) hat oder einen

Einfluss auf Komplikationen der Parese wie z. B. passive Motilität hat, die im Sinne der Voraussetzungen für den Erfolg einer Therapie, die auf aktive Funktion ausgerichtet ist, relevant sind.

##### PICO-Darstellung

<b>P</b> Patientencharakteristika	Führt bei Patienten mit einem Schlaganfall und einer Armparese
<b>I</b> Intervention	die eine spezifische rehabilitative Therapie (Physiotherapie, Ergotherapie, Akupunktur, Elektrostimulation, Robot-assistierte Therapie, Biofeedback-Therapie, Medikation)
<b>C</b> Comparison	in unterschiedlicher »Dosierung« (z. B. »augmented exercise therapy time«) oder bei unterschiedlichen Inhalten
<b>O</b> Outcome	zu einer Reduktion der Parese, einer Verbesserung der aktiven Bewegungsfähigkeit und Kraft sowie der Armfunktion?

#### 1.1.3 Suchalgorithmus

[Search algorithm based on (relevant highest level) Medical Subject Headings and other MeSH and keywords that had been used by previous related systematic reviews]

##### PICO-Darstellung

<b>P</b> Patientencharakteristika	(Cerebrovascular Accident OR Stroke OR cerebrovascular disorders) AND (Upper Extremity OR arm)
<b>I</b> Intervention	AND (Rehabilitation OR Physical Therapy Modalities OR Biofeedback OR Durable Medical Equipment OR Occupational therapy OR exercise therapy OR physiotherapy OR therapy)
<b>C</b> Comparison	
<b>O</b> Outcome	

##### Textdarstellung

(Cerebrovascular Accident OR Stroke OR cerebrovascular disorders) AND (Upper Extremity OR arm) AND (Rehabilitation OR Physical Therapy Modalities OR Biofeedback OR Durable Medical Equipment OR Occupational therapy OR exercise therapy OR physiotherapy OR therapy)

Fields: All fields, limits: Human, Meta-Analysis

Fields: All fields, limits: Human, Randomized Controlled Trial

### 1.1.4 Selektionskriterien

Als Ausschlussgründe für die Einbeziehung von randomisierten kontrollierten Studien wurden a priori folgende Kriterien benannt:

- Keine Untersuchung beim Menschen (z. B. Tierexperiment)
- Keine randomisierte, kontrollierte Studie
- Keine Untersuchung, die Schlaganfallpatienten einschließt (Ausschließlichkeit ist nicht gefordert)
- Keine Untersuchung, die Schlaganfallpatienten mit Armparese einschließt (Ausschließlichkeit ist nicht gefordert)
- Keine rehabilitative Therapie (wie Physiotherapie, Ergotherapie, Akupunktur, Elektrostimulation, Robot-assistierte Therapie, Biofeedback-Therapie, Medikation) mit dem Ziel einer – evtl. auch mittelbaren – Verbesserung der Armparese, der aktiven Bewegungsfähigkeit, Kraft und/oder Armfunktion oder keine gesonderte Analyse derselben
- Interventionsstudie mit einer einmaligen Intervention, es sei denn ein anhaltender Effekt wäre nachgewiesen

Metaanalysen wurden eingeschlossen, wenn sie Studien berücksichtigten, die die o. g. Kriterien erfüllten. Metaanalysen, die neben randomisierten auch nicht randomisierte Studien einschlossen, wurden auch berücksichtigt.

### 1.1.5 Interventionsstudien – Zusammenfassung der Ergebnisse der PubMed-Suche vom 17.06.2006

Search	Most Recent Queries	Time	Result
#1	Search (Cerebrovascular Accident OR Stroke OR cerebrovascular disorders) AND (Upper Extremity OR arm) AND (Rehabilitation OR Physical Therapy Modalities OR Biofeedback OR Durable Medical Equipment OR Occupational therapy OR exercise therapy OR physiotherapy OR therapy) Limits: Randomized Controlled Trial, Humans	15:12:25	245

Von den 245 elektronisch gefundenen Referenzen wurden diejenigen selektiert, die inhaltlich zur Fragestellung relevante Aspekte untersuchten. Falls keine Entscheidung anhand der Abstracts gefällt werden konnte, wurde die Entscheidung anhand des Volltextes getroffen.

61 elektronisch gefundene Referenzen wurden für die systematische Literaturbewertung selektiert. Eine zusätzliche Handsuche nach relevanten Studien identifizierte 48 zusätzliche Referenzen.

### 1.1.6 Bewertungen der Referenzen (Originalpublikationen)

Die systematische Bewertung der 109 Artikel wurde in 106 Bewertungsbögen, die komplett ausgefüllt wurden, dokumentiert (Tab. 1.1.6). Die Differenz ist folgendermaßen zu erklären:

In drei Fällen wurden jeweils zwei Artikel in einem Bewertungsbogen zusammengefasst, da in jeweils zwei Publikationen (Teil-) Ergebnisse aus einer Studie berichtet wurden (1. Sunderland et al., 1992 & 1994; 2. Sonde et al., 1998 & 2000; 3. Wolf et al., 2006 & 2008).

### 1.1.7 Systematische Cochrane Reviews – Zusammenfassung des Ergebnisses der Suche im Juni 2007

Um den aktuellen Stand der Evidenz im Bereich der motorischen Rehabilitation zu erfassen, wurde die Cochrane-Datenbank im Juni 2007 mit dem Stichwort »Stroke« nach systematischen Reviews und Protokollen zu diesem Thema durchsucht. Aus den 653 Treffern bei dieser Suche wurden alle relevanten Artikel selektiert, die im Zusammenhang mit Arm-Rehabilitation standen und auch motorische Aspekte berücksichtigen. Die Artikel sind in Synopse 1.1.7 wiedergegeben. Im Juni 2007 waren die nachfolgenden *nicht abgeschlossenen* Review-Projekte in der Cochrane Library aufgeführt: Es soll geprüft werden, ob das sogenannte Taubsche Training – auch bekannt unter Forced use oder Constraint-induced-movement-Therapie – eine effektive Rehabilitationsstrategie bei Armläh-

Kriterien für die Bewertung der Validität	Anzahl der Bewertungen pro Kategorie			
	Ja	Nein/f. A.		
1. Wurden die Probanden den Gruppen randomisiert zugeordnet?	105	1		
2. Waren die Probanden und/oder Untersucher bezüglich der Zuordnung verblindet?	81	25		
3. Wurde die Randomisierung geheim gehalten (allocation concealment)?	39	67		
4. Wurde ein prospektives Design verwendet?	106	0		
5. Wurden die Ein- und Ausschlusskriterien eindeutig definiert?	102	4		
6. Waren Interventions- und Kontrollgruppe zu Studienbeginn vergleichbar?	86 <sup>1</sup>	21		
7. Wurden die Zielkriterien der Studie eindeutig definiert und adäquat erhoben?	103	3		
8. Wurden die Gruppen, mit Ausnahme der Prüf-Intervention, gleich behandelt?	65	41		
9. Wurden Nebenwirkungen dokumentiert?	39	67		
10. Wurden alle Probanden in der Gruppe ausgewertet, der sie ursprünglich zugeordnet waren (intention-to-treat-Regel)?	58 <sup>2</sup>	54		
11. Wurden adäquate Follow-Up Untersuchungen durchgeführt?	53	53		
12. Rechtfertigen die Ergebnisse die Schlussfolgerungen?	103	3		
<b>Gesamtbeurteilung der Validität</b>	<b>++</b>	<b>+</b>	<b>-</b>	<b>--</b>
<b>Anzahl der Artikel pro Kategorie</b>	<b>5</b>	<b>93</b>	<b>8</b>	<b>0</b>

Tab. 1.1.6: Kriterien für die Bewertung der Validität: <sup>1</sup>In Spalte 6 wurde in einem Fall (Francisco et al., 1998) jeweils ein Kreuz bei »Ja« und bei »Nein« gesetzt. <sup>2</sup>In Spalte 10 wurde in 6 Fällen (Sonde et al., 1998/2000; Willis et al., 2002; Winstein et al., 2004; Basmajian et al., 1987; Kwakkel et al., 2002; Wolf et al., 2006/2008) jeweils ein Kreuz bei »Ja« und bei »Nein« gesetzt.

Autor	Titel der Studie	Review/Protokoll
Pomeroy VM et al.	Electrostimulation for promoting recovery of movement or functional ability after stroke	Review
Woodford H et al.	EMG biofeedback for the recovery of motor function after stroke	Review
Martinsson L et al.	Amphetamines for improving recovery after stroke	Review
French B et al.	Repetitive task training for improving functional ability after stroke	Review
Ada L et al.	Supportive devices for preventing and treating subluxation of the shoulder after stroke	Review
Price CIM et al.	Electrical stimulation for preventing and treating post-stroke shoulder pain	Review
Sirtori V et al.	Constraint induced movement therapy for upper extremities in stroke patients	Protokoll
Coupar F et al.	Simultaneous bilateral training for improving arm function after stroke	Protokoll
Stevenson TJ et al.	Mental practice for treating upper extremity deficits in individuals with hemiparesis after stroke	Protokoll
Doyle SD et al.	Interventions for sensory impairment in the upper limb after stroke	Protokoll
Kent RM et al.	Orthotic devices for abnormal limb posture after stroke or non-progressive cerebral causes of spasticity	Protokoll
Moore P	Botulinum toxin for adult spasticity after stroke or non-progressive brain lesion	Protokoll

**Synopse 1.1.7:** Cochrane Reviews und Protokolle zur motorischen Rehabilitation nach Schlaganfall

mungen darstellt (Sirtori et al. 2006), und ob bilaterales Armtraining die Armfunktion verbessert (Coupar et al. 2007). Daneben prüft ein Cochrane-Team, in wie weit mentales Training hilft, das Ergebnis der Armrehabilitation nach einem Schlaganfall zu steigern (Stevenson et al. 2006). Ein anderes Team bewertet die rehabilitative Wirksamkeit von Sensibilitätstraining für den Arm (Doyle et al. 2006). Weitere Fragen von Cochrane Teams sind: Helfen Orthesen, Komplikationen nach Schlaganfall zu vermeiden oder Funktionen zu verbessern (Kent et al. 2002)? Ist eine Behandlung von Spastik mit Botulinumtoxin nach einem Schlaganfall nützlich (Moore 2007)?

Die Ergebnisse der abgeschlossenen Reviews wurden – unter Anwendung der o.g. Selektionskriterien – bei der LL-Entwicklung berücksichtigt.

**1.1.8 Metaanalysen – Zusammenfassung des Ergebnisses der PubMed-Suche vom 17.5.2008**

Search	Most Recent Queries	Time	Result
#1	Search Cerebrovascular Accident AND Upper Extremity AND (Rehabilitation OR Physical Therapy Modalities OR Biofeedback OR Durable Medical Equipment) Limits: Humans, Meta-Analysis	06:48:19	7

Von diesen waren – bei Anwendung der o.g. Selektionskriterien – 5 relevant für die Therapie-LL (s. Literaturverzeichnis).

Ein weiterer systematischer Review wurde bekannt und in die LL-Entwicklung einbezogen (s. Literaturverzeichnis).

**1.1.9 Bewertung der Reviews**

Die Kriterien zur Bewertung der Validität sind in Tabelle 1.1.9 aufgeführt.

**1.2 Methodische und inhaltliche Bewertung – Evidenzklassen und Empfehlungsstärken**

Die methodische Vorgehensweise bei der Bewertung der Literatur bis zu den Konsensus-basierten Empfehlungen ist im Artikel »Methodik der Leitlinien-Entwicklung der Leitlinien-Kommission der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation (DGNR)« von T. Platz und J. Quintern näher beschrieben, die hier nur noch einmal im Überblick erwähnt werden soll.

**1.2.1 Vorgehen bei der Bewertung**

(I) für einzelne Quellen (Originalarbeiten, systematische Reviews und Metaanalysen)

1. die methodische Bewertung (Validität) einzelner Quellen
2. die Evidenzklassifizierung einzelner Quellen
3. die Ergebniszusammenfassung, inhaltlichen Ableitungen und Empfehlungen aus den einzelnen Quellen und

Kriterien für die Bewertung der Validität	Anzahl der Bewertungen pro Kategorie			
	Ja	Nein		
1. Ist die Fragestellung angemessen und klar eingegrenzt?	12	0		
2. Ist die Literatursuche angemessen beschrieben?	11	1		
3. Wurde die Qualität der gefundenen Studien ermittelt?	11	1		
4. Wurden Kriterien zum Ein- und Ausschluss von Studien für die Bewertung im Review definiert?	11	1		
5. Berücksichtigt der Review alle relevanten positiven und negativen Effekte der untersuchten Intervention/en?	7	5		
6. War es sinnvoll, die für diesen Review ausgewählten Studien miteinander zu kombinieren?	12	0		
7. Wurden adäquate Follow-up-Untersuchungen berücksichtigt?	6	6		
8. Rechtfertigen die Ergebnisse die Schlussfolgerungen?	12	0		
<b>Gesamtbeurteilung der Validität</b>	<b>++</b>	<b>+</b>	<b>-</b>	<b>--</b>
<b>Anzahl der Artikel pro Kategorie</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Tab. 1.1.9:** Bewertung der Reviews

(II) zusammenfassend für alle Quellen zu einer Fragestellung (z. B. Therapiemethode) (Originalarbeiten, systematische Reviews und Metaanalysen)

4. die zusammenfassende inhaltliche Bewertung (Qualität der Evidenz) der eingeschlossenen Quellen im Sinne des daraus resultierenden Vertrauens in die Einschätzung der Effektstärke (einer Therapie)
5. die Graduierung der abgeleiteten Empfehlung.

Bei der Entwicklung der Leitlinie wurden also zunächst die einzelnen ausgewählten Originalarbeiten, systematischen Reviews und Metaanalysen kritisch reflektiert und unter anderem folgende Informationen in ein *Bewertungsformular* eingetragen: Studientyp, untersuchte Interventionen, Zielpunkte, Charakteristika der Studienpopulation und des Studenumfeldes, Aspekte der methodischen Validität, zusammenfassende Beurteilung der Validität, Ergebnisse und ableitbare Empfehlungen.

Wesentliche inhaltliche und methodische Merkmale mehrerer für eine Fragestellung wichtiger Arbeiten und die daraus abgeleiteten Empfehlungen wurden dann in eine sogenannte Evidenztabelle eingetragen. Die *Evidenztabelle* sind im Anhang der Langversion der Leitlinie zu finden. Entsprechend der Fragestellung der Leitlinie wurde auf der Basis der in Bewertungsbögen und Evidenztabelle eingetragenen Daten und ihrer Bewertung durch die Experten der Kommission zunächst von der jeweiligen Arbeitsgruppe der Leitlinienkommission eine Empfehlung formuliert, die dann in einem strukturierten Konsensprozess geprüft und ggf. modifiziert wurde und schließlich als Konsultationsfassung den Mitgliedern der Fachgesellschaft der DGNR vorgelegt wurde.

Entsprechend dem geschilderten Vorgehen bei der Bewertung erfolgte zunächst die Bewertung der Güte der Evidenz jeder einzelnen Arbeit, in einem weiteren Schritt entsprechend der Fragestellung die zusammenfassende Bewertung der Evidenz über alle Arbeiten zu einem Thema. Für die beiden Schritte wurden unterschiedliche Klassifikationen verwendet.

Nachfolgende Vorgehensweise wurde bei den anderen S2e-Leitlinien der DGNR bislang nicht gewählt, d. h., sie wurde in dieser LL zusätzlich angewendet.

Für jede Fragestellung bzw. jedes Zielkriterium wurde eine Zusammenfassung der Evidenzklassen der eingeschlossenen Studien/Arbeiten vorgenommen. Dies konnte in den folgenden drei Kategorien erfolgen:

- Zusammenfassung der Evidenzklassen: **hoch** – Für die Fragestellung stehen (ggf. mehrere) Einzelarbeiten in den CEBM Klassen 1a und 1b zur Verfügung.
- Zusammenfassung der Evidenzklassen: **mittel** – Für die Fragestellung stehen keine Einzelarbeiten in den CEBM Klassen 1a oder 1b, aber Einzelarbeiten in den CEBM Klassen 2a, 2b oder 2c zur Verfügung.
- Zusammenfassung der Evidenzklassen: **niedrig** – Für die Fragestellung stehen keine Einzelarbeiten in den CEBM Klassen 1a, 1b, 2a, 2b oder 2c, sondern nur Arbeiten geringerer Evidenz oder Expertenmeinungen zur Verfügung.

## 2 DEFINITION, VORKOMMEN/RELEVANZ

Lähmungen stellen eine häufige Folge eines Schlaganfalles dar. Die Armparese gehört zu den häufigen Folgeschädigungen nach einer Hirnschädigung wie z. B. dem Schlaganfall. Die Hemiparese gehört zu den bedeutsamen Prädiktoren der längerfristigen Behinderung. Die motorische Funktion des betroffenen Armes kann bis zu 50% der Varianz (Mercier et al., 2001) in der funktionellen Autonomie von Schlaganfall-Patienten erklären. Das Ausmaß der Schädigung der Armfunktion wenige Wochen nach einem Schlaganfall ist mit der Stärke der Behinderung nach sechs Monaten assoziiert (Hankey et al., 2002; Meijer et al., 2003). Dies betrifft z. B. die Schwierigkeiten und den Hilfsbedarf bei Aktivitäten des täglichen Lebens sowie bei der Ausübung sozialer Rollen (Desrosiers et al., 2003). Die Armlähmung hat also einen signifikanten Einfluss darauf, ob Patienten nach einem Schlaganfall wieder in der Lage sein werden, ihren Alltag zu bewältigen.

## 3 SYMPTOME

Die Schwere der Armlähmung nach einem Schlaganfall ist kein normal verteiltes Phänomen. Die Armparese zeigt vielmehr eine bimodale Verteilung mit vielen Patienten mit entweder leichten oder schweren Armaktivitätslimitierungen (Nakayama et al., 1994; Wade et al., 1983). D. h., viele Patienten sind nicht in der Lage, ihren Arm funktionell einzusetzen, und eine gleich große Patientenanzahl kann bereits viele manuelle Aufgaben ausführen, ist dabei aber noch ungeschickt.

Patienten mit schwerer Armparese können ihren Arm oftmals im Alltag nicht oder nur sehr eingeschränkt einsetzen. Sie haben ein substantielles Problem in der Willkürmotorik mit einer erheblichen Beeinträchtigung, einzelne Gliedmaßensegmente zu bewegen oder zu stabilisieren, diese einzeln bzw. auch mehrere Segmente zu koordinieren und dynamische Bewegungsaspekte und Halteaktivität dabei zu integrieren. Zu den Symptomen der gestörten Willkürbeweglichkeit gesellen sich oftmals Symptome aus dem Formenkreis der »Spastik« mit einer pathologischen Reaktion der Muskeln auf eine Dehnung, erhöhtem Widerstand gegenüber passivem Bewegen, Fehlstellungen und Weichteilkontrakturen.

Patienten mit leichter Armparese haben einen fast vollen aktiven Bewegungsumfang und eine weitgehend normale Kraftproduktion und können entsprechend ihren Arm für viele Alltagsaufgaben benutzen. Sie sind dabei aber oftmals noch verlangsamt und wirken klinisch ungeschickt. Die motorischen Anforderungen im täglichen Leben erfordern komplexe und unterschiedliche sensomotorische Fähigkeiten wie Geschwindigkeit, Fraktionierung von Gliedmaßensegmentsbewegungen, Griffbildung und manuelle Geschicklichkeit bei der Manipulation von Objekten, Zielorientierung von Bewegungen oder präzise visuomotorische Kontrolle, die jeweils in unterschiedlichen Kombinationen bei Aufgaben des täglichen Lebens erfordert werden. Das funktionelle Defizit der Patienten mit leichter Armparese manifestiert sich in all diesen Bereichen und damit in vielen verschiedenen Alltagsaufgaben, die ein gewisses Maß an Geschwindigkeit und Präzision erfordern.

Nicht selten mit Lähmungen assoziiert sind somatosensible Defizite, die die Oberflächenqualitäten (z.B. Ästhesie, Algesie, Thermästhesie, Zwei-Punkte-Diskrimination) und/oder die Tiefensensibilität (Lagesinn, Pallästhesie) betreffen können und konsekutiv die Stereognosie. Verschiedene Formen von sensiblen Missempfindungen und neurogenen Schmerzsyndromen werden ebenfalls häufig beobachtet. Die Behandlung der gestörten Sensibilität ist nicht Gegenstand dieser Leitlinie, ist aber im Zusammenhang der Behandlung der gestörten Armmotorik ebenfalls zu beachten.

## 4 DIAGNOSTIK

### 4.1 Klinische Diagnostik/Assessment

Aufgaben der motorischen Rehabilitation sind es, funktionelle Defizite zu erfassen, mit dem Patienten alltags- und ggf. berufsrelevant Therapieziele zu vereinbaren, geeignete therapeutische Methoden zu selektieren, im Verlauf die Therapieerfolge (oder auch deren Ausbleiben) zu erfassen und ggf. die Therapieziele zu modifizieren oder neu zu definieren und die entsprechenden therapeutischen Maßnahmen anzupassen. Den jeweiligen Stand der funktionellen Fähigkeiten kann man dabei mit Assessment-Verfahren, standardisierten klinischen Bewertungsmethoden (Skalen), erfassen.

Die Klassifikationsebenen der »Internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit und Behinderung« (ICF) der WHO (2001), mit Funktionen (und Strukturen) des menschlichen Organismus (wie z. B. die Kraft einzelner Muskelgruppen) sowie Aktivitäten (wie z. B. Greifen oder Gehen) (und Teilhabe) sind hilfreich, um Assessmentverfahren inhaltlich zu gruppieren. Aus dem großen Pool der im internationalen Schrifttum zur Verfügung stehenden Assessments werden im Folgenden in Anlehnung an eine bereits veröffentlichte Übersicht (van Kaick und Platz 2006) einige Testverfahren kurz vorgestellt.

#### 4.1.1 Assessment aktiver motorischer Funktionen

##### *Motricity Index (MI)*

*Testbeschreibung:* Der Motricity Index (MI) (Demeurisse et al., 1980) ist ein schneller und aussagekräftiger Indikator motorischer Fähigkeiten bzw. Einschränkungen (Grad der Parese). Er besteht aus je drei repräsentativen Bewegungen der Arme (Spitzgriff, Ellbogenflexion, Schulterabduktion) und Beine (Hüftflexion, Knieextension, Dorsalextension des Fußes), ausgewählt aus Messungen der Muskelkraft von 31 Bewegungen der oberen und unteren Extremitäten bei Schlaganfallpatienten. Der Bewertungsscore ist gewichtet nach Wertigkeit der motorischen Erholung der einzelnen Körperabschnitte. Ein Maximalscore von 100 Punkten pro Extremität entspricht voller grober Kraft. Für genaue Durchführungs- und Bewertungsrichtlinien s. Wade (1992).

*Relevantes für die klinische Praxis:* Wegen seiner schnellen Durchführbarkeit, der Erfassung aller Extremitäten und einem Messbereich von der Plegie bis zur normalen Kraft ist er als Routine-Verfahren für zentral paretische Patienten geeignet. Der MI erfordert wenig Training, als Testmaterial lediglich einen 2,5 cm großen Würfel und ist mit ca. 5 Minuten sehr schnell durchführbar.

##### *Fugl-Meyer Test (FM)*

*Testbeschreibung:* Der FM (Fugl-Meyer et al., 1975), Synonym: Brunnstöm-Fugl-Meyer Test, misst die selektive motorische Kontrolle nach Schlaganfall, kann aber auch bei anderen Erkrankungen des ZNS, die mit zentraler Parese einhergehen, eingesetzt werden. Er wurde entwickelt auf Grundlage der sich hierarchisch entwickelnden Erholungsmuster der Motorik nach einer zentralen Läsion.

Zum FM gehören die Untertests »Motorik obere Extremität« (max. 66 Punkte), »Motorik untere Extremität« (max. 34 Punkte), »Balance« (max. 14 Punkte), »Sensibilität« (max. 24 Punkte) und »Bewegungsausmaß/Schmerz« (max. 44 Punkte). Bewertet wird jeder einzelne Aspekt des Tests mit einer 3-Punkt-Skala (0=nicht möglich, 1=teilweise, 2=vollständig/perfekt).

*Relevantes für die klinische Praxis:* Der FM zeigt sehr detailliert die paresebedingten Einschränkungen der aktiven Bewegungsfähigkeit auf und ist geeignet für Schlaganfallpatienten aller Schweregrade, da er im klinischen Messbereich wenig Deckeneffekt hat. Der FM ist damit auch geeignet, bei mittel- bis schwerstgradigen Paresen differenzielle Therapieeffekte nachzuweisen. Im internationalen Schrifttum hat sich der FM (Armscore) deswegen als ein Standard in der Therapieeffektdokumentation der Armrehabilitation durchgesetzt. »Sensibilität« und »Bewegungsausmaß/Schmerz« können dabei sinnvoll begleitend eingesetzt werden.

Ein deutschsprachiges Manual mit einer Übersetzung der englischen Originalversion des Tests mit den Bereichen »Motorik obere Extremität«, »Sensibilität« und »Bewegungsausmaß/Schmerz« dessen Standardisierung bei der Durchführung und Bewertung durch Kommentierungen und Ergänzungen in einem Europäischen Projekt verbessert wurde, ist mit fotografischen Abbildungen der einzelnen Aufgaben erhältlich (Platz, 2006). Das benötigte Testmaterial ist einfach zu beschaffen: Tennisball, Bleistift, Papier, Fläschchen, Reflexhammer, Stoppuhr.

##### *Rivermead Motor Assessment (RMA)*

*Testbeschreibung:* Das RMA (Lincoln et al., 1979) misst die Rückgewinnung von Funktion bei Hemiparese nach Schlaganfall. Es besteht aus drei Teilen: »Arm« (15 Aufgaben zur Bewegungskontrolle und -funktion) sowie »Bein und Rumpf« (10 Aufgaben zur Bewegungskontrolle) prüfen Funktionseinschränkungen ab, »Gross Function« (13 funktionelle Aufgaben) Aktivitätseinschränkungen. Die Durchführung der einzelnen Aktivitäten ist ausführlich beschrieben. Die Testaufgaben sind nach Schwierigkeitsgraden gesteigert hierarchisch aufgebaut, von einfachen eingelenkigen Bewegungen bis zu komplexen Aktivitäten. Am unteren Ende können sie auch von schwer betroffenen Patienten bewältigt werden, am oberen Ende nur von Patienten mit diskreter Symptomatik. Bewertet wird jede Aufgabe mit einer dichotomen Skala, d.h. nur ja/nein Antworten sind möglich. Pro Aufgabe sind drei Versuche erlaubt. Wenn drei Aufgaben hintereinander nicht bewältigt werden, wird der jeweiligen Teilttest abgebrochen und die bis dahin vollendeten Aktivitäten bewertet. Maximaler Gesamtscore sind 38 Punkte. Die Höhe des Scores entspricht dem Funktionsstand des Patienten.

*Relevantes für die klinische Praxis:* Ähnlich wie dies für den Motricity Index formuliert wurde, kann man sagen, dass der RMA motorische Funktionen bei Hemiparese nach Schlaganfall von schwerer bis leichter Beeinträchtigung abbilden kann. Auch durch seine breite Erfassung von Armfunktion, Bein- und Rumpffunktion sowie Mobilität ist er als Routine-Verfahren für zentral paretische Patienten geeignet.

Das Testmaterial für den RMA ist leicht zu beschaffen: Tennisball, Bleistift, Papier, Messer, Gabel, Teller, Therapieknete, rutschfeste Folie, Schüssel, großer Ball, Kordel.

#### 4.1.2 Assessment der Arm-Aktivitäten

##### TEMPA

*Testbeschreibung:* Der TEMPA (Test Évaluant la Performance des Membres supérieurs des Personnes Âgées) (Desrosiers et al., 1991) untersucht alltagsrelevante Arm- und Handaktivitäten. In den 9 standardisierten uni- und bilateraleren Aufgaben werden mit Objekten wie Gläsern oder Münzen alltagsrelevante Manipulationen ausgeführt. Bewertet wird für jede Aufgabe die benötigte Zeit sowie auf einer 4-Punkt-Skala die funktionelle Ausführung (von 0=unauffällige Durchführung bis –3=Aufgabe konnte zu nicht mehr als 25% durchgeführt werden). Neben dieser »globalen« funktionellen Beurteilung der Ausführung eine Aufgabe werden noch fünf spezifische Teilaspekte getrennt beurteilt (ebenfalls auf einer Skala von 0 bis –3): der aktive Bewegungsumfang, die Kraft, die Präzision der groben motorischen Bewegungsabläufe, das Greifen und die Präzision der feinmotorischen Bewegungen. Diese Aspekte werden immer in Bezug auf die jeweilige Aufgabe bewertet, z. B. Reicht die Kraft für diese Aufgabe aus? War die feinmotorische Präzision adäquat für diese Aufgabe? Für jeden Beurteilungsaspekt (Zeit, funktionelle Bewertung und funktionelle Einzelaspekte) werden die Werte über die Aufgaben hinweg addiert. Damit stehen dann Summenwerte als Testergebnis zur Verfügung. Zusätzlich zu der Bewertung der neun Aufgaben werden beim TEMPA die Handgriffstärke und -ausdauer gemessen.

*Relevantes für die klinische Praxis:* Der TEMPA ist am besten geeignet für Patienten, die bereits in der Lage sind, mit kleinen Objekten zu hantieren. Gerade auch bei dieser Patientengruppe ist es mit dem TEMPA möglich, Therapieeffekte differentiell nachzuweisen. Er ist nach Kenntnis der Autoren der einzige kommerziell erhältliche und gut validierte Test, der Armfunktion im Kontext alltagsähnlicher Aktivitäten misst. Daher hat er vermutlich eine hohe ökologische Validität, d. h. die Testergebnisse spiegeln wahrscheinlich die motorischen Leistungen in realen Lebenssituationen gut wider.

Der TEMPA ist nur kommerziell erhältlich. Er besteht aus einem aus Kunststoff gefertigten Kasten mit zwei Arbeitshöhen und integriertem Schränkchen, den erforderlichen Testobjekten sowie dem Testmanual und Bewertungsbögen. Dynamometer und Stoppuhr sind allerdings nicht enthalten. Die Testdurchführung dauert 15–30 Minuten. Wegen der komplexen Analyse der einzelnen Aufgaben ist die Bewertung anhand einer Videoaufzeichnung zu empfehlen. Ebenso sind eine Schulung und Üben mit einigen Patienten vor einer klinischen Routineanwendung des Testes angeraten.

Ein deutschsprachiges Manual mit einer Übersetzung der englischen Originalversion des Manuals, Fotos der Aufgaben sowie Anmerkungen zu speziellen Bewertungsproblemen aus der Praxis ist erhältlich (Platz, 2006).

##### Action Research Arm Test (ARAT)

*Testbeschreibung:* Der ARAT (Lyle, 1981) testet die Fähigkeit, unilaterale Armaktivitäten auszuführen. Er besteht aus 19 Aufgaben in 4 Untertests (Greifen, Festhalten, Präzisionsgriff, grobe Bewegungen), wobei der Arm auf unterschiedliche Höhen angehoben werden muss. Fast alle Aufgaben erfordern das Greifen, Transportieren und Loslassen von Objekten. Die Aufgaben sind hierarchisch angeordnet, so dass jeder Untertest abgekürzt werden kann. Van der Lee et al (2002) fanden allerdings heraus, dass bei der abgekürzten Version über 40% der Patienten schlechter oder besser bewertet werden, als wenn alle Aufgaben untersucht wurden. Es ist daher ggf. sinnvoll, immer alle Aufgaben durchzuführen. Bewertet wird mit einer 4-Punkt-Skala. Im besten Fall können 57 Punkte pro Arm erreicht werden.

*Relevantes für die klinische Praxis:* Im Gegensatz zum TEMPA benutzt der ARAT zwar streng genommen nicht alltagsähnliche Aufgaben, er bildet aber alltagsrelevante Armfunktionen ab, ist relativ schnell durchführbar und für Patienten von einer mäßig schweren bis einer leichtgradigen Parese geeignet.

Der ARAT besteht aus einer Platte und einem erhöhten Regalbrett, verschiedenen großen Würfeln, Kugeln sowie Schalen, Becher, Röhren, Unterlegscheibe, Stein. Er ist nicht kommerziell erhältlich. Ein genaues bebildertes (englischsprachiges) Testmanual mit der Originalversion des Manuals sowie ergänzenden (er)klärenden Kommentaren für die Durchführung und Bewertung der einzelnen Aufgaben und photographischen Abbildungen der Aufgaben ist erhältlich (Platz et al., 2005). Anhand der Testanleitung ist der ARAT schnell zu erfassen und anzuwenden. Die Durchführung dauert zwischen 8 und 15 Minuten.

##### Box-and-Block Test (BBT)

*Testbeschreibung:* Der BBT misst unilaterale grobe manuelle Geschicklichkeit. Er wurde in den fünfziger Jahren entwickelt und 1985 (a) durch Mathiowetz und Mitarbeiter standardisiert. Der Patient soll innerhalb von einer Minute so viele einzelne Würfel wie möglich von einer Seite der Box über eine Trennwand auf die andere Seite transportieren. Bewertet wird die Anzahl der jeweils transportierten Würfel.

*Relevantes für die klinische Praxis:* Der BBT besteht aus einem rechteckigen Kasten, geteilt durch eine Trennwand, sowie 150 Würfeln (2,5 cm Kantenlänge). Er ist nicht kommerziell erhältlich. Benötigt wird zusätzlich eine Stoppuhr. Der BBT ist sehr schnell zu erlernen, die Durchführung beträgt keine fünf Minuten. Der BBT ist geeignet für Patienten aller Altersgruppen. Für Patienten mit wenig Hand-Armfunktion besteht aber ein Bodeneffekt.

##### Nine-Hole-Peg-Test (NHPT)

*Testbeschreibung:* Der NHPT (Mathiowetz et al., 1985b) misst unilaterale Fingergeschicklichkeit. Aus einer Schale werden 9 kurze Stifte einzeln entnommen und in eine Lochplatte gesteckt. Empfohlen wird, den Test mind. 2x pro Seite durchzuführen, um sich zu vergewissern, dass der Patient die Aufga-

benstellung gut verstanden hat und umsetzen kann. Gemessen wird die benötigte Zeit. Ggf. wird nach 50 Sekunden abgebrochen und die Anzahl der bewältigten Stifte gezählt. Diese Werte können für einen besseren Leistungsvergleich in die Anzahl der Stifte pro Sekunde umgerechnet werden: bei einem Zeitbedarf von 18 Sekunden wären das 0,5 Stifte/Sekunde.

*Relevantes für die klinische Praxis:* Der NHPT besteht aus neun Stiften und einem flachen Brett mit integrierter Schale und Lochplatte. Er ist inklusive kurzer Testanleitung kommerziell erhältlich oder kann selbst gebaut werden. Benötigt wird zusätzlich eine Stoppuhr. Der NHPT kann sehr schnell erlernt werden, die Durchführung beträgt weniger als 5 Minuten. Der NHPT ist einsetzbar bei Erwachsenen und Kindern mit Feinmotorikstörungen.

#### 4.1.3 Assessment von Spastizität

##### Ashworth Scale

*Testbeschreibung:* Die Ashworth Skala (Ashworth, 1964), bzw. die modifizierte Ashworth Skala (Bohannon and Smith), ist die bekannteste und gebräuchlichste Skala zur Beurteilung von Muskeltonus bzw. des Widerstandes gegen passive Bewegung. Ein Extremitätenabschnitt wird in eine Richtung passiv bewegt und der gefühlte Widerstand nach einer 5-Punkt-Skala bewertet (von 0=kein erhöhter Muskeltonus bis zu 4=Gliedmaße ist in Flexion oder Extension (rigide) fixiert).

*Relevantes für die klinische Praxis:* Die Durchführung dauert pro Gelenkabschnitt nur etwa eine Minute und ist schnell zu erlernen, wenn man Erfahrung mit Patienten mit Muskeltonusstörungen hat.

##### REPAS

*Testbeschreibung:* Basierend auf der Ashworth Skala wurde vom Autor (TP) eine Summenskala entwickelt, die RESistance to PASSive movement scale (REPAS) (Platz et al., 2008). Der REPAS stellt eine Weiterentwicklung des Ashworth-basierten Assessments dar, insofern, als der REPAS (a) Standardisierungen für die Durchführung von 13 verschiedenen Gelenkbewegungen (auf jeder Körperseite) vorgibt, (b) die Beurteilungskriterien der Ashworth Skala kommentiert bzw. ergänzt und damit eine eindeutigere Zuordnung der Bewertungsstufen erlaubt und (c) eine Validierung der Bildung von Summenwerten für Arme, Beine, eine Körperseite, oder einen Summenwert für alle 4 Extremitäten erfolgt ist.

*Relevantes für die klinische Praxis:* Die Durchführung des kompletten REPAS dauert 5 bis maximal 15 Minuten und ist schnell zu erlernen, wenn man Erfahrung mit Patienten mit Muskeltonusstörungen hat. Die Standards für die Durchführung und Bewertung des REPAS können dazu beitragen, dass Untersuchungsergebnisse vergleichbar erhoben werden. Das hätte auch zur Folge, dass Therapieeffekte sicherer dokumentiert werden können.

## 4.2 Elektrophysiologische und bildgebende Diagnostik

Zur elektrophysiologischen und bildgebenden Diagnostik wird auf die entsprechenden gesondert formulierten Leitlinien der DGNR verwiesen.

## 5 THERAPIE

Bei der Beurteilung der Literatur, ob und welche Therapie für die Wiederherstellung der Armmotorik nach Schlaganfall wirksam ist, sind folgende Aspekte besonders relevant:

- *Schwer und Chronizität der Lähmung*
  - Wurde eine Behandlung bei einer/m Patientin/en durchgeführt, die/der an einer schweren Armlähmung erkrankt ist und den Arm im Alltag noch nicht oder kaum einsetzen kann,
  - die/der an einer leichten Armlähmung erkrankt ist und den Arm im Alltag einsetzen kann, dabei aber z. B. noch »ungeschickt« ist (z. B. Störung der Fein- und/oder Zielmotorik),
  - bei der/dem die Armlähmung erst kurze Zeit oder schon länger besteht?
- *Art der Therapie*
  - Wurde physio- oder ergotherapeutische Behandlung durchgeführt, oder
  - erfolgte eine gerätegestützte motorische Rehabilitation, die evtl. nicht »überall« angeboten werden kann (Verfügbarkeit, finanzieller Aufwand)?
- *Effekte einer zusätzlichen Therapie oder verschiedener Therapieinhalte*
  - Wurden Therapieeffekte (u. a. auch) dadurch erreicht, dass gegenüber der Vergleichsbehandlung mehr Therapiezeit angeboten wurde
  - oder hat die Therapie selbst bei gleicher Therapiezeit eine höhere Wirksamkeit erreicht und ist damit bezgl. ihrer spezifischen Inhalte überlegen gewesen?
- *Intensität, Dauer und Verteilung der Behandlung*
  - Wurde die Therapie über eine längere Zeit durchgeführt (z. B. viele Wochen),
  - erfolgte die Therapie in einer Intensität und Verteilung, die in unserem Gesundheitssystem entweder stationär, teilstationär oder ambulant bzw. als Eigentraining umsetzbar wäre?
- *Unmittelbare versus anhaltende Therapieeffekte*
  - Wurden die Therapieeffekte unmittelbar nach dem Therapiezeitraum (z. B. von einigen Wochen) beobachtet oder
  - wurden auch lang anhaltende Effekte längere Zeit (z. B. Monate) nach Beendigung der Therapie untersucht?

### 5.1 Zeitpunkt, Dauer und Intensität der aktiven Übungstherapie

#### 5.1.1 Zeitpunkt und Dauer der Behandlung

Zu den Fragen des Zeitpunktes und der Dauer der aktiven Übungstherapie konnte nur indirekte Evidenz aus der Literatur abgeleitet werden. Wenn eine spezifische aktive Armrehabilitation wenige Tage nach einem akuten Schlaganfall begonnen wurde, dann zeigten sich für eine Behandlungsintensität von 30 Minuten werktätlich gegenüber einer Kontrollgruppe (Splinttherapie gleicher Dauer) Effekte der Beschleunigung der Erholung der Armaktivitäten (Kwakkel et al., 1999, 2002).

### ■ Empfehlung 5.1.1

Soweit der klinische Zustand des Patienten es erlaubt, sollte ein früher Beginn der Rehabilitation der Armmotorik erfolgen (Evidenz niedrig [da kein RCT mit frühem vs. spätem Beginn], Einschätzung der Effekte: sehr niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

Auch in späteren Krankheitsphasen wurden verschiedentlich Therapieeffekte abgesichert. Bei fortbestehenden funktionellen Defiziten (Kriterium 1) und der individuellen Dokumentation von funktionellen Verbesserungen unter Therapie (bzw. auch funktionellen Verschlechterungen nach deren Absetzung) (Kriterium 2) werden daher zur Erreichung individueller Therapieziele auch im chronischen Stadium Maßnahmen spezifischer Armrehabilitation empfohlen. Die Wirksamkeit einer kontinuierlichen Behandlung ist jedoch nicht untersucht und sollte nur erfolgen, wenn die Kriterien 1 und 2 erfüllt sind (Evidenz niedrig [kein RCT zur kontinuierlichen Behandlung], Einschätzung der Effekte: sehr niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

Andererseits ist zu beachten, dass in der chronischen Phase sowohl kürzere intensivere als auch längere weniger intensive (nicht kontinuierliche) Behandlungsformen wirksam sind. Zu den verschiedenen zur Anwendung kommenden Verfahren (Art, Dauer, Intensität) wird unten Näheres ausgeführt.

#### 5.1.2 Intensität der aktiven Übungstherapie

Eine zusätzliche intensivere aktive (und aktivitätsorientierte) Armtherapie (30 Minuten, 5 x pro Woche, 20 Wochen) führt bei schwerer betroffenen hemiparetischen akuten Schlaganfall-Patienten (Beginn im Mittel 7 Tage nach MCA-Insult) zu einer anhaltend stärkeren Verbesserung der Armfunktion (signifikant bis Woche 26) als eine (passive) Splintbehandlung (Kwakkel et al., 1999); nach einem Jahr bestanden jedoch keine Gruppenunterschiede mehr (Kwakkel et al., 2002). Damit wurde auch gezeigt, dass eine spezifische Armrehabilitation, die wenige Tage nach einem akuten Schlaganfall begonnen wurde, die Erholung der Armaktivitäten beschleunigte. Auch eine zusätzliche entweder aufgabenorientierte Therapie oder Krafttraining (20 Std. zusätzlich in 4–6 Wochen) führte im Vergleich zu einer Standardtherapie bei mittelschwer betroffenen subakuten Schlaganfallpatienten (FIM 40–80) zu einer schnelleren Erholung der selektiven Beweglichkeit, der Kraft (sowie der Armfunktion bei leichter betroffenen) (Winstein et al., 2004). Auch bei subakuten Schlaganfallpatienten mit leicht bis mäßiger Armparese (beginnende funktionelle Einsetzbarkeit, FAT) führte eine zeitliche Intensivierung der Behandlung (stationär ca. 2 Std. pro Woche, ambulant ca. 1 Std. pro Woche) bei auch anderen Therapieinhalten mit Betonung der Eigenaktivität zu einer schnelleren Erholung der Armfunktion (Parese, selektive Beweglichkeit, Fingerschicklichkeit) (Sunderland et al., 1992 & 1994).

Andererseits zeigte eine Nettodifferenz (Bobath-basierter) Physio- und Ergotherapie von 14 Minuten pro Werktag während stationärer Behandlung (über 6 Wochen) weder bei weniger schwerer (ARAT >0) noch bei schwerer Armfunktionsstörung bei subakuten Schlaganfall-Patienten eine nachweisliche Wirkung auf die Erholung der Parese oder Armfunktion (Rod-

gers et al., 2003). Ähnliches gilt für eine zusätzliche Armtherapie, die entweder Bobath-orientiert durch eine qualifizierte Physiotherapeutin (2 Std./Woche) oder durch eine Physiotherapie-Assistentin (2 Std./Woche) über 5 Wochen erfolgte (Lincolln et al., 1999).

### ■ Empfehlung 5.1.2

Im stationären (oder teilstationären) Bereich (Neurorehabilitation) soll für subakute Schlaganfallpatienten mindestens 30 Minuten werktägliche zusätzliche spezifische Armrehabilitation erfolgen, wenn eine zusätzliche Funktionsverbesserung oder zumindest Beschleunigung der Wiederherstellung der Armmotorik erreicht werden soll (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: hohe Qualität; **Empfehlungsgrad A**). Entsprechende Effekte wurden in Studien mit einer Behandlungsdauer von 4–20 Wochen dokumentiert.

## 5.2 Klassische Physiotherapie-Schulen

Der Vergleich der Behandlung bei postakuten geriatrischen Schlaganfallpatienten mit »konventioneller« Behandlung, einer Behandlung nach Bobath oder PNF (5 x 30–45 Minuten pro Woche über 6 Wochen; umfassende motorische Therapie, nicht nur Armbehandlung) führte u. a. auch bzgl. der aktiven Handgelenksbeweglichkeit nicht zu unterschiedlichen Ergebnissen (Dickstein et al., 1986).

Bei subakuten Schlaganfallpatienten mit Hemiparese führten eine fazilitative Behandlung nach Bobath oder Rood im Vergleich zu »traditionellen« Techniken nach Kendall, Clayton und Coulter (1–1,5 Std. pro Tag) zu keiner unterschiedlichen Verbesserung der Arm- und Handkraft und Selbstständigkeit im Alltag (Logigian et al., 1983).

Auch bei einem Vergleich einer Bobath-Behandlung mit einer »traditionellen« Behandlung mit frühem Üben funktioneller Aufgaben während der Rehabilitation postakuter (»pure motor«) **Schlaganfallpatienten bis zu einem Jahr nach Entlassung** waren keine Unterschiede bzgl. der groben manuellen Geschicklichkeit (BBT), der Fingerschicklichkeit (NHPT) oder der Selbstversorgungskompetenz (FIM) beobachtbar (Gelber et al., 1995).

Subakute Schlaganfallpatienten mit leichter bis schwerer Armfunktionsstörung profitierten nicht nachweislich von einer zusätzlichen qualifizierten Physiotherapie mit überwiegender »Bobath-Ausrichtung« und Schwerpunktsetzung auf die Erarbeitung eines Eigenübungsprogrammes (Parry et al., 1999). Für eine zusätzliche Armrehabilitation mit 45 Minuten pro Werktag über 4 Wochen bei Schlaganfallpatienten mit schwerer Armparese konnte, wenn die zusätzliche Behandlung nach Bobath erfolgte, keine nachweisliche Wirkung auf die Erholung der selektiven Armbeweglichkeit dokumentiert werden, während dies für die andere Experimentaltherapie gelang (Platz et al., 2005).

Auch in anderen Studien erwies sich eine Behandlung nach Bobath für die Armrehabilitation im Vergleich zu anderen Therapieformen nicht als überlegen (Basmajian et al., 1987; van Vliet et al., 2005) oder als unterlegen (Lum et al., 2002; Langhammer et al., 2000).

**Empfehlung 5.2**

Eine überlegene Wirksamkeit einer der länger bekannten therapeutischen Schulen gegenüber einer anderen lässt sich für die Armrehabilitation aus der beurteilten Literatur nicht ableiten. Gegenüber anderen spezifischen Therapieformen waren sie – soweit untersucht – hinsichtlich ihrer Wirksamkeit entweder vergleichbar oder unterlegen. Eine differentielle Empfehlung für eine der Schulen (Bobath, PNF, »traditionelle Techniken«) kann nicht gegeben werden. (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: hohe Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

**5.3 Sportwissenschaftliche und psychologische Strategien zum motorischen Lernen**

Aus dem Bereich der experimentellen Psychologie und der Sportwissenschaften gibt es eine große Zahl von Bemühungen, die Bedingungen des motorischen Lernens zu optimieren und diese Erkenntnisse ggf. für Schlaganfallpatienten nutzbar zu machen (Winstein, 2003). Dies betrifft z. B. den Aufmerksamkeitsfokus (intern oder extern), das Üben in Zweiergruppen, selbstkontrolliertes Üben, unterschiedliche Belohnungssysteme, den Wert der Pausen und des Schlafes zur Konsolidierung von Bewegungsmustern, die Variabilität der Übungen um Generalisierbarkeit zu gewährleisten usw. Diese Konzepte haben potentiell Bedeutung für die motorische Rehabilitation, wurden jedoch bisher wenig für den Einsatz in der Schlaganfall-Rehabilitation evaluiert. Die begrenzt vorliegende Evidenz wird nachfolgend skizziert.

Die Übertragung unterschiedlicher Strategien zum motorischen Lernen wie etwa (a) die Berücksichtigung einer zufälligen Abfolge verschiedener geübter Armbewegungen im Vergleich zu einer »geblockten« Beübung pro Bewegung (Cauraugh et al., 2003) oder (b) die Art einer Rückmeldung zu Bewegungen beim Training, d. h. entweder über die qualitative Ausführung der (Gelenks-)Bewegungen (»knowledge of performance«) oder über das Ergebnis einer Bewegung (z. B. Dauer und Präzision) (»knowledge of result«) (Cirstea et al., 2006) haben sich in den wenigen Untersuchungen hierzu bislang nicht in dem Maße als unterschiedlich wirksam gezeigt, wie dies aufgrund von Untersuchungen bei Gesunden zu erwarten gewesen wäre. Auch in einer Studie zur Wirksamkeit des Arm-Fähigkeits-Training erbrachte eine zusätzliche intermittierende Ergebnismrückmeldung (»knowledge of result«) keine nachweislich höhere Wirksamkeit (Platz et al., 2001).

**Empfehlung 5.3**

Eine spezifische Empfehlung kann nicht ausgesprochen werden (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

**5.4 Repetitives Üben einzelner selektiver Bewegungen**

Bei subakuten Schlaganfallpatienten mit mittelschwerer bis schwerer Armparese (FM < 46) führte eine repetitive sensorimotorische Stimulation mit proximalen Armbewegungen (»rocking chair« & Johnstone Splint) (30 Minuten Eigentraining, 5x pro Woche für 6 Wochen) nicht unmittelbar, aber

langfristig (6 Monate, 5 Jahre) insbesondere bei den schwerer betroffenen Patienten zu einer Verbesserung der selektiven Beweglichkeit (FM Arm) und nach 5 Jahren der Armfunktion (ARA) (Feys et al., 1998; Feys et al., 2004).

Das repetitive Üben von Zielbewegungen (5x60 Minuten pro Woche über 2 Wochen) führte bei Patienten mit chronischer Hemiparese mit erhaltener Reichfunktion zu Verbesserungen der Armfunktion (FM Arm, TEMPA) (Cirstea et al., 2006).

Bei einer kleineren Gruppe von Schlaganfallpatienten mit initialer Plegie und anschließender Erholung der Handfunktion mit Erreichen von selektiven Fingerbewegungen bewirkte die repetitive Beübung einer Fingerbewegungssequenz (Daumen-Finger-Opposition), die entweder tatsächlich ausgeführt oder nur mental geübt wurde (5x30 Minuten pro Woche), jeweils im Vergleich zu einer gleich langen konventionellen Therapie (z. B. Greifen und Halten von Objekten, Fingerextension) bezüglich der Griffkraft und der Feinmotorik (Jebsen Handfunktionstest) zu stärkeren Verbesserungen (Müller et al., 2007).

Gegenüber einer EMG-getriggerten neuromuskulären Elektrostimulation war die alleinige repetitive Handgelenks- und Fingerextension (6 Stunden in 2 Wochen) bei chronischen Schlaganfall-Patienten mit mäßiger Parese bezüglich der Verbesserungen in der groben manuellen Geschicklichkeit (BBT) unterlegen (Cauraugh et al., 2002).

Andere repetitive Übungstherapieformen werden weiter unten in den jeweiligen spezifischen Abschnitten thematisiert (Schädigungs-orientiertes Training, IOT<sup>®</sup>; neuromuskuläre Elektrostimulation [NMES, EMG-ES]; Arm-Robot-Therapie).

**Empfehlung 5.4**

Ein an das individuelle Leistungsvermögen angepasstes repetitives Üben selektierter Bewegungen (z. B. nur Schulterbewegungen, Zielbewegungen oder Fingerbewegungssequenz) ausreichender Intensität (30 Minuten werktätlich) kann durchgeführt werden, wenn Verbesserungen der Armfunktion und -aktivität angestrebt werden; eine allgemeine Empfehlung für das repetitive Üben einzelner selektiver Bewegungen kann wegen der Inkonsistenz der Ergebnisse jedoch nicht gegeben werden (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

**5.5 Bilaterales Training**

Ein repetitives, Alltagsaufgaben-orientiertes Training mit Betonung bilateraler, insbesondere symmetrischer Bewegungen, dessen Repetition systematisch geblockt und randomisiert strukturiert war (4x45 Minuten pro Woche über 5 Wochen), war bei subakuten Schlaganfallpatienten weder bzgl. der Kraft, der selektiven Beweglichkeit, der groben manuellen und der Fingergeschicklichkeit noch für die Selbständigkeit im Alltag wirksamer als eine zeitlich gleich intensive sonstige Ergotherapie (ohne systematische Repetition bilateraler [aber auch unilateraler] Bewegungen) (Desrosiers et al., 2005).

Ob bilaterales Training für die Armrehabilitation nach Schlaganfall effektiv ist, untersuchte ein systematischer Review mit Metaanalyse von Stewart et al., 2006. 11 Studien mit insgesamt 171 Patienten wurden berücksichtigt, davon 9 mit Randomisierung und 9 mit blinder Evaluation. Die Autoren berichten –

wenn eine Analyse über alle [verschiedene] Outcome-Parameter (Fugl-Meyer, Box and Block-Test, kinematische Analyse) gerechnet wird – über eine moderate Effektgröße des bilateralen Trainierens ( $ES=0,732$ ,  $S.D.=0,13$ ). Insofern chronische Patienten eingeschlossen wurden, kann auf einen Effekt aktiven Übens geschlossen werden. Der Nachweis einer spezifischen Wirksamkeit/Überlegenheit bilateralen Übens, d.h. einer von der Therapieintensität unabhängigen Überlegenheit gegenüber anderen Therapieformen, ist damit nicht belegt.

#### ■ Empfehlung 5.5

Oben wurde bereits ausgeführt, dass es relevant ist, »therapeutische Prinzipien« für das motorische Lernen auf ihre Relevanz zu prüfen. In diesem Zusammenhang kann auch die Frage des bilateralen (vs. unilateralen) Übens gestellt werden. Mit der genannten Metaanalyse wurde die Wirksamkeit aktiven bilateralen Übens (jedoch nicht dessen Überlegenheit) unterstützt. Eine auf Funktions- oder Aktivitätsverbesserung zielende Armrehabilitationsbehandlung soll aktives Trainieren beinhalten, das (auch) mit bilateralen Übungen gestaltet werden kann (Evidenz hoch, mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

### 5.6 Zirkeltraining

Ein Zirkeltraining mit Arm-Ergometer, funktionellen Aufgaben zur Förderung von Reich- und Greifbewegungen, Auge-Hand-Koordinationsaktivitäten, Dehnübungen und Kräftigung (20 Stationen à 5 Minuten, 5 x 1 Std./Woche für 4 Wochen) führte bei subakuten, gehfähigen Schlaganfall-Patienten zu Verbesserungen der Armmotorik (MAS, obere Extremität) und der Fingergeschicklichkeit (JTHFT) (Blennerhassett und Dite, 2004).

Ein weiteres Zirkeltraining mit 1. Schulterübungen (Theraband), 2. passiven oder selbstassistierten Bewegungen und Ellenbogen-Handgelenks-Übungen und 3. Handmuskel- und funktionellem Training (sowie z. T. NMES) führte bei chronischen gehfähigen Schlaganfallpatienten im Vergleich zu einem Mobilitätstraining (3 x 1 Std. ambulante Gruppentherapie für 19 Wochen) zu größeren Verbesserungen der Armfunktion (WMFT) und der selektiven Beweglichkeit des Armes (FM) (Pang et al., 2006).

#### ■ Empfehlung 5.6

Für geeignete Patienten sollte, wenn eine Verbesserung der Armfunktion und -aktivität angestrebt wird, als Organisationsform der Behandlung ein mehrwöchiges Zirkeltraining ausreichender Intensität (z. B. 3 Std. pro Woche für mehrere Wochen) bedacht werden, gerade auch in späteren Krankheitsphasen (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

### 5.7 Eigentaining mit intermittierender Supervision

Ein komplexes therapeutisch supervidiertes häusliches Training für Kraft und Armfunktion (aber auch Ausdauer und Gleichgewicht), das 36 x für 1,5 Std. über 12–14 Wochen durchgeführt wurde, kann bei Schlaganfall-Patienten, die den

Arm bereits gut funktionell einsetzen können, zu einer Verbesserung der Geschicklichkeit führen (Zeitbedarf für funktionelle Arm-Aufgaben; WMFT) (Duncan et al., 2003).

Auch ein tägliches komplexes sensibles oder motorisches häusliches Armtraining (Üben spezifischer Aufgaben, mentales Üben, Spiegeltherapie; 15–90 Minuten über 2 x 4 Wochen) (in Kombination mit 7 Stunden täglich Restriktion der weniger betroffenen Hand [Handschuh]) in Verbindung mit 1,5 Stunden supervidiertem repetitiven sensorischen und motorischen Training pro Woche führte bei chronischen Schlaganfallpatienten mit leicht- bis mittelgradiger Armparese zu Verbesserungen der Arm- und Feinmotorik (Byl et al., 2003).

#### ■ Empfehlung 5.7

Wenn der Arm bereits funktionell einsetzbar ist, sollte ein tägliches Eigentaining mit intermittierender Supervision (90 Minuten Therapeuten-Patienten-Kontaktzeit pro Woche) bedacht werden, wenn funktionelle Verbesserungen erreicht werden sollen (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

### 5.8 Schädigungsorientiertes Training (impairment-oriented training)

Das *Schädigungs-orientierte Training* (impairment-oriented training, IOT) bietet zwei Therapieverfahren, das *Arm-Fähigkeits-Training* (AFT) für Patienten mit leichter Parese und das *Arm-BASIS-Training* (ABT) für Patienten mit schwerer Parese.

Ein zusätzliches Arm-Fähigkeits-Training (5 x pro Woche ca. 45 Minuten pro Tag über 3 Wochen), bei dem verschiedene sensomotorische Leistungen (z. B. Zielen, Handruhe, manuelle und Fingergeschicklichkeit, Visuomotorik) trainiert werden, verbesserte bei subakuten Schlaganfallpatienten und subakuten und chronischen Schädel-Hirn-Trauma-Patienten die alltagsrelevante Arm- und Handmotorik (Zeitbedarf bei den TEMPA-Aufgaben); die Effekte waren auch nach 1 Jahr z. T. noch substanzierbar (Platz et al., 2001).

Eine einfach blinde randomisierte kontrollierte Studie untersuchte den Effekt einer zusätzlichen Therapiezeit für den schwergradig paretischen Arm bei subakuten Schlaganfallpatienten (5 x pro Woche ca. 45 Minuten pro Tag über 4 Wochen), die inhaltlich entweder als Bobath-Therapie oder als Arm-Basis-Training gestaltet wurde, gegenüber einer Rehabilitationsbehandlung ohne diese Intensivierung der Armrehabilitation. Beim Arm-BASIS-Training werden alle Freiheitsgrade des Armes (Bewegungsmöglichkeiten) einzeln im Sinne der selektiven Innervation systematisch repetitiv beübt. Die Erholung der selektiven Beweglichkeit des Armes (FM) wurde durch das zusätzliche Arm-BASIS-Training gefördert, für die Bobath-Behandlung gelang der Nachweis nicht (Platz et al., 2005). Die Inhalte der Therapie waren demnach für die Erholung bedeutsamer als die Therapiezeit. Ein Mapping des motorischen Kortex ergab Hinweise für eine systematische Reorganisation bei den mit Arm-BASIS-Training behandelten Patienten (Platz et al., 2005).

**Empfehlung 5.8**

Ein zur Standardtherapie zusätzliches Arm-BASIS-Training (ABT) sollte bei subakuten Schlaganfall-Patienten mit schwerer Parese durchgeführt werden, wenn eine Verbesserung der selektiven Armbeweglichkeit erreicht werden soll (Evidenz hoch, mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

Ein zur Standardtherapie zusätzliches Arm-Fähigkeits-Training (AFT) sollte bei subakuten Schlaganfall-Patienten mit leichter Parese durchgeführt werden, wenn die Leistungsfähigkeit der Sensomotorik (Fein- und Zielmotorik) verbessert werden soll (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

**5.9 Aufgaben-orientiertes Training**

Ein Aufgaben-spezifisches Training beübt repetitiv Aufgaben, die ähnlich auch im Alltag vorkommen können, um funktionelle Fähigkeiten zu verbessern.

Eine zusätzliche entweder Aufgaben-orientierte Therapie oder Krafttraining (20 Std. zusätzlich in 4–6 Wochen) führte bei mittelschwer betroffenen subakuten Schlaganfallpatienten (FIM 40–80) gleichermaßen zu einer schnelleren Erholung der selektiven Beweglichkeit und der Kraft (sowie der Armfunktion bei leichter betroffenen Patienten) im Vergleich zu einer Standardtherapie (Winstein et al., 2004). Bei einem 9-Monate Follow-up hatte die Subgruppe der weniger schwer betroffenen Patienten, die aufgabenorientiert beübt wurden, bei 2 von 11 »Outcome«-Parametern (»isometric torque« und »palmar pinch«) eine bessere Erholung als die Gruppe, die Krafttraining erhielt.

Bei einem Vergleich der Wirksamkeit einer Behandlung nach dem Motor Relearning Programm und einer Behandlung nach dem Bobath-Konzept (Median 23 Minuten pro Tag, insgesamt Median 365 Minuten) während der stationären Behandlung von akuten/subakuten Schlaganfallpatienten konnten keine unterschiedlichen Effekte abgesichert werden (RMA, MAS) (van Vliet et al., 2005).

Bei akuten Schlaganfallpatienten hat eine Behandlung nach dem Motor Relearning Programm im Vergleich zu einer Behandlung nach dem Bobath-Konzept (5 x 40 Minuten pro Woche während der stationären Behandlung) initial, d.h. nach zwei Wochen Therapie, zu einer stärkeren Verbesserung der Armfunktion geführt (Langhammer et al., 2000), aber langfristig (3 Monate, 1 Jahr und 4 Jahre nach Schlaganfall) keine unterschiedlichen Effekte bewirkt (Langhammer et al., 2000, Langhammer et al., 2003).

Schlaganfallpatienten (< 1 Jahr) mit leichter bis mäßiger Hemiparese, die entweder ein Aufgaben-orientiertes Training (an das Leistungsniveau angepasste funktionelle Alltagsaufgaben mit dem Ziel, die Armfunktion zu verbessern) oder ein Gangtraining erhielten (3 x 90 Minuten pro Woche für 6 Wochen und 15 Minuten tägl. Heimübungsprogramm), konnten keine unterschiedliche Verbesserung ihrer Armfunktion erreichen (Higgins et al., 2006).

Bei einer kleineren Studie mit 12 chronischen Schlaganfallpatienten mit inkompletter Armlähmung konnte eine sichere Überlegenheit eines Aufgaben-orientierten Trainings (Reichen nach und Greifen von Objekten) gegenüber progressiven Wi-

derstandsbewegungen (12 x 35 Minuten in 4 Wochen) nicht nachgewiesen werden; schwerer betroffene könnten von ersterem, leichter betroffene Patienten mehr von letzterem Training profitiert haben (Thielman et al., 2004).

In einem systematischen Cochrane-Review unter Einschluss von 14 randomisierten oder quasi-randomisierten, kontrollierten Studien mit 659 Schlaganfallpatienten wurde geschlussfolgert, dass ein Aufgaben-spezifisches Training (repetitives Üben aktiver motorischer Sequenz mit komplexen Multigelenksbewegungen) im Vergleich zu üblicher Behandlung (einschließlich »keiner Behandlung«) oder einer Kontrollintervention mit gleicher Aufmerksamkeitszuwendung (z. B. Entspannung oder kognitives Training) keinen statistisch signifikanten Effekt auf die Arm- oder Handfunktion (jedoch auf das Gehen) hatte (French et al., 2007).

**Empfehlung 5.9**

Ein Aufgaben-orientiertes Training führte in einer randomisierten kontrollierten Studie bei subakuten Schlaganfall-Patienten im Vergleich zur weniger intensiven Standardtherapie zu einer Verbesserung der Armfunktion. In einem Cochrane Review wurde jedoch beurteilt, dass ein Aufgaben-spezifisches Training keinen statistisch absicherbaren Effekt auf die Wiederherstellung der Arm- oder Handfunktion hat. Es ist daher eine Therapieoption. Eine differentielle Empfehlung für das Aufgaben-orientierte Training kann nicht gegeben werden (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: hohe Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

**5.10 Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT)****5.10.1 Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT) – das »Original«**

Bei subakuten und chronischen Schlaganfallpatienten mit zumindest leicht erhaltener Handfunktion (Handgelenks-, Daumen- und Fingerextension) und gleichzeitig fehlendem substantiellem Gebrauch des paretischen Armes im Alltag (Motor Activity Log < 2,5) (und Selbständigkeit beim Stehen und Transfer) führte eine zusätzliche CIMT über 2 Wochen (6 Std. »shaping«-Therapie, 5 x pro Woche, Restriktion der weniger betroffenen Hand mittels speziellem Handschuh während 90% der »Wachstunden« plus täglich 30 Minuten Heimübungsprogramm) zu schnelleren und größeren sowie anhaltenden (1 Jahr) Verbesserungen der Armmotorik (Geschwindigkeit [WMFT], selbstbeurteilte Häufigkeit [MAL AOU] und Qualität [MAL QOM] des Handgebrauchs im Alltag) als übliche (wenig intensive) Fürsorge allein (Wolf et al., 2006). Bei chronischen Schlaganfallpatienten mit partiell erhaltener Handfunktion ( $\geq 10^\circ$  Finger-Extension,  $\geq 20^\circ$  HG-Extension) und innerhäuslicher Gehfähigkeit (ohne Stock) verbesserten 6 Stunden Behandlung pro Tag in Kleingruppen mit Tragen einer Schlinge für die nicht-betroffenen Hand (5 x pro Woche für 2 Wochen) und Tragen einer Schiene an der nicht-betroffenen Hand zuhause die Armfunktion (ARA) (auch noch nach 1 Jahr) und die selbstbeurteilte Gebrauchsfähigkeit des Armes im Alltag (MAL AOU) stärker als eine zeitlich gleich intensive Bobath-Behandlung (ohne Schiene zu Hause); der Effekt war

bei Patienten mit Sensibilitätsstörungen (ARA) und Neglect (MAL AOU) betont (van der Lee et al., 1999). Bei einem ähnlichen Vergleich (CIMT mit 6 Std. täglich, 5 x pro Woche, plus Restriktion des weniger betroffenen Armes versus 6 Std. täglich Bobath-Behandlung, 5 x pro Woche, ohne zusätzliche Restriktion; beide Therapieformen über 2 Wochen) war die CIMT für chronische Schlaganfallpatienten günstiger (Verbesserung der Armfunktion [ARAT]) (Suputtitada et al., 2004). In einer kleinen Studie waren Effekte der CIMT nach 2 Jahren nachweisbar (Taub et al., 1993).

Die Wirksamkeit der Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT) wurde in einem systematischen Review von Hakkennes und Keating (2005) evaluiert. 14 in der Fragestellung relevante randomisierte kontrollierte Studien wurden identifiziert, davon 10 mit blindem Beurteiler. Metaanalysen wurden für Outcome-Parameter für Armfunktionen (FM), -Aktivitäten (ARAT, WMFT) und die selbstbeurteilte Nützlichkeit des Armes (MAL) durchgeführt, die moderate bis große Effektgrößen zeigten (wovon nur eine statistisch signifikant war [ARAT], was auch mit der relativ kleinen Zahl der Studien mit den einzelnen Outcome-Parametern, deren kleinen Fallzahlen und Heterogenität der Studienpopulationen in Zusammenhang stehen kann).

In einem (nicht abgeschlossenen) Cochrane Review soll geprüft werden, ob die Constraint-Induced Movement Therapy eine effektive Rehabilitationsstrategie bei Armlähmungen darstellt (Sirtori et al. 2006).

### 5.10.2 Modifizierte Constraint-Induced Movement Therapy (mCIMT)

Die selbstbeurteilte Häufigkeit [MAL AOU] und Qualität [MAL QOM] des Handgebrauchs im Alltag wurde stärker verbessert, wenn die »shaping«-Therapie 6 Std. am Tag durchgeführt wurde als bei 3 Std. am Tag (Sterr et al., 2002).

Sowohl bei akuten als auch chronischen Schlaganfall-Patienten mit partiell erhaltener Handfunktion ( $\geq 10^\circ$  aktive MCP- und PIP/DIP-Extension,  $\geq 20^\circ$  HG-Extension) und Nicht-Gebrauch des Armes im Alltag verbesserte eine 10-wöchige Behandlung mit 5 Stunden »constraint« der nicht betroffenen Hand pro Tag (Mo–Fr) und einer dreimal wöchentlichen alltagsbezogenen Armtherapie die selektive Beweglichkeit (FM Arm), die Armfunktion (ARA) (akute Schlaganfall-Patienten) und selbstbeurteilte Gebrauchsfähigkeit des Armes im Alltag (MAL) mehr als eine traditionelle Armbehandlung ohne zusätzliche Restriktion (z.T. als PNF-Therapie, zum geringeren Teil auch Kompensationsstraining mit dem nicht betroffenen Arm) (Therapie: an Behandlungstagen 30 Minuten Ergotherapie, im chronischen Stadium zusätzlich 30 Minuten Physiotherapie mit Armbehandlung, aber auch Gangtraining) bzw. keine Therapie (subakute Schlaganfallpatienten) (Page et al., 2001; Page et al., 2002; Page et al., 2004; Page et al., 2005). Eine mCIMT mit 2 Stunden funktionellem Training pro Tag (für 2 Wochen) mit Tragen einer Restriktion der weniger betroffenen Hand für weitere mindestens 6 Stunden am Tag bewirkte bei akuten Schlaganfallpatienten (<14 Tage) ein stärkere Verbesserung der Armfunktion (ARAT) als 2 Stunden herkömmliche Ergotherapie (Dromerick et al., 2000). Eine CIMT (Re-

striktion für bis zu 6 Stunden pro Tag, MW 2,7 Std.) in Kombination mit »traditioneller« Armtherapie (1 Std. pro Tag) war bei subakuten Schlaganfallpatienten jedoch nicht sicher wirksam, wobei Männer am ehesten profitierten und ihre Armfunktion (ARAT) verbessern konnten (Ploughman and Corbett, 2004). Auch chronisch hemiparetische Kinder ( $\leq 8$  Jahre) profitieren von einer CIMT (Hand-Unterarm-Gipsverband für 1 Monat) (Willis et al., 2002).

#### ■ Empfehlung 5.10.2 (CIMT und mCIMT)

Für die Constrained-Induced Movement Therapy (CIMT) (auch als Bewegungsinduktionstherapie oder »forced use«-Therapie bezeichnet) ist die Wirksamkeit sehr gut belegt und zwar dann, wenn Patienten eine zumindest teilweise erhaltene Handfunktion und gleichzeitig einen fehlenden substantiellen spontanen Gebrauch des Armes im Alltag haben. Dies trifft für subakute und chronische Schlaganfall-Patienten zu. Sowohl die ursprüngliche Version (6 Stunden Therapie pro Tag plus Restriktion der weniger betroffenen Hand für 90% der Wachststunden über 2 Wochen) als auch modifizierte, weniger intensive Formen (mCIMT) mit z.B. 2 Stunden Therapie pro Tag und einer 5–6-stündigen Restriktion über einen Zeitraum von bis zu 10 Wochen können die Armfunktion und den Gebrauch des Armes im Alltag fördern.

Die modifizierten, weniger intensiven Formen (mCIMT) sind leichter praktisch umsetzbar als die ursprüngliche Version; denn das kann parallel zu existierenden Therapie-Angeboten unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten (Gleichgewicht) geschehen.

Wenn eine CIMT oder mCIMT angeboten werden kann und der Patient die notwendigen Voraussetzungen erfüllt, dann soll diese Behandlungsmethode beim skizzierten Patientenkollektiv angewendet werden (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: hohe Qualität; **Empfehlungsgrad A**).

### 5.11 Trunc Restraint

Bei chronischen Schlaganfallpatienten mit mittelschwerer Armlähmung, aber erhaltener Fähigkeit zum Reichen und zum Greifen verbesserte die Rumpfrestriktion beim repetitiven strukturierten Beüben von Reich- und Greifbewegungen die Erholung der selektiven Beweglichkeit (FM Arm) und Armfunktion (TEMPA) (Michaelsen et al., 2006).

#### ■ Empfehlung 5.11

Rumpfrestriktion beim Training von Reich- und Greifbewegungen kann bei vorliegenden kompensatorischen Rumpfbewegungen erfolgen (Evidenz mittel, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

### 5.12 Spiegeltherapie

Eine Spiegeltherapie (2 x tgl. 15 Minuten, 6 x pro Woche, 4 Wochen) könnte bei chronischen Schlaganfallpatienten mit milder bis schwerer Hemiparese die aktive Bewegungsfähigkeit des Armes verbessern (Altschuler et al., 1999).

Bei einer kleineren Gruppe subakuter bis chronischer Schlaganfall-Patienten, die entweder teilstationär (weniger intensiv, 17 x 30 Minuten in 5 Wochen) oder stationär (37 x 30 Minuten in 5 Wochen) behandelt wurden, wurde nach der Behandlung mit einer Spiegeltherapie (je 10 Minuten Armbewegungen, funktionelle Aufgaben, Feinmotorik-Aufgaben) im Vergleich zur Kontrolltherapie bei Parametern mit stärkeren Baseline-Differenzen unterschiedliche Zuwächse nach Therapie dokumentiert (Rothgangel et al., 2007). Der ursächliche Zusammenhang mit der Spiegeltherapie konnte somit nicht eindeutig hergestellt werden.

Bei subakuten bis chronischen Schlaganfall-Patienten (<1 Jahr) mit schwerer bis moderater Hemiparese führte eine Behandlung mit Spiegeltherapie (Beübung von Handgelenks- und Fingerextension sowie -flexion) werktäglich für 30 Minuten für 4 Wochen zusätzlich zu sonstiger Rehabilitationsbehandlung nach der Therapie sowie 6 Monate danach zu einer stärkeren motorischen Erholung (Brunnstrom Stadien) und einer stärkeren Verbesserung der Selbständigkeit bei Alltagsverrichtungen (FIM) als ein gleich intensive Kontrolltherapie (gleiche Bewegungen) ohne Spiegel (Yavuzer et al., 2008).

#### ■ Empfehlung 5.12

Eine zur Standardtherapie zusätzliche Spiegeltherapie, bei der Bewegungen der »gesunden« Hand im Spiegel beobachtet und visuell wie Bewegungen der betroffenen Hand wahrgenommen werden, sollte bei subakuten und chronischen Schlaganfallpatienten durchgeführt werden, wenn eine Verbesserung der motorischen Funktion angestrebt wird (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

### 5.13 Mentales Training

Bei subakuten Schlaganfallpatienten (<6 Monate) mit Armparese führte ein 6-wöchiges tägliches mentales Training (10 Minuten) mit vorgestellter Nutzung des Armes bei Alltagsverrichtungen (begleitet von 3 x 1 Std. Ergotherapie pro Woche) zu deutlicheren Verbesserungen der selektiven Beweglichkeit (FM Arm) und Armfunktion (ARA) als Ergotherapie allein (Page et al., 2001). Auch bei chronischen Schlaganfallpatienten mit Armlähmung (bei erhaltener Restfunktion der Handgelenks- und Fingerflexion) und gelerntem Nichtgebrauch fördern täglich 30 Minuten mentales Training parallel tatsächlich geübter ADL-Aktivitäten (2 x 30 Minuten pro Woche im Rahmen der Therapie) über 6 Wochen die Armfunktion (ARA) (mehr als zusätzliches Entspannungstraining) (Page et al., 2005).

Bei einer kleineren Gruppe von Schlaganfallpatienten (n=17) mit initialer Plegie und anschließender Erholung der Handfunktion mit Erreichen von selektiven Fingerbewegungen bewirkte die Beübung einer Fingerbewegungssequenz (Daumen-Finger-Opposition), die entweder tatsächlich ausgeführt wurde oder nur mental geübt wurde (5 x 30 Minuten pro Woche), jeweils im Vergleich zu einer gleich langen konventionellen Therapie bezüglich der Griffkraft und der Feinmotorik (Jebsen Handfunktionstest) stärkere Verbesserungen (Müller et al., 2007).

#### ■ Empfehlung 5.13

Zusätzlich zur sonstigen motorischen Therapie sollte ein über mehrere Wochen durchgeführtes tägliches mentales Training (10–30 Minuten) mit vorgestelltem Gebrauch des betroffenen Armes im Alltag bei subakuten und chronischen Schlaganfallpatienten mit vorhandener Restfunktion der Hand erwogen werden, wenn eine Verbesserung der Armfunktion angestrebt wird (Evidenz mittel, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

### 5.14 Bewegungsbeobachtung (»action observation«)

In einer kleineren nicht verblindeten Studie mit chronischen Schlaganfallpatienten (MCA) mit moderater Hemiparese führte das Abwechseln von Bewegungsbeobachtung (Videsequenz einer Aktion über 6 Minuten) und anschließendes Beüben der Aktion (6 Minuten) (18 x 90 Minuten Therapie über 4 Wochen) zu stärkeren Verbesserungen der Armfunktion (FAT) und selbstbeurteilten motorischen Fähigkeit und deren Einflüssen auf den Alltag (SIS) als das Anschauen von Kontrollvideos (mit geometrische Symbolen und Zahlen) und anschließendes Beüben der (gleichen) Aktionen. Damit einher ging in der Experimentalgruppe auch eine (stärkere) Zunahme der Aktivierung des »Spiegelneuron-Systems« (fMR) bei der Manipulation von Objekten mit der paretischen Hand (Ertelt et al., 2007).

#### ■ Empfehlung 5.14

Bei moderater Hemiparese kann das Abwechseln von Bewegungsbeobachtung (Videsequenz einer Aktion über 6 Minuten) und das anschließende Üben der Aktion erwogen werden, wenn eine Verbesserung der motorischen Funktion angestrebt wird (Evidenz mittel, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

### 5.15 Neuromuskuläre, EMG-getriggerte und funktionelle Elektrostimulation (NMES, EMG-ES & FES)

Unter Funktioneller Elektrostimulation (FES) wird in der LL eine Stimulation verstanden, die in einem funktionellen Bewegungskontext verwendet wird (z. B. beim Greifen). Von der FES unterschieden wird die EMG-getriggerte Elektrostimulation (EMG-ES), die auf einer intendierten Willkürbewegung an einem Gelenk ohne direkten Aktivitätsbezug basiert. Für andere neuromuskuläre Stimulationen wird in der LL der allgemeinere (Ober-)Begriff der neuromuskulären Elektrostimulation (NMES) verwendet.

In Studien benannte Kontraindikationen für eine Elektrostimulation sind: Herzschrittmacher, potentiell lebensbedrohliche Herzrhythmusstörungen, epileptische Anfälle in der jüngeren Vergangenheit, Metall-Implantationen im behandelten Arm.

Bei (sub)akuten Schlaganfall-Patienten mit schlaffer Schulterlähmung führte eine mehrstündige (1,5–6 Stunden) tägliche NMES der Schultermuskulatur (M. supraspinatus, M. deltoideus, pars posterior) über 6 Wochen zu einer stärkeren Verbesserung der aktiven Armbeweglichkeit (und EMG-Aktivität) (nach den 6 Wochen) sowie weniger Schulter-Subluxation und passiver Außenrotationseinschränkung (auch 6 Wochen nach Be-

endigung der Elektrostimulation) (Faghri et al., 1994). Andererseits wurden nach einer ähnlich intensiven (1 Stunde, 3 x täglich für 4 Wochen) täglichen NMES der Schultermuskulatur (M. supraspinatus, M. deltoideus, pars posterior) bei (sub)akuten (geriatrischen) Schlaganfallpatienten mit neu aufgetretener Armfunktionsstörung im Vergleich zu einer »Sham«-(Schein)-Stimulation keine stärkeren Verbesserungen der Armfunktion (ARAT) beobachtet; nach 3 Monaten zeigte vielmehr die Kontrollgruppe in einigen Aspekten (ARAT-Subtest Greifen und grobe Bewegungen, Frenchay Arm Test sowie Motricity Index, Arm Score) größere Verbesserungen, insbesondere bei den initial schwerer Betroffenen (Church et al., 2006).

Bei (sub)akuten Schlaganfall-Patienten mit zumindest mittelschwerer Armparese (FM Arm <44) führt die zusätzliche Nutzung von NMES der Handgelenks- und Fingerextensoren (15–20 x 1 Std.) auch längerfristig (Chae et al., 1998) zu einer zumindest leicht besseren Erholung des aktiven Bewegungsausmaßes, der Kraft bzw. der selektiven Beweglichkeit (FM Arm) (Bowman et al., 1979; Chae et al., 1998). Eine längere zusätzliche Anwendung (3 x 30 Minuten/Tag für 8 Wochen) bewirkte bei subakuten Schlaganfallpatienten auch längerfristig (24 Wochen Follow-up) eine Verbesserung der Handgelenksexensionskraft und bei Patienten mit bereits initial messbarer Handgelenksexensionskraft eine Beschleunigung der Erholung der Armfunktion (ARAT) (Powell et al., 1999). Eine alternierende Stimulation der Flexoren und Extensoren war einer NMES der Handgelenksexensoren nicht überlegen (de Kroon et al., 2004).

Bei einer kleinen Studie mit subakuten Schlaganfallpatienten mit schwerer Armlähmung (aber detektierbarem Handgelenksexensoren-EMG-Signal) führte eine EMG-getriggerte NMES (EMG-ES) der Handgelenks- und Fingerextensoren (2 x 30 Min. pro Tag, 5 x pro Woche, für die Dauer der Rehabilitationsbehandlung/ca. 4 Wochen) zu deutlich stärkeren Verbesserungen der aktiven Beweglichkeit (FM) als Üben ohne Elektrostimulation; ersteres könnte auch einen Effekt im Alltag haben (FIM) (Francisco et al., 1998). Bei chronischen Schlaganfallpatienten mit inkompletter Handparese ( $\geq 10^\circ$  Finger- und Handgelenksexension) führte eine EMG-ES der Handgelenks- und Fingerextensoren (insgesamt 6 Std.) (Cauraugh et al., 2000), wenn auch die gesunde Hand mitübt (bilaterales Training) (Cauraugh et al., 2002), verstärkt zu einer Verbesserung der groben manuellen Geschicklichkeit (BBT); Ähnliches gilt auch, wenn Schulterabduktion, Ellenbogenextension und Handgelenksexension geübt werden; eine zufällige Abfolge der Bewegungen hat dabei gegenüber einer »geblockten« Beübung pro Bewegung keine stärkere Wirksamkeit (Cauraugh et al., 2003).

Bei chronischen Schlaganfallpatienten mit moderater Hemiparese (mindestens  $10^\circ$  aktive Flexion und Extension im MCP des Zeigefingers) führte ein intensives häusliches Eigentaining (6 Stunden pro Tag an 10 Tagen innerhalb von 3 Wochen), bestehend aus einer Kombination aus EMG-getriggelter neuromuskulärer Elektrostimulation (EMG-ES) und zyklischer NMES mit dem Ziel, Finger- und Handgelenksexensionsbewegungen hervorzurufen, zu statistisch signifikanten Verbesserungen der groben manuellen Geschicklichkeit (BBT), des Zeitbedarfs bei alltagsnahen Aktivitäten (JHFT), des selbstbeurteilten Gebrauchs der hemiparetischen Hand

im Alltag (MAL) und der isometrischen Kraft (Fingerextension) (Kimberley et al., 2004). Bei Studienteilnehmern in der »sham«-Gruppe (identische Aufgabenstellung, Behandlung ohne Elektrostimulation, jedoch mit aktiver Extension der Hand) verbesserte sich lediglich die Kraft der Fingerextensoren statistisch signifikant.

Bei subakuten (und chronischen) Patienten mit der Fähigkeit, das Handgelenk bereits wieder zu extendieren (ggf. nur ohne Schwerkrafteinfluss) fanden sich nach EMG-ES der Handgelenksexensoren mit der Aufforderung, sich auf vorgestellte Handgelenksexensionen zu konzentrieren, im Vergleich zu einer nicht EMG-getriggerten NEMS keine differentiellen Effekte auf die selektive Beweglichkeit (FM) und Armfunktion (ARAT); die Therapie wurde über 3 Monate durchgeführt (5 x pro Woche 30 Minuten) (Hemmen and Selen, 2007).

Wenn bei chronischen Schlaganfallpatienten mit mindestens  $10^\circ$  Grad aktiver Extension und Flexion im MCP-Gelenk des hemiparetischen Zeigefingers entweder eine EMG-ES der Handgelenks- und Fingerextensoren, ein »tracking training« (Fingerextensions- und -flexionsbewegungen nach graphischer Vorgabe und mit Feedback) oder eine Kombination beider Therapieformen angewendet wurde, ergaben sich bzgl. der groben manuellen Geschicklichkeit (BBT) oder des Zeitbedarfs für alltagsähnliche Aktivitäten (JHFT) keine signifikanten Gruppenunterschiede bzgl. der Verbesserungen nach dem Training (10 x 1 Std.) (Bhatt et al., 2007).

Bei schwerer Armparese oder -plegie führte eine Arm-Robot-Therapie mit dem Bi-Manu-Track (s.u.) zu einer stärkeren Erholung der selektiven Armbeweglichkeit (FM Arm) als eine NMES oder EMG-ES (20 Minuten pro Wochentag über 6 Wochen) (Hesse et al., 2005).

Bei subakuten Schlaganfallpatienten mit beginnender Willkürmotorik der paretischen Hand führte eine funktionale NMES (FES) (Mehrkanal-Elektrostimulation für das Greifen mit Beüben alltäglicher Aktivitäten) (5 x pro Woche 30 Minuten über 3 Wochen) auch langfristig (untersucht für 23 bzw. 75 Wochen nach dem Training) zu einer stärkeren Verbesserung alltagsrelevanter Armfunktion (UEFT Zeichentest, Selbstbeurteilung) als ein Aufgaben-orientiertes Training ohne FES (Popovic et al., 2004). Bis zu einem halben Jahr beobachtete Effekte nach 3 Wochen Therapie waren auch zuvor berichtet worden (Popovic et al., 2003).

Die kombinierte zyklische und funktionale (funktionelle Handbewegungen) Elektrostimulation mit der FES-Orthese »NESS Handmaster™« im Rahmen eines täglichen Heimtrainings (bis 3 x 50 Minuten/Tag über 6 Wochen) führte bei subakuten Schlaganfallpatienten mit teilweise vorhandener Willküraktivität für Handgelenks- und Fingerbewegungen zu einer Verbesserung der aktiven Beweglichkeit (Schulter und Handgelenk) und der Geschicklichkeit (BBT, JHFT) (Ring et al., 2005).

Das Beüben von drei alltagsnahen Aufgaben an einer »Workstation« mit Unterstützung durch Funktionelle Elektrostimulation für das Öffnen der Hand beim Greifen und Loslassen der Gegenstände (FES-ET) (15–20 x 1 Std., 5 x pro Woche) plus herkömmliche physiotherapeutische Behandlung führte bei subakuten Schlaganfallpatienten im Vergleich zu einer weniger intensiven Behandlung (4 x 15 Minuten pro Woche sensorische Elektrostimulation des dorsalen Oberarmes ohne

motorische Aktivierung und einmal proWoche FES-ET plus Physiotherapie) zu einem signifikant verringerten Zeitbedarf für alltagsnahe Aufgaben und einer besseren Einsatzfähigkeit des hemiplegischen Armes (WMFT) sowie zu einem signifikant höheren kombinierten kinematischen Score (CKS) (Kowalczewski et al., 2007). Verbesserungen waren auch noch nach drei Monaten nachweisbar. Die selektive Beweglichkeit (FMA) und die selbstbeurteilte Qualität und Häufigkeit des Armgebrauchs (MAL) in alltäglichen Situationen unterschieden sich nicht statistisch signifikant zwischen den Gruppen. Zwei systematische Cochrane Reviews zur Elektrostimulation des Armes bei Schlaganfall-Patienten wurden berichtet:

In einer Analyse von vier klinischen Studien (Randomisierung bei 2 Studien nicht bekannt, 2 Studien mit verblindeter Evaluation) (Price et al. 2000) waren Elektrostimulationen wie die neuromuskuläre Stimulation, TENS und ähnliche Interventionen zwar für die Prävention oder Behandlung von Schlaganfallbedingten Schulterschmerzen nicht nachweislich wirksam. Sie hatten jedoch einen schmerzlindernden Effekt auf die Außenrotation der betroffenen Schulter und reduzierten auch das Ausmaß der Schulterluxation; Armfunktion und Spastikentwicklung wurden nicht nachweislich beeinflusst.

Ein anderer Review schlussfolgert, dass eine funktionelle Elektrostimulation zu einer Verbesserung der Lähmung und der motorischen Funktionen beitragen könnte; die Datenlage sei hier jedoch nicht gesichert (Pomeroy et al. 2006). Aus 24 RCTs (RCT= randomisierte, kontrollierte Studie) wurden überwiegend aus einzelnen RCTs und z. T. bei Vergleichen mit einer Kontrollgruppe ohne Therapie Verbesserungen u. a. bzgl. der Muskelfunktion (Kokontraktion), selektiven Innervation (Fugl-Meyer) und manuellen Geschicklichkeit (BBT) berichtet. Für viele der analysierten Parameter wurde jedoch kein Effekt abgesichert.

Andere systematische Reviews (als die Cochrane Reviews) über die therapeutischen Effekte neuromuskulärer Elektrostimulation kamen zu unterschiedlichen Ergebnissen:

De Kroon et al. (2002) berichten über 6 RCTs mit verschiedenen Formen therapeutischer Elektrostimulation (TENS, NMES, EMG-NMES, Positionsfeedback-Stimulation), davon 4 mit verblindetem Assessment. Die Analyse belegte einerseits einen positiven Effekt auf die motorische Kontrolle, bezüglich funktioneller Aktivitäten konnten keine Schlussfolgerungen gezogen werden. Bolton et al. (2004) beurteilten die therapeutische Wirksamkeit von EMG-getriggertem neuromuskulärer Elektrostimulation (EMG-NMES) auf die Erholung der Arm-/Handfunktion. Sie schlossen 5 Studien mit insgesamt 86 Patienten ein, davon 3 Studien mit Randomisierung, 3 mit verblindetem Assessment. Die Autoren berichten – wenn eine gemeinsame Analyse über drei verschiedene Outcome-Parameter gerechnet wird – über eine mäßig hohe Effektgröße der EMG-NMES (ES=0,82, S.D.=0,59).

In einem aktuelleren systematischen Review von Meilink et al. (2008) wurde ebenfalls die therapeutische Wirksamkeit von EMG-getriggertem neuromuskulärer Elektrostimulation (EMG-NMES) der Extensoren des Unterarmes auf die Handfunktion bei Schlaganfall-Patienten basierend auf RCTs mit üblicher Behandlung oder keiner Behandlung als Kontrollgruppen evaluiert. 8 Studien mit insgesamt 157 Patienten wurden eingeschlossen. Darunter waren 3 mit verblindetem

Assessment. (Getrennt) Analysiert wurden Effekte auf die selektive Beweglichkeit (FM Arm), die manuelle Geschicklichkeit (BBT), die Arm- und Handaktivitäten (ARAT), die Reaktionszeit und die anhaltende Kontraktionsfähigkeit. Eine (differenzielle) Wirksamkeit der EMG-NMES konnte dabei nicht abgesichert werden. Als relevante Aspekte in der Diskussion wurden u. a. genannt, dass die Studienpopulationen klein waren, die Behandlungsintensitäten und -kontraste zu gering gewesen sein könnten und dass überwiegend chronische Schlaganfall-Patienten eingeschlossen wurden.

#### ■ Empfehlung 5.15

Die neuromuskuläre Elektrostimulation (NMES) wurde z. T. bei ihrer Anwendung für die Schultergürtelmuskulatur klinisch geprüft, am häufigsten jedoch für die Stimulation der Finger- und Handgelenksexensoren. Sowohl bei den einzelnen Studien als auch bei den publizierten systematischen Reviews fällt eine problematische Inkonsistenz der Ergebnisse auf. Es wird geschlussfolgert, dass eine Elektrostimulation zu einer Verbesserung der Lähmung und der motorischen Funktionen beitragen könnte; die Datenlage ist jedoch nicht gesichert.

Die verschiedenen Verfahren (NMES der Schultergürtel- und Unterarmextensoren-muskulatur, EMG-ES der Unterarmextensoren-muskulatur) können durchgeführt werden, wenn eine Verbesserung der Armfunktion und -aktivitäten bei einer schweren Armparese angestrebt werden soll (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

Eine mehrstündige tägliche NMES der Schultermuskulatur (M. supraspinatus, M. deltoideus, pars posterior) sollte bei subakuten Patienten nicht erfolgen (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**). Andererseits kann eine mehrstündige EMG-ES und NMES der Handgelenks- und Fingerextensoren bei chronischen Schlaganfallpatienten durchgeführt werden (Evidenz mittel, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

Bei Anwendung der EMG-getriggerten NMES der Unterarmextensoren-muskulatur sollte ein bilaterales (Mit-)Üben (der weniger betroffenen Hand) erfolgen (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

Die Therapie kann in Kleingruppen durchgeführt werden, bei selektierten Patienten auch als Heimtraining (cave: nicht selektives Innervationsverhalten mit Kokontraktion) (Evidenz niedrig [kein RCT einzeln vs. Kleingruppe bzw. mit Therapeut oder zuhause], Einschätzung der Effekte: sehr niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

Bei der Subgruppe der Patienten mit schwerer Handlähmung und zumindest teilweise erhaltener proximaler Motorik sollte eine funktionale mehrkanalige Stimulation zur Induktion von Greifen und Loslassen mit Beüben alltäglicher Aktivitäten bedacht werden (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

Bei der NMES und FES sollten die in Studien benannten Kontraindikationen bedacht werden: Herz- und Hirnschrittmacher, potentiell lebensbedrohliche Herzrhythmusstörungen, epileptische Anfälle in der jüngeren Vergangenheit, Metall-Implantationen im behandelten Arm. Spezifische Sicherheitshinweise sind den jeweiligen Gerätedokumenten zu entnehmen bzw. vom Hersteller zu erfragen.

### 5.16 BATRAC (»bilateral arm training with rhythmic auditory cueing«)

In einer kleineren Studie konnte bei Schlaganfall-Patienten mit residualer inkompletter Armparese nach BATRAC-Therapie (3 x 1 Std. für 6 Wochen) gegenüber einer Kontrollbehandlung (nach Bobath) kein größerer funktioneller Zugewinn dokumentiert werden (FM, WMAT, UMAQS) (bei allerdings stärkeren Effekten auf die Gehirnaktivierung bei Bewegungen) (Luft et al., 2004).

#### ■ Empfehlung 5.16

Eine Empfehlung kann nicht ausgesprochen werden (Evidenzmittel, Einschätzung der Effekte: sehr niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

### 5.17 Arm-Robot-Therapie

Bei subakuten bzw. chronischen Schlaganfall-Patienten mit schwerer Armparese oder -plegie führte eine zusätzliche intensive Robot-Therapie mit dem MIT-Manus (25-35 x 1 Std.) bzw. MIME (24 x 1 Std. in 2 Monaten) (robotunterstützte zielorientierte Armbewegungen [Schulter und Ellenbogen]) zu einer besseren Erholung der proximalen Armkraft, des aktiven Bewegungsmaßes und zu einer leichten Verbesserung der (proximalen) selektiven Armbeweglichkeit (Volpe et al., 2000; Fasoli et al., 2004; Lum et al., 2002). Eine langfristige Überlegenheit (im Vergleich zu einer Bobath-Behandlung) konnte nicht abgesichert werden (Lum et al., 2002); für die Behandlung mit MIT-Manus wurde auch bei einem 3-Jahres-Follow-up eine stärkere Zunahme der Schulter- und Ellenbogenbewegungsfähigkeit (Motor Status Score Schulter und Ellenbogen) bei einigen Patienten gezeigt (Volpe et al., 1999). Bei Patienten, die bereits in der Lage waren, planare Zielbewegungen auszuführen, könnte ein progressiv resistives Üben mit dem Robot (MIT-Manus) zusätzliche Verbesserungen für Handbewegungen induzieren (Fasoli et al., 2003), die selektive Armbeweglichkeit insgesamt wurde jedoch nicht differentiell beeinflusst (Stein et al., 2004).

Bei subakuten Schlaganfall-Patienten mit schwerer Armparese oder -plegie führte eine zusätzliche intensive Robot-Therapie mit dem Bi-Manu-Track (30 x 20 Minuten in 6 Wochen) (robotunterstützte Pro- und Supinationsbewegungen sowie Handgelenksbewegungen, bilateral) (auch längerfristig/3 Monate) zu einer besseren Erholung der Armkraft und der selektiven Armbeweglichkeit (Fugl-Meyer) als eine funktionelle Elektrostimulation (Hesse et al., 2005).

Bei einer kleinen Gruppe subakuter Schlaganfallpatienten mit schwerer Armparese (Finger und Handgelenk konnten nicht willkürlich extendiert werden) führten robotergestützte passive Bewegungsübungen der hemiparetischen Hand mit dem Finger-Trainer »Reha-Digit« bei gleichzeitiger Aufforderung, sich die Bewegung als selbstinitiiert vorzustellen und mit dem Zeigefinger unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheiten taktil zu diskriminieren (5 x 20 Minuten pro Woche für 4 Wochen) zu einer statistisch signifikant verbesserten selektiven Beweglichkeit der Hand (Fugl-Meyer-Test, distale Arm-Items) (Hesse et al., 2008).

#### ■ Empfehlung 5.17

Bei schweren Armlähmungen (z. B. keine Bewegung gegen Eigenschwere möglich) kann eine Arm-Robot-Therapie eine sinnvolle Ergänzung sein. Therapeutisch supervidiert können technisch unterstützt mit hohen Repetitionsraten spezifische Bewegungen geübt werden, die noch nicht selbständig ausgeführt werden könnten. Dadurch können – je nach Gerät – entweder Schulter- und Ellenbogenbewegungen (z. B. mit dem MIT-Manus oder dem MIME), Unterarm- und Handgelenksbewegungen (z. B. Bi-Manu-Track) oder Fingerbewegungen (z. B. mit dem Reha-Digit) aktiv geübt werden und deren Restitution im Sinne der Willküraktivität gefördert werden. Im Vergleich zur zyklischen neuromuskulären (NMES) oder EMG-getriggerten Elektrostimulation (EMG-NMES) der Hand- und Fingerextensoren kann die Arm-Robot-Therapie effektiver sein, ist aber auch in der Anschaffung kostspieliger und nur z. T. kommerziell erhältlich. Wenn eine Arm-Robot-Therapie indikationsgerecht angeboten werden kann, sollte sie zum Einsatz kommen, wenn die selektive Beweglichkeit bei schwerer Armlähmung verbessert werden soll. (Evidenzmittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

Sowohl für die neuromuskuläre Elektrostimulation als auch die Arm-Robot-Therapie ist zu bedenken, dass nur wenige spezifische Bewegungen geübt werden (können). D. h. zur umfassenderen funktionellen Restitution bedarf es zusätzlicher spezifischer nicht apparativ gestützter Therapiemaßnahmen. Anders ausgedrückt, stellen die apparativ unterstützten Verfahren im Behandlungskonzept für die Armlähmung nach Schlaganfall einen wichtigen ergänzenden (aber nicht alleine hinreichenden) Baustein der Therapie dar.

### 5.18 Elektromyographisches (EMG-) Biofeedback

Bei subakuten Schlaganfall-Patienten mit Armparese (ohne komplette Plegie) führte die zusätzliche Nutzung von (EMG-) Biofeedback während der Therapie über 4 bzw. 6 Wochen zu einer besseren Erholung der Muskelaktivierung und der aktiven Handgelenksextension (Armagan et al., 2003) bzw. der selektiven Beweglichkeit (FM Arm) und Armfunktion (ARA), auch bei der Subgruppe mit schwerer Armlähmung (Crow et al., 1989). Überdauernde Effekte konnten nicht abgesichert werden. Auch bei chronischen Schlaganfallpatienten mit residualer Armlähmung konnten Kraft und aktive Bewegungsfähigkeit mehr gefördert werden, wenn EMG-Biofeedback genutzt wurde (Inglis et al., 1984).

Im Vergleich zu einer Behandlung nach dem Bobath-Konzept war die Therapie mit (EMG-) Biofeedback (3 x 45 Minuten pro Woche über 5 Wochen) bei einer gemischten Patientengruppe mit schwerer Armparese (<4 Monate) und leichter Parese (4 Monate bis 1 Jahr nach Schlaganfall) nicht überlegen (Basmajian et al., 1987).

Bei einem Training schwacher Ellenbogenextensoren (bei gleichzeitiger Biceps-Hyperaktivität) bei chronischen Schlaganfallpatienten war ein Training mit EMG-Biofeedback (M. triceps brachii) einem rein funktionellen Training (10 Trainingssitzungen in 6 Wochen) nicht überlegen (Wolf et al., 1994).

Gemäß einem systematischen Cochrane Review ist der Nutzen von EMG-Biofeedback für die motorische Rehabilitation nach Schlaganfall ist nicht sicher belegt (Woodford u. Price 2006).

#### ■ Empfehlung 5.18

Der Nutzen von EMG-Biofeedback für die motorische Rehabilitation des Armes nach Schlaganfall ist nicht sicher belegt. Sie kann durchgeführt werden, es wird jedoch keine Empfehlung ausgesprochen (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

### 5.19 Akupunktur/Elektroakupunktur

Eine zusätzliche Elektroakupunktur des paretischen Armes (und Beines) (5 x 30 Minuten für 2 Wochen, Muskelkontraktionen erzeugend) führte bei subakuten Schlaganfall-Patienten zu einer besseren Erholung des Armes (Brunnström Stadien) (und des Beines sowie der Alltagskompetenz [FIM]) (Wong et al., 1999).

Bei chronischen Schlaganfall-Patienten mit moderater Armparese konnte die Überlegenheit einer (Elektro-)Akupunktur gegenüber einer Schein-Akupunktur nicht sicher belegt werden (Intention-to-treat-Analyse: keine signifikanten Unterschiede). Bei Patienten, die nach Protokoll behandelt und untersucht wurden (19 von 33) verbesserte sich nach (echter) Akupunktur die aktive Schulter- und Handgelenksbeweglichkeit (Wayne et al., 2005).

#### ■ Empfehlung 5.19

Der Nutzen einer (Elektro-)Akupunktur für die motorische Rehabilitation des Armes nach Schlaganfall ist nicht sicher belegt. Sie kann durchgeführt werden, es wird jedoch keine Empfehlung ausgesprochen (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

### 5.20 Sensible elektrische Stimulation, thermische Stimulation und sensible Stimulation durch intermittierende pneumatische Kompression

Bei chronischen Schlaganfall-Patienten mit moderater Armparese (FM Arm 30–50) führte eine werktägliche 60-minütige TENS-Behandlung (1,7 Hz) über 3 Monate zu leichten Verbesserung der selektiven Armbeweglichkeit; Langzeit-Effekte gab es nicht (Sonde et al., 1998; Sonde et al., 2000).

Bei subakuten Schlaganfall-Patienten mit Sensibilitätsstörungen verbesserte eine intermittierende pneumatische Kompression (mit Johnstone Splints, 5 x 30 Minuten pro Woche für 4 Wochen) nicht nur die Sensibilität des betroffenen Armes, sondern führte auch zu einer leichten Verbesserung der selektiven Armbeweglichkeit (FM) (Cambier et al., 2003).

Bei akuten und subakuten Schlaganfallpatienten (Diagnose des Schlaganfalls < 1 Monat) führte zusätzliche thermische Stimulation (5 x 20–30 Minuten pro Woche für 6 Wochen) (Wärme- und Kälte-Applikation über der hemiparetischen Hand und dem Handgelenk) plus Standard-Therapie zu statistisch signifikant größeren Verbesserungen der motorischen Erholung (Brunnstrom Stadien), der aktiven Handgelenksexension (und

-flexion) sowie der Sensibilität als eine Standard-Behandlung plus eine Besprechung des Rehabilitationsfortschrittes mindestens 3 x/Woche für 15–20 min (Chen et al., 2005).

Bei chronischen Schlaganfallpatienten mit initial schwerer Parese und konsekutiver guter Erholung führte eine einmalige synchrone (sensible) periphere Nervenstimulation (N. ulnaris und N. medianus, Dauer: 2 Std.) gefolgt von motorischem Training (insgesamt 3 Sessions) zu signifikant größeren Verbesserungen des Zeitbedarfes bei alltagsähnlichen Aufgaben für die Armmotorik (Zeitbedarf, JTHFT) sowohl unmittelbar nach der Stimulation als auch einen Tag später (sowie zu einer spezifischen Reduktion der intrakortikalen Inhibition im motorischen Kortex der ipsiläsionalen Hemisphäre) als eine Placebo-Stimulation bzw. eine asynchrone Nervenstimulation (abwechselnd N. medianus und ulnaris) plus motorisches Training (Celnik et al., 2007).

Bei subakuten und chronischen Patienten mit mäßiger Armparese führte Periphere Elektrische Nervenstimulation (schwellaenahe Stimulation des M. interosseus dorsalis I und des M. abductor pollicis brevis) (3 x 1 Stunde pro Woche für 3 Wochen) jeweils direkt vor einer Aufgaben-orientierten physiotherapeutischen Behandlungseinheit zu signifikant stärkeren Verbesserungen der motorischen Kontrolle beim Greifen (»grip-lift-task«) (nicht jedoch bezgl. Fingergeschwindigkeit [»Tapping«], der Griffkraft, der selektiven Beweglichkeit [FM], der Armfunktion [ARAT] und der selbstbeurteilten Gebrauchsfähigkeit [MAL]) als Physiotherapie in Kombination mit vorausgehender »sham«-Elektrostimulation (McDonnell et al., 2007). Zum Zeitpunkt des Follow-ups nach 3 Monaten glichen sich die beiden Gruppen in allen Zielkriterien an.

#### ■ Empfehlung 5.20

Elektrische, pneumatisch-kompressive bzw. auch thermische sensible Stimulationen scheinen ein Potential für die (somatosensible und) motorische Rehabilitation zu haben. Sie können durchgeführt werden, die Datenlage rechtfertigt in Bezug auf die Indikation »Therapie der Armmotorik« keine Empfehlung für die Rehabilitation der Armlähmung (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

### 5.21 Repetitive transkranielle Magnetstimulation (rTMS)

Eine einmalige niederfrequente (1 Hz) rTMS des kontraläsionalen motorischen Kortex (+ 15 Minuten Grifftraining) führte bei chronischen Schlaganfall-Patienten (subkortikaler Insult) mit erhaltener Greiffunktion im Vergleich zu einer »Sham«-Stimulation zu einer vorübergehend höheren Exzitabilität des motorischen Kortex der betroffenen Hemisphäre (MEP-Amplituden dort größer, kontraläsional kleiner nach rTMS) sowie zu einer Verbesserung der Griffkraft und Geschwindigkeit von Daumenbewegungen (auch nach 7 Tagen) (Takeuchi et al., 2008).

Bei 10 chronischen pädiatrischen Schlaganfallpatienten (Capsula interna, crus posterior) (im Alter von > 7 Jahre) führte eine niederfrequente (1 Hz) rTMS des kontraläsionalen motorischen Kortex an 8 Tagen (jeweils 20 Minuten) über 2 Wochen im Vergleich zu einer »sham«-Stimulation zu größeren Verbes-

serungen der Greifkraft und der Funktionsfähigkeit (passager) der hemiparetischen oberen Extremität (Kirtton et al., 2008).

#### ■ Empfehlung 5.21

Für die direkte Stimulation des Kortex mittels repetitiver Magnetstimulation (rTMS) liegen zwei kleinere Studien mit ermutigenden Ergebnissen vor. Es erfolgte jeweils eine niederfrequente Stimulation des kontraläsionalen motorischen Kortex. Eine der beiden Studien schloss pädiatrische Patienten ein. Die Stimulation des kontraläsionalen motorischen Kortex kann durchgeführt werden, es wird jedoch keine Empfehlung ausgesprochen (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

### 5.22 Epidurale elektrische Stimulation des motorischen Kortex

Bei chronischen Schlaganfallpatienten mit moderater Armparese (FM Arm 20–50) führte eine epidurale elektrische Stimulation des Handmotorkortex während der Rehabilitationstherapie (3 Std. pro Tag, 5 x pro Woche, über 3 Wochen) zu einer Verbesserung der selektiven Armbeweglichkeit (FM), die anhielt, und zu einem (selbstbewertet) besseren Einsatz der Hand im Alltag (SIS, Hand); die Studie war primär zur Klärung von Fragen zur Sicherheit durchgeführt worden (Brown et al., 2006).

In der Abwägung sind auch direkte oder mittelbare operations- bzw. gerätebezogene Risiken und Kosten zu berücksichtigen. Es ist zu erwähnen, dass 2 von 8 Studienpatienten eine Infektion entwickelten.

#### ■ Empfehlung 5.22

Für die epidurale elektrische Stimulation des motorischen Kortex gibt es nur eine sehr kleine Studie, die primär die Frage der Sicherheit adressierte. Eine Empfehlung für die Anwendung wird nicht ausgesprochen (Evidenz mittel, Einschätzung der Effekte: sehr niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**). Unter Berücksichtigung möglicher Risiken sollte eine Anwendung nur innerhalb eines Studienprotokolls erfolgen.

### 5.23 L-Dopa

Eine dreiwöchige Behandlung mit Levodopa (100 mg) 5 x pro Woche mindestens 30 Minuten vor der physiotherapeutischen Behandlung führte bei subakuten Schlaganfallpatienten, die u. a. eine schwere Armparese hatten, zu einer signifikant größeren Verbesserung der selektiven und aktivitätsorientierten motorischen Kontrolle (RMA) als eine Placebogabe plus Physiotherapie (Scheidtmann et al., 2001). Ein moderater Effekt wurde auch im Bereich der Armmotorik erzielt und war noch 3 Wochen nach Beendigung der Levodopa-Behandlung nachweisbar (Gruppenunterschied ca. 1 RMA Punkt).

Chronische Schlaganfallpatienten mit initial schwerer, dann weitgehend zurückgebildeter Armparese zeigten in einer experimentellen Untersuchung bei kurzfristiger Verabreichung von Levodopa (3 x 100 mg plus 25 mg Carbidopa) ein verbessertes prozedurales Lernen (nicht bewusste Fertigkeit bei einer Fingerbewegungssequenz) (Rösser et al., 2008). Die Ergeb-

nisse tragen dazu bei, Mechanismen motorischen Lernens zu verstehen und ihre Beeinflussbarkeit bei Schlaganfallpatienten mit geringen Restparesen. Therapieempfehlungen lassen sich daraus nicht ableiten.

#### ■ Empfehlung 5.23

L-Dopa kann bei subakuten Schlaganfallpatienten mit schwerer Armparese eingesetzt werden, um die Armrehabilitation zu unterstützen (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad 0**). (NB: Der Einsatz für diese Indikation stellte einen »off label«-Gebrauch dar.)

### 5.24 d-Amphetamin

Bei einer placebokontrollierten Doppelblind-Studie bei (sub)akuten Schlaganfall-Patienten mit mäßiger bis kompletter Hemiparese erbrachten 10 x 10 mg d-Amphetamine oder Placebo in 5 Wochen (kombiniert mit Physiotherapie) keine signifikanten Unterschiede in der Erholung der selektiven Beweglichkeit (FM Arm) (eine deutlichere Verbesserung in der leichter betroffenen Subgruppe war auch durch Baseline-Differenzen erklärbar) (Gladstone et al., 2006).

Eine weitere placebokontrollierte Doppelblind-Studie bei subakuten Schlaganfall-Patienten mit leichter Armparese erbrachte nach einer Behandlung mit 6 x 10 mg d-Amphetamine oder Placebo in 3 Wochen (kombiniert mit Arm-Fähigkeits-Training) keine signifikanten Unterschiede bzgl. der Verbesserungen der sensomotorischen Fähigkeiten (TEMPA, Tapping, Aiming), und zwar weder im Sinne der Fazilitation (beübte Aufgaben) noch im Sinne der Erholung/des motorischen Lernens (Transfer, Langzeiteffekt [1 Jahr]) (Platz et al., 2005).

Der Nutzen einer Medikation mit Amphetamin für die motorische Erholung ist nach einem Cochrane Review möglich, aber nicht zweifelsfrei belegt (Martinsson et al. 2006). Basierend auf 6 Studien (176 Patienten) wurden bei Schlaganfallpatienten, die mit Amphetamin behandelt wurden, stärkere relative motorische Verbesserungen (u. a. Fugl-Meyer, Rivermead Motor Assessment; jeweils Arm und/oder Beinmotorik) von der initialen Untersuchung zur Nachuntersuchung festgestellt. Wenn die motorischen Werte bei der Nachuntersuchung verglichen wurden (8 Studien mit 226 Patienten), fanden sich jedoch keine signifikanten Gruppenunterschiede.

#### ■ Empfehlung 5.24

Für das geprüfte Medikament Amphetamin wird keine Empfehlung für die Anwendung außerhalb eines Studienprotokolls ausgesprochen (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

### 5.25 Transplantation menschlicher neuronaler Zellen

Die Transplantation menschlicher Neurone unter und um die Schlaganfall-Region in den Basalganglien führte bei chronischen Schlaganfall-Patienten zu einer diskret verbesserten Armfunktion (ARA), jedoch nicht zu einer verbesserten selektiven Beweglichkeit (FM) (beides sekundäre Studienvariablen) (Kondziolka et al., 2005).

**■ Empfehlung 5.25**

Die Transplantation menschlicher Neurone sollte nicht außerhalb eines Studienprotokolls durchgeführt werden (Evidenz mittel, Einschätzung der Effekte: sehr niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad B**). Diese Ablehnung ist durch die potentiellen Risiken begründet.

**5.26 Vermeidung von Komplikationen der Armparese – Lagerung, Taping und passives Bewegen**

Schwere Lähmungen gehen oftmals mit der Entwicklung von Spastik und eingeschränkter Beweglichkeit einher. Zur Behandlung der Spastik, zur Kontrakturprophylaxe und Schmerzbehandlung sei auf die gesonderten LL der DGNR verwiesen. An dieser Stelle seien einige Referenzen genannt, die bei der systematischen Literaturbewertung dieser LL Berücksichtigung fanden.

Die Lagerung von Fingern und Handgelenk in Extension sowie der Schulter in Abduktion und mäßiger Außenrotation (jeweils für 30 Minuten pro Tag für bis zu 12 Wochen) konnte bei subakuten Schlaganfallpatienten mit schwerer Hemiparese oder Hemiplegie die Entwicklung von Bewegungseinschränkungen (Schulteraußenrotation und Handgelenkextension) nicht verhindern (das Protokoll war jedoch nur zu ca. 60% eingehalten) (Turton and Britton, 2005). Andererseits konnte eine zweimal tägliche 30-minütige Lagerung über 5 Wochen (mit möglichst maximaler Schulterabduktion, -außenrotation, Ellenbogenextension und Supination) in einem ähnlichen Patientenkollektiv die Entwicklung der Schulterabduktionseinschränkung deutlich reduzieren (de Jong et al., 2006). Auch eine tägliche Lagerung in der maximalen komfortablen Außenrotation der Schulter (5x pro Woche für 30 Minuten) über 4 Wochen kann bei akuten Schlaganfallpatienten mit geringer Willkürmotorik der betroffenen Extremität die Entstehung bzw. Weiterentwicklung der Kontraktur der Innenrotatoren vermindern (Ada et al., 2005).

Mehrwöchiges Taping der hemiparetischen Schulter hatte bei subakuten Schlaganfallpatienten mit schwerer Armparese zwar keinen Einfluss auf (Schulerschmerz und) die Armfunktion (Hanger et al., 2000). Eine prophylaktische Behandlung bei subakuten Schlaganfall-Patienten mit schwerer Schulterlähmung mittels »Taping« über 4 Wochen (Erneuerung des Tapes alle 3–4 Tage) konnte jedoch die Anzahl schmerzfreier Tage erhöhen (Griffin et al., 2006).

Bei subakuten Schlaganfallpatienten mit schwerer Armparese (MRC <3) führte eine geräteunterstützte kontinuierliche passive Bewegung der Schulter in Abduktion und Außenrotation im Vergleich zu einer supervidierten Selbstmobilisation des betroffenen Armes (5x 25 Minuten pro Woche für 4 Wochen) zwar im Trend zu einer besseren Schulterstabilität, aber nicht zu einer besseren Erholung der aktiven Beweglichkeit oder Kraft (Lynch et al., 2005).

Das nächtliche Tragen einer Handgelenksnachtlagerungsschiene (12 Std pro Nacht für 4 Wochen) hat bei subakuten Schlaganfall-Patienten ohne aktive Handgelenkextension, die ansonsten tagsüber aktive motorische Therapie und eine Lagerung mit einem aufblasbaren Splint erhalten, keinen zusätzlichen Nutzen für die Finger- und Handgelenksbeweglichkeit, Schmerz oder Armfunktion (Lannin et al., 2003).

Gemäß einem systematischen Cochrane Review gibt es bisher keine ausreichende Evidenz (Ada et al. 2004), dass Armschlingen bei Schlaganfall-Patienten eine Subluxation der Schulter verhindern, deren Funktion verbessern oder Schmerzen reduzieren können. Es fehlen jedoch auch sichere Hinweise darauf, dass eine solche Schlinge Kontrakturen fördert. Ein »Strapping« der Schulter, eine Unterstützung des Glenohumeralgelenkes durch einen Tape-Verband, verzögerte nachweislich den Zeitpunkt des Auftretens von Schulterschmerzen, aber nicht deren Stärke. Auf die Funktionserholung oder die Entwicklung von Kontrakturen hatte es keinen Einfluss.

**■ Empfehlung 5.26**

Bei schweren Lähmungen der Schultergürtelmuskulatur sollte eine regelmäßige Lagerung (1–2 x täglich für 30 Minuten) in maximal tolerierten Gelenkstellungen (Außenrotation bzw. Abduktion) erfolgen, wenn die Entwicklung von Kontrakturen im Schultergelenk reduziert werden soll (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**). Für andere Verfahren (Handgelenksnachtlagerungsschiene, geräteunterstützte kontinuierliche passive Bewegung der Schulter in Abduktion und Außenrotation) konnte keine Wirksamkeit belegt werden, sie können durchgeführt werden, werden jedoch nicht empfohlen (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: hohe Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

**6 KLINISCHE EMPFEHLUNGEN IM ÜBERBLICK**

Im vorangegangenen Abschnitt wurden die Ergebnisse der Wirksamkeitsprüfungen im Einzelnen dargestellt. Darauf basierend sollen nun für die klinische Versorgung konkrete Entscheidungshilfen abgeleitet werden.

Aus den Ergebnissen der Wirksamkeitsprüfungen wird im Überblick deutlich, dass es in der Behandlung der Armlähmung nach Schlaganfall wirksame Therapieverfahren gibt, die z.T. parallel eine Berechtigung haben, d.h. in der klinischen Versorgung alternativ oder sich auch gegenseitig ergänzend zum Einsatz kommen können.

**■ Zeitpunkt, Dauer und Intensität der aktiven Übungstherapie***Zeitpunkt und Dauer der Behandlung*

Soweit der klinische Zustand des Patienten es erlaubt, sollte ein früher Beginn der Rehabilitation der Armmotorik erfolgen (Evidenz niedrig [da kein RCT mit frühem vs. spätem Beginn], Einschätzung der Effekte: sehr niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

Auch in späteren Krankheitsphasen wurden verschiedentlich Therapieeffekte abgesichert. Bei fortbestehenden funktionellen Defiziten (Kriterium 1) und der individuellen Dokumentation von funktionellen Verbesserungen unter Therapie (bzw. auch funktionellen Verschlechterungen nach deren Absetzung) (Kriterium 2) werden daher zur Erreichung individueller Therapieziele auch im chronischen Stadium Maßnahmen spezifischer Armrehabilitation empfohlen. Die Wirksamkeit einer kontinuierlichen Behandlung ist jedoch nicht untersucht und sollte nur erfolgen, wenn die Kriterien 1 und 2 erfüllt sind (Evidenz nied-

rig [kein RCT zur kontinuierlichen Behandlung], Einschätzung der Effekte: sehr niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad B**). Andererseits ist zu beachten, dass in der chronischen Phase sowohl kürzere intensivere als auch längere weniger intensive (nicht kontinuierliche) Behandlungsformen wirksam sind. Zu den verschiedenen zur Anwendung kommenden Verfahren (Art, Dauer, Intensität) wird unten Näheres ausgeführt.

#### *Intensität der aktiven Übungstherapie*

Im stationären (oder teilstationären) Bereich (Neurorehabilitation) soll für subakute Schlaganfallpatienten mindestens 30 Minuten werktägliche zusätzliche spezifische Armrehabilitation erfolgen, wenn eine zusätzliche Funktionsverbesserung oder zumindest Beschleunigung der Wiederherstellung der Armmotorik erreicht werden soll (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: hohe Qualität; **Empfehlungsgrad A**). Entsprechende Effekte wurden in Studien mit einer Behandlungsdauer von 4–20 Wochen dokumentiert.

#### ■ **Klassische Physiotherapie-Schulen**

Eine überlegene Wirksamkeit einer der länger bekannten therapeutischen Schulen gegenüber einer anderen lässt sich für die Armrehabilitation aus der beurteilten Literatur nicht ableiten. Gegenüber anderen spezifischen Therapieformen waren sie – soweit untersucht – hinsichtlich ihrer Wirksamkeit entweder vergleichbar oder unterlegen. Eine differentielle Empfehlung für eine der Schulen (Bobath, PNF, »traditionelle Techniken«) kann nicht gegeben werden. (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: hohe Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

#### ■ **Sportwissenschaftliche und psychologische Strategien zum motorischen Lernen**

Aus dem Bereich der experimentellen Psychologie und der Sportwissenschaften gibt es eine große Zahl von Bemühungen, die Bedingungen des motorischen Lernens zu optimieren und diese Erkenntnisse ggf. für Schlaganfallpatienten nutzbar zu machen. Die Übertragung unterschiedlicher Strategien zum motorischen Lernen wie etwa (a) die Berücksichtigung einer zufälligen Abfolge verschiedener geübter Armbewegungen im Vergleich zu einer »geblockten« Beübung pro Bewegung oder (b) die Art einer Rückmeldung zu Bewegungen beim Training, d. h. entweder über die qualitative Ausführung der (Gelenks-)Bewegungen (»knowledge of performance«) oder über das Ergebnis einer Bewegung (z. B. Dauer und Präzision) (»knowledge of result«) haben sich in den wenigen Untersuchungen hierzu bislang nicht in dem Maße als unterschiedlich wirksam gezeigt, wie dies aufgrund von Untersuchungen bei Gesunden zu erwarten gewesen wäre. Eine spezifische Empfehlung kann daher nicht ausgesprochen werden (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

#### ■ **Repetitives Üben einzelner selektiver Bewegungen**

Ein an das individuelle Leistungsvermögen angepasstes repetitives Üben selektierter Bewegungen (z. B. nur Schulterbewegungen, Zielbewegungen oder Fingerbewegungssequenz) ausreichender Intensität (30 Minuten werktäglich) kann durchgeführt werden, wenn Verbesserungen der Armfunktion und -aktivität angestrebt werden; eine allgemeine Empfehlung für das repetitive Üben einzelner selektiver Bewegungen kann

wegen der Inkonsistenz der Ergebnisse jedoch nicht gegeben werden (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

#### ■ **Bilaterales Training**

Eine auf Funktions- oder Aktivitätsverbesserung zielende Armrehabilitationsbehandlung soll aktives Trainieren beinhalten, das (auch) mit bilateralen Übungen gestaltet werden kann (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

#### ■ **Zirkeltraining**

Für geeignete Patienten sollte, wenn eine Verbesserung der Armfunktion und -aktivität angestrebt wird, als Organisationsform der Behandlung ein mehrwöchiges Zirkeltraining ausreichender Intensität (z. B. 3 Stunden pro Woche für mehrere Wochen) bedacht werden, gerade auch in späteren Krankheitsphasen (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

#### ■ **Eigentaining mit intermittierender Supervision**

Wenn der Arm bereits funktionell einsetzbar ist, sollte ein tägliches Eigentaining mit intermittierender Supervision (90 Minuten Therapeuten-Patienten-Kontaktzeit pro Woche) bedacht werden, wenn funktionelle Verbesserungen erreicht werden sollen (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

#### ■ **Schädigungsorientiertes Training (impairment-oriented training)**

Das *Schädigungs-orientierte Training* (impairment-oriented training, IOT) bietet zwei Therapieverfahren, das *Arm-Fähigkeits-Training* (AFT) für Patienten mit leichter Parese und das *Arm-BASIS-Training* (ABT) für Patienten mit schwerer Parese. Ein zur Standardtherapie zusätzliches Arm-BASIS-Training (ABT) sollte bei subakuten Schlaganfall-Patienten mit schwerer Parese durchgeführt werden, wenn eine Verbesserung der selektiven Armbeweglichkeit erreicht werden soll (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

Ein zur Standardtherapie zusätzliches Arm-Fähigkeits-Training (AFT) sollte bei subakuten Schlaganfall-Patienten mit leichter Parese durchgeführt werden, wenn die Leistungsfähigkeit der Sensomotorik (Fein- und Zielmotorik) verbessert werden soll (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

#### ■ **Aufgaben-orientiertes Training**

Ein Aufgaben-orientiertes Training führte in einer randomisierten kontrollierten Studie bei subakuten Schlaganfall-Patienten im Vergleich zur weniger intensiven Standardtherapie zu einer Verbesserung der Armfunktion. In einem Cochrane Review wurde jedoch beurteilt, dass ein Aufgaben-spezifisches Training keinen statistisch absicherbaren Effekt auf die Wiederherstellung der Arm- oder Handfunktion hat. Es ist daher eine Therapieoption. Eine differentielle Empfehlung für das Aufgaben-orientiertem Training kann nicht gegeben werden (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: hohe Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

### ■ Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT)

Für die Constrained-Induced Movement Therapy (CIMT) (auch als Bewegungsinduktionstherapie oder »forced use«-Therapie bezeichnet) ist die Wirksamkeit sehr gut belegt und zwar dann, wenn Patienten eine zumindest teilweise erhaltene Handfunktion und gleichzeitig einen fehlenden substantiellen spontanen Gebrauch des Armes im Alltag haben. Dies trifft für subakute und chronische Schlaganfall-Patienten zu. Sowohl die ursprüngliche Version (6 Stunden Therapie pro Tag plus Restriktion der weniger betroffenen Hand für 90% der Wachststunden über 2 Wochen), als auch modifizierte, weniger intensive Formen (mCIMT) mit z. B. 2 Stunden Therapie pro Tag und einer 5–6stündigen Restriktion über einen Zeitraum von bis zu 10 Wochen können die Armfunktion und den Gebrauch des Armes im Alltag fördern.

Die modifizierte, weniger intensive Formen (mCIMT) sind leichter praktisch umsetzbar als die ursprüngliche Version; denn das kann parallel zu existierenden Therapie-Angeboten unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten (Gleichgewicht) geschehen.

Wenn eine CIMT oder mCIMT angeboten werden kann und der Patient die notwendigen Voraussetzungen erfüllt, dann soll diese Behandlungsmethode beim skizzierten Patientenkollektiv angewendet werden (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: hohe Qualität; **Empfehlungsgrad A**).

### ■ Trunc Restraint

Rumpfrestriction beim Training von Reich- und Greifbewegungen kann bei vorliegenden kompensatorischen Rumpfbewegungen erfolgen (Evidenz mittel, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

### ■ Spiegeltherapie

Eine zur Standardtherapie zusätzliche Spiegeltherapie, bei der Bewegungen der »gesunden« Hand im Spiegel beobachtet wie Bewegungen der betroffenen Hand visuell wahrgenommen werden, sollte bei subakuten und chronischen Schlaganfall-Patienten durchgeführt werden, wenn eine Verbesserung der motorischen Funktion angestrebt wird (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

### ■ Mentales Training

Zusätzlich zur sonstigen motorischen Therapie sollte ein über mehrere Wochen durchgeführtes tägliches mentales Training (10–30 Minuten) mit vorgestelltem Gebrauch des betroffenen Armes im Alltag bei subakuten und chronischen Schlaganfall-Patienten mit vorhandener Restfunktion der Hand erwogen werden, wenn eine Verbesserung der Armfunktion angestrebt wird (Evidenz mittel, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

### ■ Bewegungsbeobachtung (»action observation«)

Bei moderater Hemiparese kann das Abwechseln von Bewegungsbeobachtung (Videosequenz einer Aktion über 6 Minuten) und das anschließende Üben der Aktion erwogen werden, wenn eine Verbesserung der motorischen Funktion angestrebt wird (Evidenz mittel, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

### ■ Neuromuskuläre, EMG-getriggerte und funktionelle Elektrostimulation (NMES, EMG-ES & FES)

Unter Funktioneller Elektrostimulation (FES) wird in der LL eine Stimulation verstanden, die in einem funktionellen Bewegungskontext verwendet wird (z. B. beim Greifen). Von der FES unterschieden wird die EMG-getriggerte Elektrostimulation (EMG-ES), die auf einer intendierten Willkürbewegung an einem Gelenk ohne direkten Aktivitätsbezug basiert. Für andere neuromuskuläre Stimulationen wird in der LL der allgemeinere (Ober-)Begriff der neuromuskulären Elektrostimulation (NMES) verwendet.

Die neuromuskuläre Elektrostimulation (NMES) wurde z. T. bei ihrer Anwendung für die Schultergürtelmuskulatur klinisch geprüft, am häufigsten jedoch für die Stimulation der Finger- und Handgelenksextensoren. Sowohl bei den einzelnen Studien als auch bei den publizierten systematischen Reviews fällt eine problematische Inkonsistenz der Ergebnisse auf. Es wird geschlussfolgert, dass eine Elektrostimulation zu einer Verbesserung der Lähmung und der motorischen Funktionen beitragen könnte; die Datenlage ist jedoch nicht gesichert.

Die verschiedenen Verfahren (NMES der Schultergürtel- und Unterarmextensoren-muskulatur, EMG-ES der Unterarmextensoren-muskulatur) können durchgeführt werden, wenn eine Verbesserung der Armfunktion und -aktivitäten bei einer schweren Armparese angestrebt werden soll (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

Eine mehrstündige tägliche NMES der Schultermuskulatur (M. supraspinatus, M. deltoideus, pars superior) sollte bei subakuten Patienten nicht erfolgen (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**). Andererseits kann eine mehrstündige EMG-ES und NMES der Handgelenks- und Fingerextensoren bei chronischen Schlaganfallpatienten durchgeführt werden (Evidenz mittel, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

Bei Anwendung der EMG-getriggerten NMES der Unterarmextensoren-muskulatur sollte ein bilaterales (Mit-)Üben (der weniger betroffenen Hand) erfolgen (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**). Die Therapie kann in Kleingruppen durchgeführt werden, bei selektierten Patienten auch als Heimtraining (cave: nicht selektives Innervationsverhalten mit Kokontraktion) (Evidenz niedrig [kein RCT einzeln vs. Kleingruppe bzw. mit Therapeut oder zuhause], Einschätzung der Effekte: sehr niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

Bei der Subgruppe der Patienten mit schwerer Handlähmung und zumindest teilweise erhaltener proximaler Motorik sollte eine funktionale mehrkanalige Stimulation zur Induktion von Greifen und Loslassen mit Beüben alltäglicher Aktivitäten bedacht werden. (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

Bei der NMES und FES sollten die in Studien benannten Kontraindikationen bedacht werden: Herz- und Hirnschrittmacher, potentiell lebensbedrohliche Herzrhythmusstörungen, epileptische Anfälle in der jüngeren Vergangenheit, Metall-Implantationen im behandelten Arm. Spezifische Sicherheitshinweise sind den jeweiligen Gerätedokumenten zu entnehmen bzw. vom Hersteller zu erfragen.

### ■ **BATRAC (»bilateral arm training with rhythmic auditory cueing«)**

Eine Empfehlung kann nicht ausgesprochen werden (Evidenz mittel, Einschätzung der Effekte: sehr niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

### ■ **Arm-Robot-Therapie**

Bei schweren Armlähmungen (z.B. keine Bewegung gegen Eigenschwere möglich) kann eine Arm-Robot-Therapie eine sinnvolle Ergänzung sein. Therapeutisch supervidiert können technisch unterstützt mit hohen Repetitionsraten spezifische Bewegungen geübt werden, die noch nicht selbständig ausgeführt werden könnten. Dadurch können – je nach Gerät – entweder Schulter- und Ellenbogenbewegungen (z.B. mit dem MIT-Manus oder dem MIME), Unterarm- und Handgelenksbewegungen (z.B. Bi-Manu-Track) oder Fingerbewegungen (z.B. mit dem Reha-Digit) aktiv geübt werden und deren Restitution im Sinne der Willküraktivität gefördert werden. Im Vergleich zur zyklischen neuromuskulären (NMES) oder EMG-getriggerten Elektrostimulation (EMG-NMES) der Hand- und Fingerextensoren kann die Arm-Robot-Therapie effektiver sein, ist aber auch in der Anschaffung kostspieliger und nur z.T. kommerziell erhältlich. Wenn eine Arm-Robot-Therapie indikationsgerecht angeboten werden kann, sollte sie zum Einsatz kommen, wenn die selektive Beweglichkeit bei schwerer Armlähmung verbessert werden soll. (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**).

Sowohl für die neuromuskulären Elektrostimulation als auch die Arm-Robot-Therapie ist zu bedenken, dass nur wenige spezifische Bewegungen geübt werden (können). D.h. zur umfassenderen funktionellen Restitution bedarf es zusätzlicher spezifischer nicht apparativ gestützter Therapiemaßnahmen. Anders ausgedrückt stellen die apparativ unterstützten Verfahren im Behandlungskonzept für die Armlähmung nach Schlaganfall einen wichtigen ergänzenden (aber nicht alleine hinreichenden) Baustein der Therapie dar.

### ■ **Elektromyographisches (EMG-) Biofeedback**

Der Nutzen von EMG-Biofeedback für die motorische Rehabilitation des Armes nach Schlaganfall ist nicht sicher belegt. Sie kann durchgeführt werden, es wird jedoch keine Empfehlung ausgesprochen (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

### ■ **Akupunktur/Elektroakupunktur**

Der Nutzen einer (Elektro-)Akupunktur für die motorische Rehabilitation des Armes nach Schlaganfall ist nicht sicher belegt. Sie kann durchgeführt werden, es wird jedoch keine Empfehlung ausgesprochen (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

### ■ **Sensible elektrische Stimulation, thermische Stimulation und sensible Stimulation durch intermittierende pneumatische Kompression**

Elektrische, pneumatisch-kompressive bzw. auch thermische sensible Stimulationen scheinen ein Potential für die (somatosensible und) motorische Rehabilitation zu haben. Sie können durchgeführt werden, die Datenlage rechtfertigt in Bezug auf

die Indikation »Therapie der Armmotorik« keine Empfehlung für die Rehabilitation der Armlähmung (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

### ■ **Repetitive transkranielle Magnetstimulation (rTMS)**

Für die direkte Stimulation des Kortex mittels repetitiver Magnetstimulation (rTMS) liegen zwei kleinere Studien mit ermutigenden Ergebnissen vor. Es erfolgte jeweils eine niederfrequente Stimulation des kontraläsionalen motorischen Kortex. Eine der beiden Studien schloss pädiatrischen Patienten ein. Die Stimulation des kontraläsionalen motorischen Kortex kann durchgeführt werden, es wird jedoch keine Empfehlung ausgesprochen (Evidenz mittel bis hoch, Einschätzung der Effekte: niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

### ■ **Epidurale elektrische Stimulation des motorischen Kortex**

Für die epidurale elektrische Stimulation des motorischen Kortex gibt es nur eine sehr kleine Studie, die primär die Frage der Sicherheit adressierte. Eine Empfehlung für die Anwendung wird nicht ausgesprochen (Evidenz mittel, Einschätzung der Effekte: sehr niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**). Unter Berücksichtigung möglicher Risiken sollte eine Anwendung nur innerhalb eines Studienprotokolls erfolgen.

### ■ **L-Dopa**

L-Dopa kann bei subakuten Schlaganfallpatienten mit schwerer Armparese eingesetzt werden, um die Armrehabilitation zu unterstützen (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad 0**). (NB: Der Einsatz für diese Indikation stellte einen »off label«-Gebrauch dar.)

### ■ **d-Amphetamin**

Für das geprüfte Medikament Amphetamin wird keine Empfehlung für die Anwendung außerhalb eines Studienprotokolls ausgesprochen (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

### ■ **Transplantation menschlicher neuronaler Zellen**

Für die Transplantation menschlicher Neurone wird keine Empfehlung für die Anwendung außerhalb eines Studienprotokolls ausgesprochen (Evidenz mittel, sehr niedrige Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

### ■ **Vermeidung von Komplikationen der Armparese – Lagerung, Taping und passives Bewegen**

Schwere Lähmungen gehen oftmals mit der Entwicklung von Spastik und eingeschränkter Beweglichkeit einher. Zur Behandlung der Spastik, zur Kontrakturprophylaxe und Schmerzbehandlung sei auf die gesonderten LL der DGNR verwiesen. Hier seien nur zwei Aspekte genannt:

Bei schweren Lähmungen der Schultergürtelmuskulatur sollte eine regelmäßige Lagerung (1–2 x täglich für 30 Minuten) in maximal tolerierten Gelenkstellungen (Außenrotation bzw. Abduktion) erfolgen, wenn die Entwicklung von Kontrakturen im Schultergelenk reduziert werden soll (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: mittlere Qualität; **Empfehlungsgrad B**). Für andere Verfahren (Handgelenksnachtlagerungsschiene, geräteunterstützte kontinuierliche passive Bewegung der Schulter

in Abduktion und Außenrotation) konnte keine Wirksamkeit belegt werden, sie können durchgeführt werden, werden jedoch nicht empfohlen (Evidenz hoch, Einschätzung der Effekte: hohe Qualität; **Empfehlungsgrad 0**).

### Danksagungen und Anmerkungen

Die Mitwirkung von *Sybille Roschka, E.T., Bc. (NL)* wurde durch die Unterstützung des Bundesverband für Rehabilitation e.V. (BDH) ermöglicht.

Für die Mithilfe von *Herrn Dipl.-Psych. Breer* (St. Mauritius-Therapie-klinik Düsseldorf) bei der Besorgung der Originalliteratur und die wertvollen Diskussionsbeiträge der Mitglieder der LL-Kommission der DGNR sei herzlich gedankt. Für die methodische Beratung von *Frau PD Dr. med. Ina Kopp* von der Arbeitsgemeinschaft wissenschaftlich medizinischer Fachgesellschaften (AWMF), ohne die die Leitlinienentwicklung kaum auf einem methodisch so hohen Niveau hätte stattfinden können, sei ebenfalls herzlich gedankt.

Die Erstellung der Leitlinie erfolgte auch als »Kompetenznetz Schlaganfall«-Aktivität.

### Interessenvermerk

Th. Platz ist Autor der Publikationen, die über die randomisierten, kontrollierten Studien zum Schädigungs-orientierten Training berichten.

### Literatur

#### a. Systematische Literaturrecherche und Handsuche (Originalarbeiten)

1. Ada L, Goddard E, McCully J, Stavrinis T, Bampton J. Thirty minutes of positioning reduces the development of shoulder external rotation contracture after stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86: 230-234.
2. Altschuler EL, Wisdom SB, Stone L et al. Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror. *Lancet* 1999; 353: 2035-2036.
3. Armagan O, Tascioglu F, Oner C. Electromyographic biofeedback in the treatment of the hemiplegic hand: a placebo-controlled study. *Am J Phys Med Rehabil* 2003; 82: 856-861.
4. Basmajian JV, Gowland CA, Finlayson MA et al. **Stroke treatment:** comparison of integrated behavioral-physical therapy vs traditional physical therapy programs. *Arch Phys Med Rehabil* 1987; 68: 267-272.
5. Bhatt E, Nagpal A, Greer KH, Grunewald TK, Steele JL, Wiemiller JW, Lewis SM, Carey JR. Effect of finger tracking combined with electrical stimulation on brain reorganization and hand function in subjects with stroke. *Exp Brain Res* 2007; 182: 435-447.
6. Blennerhassett J, Dite W. Additional task-related practice improves mobility and upper limb function early after stroke: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother* 2004; 50: 219-224.
7. Bowman BR, Baker LL, Waters RL. Positional feedback and electrical stimulation: an automated treatment for the hemiplegic wrist. *Arch Phys Med Rehabil* 1979; 60: 497-502.
8. Brown JA, Lutsep HL, Weinand M, Cramer SC. Motor cortex stimulation for the enhancement of recovery from stroke: a prospective, multicenter safety study. *Neurosurgery* 2006; 58: 464-473.
9. Byl N, Roderick J, Mohamed O et al. Effectiveness of sensory and motor rehabilitation of the upper limb following the principles of neuroplasticity: patients stable poststroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2003; 17: 176-191.
10. Cambier DC, De Corte E, Danneels LA, Witvrouw EE. **Treating sensory impairments in the post-stroke upper limb with intermittent pneumatic compression.** Results of a preliminary trial. *Clin Rehabil* 2003; 17: 14-20.
11. Cauraugh J, Light K, Kim S, Thigpen M, Behrman A. Chronic motor dysfunction after stroke: recovering wrist and finger extension by electromyography-triggered neuromuscular stimulation. *Stroke* 2000; 31: 1360-1364.
12. Cauraugh JH, Kim S. Two coupled motor recovery protocols are better than one: electromyogram-triggered neuromuscular stimulation and bilateral movements. *Stroke* 2002; 33: 1589-1594.
13. Cauraugh JH, Kim SB. Stroke motor recovery: active neuromuscular stimulation and repetitive practice schedules. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003; 74: 1562-1566.
14. Celnik P, Hummel F, Harris-Love M, Wolk R, Cohen LG. Somatosensory stimulation enhances the effects of training functional hand tasks in patients with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2007; 88: 1369-76.
15. Chae J, Bethoux F, Bohine T, Dobos L, Davis T, Friedl A. Neuromuscular stimulation for upper extremity motor and functional recovery in acute hemiplegia. *Stroke* 1998; 29: 975-979.
16. Chen J-C, Liang C-C, Shaw F-Z. **Facilitation of sensory and motor recovery by thermal intervention for the hemiplegic upper limb in acute stroke patients.** A single-blind randomized clinical trial. *Stroke* 2005; 36: 2665-2669.
17. Church C, Price C, Pandyan AD, Huntley S, Curless R, Rodgers H. Randomized controlled trial to evaluate the effect of surface neuromuscular electrical stimulation to the shoulder after acute stroke. *Stroke* 2006; 37: 2995-3001.
18. Cirstea CM, Ptito A, Levin MF. Feedback and cognition in arm motor skill reacquisition after stroke. *Stroke* 2006; 37: 1237-1242.
19. Crow JL, Lincoln NB, Nouri FM, De Weerd W. The effectiveness of EMG biofeedback in the treatment of arm function after stroke. *Int Disabil Stud* 1989; 11: 155-160.
20. de Jong LD, Nieuwboer A, Aufdemkampe G. Contracture preventive positioning of the hemiplegic arm in subacute stroke patients: a pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2006; 20: 656-667.
21. de Kroon JR, IJzerman MJ, Lankhorst GJ, Zilvold G. Electrical stimulation of the upper limb in stroke: stimulation of the extensors of the hand vs. alternate stimulation of flexors and extensors. *Am J Phys Med Rehabil* 2004; 83: 592-600.
22. Desrosiers J, Bourbonnais D, Corriveau H, Gosselin S, Bravo G. Effectiveness of unilateral and symmetrical bilateral task training for arm during the subacute phase after stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2005; 19: 581-593.
23. Dickstein R, Hocherman S, Pillar T, Shaham R. Stroke rehabilitation. Three exercise therapy approaches. *Phys Ther* 1986; 66: 1233-1238.
24. Dromerick AW, Edwards DF, Hahn M. Does the application of constraint-induced movement therapy during acute rehabilitation reduce arm impairment after ischemic stroke? *Stroke* 2000; 31: 2984-2988.
25. Duncan P, Richards L, Wallace D et al. A randomized, controlled pilot study of a home-based exercise program for individuals with mild and moderate stroke. *Stroke* 1998; 29: 2055-2060.
26. Duncan P, Studenski S, Richards L et al. **Randomized clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke.** *Stroke* 2003; 34: 2173-2180.
27. Ertelt D, Small S, Solodkin A et al. Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *NeuroImage* 2007; 36: T164-T173.
28. Faghri PD, Rodgers MM, Glaser RM, Bors JG, Ho C, Akuthota P. The effects of functional electrical stimulation on shoulder subluxation, arm function recovery, and shoulder pain in hemiplegic stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75: 73-79.
29. Fasoli SE, Krebs HI, Stein J, Frontera WR, Hogan N. Effects of robotic therapy on motor impairment and recovery in chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84: 477-482.
30. Fasoli SE, Krebs HI, Ferraro M, Hogan N, Volpe BT. **Does shorter rehabilitation limit potential recovery poststroke?** *Neurorehabil Neural Repair* 2004; 18: 88-94.
31. Feys H, De Weerd W, Verbeke G et al. **Early and repetitive stimulation of the arm can substantially improve the long-term outcome after stroke: a 5-year follow-up study of a randomized trial.** *Stroke* 2004; 35: 924-929.
32. Feys HM, De Weerd WJ, Selz BE et al. **Effect of a therapeutic intervention for the hemiplegic upper limb in the acute phase after stroke: a single-blind, randomized, controlled multicenter trial.** *Stroke* 1998; 29: 785-792.
33. Francisco G, Chae J, Chawla H et al. Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation for improving the arm function of acute stroke survivors: a randomized pilot study. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 570-575.
34. Gabr U, Levine P, Page SJ. **Home-based electromyography-triggered stimulation in chronic stroke.** *Clin Rehabil* 2005; 19: 737-745.
35. Gelber DA, Josefczyk PB, Herrman D, Good DC, Verhulst SJ. Comparison of two therapy approaches in the rehabilitation of the pure motor hemiparetic stroke patient. *J Neuro Rehabil* 1995; 9: 191-196.
36. Gladstone DJ, Danells CJ, Armesto A et al. Physiotherapy coupled with dextroamphetamine for rehabilitation after hemiparetic stroke: a

- randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Stroke* 2006; 37: 179-185.
37. Greenberg S, Fowler RS, Jr. Kinesthetic biofeedback: a treatment modality for elbow range of motion in hemiplegia. *Am J Occup Ther* 1980; 34: 738-743.
  38. Griffin A, Bernhardt J. Strapping the hemiplegic shoulder prevents development of pain during rehabilitation: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2006; 20: 287-295.
  39. Hanger HC, Whitewood P, Brown G et al. A randomized controlled trial of strapping to prevent post-stroke shoulder pain. *Clin Rehabil* 2000; 14: 370-380.
  40. Hemmen B, Seelen H. Effects of movement imagery and electromyography-triggered feedback on arm-hand function in stroke patients in the subacute phase. *Clin Rehabil* 2007; 21: 587-594.
  41. Hesse S, Werner C, Pohl M, Rueckriem S, Mehrholz J, Lingnau ML. Computerized arm training improves the motor control of the severely affected arm after stroke: a single-blinded randomized trial in two centers. *Stroke* 2005; 36: 1960-1966.
  42. Hesse S, Kuhlmann H, Wilk J, Tomelleri C, Kirker SGB. A new electromechanical trainer for sensorimotor rehabilitation of paralysed fingers: A case series in chronic and acute stroke patients. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 2008; 5: 21.
  43. Higgins J, Salbach NM, Wood-Dauphinee S, Richards CL, Cote R, Mayo NE. The effect of a task-oriented intervention on arm function in people with stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2006; 20: 296-310.
  44. Inglis J, Donald MW, Monga TN, Sproule M, Young MJ. Electromyographic biofeedback and physical therapy of the hemiplegic upper limb. *Arch Phys Med Rehabil* 1984; 65: 755-759.
  45. Kimberley TJ, Lewis SM, Auerbach EJ, Dorsey LL, Lojovich JM, Carey JR. Electrical stimulation driving functional improvements and cortical changes in subjects with stroke. *Exp Brain Res* 2004; 154: 450-460.
  46. Kirton A, Chen R, Friefeld S, Gunraj C, Pontigon A-M, deVeber G. Contralesional repetitive transcranial magnetic stimulation for chronic hemiparesis in subcortical paediatric stroke: a randomised trial. *Lancet Neurol* 2008; 7: 507-513.
  47. Kondziolka D, Steinberg GK, Wechsler L et al. **Neurotransplantation** for patients with subcortical motor stroke: a phase 2 randomized trial. *J Neurosurg* 2005; 103: 38-45.
  48. Kowalczewski J, Gritsenko V, Ashworth N, Ellaway P, Prochazka A. Upper-extremity functional electric stimulation-assisted exercises on a workstation in the subacute phase of stroke recovery. *Arch Phys Med Rehabil* 2007; 88: 833-839.
  49. Kwakkel G, Wagenaar RC, Twisk JW, Lankhorst GJ, Koetsier JC. Intensity of leg and arm training after primary middle-cerebral-artery stroke: a randomised trial. *Lancet* 1999; 354: 191-196.
  50. Kwakkel G, Kollen BJ, Wagenaar RC. **Long term effects of intensity** of upper and lower limb training after stroke: a randomised trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002; 72: 473-479.
  51. Langhammer B, Stanghelle JK. Bobath or motor relearning programme? A comparison of two different approaches of physiotherapy in stroke rehabilitation: a randomized controlled study. *Clin Rehabil* 2000; 14: 361-369.
  52. Langhammer B, Stanghelle JK. Bobath or motor relearning programme? A follow-up one and four years post stroke. *Clin Rehabil* 2003; 17: 731-734.
  53. Lannin NA, Horsley SA, Herbert R, McCluskey A, Cusick A. **Splinting** the hand in the functional position after brain impairment: a randomized, controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84: 297-302.
  54. Lannin NA, Cusick A, McCluskey A, Herbert RD. Effects of splinting on wrist contracture after stroke, a randomized controlled trial. *Stroke* 2007; 38: 111-116.
  55. Lincoln NB, Parry RH, Vass CD. Randomized, controlled trial to evaluate increased intensity of physiotherapy treatment of arm function after stroke. *Stroke* 1999; 30: 573-579.
  56. Logigian MK, Samuels MA, Falconer J, Zagar R. Clinical exercise trial for stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1983; 64: 364-367.
  57. Luft AR, McCombe-Waller S, Whitall J et al. Repetitive bilateral arm training and motor cortex activation in chronic stroke: a randomized controlled trial. *JAMA* 2004; 292: 1853-1861.
  58. Lum PS, Burgar CG, Shor PC, Majmundar M, Van der LM. Robot-assisted movement training compared with conventional therapy techniques for the rehabilitation of upper-limb motor function after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 952-959.
  59. Lynch D, Ferraro M, Krol J, Trudell CM, Christos P, Volpe BT. Continuous passive motion improves shoulder joint integrity following stroke. *Clin Rehabil* 2005; 19: 594-599.
  60. McDonnell MN, Hillier SL, Miles TS, Thompson PD, Ridding MC. Influence of combined afferent stimulation and task-specific training following stroke: a pilot randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2007; 21: 435-443.
  61. Michaelsen SM, Levin MF. Short-term effects of practice with trunk restraint on reaching movements in patients with chronic stroke: a controlled trial. *Stroke* 2004; 35: 1914-1919.
  62. Michaelsen SM, Dannenbaum R, Levin MF. Task-specific training with trunk restraint on arm recovery in stroke: randomized control trial. *Stroke* 2006; 37: 186-192.
  63. Müller K, Bütefisch CM, Seitz RJ, Hömberg V. Mental practice improves hand function after hemiparetic stroke. *Restorative Neurology and Neuroscience* 2007; 25: 501-511.
  64. Nelles G, Jentzen W, Jueptner M, Müller S, Diener HC. **Arm training** induced brain plasticity in stroke studied with serial positron emission tomography. *Neuroimage* 2001; 13: 1146-1154.
  65. Page SJ, Sisto SA, Levine P, Johnston MV, Hughes M. Modified constraint induced therapy: a randomized feasibility and efficacy study. *J Rehabil Res Dev* 2001; 38: 583-590.
  66. Page SJ, Levine P, Sisto S, Johnston MV. A randomized efficacy and feasibility study of imagery in acute stroke. *Clin Rehabil* 2001; 15: 233-240.
  67. **Page SJ, Sisto S, Johnston MV, Levine P. Modified constraint-induced therapy** after subacute stroke: a preliminary study. *Neurorehabil Neural Repair* 2002; 16: 290-295.
  68. Page SJ, Sisto S, Levine P, McGrath RE. Efficacy of modified constraint-induced movement therapy in chronic stroke: a single-blinded randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85: 14-18.
  69. Page SJ, Levine P, Leonard AC. **Effects of mental practice on affected limb use and function in chronic stroke.** *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86: 399-402.
  70. Page SJ, Levine P, Leonard AC. **Modified constraint-induced therapy** in acute stroke: a randomized controlled pilot study. *Neurorehabil Neural Repair* 2005; 19: 27-32.
  71. Pang MY, Harris JE, Eng JJ. A community-based upper-extremity group exercise program improves motor function and performance of functional activities in chronic stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87: 1-9.
  72. Parry RH, Lincoln NB, Vass CD. Effect of severity of arm impairment on response to additional physiotherapy early after stroke. *Clin Rehabil* 1999; 13: 187-198.
  73. Platz T, Winter T, Müller N, Pinkowski C, Eickhof C, Mauritz K-H. **Arm ability training** for stroke and traumatic brain injury patients with mild arm paresis: A single-blind, randomized, controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82: 961-968.
  74. **Platz T, Eickhof C, van Kaick S et al. Impairment-oriented training** or Bobath therapy for severe arm paresis after stroke: a single-blind, multi-centre randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2005; 19: 714-724.
  75. Platz T, van Kaick S, Möller L, Freund S, Winter T, Kim I-H. **Impairment-oriented training** and adaptive motor cortex reorganisation after stroke: a fTMS study. *J Neurol* 2005; 252: 1363-1371.
  76. Platz T, Kim I-H, Engel U, Pinkowski C, Eickhof C, Kutzner M. Amphetamine fails to facilitate motor performance and to enhance motor recovery among stroke patients with mild arm paresis: Interim analysis and termination of a double blind, randomised, placebo-controlled trial. *Restorative Neurology and Neuroscience* 2005; 23: 271-280.
  77. Ploughman M, Corbett D. Can forced-use therapy be clinically applied after stroke? An exploratory randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85: 1417-1423.
  78. Popovic D, Popovic M, Sinkjaer T, Stefanovic A, Schwirtlich L. Therapy of paretic arm in hemiplegic subjects augmented with a neural prosthesis: A cross-over study. *Can J Physiol Pharmacol* 2004; 82: 749-756.
  79. Popovic MB, Popovic DB, Sinkjaer T, Stefanovic A, Schwirtlich L. Restitution of reaching and grasping promoted by functional electrical therapy. *Artif Organs* 2002; 26: 271-275.
  80. Popovic M, Popovic D, Sinkjaer T, Stefanovic A, Schwirtlich L. Clinical evaluation of functional electrical therapy in acute hemiplegic subjects. *Journal of Rehabilitation Research and Development* 2003; 40: 443-454.
  81. Powell J, Pandyan AD, Granat M, Cameron M, Stott DJ. Electrical stimulation of wrist extensors in poststroke hemiplegia. *Stroke* 1999; 30: 1384-1389.

82. Ring H, Rosenthal N. Controlled study of neuroprosthetic functional electrical stimulation in sub-acute post-stroke rehabilitation. *J Rehabil Med* 2005; 37: 32-36.
  83. Rodgers H, Mackintosh J, Price C et al. Does an early increased-intensity interdisciplinary upper limb therapy programme following acute stroke improve outcome? *Clin Rehabil* 2003; 17: 579-589.
  84. Rösser N, Heuschmann P, Werschling H, Breitenstein C, Knecht S, Flöel A. Levodopa improves procedural motor learning in chronic stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89:1633-41.
  85. Rothgangel AS, Morton A, van der Hout JWE, Beurskens AJHM. Spiegeltherapie in der Neurologischen Rehabilitation: Effektivität in Bezug auf die Arm-und Handfunktionen bei chronischen Schlaganfallpatienten. *Neurol Rehabil* 2007; 13: 271-276.
  86. Scheidtmann K, Fries W, Müller F, Koenig E. Effect of levodopa in combination with physiotherapy on functional motor recovery after stroke: a prospective, randomised, double-blind study. *Lancet* 2001; 358:787-90.
  87. Snels IA, Beckerman H, Twisk JW et al. Effect of triamcinolone acetonide injections on hemiplegic shoulder pain: A randomized clinical trial. *Stroke* 2000; 31: 2396-2401.
  88. Sonde L, Gip C, Fernaes SE, Nilsson CG, Viitanen M. Stimulation with low frequency (1.7 Hz) transcutaneous electric nerve stimulation (low-tens) increases motor function of the post-stroke paretic arm. *Scand J Rehabil Med* 1998; 30: 95-99.
  89. Sonde L, Kalimo H, Fernaes SE, Viitanen M. Low TENS treatment on post-stroke paretic arm: a three-year follow-up. *Clin Rehabil* 2000; 14: 14-19.
  90. Stein J, Krebs HI, Frontera WR, Fasoli SE, Hughes R, Hogan N. Comparison of two techniques of robot-aided upper limb exercise training after stroke. *Am J Phys Med Rehabil* 2004; 83: 720-728.
  91. Sterr A, Elbert T, Berthold I, Kolbel S, Rockstroh B, Taub E. Longer versus shorter daily constraint-induced movement therapy of chronic hemiparesis: an exploratory study. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 1374-1377.
  92. Sunderland A, Tinson DJ, Bradley EL, Fletcher D, Langton HR, Wade DT. Enhanced physical therapy improves recovery of arm function after stroke. A randomised controlled trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1992; 55: 530-535.
  93. Sunderland A, Fletcher D, Bradley L, Tinson D, Hewer RL, Wade DT. Enhanced physical therapy for arm function after stroke: a one year follow up study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1994; 57: 856-858.
  94. Suputtitada A, Suwanwela NC, Tumvitee S. Effectiveness of constraint-induced movement therapy in chronic stroke patients. *J Med Assoc Thai* 2004; 87: 1482-1490.
  95. Takeuchi N, Tada T, Toshima M, Chuma T, Matsuo Y, Ikoma K. Inhibition of the unaffected motor cortex by 1 Hz repetitive transcranial magnetic stimulation enhances motor performance and training effect of the paretic hand in patients with chronic stroke. *J Rehabil Med* 2008; 40: 298-303.
  96. Taub E, Miller NE, Novack TA et al. Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74: 347-354.
  97. Thielman GT, Dean CM, Gentile AM. Rehabilitation of reaching after stroke: task-related training versus progressive resistive exercise. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85: 1613-1618.
  98. Turton AJ, Britton E. A pilot randomized controlled trial of a daily muscle stretch regime to prevent contractures in the arm after stroke. *Clin Rehabil* 2005; 19: 600-612.
  99. Van der Lee JH, Wagenaar RC, Lankhorst GJ, Vogelaar TW, Deville WL, Bouter LM. Forced use of the upper extremity in chronic stroke patients: results from a single-blind randomized clinical trial. *Stroke* 1999; 30: 2369-2375.
  100. van Vliet PM, Lincoln NB, Foxall A. Comparison of Bobath based and movement science based treatment for stroke: a randomised controlled trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2005; 76: 503-508.
  101. Volpe BT, Krebs HI, Hogan N, Edelstein L, Diels CM, Aisen ML. Robot training enhanced motor outcome in patients with stroke maintained over 3 years. *Neurology* 1999; 53: 1874-1876.
  102. Volpe BT, Krebs HI, Hogan N, Edelstein OL, Diels C, Aisen M. A novel approach to stroke rehabilitation: robot-aided sensorimotor stimulation. *Neurology* 2000; 54: 1938-1944.
  103. Wayne PM, Krebs DE, Macklin EA et al. Acupuncture for upper-extremity rehabilitation in chronic stroke: a randomized sham-controlled study. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86: 2248-2255.
  104. Willis JK, Morello A, Davie A, Rice JC, Bennett JT. Forced use treatment of childhood hemiparesis. *Pediatrics* 2002; 110: 94-96.
  105. Winstein CJ, Rose DK, Tan SM, Lewthwaite R, Chui HC, Azen SP. A randomized controlled comparison of upper-extremity rehabilitation strategies in acute stroke: A pilot study of immediate and long-term outcomes. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85: 620-628.
  106. Wolf SL, Catlin PA, Blanton S, Edelman J, Lehrer N, Schroeder D. Overcoming limitations in elbow movement in the presence of antagonist hyperactivity. *Phys Ther* 1994; 74: 826-835.
  107. Wolf SL, Winstein CJ, Miller JP et al. Effect of Constraint-Induced Movement Therapy on Upper Extremity Function 3 to 9 Months After Stroke. The EXCITE Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2006; 296: 2095-2104.
  108. Wolf SL, Winstein CJ, Miller JM et al. Retention of upper limb function in stroke survivors who have received constraint-induced movement therapy: the EXCITE randomised trial. *Lancet Neurol* 2008; 7: 33-40.
  109. Wong AM, Su TY, Tang FT, Cheng PT, Liaw MY. Clinical trial of electrical acupuncture on hemiplegic stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil* 1999; 78: 117-122.
  110. Yavuzer G, Selles R, Sezer N et al. Mirror therapy improves hand function in subacute stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 8 A.D.; 89: 393-398.
  111. Yen JG, Wang RY, Chen HH, Hong CT. Effectiveness of modified constraint-induced movement therapy on upper limb function in stroke subjects. *Acta Neurol Taiwan* 2005; 14: 16-20.
- b. PubMed-Suche nach Metaanalysen**
1. Stewart KC, Cauraugh JH, Summers JJ. Bilateral movement training and stroke rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *J Neurol Sci.* 2006 May 15; 244(1-2): 89-95.
  2. Hakkennes S, Keating JL. Constraint-induced movement therapy following stroke: a systematic review of randomised controlled trials. *Aust J Physiother.* 2005; 51(4): 221-31.
  3. Francis HP, Wade DT, Turner-Stokes L, Kingswell RS, Dott CS, Coxon EA. Does reducing spasticity translate into functional benefit? An exploratory meta-analysis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 200; 75(11): 1547-51.
  4. Bolton DA, Cauraugh JH, Hausenblas HA. Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation and stroke motor recovery of arm/hand functions: a meta-analysis. *J Neurol Sci.* 2004 Aug 30; 223(2): 121-7.
  5. de Kroon JR, van der Lee JH, IJzerman MJ, Lankhorst GJ. Therapeutic electrical stimulation to improve motor control and functional abilities of the upper extremity after stroke: a systematic review. *Clin Rehabil.* 2002 Jun; 16(4): 350-60.
- Weitere systematische Reviews und Metaanalysen
6. Meilink A, Hemmen B, Seelen HAM, Kwakkel G. Impact of EMG-triggered neuromuscular stimulation of the wrist and finger extensors of the paretic hand after stroke: a systematic review of the literature. *Clinical Rehabilitation* 2008; 22:291-305.
- c. Suche nach systematischen Cochrane Reviews**
1. Ada L, Foongchomcheay A, Canning C. Supportive devices for preventing and treating subluxation of the shoulder after stroke. Art. No.: CD003863. DOI: 10.1002/14651858.CD003863.pub2. (The Cochrane Library ISSN 1464-780X)
  2. Coupar F, Van Wijck F, Morris J, Pollock A, Langhorne P. Simultaneous bilateral training for improving arm function after stroke. (Protocol) Cochrane Database of Systematic Reviews 2007, Issue 2. Art. No.: CD006432. DOI: 10.1002/14651858.CD006432. (The Cochrane Library ISSN 1464-780X)
  3. Doyle SD, Fasoli S, McKenna K. Interventions for sensory impairment in the upper limb after stroke. (Protocol) Cochrane Database of Systematic Reviews 2007, Issue 1. Art. No.: CD006331. DOI: 10.1002/14651858.CD006331. (The Cochrane Library ISSN 1464-780X)
  4. French B, Forster A, Langhorne P, Leathley MJ, McAdam J, Price CIM, Sutton CJ, Thomas LH, Walker A, Watkins CL. Repetitive task training for improving functional ability after stroke. Cochrane Database of Systematic Reviews 2007, Issue 4. Art. No.: CD006073. DOI: 10.1002/14651858.CD006073. (The Cochrane Library ISSN 1464-780X)
  5. Kent RM, Gilbertson L, Geddes JML. Orthotic devices for abnormal limb posture after stroke or non-progressive cerebral causes of spasticity. (Protocol) Cochrane Database of Systematic Reviews 2002, Issue 3. Art. No.: CD003694. DOI: 10.1002/14651858.CD003694. (The Cochrane Library ISSN 1464-780X)

6. Martinsson L, Hårdemark H, Eksborg S. Amphetamines for improving recovery after stroke. Art. No.: CD002090. DOI: 10.1002/14651858.CD002090.pub2. (The Cochrane Library ISSN 1464-780X)
  7. Moore P. Botulinum toxin for adult spasticity after stroke or non-progressive brain lesion. Cochrane Protocol (without summary), 2007.
  8. Pomeroy VM, King L, Pollock A, Baily-Hallam A, Langhorne P. Electrical stimulation for promoting recovery of movement or functional ability after stroke. Art. No.: CD003241. DOI: 10.1002/14651858.CD003241.pub2. (The Cochrane Library ISSN 1464-780X)
  9. Price CIM, Pandyan AD. Electrical stimulation for preventing and treating post-stroke shoulder pain. Art. No.: CD001698. DOI: 10.1002/14651858.CD001698. (The Cochrane Library ISSN 1464-780X)
  10. Sirtori V, Gatti R, Davide C. Constraint induced movement therapy for upper extremities in stroke patients. (Protocol) Cochrane Database of Systematic Reviews 2003, Issue 4. Art. No.: CD004433. DOI: 10.1002/14651858.CD004433. (The Cochrane Library ISSN 1464-780X)
  11. Stevenson TJ, Barclay-Goddard RE, Poluha W, Thalman L. Mental practice for treating upper extremity deficits in individuals with hemiparesis after stroke. (Protocol) Cochrane Database of Systematic Reviews 2006, Issue 2. Art. No.: CD005950. DOI: 10.1002/14651858.CD005950. (The Cochrane Library ISSN 1464-780X)
  12. Woodford H, Price C. EMG biofeedback for the recovery of motor function after stroke. Art. No.: CD004585. DOI: 10.1002/14651858.CD004585.pub2. (The Cochrane Library ISSN 1464-780X)
- c. Weitere Literaturangaben**
1. Ashworth B. Preliminary Trial of Carisoprodol in Multiple Sclerosis. *The Practitioner* 1964; 192: 540-2.
  2. Bohannon R, Smith M. Interrater reliability of a modified Ashworth Scale of muscle spasticity. *Physical Therapy* 1987; 67: 206-7.
  3. Demeurisse G, Demol O, Robaye E. Motor Evaluation in Vascular Hemiplegia. *European Neurology* 1980; 19: 382-9.
  4. Desrosiers J, Hébert R, Dutil E. **TEMPA. Administration manual.** National Library of Canada 1991. ISBN 2-921470-08-X
  5. Desrosiers J, Malouin F, Bourbonnais D, Richards CL, Rochette A, Bravo G. Arm and leg impairments and disabilities after stroke rehabilitation: relation to handicap. *Clinical Rehabilitation* 2003; 17: 666-673.
  6. Fugl-Meyer A, Jääskö L, Leyman I, Olsson S, Steglind S. The post-stroke hemiplegic patient. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 1975; 7: 13-31.
  7. Guyatt G, Vist G, Falck-Ytter Y, Kunz R, Magrini N, Schünemann H. An emerging consensus on grading recommendations? *ACP J Club* 2006; 144: A8-9.
  8. Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Falck-Ytter Y, Alonso-Coello P, Schünemann, HJ. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ* 2008; 336: 924-6.
  9. Hankey GJ, Jamrozik K, Broadhurst RJ, Forbes S, Anderson CS. Long-term disability after first-ever stroke and related prognostic factors in the Perth community stroke study, 1989-1900. *Stroke* 2002; 33: 1034-1040.
  10. van Kaick S, Platz T. Motorisches Assessment bei zentralen Paresen. *Nervenheilkunde* 2006; 25: 159-165.
  11. van der Lee JH, Roorda LD, Beckerman H, Lankhorst GJ, Bouter LM. Improving the Action Research Arm test: a unidimensional hierarchical scale. *Clin Rehabil* 2002; 16: 646-53.
  12. Lincoln N, Leadbitter D. Assessment of Motor Function in Stroke Patients. *Physiotherapy* 1979; 65: 48-51.
  13. Lyle RC. A performance test for assessment of upper limb function in physical rehabilitation treatment and research. *International J of Rehabilitation Research* 1981; 4: 483-492.
  14. Mathiowetz V, Volland G, Kashman N, Weber K. Adult norms for the Box and Block test of manual dexterity. *American Journal of Occupational Therapy* 1985a; 39: 386-391.
  15. Mathiowetz V, Weber K, Kashman N, Volland G. Adult norms for Nine Hole Peg test of finger dexterity. *Occupational Therapy Journal of Research* 1985b; 5: 25-38.
  16. Meijer R, Ihnenfeldt DS, de Groot IJM, van Limbeek J, Vermeulen M, de Haan RJ. Prognostic factors for ambulation and activities of daily living in the subacute phase after stroke. A systematic review. *Clinical Rehabilitation* 2003; 17: 119-129.
  17. Mercier L, Audet T, Herbert R, Rochette A, Dubois MF. Impact of motor, cognitive, and perceptual disorders on the ability to perform activities of daily living after stroke. *Stroke* 2001; 32: 2602-2608.
  18. Nakayama H, Jorgensen HS, Raaschou HO, Olsen TS. Recovery of upper extremity function in stroke patients: The Copenhagen Study. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75: 394-398.
  19. Platz T, Pinkowski C, van Wijck F, Johnson G. **ARM. Arm Rehabilitation Measurement, Manual for performance and scoring.** Baden-Baden, Deutscher Wissenschafts-Verlag 2005.
  20. Platz T. **IOT Impairment-Oriented Training. Schädigungs-orientiertes Training.** Theorie und deutschsprachige Manuale für Therapie und Assessment. **Arm-BASIS-Training, Arm-Fähigkeits-Training, Fugl-Meyer test (Arm), TEMPA.** Deutscher Wissenschafts-Verlag (DWV), Baden-Baden, 2006.
  21. Platz T, Vuadens P, Eickhof C, Arnold P, van Kaick S, Heise K. RE-PAS, a summary rating scale for REsistance to PASSive movement: item selection, reliability and validity. *Disability and Rehabilitation*, DOI: 10.1080/09638280701191743, 2008 (published ahead of print 04 May 2007)
  22. Sackett DL, Rosenberg WMC, Gray JAM, Haynes RB, Richardson WS. Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *BMJ* 1996; 312: 71-2.
  23. Wade DT, Langton-Hewer R, Wood VA, Skilbeck CE, Ismail HM. The hemiplegic arm after stroke: measurement and recovery. *JNNP* 1983; 46: 521-524.
  24. Wade D. *Measurement in Neurological Rehabilitation*, Oxford Medical Publications: 1992.
  25. WHO. **The ICF (International Classification of Functioning, Disability and Health).** Geneva: World Health Organization 2001.
  26. Winstein C, Wing AM, Whittall J. Motor control and learning principles for rehabilitation of upper limb movements after brain injury. In: Grafman J, Robertson IH: *Handbook of Neuropsychology*, 2nd Edition, 2003, 9: 79-138.

*Erstellungsdatum:* 14.3.2009

*Geplante Überarbeitung:* 3 Jahre nach Erstellungsdatum

**Korrespondenzadresse:**

PD Dr. med. Thomas Platz  
 BDH-Klinik Greifswald gGmbH  
 Neurologisches Rehabilitationszentrum  
 An-Institut der Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald  
 Karl-Liebknecht-Ring 26a  
 17491 Greifswald  
 E-Mail: t.platz@bdh-klinik-greifswald.de