

Evidenzbasierte Konzepte in der motorischen Rehabilitation

S. Freivogel

Hegau-Jugendwerk, Gailingen

Zusammenfassung

Ziel der physiotherapeutischen Intervention ist die Verbesserung alltagsrelevanter, selbständiger motorischer Fertigkeiten. Untersuchungen zur Wirksamkeit von Physiotherapie zeigen eine Überlegenheit von »task-orientierten«, repetitiv üben Konzepten auf. Neben den erwähnten Verfahren kann auch der Einsatz von mentalem Üben motorischer Fertigkeiten, Üben mit Biofeedback, EMG-initialisierte elektrische Muskelstimulation, rhythmisch akustische Stimulation und ein »Spiegeltraining« angezeigt sein. Die Wirksamkeit der Maßnahmen muss anhand von Funktionsskalen überprüft werden. Tonussenkende Maßnahmen machen nur vor dem Hintergrund einer Verbesserung der skeleto-muskulären Voraussetzung Sinn und sollten ebenfalls evidenzbasiert sein.

Schlüsselwörter: Physiotherapie, Behandlungsstrategien, Motorisches Lernen, Spastik

Evidence based concepts in motor rehabilitation

S. Freivogel

Abstract

The goal of physiotherapeutic interventions is to improve motor performance related to activities of daily living. Studies on the effectiveness of intervention strategies have shown that task oriented and repetitive training (»motor relearning programme«) is superior to traditional physiotherapeutic concepts. Additional techniques such as motor imagery, biofeedback training, EMG-triggered electrical stimulation, rhythmic auditory cueing or mirror training may be useful. The efficacy of the interventions has to be proven by functional scores. Interventions for lowering muscular tone in spasticity should aim at improving musculo-skeletal conditions and need to be evidence based.

Key words: physiotherapy, intervention strategies, motor relearning programme, spasticity

© Hippocampus Verlag 2004

Einleitung

Auch für die Physiotherapie wird zunehmend gefordert, dass das therapeutische Vorgehen evidenzbasiert ist. Gemeint ist damit die Integration von gegenwärtig bestmöglicher externer wissenschaftlicher Evidenz und individueller klinischer Expertise bei der Wahl des therapeutischen Vorgehens. Ziel dabei ist der optimale Einsatz personeller und ökonomischer Ressourcen zum Wohle des Patienten und nicht eine von oben verordnete »Kochbuchmedizin«.

Cochrane hat schon 1972 [6] in seinem grundlegenden Buch zur Evidenzbasierung in der Medizin gefordert, dass regelmäßig systematisierte Übersichtsarbeiten von Studien erstellt und der Praxis zugänglich gemacht werden. Der mittlerweile weltweit arbeitende »Cochrane«-Kooperationsverbund hat es sich deshalb zur Aufgabe gemacht, nach standardisierten methodologischen Regeln Studien zu beurteilen und Übersichtsarbeiten vorzubereiten und die dar-

aus gewonnenen Erkenntnisse zu verbreiten. Für die Behandlung von Patienten mit (erworbenen) zentralen Paresen steht eine entsprechende Meta-Analyse noch aus. *P. Woods Duncan* hat jedoch 1997 [49] einen systematischen Review erstellt und kam zu dem Schluss, dass diejenigen Methoden wirksamer sind, die aktive Partizipation des Patienten und zielorientiertes und repetitives Üben verlangen. Diese Schlussfolgerungen sind durch seither publizierte Arbeiten noch erhärtet worden.

Im folgenden wird insbesondere auf Studien eingegangen, die den (Wieder)-Erwerb motorisch funktioneller Fertigkeiten in Abhängigkeit von Behandlungskonzept und Intensität untersucht haben.

Studien zum therapeutischen Vorgehen

Im englischen Sprachraum werden seit längerem Studien zum (Wieder)-Erwerb motorisch funktioneller Fertigkeiten

bei zentral motorisch bedingten Defiziten durchgeführt. Die erste Studie wurde 1970 von *Stern* und Mitarbeitern [40] publiziert. Es folgten Arbeiten von *Logigian et al.* (1983) [28] und *Dickstein et al.* (1986) [10]. Verglichen wurde in allen Studien die Wirksamkeit »neurophysiologischer Behandlungsmethoden« (überwiegend Bobath [2] und PNF [21] sowie auch die im englischen Sprachraum eingesetzten Verfahren nach *Rood* und *Brunnström* [3]) mit einem unspezifischen funktionellen Training. Die Arbeiten – es handelt sich dabei um randomisierte, kontrollierte Studien – belegen grundsätzlich alle Verbesserungen der funktionell motorischen Fertigkeiten durch Physiotherapie. In keiner Studie konnte jedoch eine Überlegenheit der »neurophysiologischen Behandlungsmethoden« gezeigt werden. An diesen Studien wurde zum Teil methodische Kritik geübt. Festzuhalten ist jedoch, dass die Studien jeweils unterschiedliche Aspekte motorischer Fertigkeiten untersucht haben und dennoch zu dem immer gleichen Ergebnis kamen, dass zwar durch Physiotherapie motorische Verbesserungen erzielt werden, die Verbesserung beim Einsatz neurophysiologischer Behandlungsmethoden aber nicht größer ist. Neuere Arbeiten mit einem »multiple Baseline-Design« haben den Lernzuwachs einzelner Patienten bei repetitivem, aufgabenspezifischen Üben mit demjenigen bei der Behandlung nach der Bobath-Methode verglichen. *Bütefisch* hat 1995 [4] eine Untersuchung zur Handmotorik vorgelegt und konnte zeigen, dass der Zuwachs an motorischen Fertigkeiten in den Phasen, in denen repetitiv Hand- und Fingerflexoren und -extensoren trainiert wurden, signifikant größer war als in den Phasen, in denen die Patienten nach dem Bobath-Prinzip behandelt wurden. *Hesse* hat 1995 [19] eine »multiple Baseline-Studie« zur Gehfähigkeit publiziert. In der Phase A bestand die Therapie aus Laufband-Training, in Phase B aus Bobath-Therapie. Angeschlossen wurde eine zweite A Phase, in der wieder Laufband-Therapie durchgeführt wurde. Außerdem erhielt die Hälfte der Patienten in den A Phasen noch zusätzlich Elektrostimulation. Die Gehfähigkeit verbesserte sich in der A Phase deutlich, blieb in der B Phase gleich und verbesserte sich in der abschließenden A Phase nochmals. Die zusätzliche Elektrostimulation während des Laufbandtrainings führte zu keiner weiteren Verbesserung [18].

Wir selbst haben mit einer »multiple Baseline-Studie« die Wirksamkeit von lerntheoretisch orientiertem Handfunktionstraining mit Behandlungsphasen verglichen, in denen eine an der Bobath-Methode orientierte Therapie stattfand. Auch hier zeigte sich, dass während der Handfunktionstrainingsphase der Lernzuwachs und auch der Alltagsgebrauch signifikant größer waren als während der Phase, in der die Therapie nach den Grundlagen der Bobath-Therapie stattfand [44].

Langhammer und *Stanghelle* legten im Jahre 2000 [24] eine randomisierte, kontrollierte Studie vor, in der die eine Gruppe von Patienten Physiotherapie nach der Bobath-Methode, die andere nach den Grundlagen des »Motor-Relearning-Programm« (*Carr* und *Shepherd* [5]), einem »task-orientierten« Behandlungsansatz, erhielt. Sie teilten dabei die

Patienten, die mit einem ersten Schlaganfall in die Akutklinik eingeliefert wurden, zufällig in zwei Gruppen ein. In bezug auf die motorischen Defizite, Alter, Geschlecht und die betroffene Seite waren die beiden Gruppen nicht unterschiedlich. Resultat dieser Studie war, dass die Patienten der »task-orientierten« Behandlungsgruppe bei der Entlassung in den motorischen Leistungen signifikant besser waren als die der Bobath-Gruppe. Die Zeit bis zur Entlassung war in dieser Gruppe deutlich kürzer als in der Bobath-Gruppe. Mit anderen Worten konnte damit gezeigt werden, dass es neuere therapeutische Verfahren gibt, die wirksamer sind als die bisherigen – und zwar mit einer Studie, deren Design dem sogenannten »Goldstandard« der Evidenzbasierung entspricht und die auch methodisch überzeugt.

Studien zur Therapie-Intensität

Neben der Frage nach dem Therapieverfahren interessiert, ob bei physiotherapeutischen Maßnahmen so etwas wie eine Dosis/Wirkungs-Beziehung besteht. Studien von *Sunderland* [45], *Feys* [11], *Sterr* [42] und anderen [22] geben Hinweise auf diese Annahme, in anderen Studien [27] wird diese Annahme nicht bestätigt. *Kwakkel* [23] hat mit einer Meta-Analyse der vorliegenden Studien (von insgesamt 1.051 Patienten) einen kleinen, aber statistisch signifikanten Intensitätseffekt zeigen können, und zwar in bezug auf neuromuskuläre, funktionelle und alltagsbezogene Parameter.

Bemerkenswert in bezug auf die Therapieintensität ist eine an 282 Patienten durchgeführte randomisierte, kontrollierte Studie des Nottingham-City-Hospitals [27]. Die Patienten wurden nach den Grundlagen des Bobath-Konzepts behandelt. Eine Gruppe erhielt das normale zeitliche Therapieangebot. Die zweite Gruppe wurde zusätzlich zwei Stunden/Woche von einer ausgewiesenen Bobath-Spezialistin behandelt. Die dritte Gruppe erhielt ebenfalls zusätzlich zwei Stunden/Woche, aber diesmal von einem Physiotherapie-Assistenten. Die untersuchten Patienten zeigten keinen Gewinn durch das zusätzliche zeitliche Therapieangebot. Interessanterweise war die von Bobath Spezialisten behandelte Gruppe der von Physiotherapie-Assistenten behandelten Gruppe nicht überlegen. Bei den leichter betroffenen Patienten zeigte die Gruppe der Physiotherapie-Assistenten im Gegenteil tendenziell bessere Resultate. Die Autoren führen dies auf den Therapieinhalt zurück, da in dieser Gruppe das zielorientierte und repetitive Üben von Bewegungen und funktionellen Fertigkeiten betont wurde [35].

Motorisches Lernen

»Motorisches Lernen ist die Summe von Prozessen, die durch Übung oder Erfahrung zu relativ stabilen neuronalen Veränderungen und als Folge davon zu geschickten motorischen Handlungen auch unter wechselnden Kontextbedingungen führt.« [39]

Physiotherapie bei zentralmotorischen Beeinträchtigungen muss davon ausgehen, dass Rehabilitation als motorischer

Lernprozess verstanden wird. Jeder motorischen Handlung gehen zunächst eine Motivation zu einer Aktivität (= Handlungsantrieb), die Analyse der gegebenen Bedingungen, ein Handlungsplan und ein entsprechender Bewegungsentwurf (= Bewegungsprogramm) voraus. Dieser Bewegungsentwurf wird von kortikalen und subkortikalen motorischen Strukturen an das Rückenmark geleitet und schließlich durch den Muskel ausgeführt. Parallel zum ausgeführten Bewegungsprogramm wird eine Efferenzkopie angelegt und mit der Afferenz, die bei der erfolgreichen/nicht erfolgreichen Ausführung der Bewegung ans ZNS zurückgemeldet wird, verglichen. Das Bewegungsprogramm wird dementsprechend modifiziert und durch die Wiederholung optimiert.

Aus diesen Gegebenheiten lassen sich zentrale Vorgaben zum therapeutischen Vorgehen ableiten. Ein wichtiger Faktor beim Bewegungslernen ist die Motivation. Es ist deshalb sinnvoll, vorrangig die Funktionen zu üben, für die von Seiten des Patienten eine große Bereitschaft besteht. In der Regel ist diese für elementare, konkrete motorische Fertigkeiten wie Stehen und Gehen und z. B. Essen oder Trinken deutlich größer als für relativ abstrakte Forderungen wie z. B. Belastungssymmetrie oder Bewegungsqualität. Nur durch die Wiederholung und die Rückmeldung darüber, ob ein Bewegungsziel erreicht worden ist oder nicht, kann ein Bewegungsprogramm optimiert werden. Aus diesem Grunde kommt der Repetition und der selbständigen, aktiven Bewegungsausführung eine zentrale Bedeutung beim Bewegungslernen zu.

Im motorischen Lernprozess werden verschiedene Stadien unterschieden. Die Phasen werden von den verschiedenen Autoren unterschiedlich bezeichnet, meinen inhaltlich aber dasselbe. Am weitesten verbreitet ist die Einteilung nach *Fitts* und *Posner* [13], die die Lernstadien wie folgt einteilen:

- eine *kognitive* Phase, in der die externe therapeutische Information auf die wichtigsten Aspekte beschränkt und wenig variiert werden sollte,
- eine *assoziative* Phase, in der vorsichtig variiierend geübt werden sollte, und
- eine *autonome* Phase, die im Lernprozess am längsten dauert und in der variiierend und mit steigendem Schwierigkeitsgrad geübt werden sollte.

Funktionsweise ZNS/Erkenntnisfortschritt Neurowissenschaften

Theoretische Annahme moderner Neurowissenschaft ist eine modular-heterarchische Organisation des ZNS. Ausgegangen wird dabei von einer Vielzahl neuronaler Strukturen, die in ihrer Gesamtheit für Planung, Initiierung, Ausführung und Korrektur einer Bewegung verantwortlich sind und denen eine dynamische Interaktion und zum Teil auch Substitution möglich ist [8]. Das ZNS wird als selbstorganisierendes, problemlösendes und lernendes System betrachtet, das in der Lage ist, Bewegungsabläufe auf ein Ziel hin zu organisieren und zu optimieren [17, 32]. Diese

Annahme steht im Gegensatz zu der alten reflex-hierarchischen Konzeption, bei der die Funktion des ZNS auf eine Input-Output Leistung reduziert wurde und die den theoretischen Hintergrund der traditionellen Fazilitations-Inhibitionskonzepte (=neurophysiologische Behandlungskonzepte) bildet.

Das ZNS ist nicht einfach ein passives Organ der Reizaufnahme, sondern wählt sich aus dem Angebot der Afferenzen diejenigen aus, die unter den gegebenen Bedingungen am geeignetsten sind, einen Bewegungsablauf zu optimieren. Afferente Information zur Bewegungsplanung (= feedforward) und zur Rückmeldung über den Bewegungsablauf (= feedback) sowie darüber, ob ein Bewegungsziel erreicht worden ist, wird sowohl somato-sensibel, visuell, vestibulär und zum Teil auch akustisch vermittelt. Welches Sinnessystem vorrangig ist, hängt sowohl vom Entwicklungsalter als auch von der Lernstufe und von der Spezifität der Aufgabe ab. Die Bedeutung der Afferenzen liegt darin, motorische Handlungen an die Gegebenheiten der Umgebung anzupassen, ohne dabei bewusst wahrgenommen zu werden.

Grundsätzlich sehr viel bedeutender als in der Regel von Physiotherapeuten angenommen ist die Rolle der visuellen Afferenzen. So haben z. B. *Lee* und *Lishmann* [25] gezeigt, dass sich beim stehenden Individuum die vertikale Ausrichtung der Körpersegmente ändert, wenn der Raumhintergrund gekippt wird, und haben damit belegt, dass die visuelle Information die vestibuläre und somato-sensible unterdrücken kann. Die visuelle Afferenz spielt auch eine zentrale Rolle bei der Bewegungsplanung sowohl außerhalb wie auch innerhalb des Greifraums.

Moderne therapeutische Konzeptionen

Therapeutischer Ansatz moderner Konzepte ist es folglich nicht mehr, durch entsprechende therapeutische Griffe den richtigen sensiblen Input zu geben, sondern die richtigen Aufgaben zu stellen, die eine motorische (Problemlöse-) Strategie provozieren, die Aufgaben wiederholt zu üben und den Schwierigkeitsgrad kontinuierlich zu steigern [15, 38]. Der Bewegungsablauf muss vom Patienten selbständig entwickelt und aktiv durchgeführt werden (»hands-off«-Konzeption). Die motorische Problemlösestrategie kann das Erlernen des normalen Bewegungsablaufs sein, kann aber auch Kompensation bedeuten. Eine individuelle Bewegungsstrategie (z. B. Zirkumduktion), die das jeweilige Bewegungsziel erreicht, wird nicht als pathologisches Bewegungsmuster betrachtet, sondern grundsätzlich positiv als adaptive Leistung des ZNS bewertet, eine funktionelle Anforderung auch unter veränderten zentral-nervösen Bedingungen zu bewältigen. Überprüft werden muss jedoch, ob durch die Optimierung der skeleto-muskulären Bedingungen oder durch den Einsatz von Hilfsmitteln (Orthesen, Schienen etc.) ein funktionelles Ziel auf ökonomischere Weise erreicht werden kann. Tonusreduzierende Maßnahmen müssen ebenfalls mit dem Ziel der Optimierung der skeleto-muskulären Bedingungen eingesetzt werden und in erster Linie evidenzbasierte Techniken beinhalten. Ein

Behandlungsverlauf muss anhand von objektiven, validen Funktionstests (z. B. Rivermead [26], MFAS [14]) erfasst und dokumentiert werden.

»Task«-Orientierung

Der Leitsatz: »Man lernt nur, was man macht, und kann eine Funktion nur verbessern, wenn man sie übt«, der als Motto einer modernen therapeutischen Konzeption verstanden werden kann, meint auch, dass jeweils eben nur das erlernt wird, was gerade geübt wird, und nicht von einer Generalisierung motorischer Leistungen ausgegangen werden kann. Grundkategorien motorischer Leistungen sind [16]:

- Posturale Kontrolle = Bewahren des Körperschwerpunktes über der Unterstützungsfläche (posturale Stabilität) und Beibehalten der korrekten Relation der Körpersegmente/Alignment (posturale Orientierung)
- Lokomotion = Transport des Körperschwerpunktes im Raum
- Greifen und Manipulation = Ergreifen und Hantieren mit Objekten sowie
- Sprech- und Schluckmotorik

Die verschiedenen Grundkategorien sind bei motorischen Handlungen vermischt, sind neuronal aber unterschiedlich organisiert und verlangen ein – unter den oben skizzierten Prämissen – in Einzelheiten unterschiedliches Vorgehen. So scheint das Zerlegen von Hand- und Armbewegungen in Einzelaspekte für Greifen und Manipulations-Aktivitäten erfolgreich. Während im Gegensatz dazu isoliertes Üben von Teilbewegungen der Lokomotion wie z. B. der Fußhebung zwar diese Bewegung verbessert, sich aber nicht in einer verbesserten Gehfähigkeit niederschlägt [37].

Posturale Kontrolle

Zur Haltungsbewahrung muss das Schwerelot in die Unterstützungsfläche fallen oder unter dynamischen Bedingungen über der antizipierten Unterstützungsfläche sein. Zu einer Verbesserung der posturalen Kontrolle kommt es nur, wie Arbeiten von *Hirschfeld* [20] zeigen, wenn die Schwerpunktstabilisation durch den Patienten selbst erfolgt, er also nicht durch den Therapeuten gestützt oder geführt wird. Wird ein Patient durch einen Therapeuten gehalten, sind hinsichtlich der Unterstützungsfläche, und damit auch in bezug auf die muskuläre Aktivierung, völlig andere Bedingungen gegeben als bei der selbständigen aktiven Stabilisation durch den Patienten. Geübt wird mit steigendem Schwierigkeitsgrad. Steigender Schwierigkeitsgrad bedeutet Verkleinerung und Bewegen der Unterstützungsfläche sowie Integration von Bewegungsimpulsen der Extremitäten und des Kopfes. Eine gute Möglichkeit zum Üben der posturalen Kontrolle stellen bewegliche Unterstützungsflächen (Wippen, Schaumstoffunterlagen etc.) dar, die sowohl im Sitzen, im Stehen als auch beim Gehen eingesetzt werden können [15].

Lokomotion

Beim Gehen ist der Transfer von der Therapiesituation in den Alltag zum Teil erschreckend gering. So verlassen nach *Skilbeck* und *Wade* [40] nur 16% der als gehfähig entlassenen Patienten im Alltag tatsächlich das Haus. Ursache dafür ist, dass das Gehen zu wenig, in einer artifiziellen Situation und mit zu wenig Kontext-Variationen geübt wird. Angenommen wird, dass zentrale Bewegungsgeneratoren (Central Pattern Generators), die in Hirnstamm und Rückenmark vermutet werden, in der Lage sind, in zeitlich korrekter Reihenfolge alternierend Muskeln der Stand- und Spielbeinphasen zu aktivieren und dadurch die Lokomotion zu gewährleisten. Therapeutisch umgesetzt wird die Annahme der zentralen Bewegungsgeneratoren durch das Laufbandtraining. In der Tat zeigen hemiparetische Patienten beim Gehen auf dem Laufband, unter Abnahme der Körperschwere durch einen Fallschirmgurt, ein zeitlich korrektes Aktivierungsmuster der jeweiligen Stand- und Spielbeinmuskulatur. Gezeigt werden konnte, dass durch Laufbandtraining die Gehfähigkeit schneller erreicht wird [19] und dass es damit gelingt, die Ganggeschwindigkeit zu steigern [36]. Laufbandtraining ist repetitives Üben von Stand- und Spielbeinphase, schwierigkeitsteigernd sind Reduktion der Gewichtsabnahme, Erhöhung der Geschwindigkeit oder das gleichzeitige Bewältigen kognitiver Aufgaben. Nach den Erkenntnissen zum motorischen Lernen ist für den Erwerb motorischer Fertigkeiten das Üben unter konstanten Umgebungsbedingungen von Vorteil und damit eben das Laufbandtraining ideal. Für den Transfer in den Alltag braucht es zusätzlich ein Üben des Gehens unter wechselnden Umgebungsbedingungen (visueller, akustischer Hintergrund, unterschiedliche Bodenbeschaffenheit) und bei ausreichender Geschwindigkeit. Ziel der Therapie muss sein, dass das Gehen weitgehend automatisiert, d. h. ohne wesentliche kognitive Kontrolle, möglich wird und dadurch bei Zusatzanforderungen im Alltag, wie sie z. B. der Straßenverkehr darstellt, weniger störrisch ist.

Greifen und Manipulation

Bütefisch und Mitarbeiter haben in der oben erwähnten 1995 [4] publizierten Studie gezeigt, dass sich durch repetitives Training der Hand- und Fingerflexoren und -extensoren von zweimal täglich 15 Minuten bei Patienten mit mittleren bis schweren Paresen die Kraft und die Kontraktionsgeschwindigkeit der geübten Muskeln deutlich verbesserten. Den Wert des repetitiven Übens belegen ebenfalls die Studien von *Taub* und anderen zur constraint-induced-movement-Therapie [9, 31, 46, 47, 48]. Während die Wirksamkeit des Taub-Trainings unbestritten ist, ist die Praktikabilität in einem Rehabilitations-Setting aufgrund der Zeitvorgaben und der Einschränkung der Selbsthilfe-Aktivitäten durch die Restriktion des nicht betroffenen Arms immer wieder in Frage gestellt. Deshalb haben wir mit einer multiple-baseline-Studie untersucht, ob ein lerntherapeutisch orientiertes Üben von Greif- und Manipulations-

Fertigkeiten auch bei einer kürzeren Zeitdauer und ohne Restriktion des nicht betroffenen Arms wirksam ist. Die Patienten erhielten während einer drei Wochen dauernden ersten Phase 5x wöchentlich 90 Minuten ergotherapeutische Behandlung auf der Grundlage des Bobath-Konzeptes, während der folgenden drei Wochen ein Handfunktionstraining der gleichen Zeitdauer. Kernstück dabei war ein verhaltenstherapeutisch und aufgabenorientiertes Üben von Greif- und Manipulations-Fertigkeiten der betroffenen oberen Extremität. Geübt wurde zielorientiert und repetitiv an Objekten und unter Zeitmessung. Bei Auftreten von Tonus erhöhungen wurde das Üben jeweils kurz unterbrochen und die Muskeln durch entsprechende Muskeldehnungen dekontrahiert. Das Handfunktionstraining erwies sich in allen erhobenen Parametern als der konventionellen ergotherapeutischen Behandlung überlegen [44].

Häufig wird die Befürchtung geäußert, dass es durch diese Therapieform zu einer Steigerung der Spastik kommt. Um dies zu untersuchen, werteten wir bei 29 Patienten die Ashworth-Werte [1] vor und nach dem Handfunktionstraining aus. Aus den erhobenen Ashworth-Werten für Schulter-, Ellbogen-, Handgelenk- und Finger Muskulatur wurde die Differenz zwischen prä- und post-Werten berechnet. 4 der Patienten zeigten eine leichte Erhöhung, 21 jedoch eine deutliche Reduktion und 4 Patienten keine Veränderung der Ashworth-Werte. Mit anderen Worten: Eine Erhöhung der Spastik ist durch Handfunktionstraining nicht zu befürchten, im Gegenteil ist eher eine Reduktion anzunehmen [43].

Optimieren der skeleto-muskulären Voraussetzungen

Durch spastische Paresen kommt es zu muskulären Verkürzungen und außerdem im Laufe der Zeit zu Veränderungen der passiv-mechanischen Eigenschaften eines Muskels. Muskuläre Verkürzungen stellen für die Aktivität des jeweiligen Antagonisten einen mechanisch zu definierenden Widerstand dar [34]. Welche Maßnahmen Spastik senken und damit zu einer Verlängerung der entsprechenden Muskulatur führen, ist gut untersucht und belegt. Abgeleitet werden darf daraus allerdings nicht, dass sich dadurch direkt auch die selbständige motorische Aktivität verbessert, sondern nur, dass dadurch die skeleto-muskulären Bedingungen und damit eine Voraussetzung für das »task-orientierte« Üben optimiert werden. Spastiksenkend wirken:

- zirkuläre Gipse [7]
- langsame Muskeldehnungen, Dehnen unter Gewichtsbelastung (Stützen/Stehen) [33]
- Lagerungsschienen
- Reziprokes Bewegen, speziell z. B. Fahrrad-Bewegungstrainer [11]
- Wärme- und länger dauernde Kälteanwendungen [30]
- Elektrostimulation des Antagonisten
- (medikamentöse, chirurgische Intervention)

Ist aufgrund von Paresen eine aktive Stabilisierung von Gelenkstellungen nicht möglich, müssen zur Verbesserung

funktioneller Fähigkeiten entsprechende Orthesen (Innenschuhe, Schienen) und bei Bedarf entsprechende Gehhilfen eingesetzt werden.

Literatur

1. Ashworth B: Preliminary trial of carisoprodol in multiple sclerosis. *Practitioner* 1964; 192: 540-542
2. Bobath B: Die Hemiplegie Erwachsener. Thieme Verlag, Stuttgart 1980
3. Brunnstrom S: Movement therapy in hemiplegia. Harper & Row, New York 1970
4. Bütefisch 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: 59-68
5. Carr JH, Shepherd RB: Movement Science: Foundations for physical therapy in rehabilitation. Aspen Publishers, Rockville, Maryland 1987
6. Cochrane AI: Effectiveness and Efficiency. Random reflections on Health Services. Nuffield Provincial Hospitals Trust, London 1972
7. Corry IS, Cosgrove AP, Duffy CM, McNeill S, Taylor TC, Graham HK: Botulinum toxin A compared with stretching casts in the treatment of spastic equines: a randomised prospective trial. *J Pediatr Orthop* 1998; 18: 304-311
8. Dettmers C, Stephan KM, Rijntjes M, Fink GR: Reorganisation des motorischen Systems nach zentraler oder peripherer Schädigung. *Neurol Rehabil* 1996; 2: 137-148
9. Dettmers Ch, Teske U, Freivogel S, Hamzei F, Weiller C: Lektionen aus dem Taub-Training (Bewegungsinduktionstherapie): Implikationen für die moderne Rehabilitation. In: Ch. Dettmers, C. Weiller (Hrsg.): Update Neurologische Rehabilitation, Hippocampus Verlag, Bad Honnef 2005
10. Dickstein R, Hocherman S, Pillar T, Shaham R: Stroke Rehabilitation: Three exercise therapy approaches. *Physical Therapy* 1986; 66: 1233-1238
11. Durner J: Reduktion der Spastik durch Bewegungstrainer. *Neurol Rehabil* 2001; 7 (2): 68-70
12. Feys HM, De Weerd WJ, Selz BE: Effect of a therapeutic intervention for the hemiplegic upper limb in the acute phase after stroke. *Stroke* 1998; 29: 785-92
13. Fitts PM, Posner MI: Human performance. Belmont, CA: Brooks-Cole 1967
14. Freivogel S, Piorreck S: Motor function assessment scale. In: Doll-Tepper G, Dahms C, Doll B, von Selzam H (Hrsg): Adapted physical activity. Springer-Verlag, Berlin 1990, 407-411
15. Freivogel S: Motorische Rehabilitation nach Schädelhirntrauma. Pflaum-Verlag, München 1997
16. Fries W, Freivogel S, Beck B: Rehabilitation von Störungen der Willkürmotorik. In: Frommelt P, Grötzbach H (Hrsg): Neurorehabilitation. Blackwell-Wissenschaftsverlag, Berlin 1999, 149-183
17. Graziano M, Taylor C, Moore T: Complex Movements evoked by microstimulation of precentral cortex. *Neuron* 2002; 34: 841-851
18. Hesse S, Malezic M, Schaffrin A, Mauritz KH: Restoration of gait by combined treadmill training and multichannel electrical stimulation in non-ambulatory hemiparetic patients. *Scand J Rehab Med* 1995; 27: 199-204
19. Hesse S, Bertelt C, Schaffrin A, Malezic M, Mauritz KH: Treadmill training with partial body weight support as compared to physiotherapy in non-ambulatory hemiparetic patients. *Stroke* 1995; 26: 976-981
20. Hirschfeld H: Postural control: Acquisition and integration during development. In: Forssberg H, Hirschfeld H (eds): Movements in children. *Med Sport Sci* 1992; 36: 199-208
21. Knott M, Voss DE: Proprioceptive neuromuscular facilitation. Harper & Row, New York 1968
22. Kwakkel G, Wagenaar RC, Twisk JW, Lankhorst GJ, Koetsier JC: Intensity of leg and arm training after primary middle-cerebral-artery stroke: a randomised trial. *Lancet* 1999; 354: 191-196
23. Kwakkel G: Effects of intensity of rehabilitation after stroke: A research synthesis. *Stroke* 1997; 28 (8): 1550-1560
24. Langhammer B, Stanghelle JK: Bobath or motor relearning programme? A comparison of two different approaches of physiotherapy in stroke rehabilitation: a randomized controlled study. *Clin Rehabil* 2000; 14: 361-369

25. Lee DN, Lishman JR: Visual proprioceptive control of stance. *J Hum Movement Stud* 1975; 1: 87-95
26. Lincoln N, Leadbitter D: Assessment of motor function in stroke patients. *Physiotherapy* 1979; 65: 48-51
27. Lincoln N, Parry R, Vass CD: Randomized, controlled trial to evaluate increased intensity of physiotherapy treatment after stroke. *Stroke* 1999; 30: 573-579
28. Logigian MK, Samuels MA, Falconer J, Zagar R: Clinical exercise trial for stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1983; 64: 364-367
29. Majsak MJ: Application of motor learning principles to the stroke population. *Topics in Stroke Rehabilitation* 1996; 3 (2): 27-59
30. Migletta OE: Action of cold in spasticity. *Am J Phys Med* 1973; 52: 198-206
31. Miltner WH, Bauder H, Sommer M, Dettmers C, Taub E: Effects of constraint-induced movement therapy on patients with chronic motor deficits after stroke: a replication. *Stroke* 1999; 30: 586-592
32. Mulder T: Current ideas on motor control and learning: implications for therapy. In: Illis, LS (eds): *Spinal Cord Dysfunction, Vol. II, Intervention and Treatment*, Oxford University Press, Oxford 1992
33. Odéen I, Knuttson E: Evaluation of the effect of muscle stretch and weight load in patients with spastic paraplegia. *Scand J Rehab Med* 1961; 13: 117-121
34. Odwyer NJ, Ada L, Neilson PD: Spasticity and muscle contracture following stroke. *Brain* 1996; 119: 1737-1749
35. Parry R, Lincoln N, Vass CD: Effect on severity of arm impairment on response to additional physiotherapy early after stroke. *Clinical Rehabilitation* 1999; 13: 187-198
36. Pohl M, Mehrholz J, Ritschel C, Ruckriem S: Speed-dependent treadmill training in ambulatory hemiparetic stroke patients. *Stroke* 2002; 33: 553-558
37. Richards CL, Malouin F, Dumas F: Effects of a single session of prolonged plantarflexor stretch on muscle activation during gait. *Scand J Rehabil Med* 1991; 23: 103-111
38. Schmidt RA: *Motor control and learning: A behavioral emphasis*. Human Kinetics Champaign, Illinois 1988
39. Shumway-Cook A, Woollacott M: *Motor Control*. Williams & Wilkins, Baltimore 1995
40. Skilbeck CE, Wade DT, Hewer RL, Wood VA: Recovery after stroke. *J Neurol Neurosurg Psych* 1983; 46: 5-8
41. Stern PH, McDowell F, Miller FM, Robinson M: Effects of facilitation exercise techniques in stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil* 1970; 51: 526-531
42. Sterr A, Elbert T, Berthold I, Kölbl S, Rockstroh B, Taub E: longer vs. shorter daily constraint induced movement therapy of chronic hemiparesis. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 1374-1377
43. Sterr A, Freivogel S: Intensive training in chronic upper-limb hemiparesis does not increase spasticity or synergies. *Neurology* (in press)
44. Sterr A, Freivogel S: Motor-improvement following intensive training in low-functioning chronic hemiparesis. *Neurology* 2003; 61: 842-844
45. Sunderland A, Tinson DJ, Bradley EL, Fletcher D, Langton Hewer R, Wade DT: Enhanced physical therapy improves recovery of arm function after stroke. A randomised controlled trial. *J Neurol Neurosurg Psychiat* 1992; 55: 530-535
46. Taub E, Miller NE, Novack TA, Cook EW, Fleming WC, Nepomuceno CS, Connell JS, Crago JE: Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74: 347-354
47. Taub E, Uswatte G, Elbert T: New treatments in neurorehabilitation founded on basic research. *Nature Reviews Neuroscience* 2002; 3: 228-236
48. Wolf SL, Lecraw DE, Barton LA, Jann BB: Forced use of hemiplegic upper extremities to reverse the effect of learned nonuse among chronic stroke and head-injured patients. *Experimental Neurology* 1989; 104: 125-132
49. Woods Duncan P: Synthesis of intervention trials to improve motor recovery following stroke. *Topics in Stroke Rehabilitation* 1997; 3: 1-20

Korrespondenzadresse

Susanna Freivogel
Hegau-Jugendwerk GmbH
Neurologisches Krankenhaus für Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene
D-78262 Gailingen
e-mail: freivogel@hegau-jugendwerk.de