

Evidenzbasierte Armrehabilitation

Eine systematische Literaturübersicht

Evidenzbasierte Medizin (EBM) ist der bewusste, explizite und angemessene Einsatz der gegenwärtig besten Evidenz bei Entscheidungen über die medizinische Versorgung einzelner Patienten [43]. Für die motorische Rehabilitation des paretischen Armes nach Schlaganfall liegen bisher nur systematische Übersichtsarbeiten vor, die die Wirksamkeit einzelner Therapiemethoden untersuchen [16, 23, 45]. In der klinischen Praxis stellt sich aber die Frage, welche der vielen verschiedenen möglichen Therapieoptionen für einen bestimmten Patienten am ehesten geeignet ist. Diese Entscheidung wird von den persönlichen Präferenzen des Patienten, der ärztlichen und therapeutischen Erfahrungen und den jeweils vorhanden strukturellen Gegebenheiten geprägt. Wünschenswert wäre, dass die gegenwärtig beste Evidenz über die Wirksamkeit der verschiedenen therapeutischen Optionen auch in die Entscheidung einfließt. Hierzu möchte die vorliegende Arbeit einen Beitrag leisten. Im Rahmen einer systematischen Literatursuche und -bewertung werden die Wirksamkeitsnachweise in der Armrehabilitation nach einem Schlaganfall für verschiedene Übungstherapien und die neuromuskuläre Elektrostimulation als Übersicht referiert. Als Hilfe für die Praxis werden therapeutische Implikationen dieser Übersicht formuliert.

Methodik

Systematische Literatursuche

Im Oktober 2002 wurde eine Suche nach systematischen Cochrane Reviews (www.cochrane.de) und eine MEDLINE (PubMed)-Recherche durchgeführt. Ziel war es, alle Referenzen zu finden, die klinische (Wirksamkeits-)Prüfungen aktiver (übungs)therapeutischer (oder neuromuskulär elektrisch stimulierender) Verfahren für lähmungsbedingte Schädigungen („impairment“) des Armes oder daraus resultierenden Aktivitätslimitierungen („limitations of activity“) bei Patienten, die einen zerebrovaskulären Insult erlitten, beinhalten. Ausgeschlossen wurden Referenzen, die entweder keine Prüfung auf klinische Wirksamkeit darstellten, die passive Verfahren (z. B. Orthesen), Akkupunktur oder Medikamente prüften, die lediglich eine einmalige Übungssituation enthielten, die keine paresebedingten Schädigungen des Armes (z. B. Sensibilitätsstörungen) untersuchten, oder Patienten untersuchten, die nicht an einem zerebrovaskulären Insult litten.

Cochrane Library

In der „Cochrane Library“ wurden die Referenzen der „Cochrane Stroke Group“ auf relevante Reviews untersucht. Zwar gibt es in der Fragestellung relevante Protokolle, aber bislang liegen noch keine Reviews vor, die den o. g. Einschlusskriterien entsprechen.

MEDLINE-Recherche

Die MEDLINE-Recherche wurde nach folgendem Suchalgorithmus durchgeführt:

- 1. {stroke} OR {cerebrovascular disorder} OR {cerebrovascular accident} OR {CVA}
- AND 2. {hemiplegia} OR {hemiparesis} OR {paresis}
- AND 3. {rehabilitation} OR {therapy} OR {physical therapy} OR {physiotherapy} OR {occupational therapy}

Die Suche ergab 1342 Referenzen. Die Referenzen (Titel, Stichwörter und Zusammenfassungen) wurden daraufhin durchgesehen, ob sie eine wie o. g. klinische Prüfung beinhalten. Dies war 113 bei der 1342 Referenzen der Fall. Hierunter waren neben Referenzen zur Armrehabilitation auch Referenzen, die (auch) eine posturale und/oder Gangrehabilitation thema-

tisierten. Diese wurden zunächst berücksichtigt, um nicht Referenzen auszulasen, bei denen u. a. auch eine Armbehandlung stattfand.

Literaturbewertung

Diese Referenzen und ihr Volltext wurden nach folgenden Kriterien beurteilt:

Name und Beschreibung des Verfahrens, geprüfte Indikation des Verfahrens, Studiendesign, Studienpopulation(en), Fragestellungen und Ergebnisse der Studie(n).

Für die einzelnen Therapien werden die Ergebnisse der Literaturwürdigung jeweils zusammen dargestellt (s. „Ergebnisse“). Schließlich erfolgte eine interpretatorische Synthese der kritischen Literaturwürdigung und damit eine Empfehlung für die Praxis (s. „Therapeutische Implikationen“). Dabei wurden systematischen Reviews und Metaanalysen die stärkste Evidenz beigemessen, gefolgt von randomisierten kontrollierten Studien (RKS) und kontrollierten Kohortenstudien [18]. Ohne gut vergleichbare Kontrollgruppe ist der Effekt einer Intervention nur schwerlich sicher interpretierbar. Kohortenstudien ohne Kontrollgruppe oder mit historischer Kontrollgruppe wurden daher nicht berücksichtigt, es sei denn die Kohorte hatte durch ein „Cross-over-Design“ eine „Kontrollphase“. Da Einzelfalluntersuchungen eher hypothesengenerierenden Charakter haben, wurden sie in der weiteren Darstellung und Analyse ebenfalls nicht berücksichtigt. Von den zunächst ausgewählten 113 Referenzen wurden für die Darstellung der Wirksamkeit aktiver (übungs)therapeutischer Verfahren (und neuromuskulär elektrisch stimulierender) entsprechend 29 Referenzen berücksichtigt. Weitere 11 Referenzen wurden eingeschlossen, die in der MEDLINE-Recherche nicht enthalten waren, dem Autor aber bekannt waren und den Einschlusskriterien entsprachen [6, 9, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 33, 49, 50].

Ergebnisse

Die kritische Literaturwürdigung kann in folgende Themenbereiche gegliedert werden:

- Trainingsintensität,
- physiotherapeutische Schulen,
- spezifische Ansätze in der Arm-Rehabilitation
 1. Armfähigkeitstraining,
 2. „constraint-induced movement therapy“ (CIMT, Taub-Training/“Forced use“),
 3. repetitives sensomotorisches Training,
 4. EMG-Biofeedback,
 5. kinästhetisches Feedback,
 6. Elektrostimulation,
 7. Robot-assistierte Armrehabilitation.

■ **Tabelle 1** gibt einen Überblick über Originalpublikationen der Studien. Neben der Patientenzahl, der untersuchten Therapie und dem Studiendesign werden die Parameter angegeben, die Therapieeffekte für den Arm in der Studie (am ehesten) widerspiegeln können. Das jeweils angegebene Signifikanzniveau bezieht sich auf alle genannten Therapieeffekte. Die Angaben in Zeit beziehen sich auf die letzte Nachuntersuchung mit statistischer Analyse, die dann auch in der Tabelle berücksichtigt wurde.

Trainingsintensität

Die intensivierete Armbehandlung in der Studie von Sunderland et al. [48, 49] dauerte fast doppelt so viele Wochen mit ungefähr der doppelten wöchentlichen Armtherapiedauer, stationär ca. 2, ambulant ca. 1 h. Nach 6 (aber nicht nach 12) Monaten hatte die Gruppe der leichter Betroffenen mit intensivierter Behandlung eine bessere Armfunktion (Motricity Index, Griffstärke, Motor Club Assessment, Nine Hole Peg Test) als deren Kontrollgruppe.

In einer weiteren englischen Studie erhielt die Experimentalgruppe innerhalb von 5 Wochen 10 h Physiotherapie für den Arm zusätzlich, und zwar entweder von einer qualifizierten oder einer angelesenen Therapeutin [30, 38]. Die Studie erbrachte keine Differenzen zwischen den randomisierten Gruppen. Lediglich die von einer angelesenen Therapeutin behandelten leicht betroffenen Patienten hatten gegenüber den Kontrollpersonen einen funktionellen Gewinn (Rivermead Motor Assessment, Action Research Arm Test).

Bei Patienten mit schwerer Beeinträchtigung nach einem ersten A.-cerebri-media-Insult, die innerhalb der ersten 14 Tage nach Insult randomisiert entweder einer intensivierten Armbehandlung oder Beinbehandlung oder Kontrollgruppe (Behandlung mit aufblasbarer „Schiene“) zugewiesen worden waren, konnten Effekte der intensiveren Behandlung – über 20 Wochen mit werktäglich 30 min – nachgewiesen werden [25, 26, 27]. Die Armbehandlungsgruppe hatte ab der 12. Woche bis zur 26. Woche eine bessere Armfunktion als die Kontrollgruppe (Action Research Arm Test).

In einer Metaanalyse, in die 9 kontrollierte Studien mit 1051 Patienten gemäß einer MEDLINE-Literatursuche eingingen, konnte ein moderater positiver Effekt einer erhöhten Behandlungsintensität auf neuromuskuläre Aspekte (Effektgröße 0,37, 95%-Konfidenz-Intervall $\pm 0,24$) und auf die Selbstversorgungskompetenz (Effektgröße 0,28, 95%-Konfidenz-Intervall $\pm 0,12$) nachgewiesen werden [24]. Bei dieser Metaanalyse wurde nicht zwischen Arm- und Beinbehandlung differenziert.

Physiotherapeutische Schulen

In mehreren Studien, die die Wirksamkeit verschiedener therapeutischer Schulen untersuchten, konnte keine differenzielle Wirksamkeit nachgewiesen werden [4, 10, 31, 54]. In der Regel erfolgten dabei komplexe Therapieansätze mit Armbehandlung, Gangtraining und Selbstversorgungstraining.

Eine Ausnahme stellt eine norwegische Studie dar. Sie verglich den therapeutischen Nutzen der Bobath-Therapie und des so genannten „Motor Relearning Programme“, bei dem ein aufgabenspezifisches Training angeboten wird [28]. Die Gruppe, die nach Bobath behandelt wurde (n=28), wurde länger stationär behandelt (im Mittel 34 vs. 21 Tage). Die Gruppe mit „Motor Relearning Programme“ (n=33) hatte nach 3 Wochen stärkere Zugewinne der motorischen Funktionen insgesamt (Motor Assessment Scale) sowie bei der Armmotorik (Sodring Motor Evaluation Scale, Teil 2); nach 3 Monaten war auch die Alltagskompetenz z. T. stärker verbessert (Toilettengang, Harn- und Stuhlkontrolle).

Spezifische Ansätze in der Armrehabilitation

Armfähigkeitstraining

Das Armfähigkeitstraining beübt bei Patienten mit leichter Armparese die motorische Leistung bzgl. verschiedener sensomotorischer Fähigkeiten wie Armruhe, Fingergeschwindigkeit, Manipulationsfähigkeit und Zielfähigkeit. Bei 60 Insult- und Schädel-Hirn-Trauma-Patienten mit leicht- bis mittelgradiger Armparese wurde die Wirksamkeit des Trainings mittels einer einfach blinden RKS untersucht [41]. Patienten, die das Training über 3 Wochen erhielten, hatten danach eine stärker verbesserte, effizientere Armmotorik bei alltagsähnlichen Aufgaben (standardisierter Test TEMPA) als die Kontrollpersonen; für den betroffenen Arm war der Effekt auch nach einem Jahr nachweisbar (für 37 nachuntersuchte Patienten).

Constraint-induced Movement Therapy (Taub-Training, „Forced use“)

Taub und Mitarbeiter [52] zeigten bei 9 chronischen Insultpatienten, dass (nur) die Patienten, die das 14-tägige Taub-Training erhielten, sich bezüglich der alltagsrelevanten Armfunktion (Arm Motor Activity Test) nach dem Training und bezüglich ihres Einsatzes des betroffenen Armes im Alltag (Motor Activity Log) auch längerfristig (2 Jahre) verbesserten. Die Experimentalgruppe wurde 6 h täglich mit funktionellen Aktivitäten des betroffenen Armes beübt und trug den nicht betroffenen Arm während 90% der Wachstuden in einer Schlinge. Einschlusskriterien waren: Insult vor mindestens einem Jahr, Minimalkriterien für aktive Finger- und Handgelenksbeweglichkeit erfüllt, geminderter Armgebrauch im Alltag. Miltner et al. bestätigten mit einer Kohortenstudie ähnliche Therapieeffekte bei 15 chronischen Insultpatienten [33]. Bei einem Vergleich von 6 vs. 3 h täglicher Beübung mittels einer RKS an 15 Patienten zeichneten sich stärkere Effekte bei der intensiveren Beübung ab [50].

In einer einfach blinden RKS untersuchten Dromerick und Mitarbeiter die Durchführbarkeit und Wirksamkeit des Taub-Trainings bei 23 akuten Schlaganfallpatienten innerhalb von 2 Wochen nach dem Insult [11]. Hier erhielt die

Zusammenfassung · Summary

Nervenarzt 2003 · 74:841–849
DOI 10.1007/s00115-003-1549-7
© Springer-Verlag 2003

T. Platz

Evidenzbasierte Armrehabilitation. Eine systematische Literaturübersicht

Zusammenfassung

Basierend auch einer systematischen MEDLINE-Recherche und informellen Literaturquellen wurden 40 Referenzen identifiziert, die als systematischer Review, Metaanalyse, randomisierte kontrollierte Studie oder kontrollierte Kohortenstudie klinische Prüfungen übungstherapeutischer oder neuromuskulär elektrisch stimulierender Verfahren bei Patienten mit Armlähmungen nach zerebrovaskulären Insult beinhalten. Die Ergebnisse lassen sich in 3 Bereiche zusammenfassen: Vergleich physiotherapeutischer Schulen, Effekt der Trainingsintensität und spezifische Methoden für Patientensubgruppen. Bis auf das „Motor Relearning Programme“, einem aufgabenorientierten Training, fanden sich keine Hinweise auf eine unterschiedliche Wirksamkeit der etablierten physiotherapeutischer Schulen. Eine Steigerung der Trainingsintensität kann die mo-

torische Erholung beschleunigen. Für spezifische Subgruppen von Patienten stehen wirksame spezifische Armrehabilitationsmethoden zur Verfügung: für Patienten mit leichten Defiziten der Fein- und Zielmotorik das Armfähigkeitstraining, für Patienten mit partiellen funktionellen Einschränkungen und gelerntem Nichtgebrauch des betroffenen Armes die „constrained-induced movement therapy“ (Taub-Training) und für Patienten mit schwerer Armlähmung und erheblich beeinträchtigter Willkürinnervation repetitive sensomotorische Trainingsverfahren, EMG-Biofeedback, funktionelle Elektrostimulation und Robot-assistierte Trainingsverfahren.

Schlüsselwörter

Evidenzbasierte Medizin · Hemiparese · Rehabilitation · Therapie · Physiotherapie

Evidence-based arm rehabilitation – a systematic review of the literature

Summary

Based on a systematic MEDLINE search and informal sources, 40 references were identified that evaluate training therapy or neuromuscular electric stimulation for arm paresis after stroke and describe either a systematic review, meta-analysis, randomised controlled trial, or controlled cohort study. The evidence was grouped into three areas of interest: comparison of physiotherapy schools, effects of intensity of training, and efficacy of specific arm rehabilitation techniques. The only physiotherapy school with evidence of superior efficacy was the task-oriented 'motor relearning programme'. Higher intensities of motor rehabilitation can accelerate motor recovery. Va-

rious training techniques with demonstrated efficacy are available for specific patient subgroups: arm ability training for mildly affected patients with reduced efficiency of motor control, constrained-induced movement therapy for patients with partial functional deficits and learned nonuse of the affected arm, and repetitive sensorimotor training techniques, EMG-biofeedback, functional electrical stimulation, and robot-assisted training for patients with severe arm paresis.

Keywords

Evidence-based medicine · Hemiparesis · Rehabilitation · Therapy · Physiotherapy

Tabelle 1

Studienübersicht (ohne Metaanalysen)

Autoren	Patienten	Therapie	Art der Effekte	Design und Signifikanzniveau
Trainingsintensität				
Sunderland et al. [48,49]	132	Dauer & Intensität in etwa verdoppelt	Kraft, Selektivität, Dexterity/6 M	EB RKS, P<0,05
Lincoln et al. [30]	282	In 5 Wochen 10 h PT mehr	Selektivität, Funktion	EB RKS, n.s.
Kwakkel et al. [25]	101	Für 20 Wochen 30 min/Tag mehr PT	Funktion/6 Wochen	EB RKS, P<0,05
Physiotherapeutische Schule				
Lord und Hall [31]	39	Konventionell vs. Bobath	ADL/>8 M	Kohorten, n.s.
Dickstein et al. [10]	131	Konventionell vs. PNF vs. Bobath	Handkraft und -bewegung	Quasi-RKS, n.s.
Basmajian et al. [4]	29	Bobath vs. Verhaltens- und Physiotherapie	Funktion, Fingergeschwindigkeit	EB RKS, n.s.
Wagenaar et al. [54]	7	Bobath vs. Brunnstrom	Funktion	Kohorte, n.s.
Langhammer und Stanghelle [28]	61	Bobath vs. „Motor Relearning Programme“	Selektivität, Funktion	DB RKS, P<0,025
Spezifische Armrehabilitation				
Platz et al. [40]	60	Armfähigkeitstraining (add on)	Effizienz der Armfunktion/12 M	EB RKS, P<0,05
Taub et al. [52]	9 (chronisch)	CIMT (add on)	Einsatz im Alltag/24 M	EB RKS, P<0,01
Miltner et al. [33]	15	CIMT (add on)	Funktion, Einsatz im Alltag/6 M	Kohorte, P<0,004
Sterr et al. [50]	15 (chronisch)	CIMT, 3 vs. 6 h pro Tag	Einsatz im Alltag	RKS, P<0,05
Dromerick et al. [11]	23	CIMT vs. konventionell	Funktion, ADL (Anziehen)	EB RKS, P<0,04
van der Lee et al. [29]	66 (chronisch)	CIMT vs. Bobath	Funktion/12 M, Einsatz im Alltag	EB RKS, P<0,05
Feys et al. [14]	100	Aktive repetitive vs. „Sham-Therapie“	Selektivität/12 Monte	EB RKS, P<0,01
Bütefisch et al. [6]	27	Repetitives Handtraining (add on, vs. TENS)	Selektivität/Funktion	Kohorte, P<0,05
Wolf und Binder-MacLeod [55]	31 (chronisch)	EMG-BFB (add on)	EMG-Aktivität	Kohorten, P<0,05
Inglis et al. [19]	30 (chronisch)	EMG-BFB vs. konventionell	Selektivität, Kraft	RKS, P<0,05
Crow et al. [9]	40	EMG-BFB vs. konventionell	Selektivität, Funktion	RKS, P<0,05
Greenberg und Fowler [17]	20	Kinästhetisches FB vs. konventionell	Selektivität (Ellenbogenextension)	RKS, n.s.
Bowmann et al. [5]	30	Positions-FB und FES (add on)	Selektivität, Kraft	EB RKS, P<0,05
Sonde et al. [469]	44 (chronisch)	TENS vs. PT (niedrigere Intensität)	Selektivität	RKS, P<0,025
Faghri et al. [139]	26	FES Schultermuskulatur (add on)	Funktion, EMG-Aktivität/6 M	RKS, P<0,05
Powell et al. [42]	60	FES (add on)	Kraft, Funktion	RKS, P<0,025
Chae et al. [8]	28	FES vs. Plazebostimulation	Selektivität/1 Monat	DB RKS, P=0,05
Kraft et al. [22]	18 (chronisch)	EMG-FES vs. FES vs. PNF vs. kein	Selektivität (EMG-FES besser)	Kohorten, P<0,025
Francisco et al. [15]	9	EMG-FES vs. konventionell	Selektivität, ADL (Arm)	EB RKS, P=0,05
Cauraugh und Kim [7]	25 (chronisch)	EMG-FES-bilat vs. EMG-FES vs. repetitiv	Funktion (EMG-FES-bilat. besser)	RKS, P<0,04
Aisen et al. [1]	20	Robot-assistierte Therapie (add on)	Selektivität	EB Kohorten, P<0,01
Volpe et al. [53]	56	Robot-assistierte Therapie (add on)	Selektivität, Kraft, Alltag	EB RKS, P<0,01
Lum et al. [32]	27 (chronisch)	Robot-assistierte Therapie vs. Bobath	Alltag/6 M, Selektivität, Kraft	EB RKS, P<0,05

Kraft Kraft einzelner Muskelgruppen, Selektivität selektive Bewegungskontrolle des Armes, Funktion (objektbezogene) Armfunktion, EB einfach blinde Studie (Evaluation verblindet), RKS randomisierte kontrollierte Studie, Kohorte(n) Kohortenstudie, n.s. keine statistisch signifikanten Gruppenunterschiede, chronisch chronische Insulpatienten (mindestens 6 Monate nach Insult), PT Physiotherapie, M Zeitpunkt der Nachuntersuchung in Monaten nach Beendigung der Therapie (ohne Zeitangabe nach Therapie), CIMT Constrained-induced movement therapy (Taub-Training), FES funktionelle Elektrostimulation, EMG-FES EMG-getriggerte Elektrostimulation, TENS transkutane elektrische Nervenstimulation, EMG-FES-bilat EMG-getriggerte Elektrostimulation mit bilateralem Training, FB Feedback, EMG-BFB EMG-Biofeedback, add on im Vergleich zur Kontrollgruppe oder Kontrollphase erfolgte experimentelles Training zusätzlich

CIMT-Gruppe neben 2 h Therapie (wie Kontrollgruppe) für 6 h täglich eine „Restriktion“ der gesunden Hand. Die Armfunktion (Action Research Arm Test) sowie die Aufgabe „Anziehen“ des Functional Independence Measure (FIM), nicht jedoch der Barthel-Index bei Entlassung, hatten sich nach dem Taub-Training stärker gebessert.

Bei einer einfach blinden RKS mit 66 gefähigen chronischen Schlaganfallpatienten, die minimale Handfunktionskriterien erfüllen, verglichen van der Lee und Mitarbeiter das Taub-Training mit einer gleich intensiven Bobath-Therapie [29]. Stärkere Verbesserungen nach dem Taub-Training wurden bezüglich der Armfunktion (Action Research Arm Test) eine Woche nach Training und nach einem Jahr sowie beim selbstbeurteilten Gebrauch des betroffenen Armes im Alltag eine Woche nach dem Training dokumentiert.

Repetitives sensomotorisches Training

Auch bei schwer betroffenen Patienten lassen sich Armfunktionsverbesserungen übungstherapeutisch erzielen. Eine belgische Arbeitsgruppe untersuchte mittels einfach blinder RKS den Effekt einer 6-wöchigen Armtherapie (30 min werktäglich) [14]. Dabei wurden in einem Schaukelstuhl in der Experimentalgruppe über eine Mechanik repetitiv Schulterbewegungen geübt, während in der Kontrollgruppe der Arm im Schaukelstuhl auf einem Kissen lag und nicht bewegt wurde. Sechs bzw. 12 Monaten nach dem Insult zeigte die Experimentalgruppe eine bessere motorische Erholung (Fugl-Meyer-Test). Die Therapieeffekte waren insbesondere bei Patienten mit schwerer Armparese (Fugl-Meyer-Arm-Score 0–10) und bei Patienten mit Hemianopsie oder Neglekt zu beobachten.

Bei einer „Baseline-treatment-Studie“ mit 27 postakuten hemiparetischen Patienten wurde in der „Treatment-Phase“ ein repetitives Training von Handgelenks- und Fingerbewegungen zusätzlich durchgeführt. In der „Baseline-Phase“ fand entweder kein zusätzliches Training statt (12 Patienten) oder TENS-Therapie (15 Patienten). Für die „Treatment-Phase“ mit repetitivem Training wurde jeweils ein deutlicher Zugewinn an aktiver Bewegungsfähigkeit dokumentiert (Rivermead Motor Assessment) [6].

EMG-Biofeedback in der Armrehabilitation

Wolf und Binder-MacLeod [55] untersuchten bei chronischen Insultpatienten mit einer Kohortenstudie die Effekte von EMG-Biofeedback in der Armrehabilitation. Eine Experimentalgruppe mit 22 Patienten erhielt 60-mal EMG-Biofeedback, eine Kontrollgruppe (9 Patienten) kein Training. EMG-Biofeedback-Therapieziele waren:

- das Relaxieren hyperaktiver Muskeln,
- die selektive Rekrutierung schwacher Muskeln und zwar von proximal nach distal mit einem Aufbau von Einzelgelenks- zu Mehrgelenksbewegungen.

Für die Gesamtexperimentalgruppe wurden Verbesserungen neuromuskulärer Parameter (EMG bei aktiven oder passiven Bewegungen) nachgewiesen, nicht aber funktionelle Verbesserungen.

Ebenfalls bei chronischen Insultpatienten zeigten Inglis und Mitarbeiter [19] mit einer RKS bei EMG-Biofeedback im Vergleich zu konventioneller Therapie stärkere funktionelle Verbesserungen bezgl. Kraft, aktivem Bewegungsausmaß und Brunnstrom-Stadien (motorische Erholung).

Bei einer RKS mit subakuten Schlaganfallpatienten hatte die EMG-Biofeedback-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe nach der 6-wöchigen Therapie stärkere Zugewinne bezgl. selektiver Willkürinnervation (Fugl-Meyer-Test) und Armfunktion (Action Research Arm Test) [9]. Die am schwersten betroffenen Patienten profitierten am meisten von der EMG-Biofeedback-Therapie.

Auch in einer Metaanalyse zur Wirksamkeit von EMG-Feedback in der motorischen Rehabilitation von Schlaganfallpatienten konnte eine Wirksamkeit belegt werden [45]. Die Effektgröße bei den 4 Studien mit Armrehabilitation lagen zwischen 0,39 und 1,03.

Kinästhetisches Feedback

Für die Ellenbogenextension untersuchten Greenberg et al. [17] bei 20 Insultpatienten mit einer RKS kinästhetisches Feedback über 4 Wochen im Vergleich zu konventioneller Ergotherapie, die versuchte, den funktionellen Armeinsatz zu verstär-

ken. In der Studie wurden keine Wirksamkeitsunterschiede dokumentiert.

Mit einer einfach blinden RKS zeigten Bowman et al. [5] bei 30 Insultpatienten mit Einschränkung der aktiven Handgelenksexension den positiven Effekt einer 4-wöchigen zusätzlich zur konventionellen Therapie erfolgten kombinierten Positionsfeedback- und Elektrostimulationsbehandlung (2×30 min an Werktagen) auf den aktiven Bewegungsradius und die isometrische Kraft der Handgelenksexension.

Elektrostimulation

In einer RKS erhielten 44 Patienten 6–12 Monate nach ihrem Insult randomisiert entweder konventioneller Therapie (2-mal wöchentlich Physiotherapie) oder 5-mal wöchentlich über 3 Monate eine TENS-Behandlung [46]. Die TENS-Gruppe hatte danach (nicht jedoch bei einer 3-Jahres-Nachuntersuchung [47]) eine stärker gebesserte selektive Innervation (Fugl-Meyer-Test), und zwar die Subgruppe mit leichter bis mittelschwerer Armparese (Fugl-Meyer-Arm-Score 30–50 von 66 Punkten).

In einer RKS [13] mit 26 Insultpatienten bekam die Experimentalgruppe über einen 6-wöchigen Zeitraum 1,5–6 h täglich funktionelle Elektrostimulation (FES) für den M. deltoideus, pars posterior, und den M. supraspinatus. Danach und z. T. 6 Wochen später hatte sie stärkere Verbesserungen bezüglich Armfunktion, Muskelaktivität, Schultersubluxation und -schmerz.

Eine schottische einfach blinde RKS mit 60 Insultpatienten (2–4 Wochen nach Insult) zeigte als Effekt einer zusätzlichen Therapie mit Elektrostimulation (20 Hz) der Finger- und Handgelenksexensoren (8 Wochen 3-mal wöchentlich 30 min) eine verbesserte Kraft dieser Muskelgruppe (auch 24 Wochen später) und der Armfunktionalität (Action Research Arm Test: Griff, Präzisionsgriff) [42].

Bei einem direkten Vergleich einer Elektrostimulation der Unterarmmuskeln und einer gleich intensiven Plazebostimulation bei einer amerikanischen doppelblinden RKS waren bei 28 der 46 initial eingeschlossenen Insultpatienten mit moderater bis schwerer Armparese (Fugl-Meyer-Test, Arm-Score <44) nach dem Training, aber

Tabelle 2

Therapieverfahren in der Armrehabilitation und Evidenzstärke vorliegender Therapiestudien [3]

Name	Indikation	Positive Therapieeffekte	Evidenzstärke
Physiotherapeutische Schule			
Motor Relearning Programme	Motorische Rehabilitation	Bewegungsfähigkeit & motorische Funktion	Ib
Spezifische Armrehabilitation			
Armfähigkeitstraining	Leichte Parese, reduzierte sensomotorische Effizienz	Geschwindigkeit und Präzision der Armmotorik in subakuter und früher chronischer Phase	Ib, B, F-12
Constraint-induced movement therapy (Taub'sches Training)	Gelernter Nichtgebrauch/partielle funktionelle Defizite	Einsatz/Funktion des Armes im Alltag in subakuter und chronischer Phase	Ib, B, F-24, Ü
Repetitives sensomotorisches Training	Mittelschwere bis schwere Parese, reduzierte selektive Innervation	Selektive Beweglichkeit (z. T. auch Funktion) in subakuter Phase	Ib, B, F-12, Ü
EMG-Biofeedback	Mittelschwere bis schwere Parese, reduzierte selektive Innervation	Selektive Beweglichkeit (z. T. auch Funktion) in subakuter und chronischer Phase	Ia, B, Ü
TENS	Mittelschwere Parese, reduzierte selektive Innervation	Selektive Beweglichkeit in chronischer Phase	Ib
Funktionelle Elektrostimulation	Mittelschwere bis schwere Parese, reduzierte selektive Innervation	Selektive Beweglichkeit (z. T. auch Funktion) in akuter und chronischer Phase	Ia, B, F-6, Ü
Robot-assistierte Therapie	Mittelschwere bis schwere Parese, reduzierte selektive Innervation	Selektive Beweglichkeit (z. T. auch Funktion) in akuter und chronischer Phase	Ib, B, F-6, Ü

Ia Evidenz aufgrund von Metaanalysen RKS, Ib Evidenz aufgrund ≥ 1 RKS, B ≥ 1 RKS mit blinder Outcome-Evaluation (schützt vor Überschätzung des Therapieeffektes), F-n RKS mit längster Follow-up-Untersuchung und signifikant positivem Effekt (in Monaten) (nicht unmittelbar nach Therapie), Ü ≥ 1 RKS mit therapeutischer Überlegenheit gegenüber einer zeitlich gleich intensiven Kontrolltherapie

auch 4 und 12 Wochen später die motorischen Zugewinne (Fugl-Meyer-Test) in der Verumgruppe stärker [8].

Bei der EMG-getriggerten Elektrostimulation werden kleine Willküraktivitäten in der beübten paretischen Muskulatur registriert und triggern eine Elektrostimulation mit großem Bewegungseffekt.

In einer Kohortenstudie mit 18 chronischen Insultpatienten verglichen Kraft et al. [22] den Effekt von EMG-getriggelter Elektrostimulation, (nicht EMG-getriggelter) Elektrostimulation sowie PNF im Vergleich zu keiner Behandlung auf die Veränderung der selektiven Innervationsfähigkeit (Fugl-Meyer-Test). Die Therapieeffekte waren bei der EMG-getriggerten Elektrostimulation am stärksten (+42% vs. +25% vs. +18% im Vergleich zu den Ausgangswerten).

Auch in einer kleineren einfach blinden RKS mit 9 subakuten ischämischen Insultpatienten, die eine schwere, inkomplette Armparese hatten, konnten Patienten mit der EMG-getriggerten Elektrostimulation während ihrer Rehabilitationsbehandlung stärkere motorische funktionelle (Fugl-Meyer-Test) und alltagsrelevante Verbesserungen (FIM-Auf-

gaben mit starker Relevanz der oberen Extremität) erzielen, als eine Kontrollgruppe, die gleich intensiv passive Beweglichkeit und Kraft ohne Elektrostimulation übte [15].

Beim Vergleich von EMG-getriggerten Elektrostimulation in Kombination mit einem bilateralem Training (n=10), EMG-getriggelter Elektrostimulation für Handgelenks- und Fingerextensoren (n=10) und Kontrollgruppe (repetitives Training für Handgelenks- und Fingerextensoren; n=5) bei einem 2-wöchigen Training (4x1,5 h) zeigte eine RKS bei 25 chronischen Insultpatienten die stärksten Verbesserungen für die manuelle Geschicklichkeit und Reaktionszeit bei der bilateralen Therapieform, gefolgt von der (alleinigen) Elektrostimulation [7].

Bei einer Metaanalyse mit gepoolter Analyse der Effektgröße auf der Basis von 4 RKS, die im Zeitraum von 1978–1992 publiziert worden waren, wurde eine stärkere Zunahme der Kraft der behandelten hemiparetischen Muskelgruppen nach funktioneller Elektrostimulation (FES vs. keine FES) dokumentiert (mittlere Effektgröße 0,63, 95%-Konfidenz-Intervall 0,29–0,98) [16].

Ein weiterer systematischer Review dokumentiert 6 RKS mit therapeutischer Elektrostimulation für den Arm bei Insultpatienten (bis 12.2001) [23]. Von diesen dokumentieren 4 einen positiven Effekt auf die motorische Kontrolle, Effektgrößen wurden in 3 Studien berechnet (0,55–1,46). 2 Studien untersuchen Funktionsverbesserungen, davon eine mit positivem Effekt. Eine Subgruppenanalyse in 2 Studien zeigt einen größeren Effekt bei leichter betroffenen Patienten.

Robot-assistierte Armrehabilitation

Bei einer verblindeten Kohortenstudie erhielten je 10 Patienten entweder eine echte Robot-assistierte Armtherapie (MIT-Manus) mit 4–5 h Schulter- und Ellenbogenbewegungen pro Woche während ihrer Rehabilitationsbehandlung oder eine nur „scheinbare“ (sham) Robot-assistierte Therapie (alle 1–2 Wochen einen Robot-Kontakt) [1]. Für den motorischen Status des proximalen Armes ergab sich eine stärkere Verbesserung nach der echten Robot-assistierten Therapie.

Bei einer weiteren einfach blinden RKS erhielten 56 Insultpatienten entweder einmal werktäglich 1 h (mindestens

25 h, mindestens 1500 zielorientierte Bewegungen) Robot-Training für Schulter- und Ellenbogenbewegungen mit dem „MIT-Manus“, oder aber wurden 1 h/Woche dem Robot ohne Training „ausgesetzt“ (sham). Nach dem echten Robot-Training bestanden stärkere Verbesserungen der motorischen Funktionen von Schulter und Ellenbogen (nicht jedoch der Hand) („Motor Status score“, „Motor Power score“) sowie auch motorische Alltagsfunktionsverbesserungen (FIM-motor) [53].

In einer einfach blinden RKS mit 27 chronischen Schlaganfallpatienten zeigen Lum et al. [32], dass die Robot-assistierte Armrehabilitation von Schulter- und Ellenbogenbewegungen im Vergleich zur Bobath-Therapie gleicher Intensität (24 h in 2 Monaten) nach 2 Monaten eine bessere selektive Beweglichkeit (Fugl-Meyer), Kraft und Reichbewegung erzielte. Nach 6 Monaten war ein Effekt für die Alltagskompetenz nachweisbar (FIM).

Therapeutische Implikationen

Therapieeffekte durch Therapieintensivierung

Durch zusätzliche Übungstherapie kann die Funktionserholung des zentralparetischen Armes gefördert werden. So kann durch eine Therapieintensivierung einer funktionell orientierten Therapie [25, 26, 48, 49] eine schnellere Funktionserholung erzielt werden. Andererseits geht ein Mehr an Therapie nicht unbedingt mit einer besseren Funktionserholung einher [30]; sowohl therapeutisch inhaltliche als auch Dosisaspekte könnten hier von Belang sein.

Therapeutische Erfolge lassen sich durch verschiedene spezifische Armrehabilitationsmaßnahmen erzielen wie durch das Armfähigkeitstraining, das Taub-Training, ein repetitives sensomotorisches Training, EMG-Biofeedback, Elektrostimulation (mit und ohne EMG-Triggerung) sowie mit Robot-assistierter Armrehabilitation.

Gibt es differenzielle Therapieeffekte?

Physiotherapeutische Schulen

Die meisten der Studien (■ Tabelle 2), die physiotherapeutische Schulen verglichen, hatten keine unterschiedliche Wirksamkeit nachweisen können. Das heißt, bislang kann keine der „großen“ physiotherapeutischen Richtungen in der Schlaganfallrehabilitation für sich in Anspruch nehmen, Patienten eine besser wirksame Therapie anzubieten als andere Richtungen. In der beurteilten Literatur fand sich eine Ausnahme: das „Motor Relearning Programme“ [28], dabei werden Patienten frühzeitig in Richtung alltagsnaher Funktion geübt werden.

Wirksamkeit bei Patientensubpopulationen

Die Stärke neuerer therapeutischer Verfahren könnte darin liegen, dass sie für spezifische Problemkonstellationen spezifische (Schlüssel-)Therapien konzipieren.

Das *Armfähigkeitstraining* wurde für Patienten mit nur leichter Armparese entwickelt. Diese Patienten können zwar viele Aufgaben im Alltag mit ihrem Arm durchführen, sind dabei aber noch ungeschickt, d. h. verlangsamt und/oder unpräzise. Oftmals ist diese klinisch leichte Beeinträchtigung im Berufsalltag ein relevantes Handicap. Das Armfähigkeitstraining wurde speziell für diese Patientengruppe entwickelt, es führt nachhaltig zu einer alltagsrelevanten Verbesserung dieser reduzierten motorischen Effizienz.

Patienten, die zwar den Arm funktionell einsetzen können, aber noch deutlichere Schwierigkeiten haben, oder aber wegen dieser Schwierigkeiten verlernt haben, den Arm im Alltag entsprechend ihrer Fähigkeiten zu nutzen, profitieren von einer kurzen, 14-tägigen, sehr intensiven funktionell orientierten Therapie, dem *Taub-Training* (oder auch „constraint-induced movement therapy“ *CIMT*).

Auch Patienten mit schwersten Armlähmungen können von einer Therapie profitieren. Diese Patienten können durch repetitive Innervationsversuche und ggf. auch durch repetitive somatosensible Stimulation (auch durch passive Bewegung) eine verbesserte Willküraktivität ihres Armes erzielen, brauchen dabei aber oftmals wegen der Schwere der Lähmung therapeu-

tische oder apparative Unterstützung. Beispiele sind das *repetitive sensomotorische Training*, die *funktionelle Elektrostimulation*, aber auch die *Robot-assistierte Armtherapie*. Für dieses Patientenkontinuum ist auch EMG-Biofeedback über den Erfolg selektiver Innervation beim Training hilfreich.

Es sei angemerkt, dass es neben den erwähnten Therapien auch andere neue therapeutische Ansätze gibt, für die positive Fallserien vorliegen. Hierzu gehören u. a. das bilaterale Training (mit und ohne Spiegel) [2, 34] sowie das mentale Training (Imagery) [37].

Was wird durch Therapie gebessert?

Entsprechend dieser unterschiedlichen Problemkonstellationen lassen sich die jeweiligen Therapieeffekte folgerichtig auf unterschiedlichen Ebenen der motorischen Kompetenz beschreiben. Die Effekte des Armfähigkeitstrainings stellen sich im reduzierten Zeitbedarf für alltagsähnlich Aufgaben (für die Arme) dar (gebesserte Effizienz). Die Effekte des Taub-Trainings manifestieren sich in der selbstbeurteilten Nützlichkeit des Armes im Alltag sowie bei Tests, die die funktionelle Nutzbarkeit des Armes beim Hantieren mit Objekten quantifizieren. Therapien zur Verbesserung der stark eingeschränkten Willkürinnervation des schwer paretischen Armes stellen sich bei Test dar, die die Bewegungsfähigkeit des Armes untersuchen und nicht unbedingt bei Test, die die funktionelle Nutzbarkeit des Armes beim Hantieren mit Objekten quantifizieren.

Überlegenheit neuer Therapieansätze

Die enge Verzahnung von spezifischer Problemkonstellation und spezifischem therapeutischen Ansatz bei den neueren Therapieformen erhöht die Chance einer gegenüber anderen Verfahren überlegenen Wirksamkeit. So hatten chronische Schlaganfallpatienten mit mäßiger Armfunktionseinschränkung nach dem *Taub-Training* im Vergleich zu einer gleich intensiven Bobath-Therapie nach dem Training und auch noch ein Jahr später eine stärkere Funktionsverbesserung [29]. Die Willkürbewegungsfähigkeit war nach *EMG-Biofeedback-Therapie* [19] oder *EMG-getriggelter Elektro-*

stimulation [15] im Vergleich zu konventioneller Therapie stärker gebessert, bzw. auch nach *Robot-assistierter Therapie* im Vergleich zur Bobath-Therapie gleicher Intensität [32].

Der Erfolg neuerer Therapieverfahren spiegelt auch den Einfluss aktueller neuropsychologischer Forschungsansätze wider. Repetitives Üben verstärkt die Repräsentation geübter Bewegungen und kann durch trainingsinduzierte zerebrale Plastizität negative Folgen einer Hirnschädigung ausgleichen (vgl. „Repetitives sensomotorisches Training“, „Funktionelle Elektrostimulation“ und „Robot-assistierte Therapie“) [21, 35, 36]. Motorikförderung auf hohem Niveau sollte die durch Tierexperimente, Bewegungsanalyse und funktionelle Bildgebung bekannte komplexe und modulare zerebrale Regulation der sensomotorischen Bewegungskontrolle berücksichtigen (vgl. Armfähigkeits-training) [20, 39, 40, 44]. Der beim Tier und Menschen beobachtbare „gelernte Nichtgebrauch“ kann durch die Anwendung lernpsychologischer Prinzipien, nämlich forcierten Gebrauch und verhaltenstherapeutische Übungen, behandelt werden (vgl. „Constraint-induced Movement Therapy“) [12, 51].

Schlussfolgerungen

Die vorliegende Evidenz legt nahe, dass am ehesten durch Therapieverfahren, die für spezifische Problemkonstellationen des zentralparetischen Armes konzipiert sind, ein Therapieerfolg erreichbar ist. Therapieziele und Therapiewahl sind von der Schwere der Beeinträchtigung abhängig. Die derzeitige Praxis der rehabilitativen Versorgung bildet diese Evidenz aus dem internationalen Schrifttum nur wenig ab. Im Sinne der evidenzbasierten Rehabilitation wünschenswert wäre eine stärkere Berücksichtigung der Erkenntnisse aus klinischen Studien bei den therapeutischen Entscheidungen für einzelne Patienten einerseits, bzw. auch ein Diskurs über die notwendigen strukturellen und regulatorischen Voraussetzungen für eine solche Umsetzung im Gesundheitssystem.

Korrespondierender Autor

PD Dr. T. Platz

Abteilung für Neurologische Rehabilitation am UKBF der FU Berlin, Klinik Berlin, Kladower Damm 223, 14089 Berlin

Danksagung

Diese Arbeit wurde unterstützt durch das BMBF im Rahmen des Kompetenznetzes „Schlaganfall“.

Literatur

1. Aisen ML, Krebs HI, Hogan N, McDowell F, Volpe BT (1997) The effect of robot-assisted therapy and rehabilitative training on motor recovery following stroke. *Arch Neurol* 54:443–446
2. Altschuler EL, Wisdom SB, Stone L, Foster C, Galasko D, Llewellyn DM, Ramachandran VS (1999) Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror. *Lancet* 353:2035–2036
3. Ärztliche Zentralstelle für Qualitätssicherung (2001) Das Leitlinien-Manual von AWMF und ÄZQ. ZaeFQ 95 [Suppl I]
4. Basmajian JV, Gowland CA, Finlayson MA et al. (1987) Stroke treatment: comparison of integrated behavioral-physical therapy vs traditional physical therapy programs. *Arch Phys Med Rehabil* 68:267–272
5. Bowman BR, Baker LL, Waters RL (1979) Positional feedback and electrical stimulation: an automated treatment for the hemiplegic wrist. *Arch Phys Med Rehabil* 60:497–502
6. Bütefisch C, Hummelsheim H, Denzler P, Mauritz K-H (1995) Repetitive training of isolated movements improves the outcome of motor rehabilitation of the centrally paretic hand. *J Neurol Sci* 130:59–68
7. Cauraugh JH, Kim S (2002) Two coupled motor recovery protocols are better than one: electromyogram-triggered neuromuscular stimulation and bilateral movements. *Stroke* 33:1589–1594
8. Chae J, Bethoux F, Bohine T, Dobos L, Davis T, Friedl A (1998) Neuromuscular stimulation for upper extremity motor and functional recovery in acute hemiplegia. *Stroke* 29:975–979
9. Crow JL, Lincoln NB, Nouri FM, De Weerd W (1989) The effectiveness of EMG biofeedback in the treatment of arm function after stroke. *Int Disabil Studies* 11:155–160.
10. Dickstein R, Hoeherman S, Pillar T, Shaham R (1986) Stroke rehabilitation. Three exercise therapy approaches. *Phys Ther* 66:1233–1238
11. Dromerick AW, Edwards DF, Hahn M (2000) Does the application of constraint-induced movement therapy during acute rehabilitation reduce arm impairment after ischemic stroke? *Stroke* 31:2984–2988
12. Elbert T, Rockstroh B, Bulach D, Meinzer M, Taub E (2003). Die Fortentwicklung der Neurorehabilitation auf verhaltensneurowissenschaftlicher Grundlage. Beispiel Constraint-induced-Therapie. *Nervenarzt* 74:334–342.
13. Faghri PD, Rodgers MM, Glaser RM, Bors JG, Ho C, Akuthota P (1994) The effects of functional electrical stimulation on shoulder subluxation, arm function recovery, and shoulder pain in hemiplegic stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 75:73–79
14. Feys HM, De Weerd WJ, Selz BE et al. (1998) Effect of a therapeutic intervention for the hemiplegic upper limb in the acute phase after stroke: a single-blind, randomized, controlled multicenter trial. *Stroke* 29:785–792

15. Francisco G, Chae J, Chawla H, Kirshblum S, Zorowitz R, Lewis G, Pang S (1998) Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation for improving the arm function of acute stroke survivors: a randomized pilot study. *Arch Phys Med Rehabil* 79:570–575
16. Glanz M, Klawansky S, Stason W, Berkey C, Chalmers TC (1996) Functional electrostimulation in poststroke rehabilitation: a meta-analysis of the randomized controlled trials. *Arch Phys Med Rehabil* 77:549–553
17. Greenberg S, Fowler RS Jr (1980) Kinesthetic biofeedback: a treatment modality for elbow range of motion in hemiplegia. *Am J Occup Ther* 34:738–743
18. Guyatt GH, Sackett DL, Sinclair JC, Hayward R, Cook DJ, Cook RJ (1995) Users' guides to the medical literature, IX, A method for grading health care recommendations. *JAMA* 274:1800–1804
19. Inglis J, Donald MW, Monga TN, Sproule M, Young MJ (1984) Electromyographic biofeedback and physical therapy of the hemiplegic upper limb. *Arch Phys Med Rehabil* 65:755–759
20. Jeannerod M (1997) The cognitive neuroscience of action. Blackwell Publishers, Oxford
21. Karni A, Meyer G, Jezzard P, Adams MM, Turner R, Ungerleider LG (1995) Functional MRI evidence for adult motor cortex plasticity during motor skill learning. *Nature* 377:155–158
22. Kraft GH, Fitts SS, Hammond MC (1992) Techniques to improve function of the arm and hand in chronic hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 73:220–227
23. de Kroon JR, van der Lee JH, Ijzerman MJ, Lankhorst GJ (2002) Therapeutic electrical stimulation to improve motor control and functional abilities of the upper extremity after stroke: a systematic review. *Clin Rehabil* 16:350–360
24. Kwakkel G, Wagenaar RC, Koelman TW, Lankhorst GJ, Koetsier JC (1997) effects of intensity of rehabilitation after stroke. A research synthesis. *Stroke* 28:1550–1556
25. Kwakkel G, Wagenaar RC, Twisk JWR, Lankhorst GJ, Koetsier JC (1999) Intensity of leg and arm training after primary middle-cerebral-artery stroke: a randomized trial. *Lancet* 354:191–196
26. Kwakkel G, Kollen BJ, Wagenaar RC (2002) Long term effects of upper and lower limb training after stroke: a randomized trial. *JNNP* 72:473–479
27. Kwakkel G, Wagenaar RC (2002) Effect of duration of upper- and lower-extremity rehabilitation sessions and walking speed on recovery of interlimb coordination in hemiplegic gait. *Phys Ther* 82:432–448
28. Langhammer B, Stanghelle JK (2000) Bobath or motor relearning programme? A comparison of two different approaches of physiotherapy in stroke rehabilitation: a randomized controlled study. *Clin Rehabil* 14:361–369
29. van der Lee JH, Wagenaar RC, Lankhorst GJ, Vogelaeer TW, Deville WL, Bouter LM (1999) Forced use of the upper extremity in chronic stroke patients: results from a single-blind randomized clinical trial. *Stroke* 30:2369–2375
30. Lincoln NB, Parry RH, Vass CD (1999) Randomized, controlled trial to evaluate increased intensity of physiotherapy treatment of arm function after stroke. *Stroke* 30:573–579
31. Lord JP, Hall K (1986) Neuromuscular reeducation versus traditional programs for stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil* 67:88–91
32. Lum PS, Burgar CG, Shor PC, Majmundar M, Van der LM (2002) Robot-assisted movement training compared with conventional therapy techniques for the rehabilitation of upper-limb motor function after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 83:952–959
33. Miltner WHR, Bauder H, Sommer M, Dettmers C, Taub E (1999) Effects of constraint-induced movement therapy on patients with chronic motor deficits after stroke. A replication. *Stroke* 30:586–592.

Kramer-Pollnow-Preis

Ansporn für die ADHS-Forschung

Der Kramer-Pollnow-Preis, Deutscher Forschungspreis für biologische Kinder- und Jugendpsychiatrie, wird künftig alle 2 Jahre für besondere wissenschaftliche Leistungen in der klinischen Forschung vergeben. Stifter des Preises ist die Firma MEDICE Arzneimittel Pütter GmbH & Co. KG, Iserlohn. Er ist mit 6.000,- EUR dotiert und soll vor allem die Aufklärung der Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung (ADHS) voranbringen. Namensgebend sind die Nervenärzte F. Kramer und H. Pollnow (beide Jahrgang 1878), die einst für die Kinderstation der Nervenklinik der Charité Berlin verantwortlich waren. Kramer und Pollnow publizierten 1932 weltweit erstmals über eine "hyperkinetische Erkrankung im Kindesalter" und schilderten die auch heute noch geltenden ADHS-Leitsymptome Hyperaktivität, Unaufmerksamkeit und Impulskontrollstörung.

Der Kramer-Pollnow-Preis wird in diesem Jahr erstmals vergeben; den Rahmen der Verleihung bildet die Jahrestagung "Biologische Kinder- und Jugendpsychiatrie" der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie Anfang Dezember 2003 in Aachen. Bewerbungen sind noch möglich bis Ende Oktober 2003: Bitte senden Sie 2–3 Originalarbeiten aus den vergangenen 3 Jahren, die Schilderung Ihres wissenschaftlichen Werdeganges, ein Literaturverzeichnis sowie eine Auflistung der Drittmittelprojekte an den Vorsitzenden des Preiskomitees:

Prof. Dr. A. Rothenberger
 Kinder- und Jugendpsychiatrie
 Universität Göttingen
 Von-Siebold-Str. 5
 37075 Göttingen

*Quelle:
 Universität Göttingen, Kinder- und
 Jugendpsychiatrie*

34. Mudie MH, Matyas TA (2000) Can simultaneous bilateral movement involve the undamaged hemisphere in reconstruction of neural networks damaged by stroke? *Disabil Rehabil* 22:23–37
35. Nudo RJ, Wise BM, SiFuentes F, Milliken GW (1996) Neural substrates for the effects of rehabilitative training on motor recovery following ischemic infarct. *Science* 272:1791–1794
36. Pascual-Leone A, Dang N, Cohen L, Brasil-Neto JP, Cammarota A, Hallett M (1995) Modulation of muscle responses evoked by transcranial magnetic stimulation during the acquisition of new fine motor skills. *J Neurophysiol* 74:1037–1045
37. Page SJ, Levine P, Sisto SA, Johnston MV (2001) Mental practice combined with physical practice for upper-limb motor deficit in subacute stroke. *Phys Ther* 81:1455–1462
38. Parry RH, Lincoln NB, Vass CD (1999) Effect of severity of arm impairment on response to additional physiotherapy early after stroke. *Clin Rehabil* 13:187–198
39. Passingham R (1997) Functional organization of the motor system. In: Frackowiak RSJ, Friston KJ, Frith CD, Dolan RJ, Mazziotta JC (eds) *Human brain function*. Academic Press, San Diego, pp 243–274
40. Platz T, Bock S, Prass K (2001). Reduced skilfulness of arm motor behaviour among motor stroke patients with good clinical recovery: Does it indicate reduced automaticity? Can it be improved by unilateral or bilateral training? A kinematic motion analysis study. *Neuropsychologia* 39:687–698
41. Platz T, Winter T, Muller N, Pinkowski C, Eickhof C, Mauritz KH (2001) Arm ability training for stroke and traumatic brain injury patients with mild arm paresis: a single-blind, randomized, controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 82:961–968
42. Powell J, Pandyan AD, Granat M, Cameron M, Stott DJ (1999) Electrical stimulation of wrist extensors in post-stroke hemiplegia. *Stroke* 30:1384–1389
43. Sackett DL, Rosenberg WMC, Gray JAM, Haynes RB, Richardson WS (1996) Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *BMJ* 312:71–72
44. Schieber MH (1999) Voluntary descending control. In: Zigmund MJ, Bloom FE, Landis SC, Roberts JL, Squire LR (eds) *Fundamental neuroscience*. Academic Press, San Diego, pp 931–949
45. Schleenbaker RE, Mainous AG, III (1993) Electromyographic biofeedback for neuromuscular reeducation in the hemiplegic stroke patient: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 74:1301–1304
46. Sonde L, Gip C, Fernaeus SE, Nilsson CG, Viitanen M (1998) 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* 30:95–99
47. Sonde L, Kalimo H, Fernaeus SE, Viitanen M (2000) Low TENS treatment on post-stroke paretic arm: a three-year follow-up. *Clin Rehabil* 14:14–19
48. Sunderland A, Tinson DJ, Bradley EL, Fletcher D, Langton HR, Wade DT (1992) Enhanced physical therapy improves recovery of arm function after stroke. A randomised controlled trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 55:530–535
49. Sunderland A, Fletcher D, Bradley EL, Tinson DJ, Langton HR, Wade DT (1994) Enhanced physical therapy for arm function after stroke: a one year follow up study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 57:856–858
50. Sterr A, Elbert T, Berthold I, Kölbl S, Rockstroh B, Taub E (2002) Longer versus shorter constraint-induced movement therapy of chronic hemiparesis: an exploratory study. *Arch Phys Med Rehabil* 83:1374–1377
51. Taub E (1994). Overcoming learned nonuse. A new approach to treatment in physical medicine. In: Carlson JG, Seifert SR, Birbaumer N (eds) *Clinical applied psychophysiology*. Plenum, New York, pp 185–220
52. Taub E, Miller NE, Novack TA et al. (1993) Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 74:347–354
53. Volpe BT, Krebs HI, Hogan N, Edelstein OL, Diels C, Aisen M (2000) A novel approach to stroke rehabilitation: robot-aided sensorimotor stimulation. *Neurology* 54:1938–1944
54. Wagenaar RC, Meijer OG, van Wieringen PC et al. (1990) The functional recovery of stroke: a comparison between neuro-developmental treatment and the Brunnstrom method. *Scand J Rehabil Med* 22:1–8
55. Wolf SL, Binder-MacLeod SA (1983) Electromyographic biofeedback applications to the hemiplegic patient. Changes in upper extremity neuromuscular and functional status. *Phys Ther* 63:1393–1403