

# Effektivität und Evidenzen

---



## 8

# Einfluss der Physiotherapie auf das funktionelle Outcome nach Schlaganfall: Evidenzen

*R.P.S. van Peppen, G. Kwakkel, S. Wood-Dauphinee,  
H.J.M. Hendriks, Ph.J. van der Wees, J. Dekker*

### 8.1

#### EINLEITUNG

Systematische Forschungsergebnisse belegen, dass eine multidisziplinäre Rehabilitation nach Schlaganfall die Überlebenschancen und Selbständigkeit des Patienten erhöht und die Dauer des stationären Aufenthaltes verringert [1, 2, 3]. Dennoch bleibt unklar, warum spezialisierte Schlaganfalleinheiten effektiver sind als die bisher übliche Standardbehandlung. Mehrere Faktoren scheinen zur Effizienz der Stroke Units beizutragen. Zu ihnen gehören ein umfassendes Assessment des klinischen Zustandes, von Impairment und Disability, ein aktivierendes physiologisches Management, frühe Mobilisation und Vermeidung von Bettlägerigkeit, geschulte Behandlung durch das Pflegepersonal, frühe Festlegung eines Rehabilitationsplans unter Einbeziehung der Angehörigen und frühe Beurteilung des Outcomes sowie rechtzeitige Einleitung der für die Entlassung notwendigen Nachsorgemaßnahmen [1, 4]. Einige dieser Faktoren stehen in enger Beziehung zur Physiotherapie, die oft als Schlüsseldisziplin der organisierten Schlaganfallbehandlung angesehen wird. Ein

Cochrane Review von 14 Studien (n=1.617) belegt auch, dass ambulante Rehabilitation einschließlich Physiotherapie bei 7 von 100 Schlaganfallpatienten eine Verschlechterung im weiteren Verlauf verhindern [6]. Hauptaufgabe der Physiotherapie ist es, die Gehfähigkeit und die damit verbundenen Aktivitäten nach dem Schlaganfall wiederherzustellen, die Armfunktion zu verbessern sowie dem Patienten zu vermitteln, wie er mit den krankheitsbedingten Defiziten bei den Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL) zurechtkommt. Insgesamt soll dadurch die Teilhabe des Patienten am gesellschaftlichen Leben ermöglicht werden. Neben dem motorischen Training verordnen Physiotherapeuten oft auch Gehhilfen und setzen andere Geräte wie das Laufband oder funktionelle Elektrostimulation zur Unterstützung der Behandlung ein. Zusätzlich beraten sie Patienten, Familienangehörige und auch die Mitglieder des Schlaganfallteams über Maßnahmen zur Prävention von Komplikationen wie Stürzen oder Schulterschmerzen.

Die Bedeutung der evidenzbasierten Medizin als Richtlinie für den klinischen Entscheidungsfindungsprozess wird von Physiotherapeuten

zunehmend erkannt [8]. Dennoch ist die Effektivität physiotherapeutischer Maßnahmen bei der Behandlung des Schlaganfalls noch nicht systematisch überprüft worden. Das Ziel des vorliegenden Reviews war es, Evidenz dafür zu gewinnen, dass physiotherapeutische Maßnahmen wesentlich zur Verbesserung der Funktionsstörungen nach Schlaganfall beitragen.

---

## 8.2 METHODIK

### 8.2.1 Literatursuche

Eine computergestützte Literaturrecherche wurde in MEDLINE, CINAHL, dem Cochrane Central Register of Controlled Trials, der Cochrane Database of Systematic Reviews, DARE, PEDro, EMBASE und DocOnline (Database of the Dutch Institute of Allied Healthcare) durchgeführt. Diese Datenbanken wurden von zwei Autoren (RPSvP und JCFK) unabhängig voneinander nach relevanten Artikeln durchsucht. Die Suchstrategie bezog sich auf zerebrovaskuläre Erkrankungen (Patiententyp) und damit verbundene physiotherapeutische Interventionen (Behandlungstyp). Es wurden sowohl randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) als auch kontrollierte klinische Studien ohne Randomisierung (CCTs) ausgewertet. Unkontrollierte experimentelle Studien und kontrollierte Studien, die roboterunterstützte Verfahren oder Physiotherapie in Kombination mit Akupunktur oder Pharmakotherapie untersuchten, wurden nicht berücksichtigt. Alle relevanten Studien bis Januar 2004 wurden eingeschlossen.

Die folgenden MeSH (medical subject headings) und Schlüsselwörter wurden für die elektronische Recherche verwendet: cerebrovascular disorders, cerebrovascular accident, stroke, hemiplegia, physical therapy, occupational therapy, exercise therapy und rehabilitation. Auch Bibliographien von Übersichtsartikeln, narrative unsystematische Reviews und Kongressabstracts wurden nach relevanten Veröffentlichungen durchsucht. Zusätzlich wurden die Literaturverzeichnisse aller Artikel überprüft. Es wurden nur Artikel in Englisch, Deutsch oder Niederländisch ausgewertet. Die beiden unabhängigen Autoren stimmten ab, welche Artikel in die Untersuchungen eingehen sollten. Die genaue Suchstrategie kann beim Verfasser angefordert werden. Danach bestimmten sie unabhängig voneinander, ob ein Artikel folgende Kriterien erfüllte: Studien, die die Wirksamkeit physiotherapeutischer Behandlung bei Erwachsenen (18 Jahre oder älter) mit der Diagnose Schlaganfall untersuchen.

### 8.2.2 Behandlungsmethoden

Für die vorliegende Untersuchung wurde die Physiotherapie in zehn Interventionskategorien eingeteilt, um ihre Effektivität zu beurteilen:

1. traditionelle neurologische Behandlungsansätze,
2. Training sensomotorischer Funktion oder Programme zur Beeinflussung des Muskeltonus,
3. kardiovaskuläre Fitness- und Aerobicprogramme,
4. Training der Mobilität und der damit verbundenen Aktivitäten;

5. Übungen für den Arm,
6. Biofeedback Therapie für Arme und Beine,
7. funktionelle und neuromuskuläre Elektrostimulation für paretische Arme und Beine,
8. Orthesen und Hilfsmittel für Arme und Beine,
9. Behandlung von Schmerzen und Ödemen beim hemiplegischen Schulter-Handsyndrom und
10. Intensität und Frequenz der Übungsbehandlungen.

Diese Kategorien basieren auf der internationalen Einteilung von Funktion, Behinderung und Gesundheit (ICF) der World Health Organisation (WHO) [9] und den Empfehlungen der American Physical Health Therapy Association [10]. Die Kategorien wurden im Konsens von einer Gruppe von acht Physiotherapeuten und den zwei Untersuchern (GK und RPSvP) festgelegt.

### 8.2.3 Methodenqualität

Die Methodenqualität der RCTs wurde mit der PEDro-Skala bewertet [11]. Die RCTs wurden von zwei unabhängigen Untersuchern ausgewertet (RPSvP und GK). Die Interrater-Reliabilität der einzelnen Items der PEDro-Skala wurden mit Cohen's Kappa berechnet. Im Falle der Nicht-Übereinstimmung wurde ein Konsens gesucht. War ein solcher nicht zu erzielen, wurde ein dritter Untersucher hinzugezogen (SWD), der dann die endgültige Entscheidung zu treffen hatte. Ein Score von vier Punkten oder höher auf der PEDro-Skala wurde als »qualitativ hochwertig« angesehen, wogegen Studien mit drei

Punkten oder weniger als »qualitativ minderwertig« eingestuft wurden. Die PEDro-Scores wurden nicht als Einschluss- oder Ausschlusskriterien verwendet, sondern zur Beurteilung von Stärken und Schwächen einer Studie im Rahmen der »Best Evidence«-Synthese herangezogen.

### 8.2.4 Quantitative Analyse

Die Analyse der Ergebnisse wurde für jede Interventionsgruppe separat durchgeführt und beschränkte sich auf die RCTs. Wenn diese bezüglich Intervention, Patientencharakteristika und Outcome Parametern vergleichbar waren, wurden die Werte gepoolt. Randomisierte Studien im Cross-over-Design wurden als RCTs behandelt und die Effektstärken vor dem Moment des Therapiewechsels berechnet. Die Daten wurden dann statistisch berechnet, indem die individuellen Effektstärken gepoolt und fixe Effektstärken benutzt wurden [12, 13]. Zur Ermittlung fixer Effektstärken (Hedge's  $g$ ) wurde der Unterschied zwischen den durchschnittlichen Veränderungen in der Verum- und Kontrollgruppe berechnet und durch die durchschnittliche Standardabweichung der Stichprobe (SDi) geteilt. Um die SDi für das Hedge's  $g$  zu bestimmen, wurden die Ausgangswerte sowie die Standardabweichungen der Verum- und Kontrollgruppen gepoolt. Der Einfluss der Stichprobengröße wurde für jede Studie durch einen gewichtenden Faktor ( $w_i$ ) bestimmt, wodurch Studien mit größeren Probandenzahlen höheres Gewicht erhielten. Danach wurden die Hedge's  $g$  der einzelnen Studien

gemittelt: Daraus resultierte eine gewichtete SES. Zusätzlich wurden die Gewichte von jeder einzelnen Studie verbunden und die Varianz der SES bestimmt [14]. Bei einer statistischen Heterogenität mit signifikanter Varianz zwischen den Studien wurde ein stochastisches Effektmodell angewandt [15]. Gemäß der Klassifikation von *Cohen* wurden Effektgrößen (SES) unter 0,2 als klein, zwischen 0,2 und 0,5 als mittel und oberhalb von 0,5 als groß eingestuft [16].

### 8.2.5 Die Best-Evidence-Synthese

Wenn ein Poolen der Daten wegen Unterschieden in den Behandlungs-

ergebnissen, Interventionstypen, Patientenmerkmalen oder Mangel an Zielwerten (Mittelwerte und Mediane) und/oder Messungen der Variabilität (z.B. Standardabweichungen und Konfidenzintervalle) nicht möglich war, wurde eine s.g. Best-Research-Synthese durchgeführt. Dazu verwendeten wir die Kriterien von *Van Tulder et al.* [17], die auf dem methodologischen Qualitätsscore der PEDro-Skala basieren. Anschließend wurden die Studien in fünf Evidenzgrade eingeteilt: (1) starke Evidenz, (2) mäßige Evidenz, (3) limitierte Evidenz, (4) Hinweise und Trends oder (5) keine oder nicht hinreichende Evidenz (Tab. 1).

<b>Strong evidence</b>	provided by statistically significant findings in outcome measures in – at least 2 high-quality RCTs, with PEDro-scores of at least 4 points*
<b>Moderate evidence</b>	provided by statistically significant findings in outcome measures in – at least one high-quality RCT <i>and</i> – at least one low-quality RCT (3 points on PEDro) or one high-quality CCT*
<b>Limited evidence</b>	provided by statistically significant findings in outcome measures in – at least one high-quality RCT <i>or</i> – at least two high-quality CCTs* (in the absence of high-quality RCTs)
<b>Indicative findings</b>	provided by statistically significant findings in outcome measures in at least – one high-quality CCT <i>or</i> low-quality RCTs* (in the absence of high-quality RCTs), <i>or</i> – two studies of a non-experimental nature with sufficient quality (in absence of RCTs and CCTs)*
<b>No or insufficient evidence</b>	– in the case that results of eligible studies do not meet the criteria for one of the above stated levels of evidence, <i>or</i> – in the case of conflicting (statistically significant positive and statistically significant negative) results among RCTs and CCTs, <i>or</i> – in the case of no eligible studies

Tab. 1: Best-Evidence-Synthese

\*If the number of studies that show evidence is <50% of the total number of studies found within the same category of methodological quality and study design (RCT, CCT or non-experimental studies), no evidence will be classified.

## 8.3 ERGEBNISSE

Die Literaturrecherche, die in mehreren Datenbanken durchgeführt wurde, brachte bis zum 29. Januar 2004 8.024 Treffer. Nachdem diese auf den Publikationstyp »Klinische Studie« beschränkt wurden, blieben nur noch 735 übrig. Nach dem Ausschluss von 1. präexperimentellen Studien und 2. kontrollierten Studien, die auch Patienten einschlossen, bei denen kein Schlaganfall diagnostiziert wurde, oder 3. kontrollierte Studien, die Interventionen in Kombination mit Akupunktur, Medikamenten oder Robotern untersuchten, wurden 204 relevante Studien anhand der Titel und Abstracts ausgewählt. Nur 22 von diesen Artikeln waren systematische Reviews [13, 18-38], 20 waren narrative Reviews [39-58]. Elf der verbliebenen 162 Studien wurden in mehr als einem Artikel veröffentlicht [59-80]. Eine Gesamtanzahl von 151 Publikationen (123 RCTs und 28 CCTs), die sich mit der Wirksamkeit von Physiotherapie bei der Behandlung von Patienten mit Schlaganfall beschäftigten, wurden einer weiteren Analyse unterzogen. Der Cohen's K, ein Wert zur Einschätzung der Übereinstimmung zwischen den beiden Untersuchern hinsichtlich der methodologischen Qualität der 123 RCTs, betrug 0,81.

Für jede physiotherapeutische Interventionskategorie wurden die Ergebnisse der Studien, die zur Metaanalyse oder Best-Evidence-Synthese beitrugen, in den Tabellen 2 und 3 aufgelistet. Die methodische Qualität der RCTs wird in Tabelle 4 dargestellt.

### 8.3.1 Evidenz für die Wirkung traditioneller neurologischer Behandlungsmethoden

Acht RCTs [67, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87] und zwei CCTs [88, 89] untersuchten die Wirkungen von spezifischen neurologischen Behandlungsmethoden. Anzahl der Patienten, Behandlungsmerkmale, Outcome und beobachtete Effekte sind in Tabelle 1 dargestellt. Es wurden unterschiedliche Behandlungsmethoden evaluiert wie Bobath [67, 81, 82, 83, 86, 88], Brunnstrom [85, 87, 89], Rood [82, 83], Johnstone [84], Propriozeptive Neuromuskuläre Fazilitierung (PNF) [85, 88], Motor Relearning Programme (MRP) [67], Ayres [82] oder Kombinationen derselben. Mit Ausnahme von zwei RCTs [84, 85] bewerteten alle Studien die Wirkungen der Bobath-Therapie in einem der Behandlungsarme, wogegen eine Studie zwei Experimentalgruppen nutzte [86]. Zur Bewertung der Behandlungsergebnisse wurde in acht Studien die ADL mit dem Barthel Index (BI) [67, 82, 83, 86, 88], dem Functional Independence Measure (FIM) [87] oder anderen ADL-Skalen [85, 89] bestimmt. Vier Studien bewerteten Kraft [83, 85], Bewegungssynergie [84] oder Muskeltonus [88], drei Studien die Auswirkung der Behandlungsmethode auf die Länge des stationären Aufenthaltes (LOS) [67, 85, 89] und verglichen die Wirkungen von MRP und Bobath [67], PNF und Brunnstrom [85] oder neuromuskulären Retraining Techniken [89]. Ein CCT verglich einen Impairment-orientierten mit einem Disability-orientierten Ansatz [90].

Intervention categories	Type of intervention	N	Start study: time post-stroke mean (range)	Intensity of intervention mean (range)	Results	Methodological quality (PEDro) of RCTs (range)	References
1. Traditional neurological treatment approaches	Traditional neurological treatment approaches	RCTs: 369 CCTs: 170	~ 1 w – 4.8 y	30–90 min/d 3–5 x p/w during 2–8 w	Moderate evidence found for reducing LOS in favor of control groups. No evidence found for improving muscle strength, synergism, muscle tone, walking ability, dexterity or ADL.	3–6 points	8 RCTs: [67, 81–87] 2 CCTs: [88, 89]
2. Programs for training sensory-motor function or influencing muscle tone	Strengthening paretic muscles	RCTs: 294 CCTs: 47	~ 3 mo – 4 y	30–90 min/d 2–5 x p/w during 2–6 w	Strong evidence found for improving muscle strength of lower extremity in favor of experimental groups. Limited evidence found for improving gait performance or walking endurance. No evidence found for improving handgrip force, dexterity, symmetry of weight distribution, transferring, gait, speed, stair-walking or physical and mental health.	4–7 points	6 RCTs: [91–96] 2 CCTs: [97, 98]
	Training sensory integrity	CCT: 39	6.2 y	20–45 min/d 3–5 x p/w during 4–6 w	Indicative findings found for improving somatosensory perception.	4 points	1 CCT: [99]
	Influencing muscle tone and stiffness	RCTs: 245 CCT: 8	< 11 w – 6.7 y	5–60 min/d 2–5 x p/w during 3–12 w	Strong evidence found for reducing muscle tone in favor of TENS. Limited evidence found for AROM in favor of slow stretch techniques. Insufficient evidence found for improving PROM in favor of TENS and casts or splints.	2–7 points	9 RCTs: [71, 84, 100–106] 1 CCT: [107]
3. Cardiovascular fitness and aerobic programs	Training endurance	RCTs: 154 CCT: 9	> 30 d – > 6 mo	30–90 min/d 3–5 x p/w during 8–10 w	Strong evidence found for maximal workload, gait speed or walking distance in favor of experimental groups. Limited evidence found for aerobic capacity. No evidence found for synergism, basic ADL or instrumental ADL.	4–7 points	3 RCTs: [109–111] 1 CCT: [112]
	Training aerobics	RCTs: 197	10 d – 8 y	60–90 min/d 3–10 x p/w during 4–12 w	Strong evidence found for aerobic capacity and muscle strength of the lower extremity in favor of the experimental groups. No evidence found for synergism, walking endurance and gait speed.	3–7 points	5 RCTs: [80, 113–116]



4. Methods for training mobility and mobility related activities	Training sitting balance	RCTs: 108	2 w – 6.3 y	30 – 120 min/d 5 x p/w during 2 – 4 w	Strong evidence found for weight distribution between paretic and non-paretic side in favor of experimental groups.	5 – 7 points	4 RCTs: [86, 117–119]
	Training transfers from sit-to-stand and visa versa	RCTs: 156	38 d – 6.3 y	15 – 30 min/d 5 – 15 x p/w during 2 – 6 w	Strong evidence found for symmetry between both legs during sit-to-stand and stand-to-sit or time needed to stand up or sit-down in favor of experimental group. Limited evidence found for reducing the occurrence of falls.	5 – 7 points	5 RCTs: [61, 113, 117, 119, 120]
	Training standing balance	RCTs: 212 CCT: 42	33 d – 18 mo	16 – 60 min/d 3 – 10 x p/w during 2 – 8 w	Strong evidence found for reducing postural sway or increasing symmetry of weight distribution during stance in favor of experimental groups. No evidence found for balance measured with the Berg Balance Scale, whereas negative effects found for timed up-and-go.	4 – 6 points	8 RCTs: [121–127, 129] 1 CCT: [128]
	Body-weight supported treadmill training	RCTs: 268 CCT: 43	17 d – 26 mo	20 – 45 min/d 3 – 5 x p/w during 2 – 11 w	Strong evidence found for improving walking endurance in favor of BWSTT. No evidence found for improving postural control, walking ability or comfortable gait speed.	4 – 7 points	5 RCTs: [77, 130–133] 2 CCTs: [134, 135]
	Treadmill training without body weight support	RCTs: 163	10 d – (>6 mo)	5 – 60 min/d 3 – 5 x p/w during 3 – 6 w	Strong evidence found for improving walking ability in favor of treadmill training without body weight support. No evidence found for increasing comfortable gait speed.	5 – 8 points	5 RCTs: [80, 136–139]
	External auditory rhythms	RCTs: 80	16 d – 32 mo	20 – 30 min/d 2 – 10 x p/w during 3 – 12 w	Strong evidence found for improving stride length and comfortable gait speed in favor of external auditory rhythms.	3 – 6 points	3 RCTs: [140–142]
	Limb loading	RCT: 24	> 6 mo	10 min/d 7 d/w during 6 w	No evidence found in favor of limb loading for improving lance control or gait speed.	7 points	1 RCT: [143]
	Wheelchair self-propelling	RCT: 40 CCT: 18	RCT: 16 d CCT: ?	RCT: during 8 w CCT: ?	No evidence found for influencing muscle tone or improving ADL.	3 – 7 points	1 RCT: [144] 1 CCT: [145]

Intervention categories	Type of intervention	N	Start study: time post-stroke mean (range)	Intensity of intervention mean (range)	Results	Methodological quality (PEDro) of RCTs (range)	References
5. Exercises for the upper limb	Exercising the paretic arm	RCTs: 971	7 d–4.8 y	30–90 min/d 3–5 x p/w during 5–20 w	Insufficient evidence found for improving dexterity or ADL in favor of the experimental groups. No evidence found for muscle strength and synergism.	3–7 points	11 RCTs: [65, 69, 73, 82, 83, 87, 110, 146–149]
	Constraint-induced movement therapy	RCTs: 134	6 d–4.8 y	2–10 hrs immo bilisation p/d; 1–6 hrs training/d p/d 3–7 x p/w during 2–10 w	Strong evidence found for dexterity of the paretic arm in favor of CIMT. No evidence found for the amount of (paretic) arm use or ADL	4–7 points	6 RCTs: [150, 151, 152, 153]
	Bilateral arm training	RTC: 7 CCT: 27	8.4 w–6.5 y	15–20 min/d 3–10 x p/w during 2–6 w	Indicative findings found for improving grip strength or dexterity of the paretic arm in favor of bilateral arm training–programs.	3 points	1 RCT: [156] 1 CCT: [97]
6. Biofeedback therapy	Mirror therapy	RCTs: 25	10 mo–4.8 y	15–30 min/d 2–6 x p/w during 5–8 w	Limited evidence found for improving dexterity of the paretic arm in favor of mirror therapy.	4–5 points	2 RCTs: [146, 157]
	Biofeedback to the paretic lower limb	RCTs: 262 CCTs: 92	36 d–33.6 mo	20–60 min/d 2–5 x p/w during 2–12 w	No evidence found for improving active ROM ankle or comfortable gait speed in favor of biofeedback therapy.	2–6 points	12 RCTs: [140, 158–168] 4 CCTs: [169–172]
	Biofeedback to the paretic upper limb	RCTs: 247 CCTs: 60	7 w–3.1 y	20–60 min/d 2–5 x p/w during 1–10 w	Insufficient evidence found for improving dexterity in favor of biofeedback therapy. No evidence found for improving muscle strength and/or active ROM.	2–7 points	10 RCTs: [81, 163, 173–180] 3 CCTs: [181–183]
7. Functional Electrical Stimulation and Neuromuscular stimulation	Effects of FES on the lower limb	RCTs: 176	26 d–4.5 y	20–60 min/d 3–5 x p/w during 4–6 w	Limited evidence found for improving muscle strength, physiological cost index or walking ability in favor of FES. No evidence found for improving synergism of lower extremity, gait speed or ADL.	4–6 points	5 RCTs: [162, 184–187]
	NMS of the paretic forearm without EMG-triggering	RCTs: 154	16 d–3 mo	30–90 min/d 1–3 x p/d during 3–8 w	Limited evidence found for improving muscle strength of the extensors of the paretic forearm or dexterity. The evidence for dexterity was restricted only for patients with voluntary movement control of extension of wrist and fingers. No evidence found for dexterity in patient without voluntary movement control. Indicative findings found for improving active ROM in favor of the experimental groups.	3–7 points	4 RCTs: [188–191]

MMS of the paretic forearm with EMG-triggering	RCTs: 81 CCT: 22	18 d – 3.5 y	30–90 min/d 3–5 x p/d during 2–12 w	Insufficient evidence found for improving muscle strength or dexterity of the paretic arm. No evidence found for improving synergism in favor of the experimental groups.	3–5 points	4 RCTs: [192–195] 1 CCT: [196]
MMS for glenohumeral subluxation and hemiplegic shoulder pain	RCTs: 161 CCTs: 144	2 d – 430 d	30 min/d tot 6–7 hours/d resp. 4 tot 1 x p/d during 4–8 w	Strong evidence found for increasing passive ROM (lateral rotation of paretic shoulder) and reduction of caudal subluxation in favor of NMS. Insufficient evidence found for reducing hemiplegic shoulder pain.	4–7 points	4 RCTs: [63, 75, 197, 198] 2 CCTs: [199, 200]
Applying orthotics and assistive devices for the lower and upper extremities	RCT: 60	3 mo – 3 y	1 d – 3 mo	No evidence found for improving gait speed in favor of applying an AFO.	7 points	1 RCT: [59]
Slings, supportive devices and strapping techniques for reducing GHS and HSP	RCT: 98 CCTs: 22	15 d – 8 mo	Daily during 6–12 w	No evidence found for reducing glenohumeral subluxation or decreasing hemiplegic shoulder pain to support the effectiveness of hemi-slings or strapping techniques.	7 points	1 RCT: [202] 2 CCTs: [201, 203]
Treatment of hemiplegic shoulder pain and hand oedema	RCTs: 98 CCTs: 76	15 d – 8.2 mo	15–30 min/d 3–5 x p/w during 4 w – 3 mo	No evidence found for decreasing hemiplegic shoulder pain or improving active ROM.	4–5 points	2 RCTs: [204, 205] 2 CCTs: [206, 207]
Treatment of hand oedema	RCT: 37	RCT: 3.7 w	2 x 2 hours/d during 4 w	No evidence found for intermittent pneumatic compression for reducing hand volume.	7 points	1 RCT: [208]
Intensity of exercise therapy	RCTs: 2686 CCTs: 813	7 d – 4.7 y	132–6816 min	Strong evidence found for improving comfortable gait speed, basic ADL and instrumental ADL in favor of augmented exercise therapy. No evidence found for improving dexterity of the paretic arm.	4–8 points	20 RCTs: [65, 69, 73, 80, 85, 147–149, 209–220] 3 CCTs: [221–223]

Tab. 2: Physical Therapy intervention categories

ADL = activities of daily living; AFO = Ankle Foot Orthosis; AROM = Active Range of Motion; BWSTT = Body Weight Supported Treadmill Training; CCT = controlled clinical trial; CIMT = Constraint-Induced Movement Therapy; d = day(s); EMG = Electromyography; FES = Functional Electrical Stimulation; GHS = Glenohumeral Subluxation; HSP = Hemiplegic Shoulder Pain; LOS = length of stay; min = minute(s); mo = month(s); N = number of patients involved; NMS = Neuro Muscular Stimulation; PEDro = Physiotherapy Evidence Database; RCT = randomized controlled trial; PROM = Passive Range of Motion; ROM = Range of Motion; TENS = Transcutaneous Electrical Stimulation; w = week(s); y = year(s)

Die Qualitäts-Scores der RCTs lagen zwischen 3 [82, 83] und 6 [67]. Da sowohl die Untersuchungsziele als auch die Outcomeparameter differierten, konnten die Studien nicht gepoolt werden. Eine Best-Evidence-Synthese lieferte mäßige Evidenz für eine Verkürzung der Liegezeit (LOS) durch MRP oder traditioneller Pflege verglichen mit Impairment-fokussierten neuromuskulären Behandlungsmethode wie z.B. Bobath [67, 89, 90]. Es ließ sich kein Vorteil eines spezifischen neurologischen Behandlungsprogramms hinsichtlich einer Beeinflussung von Muskelstärke [83, 85], Bewegungssynergie [84], Muskeltonus [88], Gehfähigkeit [88], Koordination [67, 81, 87] oder ADL [67, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89] nachweisen.

### 8.3.2 Training sensomotorischer Funktionen und Interventionen zur Beeinflussung des Muskeltonus

Als »sensomotorisches Training« wurden Übungen definiert, die eine Verbesserung der motorischen Leistung, Kraft, Stärke und Ausdauer ([10], S. 72) sowie der sensorischen Fähigkeiten (Propriozeption, Pallästhesie, Stereognosie und Lagesinn ([10] S. 90) zum Ziel hatten.

#### *Kräftigung paretischer Muskeln*

Sechs RCTs [91, 92, 93, 94, 95, 96] und zwei CCTs [97, 98] untersuchten exzentrische und konzentrische Kraftübungen für die unteren [91, 92, 93, 94, 96, 97, 98] und oberen Extremitäten [92, 97]. Die Behandlungssitzungen dauerten zwischen 30 [96] und maximal 90 [95] Minuten pro

Tag und wurden zwei- [91] bis sechsmal [93, 94] pro Woche abgehalten (Tab. 2). Die methodische Qualität lag zwischen 4 [91, 93] und 7 Punkten auf der PEDro-Skala [94].

Eine Metaanalyse konnte bei drei RCTs [91, 92, 94] durchgeführt werden, die die selbstgewählte Laufgeschwindigkeit bewerteten. Es wurde ein homogener, nicht-signifikanter Gesamteffekt (SES) in Bezug auf die Kraftzunahme der Muskeln der paretischen unteren Extremität gefunden (Tab. 3). Wenn man die Studienqualität gewichtet, wies die Best-Evidence-Synthese eine starke Evidenz für Steigerung der Muskelkraft der unteren Extremität bezüglich maximaler willkürlicher Leistungen [92], Massenbewegungen (Elgin table of contents) [93] oder maximaler isokinetischer Kraft (Kin-Com, isokinetic protocol) [94] auf. Wenig Evidenz wurden für die Verbesserung der Ausdauer beim Gehen [91, 92] und anderer Gangparameter gefunden [94, 95]. Keine Evidenz konnte für Übungen zur Stärkung der Kraft in den Händen [92, 97], zum Aufbau von Muskeln, die beim Treppensteigen unterstützend wirkten [94], für Transfererleichterungen [92], Übungen, die zum Aufbau einer symmetrischer Gewichtsverteilung zwischen hemiplegischer und gesunder Seite beitragen [98], für die Feinmotorik [92, 97] sowie für körperliche und psychische Gesundheit [94] gefunden werden.

#### *Trainieren der sensorischen Integrität*

In einem CCT [99] wurde die Effektivität der Wiederherstellung sensorischer Funktionen in den betroffenen

Gliedmaßen untersucht. Das Training fand in einem Zeitraum von sechs Wochen dreimal wöchentlich statt und dauerte 45 Minuten (Tab. 2). Die Haut-Stimulation beinhaltete Aufgaben wie beispielsweise das Identifizieren von Buchstaben, die Unterscheidung von Objekten und die Lokalisierung von Körperteilen auf der paretischen Seite. Während über eine signifikante Verbesserung der somatosensorischen Wahrnehmung berichtet wurde, fehlte der funktionelle Transfer durch die Behandlung. Somit erbrachte die Auswertung des einen CCT [99] lediglich Hinweise dafür, dass sensorisches Training die somatosensorische Wahrnehmung verbessern kann.

#### *Beeinflussung von Muskeltonus und Spastik*

In neun RCTs [71, 84, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106] und einem CCT [107] wurden die Wirkungen von verschiedenen Interventionen für die Behandlung der Hemispastik durch die Anwendung von aufblasbaren Druckschienen [84], reflexhemmender Positionierung [100, 108], Muskeldehnübungen, hemmenden Gipsen oder thermoplastischen Arm-Schienen [102, 103, 107] sowie transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS) [71, 104, 105, 106] untersucht.

Die Qualitätsbewertungen von diesen RCTs lagen zwischen 2 [103] und 7 Punkten [100].

Wegen der Unterschiede bezüglich der Endpunkte und Modalitäten der Behandlung war ein Pooling der Studien nur bei TENS möglich und zeigte laut einer modifizierten Ashworthskala [71, 105] signifikant

homogene SES für die Reduktion des Muskeltonus (Tab. 3). Außerdem lieferte eine Best-Evidence-Synthese der langsamen Dehntechniken limitierte Evidenz für eine Erweiterung des aktiven Bewegungsumfanges (ROM) [101]. Unzureichende Evidenz für eine Verbesserung des passiven Bewegungsumfanges (ROM) fand sich hingegen für TENS [71, 104] sowie Gipse oder thermoplastische Schienen [102, 103, 107].

Für eine Verbesserung der motorischen Funktionen durch Dehntechniken, Schienen oder TENS fand sich keine Evidenz.

#### **8.3.3 Kardiovaskuläre Fitness- und aerobe Programme**

Untersucht wurde die aerobe Kapazität und physische Ausdauer, definiert als die Fähigkeit zu arbeiten oder an Aktivitäten des täglichen Lebens ausdauernd teilzunehmen. Als Bewertungsmaßstab wurden Sauerstoffaufnahme sowie Energiezufuhr und -freisetzungsmechanismen gewählt ([10], S. 48).

Drei RCTs [109, 110, 111] und ein CCT [112] untersuchten die Auswirkungen von kardiovaskulärem Fitness-Training nach Schlaganfall. Die medizinische Trainingstherapie (MTT) [110] bestehend aus Fahrradergometer oder Krafttraining auf einem Bewegungstherapiegerät [109, 110, 111] wurde zu Hause durchgeführt. Die Studien bewerteten die Trainingsergebnisse in Bezug auf Bewegungssynergie [109, 110], aerobe Kapazität [109], Gehgeschwindigkeit [110, 111], Ausdauer beim Laufen [110, 111] und ADL [110, 111].

Die Behandlungen dauerten zwischen 30 [109] und 90 [110] Minuten pro Tag und wurden in einem Zeitraum von 8 [110, 111] bis 10 [109] Wochen drei [109, 110] bis fünfmal pro Woche durchgeführt (Tab. 2). Die Qualität der RCTs lag zwischen vier [109] und sieben Punkten [110, 111]. Aufgrund von Unterschieden bei den Messungen war das Datenpooling nur bei der Fugl-Meyer-Motorskala (FM-Motorskala) und der Ganggeschwindigkeit möglich. Der Effekt (SES) auf die Ganggeschwindigkeit war statistisch signifikant [110, 111], der Fugl-Meyer-Motorscore wies hingegen eine nicht-signifikante heterogene SES auf [109, 110] (Tab. 3).

Die Best-Evidence-Synthese belegt eine hohe Evidenz für die maximale Arbeitsbelastung [109, 111] und Gehstrecke [110, 111], wogegen sich nur eine limitierte Evidenz für die aerobe Kapazität ( $VO_2$ ,  $V_e$  und  $VCO_2$ ) [109] finden ließ. Durch das kardiovaskuläre Fitnesstraining ließen sich keine Verbesserung der motorischen Grundfähigkeiten [110] oder der ADL [110,111] erzielen.

Fünf RCTs [80, 113, 114, 115, 116] untersuchten die Kombination von Kraft- und Ausdauertraining. Bewertet wurden die Beinkraft [114, 116], Bewegungssynergien der unteren Extremitäten [80, 114], Gleichgewicht [80, 114], aerobe Kapazität [114, 115], Ausdauer [113, 114], das Aufstehen aus dem Sitzen [113], Gehgeschwindigkeit [80, 113, 114, 116], Fingerfertigkeit [114] und ADL [80]. Die Trainingseinheiten wurden in einem Zeitraum von vier [113] bis zwölf [114, 115] Wochen mit einer Frequenz von drei- [[113, 114, 115,

116] bis zehnmal pro Woche und einer Dauer zwischen 60 [113, 115] und 90 [114, 116] Minuten abgehalten (Tab. 2). Die Methodenqualität lag zwischen drei [113, 115, 116] und sieben [114] Punkten.

Ein Datenpool war möglich für die Muskelstärke, Bewegungssynergie, aerobe Kapazität, Ausdauer beim Gehen und Ganggeschwindigkeit.

Eine homogene signifikante SES wurde für Verbesserung der aeroben Kapazität [114, 115], eine heterogene statistisch signifikante SES für den Kraftzuwachs der unteren Extremität berechnet [114, 115, 116]. Für Bewegungssynergien der unteren Extremitäten [80, 114], Ausdauer beim Gehen [113, 114] oder Ganggeschwindigkeit [80, 113, 114, 116] fanden sich keine statistisch signifikanten homogenen SESs (Tab. 3).

### 8.3.4 Methoden für das Training der Mobilität sowie der mobilitätsbezogenen Aktivitäten

Das Training der Mobilität und der damit verbundenen Aktivitäten wurde in drei Kategorien unterteilt: Gleichgewichts-, Gang- und Rollstuhltraining.

#### *Das Training von Gleichgewicht und Haltungskontrolle*

Von den 14 RCTs und einem CCT untersuchten 4 RCTs die Wirkung von Gleichgewichtstraining auf die Rumpfstabilität beim Sitzen [86, 117, 118, 119], 5 RCTs das Aufstehen aus dem Sitzen [61, 113, 117, 119, 120], 7 RCTs und ein CCT die Balance im Stehen mit visuellem Feedback [121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128]

oder 1 RCT mit wahrnehmungsbezogenem Feedback [129]. Die Behandlungssitzungen dauerten zwischen zwei [86, 117, 121, 129] und acht Wochen [124, 126], fanden drei [123, 127] bis fünfzehnmal in der Woche [61] mit einer Dauer von 15 [61] bis 120 [118] Minuten pro Tag statt (Tab. 2). Ziel dieser Interventionen war es, den Bodysway zu reduzieren [121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 129], die Symmetrie der Gewichtsverteilung zwischen der paretischen und nicht-paretischen Seite [61, 86, 113, 117, 120, 122, 124] zu erhöhen und die Anzahl der Stürze zu verringern [120]. Die Studienergebnisse wurden bezüglich Gewichtsverteilung im Sitzen [86, 117, 118, 119] oder beim Stehen [61, 113, 117, 120], der Zeit, die für das Aufstehen aus dem Sitzen in den Stand [61, 120] bzw. bis zum Gehen benötigt wurde [124, 126, 127], das Ausmaß des Bodysway und der posturalen Symmetrie [121, 122, 123, 124, 125, 129] sowie der Ganggeschwindigkeit [128] beurteilt. Die methodische Qualität lag zwischen vier [121, 126] und sieben [117] Punkten.

Studien zur Verbesserung des Transfers und der Standsicherheit konnten gepoolt werden. Eine signifikante homogene Effektstärke (SES) wurde für die posturale Symmetrie beim Transfer vom Sitzen in den Stand [61, 113, 117, 120], das Hinsetzen aus dem Stand [61, 120] und die Zeit, die zum Aufstehen benötigt wurde [61, 120], gefunden. Das Trainieren der Standsicherheit führte zu einer signifikanten Verminderung des Bodysway und zu einer erhöhten Symmetrie der Gewichtsverteilung zwischen den paretischen und nicht-

paretischen Seiten [121, 122, 123, 124, 125] (Tab. 3).

Eine signifikant positive heterogene SES wurde für die Geschwindigkeit für den Sitz-Transfer [61, 120] gefunden, wohingegen der Timed Up&Go-Test eine heterogene, signifikant negative SES für die Patienten aufwies, bei denen die Standsicherheit trainiert wurde [124, 126, 127]. Zudem ließen sich keine signifikanten Wirkungen in Studien finden [124, 126, 127], die die Gleichgewichtskontrolle mit der Berg Balance Skala maßen (Tab. 3).

Die Best-Evidence-Synthese zur Bewertung der Wirkungen des Rumpfstabilitätstrainings im Sitzen belegte eine starke Evidenz für eine Verbesserung der Fähigkeit, den Arm aus der Sitzhaltung heraus nach vorne zu strecken [86, 117, 118, 119]; nur geringe Evidenz konnte für das Verhindern von Stürzen gefunden werden, wenn Programme zur Verbesserung des Transfers eingesetzt wurden.

#### *Laufbandtraining*

Laufbandtraining wurde (1) mit und (2) ohne Gewichtsentlastung bewertet. Fünf RCTs [77, 130, 131, 132, 133] und zwei CCTs [134, 135] untersuchten die Wirkungen von Laufbandtraining mit Gewichtsentlastung (BWSTT) auf die Wiederherstellung des Gleichgewichts [77, 131, 132, 133, 134], des Gangzyklus [77, 130, 131, 132, 133, 134] und der Ausdauer beim Gehen [77, 130, 133]. Die Gewichtsentlastung lag zwischen 0% [77] und mehr als 40% [134]. Die Behandlung wurde drei- [132, 134] bis fünfmal [130, 131, 133] pro Woche für 20 [77, 132, 133] bis 45 Mi-

nuten [130] pro Tag in einem Zeitraum von zwei [134] bis elf [131] Wochen durchgeführt (Tab. 2). Die methodologische Qualität rangierte zwischen vier [130, 133] und sieben [131] Punkten.

Die Metaanalyse zeigte große Effektgrößen für die Ausdauer beim Gehen [77, 130, 133]. Keine relevanten Effektgrößen ließen sich für die posturale Kontrolle, gemessen mit der Berg Balance Skala [77, 131], sowie für das Gehvermögen [131, 133] oder die Ganggeschwindigkeit [77, 130, 131, 132, 133] (Tab. 3) finden.

Die Wirkungen von Laufbandtraining ohne Körpergewichtsentlastung wurde in fünf RCTs [80, 136, 137, 138, 139] mit einer Methodenqualität zwischen fünf [80] und acht [139] Punkten untersucht. Die Behandlungssitzungen fanden in einem Zeitraum von drei [80] bis sechs [80] Wochen statt, dauerten von fünf Minuten [136] bis zu einer Stunde [137] und wurden drei [137, 138, 139] bis fünfmal [80] pro Woche durchgeführt (Tab. 2). Die RCTs wiesen signifikante homogene SES für die Gehfähigkeit [136, 138] auf, wogegen für die Ganggeschwindigkeit eine heterogene nicht-signifikante SES gefunden wurde [80, 136, 137, 138] (Tab. 3).

#### *Externe auditive Rhythmisierung (EAR)*

Drei RCTs [140, 141, 142] untersuchten die Wirkungen von EAR auf temporospatiale Parameter des Gangzyklus wie Schrittlänge, Kadenz, Symmetrie und Ganggeschwindigkeit [140, 141, 142].

Die Behandlungen fanden in einem Zeitraum von drei [142] bis zwölf [140] Wochen statt, dauerten

20 [142] bis 30 Minuten [141] und wurden zwei [140] bis zehnmal [141] pro Woche durchgeführt (Tab. 2). Die methodologische Qualität betrug zwischen drei [140, 141] und sechs Punkten [142] auf der PEDro-Skala. Ein Poolen dieser Studien zeigte eine homogene signifikante SES für die Schrittlänge [140, 142] und die Ganggeschwindigkeit [140, 141, 142] (Tab. 3).

#### *Training mit Gewichten*

Ein RCT [143] untersuchte die Wirkungen von Übungsbehandlung mit Gewichten in Kleidung und an den Gelenken auf die Verbesserung von Gleichgewicht und Gang (Tab. 2). Das so zu Hause durchgeführte Training mit beschwerten Kleidungsstücken wurde mit einem konventionellen Training ohne Gewichte verglichen. Die Studie zeigte keine statistisch signifikanten Effekte. Es gibt somit keine Evidenz, dass das Üben mit Gewichten sich positiv auf die Haltung oder die Schrittgeschwindigkeit auswirkt.

#### *Rollstuhltraining*

Ein RCT [144] und ein CCT [145] befassten sich mit der Wirkung, die das eigenständige Fortbewegen mit dem Rollstuhl auf den Muskeltonus [144], die Kontrolle und Genauigkeit beim Rollstuhlfahren sowie auf die ADL [144] ausübt. Eine Best-Evidence-Synthese der Studien fand keinen Beleg dafür, dass das Rollstuhltraining mit der nicht-gelähmten Hand und dem nicht-gelähmten Fuß zu einer Verbesserung der ADL führt oder dass dadurch die Spastik positiv beeinflusst würde. (Tab. 2)



### 8.3.5 Übungen für die obere Extremität

#### *Die Wirksamkeit von Übungstherapie beim paretischen Arm*

Elf RCTs [65, 69, 73, 82, 83, 87, 110, 146, 149] untersuchten die Wirkung von Übungstherapie auf die Verbesserung der Funktionen im paretischen Arm. Das Training beinhaltete neurologische Behandlungsansätze im Vergleich zu Task-orientierten Programmen. Die Behandlungssitzungen fanden in einem Zeitraum von fünf [69] bis 20 [65] Wochen statt, dauerten 30 [147] bis 90 Minuten [110, 149] pro Tag und wurden drei [110] bis fünfmal [65, 82, 147, 149] die Woche durchgeführt (Tab. 2). Die Ergebnisse wurden bezüglich Muskelkraft [73, 83, 149], Bewegungssynergie [110, 147], Fingerfertigkeit [65, 69, 73, 87, 147, 149] oder ADL [65, 69, 73, 82, 83, 87, 110, 147, 148, 149] bewertet. In einigen Studien wurde das spezifische Übungsprogramm zusätzlich zu einem konventionellen Behandlungsprogramm durchgeführt [65, 69, 73, 147, 148, 149]. Die Qualität der Untersuchungsmethoden lag zwischen drei [82, 83] und sieben [65, 110] Punkten. Wegen unterschiedlicher Ergebnisse war ein Poolen der Daten nicht möglich. Die Best-Evidence-Synthese erbrachte keinen hinreichenden Wirksamkeitsnachweis für Übungsprogramme, welche die Feinmotorik im paretischen Arm fördern oder die ADL verbessern sollten. Es ließ sich auch keine Evidenz dafür finden, dass sich die Muskelstärke oder Bewegungssynergie durch spezielle Übungsprogramme für den paretischen Arm verbessern ließen.

#### *Constraint-induced movement Therapie (CIMT)*

Sechs RCTs [150, 151, 152, 153, 154, 155] untersuchten die Wirkungen von CIMT auf die motorische Leistung [151, 152, 155], auf die Feinmotorik der paretischen Hand [150, 151, 152, 153, 154, 155] und auf die ADL [150, 151, 152, 153, 154, 155]. Der nicht-paretische Arm war über eine Periode von zwei [150, 154, 155] bis zehn [151, 152] Wochen fünf [151, 152] bis zehn [153] Stunden pro Tag ruhiggestellt. CIMT wurde zwischen einer [151, 152] und sechs Stunden pro Tag [153, 155] drei- [151, 152] bis fünfmal pro Woche [153] durchgeführt (Tab. 2). Die Bewertung der Methodenqualität der RCTs erreichte vier [153] bis sieben [155] Punkte auf der PEDro-Skala.

Die Metaanalyse belegte eine statistisch signifikante SES für die Verbesserung der Handmotorik durch CIMT – gemessen mit dem Arm Motor Activity Test (AMAT) oder dem Action Research Arm Test (ARAT) [150, 151, 152, 154, 155]. Allerdings konnte keine signifikante Evidenz für einen Leistungstransfer mit einer Verbesserung der ADL gefunden werden [154, 155] (Tab. 3). Zwischen den CIMT-Patienten und den Kontrollen war kein Unterschied im Barthel Index [150], dem Rehabilitation Activities Profile (RAP) [153] oder dem Functional Independence Measure (FIM) [150] nachzuweisen.

#### *Bilaterales Armtraining*

Ein RCT [156] und ein CCT [97] untersuchten die Wirkungen von hochfrequentem repetitiven bilateralem zyklischen Training des Armes. Die

Ziele waren Verbesserung der Muskelkraft und Fingerfertigkeit [97, 156] (Tab. 2). Wegen der relativ geringen methodischen Qualität sowie unterschiedlichen Resultaten war ein Poolen der Ergebnisse nicht möglich. Die Best-Evidence-Synthese erbrachte lediglich statistisch nicht signifikante Hinweise auf Effekte des bilateralen Armtrainings auf die Griffstärke [97] und die Feinmotorik der paretischen Hand [97].

#### *Spiegeltherapie*

Zwei RCTs [146, 157] untersuchten die Wirkung der Spiegeltherapie auf den aktiven Bewegungsumfang (ROM) [146], den Muskeltonus [157] und die Fingerfertigkeit – bewertet mit ARAT – bei Schlaganfallpatienten [157]. Die Patienten wurden gebeten, den gesunden Arm zu bewegen und im Spiegel zu beobachten. Dadurch wurde der Eindruck vermittelt, dass der paretische Arm sich bewege.

Die Therapiesitzungen dauerten 15 [166] bis 30 [157] Minuten am Tag und fanden zwei- [157] bis sechsmal [146] in der Woche in einem Zeitraum von fünf [157] bis acht Wochen statt [146] (Tab. 2). Eine Best-Evidence-Analyse der Studien mit moderater Methodenqualität (Werte von vier [146] bis fünf [157] Punkten) deutete auf eine begrenzte Wirksamkeit der Spiegeltherapie hin, die Feinmotorik der Hand zu verbessern.

### **8.3.6 Biofeedback**

#### *Biofeedbacktherapie am paretischen Bein*

Zwölf RCTs [140, 158-168] und vier CTs [169, 170, 171, 172] untersuch-

ten die Wirkungen von Biofeedback, EMG-Feedback [158, 159, 160, 162, 163, 164, 165, 166, 167] und positionellem Feedback [140, 161] am paretischen Bein. Das Biofeedback sollte zur Verbesserung der Knieflexion [165] und -extension [167] sowie der Dorsalflexion [158, 159, 162, 163, 166] bzw. Plantarflexion [140] im Fußgelenk beitragen und die Hyperextension des Knies [168] während des Gangzyklus reduzieren. In sechs RCTs [158, 159, 161, 164, 165, 167, 168] wurde Biofeedback zusätzlich zur physiotherapeutischen Standardtherapie angewandt und mit einer Kontrollgruppe verglichen, die in fünf Studien eine spezifische neurologische Behandlungsmethode erhielt [159, 161, 164, 166, 167], Gangtraining absolvierte [158], mit Placebo-Biofeedback [160] oder überhaupt nicht behandelt wurde [140]. Die Frequenz des Biofeedbacktrainings lag zwischen 20 [163] bis hin zu 60 [164] Minuten zwei- [149, 161] bis fünfmal [164, 167, 168] die Woche über einen Zeitraum zwischen zwei [163] bis zwölf [140] Wochen hinweg (Tab. 2). Die Qualität der RCTs betrug zwischen zwei [165] und sechs Punkten [162, 163, 164, 168]. Ein Poolen der Studie war nur bei zwei Ergebnissen möglich. Homogene, nicht-signifikante SESs wurden für den aktiven Bewegungsumfang des paretischen Knöchels [140, 158, 159, 166] und die Ganggeschwindigkeit [140, 159, 161, 162, 164, 165, 166] gefunden (Tab. 3).

*Biofeedbacktherapie am paretischen Arm*  
Zehn RCTs [81, 163, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180] und drei

CCTs [181, 182, 183] untersuchten die Wirkung von EMG-Feedback auf die motorische Kontrolle und die Fingerfertigkeit der Hand. In drei von zehn Studien wurde EMG-Feedback zusätzlich zu Grundübungsprogrammen [173, 175, 177] durchgeführt und mit einer neurologischen Behandlungsmethode [81, 173, 176, 177, 178, 181], Placebo-EMG [163, 175, 180] oder keiner Behandlung [182] verglichen. Biofeedbacktherapie wurde in einem Zeitraum zwischen einer Woche [179] und sechs Monaten [182] 30 [179] bis 60 Minuten [177, 178, 181] pro Tag zwei [176, 178] bis fünfmal die Woche [163, 179] appliziert (Tab. 2). Die Qualität der Studien erreichte zwei [174] bis sieben [175] Punkte.

Wegen verschiedener Endpunkte und Ergebnisse in den Studien war ein Poolen der Daten nicht möglich. Die Ergebnisse der meisten RCTs zeigten keine statistische Signifikanz. Die Best-Evidence-Synthese lieferte keine Belege für eine Verbesserung der Kraft [177] oder des aktiven Bewegungsumfanges durch das Biofeedbacktraining [163, 176, 177, 179]. Es fanden sich lediglich statistisch nicht signifikante Hinweise auf eine Verbesserung der Fingerfertigkeit der paretischen Hand [173, 175].

### 8.3.7 Funktionelle Elektrostimulation (FES) und neuromuskuläre Stimulation (NMS)

#### *Die Wirkung von FES auf die unteren Extremitäten*

Fünf RCTs [188, 189, 190, 191] untersuchten die Wirkungen von FES auf die Muskelkraft [187], Synergie [184,

186], Energiebilanz (PCI) [185], Gehfähigkeit [186], Laufgeschwindigkeit [162, 184, 185] und ADL [186] von Schlaganfallpatienten. Die Synergie der Beinbewegungen – gemessen mit der Fugl Meyer Skala – konnte nicht signifikant gebessert werden [184, 186]. Ebenfalls eine nicht signifikante heterogene SES ließ sich bei der Beeinflussung der Ganggeschwindigkeit [184, 185] (Tab. 3) beobachten. Eine Best-Evidence-Synthese brachte begrenzte Evidenz für den Effekt von FES auf den Kraftzuwachs [187] sowie auf den PCI [185] und die Gehfähigkeit [186]. Die ADL – gemessen mit dem Barthel Index – konnte durch die FES und NMS nicht verbessert werden.

#### *Neuromuskuläre Stimulation des paretischen Unterarms mit und ohne EMG-Triggerung*

Vier RCTs [188, 189, 190, 191] untersuchten bei Schlaganfallpatienten die Wirkungen von NMS ohne EMG-Trigger auf den aktiven ROM und die Feinmotorik der Hand. Die NMS der Extensoren des Handgelenks und der Finger der paretischen Hand wurden 30 [180] bis 90 [191] Minuten am Tag über einen Zeitraum von drei [189] bis acht [191] Wochen stimuliert. Das Ergebnis wurde bezüglich der Kraft der Handgelenksstrecker [188, 191], der Synergie [189], des aktiven ROM [188], der Fingerfertigkeit [191] und der ADL [189, 191] bewertet (Tab. 2). Die Qualität der Methoden erreichte drei [188] bis sieben [191] Punkte. Das Poolen war wegen unterschiedlicher Ergebnisse und Unterschiede in den Parametern der eingesetzten NMS nicht möglich. In der Best-Evi-

dence-Synthese fanden sich Hinweise auf einen Benefit der NMS für den aktiven Bewegungsumfang [188] und limitierte Evidenz für die Verbesserung der Muskelkraft [188, 191] und Fingerfertigkeit [191] der betroffenen Hand. Allerdings war die signifikante Verbesserung der Feinmotorik auf die Patienten beschränkt, die schon zu Studienbeginn eine geringe Kontrolle der Bewegung im Handgelenk und der Fingerstreckung aufwiesen [191].

Vier RCTs [192, 193, 194, 195] und ein CCT [196] untersuchten die Wirkungen von NMS mit EMG-Triggerung auf die Verbesserung von Finger- und Handextension. In zwei Untersuchungen wurden nur Patienten einbezogen, die bereits das Handgelenk [192] geringgradig bewegen konnten bzw. Kraft in den langen Extensoren aufwiesen [193]. Die Stimulation wurde über einen Zeitraum von zwei [192, 195] bis zwölf [194, 196] Wochen zwei- [195] bis fünfmal [193, 194, 196] pro Woche für jeweils 30 [193, 194] bis 90 [195] Minuten am Tag durchgeführt (Tab. 2). Das Ergebnis wurde anhand der Kraft der Unterarmextensoren [192], der Flexoren [196], Bewegungssynergie [192, 193, 194, 196], Fingerfertigkeit [192, 194, 195] und ADL beurteilt [193]. Die Methodenqualität der Studien lag zwischen drei [192] und fünf [193, 194, 195] PEDro-Punkten.

Das Poolen der einzelnen RCTs erbrachte für die Verbesserung der Bewegungssynergie eine nicht signifikante homogene Effektstärke (SES) [193, 194] (Tab. 3).

Für einen Zuwachs an Muskelkraft [192, 196] bzw. Fingerfertigkeit

[192, 194] durch die EMG-getriggerte NMS fand sich keine hinreichende Evidenz.

*Neuromuskuläre Stimulation des subluxierten Schultergelenks (GHS) und bei hemiplegischem Schulterschmerz (HSP)*  
Vier RCTs [63, 75, 197, 198] und zwei CCTs [199, 200] untersuchten die Wirkungen von NMS auf die subluxierte hemiplegische Schulter. Die NMS beschränkte sich auf den M. supraspinatus und den dorsalen Deltamuskel der paretischen Schulter. Die Behandlungssitzungen über vier [198] bis sechs [63, 75, 197, 200] Wochen nahmen täglich 30 Minuten [198, 200] bis sechs Stunden [63, 75, 197] in Anspruch und fanden fünf- [75, 197, 200] bis siebenmal [63, 198] pro Woche statt. Die Studienqualität wurde mit 4 [63, 75, 197] bis 7 [198] Punkten eingeschätzt.

Die Metaanalyse der RCTs zeigte eine heterogene, statistisch signifikante SES für die Reduktion der Subluxation nach kaudal [63, 75, 197, 198] und eine homogene, statistisch signifikante SES für einen Anstieg des lateralen passiven Bewegungsumfang im Schultergelenk (ROM) [63, 198] (Tab. 3). Die Best-Evidence-Synthese konnte allerdings keine hinreichende Evidenz für eine Reduktion des hemiplegischen Schulterschmerzes durch die NMS finden.

### **8.3.8 Orthesen und Hilfsmittel für die unteren und oberen Extremitäten**

Hilfsmittel für die unteren Extremitäten, die das Gehen erleichtern sollen, werden in unterstützende und adap-

tive Geräte und Vorrichtungen unterteilt. Zu den ersteren zählen Krücken, Gehstöcke, Rollatoren, elektrische neuromuskuläre Hilfsmittel sowie statische und dynamische (Knie-) Fußgelenk-Orthesen (KAFO, AFO). Unter adaptive Hilfsmittel werden Rollstuhlssysteme und Systeme zur Anpassung der Umwelt-Kontextfaktoren gezählt ([10], S. 54).

Die orthetischen und assistiven Hilfsmittel für die Arme bestanden aus Stützen, Gips, Schlingen, Schienen und unterstützendem Tapen, neuromuskulärer Stimulation und EMG-getriggertem Feedback-Equipment ([10], S. 76).

#### *Anwendung von Fußgelenksorthesen (AFOs)*

Ein RCT [59] untersuchte die Wirkungen von AFO auf die Gehfähigkeit und Ganggeschwindigkeit [59]. Eine Best-Evidence-Synthese, die auf diesem hochqualitativen RCT [59] basierte, zeigt keinerlei Belege für eine Verbesserung der Ganggeschwindigkeit durch den Einsatz einer AFO nach dem Schlaganfall (Tab. 2).

#### *Anwendung von Schlingen, unterstützenden Hilfsmitteln und Strapping zur Verminderung der glenohumeralen Subluxation (GHS)*

Es wurde schon mit vielen Techniken versucht, die Subluxation im paretischen Schultergelenk zu beeinflussen und damit zu einer Verminderung des hemiplegischen Schulterschmerzes beizutragen. Ein CCT [201] untersuchte die Wirksamkeit der Anwendung einer Armschlinge. In einem weiteren RCT [202] und einem CCT [203] wurde die Beeinflussung

der hemiplegischen Schulter durch zusätzliches Tapen untersucht. Die Qualität des RCTs [202] betrug sieben Punkte (Tab. 2)

Da sich die Studien nicht vergleichen ließen, wurde eine Best-Evidence-Synthese durchgeführt. Der Einsatz von Armschlingen oder Strapping-Techniken führte zu keiner signifikanten Stabilisierung der Schultersubluxation und zu keiner Verminderung des hemiplegischen Schulterschmerzes.

#### **8.3.9 Behandlung von hemiplegischem Schulterschmerz und Hand-ödemen**

##### *Übungsbehandlung für die hemiplegische Schulter*

Zwei RCTs [204, 205] und zwei CCTs [206, 207] untersuchten die Wirkung einer Übungstherapie auf die schmerzhaft hemiplegische Schulter. Dabei wurden Ultraschall [204], Kryotherapie [205], nichtsteroidale Antirheumatika [207] oder Zugapparate für die paretische Schulter [206] verglichen. Die Übungseinheiten fanden in einem Zeitraum zwischen vier Wochen [204, 205] und drei Monaten [207] statt und wurden drei- [204, 207] bis fünfmal [206] die Woche jeweils 15 bis 30 Minuten pro Tag absolviert [206] (Tab. 2). Die Qualität der Studien lag zwischen vier [206] und fünf [204] Punkten [205]. Die Best-Evidence-Synthese zeigte keine signifikante Wirkung bezüglich einer Reduktion von Schulterschmerzen [204] oder hinsichtlich einer Vergrößerung des Bewegungsumfanges (ROM) in der hemiplegischen Schulter [204, 205, 206, 207].

### *Behandlung von Handödemen*

Ein RCT [208] studierte die Wirkung von apparativer Lymphdrainage (IPC) [208] auf Ödeme der paretischen Hand. Die IPC wurde vier Wochen lang zweimal pro Werktag für jeweils zwei Stunden durchgeführt [208]. In der Best-Evidence-Synthese konnte die apparative Lymphdrainage keine signifikante Reduktion der Handödeme belegen (Tab. 2).

### **8.3.10 Intensität der Übungstherapie**

Um den Effekt einer hochfrequenten Übungsbehandlung zu beurteilen, wurde die zusätzliche Therapiezeit des Intensivtrainings gegenüber der Kontrollgruppe bestimmt. Zwanzig RCTs [65, 69, 73, 80, 85, 147, 148, 149, 209-220] und drei CCTs [221, 222, 223] untersuchten die Wirkung von intensivierter Übungstherapie auf die funktionellen Behandlungsergebnisse (Tab. 2). Bei den RCTs betrug der Unterschied der Therapiezeit zwischen Interventions- und Kontrollgruppen 132 [215] bis 6.816 Minuten [209]. Evaluiert wurden komfortable Ganggeschwindigkeit [65, 80, 210, 214, 215, 218], Fingerfertigkeit [65, 69, 147, 149, 218], ADL [65, 69, 73, 80, 85, 147, 148, 149, 209-220] und funktionelle ADL [69, 149, 210, 212, 213, 216, 218, 219]. Die Qualität der RCTs lag zwischen vier [85, 148] und acht [215, 219] Punkten. Die gepoolten Daten belegten einen statistisch signifikanten (SES) Benefit des Intensivtrainings für ADL [65, 69, 73, 80, 85, 147, 148, 149, 209-220], Ganggeschwindigkeit [65, 80, 214, 215, 218] und funktionelle ADL [65, 69,

149, 210, 212, 213, 216, 218, 219]. Eine homogene, nicht-signifikante SES wurde für die Feinmotorik der Hand ermittelt [65, 69, 147, 149, 218] (Tab. 3). Für ein detailliertes Update sei hier auf [224] verwiesen.

Die methodologische Qualität für alle 123 RCTs wird in Tab. 4 dargestellt. Der Median dieser Studien lag bei fünf Punkten (mean 5.1; range 2-8 Punkte). Nur in 39 RCTs erfolgte eine geblindete Zuordnung, lediglich 19 RCTs wiesen eine Intention-to-Treat-Analyse auf. In keiner der Studien war eine Verblindung für Patient und Therapeut möglich und nur 72 der 123 RCTs hatten den Auswerter verblindet (Tab. 4).

---

## **8.4 DISKUSSION**

### **8.4.1 Evidenz für physiotherapeutische Interventionen**

Der vorliegende Literatur-Review zeigte kleine, aber statistisch bedeutsame Effektstärken für intensive, hochfrequente Übungsbehandlungen. Durchschnittlich konnte eine 5%-ige Verbesserung der Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL) erreicht werden. Signifikante SESs von mittlerer Größe ließen sich für aerobes Training, TENS und für Forced-use-Therapie finden. Große Effektstärken (SES) wurden für das Trainieren des Transfers vom Sitzen in den Stand, das Anwenden von neuromuskulärer Stimulation bei glenohumeraler Subluxation und externe auditive Rhythmen während des Gehens sowie für das Laufbandtraining mit und ohne Körpergewichtsentlastung gefunden.

Qualitativ hochwertige RCTs wiesen unterschiedlich hohe Effektstärken für die nachfolgenden Parameter auf, die von 5% für hochfrequente Übungsbehandlung bis zu 31% für verbesserte Ausdauer durch das Laufbandtraining mit Gewichtsentlastung (BWSTT) reichten.

Die klinische Bedeutung dieser Evaluation der physiotherapeutischen Interventionstechniken ist schwer zu beurteilen. Die Ergebnisse der vorliegenden Metaanalysen belegen jedoch, dass Physiotherapie eine Verbesserung der Leistungs- und Belastungsfähigkeit bei den Aktivitäten des täglichen Lebens bewirkt, insbesondere wenn die Behandlung früh nach dem Schlaganfall begonnen wurde [224]. Dabei ist herauszustreichen, dass die Effekte in den Studien dann signifikant wurden, wenn die Übungsprogramme Task-orientiert ausgerichtet waren.

In einzelnen Studien wurde das aufgabenorientierte Übungsprogramm intensiviert durch lokomotorisches Training auf dem Laufband [30], durch die Forced-use-Therapie für den Arm über mehrere Stunden pro Tag [225] oder durch das Durchlaufen einer progressiven Belastung an verschiedenen Therapieplätzen mit dem Ziel, Stärke und Ausdauer durch funktionsbezogene Aufgabenstellungen weiter zu verbessern [114].

Im Gegensatz dazu führten Programme, die sich auf die Funktionsbeeinträchtigung (Impairment) konzentrierten – z.B. Krafttraining, Biofeedback-unterstütztes Muskelaufbautraining [21] sowie neuromuskuläre [22] oder transkutane

[105] Nervenstimulation – zwar zu einer signifikanten Verbesserung des Bewegungsumfangs, der Muskelkraft und Reduzierung des Muskeltonus, diese Zugewinne ließen sich aber nicht auf die Alltagsaktivitäten übertragen. Vergleichbare Beobachtungen wurden bei Studien zur Verbesserung der kardiovaskulären Fitness durch Ergometertraining gemacht [27]. Trotz deutlich höherer Belastungsfähigkeit, die in den qualitativ hochwertigen RCTs [27] belegt wurde, änderte sich die allgemeine Fitness nicht.

Eine starke negative Evidenz wurde für neuromuskuläre Stimulation der subluxierten Schulter gefunden. Diese Therapie konnte den hemiplegischen Schulterschmerz nicht vermindern, sondern verstärkte ihn tendenziell sogar.

Aus statistischen Überlegungen heraus ließen sich signifikante Effekte meist nur bei intervallskalierten Variablen oder der nominal skalierten Odds Ratio erzielen. Dies traf z.B. auf die Ganggeschwindigkeit [77], die Gehstrecke, [110], den posturalen Bodysway und die Symmetrie bei der Gewichtsübernahme zwischen hemiplegischer und nicht-hemiplegischer Seite zu [61].

Obwohl eine Verbesserung dieser Parameter für das Wiedererlangen motorischer Fähigkeiten wichtig erscheint [226], muss ihre tatsächliche Bedeutung für die Durchführung von gangbezogenen Alltagsaktivitäten in der zukünftigen Forschung noch klarer herausgestellt werden.

Der vorliegende Review konnte keine Evidenz dafür finden, dass spezifische neurologische Behandlungsansätze bessere funktionelle

Intervention categories	Type of intervention	Pooling possible for:	References	Measurements	N (pooling)	Type effects model <sup>a</sup>	SES [95% CI]	Calculated mean change (direction effect)
Programs for training sensory-motor function or influencing muscle tone	Strengthening parietic muscles	a: Comfortable gait speed	a: [91, 92, 94]	a: 4 MW, 10 MW	a: 84	a: fixed	a: 0.32 [-0.18–0.81]	a: –
	Influencing muscle tone and stiffness (TENS)	a: Muscle tone	a: [71, 105]	a: MAS, AS	a: 104	a: fixed	a: 0.44 [0.04–0.83]*	a: 11% ↑
Cardiovascular fitness and aerobic programs	Training endurance	a: Synergism b: Gait speed	a: [109, 110] b: [110, 112]	a: BFM b: 10 MW	a: 62 b: 112	a: random b: fixed	a: -0.56 [-0.64–1.76] b: 0.65 [0.27–1.04]*	a: – b: 0.08 m/s ↑
	Training aerobics	a: Synergism b: Muscle strength c: Aerobic capacity d: Walking endurance e: Gait speed	a: [80, 114] b: [114–136] c: [114, 115] d: [113, 114] e: [80, 113, 114, 116]	a: BFM-leg b: Cybex II, leg press c: peak VO <sub>2</sub> d: 6 min walk e: 4 MW, 10 MW, 22 MW	a: 117 b: 148 c: 135 d: 109 e: 139	a: fixed b: random c: fixed d: fixed e: fixed	a: 0.28 [-0.08–0.65] b: 0.99 [0.49–1.50] c: 0.39 [0.05–0.74]* d: 0.27 [-0.11–0.65] e: 0.25 [-0.08–0.59]	a: – b: – c: 11% ↑ d: – e: –
Methods for training mobility and mobility related activities	Training sit-to-stand transfers and visa versa	a: Postural symmetry sit-to-stand b: Postural symmetry stand-to-sit c: Time needed to stand-up d: Time needed to sit-down	a: [61, 113, 117, 120] b: [61, 120] c: [61, 120] d: [61, 120]	a: RBWD, VFD LR, PV GRF b: RBWD, VFD LR	a: 128 b: 96	a: fixed b: fixed	a: 0.92 [0.54–1.29]* b: 0.92 [0.50–1.35]*	a: 15% ↑ b: 18% ↑
	Training standing balance	a: Postural sway/symmetry b: Balance c: Timed Up&Go	a: [121–125] b: [124, 126, 127] c: [124, 126, 127]	a: Postural sway/symmetry b: BBS c: TUG	a: 126 b: 59 c: 59	a: fixed b: fixed c: random	a: 0.50 [0.14–0.87]* b: -0.16 [-0.68–0.35] c: -0.72 [-1.28–(-0.17)]	a: 5% ↑ b: – c: -15 sec ↓
Body-weight supported treadmill training	a: Balance b: Walking endurance c: Walking ability d: Comfortable gait speed	a: [77, 131] b: [77, 130, 133] c: [131, 133] d: [77, 130–133]	a: BBS b: 5 min walk, MDUF c: FAC d: 5 MW, 10 MW, 2 min walk	a: 145 b: 148 c: 79 d: 220	a: fixed b: fixed c: fixed d: fixed	a: 0.27 [-0.07–0.61] b: 0.70 [0.29–1.10]* c: 0.33 [-0.09–0.76] d: 0.10 [-0.17–0.37]	a: – b: 31% ↑ c: – d: –	



Treadmill training without body-weight support	a: Walking ability b: Gait speed	a: [136, 138] b: [80, 136-138]	a: FAC b: 10 MW	a: 65 b: 102	a: fixed b: random	a: 1.09 [0.56–1.61]* b: 0.58 [-0.45–1.62]	a: 17% ↑ b: –
External auditory rhythms	a: Stride length b: Gait speed	a: [140, 142] b: [140-142]	a: gait analysis b: 10 MW, 30 sec walk	a: 43 b: 67	a: fixed b: fixed	a: 0.68 [0.06–1.30] b: 0.91 [0.40–1.42]	a: 0.18 m ↑ b: 0.22 m/s ↑
Exercises for the upper limb	a: Dexterity b: Amount of use (parietal arm)	a: [150-152, 154, 155] b: [154, 155]	a: ARAT, AMAT b: MAL	a: 104 b: 71	a: fixed b: fixed	a: 0.46 [0.07–0.85]* b: 0.23 [-0.24–0.70]	a: 13.5% ↑ b: –
Biofeedback therapy	a: Active ROM b: Comfortable gait speed	a: [140, 158, 159, 166] b: [140, 159, 161, 162, 164-166]	a: ROM, AROM b: gait analysis, 6 MW, 15 MW	a: 66 b: 98	a: fixed b: fixed	a: 0.41 [-0.10–0.91] b: 0.35 [-0.04–0.73]	a: – b: –
Functional electrical stimulation (FES) and Neurovascular stimulation (NMS)	a: Synergism b: Gait speed	a: [184, 186] b: [184, 185]	a: BFM b: 10 MW, 20 MW	a: 58 b: 52	a: fixed b: random	a: 0.01 [-0.51–0.53] b: 0.73 [-0.93–2.40]	a: – b: –
NMS with EMG-triggering	a: Synergism	a: [193, 194]	a: BFM	a: 44	a: fixed	a: -0.06 [-0.76–0.63]	a: –
NMS for glenohumeral subluxation and hemiplegic shoulder pain	a: Reduction subluxation b: Passive ROM (lateral rotation)	a: [63, 75, 197, 198] b: [63, 198]:	a: X-rays b: PROM	a: 161 b: 66	a: random b: fixed	a: 1.41 [0.76–2.06]* b: 0.55 [0.05–1.04]*	a: 5 mm ↑ b: 13° lat. rot. ↑
Intensity of exercise therapy	a: ADL b: Gait speed c: Dexterity d: Instrumental ADL	a: [65, 69, 73, 80, 85, 147-149, 209-220] b: [65, 80, 210, 214, 215, 218] c: [65, 69, 147, 149, 218] d: [65, 69, 149, 210, 212, 213, 216, 218, 219]	a: BI, FIM b: 10 MW c: ARAT d: NEADL	a: 2686 b: 576 c: 676 d: 1570	a: random b: fixed c: fixed d: fixed	a: 0.13 [0.03–0.23]* b: 0.19 [0.01–0.36]* c: 0.03 [-0.13–0.19] d: 0.23 [0.13–0.33]*	a: 4.5% ↑ b: 0.07 m/s ↑ c: – d: 5% ↑

**Tab. 3: Quantitative analysis of RCTs.** \* statistical significant summary effect size (SES);  $p < 0.05$ , # in case of a random effects model, no sensitivity analysis took place  
AMAT = Arm Motor Activity Test; ARAT = Action Research Arm Test; AROM = active range of motion; AS = Ashworth Scale; BBS = Berg Balance Scale; BFM = Brunstrom Fugl-Meyer Assessment; BI = Barthel Index; FAC = Functional Ambulation Categories; FIM = Functional Independence Measure; MAL = Motor Activity Log; MAS = Modified Ashworth Scale; MDUF = maximal distance until fatigue; MW = Meter Walk; N = number of patient; NEADL = Nottingham Extended ADL; PROM = Passive range of motion; PV GRF = peak vertical ground reaction force through affected foot; RBWD = Ratio Body Weight Distribution; RCT = Randomized Controlled Trial; ROM = Range of motion; TUG = Timed Up&Go-test; VFD LR = vertical force difference between left + right

Intervention categories	N	Item on PEDro-scale										Median/ Mean (range)
		1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		Eligibility criteria	Random allocation	Concealed allocation	Similarity baseline	Blinding patients	Blinding therapists	Blinding assessors	outcome > 85% patients	intention- to-treat	between group comparison	PM and MV
1. (Traditional) neurological treatment approaches	8	67, 81-83, 86, 87	67, 81-87	-	67, 81, 82, 84-86	-	67, 81, 82, 86	67, 81, 82, 86	67, 84, 87	-	67, 81-87	67, 81, 83-85, 87
2. Programs for training sensory-motor function or influencing muscle tone	15	92-94, 96, 100-102, 104-106	71, 84, 91-96, 100-106	92-94, 96, 100, 102	71, 84, 91-94, 96, 100, 101, 104	-	94-96, 100, 104-106	84, 92, 94-96, 101, 105, 106	100, 102, 106	100, 102, 106	71, 84, 91-94, 100, 101, 103, 105	71, 84, 91, 92, 94, 96, 100, 101, 104-106
3. Cardiovascular fitness and aerobic programs	8	80, 110, 111, 113-116	80, 109-111, 113-116	110, 111, 113, 114	80, 109-111, 113-115	-	80, 114	110, 111, 114, 115	110, 111, 114	110, 114	80, 109-111, 113-116	80, 109-111, 113, 115, 116
4. Methods for training mobility and related activities	29	61, 77, 80, 86, 113, 117-121, 123, 124, 126, 127, 129-133, 136-139, 141-144	61, 77, 80, 86, 113, 117-124, 126, 127, 129-133, 136-144	113, 117, 124, 129, 131, 139, 142, 143	61, 77, 80, 86, 113, 117-120, 123, 129, 131-133, 136-140, 143, 144	-	77, 80, 86, 117-120, 123, 129, 131-133, 136-140, 143, 144	61, 117, 118, 120-123, 127, 129-131, 133, 136-139, 142-144	137, 139, 144	137, 139, 144	61, 77, 80, 86, 113, 117-124, 126, 127, 131, 129-133, 136-143	61, 77, 80, 113, 117-124, 126, 127, 131, 133, 136-143, 144
5. Exercises for the upper limb	19	65, 69, 73, 82, 83, 110, 147-155, 157	65, 69, 73, 82, 83, 87, 110, 146-155, 157	65, 69, 110, 149, 155	65, 69, 73, 110, 146-156, 157	-	65, 69, 73, 82, 146-148, 150-155, 157	65, 73, 87, 110, 147, 149-157	110, 151, 152, 155	110, 151, 152, 155	65, 69, 73, 82, 83, 87, 110, 147-150, 154, 155, 157	65, 69, 73, 83, 87, 110, 146, 147, 149, 155

6. Biofeedback therapy for the lower and upper limb	21	81, 160-165, 167, 168, 173-175, 179	81, 140, 158-168, 173-180	162, 168, 175	81, 162-164, 167, 175-177	-	-	81, 140, 159, 160, 163-165, 173, 175, 176, 178, 179, 180	158-160, 163, 164, 173, 175, 176, 178, 179	-	81, 140, 159-164, 166-168, 173-177, 179, 180	81, 158, 159, 161-164, 166-168, 168, 173, 175, 176, 179, 180	4/4.2 (2-7)
7. Functional electrical and neuromuscular stimulation	17	75, 162, 184-187, 189, 191-194, 197, 198	63, 75, 162, 184-185, 191, 195, 197, 198	162, 184, 185, 191, 195	63, 162, 184, 186, 187, 189, 191, 193, 198, 194, 197, 198	-	-	75, 186, 188, 189, 191, 193, 198	184, 185, 189-192, 194, 195, 198	185, 198	63, 75, 162, 184-187, 189-191, 195, 197, 198	5/4.9 (3-7)	
8. Applying orthotics and assistive devices for the lower and upper extremity	2	59, 202	59, 202	59, 202	59, 202	-	-	59, 202	59	202	59, 202	59, 202	7/7 (7-7)
9. Treatment of hemiplegic shoulder pain and hand oedema	3	204, 205, 208	204, 205, 208	208	204, 205, 208	-	-	204, 205, 208	208	-	204, 205, 208	204, 205, 208	5/5.6 (5-7)
10. Intensity of exercise therapy	20	65, 69, 73, 80, 147-149, 210-220	65, 69, 73, 80, 85, 147-149, 209-220	65, 69, 149, 209, 211-216, 219, 220	65, 69, 73, 80, 85, 147-149, 209, 210, 212-217, 219, 220	-	-	65, 69, 73, 80, 147, 148, 210, 212-216, 218, 219	65, 73, 147, 149, 210, 211, 213-215, 217-219	212, 215-219	65, 69, 73, 80, 85, 147-149, 209-220	65, 69, 73, 80, 85, 147, 149, 209-219	6/5.9 (4-8)
<b>TOTAL (RCTs)</b>	142	116	142	46	108	0	0	83	81	21	127	111	-
<b>TOTAL without doubles of RCTs</b>	123	100	123	39	93	0	0	72	74	19	109	97	5/5.1 (2-8)

Tab. 4: Methodological quality analysis of the RCTs based on the PEDro-Scale. \* PEDro-item 1 evaluates the external validity and is not included in the sumscore of the Pedro. Sumscore of the PEDro is based on the items 2 – 11. N = Number of RCTs; PEDro = Physiotherapy Evidence Database; PM and MV = Point measures and measures of variability; RCTs = Randomized Controlled Trials

Ergebnisse erzielten als reine Versorgung und pflegerische Betreuung. Im Gegenteil gab es sogar eine mäßige Evidenz dafür, dass Patienten mit einer konventionellen Behandlung weniger Zeit für das Erreichen ihrer funktionellen Ziele benötigten [88] oder einen kürzeren stationären Aufenthalt hatten als Patienten, die mit spezifisch neurologischen Methoden wie beispielsweise nach Bobath behandelt wurden [67, 85, 89]. Dieser Befund steht in Einklang mit der Kritik, dass diese traditionellen Methoden zu sehr auf das Impairment ausgerichtet sind [33, 47, 49]. In diesem Zusammenhang sind auch andere Behandlungsmethoden dafür kritisiert worden, dass sie ausschließlich empirisch gestützt sind und keinen ausreichenden theoretischen Unterbau haben [49, 227, 228]. Oft kommen sie dadurch in Konflikt mit den neuesten Erkenntnissen z.B. über das motorische Lernen [229, 230].

Für die Entwicklung von effektiveren Behandlungsansätzen ist ein besseres theoretisches Verständnis der zugrundeliegenden Mechanismen der gestörten Bewegungskoordination in Verbindung mit Wahrnehmung und Handlungsplanung notwendig [49]. Der Einsatz von Orthesen (z.B. AFO zur Unterstützung des Fußgelenks) [59] oder anderer Hilfsmittel zur Reduktion von Handödemen [208] weist keine Evidenz auf. Auch der Einsatz von Gehhilfen erreichte keinen ausreichenden Evidenzlevel, was vielleicht auf den Mangel an kontrollierten Studien zurückzuführen ist. Bedauerlicherweise konnte keine Behandlungsmethode eine signifikante Wirkung auf die Vermin-

derung des hemiplegischen Schulterschmerzes [204, 205] oder eine Verbesserung der spastischen Hand [24] aufzeigen.

#### 8.4.2 Einschränkungen dieser Studie

Dieser Review beinhaltet eine Anzahl von Defiziten. Es wird eine Vielfalt von Behandlungen untersucht, die in der Physiotherapie zur Anwendung kommen. Die meisten Studien weisen aber methodische Fehler auf wie z.B. fehlende Randomisierung, fehlende Intention-to-Treat-Analysen und keine Verblindung der Auswerter.

Ein Negativtrend wurde zudem zwischen den Effektgrößen der ausgewählten RCTs und der auf der PEDro-Skala basierenden Methoden-Qualität festgestellt ( $r=-0.19$ ;  $p=0.08$ ). Diese Defizite sind mit der Gefahr eines Bias verbunden, da auch durch die Nichtberücksichtigung von systematischen Dropouts tendenziell die beobachteten Effekte überbewertet werden. Positiv zu verzeichnen ist eine andere Entwicklung: Es besteht eine hohe Korrelation zwischen dem Jahr der Veröffentlichung und einem hohen Punktwert auf der PEDro-Skala ( $r=0.42$ ;  $p<0.01$ ). Dies deutet auf die erhöhte Bereitschaft bei den Forschern hin, Studien mit hoher methodischer Qualität zu initiieren, bei der Studienplanung einen Bias zu vermeiden und so eine objektive Evaluation der Physiotherapie zu ermöglichen.

Ein anderes großes Problem stellte die kleine Anzahl von Probanden in den meisten RCTs dar. Dadurch waren die Möglichkeiten stark ein-

geschränkt, statistisch signifikante Effekte zu erhalten. Wegen der unterschiedlichen Endpunkte und Interventionen konnten die Daten auch nur in einem beschränkten Umfang gepoolt werden. Außerdem sind insbesondere RCTs, die die Wirkungen von Physiotherapie auf Treppensteigen, die Anwendung von Gehhilfen oder auf eine Prävention von Stürzen untersuchen, nur spärlich in der Literatur vertreten. Diese Mängel machen sowohl die Notwendigkeit für mehr hochqualitative RCTs als auch für einen Konsens über die Anwendung derselben Core Sets bei der Planung zukünftiger Schlaganfallstudien deutlich.

Eine weitere methodische Schwierigkeit bestand darin, dass sich viele Studien in ihrem Endpunkt oder den angewandten Methoden nicht vergleichen ließen. Auch wegen der geringen Anzahl von hochqualitativen RCTs musste deshalb für die Datenanalyse eine Best-Evidence-Synthese herangezogen werden. Obwohl diese Methode sich dem Vorwurf nicht entziehen kann, dass sie auf willkürlichen Kriterien beruht, scheint eine Best-Evidence-Synthese dann gerechtfertigt zu sein, wenn das Poolen der Studiendaten nicht möglich oder mit schweren Fehlern behaftet wäre [37]. Auch die Einteilung der Physiotherapie in zehn verschiedene Interventionskategorien war eine willkürliche Auswahl, die notwendig wurde, um der Heterogenität der Studienziele Rechnung zu tragen.

Zuletzt muss noch angemerkt werden, dass für die Studie nur englische, niederländische und deutsche Quellen verwendet wurden.

### 8.4.3 Klinische Botschaft

- Es gibt eine starke Evidenz dafür, dass Patienten von Übungsprogrammen profitieren, in denen komplexe Funktionen taskorientiert und intensiv trainiert werden.
- Programme, die sich auf eine Beeinflussung des Impairments konzentrieren, wie z.B. Biofeedback, neuromuskuläre oder transkutane Nervenstimulation, kardiovaskuläres Fitnesstraining und Muskeltraining scheiterten beim Transfer der funktionellen Verbesserungen auf die Aktivitäten des täglichen Lebens.
- Die Rationale für die verschiedenen Behandlungsmaßnahmen ist immer noch dürftig. Es notwendig, ein besseres Verständnis von der »Natur« des Koordinationsdefizits bei funktionellen Aufgaben zu gewinnen, um die Rehabilitation des Schlaganfalls weiter zu verbessern.

Originalpublikation: Van Peppen RPS, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, Hendriks HJM, Van der Wees PHJ, Dekker J: The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence? *Clinical Rehabilitation* 2004; 18 (8): 833-862.

Übersetzung und Abdruck mit freundlicher Genehmigung von Sage Publications, London. Übersetzung: P. Bülow

---

## 8.5 LITERATUR

1. Stroke Unit Trialists Collaboration: Organised inpatient (stroke unit) care for stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2002; (1): CD 000197

2. Hankey GJ, Warlow CP: Treatment and secondary prevention of stroke: evidence, costs, and effects on individuals and populations. *Lancet* 1999; 354 (9188): 1457-1463
3. Langhorne P, Duncan P: Does the organization of postacute stroke care really matter? *Stroke* 2001; 32 (1): 268-274
4. Langhorne P, Pollock A: What are the components of effective stroke unit care? *Age Ageing* 2002; 31 (5): 365-371
5. Langhorne P, Legg L, Pollock A, Sellars C: Evidence-based stroke rehabilitation. *Age Ageing* 2002; 31 (Suppl 3): 17-20
6. Outpatient Service Trialists: Therapy-based rehabilitation Services for stroke patients at home. *Cochrane Database Syst Rev* 2003; (1): CD 002925
7. Holm M: Our mandate for the new millennium: evidence-based practice. *Am J Occup Ther* 2000; 54: 575-585
8. Parker-Taillon D: CPA initiatives put the Spotlight on evidence-based practice in physiotherapy. *Physiother Can* 2002; 24: 12-15
9. WHO: ICF-introduction, the International Classification of Functioning Disability and Health. <http://www.who.int/classification/icf/intros/ICF-Eng-Intro.pdf>. 2002. Ref Type: Electronic Citation
10. American Physical Therapy Association: Guide to Physical Therapist Practice. 2<sup>nd</sup> Ed., *Phys Ther* 2001; 81 (1): 9-746
11. PEDro: The Physiotherapy Evidence Database (PEDro). <http://www.pedro.flis.usyd.edu.au/>. 2003. Ref Type: Electronic Citation
12. Hedges LV: Fixed effects models. In: Cooper LV, Hedges LV (ed): *The handbook of research synthesis*. Russell Sage Foundation, New York 1994, 285-300
13. Kwakkel G, Wagenaar RC, Koelman TW, Lankhorst GJ, Koetsier JC: Effects of intensity of rehabilitation after stroke. A research synthesis. *Stroke* 1997; 28 (8): 1550-1556
14. Shadish WR, Haddock CK: Combining estimates of effect size. In: Cooper HM, Hedges LV (ed): *The handbook of research synthesis*. Russell Sage Foundation, New York 1994, 261-282
15. DerSimonian R, Laird N: Meta-analysis in clinical trials. *Control Clin Trials* 1986; 7 (3): 177-188
16. Cohen J: *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2<sup>nd</sup> Ed., Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ 1988
17. van Tulder MW, Cherkin DC, Berman B, Lao L, Koes BW: The effectiveness of acupuncture in the management of acute and chronic low back pain. A systematic review within the framework of the Cochrane Collaboration Back Review Group. *Spine* 1999; 24 (11): 1113-1123
18. Ada L, Foongchomcheay A: Efficacy of electrical Stimulation in preventing or reducing subluxation of the shoulder after stroke: a meta-analysis. *Aust J Physiother* 2002; 48 (4): 257-267
19. de Kroon JR, van der Lee JH, Uzman MJ, Lankhorst GJ: Therapeutic electrical Stimulation to improve motor control and functional abilities of the upper extremity after stroke: a systematic review. *Gin Rehabil* 2002; 16 (4): 350-360
20. Geurts AC, Visschers BA, van Limbeek J, Ribbers GM: Systematic review of aetiology and treatment of post-stroke hand oedema and shoulder-hand syndrome. *Scand J Rehabil Med* 2000; 32 (1): 4-10
21. Glanz M, Klawansky S, Stason W, Berkey C, Shah N, Phan H et al: Biofeedback therapy in poststroke: a meta-analysis of the randomized controlled trials. *Arch Phys Med Rehabil* 1995; 76 (6): 508-515
22. Glanz M, Klawansky S, Stason W, Berkey C, Chalmers TC: Functional electrostimulation in poststroke rehabilitation: a meta-analysis of the randomized controlled trials. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77 (6): 549-553
23. Langhorne P, Wagenaar R, Partridge C: Physiotherapy after stroke: more is better? *Physiother Res Int* 1996; 1 (2): 75-88
24. Lannin NA, Herbert RD: Is hand splinting effective for adults following stroke? A systematic review and methodological critique of published research. *Clin Rehabil* 2003; 17: 807-816
25. Leung J, Moseley A: Impact of Ankle-Foot-Orthoses on gait and leg muscle activity in adults with hemiplegia - systematic literature review. *Physiotherapy* 2003; 89 (1): 39-55
26. Manning CD, Pomeroy VM: Effectiveness

- of treadmill retraining on gait of hemiparetic stroke patients: systematic review of current literature. *Physiotherapy* 2003; 89 (6): 337-349
27. Meek C, Pollock A, Potter J, Langhorne P: A systematic review of exercise trials post stroke. *Clin Rehabil* 2003; 17 (1): 6-13
28. Moreland JD, Thomson MA: Efficacy of electromyographic biofeedback compared with conventional physical therapy for upper-extremity function in patients following stroke: a research overview and meta-analysis. *Phys Ther* 1994; 74 (6): 534-543
29. Moreland JD, Thomson MA, Fuoco AR: Electromyographic biofeedback to improve lower extremity function after stroke: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79 (2): 134-140
30. Moseley AM, Stark A, Cameron ID, Pollock A: Treadmill training and body weight support for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2003; 3: CD 002840
31. Paci M: Physiotherapy based on the Bobath concept for adults with post-stroke hemiplegia: a review of effectiveness studies. *J Rehabil Med* 2003; 35 (1): 2-7
32. Pollock AS, Baer G, Pomeroy V, Langhorne P: Physiotherapy treatment approaches for the recovery of postural control and lower limb function following stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2003; 2: CD 001920
33. Pomeroy VM, Tallis RC: Physical therapy to improve movement performance and functional ability poststroke. Part 1. Existing evidence. *Reviews of Clinical Gerontology* 2000; 10: 261-290
34. Price CI, Pandyan AD: Electrical Stimulation for preventing and treating post-stroke shoulder pain: a systematic Cochrane review. *Clin Rehabil* 2001; 15 (1): 5-19
35. Schleenbaker RE, Mainous AG, III: Electromyographic biofeedback for neuromuscular reeducation in the hemiplegic stroke patient: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74 (12): 1301-1304
36. Snels IA, Dekker JH, van der Lee JH, Lankhorst GJ, Beckerman H, Bouter LM: Treating patients with hemiplegic shoulder pain. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81 (2): 150-160
37. Steultjens EM, Dekker J, Bouter LM, van de Nes JC, Cup EH, van den Ende CH: Occupational therapy for stroke patients: a systematic review. *Stroke* 2003; 34 (3): 676-687
38. van der Lee JH, Snels IA, Beckerman H, Lankhorst GJ, Wagenaar RC, Bouter LM: Exercise therapy for arm function in stroke patients: a systematic review of randomized controlled trials. *Clin Rehabil* 2001; 15 (1): 20-31
39. Barbeau H: Locomotor training in neurorehabil. Station: emerging rehabilitation concepts. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 2003; 17 (1): 3-11
40. Burridge JH, Swain ID, Taylor PN: Functional electrical Stimulation: a review of the literature published on common peoneal nerve Stimulation for the correction of dropped foot. *Reviews of Clinical Gerontology* 1998; 8: 155-161
41. Carr EK, Kenney FD: Positioning of the stroke patient: a review of the literature. *Int J Nurs Stud* 1992; 29 (4): 355-369
42. Chae J, Yu B: Neuromuscular Stimulation for motor relearning in hemiplegia. *Critical Reviews in Physical and Rehabilitation Medicine* 1999; 11: 279-297
43. Cifu DX, Stewart DG: Factors affecting functional outcome after stroke: a critical review of rehabilitation interventions. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80 (5 Suppl 1): 35-39
44. De Weerd W, Harrison MA: The efficacy of electromyographic feedback for stroke patients: a critical review of the main literature. *Physiotherapy* 1986; 72 (2): 108-118
45. Dombovy ML, Sandok BA, Basford JR: Rehabilitation for stroke: a review. *Stroke* 1986; 17 (3): 363-369
46. Duncan PW: Synthesis of intervention trials to improve motor recovery following stroke. *Topics in Stroke Rehabilitation* 1997; 3: 1-20
47. Ernst E: A review of stroke rehabilitation and physiotherapy. *Stroke* 1990; 21 (7): 1081-1085
48. Gowland CA, Basmajian JV: Stroke. In: Basmajian JV, Banerjee SN (ed): *Clinical Decision Making in Rehabilitation*. Churchill Livingstone, New York 1996: 5-17

49. Kwakkel G, Kollen BJ, Wagenaar RC: Therapy impact on functional recovery in stroke rehabilitation: a critical review of literature. *Physiotherapy* 1999; 85: 377-391
50. Ottenbacher KJ, Jannell S: The results of clinical trials in stroke rehabilitation research. *Arch Neurol* 1993; 50 (1): 37-44
51. Reding MJ, McDowell FH: Focused stroke rehabilitation programs improve outcome. *Arch Neurol* 1989; 46 (6): 700-701
52. Turner-Stokes L, Jackson D: Shoulder pain after stroke: a review of the evidence base to inform the development of an integrated care pathway. *Clin Rehabil* 2002; 16 (3): 276-298
53. van der Lee JH: Constraint-induced therapy for stroke: more of the same or something completely different? *Curr Opin Neurol* 2001; 14 (6): 741-744
54. Wagenaar RC: Functional recovery after stroke. *J Rehabil Sci* 1991; 4 (1): 13-17
55. Wagenaar RC, Meijer OG: Effects of stroke rehabilitation (2) – a critical review of the literature. *J Rehabil Sci* 1991; 4 (1): 97-109
56. Wagenaar RC, Meijer OG: Effects of stroke rehabilitation (1). *J Rehabil Sci* 1991; 4: 61-73
57. Barreca S, Wolf SL, Fasoli S, Bohannon R: Treatment interventions for the paretic upper limb of stroke survivors: a critical review. *Neurorehabil Neural Repair* 2003; 17 (4): 220-226
58. Ince LP, Leon MS, Christidis D: EMG bio-feedback with upper extremity musculature for relaxation training: a critical review of the literature. *J Behav Ther Exp Psychiatry* 1985; 16 (2): 133-137
59. Beckerman H, Becher J, Lankhorst GJ, Verbeek ALM: Walking ability of stroke patients: efficacy of tibial nerve blocking and a polypropylene ankle-foot orthosis. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77 (11): 1144-1151
60. Beckerman H, Becher J, Lankhorst GJ, Verbeek ALM, Vogelaar TW: The efficacy of thermocoagulation of the tibial nerve and a polypropylene ankle-foot-orthosis on spasticity of the leg in stroke patients: results of a randomized clinical trial. *Clin Rehabil* 1996; 10 (2): 112-120
61. Engardt M, Ribbe T, Olsson E: Vertical ground reaction force feedback to enhance stroke patients' symmetrical body-weight distribution while rising/sitting down. *Scand J Rehabil Med* 1993; 25 (1): 41-48
62. Engardt M: Long-term effects of auditory feedback training on relearned symmetrical body weight distribution in stroke patients. A follow-up study. *Scand J Rehabil Med* 1994; 26 (2): 65-69
63. 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 (1): 73-79
64. Faghri PD, Rodgers MM: The effects of functional neuromuscular stimulation-augmented physical therapy program in the functional recovery of hemiplegic arm in stroke patients. *Clinical Kinesiology: Journal of the American Kinesiotherapy Association* 1997; 51 (1): 9-15
65. 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 (9174): 191-196
66. 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 (4): 473-479
67. 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 (4): 361-369
68. Langhammer B, Stanghelle JK: Bobath or motor relearning programme? A follow-up one and four years post stroke. *Clin Rehabil* 2003; 17 (7): 731-734
69. Lincoln NB, Parry RH, Vass CD: Randomized, controlled trial to evaluate increased intensity of physiotherapy treatment of arm function after stroke. *Stroke* 1999; 30 (3): 573-579
70. Parry RH, Lincoln NB, Vass CD: Effect of severity of arm impairment on response to



- additional physiotherapy early after stroke. *Clin Rehabil* 1999; 13 (3): 187-198
71. Sonde L, Gip C, Fernaeus 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 (2): 95-99
  72. Sonde L, Kalimo H, Fernaeus SE, Viitanen M: Low TENS treatment on post-stroke paretic arm: a three-year follow-up. *Clin Rehabil* 2000; 14 (1): 14-19
  73. 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 (7): 530-535
  74. 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 (7): 856-858
  75. Wang RY, Chan RC, Tsai MW: Functional electrical Stimulation on chronic and acute hemiplegic shoulder subluxation. *Am J Phys Med Rehabil* 2000; 79 (4): 385-390
  76. Wang RY, Yang YR, Tsai MW, Wang WT, Chan RC: Effects of functional electric Stimulation on upper limb motor function and shoulder range of motion in hemiplegic patients. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81 (4): 283-290
  77. Visintin M, Barbeau H, Korner-Bitensky N, Mayo NE: A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight Support and treadmill Stimulation. *Stroke* 1998; 29 (6): 1122-1128
  78. Barbeau H, Visintin M: Optimal outcomes obtained with body-weight Support combined with treadmill training in stroke subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84 (10): 1458-1465
  79. Malouin F, Potvin M, Prevost J, Richards CL, Wood-Dauphinee S: Use of an intensive task-oriented gait training program in a series of patients with acute cerebrovascular accidents. *Phys Ther* 1992; 72 (11): 781-789
  80. Richards CL, Malouin F, Wood-Dauphinee S, Williams JI, Bouchard JP, Brunet D: Task-specific physical therapy for optimization of gait recovery in acute stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74 (6): 612-620
  81. Basmajian JV, Gowland CA, Finlayson MA, Hall AL, Swanson LR, Stratford PW et al: Stroke treatment: comparison of integrated behavioral-physical therapy vs traditional physical therapy programs. *Arch Phys Med Rehabil* 1987; 68 (5, Pt 1): 267-272
  82. Jongbloed L, Stacey S, Brighton C: Stroke rehabilitation: sensorimotor integrative treatment versus functional treatment. *Am J Occup Ther* 1989; 43 (6): 391-397
  83. Logigian MK, Samuels MA, Falconer J, Zagar R: Clinical exercise trial for stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1983; 64 (8): 364-367
  84. Poole JL, Whitney S, Hangeland N, Baker C: The effectiveness of inflatable pressure splints on motor function in stroke patients. *Occupational Therapy Journal of Research* 1990; 10: 360-366
  85. Stern PH, McDowell F, Miller IM, Robinson M: Effects of facilitation exercise techniques in stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil* 1970; 51 (9): 526-531
  86. Mudie MH, Winzeler-Mercay U, Radwan S, Lee L: Training symmetry of weight distribution after stroke: a randomized controlled pilot study comparing task-related reach, Bobath and feedback training approaches. *Clin Rehabil* 2002; 16 (6): 582-592
  87. Gelber DA, Josefczyk PB, Herrman D, Good DC, Verhulst SJ: Comparison of two therapy approaches in the rehabilitation of the pure motor hemiparetic stroke patients. *J Neuro Rehab* 1995; 9 (4): 191-196
  88. Dickstein R, Hocherman S, Pillar T, Shaham R: Stroke rehabilitation. Three exercise therapy approaches. *Phys Ther* 1986; 66 (8): 1233-1238
  89. Lord JP, Hall K: Neuromuscular reeducation versus traditional programs for stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil* 1986; 67 (2): 88-91

90. Patel M, Potter J, Perez I, Kalra L: The process of rehabilitation and discharge planning in stroke: a controlled comparison between stroke units. *Stroke* 1998; 29 (12): 2484-2487
91. Glasser L: Effects of sokinetic training on the rate of movement during ambulation in hemiparetic patients. *Phys Ther* 1986; 66 (5): 673-676
92. Bourbonnais D, Bilodeau S, Lepage Y, Beaudoin N, Gravel D, Forget R: Effect of force-feedback treatments in patients with chronic motor deficits after a stroke. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81 (12): 890-897
93. Inaba M, Edberg E, Montgomery J, Gillis MK: Effectiveness of functional training, active exercise, and resistive exercise for patients with hemiplegia. *Phys Ther* 1973; 53 (1): 28-35
94. Kim CM, Eng JJ, MacIntyre DL, Dawson AS: Effects of isokinetic strength training on walking in persons with stroke: a double-blind controlled pilot study. *Journal of Stroke & Cerebrovascular Diseases* 2001; 10 (6): 265-273
95. Lindsley HG, Musser L, Steward MR, Giuliani CA: The effects of Kinetron training on gait patterns with strokes. *Neurology Report* 1994; 19: 29-34
96. Moreland JD, Goldsmith CH, Huijbregts MP, Anderson RE, Prentice DM, Brunton KB et al: Progressive resistance strengthening exercises after stroke: a single-blind randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84 (10): 1433-1440
97. Butefisch C, Hummelsheim H, Denzler P, Mauritz KH: Repetitive training of isolated movements improves the outcome of motor rehabilitation of the centrally paretic hand. *J Neurol Sci* 1995; 130 (1): 59-68
98. Engardt M, Knutsson E, Jonsson M, Sternhag M: Dynamic muscle strength training in stroke patients: effects on knee extension torque, electromyographic activity and motor function. *Arch Phys Med Rehabil* 1995; 76 (5): 419-425
99. Yekutieli M, Guttman E: A controlled trial of the retraining of the sensory function of the hand in stroke patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1993; 56 (3): 241-244
100. Dean CM, Mackey FH, Katrak P: Examination of shoulder positioning after stroke: A randomised controlled pilot trial. *Aust J Physiother* 2000; 46 (1): 35-40
101. Carey JR: Manual Stretch: effect on finger movement control and force control in stroke subjects with spastic extrinsic finger flexor muscles. *Arch Phys Med Rehabil* 1990; 71 (11): 888-894
102. Langlois S, Pederson L, MacKinnon JR: The effects of splinting on the spastic hemiplegic hand: report of a feasible study. *Can J Occup Ther* 1991; 58: 17-25
103. Rose V, Shah S: A comparative study on the immediate effects of hand orthosis on reduction of hypertonus. *Aust Occup Ther J* 1980; 34: 59-64
104. Leandri M, Parodi CI, Corrieri N, Rigardo S: Comparison of TENS treatments in hemiplegic shoulder pain. *Scand J Rehabil Med* 1990; 22 (2): 69-71
105. Tekeoglu Y, Adak B, Goksoy T: Effect of transcutaneous electrical nerve Stimulation (TENS) on Barthel Activities of Daily Living (ADL) index score following stroke. *Clin Rehabil* 1998; 12 (4): 277-280
106. Conforto AB, Kaelin-Lang A, Cohen LG: Increase in hand muscle strength of stroke patients after somatosensory Stimulation. *Ann Neurol* 2002; 51 (1): 122-125
107. McPherson JJ, Becker AH, Fraszczak N: Dynamic Splint to reduce the passive component of hypertonicity. *Arch Phys Med Rehabil* 1985; 66 (4): 249-252
108. Dickstein R, Pillar T: Evaluating the effects of reflex-inhibiting patterns among hemiplegic patients using EMG biofeedback. *Physiother Can* 1983; 35 (3): 141-143
109. Potempa K, Braun LT, Tinknell T, Popovich J: Benefits of aerobic exercise after stroke. *Sports Med* 1996; 21 (5): 337-346
110. Duncan PW, Richards L, Wallace D, Stoker-Yates J, Pohl P, Luchies C et al: A randomized, controlled pilot study of a home-based exercise program for individuals with mild and moderate stroke. *Stroke* 1998; 29 (10): 2055-2060
111. Katz-Leurer M, Shochina M, Carmeli E, Friedlander Y: The influence of early aerobic training on the functional capacity in

- patients with cerebrovascular accident at the subacute stage. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84 (11): 1609-1614
112. Kelly JO, Davis GM, Kilbreath SL, Zeman BD: Exercise training improves walking endurance in chronic stroke patients: a pilot study. Research Conference – From cell to society 2002 (Abstract)
113. Dean CM, Richards CL, Malouin F: Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke: a randomized, controlled pilot trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81 (4): 409-417
114. Duncan PW, Studenski S, Richards L, Golub S, Lai SM, Reker D et al: Randomized clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke. *Stroke* 2003; 34 (9): 2173-2180
115. Rimmer JH, Riley B, Creviston T, Nicola T: Exercise training in a predominantly African-American group of stroke survivors. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(2): 1990-1996
116. Teixeira-Salmela LF, Olney SJ, Nadeau S, Brouwer B: Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80 (10): 1211-1218
117. Dean CM, Shepherd RB: Task-related training improves performance of seated reaching tasks after stroke. A randomized controlled trial. *Stroke* 1997; 28 (4): 722-728
118. de Seze M, Wiart L, Bon-Saint-Come A, Debelleix X, de Seze M, Joseph PA et al: Rehabilitation of postural disturbances of hemiplegic patients by using trunk control retraining during exploratory exercises. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82 (6): 793-800
119. Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP: The effect of independent practice of motor tasks by stroke patients: a pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2002; 16 (5): 473-480
120. Cheng PT, Wu SH, Liaw MY, Wong AM, Tang FT: Symmetrical body-weight distribution training in stroke patients and its effect on fall prevention. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82 (12): 1650-1654
121. Shumway-Cook A, Anson D, Haller S: Postural sway biofeedback: its effect on re-establishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1988; 69 (6): 395-400
122. Wong AM, Lee MY, Kuo JK, Tang FT: The development and clinical evaluation of a standing biofeedback trainer. *J Rehabil Res Dev* 1997; 34 (3): 322-327
123. Sackley CM, Lincoln NB: Single blind randomized controlled trial of visual feedback after stroke: effects on stance symmetry and function. *Disabil Rehabil* 1997; 19 (12): 536-546
124. Grant T, Brouwer BJ, Culham EG, Vandervoort A: Balance retraining following acute stroke: a comparison of two methods. *Canadian Journal of Rehabilitation* 1997; 11 (2): 69-73
125. Lin JJ, Chung KC: Evaluate a biofeedback training on the dynamic and static balance for preambulation in hemiplegic patients. *Chinese Journal of Medical and Biological Engineering* 1998; 18 (1): 59-65
126. Walker C, Brouwer BJ, Culham EG: Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Phys Ther* 2000; 80 (9): 886-895
127. Geiger RA, Allen JB, O'Keefe J, Hicks RR: Balance and mobility following stroke: effects of physical therapy interventions with and without biofeedback/forceplate training. *Phys Ther* 2001; 81 (4): 995-1005
128. Winstein CJ, Gardner ER, McNeal DR, Barto PS, Nicholson DE: Standing balance training: effect on balance and locomotion in hemiparetic adults. *Arch Phys Med Rehabil* 1989; 70 (10): 755-762
129. Morioka S, Yagi F: Effects of perceptual learning exercises on standing balance using a hardness discrimination task in hemiplegic patients following stroke: a randomized controlled pilot trial. *Clin Rehabil* 2003; 17 (6): 600-607
130. Kosak MC, Reding MJ: Comparison of partial body weight-supported treadmill gait training versus aggressive bracing assisted walking post stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2000; 14 (1): 13-19
131. Nilsson L, Carlsson J, Danielsson A, Fugl-Meyer A, Hellstrom K, Kristensen L et al: Walking training of patients with hemiparesis at an early stage after stroke: a

- comparison of walking training on a treadmill with body weight support and walking training on the ground. *Clin Rehabil* 2001; 15 (5): 515-527
132. Sullivan KJ, Knowlton BJ, Dobkin BH: Step training with body weight support: Effect of treadmill speed and practice paradigms on poststroke locomotor recovery. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83 (5): 683-691
  133. da Cunha IT Jr, Lim PA, Qureshy H, Henson H, Monga T, Protas EJ: Gait outcomes after acute stroke rehabilitation with supported treadmill ambulation training: a randomized controlled pilot study. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83 (9): 1258-1265
  134. Trueblood PR: Partial body weight treadmill training in persons with chronic stroke. *NeuroRehabilitation* 2001; 16 (3): 141-153
  135. Scheidtmann K, Brunner H, Müller F, Weinandy-Trapp M, Wulf D, Koenig E: Sequenzeffekte in der Laufbandtherapie. *Neurologie und Rehabilitation* 1999; 5 (4): 198-202
  136. Laufer Y, Dickstein R, Chefez Y, Marcovitz E: The effect of treadmill training on the ambulation of stroke survivors in the early stages of rehabilitation: a randomized study. *J Rehabil Res Dev* 2001; 38 (1): 69-78
  137. Liston R, Mickelborough J, Harris B, Hann AW, Tallis RC: Conventional physiotherapy and treadmill re-training for higher-level gait disorders in cerebrovascular disease. *Age Ageing* 2000; 29 (4): 311-318
  138. Pohl M, Mehrholz J, Ritschel C, Ruckriem S: Speed-dependent treadmill training in ambulatory hemiparetic stroke patients: a randomized controlled trial. *Stroke* 2002; 33 (2): 553-558
  139. Ada L, Dean CM, Hall JM, Bampton J, Crompton S: A treadmill and over-ground walking program improves walking in persons residing in the community after stroke: a placebo-controlled, randomized trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84 (10): 1486-1491
  140. Mandel AR, Nymark JR, Balmer SJ, Grinnell DM, O'Riain MD: Electromyographic versus rhythmic positional biofeedback in computerized gait retraining with stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1990; 71 (9): 649-654
  141. Thaut MH, McIntosh GC, Rice RR: Rhythmic facilitation of gait training in hemiparetic stroke rehabilitation. *J Neurol Sci* 1997; 151 (2): 207-212
  142. Schauer M, Mauritz KH: Musical motor feedback (MMF) in walking hemiparetic stroke patients: randomized trials of gait improvement. *Clin Rehabil* 2003; 17 (7): 713-722
  143. Pomeroy VM, Evans B, Falconer M, Jones D, Hili E, Giakas G: An exploration of the effects of weighted garments on balance and gait of stroke patients with residual disability. *Clin Rehabil* 2001; 15 (4): 390-397
  144. Barrett JA, Watkins C, Plant R, Dickinson H, Clayton L, Sharma AK et al: The COSTAR wheelchair study: a two-centre pilot study of self-propulsion in a wheelchair in early stroke rehabilitation. Collaborative Stroke Audit and Research. *Clin Rehabil* 2001; 15 (1): 32-41
  145. Kirby RL, Ethans KD, Duggan RE, Saunders-Green LA, Lugar JA, Harrison ER: Wheelchair propulsion: descriptive comparison of hemiplegic and two-hand patterns during selected activities. *Am J Phys Med Rehabil* 1999; 78 (2): 131-135
  146. Altschuler EL, Wisdom SB, Stone L, Fester C, Galasko D, Llewellyn DM et al: Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror. *Lancet* 1999; 353 (9169): 2035-2036
  147. Feys HM, De Weerd WJ, Seiz BE, Cox Steck GA, Spichiger R, Vereeck LE 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 (4): 785-792
  148. Werner RA, Kessler S: Effectiveness of an intensive outpatient rehabilitation program for postacute stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil* 1996; 75 (2): 114-120
  149. Rodgers H, Mackintosh J, Price C, Wood R, McNamee P, Fearon T et al: Does an early increased-intensity interdisciplinary upper limb therapy programme fol-

- lowing acute stroke improve outcome? Clin Rehabil 2003; 17 (6): 579-589
150. 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 (12): 2984-2988
151. 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 (5): 583-590
152. Page SJ, Sisto S, Johnston MV, Levine P: Modified constraint-induced therapy after subacute stroke: a preliminary study. Neurorehabil Neural Repair 2002; 16 (3): 290-295
153. 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 (10): 1374-1377
154. Taub E, Miller ME, Novack TA, Cook EW, III, Fleming WC, Nepomuceno CS et al: Technique to improve chronic motor deficit after stroke. Arch Phys Med Rehabil 1993; 74 (4): 347-354
155. 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 (11): 2369-2375
156. Luft AR, McCombe Waller S, Whittall J, Smith GV, Forrester L, Macko RF et al: Repetitive bilateral arm training in long-term stroke survivors induces cortical reorganization. Stroke 2002; 33 (1): 416-417
157. Rothgangel A, Morton A: »Phantoms in the brain« - spiegeltherapie en virtual reality bij CVA-patienten, een pilot-studie in de vorm van een single blind randomized trial; Hogeschool Zuyd, Heerlen 2002 (unpublished)
158. Basmajian JV, Kukulka CG, Narayan MG, Takebe K: Biofeedback treatment of foot-drop after stroke compared with standard rehabilitation technique: effects on voluntary control and strength. Arch Phys Med Rehabil 1975; 56 (6): 231-236
159. Binder SA, Moll CB, Wolf SL: Evaluation of electromyographic biofeedback as an adjunct to therapeutic exercise in treating the lower extremities of hemiplegic patients. Phys Ther 1981; 61 (6): 886-893
160. Bradley L, Hart BB, Mandana S, Flowers K, Riches M, Sanderson P: Electromyographic biofeedback for gait training after stroke. Clin Rehabil 1998; 12 (1): 11-22
161. Colborne GR, Olney SJ, Griffin MP: Feedback of ankle joint angle and soleus electromyography in the rehabilitation of hemiplegic gait. Arch Phys Med Rehabil 1993; 74 (10): 1100-1106
162. Cozean CD, Pease WS, Hubbell SL: Biofeedback and functional electric stimulation in stroke rehabilitation. Arch Phys Med Rehabil 1988; 69 (6): 401-405
163. Hurd WW, Pegram V, Nepomuceno C: Comparison of actual and simulated EMG biofeedback in the treatment of hemiplegic patients. Am J Phys Med 1980; 59 (2): 73-82
164. Intiso D, Santilli V, Grasso MG, Rossi R, Caruso I: Rehabilitation of walking with electromyographic biofeedback in foot-drop after stroke. Stroke 1994; 25 (6): 1189-1192
165. John J: Failure of electrical myofeedback to augment the effects of physiotherapy in stroke. Int J Rehabil Res 1986; 9 (1): 35-45
166. Mulder T, Hulstijn W, van der MJ: EMG feedback and the restoration of motor control. A controlled group study of 12 hemiparetic patients. Am J Phys Med 1986; 65 (4): 173-188
167. Winchester P, Montgomery J, Bowman B, Hislop H: Effects of feedback stimulation training and cyclical electrical stimulation on knee extension in hemiparetic patients. Phys Ther 1983; 63 (7): 1096-1103
168. Morris ME, Matyas TA, Bach TM, Goldie PA: Electrogoniometric feedback: its effect on genu recurvatum in stroke. Arch Phys Med Rehabil 1992; 73 (12): 1147-1154

169. Burnside IG, Tobias HS, Bursill D: Electromyographic feedback in the remobilization of stroke patients: a controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 1982; 63 (5): 217-222
170. Dursun E, Hamamci N, Donmez S, Tuzunalp O, Cakci A: Angular biofeedback device for sitting balance of stroke patients. *Stroke* 1996; 27 (8): 1354-1357
171. Montoya R, Dupui P, Pages B, Bessou P: Step-length biofeedback device for walk rehabilitation. *Med Biol Eng Comput* 1994; 32 (4): 416-420
172. Wolf SL, Binder-MacLeod SA: Electromyographic biofeedback applications to the hemiplegic patient. Changes in lower extremity neuromuscular and functional Status. *Phys Ther* 1983; 63 (9): 1404-1413
173. Basmajian JV, Gowland CA, Brandstater ME, Swanson L, Trotter J: EMG feedback treatment of upper limb in hemiplegic stroke patients: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil* 1982; 63 (12): 613-616
174. Bate PJ, Matyas TA: Negative transfer of training following brief practice of elbow tracking movements with electromyographic feedback from spastic antagonists. *Arch Phys Med Rehabil* 1992; 73 (11): 1050-1058
175. 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 (4): 155-160
176. Greenberg S, Fowler RS, Jr: Kinesthetic biofeedback: a treatment modality for elbow range of motion in hemiplegia. *Am J Occup Ther* 1980; 34 (11): 738-743
177. 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 (12): 755-759
178. Smith KN: Biofeedback in strokes. *Aust J Physiother* 1979; 25 (4): 155-161
179. Williams JM: Use of electromyographic biofeedback for pain reduction in the spastic hemiplegic shoulder: a pilot study. *Physiotherapy Canada* 1982; 34 (6): 327-333
180. Lee KH, Hill E, Johnston R, Smiehorowski T: Myofeedback for muscle retraining in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1976; 57 (12): 588-591
181. Prevo AJ, Visser SL, Vogelaar TW: Effect of EMG feedback on paretic muscles and abnormal co-contraction in the hemiplegic arm, compared with conventional physical therapy. *Scand J Rehabil Med* 1982; 140: 121-131
182. Wolf SL, Binder-MacLeod SA: Electromyographic biofeedback applications to the hemiplegic patient. Changes in upper extremity neuromuscular and functional Status. *Phys Ther* 1983; 63 (9): 1393-1403
183. Skelly AM, Kenedi RM: EMG biofeedback therapy in the re-education of the hemiplegic shoulder in patients with sensory loss. *Physiotherapy* 1982; 68 (2): 34-38
184. Bogataj U, Gros N, Kljajic M, Acimovic R, Malezic M: The rehabilitation of gait in patients with hemiplegia: a comparison between conventional therapy and multichannel functional electrical stimulation therapy. *Phys Ther* 1995; 75 (6): 490-502
185. Burridge JH, Taylor PN, Hagan SA, Wood DE, Swain ID: The effects of common peoneal Stimulation on the effort and speed of walking: a randomized controlled trial with chronic hemiplegic patients. *Clin Rehabil* 1997; 11 (3): 201-210
186. Macdonell RAL, Triggs WJ, Leikauskas J, Bourque M, Robb K, Day BJ et al: Functional electrical stimulation to the affected lower limb and recovery after cerebral infarction. *Journal of Stroke & Cerebrovascular Diseases* 1994; 4 (3): 155-160
187. Merletti R, Zelaschi F, Latella D, Galli M, Angeli S, Sessa MB: A control study of muscle force recovery in hemiparetic patients during treatment with functional electrical stimulation. *Scand J Rehabil Med* 1978; 10 (3): 147-154
188. Bowman BR, Baker LL, Waters RL: Positional feedback and electrical stimulation: an automated treatment for the hemiplegic wrist. *Arch Phys Med Rehabil* 1979; 60 (11): 497-502
189. Chae J, Bethoux F, Bohine T, Dobos L, Davis T, Friedl A: Neuromuscular stimulation for upper extremity motor and func-

- tional recovery in acute hemiplegia. *Stroke* 1998; 29 (5): 975-979
190. Packman-Braun R: Relationship between functional electrical stimulation duty cycle and fatigue in wrist extensor muscles of patients with hemiparesis. *Phys Ther* 1988; 68 (1): 51-56
191. Powell J, Pandyan AD, Granat M, Cameron M, Stört DJ: Electrical stimulation of wrist extensors in poststroke hemiplegia. *Stroke* 1999; 30 (7): 1384-1389
192. Cauraugh JH, 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 (6): 1360-1364
193. Francisco G, Chae J, Chawla H, Kirshblum S, Zorowitz R, Lewis G 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 (5): 570-575
194. Hemmen B, Seelen H, Moennekens M, Tinga A, Bakx W: Effect van EMG-triggered feedback op arm-handfunctie bij CVA-patienten. Revalidatie na een beroerte-Congres Zwolle 2002 (Abstract)
195. Cauraugh JH, Kim SB: Stroke motor recovery: active neuromuscular stimulation and repetitive practice schedules. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003; 74 (11): 1562-1566
196. Kraft GH, Fitts SS, Hammond MC: Techniques to improve function of the arm and hand in chronic hemiplegia. *Aren Phys Med Rehabil* 1992; 73 (3): 220-227
197. Baker LL, Parker K: Neuromuscular electrical stimulation of the muscles surrounding the shoulder. *Phys Ther* 1986; 66 (12): 1930-1937
198. Linn SL, Granat MH, Lees KR: Prevention of shoulder subluxation after stroke with electrical stimulation. *Stroke* 1999; 30 (5): 963-968
199. Chantraine A, Baribeault A, Uebelhart D, Gremion G: Shoulder pain and dysfunction in hemiplegia: effects of functional electrical stimulation. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80 (3): 328-331
200. Kobayashi H, Onishi H, Ihashi K, Yagi R, Handa Y: Reduction in subluxation and improved muscle function of the hemiplegic shoulder joint after therapeutic electrical stimulation. *J Electromyogr Kinesiol* 1999; 9 (5): 327-336
201. Hurd MM, Farrell KH, Waylonis GW: Shoulder sling for hemiplegia: friend or foe? *Arch Phys Med Rehabil* 1974; 55 (11): 519-522
202. Hanger HC, Whitewood P, Brown G, Ball MC, Harper J, Cox R et al: A randomized controlled trial of strapping to prevent post-stroke shoulder pain. *Clin Rehabil* 2000; 14 (4): 370-380
203. Ancliffe J: Strapping the shoulder in patients following a cerebrovascular accident (CVA); a pilot study. *Aust J Physiother* 1992; 38: 37-41
204. Inaba MK, Piorkowski M: Ultrasound in treatment of painful shoulders in patients with hemiplegia. *Phys Ther* 1972; 52 (7): 737-742
205. Partridge CJ, Edwards SM, Mee R, van Langenberghe HVK: Hemiplegic shoulder pain: a study of two methods of physiotherapy treatment. *Clin Rehabil* 1990; 4: 43-49
206. Kumar R, Metter EJ, Mehta AJ, Chew T: Shoulder pain in hemiplegia. The role of exercise. *Am J Phys Med Rehabil* 1990; 69 (4): 205-208
207. Poduri KR: Shoulder pain in stroke patients and its effects on rehabilitation. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 1993; 3 (4): 261-266
208. Roper TA, Redford S, Tallis RC: Intermittent compression for the treatment of the oedematous hand in hemiplegic stroke: a randomized controlled trial. *Age Ageing* 1999; 28 (1): 9-13
209. Smith DS, Goldenberg E, Ashburn A, Kinsella G, Shsikh K, Brennan PJ et al: Remedial therapy after stroke: a randomised controlled trial. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1981; 282 (6263): 517-520
210. Wade DT, Collen FM, Robb GF, Warlow CP: Physiotherapy Intervention late after stroke and mobility. *BMJ* 1992; 304 (6827): 609-613
211. Sivenius J, Pyorala K, Heinonen OP, Salonen JT, Riekinen P: The significance of in-

- tensity of rehabilitation of stroke – a controlled trial. *Stroke* 1985; 16 (6): 928-931
212. Logan PA, Ahern J, Gladman JR, Lincoln NB: A randomized controlled trial of enhanced Social Service occupational therapy for stroke patients. *Clin Rehabil* 1997; 11 (2): 107-113
213. Walker MF, Gladman JR, Lincoln NB, Siemonsma P, Whiteley T: Occupational therapy for stroke patients not admitted to hospital: a randomised controlled trial. *Lancet* 1999; 354 (9175): 278-280
214. Partridge CJ, Mackenzie M, Edwards S, Reid A, Jayawardena S, Guck N et al: Is dosage of physiotherapy a critical factor in deciding patterns of recovery from stroke: a pragmatic randomized controlled trial. *Physiother Res Int* 2000; 5 (4): 230-240
215. Green J, Forster A, Bogle S, Young J: Physiotherapy for patients with mobility problems more than 1 year after stroke: a randomised controlled trial. *Lancet* 2002; 359 (9302): 199-203
216. Parker CJ, Gladman JR, Drummond AE, Dewey ME, Lincoln NB, Barer D et al: A multicentre randomized controlled trial of leisure therapy and conventional occupational therapy after stroke. TOTAL Study Group. *Trial of Occupational Therapy and Leisure*. *Clin Rehabil* 2001; 15 (1): 42-52
217. Slade A, Tennant A, Chamberlain MA: A randomised controlled trial to determine the effect of intensity of therapy upon length of stay in a neurological rehabilitation setting. *J Rehabil Med* 2002; 34 (6): 260-266
218. Wellwood I, Langhorne P: Glasgow Augmented Physiotherapy After Stroke (GAPS) study. 2003 (in press)
219. Gilbertson L, Langhorne P, Walker A, Allen A, Murray GD: Domiciliary occupational therapy for patients with stroke discharged from hospital: randomised controlled trial. *BMJ* 2000; 320 (7235): 603-606
220. Fang Y, Chen X, Li H, Lin J, Huang R, Zeng J: A study on additional early physiotherapy after stroke and factors affecting functional recovery. *Clan Rehabil* 2003; 17 (6): 608-617
221. Keith RA, Wilson DB, Gutierrez P: Acute and subacute rehabilitation for stroke: a comparison. *Arch Phys Med Rehabil* 1995; 76 (6): 495-500
222. Rapoport J, Judd-Van Eerd M: Impact of physical therapy weekend coverage on length of stay in an acute care community hospital. *Phys Ther* 1989; 69 (1): 32-37
223. Ruff RM, Yamell S, Marinos JM: Are stroke patients discharged sooner if in-patient rehabilitation services are provided seven v six days per week? *Am J Phys Med Rehabil* 1999; 78 (2): 143-146
224. Kwakkel G, Van Peppen RPS, Wagenaar RC, Wood-Dauphinee S, Richards CL, Ashburn A et al: Effects of augmented exercise time after stroke: A meta-analysis. *Stroke* (accepted) 2004 (in press)
225. van der Lee JH, Kwakkel G, Lankhorst GJ, Bouter LM, Woldag H, Hummelsheim H: Evidence-based physiotherapeutic concepts for improving arm and hand function in stroke patients: a review. *J Neurol* 2002; 249: 518-528; *J Neurol* 2003; 250 (1): 119
226. Salbach NM, Mayo NE, Higgins J, Ahmed S, Finch LB, Richards CL: Responsiveness and predictability of gait speed and other disability measures in acute stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82 (9): 1204-1212
227. Lennon S: The Bobath concept: a critical review of the theoretical assumptions that guide physiotherapy practice in stroke rehabilitation. *Phys Ther Review* 1996; 1: 35-45
228. Wagenaar RC, Meijer OG, van Wieringen PC, Kuik DJ, Hazenberg GJ, Lindeboom J et al: The functional recovery of stroke: a comparison between neuro-developmental treatment and the Brunnstrom method. *Scand J Rehabil Med* 1990; 22 (1): 1-8
229. Latash ML, Anson JG: What are »normal movements« in atypical populations? *Behavioral and Brain Science* 1996; 19: 55-106
230. Kwakkel G, Wagenaar RC: Effect of duration of upper- and lower-extremity rehabilitation sessions and walking speed on recovery of interlimb coordination in hemiplegic gait. *Phys Ther* 2002; 82 (5): 432-448