

Rehabilitation von sensomotorischen Störungen

Was gibt es Neues?

- Die Therapie mit forciertem Gebrauch („ forced use“) ist heute das am besten untersuchte Verfahren der motorischen Rehabilitation. Die Therapie ist der konventionellen Physiotherapie in Bezug auf die Rückbildung motorischer Ausfälle überlegen (↑↑).
- Gehtraining mit einem elektromechanischen Gangtrainer ist bei noch rollstuhlpflichtigen Patienten für die Wiederherstellung der Gehfähigkeit der konventionellen Physiotherapie überlegen (↑↑). Bei gehfähigen hemiparetischen Patienten verbessert ein Laufbandtraining die Gehgeschwindigkeit und Ausdauer (↑↑).
- Ergotherapeutisches Verkehrstraining verbessert die Mobilität im außerhäuslichen Alltag (↑).

Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick

- Der forcierte Gebrauch (constraint-induced movement therapy) ist bei Schlaganfall-Patienten in der chronischen Phase, die eine motorische Teilfunktion des paretischen Armes aufweisen, wirksam (**A**) und konventionellen Physiotherapieverfahren überlegen (**B**).
- Die elektrische Stimulation der Unterarmextensoren verbessert die Handgelenkextension (**A**).
- Repetitive, aufgabenspezifische aktive Übungen sind einem unspezifischen Training überlegen (**B**).
- Mentales Training kann die Durchführung motorischer Aufgaben verbessern (**C**).
- Akupunktur ist in der Rehabilitation nach Schlaganfall unwirksam (**A**).
- Gehtraining mit einem elektromechanischen Gangtrainer ist für nicht gehfähige chronisch hemiparetische Patienten einer konventionellen Behandlung bezüglich der Verbesserung der Gehfähigkeit überlegen (**A**). Für bereits selbständig gehfähige Patienten eignet sich das Laufbandtraining, um die Ganggeschwindigkeit und die Ausdauer zu steigern (**B**).
- Therapieziele sollten immer auf Funktions-, Aktivitäten- und Teilhabe-Ebene beschrieben werden (**C**).
- Maßnahmen zur Verbesserung der Gehfähigkeit sollten durch ergotherapeutisches Verkehrstraining ergänzt werden, um Mobilität im außerhäuslichen Alltag zu gewährleisten (**B**).

Einführung

Die Behandlung von sensiblen und motorischen Funktionsstörungen steht im Mittelpunkt nahezu jeder neurologischen Rehabilitation. Rehabilitation von sensomotorischen Störungen bedeutet aber nicht nur, durch geeignete Rehabilitationstechniken auf physiologische Prozesse Einfluss zu nehmen, sondern auch psychische und soziale Auswirkungen therapeutisch zu berücksichtigen. Die

sensomotorische Rehabilitation ist daher nicht nur eine isolierte Anwendung von Einzeltechniken, sondern immer eine interdisziplinäre und teamintegrierte Behandlung, die auch eine erfolgreiche Bewältigung der Krankheitsfolgen und die Partizipation zum Ziel hat. Diese Leitlinie fasst die aktuellen Forschungsergebnisse auf diesem Gebiet zusammen und gibt evidenzbasierte Empfehlungen für übungstherapeutische, apparative und medikamentöse Verfahren.

Plastizität im sensomotorischen System

Unter „Plastizität“ im neurowissenschaftlichen Sinne versteht man die Fähigkeit des Zentralnervensystems (ZNS) zur Anpassung an veränderte Umgebungsbedingungen. Für die Rehabilitation bedeutsam sind zwei unterschiedliche Formen der Neuroplastizität: die Anpassungsvorgänge nach Erkrankungen oder Verletzungen, also die sog. **läsionsinduzierte Plastizität**, und die durch Therapien und Training hervorgerufenen **trainingsinduzierte Plastizität**. Die plastische Modulation im ZNS konnte tierexperimentell und beim Menschen mit ZNS-Schäden vielfach nachgewiesen werden (Krakauer 2006).

Die trainingsinduzierte Plastizität kann auch als gebrauchabhängige Plastizität betrachtet werden. Der Mehrgebrauch einer Extremität oder bestimmter Muskelgruppen führt zu einer Vergrößerung der kortikalen Repräsentation und ist in der Regel auch mit einer Funktionsverbesserung assoziiert (Sterr 2004). Umgekehrt kann auch der verminderte Gebrauch zu einer Abnahme der Repräsentation im Gehirn führen. Nach einer Hirnschädigung greifen läsionsinduzierte sowie trainings- und gebrauchinduzierte Plastizität ineinander. Auf kortikaler und subkortikaler Ebene können zahlreiche Reorganisationsvorgänge beobachtet werden (Romero et al. 2006). Der Untergang von Nervenzellen führt zu einer Zunahme der Exzitabilität in der Umgebung der Läsion, bei großen Läsionen auch in homologen Arealen der kontralateralen, nicht läsionierten Hemisphäre. Gleichzeitig ist das Gehirn in der Lage, verlorene Funktionen durch eine bessere Nutzung von intakt gebliebenen Strukturen (wenigstens teilweise) zu kompensieren (Liepert et al. 2000). Auf zellulärer Ebene sind ebenfalls vielfältige, plastizitätsvermittelnde Mechanismen bekannt. Dazu gehören Dendritenwachstum, Stärkung schon bestehender synaptischer Verbindungen, Auslösung von Langzeit-Potenzierung und axonale Aussprossungen.

Es wird angenommen, dass die Optimierung plastischer Modulierbarkeit ein wichtiger Bestandteil einer erfolgreichen Rehabilitation ist. Insbesondere für Schlaganfallpatienten existiert inzwischen eine Reihe von Studien, die unterschiedliche Aspekte von Plastizität darstellen (Rijntjes 2006). Positronenemissionstomographische (PET) Studien bei Schlaganfallpatienten mit guter Rückbildung konnten zeigen, dass vermehrte Aktivierungen in der ipsilateralen (nicht geschädigten) Hemisphäre und eine Vergrößerung des Handareals in der betroffenen Hemisphäre auftraten. Ähnliche Befunde wurden später auch mittels funktioneller Kernspintomographie (fMRT) erhoben. fMRT-Verlaufsuntersuchungen nach Schlaganfall zeigten, dass aktive Bewegungen der paretischen Hand in der Frühphase zu ausgedehnten fMRT-Aktivierungen auch nicht primär-motorischer Areale führten und der weitere Verlauf mit der klinischen Entwicklung korrelierte: Patienten mit guter klinischer

Besserung zeigten eine Reduktion der fMRT-Aktivierungen, bei Patienten mit geringer oder fehlender Besserung blieben die verstärkten fMRT-Aktivierungen bestehen. Eine bilaterale Aktivierung des sensomotorischen Kortex im fMRT korrelierte mit einer schlechteren Rückbildung (Ward u. Frackowiak 2006).

Bei Patienten im chronischen Stadium der Erkrankung wurde mit transkranieller Magnetstimulation (TMS) nachgewiesen, dass es eine trainingsinduzierte Plastizität gibt, deren Ausmaß mit der klinischen Verbesserung korrelierte (Liepert et al. 2006). Durch TMS können auch „virtuelle Läsionen“ gesetzt werden: Die Magnetimpulse interferieren für kurze Zeit mit der physiologischen Hirnaktivität. Mit dieser Technik konnte bei gut erholteten Schlaganfallpatienten gezeigt werden, dass der dorsale prämotorische Kortex, der primäre motorische Kortex und der superiore parietale Kortex in der kontraläsionellen Hemisphäre für komplexe motorische Funktionen der ehemals paretischen Hand bedeutsam waren (Lotze et al. 2006). Es existieren auch Hinweise dafür, dass die kontraläsionelle Hemisphäre einen ungünstigen, hemmenden Einfluss auf die betroffene Hemisphäre ausüben kann und eine Suppression dieser kontraläsionellen Hemmung, z. B. durch niedrigfrequente repetitive TMS, motorische Funktionen verbessern kann (Takeuchi et al. 2005).

Assessment in der Rehabilitation sensomotorischer Störungen

Eingebettet in die Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF), soll Rehabilitation die „funktionale Gesundheit“ eines Menschen verbessern oder wiederherstellen. Rehabilitationsspezifische Diagnostik zielt darauf, die Folgen von Erkrankungen bzw. Symptomen zu erfassen und im Verlauf zu dokumentieren, um eine behinderungsorientierte Rehabilitationsstrategie auszuwählen und – falls erforderlich – zu modifizieren. Dabei soll der Einfluss von personenbezogenen (Alter, Geschlecht, Lebensstil, Ausbildung, Beruf etc.) und Umweltfaktoren (materielle, soziale, politische, mentale Umgebung) stets mitberücksichtigt werden. „Behinderung“ kann sich demnach aus der negativen Wechselwirkung zwischen der Gesundheitsstörung sowie Umweltfaktoren und personenbezogenen Faktoren ergeben.

Basierend auf der klinisch-neurologischen Untersuchung mit Beurteilung der funktionellen Fähigkeiten werden relevante, d. h. behindernde Funktionsstörungen identifiziert, die hinsichtlich ihrer Auswirkungen innerhalb der im Allgemeinen komplexen Gesamtbehinderung gewichtet werden. Anschließend wird der Grad der Störungen mit geeigneten Assessmentsskalen quantifiziert. Ausgehend vom Konzept der Internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF) der WHO (2005) werden folgende Assessment-Instrumente vorgeschlagen (detaillierte Beschreibung der Skalen z. B. bei Masur et al. 2000). Mit einem Stern (*) sind jeweils diejenigen Assessments gekennzeichnet, deren alleinige Benutzung ausreicht und die besonders empfohlen werden:

Befunderhebung: ICF-Strukturebene

Muskellänge:

- Passiver Bewegungsumfang (engl. passive range of motion, pROM)
- Poplitealwinkel

Befunderhebung: ICF Funktionsebene

Parese:

- Kraftmessung (MRC-Testung, Dynamometer)*
- Kontraktions- und Dekontraktionsgeschwindigkeit
- Dauer der Kraftentwicklung (motor impersistence)

Spastik:

- Ashworth-Skala
- Modifizierte Ashworth-Skala*
- Tardieu-Skala
- Pendel-Test (nach Wartenberg)

Motorische Funktionstests (alle Kategorien motorischer Leistungen):

- Rivermead Motor Assessment* oder
- Motor Club Assessment (MAS)*
- Motor Function Assessment Scale (MFAS)
- Motor Club Assessment (MCA)
- Fugl-Meyer Assessment Scale
- Nine-Hole-Peg-Test

Befunderhebung: ICF-Ebene: Aktivität und Partizipation

- Barthel-Index (BI)* oder
- Erweiterter Barthel-Index (EBI)*
- Assessment of Motor and Process Skills (AMPS)
- Functional Independent Measure (FIM-Skala)
- Canadian Occupational Performance Measure (COPM)
- Motor Activity Log (MAL)

Befunderhebung spezifisch: posturale Kontrolle

(Einsatz dieser Assessments fakultativ)

- Trunk-Control-Test (nur Rumpfkontrolle)
- Bohannon-Gleichgewichts-Test (posturale Kontrolle im Stehen)
- Functional-Reach-Test (Maß der Körpervorlage)

- Berg-Balance-Scale (BBS) (posturale Kontrolle bei Bewegungsübergängen vom Aufstehen bis Gehen)
- Timed-Up and Go-Test (Zeitdauer Aufstehen, Gehen, Umdrehen, Hinsetzen)
- Posturographie (apparative Erfassung des Schwankungsradius des Schwerelots)

Befunderhebung spezifisch: Lokomotion

(Einsatz dieser Assessments fakultativ)

- FAC (= Functional Ambulation Categories)
- 10-Meter-Test/basale Gangzyklusparameter
- 6-Minuten-Test/maximal mögliche Gehstrecke
- Rivermead-Mobility-Index (Fragebogen zur Mobilität)
- Apparative Ganganalyse (Gangparameter)

Befunderhebung spezifisch: Greif- und Manipulationsfähigkeit

(Einsatz dieser Assessments fakultativ)

- Fugl-Meyer-Test: Armsection
- Action Research Arm Test (ARAT)
- Frenchay-Arm-Test
- Box-and-Block-Test
- Wolf-Test
- Jebsen-Taylor-Handfunktionstest

Ein Beispiel für die Befunderhebung in der Rehabilitation von sensomotorischen Störung bei Schlaganfallpatienten zeigt **Tabelle 1**.

Tabelle 1 Befunderhebung in der Rehabilitation von sensomotorischen Störung bei Schlaganfallpatienten

Assessment-Verfahren	Häufigkeit der Anwendung
Strukturebene <ul style="list-style-type: none"> • Frei formulierter klinischer Untersuchungsbefund (motorischer Anteil) • Kraftmessung • Modifizierte Ashworth-Skala 	Bei Aufnahme und Entlassung
Funktionsebene <ul style="list-style-type: none"> • Rivermead Motor Assessment 	2-wöchentlich

Assessment-Verfahren	Häufigkeit der Anwendung
Aktivität und Partizipation <ul style="list-style-type: none"> • Barthel-Index • SF 36 	2-wöchentlich Bei Aufnahme und Entlassung, katamnestic

Die Anwendung dieser Messmethoden soll vorwiegend der Dokumentation und Qualitätskontrolle der motorischen Rehabilitation dienen. Gegenüber Kostenträgern wird die Rehabilitation gleichzeitig transparenter und erleichtert Genehmigungs- und Verlängerungsanträge. Kritisch muss angemerkt werden, dass die Aussagekraft der klinischen Skalen in Bezug auf den Rehabilitationsfortschritt häufig überschätzt wird. Die inzwischen weit verbreitete Praxis einiger Kostenträger, Entscheidungen für oder gegen Rehabilitationsbehandlungen in erster Linie auf Grundlage des Barthel-Index zu treffen, ist bei Berücksichtigung der testtheoretischen Konstruktion und der Validität dieser Skala sicherlich bedenklich.

Wirksamkeit von Rehabilitationsmethoden

Experimentelle Grundlagenforschung und randomisierte klinische Studien sind auch für die Entwicklung und Beurteilung von Rehabilitationsmethoden heute selbstverständlich. Die neueren Studien legen nahe, dass in der motorischen Rehabilitation Behandlungstechniken mit aktivem und aufgabenorientiertem Bewegungstraining und hoher Trainingsintensität den traditionellen Behandlungen überlegen sind. Aufgabenspezifische und zielorientierte Verfahren sind nicht nur effektiver im Hinblick auf das Behandlungsziel, die Behandlungsergebnisse bleiben auch länger erhalten. Dies gilt sowohl für die Verfahren mit repetitiven Übungen als auch für funktionell orientierte Therapien und Verfahren, die auf verhaltenspsychologischen Erkenntnissen basieren, wie die Therapie mit erzwungenem Gebrauch. Sowohl obere als auch untere Extremitäten profitieren, auch langfristig, von diesem Vorgehen. Dabei liegt die Überlegenheit der neuen Therapieansätze wahrscheinlich in dem problemorientierten Einsatz eines spezifischen therapeutischen Verfahrens in Verbindung mit der angepassten Therapiedichte. Die folgenden Techniken werden detaillierter besprochen:

Bobath-Methode

Die am häufigsten angewandte physiotherapeutische Technik in Westeuropa ist die Methode nach Bobath. Erwünschte Bewegungen (im Sprachgebrauch einiger Therapeuten auch „physiologische Bewegungen“) werden mit geeigneten Fazilitationstechniken angebahnt, während unerwünschte Bewegungen gehemmt werden (Inhibition). In der Bobath-Methode wird häufig die Sichtweise vertreten, dass eine motorische Rückbildung zumeist von proximal nach distal erfolgt, dass die muskuläre Kontrolle und Stabilität der Schulter Voraussetzung für die Bewegung von Hand und Fingern ist und dass die Hemmung von Spastizität in jedem Fall vor der Förderung von aktiven

Bewegungen erfolgen muss. Durch die Anwendung dieser Leitsätze wird das Wiedererlernen von aktiven Bewegungen oft zurückgedrängt. Es überrascht daher nicht, dass in vergleichenden Studien zur Wirksamkeit der Bobath-Methode kein differenzieller Effektivitätsnachweis erbracht wurde (van Vlieth et al. 2005).

Forcierter Gebrauch

Die Therapie mit forciertem Gebrauch versucht den „erlernten Nicht-Gebrauch“ der Hand oder des Armes nach einer Hemiparese zu verhindern oder rückgängig zu machen. Die Wirksamkeit dieser Therapie wurde in mehreren kontrollierten Studien nachgewiesen. Eine Überlegenheit gegenüber konventioneller Physiotherapie konnte dabei gezeigt werden (Taub et al. 1993, Taub et al. 2006) (↑↑). Die Therapie mit forciertem Gebrauch ist heute die am besten untersuchte Behandlungsmethode in der motorischen Rehabilitation. Die Prinzipien dieser Technik decken sich mit modernen Lerntheorien in der Motorik. Wirksame Bestandteile sind:

- intensives, repetitives Üben,
- alltagsnahes, aufgabenorientiertes Üben,
- ständiges Anpassen und Anheben der Anforderungen an die aktuelle Leistungsgrenze des Patienten („Shaping“) und
- Immobilisation des weniger betroffenen Armes.

Die Arbeitsgruppe von Wolf und Taub hat in der bisher größten Studie eindrucksvoll die Wirksamkeit dieser Rehabilitationstechnik auf die motorische Funktionserholung von Hemiparesen nach Schlaganfall nachgewiesen (Wolf et al. 2008). Die Verbesserungen bestanden auch noch 24 Monate nach Durchführung einer 2-wöchigen Behandlung. Alle Studien wurden bisher an hochselektionierten Patienten durchgeführt. Einschlusskriterien waren meist eine Streckfunktion im Handgelenk von 20°, in den Fingergrundgelenken von 10°, sicheres Gehen, ausreichende Sprachfunktion, Kognition und Motivation. Wie viele chronische Schlaganfallpatienten diese Kriterien tatsächlich erfüllen, ist bisher nicht bekannt. In den letzten Jahren wurden deswegen Therapiemodifizierungen untersucht, die sich in den deutschen Rehabilitationsalltag besser integrieren lassen. Hierzu zählen Versuche, die Intensität auf 3 Stunden oder 1 Stunde pro Tag zu reduzieren, dafür aber die Gesamtdauer auf 4 oder mehr Wochen auszudehnen (Dettmers et al. 2005). Einige Studien wiesen die Wirksamkeit auch bei subakuten und akuten Patienten nach (Dromerick et al. 2003). In den ersten Tagen nach einem Infarkt sollte ein „forciertes“ Training jedoch unterbleiben.

Auch Kinder mit Zerebralparese und einseitig betontem motorischem Defizit profitieren offenbar von dieser Therapie (Gordon et al. 2005). Forcierter Gebrauch kann möglicherweise auch auf die untere Extremität übertragen werden. Randomisierte, kontrollierte Studien von ausreichender Größe liegen aber noch nicht vor.

Repetitive Wiederholung isolierter Bewegungen

Kontrollierte Studien mit Schlaganfallpatienten in der Akutphase und der Subakutphase zeigten, dass

verschiedene Parameter der Hand-/Armfunktion und funktionelle Skalen signifikante Verbesserungen aufwiesen (↑). Eine Verlaufsstudie zeigte, dass die in der Akutphase erzielten Verbesserungen auch 5 Jahre später noch nachweisbar waren (Feys et al. 2004). Der Nachweis eines Umsetzens dieser Verbesserungen in das Alltagsleben wurde allerdings nicht geführt.

Therapeutische elektrische Stimulationen

Zu diesen Verfahren gehören sowohl elektrische sensible Stimulationen als auch solche, die Muskeln zur Kontraktion anregen. Leider wird der Stimulationstyp nicht in allen Studien ersichtlich, auch differieren die Studien erheblich in Bezug auf Dauer und Intensität der elektrischen Stimulation. Am häufigsten wurde eine Verbesserung der Handgelenkextension durch elektrische Reizung der Unterarm-Extensoren geprüft. Kontrollierte Studien berichteten über Effekte auf funktionelle Skalen, z. T. auch auf Alltagsleben. Auch sensible Stimulationen (Yozbatiran et al. 2006) zeigten Verbesserungen sensibler und motorischer Handfunktionen. Zwei Metaanalysen (de Kroon et al. 2002, Bolton et al. 2004), in denen 5 bzw. 6 randomisierte kontrollierte Studien berücksichtigt wurden, stellten übereinstimmend einen positiven Effekt der therapeutischen elektrischen Stimulation auf die Handgelenkextension fest (↑↑). Bislang fehlen allerdings klare Hinweise für eine alltagsrelevante Verbesserung funktioneller Fähigkeiten. Eine Übersicht der Cochrane Library (Pomeroy et al. 2006) kam zu dem Ergebnis, dass aufgrund der Heterogenität der Studien und der überwiegend geringen Anzahl der Teilnehmer eine endgültige Festlegung nicht möglich ist und weiterer Forschungsbedarf besteht.

Arm-Fähigkeits-Training

Dieses Training für Patienten mit leicht- bis mittelgradigen Armlähmungen soll nach genauer Analyse der Defizite eine gezielte Therapie ermöglichen. Bislang existiert eine kontrollierte Studie, die eine alltagsrelevante Funktionsverbesserung auch noch ein Jahr nach dem Training nachweisen konnte (Platz et al. 2005) (↑).

Mentales Training

Durch wiederholte Vorstellung von Bewegungsabläufen soll deren Durchführung verbessert werden. In den letzten Jahren wurden mehrere Einzelfall-Berichte und kontrollierte Studien hierzu publiziert. In allen Untersuchungen wurden Verbesserungen der Motorik nach der Therapie festgestellt. Zusammenfassend könnte mentales Trainieren eine sinnvolle und wirksame (Zusatz-)Behandlung sein (↑). Eine kürzlich erschienene Übersichtsarbeit (Braun et al. 2006) stellte fest, dass es zwar Hinweise für eine Wirksamkeit dieser Therapie gibt, aber weiterer Forschungsbedarf besteht und eine bessere Standardisierung wünschenswert ist.

Akupunktur

Akupunktur wurde immer wieder als zusätzliches therapeutisches Verfahren in der motorischen Rehabilitation diskutiert. Es besteht derzeit allerdings kein ausreichender Nachweis für eine

Wirksamkeit von Akupunktur in der motorischen Schlaganfall-Rehabilitation (↓↓). Eine Metaanalyse der bis 1999 publizierten Studien berichtete, dass 6 Studien einen positiven Effekt gezeigt hatten, 3 Studien – darunter die 2 methodisch besten – hingegen keinen Effekt nachweisen konnten (Park et al. 2001). Auch eine umfangreiche aktuelle schwedische Studie konnte keine akupunkturassoziierten Funktionsbesserungen feststellen (Johansson et al. 2001). Zu dem gleichen negativen Ergebnis kommt auch die kürzlich publizierte Metaanalyse der Cochrane Arbeitsgruppe (Wu et al. 2006).

Repetitive transkranielle Magnetstimulation

Durch repetitive transkranielle Magnetstimulation (rTMS) über dem primär motorischen Kortex kann die motorische Exzitabilität moduliert werden. Hochfrequente Stimulation (z. B. 5– 10 Hz) steigert die Erregbarkeit, niedrigfrequente Stimulation (z. B. 1 Hz) reduziert sie.

Magnetstimulationsuntersuchungen bei Schlaganfallpatienten haben gezeigt, dass

- die kortikospinale Exzitabilität in der läsierten Hemisphäre vermindert ist und dass
- die kontraläsionelle, intakte Hemisphäre einen inhibitorischen Einfluss auf die betroffene Hemisphäre haben und so die Funktionsrestitution beeinträchtigen kann.

Dementsprechend sind 2 therapeutische Ansätze möglich: hochfrequente rTMS über der läsierten Hemisphäre oder niedrigfrequente rTMS über der intakten Hemisphäre. Tatsächlich konnte gezeigt werden, dass beide Therapieformen eine Verbesserung spezifischer motorischer Funktionen wie sequenzieller Fingerbewegungen und Pinzettengriff bewirken (Khedr et al. 2005, Kim et al. 2006) (↑↑). Allerdings hielten die Effekte weniger als 30 Minuten an und es wurde nicht getestet, ob die Verbesserungen auch alltagsrelevant sind. Die Studien mit rTMS der intakten Hemisphäre umfassten insgesamt 45 Patienten, die mit rTMS der läsierten Hemisphäre wurden an 67 Patienten durchgeführt.

Rehabilitation der Gehfähigkeit

Auch im Bereich der unteren Extremität ist ein aufgabenspezifisches repetitives Üben wirksam. Tonusinhibierende und das Gehen vorbereitende Übungen in Sitz und Stand sollten nicht länger die Therapie dominieren, das wiederholte Üben des Gehens ist vorzuziehen. Die Anfang der 90er Jahre eingeführte Lokomotionstherapie auf dem Laufband mit Gewichtsentlastung hat ein deutliches Umdenken hin zum wiederholten Üben des Gehens eingeleitet. Dies wurde auch vom Bobath-Konzept aufgegriffen.

In einer Metaanalyse war für rollstuhlpflichtige Patienten die Laufbandtherapie mit Gewichtsentlastung im Vergleich zu einem krankengymnastischen Vorgehen mit Gehübungen in der Ebene, auch unter frühzeitigem Einsatz von Hilfsmitteln, nicht überlegen (Moseley et al. 2003). Für den elektromechanischen Gangtrainer GTI dagegen, der die Arbeit der Therapeuten während der Therapie deutlich erleichtert, wurde eine Überlegenheit hinsichtlich der Wiederherstellung der Gehfähigkeit

gezeigt (Pohl et al. 2006) (\uparrow). Die Patienten trainierten jeden Werktag ca. 20 Minuten netto auf dem Gerät für 4 Wochen, was 800– 1000 Schritten pro Sitzung entsprach.

Für bereits selbstständig gehfähige Patienten im chronischen Stadium eignet sich das Laufband mit Gurtsicherung, um die Ganggeschwindigkeit und die Ausdauer mittels eines aeroben Trainings zu steigern (Macko et al. 2005) (\uparrow). Dabei wird die trainingswirksame Herzfrequenz mittels eines der kardiologischen Rehabilitation entlehnten Trainingsparadigmas ermittelt:

$$\text{Trainingswirksame Herzfrequenz} = (\text{HR}_{\text{max.}} - \text{HR}_{\text{Ruhe}}) \times 0,6 + \text{HR}_{\text{Ruhe}}$$

$\text{HR}_{\text{max.}}$ wird in einer Belastungsergometrie festgelegt. Kann die maximale Herzfrequenz nicht bestimmt werden, so bietet die Formel $180 - \text{Lebensalter}$ einen Anhaltswert. Nimmt der Patient Betablocker, so ist die trainingswirksame Herzfrequenz um 15– 20 Schläge zu reduzieren. Während des Trainings werden die Bandgeschwindigkeit und die Neigung schrittweise gesteigert, eine On-line-Registrierung der Herzfrequenz auf dem Band ist obligat. Für stationäre Patienten wird eine 30-minütige Therapie netto jeden Werktag für 4 Wochen und für ambulante Patienten drei 45-minütige Termine pro Woche für 6 Wochen empfohlen.

Zur weiteren Förderung der Gangrehabilitation ist ein früherer Einsatz von Hilfsmitteln wie Stock oder Orthese im Bereich des Sprung- oder Kniegelenks entgegen der üblichen Praxis angezeigt. Ganganalytische Studien wiesen nach, dass Stöcke oder Orthesen das Gehen qualitativ nicht verschlechterten, sondern im Gegenteil die Gangsicherheit steigerten. Die funktionelle Elektrostimulation des N. peroneus oder des M. tibialis zur Korrektur des Spitzfußes bietet sich alternativ zur Orthese an.

Rehabilitation auf Ebene der Partizipation

Die Rehabilitation von sensomotorischen Störungen soll zur optimalen Reintegration in häusliches, soziales und berufliches Leben beitragen (SGB IX). Die Teilhabe an diesen Lebensbereichen wird nicht allein durch die motorische Leistungsfähigkeit beeinflusst, denn Körperfunktionen und -Strukturen, Aktivitäten und Partizipation (Teilhabe), Umweltfaktoren und personenbezogene Faktoren stehen in dynamischer Wechselwirkung (WHO 2005). Deshalb sind in der motorischen Rehabilitation folgende Empfehlungen zu berücksichtigen:

- Therapieziele sollten nicht nur auf Funktions- und Aktivitätenebene beschrieben werden, sondern immer auch auf Teilhabe-Ebene in Form konkreter Alltagsanforderungen, die der Patient in seiner Umwelt (zu Hause) bewältigen muss. Geeignet für eine interdisziplinäre Zielformulierung auf allen Ebenen ist die ICF (WHO 2005) (\leftrightarrow).
- Ergo- und Physiotherapie sollten bei Menschen mit Schlaganfall in gleichen Anteilen zum Einsatz kommen, eng zusammenarbeiten und ihre Therapiemaßnahmen auf Alltagsziele ausrichten. Dies erbrachte in einer aktuellen randomisiert kontrollierten Studie signifikant bessere Fortschritte unter anderem beim Gehen und beim Positionswechsel als die (funktionsorientierte) Physiotherapie

- alleine (Landi et al. 2006) (↑).
- Die Alltagsziele sollten gemeinsam mit den Patienten vereinbart werden und aus deren Sicht bedeutsam sein. Sie sollten die Bedingungen zuhause berücksichtigen und regelmäßig selbst evaluiert werden (↔). Zur Formulierung und Evaluation von Alltagszielen ist beispielsweise das COPM (Canadian Occupational Performance Measure; Cup et al. 2003) geeignet (↔).
 - Die Patienten sollten direkt bei der Durchführung von Alltagsaktivitäten beobachtet und daraus Rückschlüsse gezogen werden, welche motorischen und mentalen Fertigkeiten im Alltag besonders beeinträchtigend sind. Das individuelle Übungsprogramm sollte dann gezielt auf diese Fertigkeiten zugeschnitten werden (↔). Standardisiert ist diese Analyse mit dem AMPS (Assessment of Motor and Process Skills; George 2006) möglich. Das AMPS erlaubt zudem die Verlaufs- und Ergebnisevaluation in Bezug auf die Handlungsfähigkeit sowie auf den Einsatz motorischer und mentaler Fertigkeiten im Alltag gleichzeitig. Patienten nach Schlaganfall erscheinen im Vergleich zu Gesunden besonders gefährdet für eine Verschlechterung von Alltagsleistungen unter gleichzeitiger kognitiver Beanspruchung, da ihre kognitive Kapazität durch die Erkrankung reduziert sein kann.
 - Zur Verbesserung der Mobilität im außerhäuslichen Alltag ist ergotherapeutisches Verkehrstraining zu empfehlen. Nur ein Teil der Patienten, die gehfähig sind, verlassen auch tatsächlich das Haus bzw. können auch komplexe Alltagsaktivitäten wie Einkaufen selbständig meistern. Eine besondere Hemmschwelle für die außerhäusliche Mobilität scheinen zudem Schwierigkeiten bei der Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel zu sein (Lord et al. 2004). Das Verkehrstraining kann die Mobilität außer Haus wirksam und dauerhaft verbessern, wenn es mehrere Therapieeinheiten umfasst (Logan et al. 2004) (↑). Große Ähnlichkeit zum ergotherapeutischen Verkehrstraining hat die interdisziplinäre AOT (alltagsorientierte Therapie), deren Wirksamkeit allerdings bisher erst in einer kleinen Studie ohne Kontrollgruppe demonstriert wurde (Götze et al. 2005).
 - Angehörige von Patienten, bei denen zu erwarten ist, dass sie nach dem Klinikaufenthalt zuhause auf Hilfe angewiesen bleiben, sollten in mehreren Therapieeinheiten intensiv geschult werden (Unterstützung der Patienten bei Transfers, beim Gehen und bei weiteren Aktivitäten des täglichen Lebens) (↑). Dies hat signifikante Auswirkungen auf die Lebensqualität von Patienten und Angehörigen sowie auf die Folgekosten bei der häuslichen Versorgung von Schlaganfallpatienten (Kalra et al. 2004, Patel et al. 2004) (↑).

Pharmakotherapie in der motorischen Rehabilitation

Die Dynamik der motorischen Funktionserholung nach einer Hirnläsion kann medikamentös beeinflusst werden. Aus tierexperimentellen Erkenntnissen ist dabei auch für den Menschen anzunehmen, dass sowohl eine Dosisabhängigkeit als auch ein kritisches Zeitfenster für den Effekt eines Pharmakons bestehen. Die Gabe von Benzodiazepinen, anderen Substanzen mit GABAerger Wirkung (Phenytoin, Phenobarbital etc.), Anticholinergika (z. B. Scopolamin) und Glutamatantagonisten ist theoretisch neuroprotektiv in der Akutphase und ungünstig hinsichtlich

Dynamik und Ergebnis der Funktionserholung während der späten Phase. Um den günstigen Einfluss eines Pharmakons auf die motorische Funktionserholung tatsächlich zu erzielen, muss ausreichende motorische Aktivität, z. B. intensive Physio- und Ergotherapie, stattfinden können.

Bei der Auswahl antihypertensiver Substanzen sollte – soweit vertretbar – auf α_1 - und α_2 -Rezeptoragonisten verzichtet werden. Zu bevorzugen sind stattdessen Betarezeptorenblocker. Unter den Antikonvulsiva beeinflussen Barbiturate, Benzodiazepine und Phenytoin den Rehabilitationsverlauf ungünstig, während Carbamazepin und Vigabatrin als neutral einzustufen sind. Neuroleptika sind ungünstig und sollten soweit wie möglich vermieden werden. Es wird empfohlen, symptomorientierte motorische Übungstherapie („ symptom related experience“ nach Feeney et al. [1982]) mit einer das motorische Lernen unterstützenden Pharmakotherapie zu kombinieren.

Amphetamine

Im Tiermodell kann durch Gabe von Amphetaminen eine motorische Funktionserholung induziert werden. Auch in ersten kleineren klinischen Studien gab es vielversprechende Ergebnisse. In größeren Untersuchungen mit adäquater Patientenzahl konnten diese Ergebnisse nicht reproduziert werden. Aktuell sind die Studienergebnisse nicht konsistent (\leftrightarrow). Die bisher größte Studie in USA hat kürzlich zumindest bei schwer betroffenen Schlaganfallpatienten keinen Effekt durch Amphetamin in Bezug auf die motorische Funktionsverbesserung gefunden (Gladstone et al. 2006).

L-Dopa

Eine Alternative zur Anwendung von Amphetaminpräparaten ist möglicherweise die Gabe von L-Dopa. In einer kleineren plazebokontrollierten Doppelblindstudie an 53 Patienten erreichten Patienten, die 3 Wochen mit 100 mg/d L-Dopa behandelten wurden, bessere motorische Funktionen. Die Verbesserungen betrafen sowohl die Gehfähigkeit als auch die Bewegung des paretischen Armes (Scheidtmann et al. 2001) (\uparrow). Weiterhin fehlt eine größere Studie, die diese vielversprechenden Daten bestätigt. Eine allgemeine Empfehlung kann daher noch nicht ausgesprochen werden.

Expertengruppe

Prof. Dr. Eduard Auff, Universitätsklinik für Neurologie, Wien

PD Dr. Christian Dettmers, Kliniken Schmieder, Konstanz

Susanna Freivogel, Hegau Jugendwerk Gailingen

Sabine George, Ergotherapeutin, Verband der Ergotherapeuten e. V.

Prof. Dr. Stefan Hesse, Klinik Berlin, Abteilung für Neurologische Rehabilitation, Neurologie der FU Berlin, Universitätsklinikum Benjamin Franklin

Prof. Dr. Horst Hummelsheim, Neurologisches Rehabilitationszentrum Leipzig, Universität Leipzig, Bennowitz

Prof. Dr. Joachim Liepert, Kliniken Schmieder, Allensbach

Prof. Dr. René Müri, Abteilung für Neuropsychologische Rehabilitation, Neurologische Universitätsklinik, Inselspital Bern

PD Dr. Gereon Nelles, Köln

Federführend: *PD Dr. Gereon Nelles, Werthmannstraße 1b, 50935 Köln (Adresse ab 01. 01. 2009).*

E-Mail: gereon.nelles@uni-duisburg-essen.demailto:gereon.nelles@uni-essen.de

Die Leitlinie entstand nach Beratung in einer Delphi-Konferenz. Bearbeitet durch die Kommission Leitlinien der DGN: P. Berlit, Essen; H.C. Diener, Essen (Vorsitzender); W. Hacke, Heidelberg, A. Hufnagel, Essen; U.Meier, Grevenbroich; W. H. Oertel, Marburg; H. Prange, Göttingen; H. Reichmann, Dresden; P. Rieckmann, Würzburg; C-W. Wallesch, Magdeburg; M. Weller, Tübingen und den Vorstand der DGN.

Literatur

Bolton DA, Cauraugh JH, Hausenblas HA. Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation and stroke motor recovery of arm/hand functions: a meta-analysis. *J Neurol Sci* 2004;223:121– 127.

Braun SM, Beurskens AJ, Borm PJ, Schack T, Wade DT. The effects of mental practice in stroke rehabilitation: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87:842– 852.

Cup EH, Scholte op Reimer WJ, Thijssen MC, van Kuyk-Minis MA. Reliability and validity of the Canadian occupational performance measure in stroke patients. *Clin Rehabil* 2003;17:402– 409.

de Kroon JR, van der Lee JH, IJzerman MJ, Lankhorst GJ. Therapeutic electrical stimulation to improve motor control and functional abilities of the upper extremity after stroke: a systematic review. *Clin Rehabil* 2002;16:350– 360.

Dettmers C, Teske U, Hamzei F, Uswatte G, Taub E, Weiller C. Distributed form of constraint-induced movement therapy improves functional outcome and quality of life after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86.2:204– 209.

Dromerick AW. Evidence-based rehabilitation: the case for and against constraint-induced movement therapy. *J Rehabil Res Dev* 2003;40.1:vii-vix.

Feeney DM, Gonzalez A, Law WA. Amphetamine, haloperidol, and experience interact to affect rate of recovery after motor cortex injury. *Science* 1982;217:855– 857.

Feys H, De Weerd W, Verbeke G, Steck GC, Capiou C, Kiekens C, et al. Early and repetitive stimulation of the arm can substantially improve the long-term outcome after stroke: a 5-year follow-up study of a randomized trial. *Stroke* 2004;35:924– 929.

George S. Das AMPS (Assessment of Motor and Process Skills). *Ergotherapie & Rehabilitation* 2006;7:6– 12.

Gladstone DJ, Danells CJ, Armesto A, McIlroy WE, Staines WR, Graham SJ, et al. Subacute Therapy with Amphetamine and Rehabilitation for Stroke Study Investigators. Physiotherapy coupled with dextroamphetamine for rehabilitation after hemiparetic stroke: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Stroke* 2006;37:179– 185.

Götze R, Pössl J, Ziegler W. Überprüfung der Wirksamkeit der Alltagsorientierten Therapie (AOT) bei Patienten mit erworbener Hirnschädigung. *Neurol Rehabil* 2005;11:13– 20.

Gordon AM, Charles J, Wolf SL. Methods of constraint-induced movement therapy for children with hemiplegic cerebral palsy:

- development of a child-friendly intervention for improving upper-extremity function. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:4:837– 844.
- Johansson B, Haker E, von Arbin M, Britton M, Langstrom G, Terent A, et al. Swedish collaboration on sensory stimulation after stroke. Acupuncture and transcutaneous nerve stimulation in stroke rehabilitation: a randomized controlled trial. *Stroke* 2001;32:707– 713.
- Kalra L, Evans A, Perez I, et al. Training carers of stroke patients: randomized controlled trial. *Br Med J* 2004;328:1099– 1101.
- Khedr EM, Ahmed MA, Fathy N, Rothwell JC. Therapeutic trial of repetitive transcranial magnetic stimulation after acute ischemic stroke. *Neurology* 2005;65:466– 468.
- Kim YH, You SH, Ko MH, Park JW, Lee KH, Jang SH, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation-induced corticomotor excitability and associated motor skill acquisition in chronic stroke. *Stroke* 2006;37:1471– 1476.
- Krakauer JW. Motor learning: its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. *Curr Opin Neurol* 2006;19:84– 90.
- Landi F, Cesari M, Onder G, Tafani A, Zamboni V, Cocci A. Effects of an occupational therapy program on functional outcomes in older stroke patients. *Gerontology* 2006;52:85– 91.
- Liepert J, Bauder H, Miltner WHR, Taub E, Weiller C. Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. *Stroke* 2000;31:1210– 1216.
- Liepert J, Haevernick K, Weiller C, Barzel A. The surround inhibition determines therapy-induced cortical reorganisation. *Neuroimage* 2006;32:1216– 1220.
- Logan PA, Gladman JRF, Avery A, Walker MF, Dyas J, Groom L. Randomised controlled trial of an occupational therapy intervention to increase outdoor mobility after stroke. *Br Med J* 2004;329: 1372– 1374.
- Lord SE, McPherson K, McNaughton HK, Rochester L, Weatherall M. Community ambulation after stroke: how important and obtainable is it and what measures appear predictive? *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:234– 239.
- Lotze M, Markert J, Sauseng P, Hoppe J, Plewnia C, Gerloff C. The role of multiple contralesional motor areas for complex hand movements after internal capsular lesion. *J Neurosci* 2006;26: 6096– 6102.
- Macko RF, Ivey FM, Forrester LW, Hanley D, Sorkin JD, Katzel LI, et al. Treadmill exercise rehabilitation improves ambulatory function and cardiovascular fitness in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Stroke* 2005;36:2206– 2211.
- Masur H, et al., Hrsg. *Skalen und Scores in der Neurologie*, 2. Aufl. Stuttgart: Thieme, 2000.
- 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.
- Park J, Hopwood V, White AR, Ernst E. Effectiveness of acupuncture for stroke: a systematic review. *J Neurol* 2001;248:558– 563.
- Patel A, Knapp M, Evans A, Perez I, Kalra L. Training care givers of stroke patients: economic evaluation. *Br Med J* 2004;328:1102– 1107.
- Platz T, Eickhof C, van Kaick S, Engel U, Pinkowski C, Kalok S et al. Impairment-oriented training or Bobath therapy for severe arm paresis after stroke: a single-blind, multicentre randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2005;19:714– 724.
- Pohl M, Werner C, Holzgraefe M, Kroczeck G, Mehrholz J, Wingendorf I, et al. Repetitive locomotor training and physiotherapy improve walking and basic activities of daily living after stroke: a single-blind, randomised multi-centre trial (Deutsche Gangtrainerstudie, DEGAS). *Clin Rehabil* 2007;21:17– 27.
- Pomeroy V, King L, Pollock A, Baily-Hallam A, Langhorne P. Electrostimulation for promoting recovery of movement or functional ability after stroke (Review). *Cochrane Database Syst Rev* 2006;2:CD 003241.
- Rijntjes M. Mechanisms of recovery in stroke patients with hemiparesis or aphasia: new insights, old questions and the meaning of therapies. *Curr Opin Neurol* 2006;19:76– 83.
- Romero JR, Babikian VL, Katz DI, Finklestein SP. Neuroprotection and stroke rehabilitation: modulation and enhancement of

recovery. Behav Neurol 2006;17:17– 24.

Scheidtmann K, Fries W, Müller F, Koenig E. Effect of levodopa in combination with physiotherapy on functional motor recovery after stroke: a prospective, randomised, double-blind study. Lancet 2001;358:787– 790.

Sterr A. Training-based interventions in motor rehabilitation after stroke: theoretical and clinical considerations. Behav Neurol 2004;15:55– 63.

Takeuchi N, Chuma T, Matsuo Y, Watanabe I, Ikoma K. Repetitive transcranial magnetic stimulation of contralesional primary motor cortex improves hand function after stroke. Stroke 2005;36:2681– 2686.

Taub E, Miller NE, Novack TA, Cook EWd, Fleming WC, Nepomuceno CS, et al. Technique to improve chronic motor deficit after stroke. Arch Phys Med Rehabil 1993;74:347– 354.

Taub E, Uswatte G, King DK, Morris D, Crago JE, Chatterjee A. A placebo-controlled trial of constraint-induced movement therapy for upper extremity after stroke. Stroke 2006;37.4:1045– 1049.

van Vliet PM, Lincoln NB, Foxall A. Comparison of Bobath based and movement science based treatment for stroke: a randomised controlled trial. J Neurol Neurosurg Psychiatry 2005;76:503– 508.

Ward NS, Frackowiak RSJ. The functional anatomy of cerebral reorganisation after focal brain damage. J Physiol (Paris) 2006;99:425– 236.

Wolf SL, Winstein CJ, Miller JP, Thompson PA, Taub E, Uswatte G, et al. Retention of upper limb function in stroke survivors who have received constraint-induced movement therapy: the EXCITE randomised trial. Lancet Neurology 2008;7:3340.

WHO (World Health Organization). Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF). Stand Oktober 2005. Herausgegeben vom Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information, DIMDI. WHO-Kooperationszentrum für das System Internationaler Klassifikationen (www.dimdi.de; 20.05.06).

Wu HM, et al. Acupuncture for stroke rehabilitation. Cochrane Database Syst Rev 2006;3:CD 004131.

Yozbatiran N, Donmez B, Kayak N, Bozan O. Electrical stimulation of wrist and fingers for sensory and functional recovery in acute hemiplegia. Clin Rehabil 2006;20:4– 11.