

Forced-Use-Therapie, Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT), bilaterales und bimanuelles Training

Forced-Use-Therapie, Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT), bilaterales und bimanuelles Training sind vielversprechende Therapiemethoden in der neurologischen Rehabilitation. Doch worin genau liegt der Unterschied und welche Patienten eignen sich für welche Methode? Das erklärt Susanna Freivogel im vorliegenden Artikel und bietet somit eine praxisnahe Grundlage für die Arbeit am Patienten.

Susanna Freivogel

Begriffsklärung

Unter dem Begriff Forced-Use-Therapie (= erzwungener Gebrauch) wird ein therapeutisches Verfahren für Patienten mit Hemiparesen verstanden, bei dem der Patient durch das Tragen einer Schiene, Schlinge oder eines Handschuhs an der nicht betroffenen oberen Extremität gezwungen wird, die betroffene Extremität im Alltag zu benutzen. Dieses therapeutische Vorgehen ist weit verbreitet und die Wirksamkeit sowohl bei Patienten mit Hemiparesen nach erworbener wie auch angeborener Hirnschädigung durch mehrere Studien belegt [33, 35, 38].

Die Verwendung des Begriffs Forced-Use-Therapie wird im klinischen Gebrauch allerdings meist etwas unscharf benutzt. Während in der ersten wissenschaftlichen Publikation zu diesem Thema von Carole Ostendorf und Steven Wolf die Therapie der hemiparetischen Patienten lediglich in der Immobilisierung der nicht betroffenen oberen Extremität bestand, wurde in den späteren Untersuchungen von Edward Taub und Wolfgang Miltner parallel dazu ein repetitives Training funktionell relevanter Armbewegungen durchgeführt und von den Autoren – im Gegensatz zu dem Verfahren von Ostendorf und Wolf, bei der lediglich die Restriktion eingesetzt wurde – als Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT) bezeichnet [14, 15, 24].

Wird die nicht betroffene obere Extremität immobilisiert, wird dieses Vorgehen korrekt als Forced-Use-Therapie bezeichnet. Findet parallel dazu ein strukturiertes Training der betroffenen oberen Extremität statt, ist es die Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT).

Mittlerweile sind verschiedene Therapieprotokolle mit unterschiedlicher Übungintensität oder Tragedauer der Restriktion beschrieben und untersucht worden.

Die Idee des „erzwungenen Gebrauchs“ geht auf Edward Taub zurück und wurde von ihm ursprünglich für die obere Extremität beschrieben [27]. Zum Teil wird in jüngerer Zeit ein analoges Vorgehen für den Wiedererwerb der Sprache eingesetzt und auch versucht, die Vorgehensweise auf die untere Extremität zu übertragen. Beim bilateralen und bimanuellen Training wird im Gegensatz dazu keine Restriktion der nicht beschädigten Extremität eingesetzt.

Mit bilateralem Training meint man die synchrone und symmetrische Aktivierung beider oberen Extremitäten, während sich das bimanuelle Training auf die bei Alltagsaktivitäten notwendige koordinative, asymmetrische Aktivierung beider oberen Extremitäten fokussiert.

Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT) oder Taub'sches Training

Edward Taub, ein in der wissenschaftlichen Grundlagenforschung tätiger amerikanischer Verhaltenspsychologe hat das Vorgehen aufgrund seiner tierexperimentellen und verhaltenstheoretischen Daten entwickelt. Er wiederholte in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts die 1906 von Sherrington publizierten Deafferentierungsstudien (18), um zu überprüfen, ob der sensible Input tatsächlich unabdingbare Voraussetzung für eine Bewegungsfähigkeit ist [18]. Bei diesen Deafferentierungsstudien wird auf der

Höhe der dorsalen Wurzeln der sensibel afferente Einstrom einer Extremität durchtrennt.

Anders als Sherrington, der aus diesen Experimenten geschlossen hat, dass man nur bewegen kann, wenn man spürt, d.h. wenn der sensible Input vorhanden ist, konnte Edward Taub zeigen, dass die Affen dann den Arm bewegen, wenn ihnen keine andere Möglichkeit bleibt, als Futter mit dem deafferentierten Arm zu greifen. Die von den Affen beim Greifen des Futters gezeigten Bewegungen waren anfänglich zwar ungeschickt und langsam, verbesserten sich jedoch mit der Zeit zunehmend [27].

Edward Taub schloss daraus, dass Bewegungen sehr wohl auch ohne sensiblen Input möglich sind, dass in diesem Falle aber ein genügend großer Anreiz und eine Notwendigkeit, die deafferentierte Extremität einzusetzen, vorhanden sein muss.

Aufgrund dieser Experimente hat Taub vorgeschlagen, auch bei Patienten mit Hemiparesen den nichtbetroffenen Arm durch eine Handschiene, Armschlinge oder einen Handschuh zu immobilisieren, um den Patienten so zu zwingen (= „forced use“, „constraint-induced“) Alltagsaktivitäten mit der betroffenen Seite durchzuführen [25, 26, 28]. Im Vordergrund stand dabei die Überlegung, dass für das Gehirn ein Anreiz, eine Notwendigkeit vorhanden sein muss, um eine neue Bewegungsstrategie zu entwickeln. Nicht gemeint war damit, dass ein Verlust der peripheren somatosensiblen Afferenz mit einer zentralen Läsion gleichgesetzt werden kann.

Durch den erlernten Nichtgebrauch verliert der betroffene Arm an Aktivität

In der klinischen Beobachtung zeigt sich, dass Patienten mit Hemiparesen – nach in-

initial frustrierenden Bewegungsversuchen – den paretischen Arm häufig nicht benützen, obwohl Restfunktionen vorhanden wären. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn Alltagsaktivitäten mit der nichtbetroffenen Extremität schneller und präziser durchgeführt werden können. Der betroffene Arm wird zunehmend weniger eingesetzt und verlernt die an sich noch vorhandenen motorischen Fertigkeiten zusehends. Taub hat dafür den Begriff des „erlernten Nichtgebrauchs“ („learned non-use“) geprägt [25, 26, 28]. Die Frage, ob es bei Patienten mit Hemiparesen zu einem „erlernten Nichtgebrauch“ kommt und die Patienten tatsächlich über eine größere Bewegungsfertigkeit verfügen, als sie im Alltag einsetzen, wurde durch eine klinische Untersuchung bestätigt [21]. Nicht restlos geklärt werden konnte, ob es sich dabei ursächlich und ausschließlich um einen „erlernten Nichtgebrauch“ oder auch um einen motorischen Neglekt handelt.

Zur Überwindung des erlernten Nichtgebrauchs hat Edward Taub zusätzlich zum erzwungenen Gebrauch durch eine Schiene eine intensive Übungstherapie (= „massed practice“) vorgeschlagen, in der relevante Hand- und Armfunktionen sowie Hand- und Armaktivitäten repetitiv und strukturiert geübt werden. Taub geht davon aus, dass die notwendige neuronale Umstrukturierung nur durch intensives Üben zusammen mit der Forced-Use-Bedingung überwunden werden kann, und postuliert eine 14-tägige Behandlungsphase, in der an 12 Therapietagen während 6 Stunden defizitäre Funktionen geübt und die Schiene zur Immobilisierung während 90% der restlichen Wachstunden getragen wird. Er hat diese Vorgehensweise 1993 mit einer Studie untersucht, deren positive Ergebnisse 1999 in einer Wiederholungsstudie von Miltner bestätigt wurden [14, 24].

Modifikationen von CIMT – ökonomischer, aber nicht effektiver

Die von Taub vorgeschlagene Vorgehensweise hat sich allerdings in der klinischen Praxis aufgrund des hohen therapeutischen Aufwandes, der durch die Immobilisierung der nichtbetroffenen Extremität bedingten Verschlechterung der Selbsthilfeaktivitäten und zum Teil auch wegen der negativ besetzten Termini des erzwungenen Gebrauchs oder der Restriktion in der ursprünglichen Version im Rahmen der neurologischen Rehabilitation nur beschränkt umsetzen lassen. Aus diesem Grunde existieren mittlerweile eine Vielzahl modifizierter

Vorgehensweisen, die die Anzahl der Therapiestunden, die Immobilisierungsbedingung sowie Übungsinhalt und -struktur betreffen. Unbestritten ist jedoch, dass der Therapieerfolg größer ist, je länger das tägliche Training und die Dauer der Restriktion sind (20).

Restriktion: nur erfolgreich bei beginnender Motorik und Motivation

Voraussetzung für die Durchführung einer Restriktionsbehandlung ist ein aufklärendes Gespräch mit dem Patienten. Dabei werden die patientenseitigen Voraussetzungen geklärt, der Hintergrund des Vorgehens und die zu erwartenden Probleme besprochen und individuelle Übereinkünfte getroffen.

Eine Restriktion der nicht betroffenen Extremität hängt sowohl von motorischen als auch von kognitiven und emotionalen Faktoren ab.

Die motorischen Voraussetzungen der betroffenen Extremität sind nach Taub:

- Aktive Bewegungen:
 - 20° Dorsalextension Handgelenk
 - 10° Extension der Fingergelenke
 - 20° Schulterflexion
- Keine exzessive Spastik:
 - Grad 3 (und höher) der modifizierten Ashworth-Skala in mehr als zwei Gelenken [1]
- Posturale Kontrolle des Patienten ist ausreichend, so dass keine Sturzgefährdung vorliegt.

Um den Patienten in seinen Selbsthilfeaktivitäten nicht zu sehr in seiner Autonomie einzuschränken, sollte aus klinisch praktischer Erfahrung in Ergänzung dazu zusätzlich ein Grobgriff (Faustgriff, Hakengriff, Lateralgrieff) mit der betroffenen Hand möglich sein. Die motorischen Leistungen der betroffenen Seite müssen ausreichend sein, um in Notsituation die Restriktion zu entfernen.

An kognitiven Leistungen ist neben einem ausreichenden Sprachverständnis auch eine Einsichts- und Planungsfähigkeit Voraussetzung. Die Tatsache, dass die effektive Strategie des kompensatorischen Einsatzes des nicht betroffenen Arms für ein ungewisses Fernziel aufgegeben werden soll, stellt größte Anforderungen an die Planungs- und Antizipationsfähigkeit des Patienten.

Ebenso setzt die eingeschränkte Autonomie und die verlangsamte Durchführung von Selbsthilfeaktivitäten eine beträchtliche Frustrationstoleranz der Patienten voraus. Deshalb kann eine Restriktionsbehandlung nur dann erfolgreich angewandt werden,

wenn eine tragfähige, intern generierte Motivation zur Durchführung dieses Vorgehens sowie auch eine stabile emotionale und motivationale Bindung an das durchführende Rehabilitationsteam vorhanden sind.

Sensibilitätsstörungen oder ein motorischer Neglekt sind hingegen keine Gründe, eine Restriktionsbehandlung auszuschließen [33].

Edward Taub schätzt den Anteil von chronischen Patienten nach Schlaganfall, die von einer Restriktionsbehandlung profitieren



Abb. 1a Hilfsmittel zur Immobilisierung der nicht betroffenen Extremität – ein Tuch, das zur Armschlinge umfunktioniert wurde. b Die Lagerungsschiene wird zur Restriktion der nicht betroffenen Hand eingesetzt. c Der Handschuh mit einem Brett auf der Volarseite immobilisiert die nicht betroffene rechte Hand des Patienten.

könnten, relativ hoch ein und geht von einer möglichen Größenordnung von 50% aus [5]. In der klinischen Praxis hat sich dieser hohe Prozentsatz jedoch nicht bestätigt.

Erfüllen die Patienten die oben erwähnten Einschlusskriterien, sind Geschlecht, Seite der Hemiparese, Zeitraum vom akuten Ereignis bis zum Therapiebeginn und auch die Schwere der Hand- und Armdefizite und Sensibilitätsdefizite für den Erfolg der Behandlung irrelevant (16).

Zur Immobilisierung der nicht betroffenen oberen Extremität können Unterarmschienen, Armschlingen oder ein Handschuh eingesetzt werden (☛ Abb. 1 a–c).

Behandlungsvertrag klärt die Spielregeln

Die Art der Restriktion erfolgt in Absprache mit dem Patienten. Zu beachten sind dabei neben der Kooperationsbereitschaft des Patienten auch mögliche posturale Probleme. Während bei vorhandenen posturalen Defiziten vorzugsweise Handschuhe oder Armschlingen eingesetzt werden, mit denen bei Gleichgewichtsproblemen die nicht betroffene Hand gleichwohl zum Stützen benutzt werden kann, muss die Restriktion bei eher ungeduldigen Patienten die Fingerbewegungen vollständig verhindern, was zum Beispiel durch einen Fäustling, in den ein Brett eingebracht ist, möglich wird. Neben der Art der Restriktion werden auch die Dauer und die Ausnahmen der täglichen Restriktion

besprochen und in einem Vertrag verbindlich festgehalten (☛ Kasten „Behandlungsvertrag“).

Durch die Unterzeichnung des Vertrags soll sich der Patient bewusst für die Einhaltung der Therapieregeln entscheiden. Können die Regeln patientenseitig nicht eingehalten werden, wird das weitere Vorgehen besprochen und fällige Änderungen werden im Vertrag vermerkt. Festgehalten werden sollte vor Therapiebeginn auch, welche Gründe einen Therapieabbruch bewirken.

Durchführung: Motivation ist von allen Beteiligten gefordert

Die Zeit, während der die Restriktion getragen wird, wird anhand eines Protokolls dokumentiert. Der Patient wird jeweils am Folgetag befragt und die Zeiten werden entsprechend eingetragen. Erfasst wird bei der Befragung auch, welche Tätigkeiten mit der betroffenen Hand durchgeführt wurden und welche Schwierigkeiten während des Tragens der Schiene aufgetreten sind. Therapeutische Aufgabe ist es, zusammen mit dem Patienten Lösungen für auftretende Probleme zu suchen und den Patienten für das weitere Tragen der Restriktion zu ermutigen und zu motivieren. Im Klinikalltag ist es unabdingbar, dass alle weiteren Therapiebereiche und die Pflege über das Vorgehen informiert und zur Unterstützung mit einbezogen werden.

Einschränkungen einer Restriktionsbehandlung

Möglicherweise sind Patienten, deren Funktionsrestitution auf einer Aktivierung durch ipsilaterale Bahnen des kontraläsionalen Motorkortex beruht, für eine Restriktionsbehandlung nicht geeignet. Diese Patienten fallen klinisch bei Aktivitäten der betroffenen Seite durch ausgeprägte spiegelbildliche Mitbewegungen der nicht betroffenen Seite auf. Bei diesen Patienten könnte eine Immobilisierung der nicht betroffenen Seite die Bewegungsfähigkeit der betroffenen Seite verschlechtern. Cornelius Weiller und sein Team schätzen die Quote der hemiparetischen Patienten, bei denen das der Fall sein könnte, mit 10–15% ein [34].

Kritisch anzumerken ist hier auch, dass die motorischen Defizite bei Patienten nach Schlaganfall in der Regel auch die bimanuelle Koordination und dadurch auch die Durchführung von bimanuellen Alltagsaktivitäten betreffen [42]. Diese können in der Zeit, in der eine Restriktion erfolgt, nicht bebübt werden und müssen durch den Therapeuten oder durch Hilfspersonen unterstützt werden.

Richtiger Zeitpunkt noch ungeklärt

Für die Frage, welches der richtige Zeitpunkt zur Durchführung einer Restriktionsbehandlung ist, liegt noch keine abschließende Antwort vor. Zwar zeigen die Ergebnisse der Studien von Taub und Miltner, dass auch Jahre nach einer Hirnschädigung und einem etablierten „erlernten Nichtgebrauch“ eine Verhaltensänderung durch eine intensive Übungsbehandlung und die Restriktionsbedingung möglich ist [14, 24]. Doch ist zu überlegen, ob nicht durch eine frühzeitig einsetzende Behandlung die Entwicklung eines erlernten Nichtgebrauchs verhindert werden könnte. Weil jedoch einerseits während der Akutphase die Gefahr einer erhöhten Exitoxizität bei intensiv übenden Verfahren diskutiert wird und andererseits in der Postakutphase die größtmögliche Selbstständigkeit des Patienten im Vordergrund steht, liegen dazu noch keine verwertbaren Daten vor.

— Repetitives Funktionstraining

In der zusätzlich zur Schienenbedingung durchgeführten Übungstherapie werden Hand- und Armbewegungen mit der betroffenen Seite wiederholt (repetitiv) und unter kontinuierlicher Steigerung des Schwierig-

Behandlungsvertrag

Allgemeines:

Ich,, erkläre mich einverstanden, eine Schiene an meinem gesunden Arm zu tragen. Ich erkläre mich bereit, den betroffenen Arm so viel wie möglich einzusetzen. Die Schiene soll mich davon abhalten, den gesunden Arm zu gebrauchen. Die Schiene nehme ich nur bei den festgelegten Tätigkeiten oder wenn meine Sicherheit gefährdet ist, ab.

Einsetzen des betroffenen Arms:

Ich bin einverstanden, dass ich versuche, in und außerhalb der Klinik nur den betroffenen Arm einzusetzen mit Ausnahme folgender Situationen:

1. Aktivitäten, bei denen meine Sicherheit gefährdet ist
2. Aktivitäten, die mit beiden Händen ausgeführt werden müssen
3. wenn ich Wasser verwende (Toilette und Händewaschen)

Je länger ich die Schiene trage, umso besser. Die tägliche Tragedauer muss mindestens Stunden betragen. Wann ich die Schiene trage, halte ich im Schienentagebuch fest.

Unterschrift Patient:

Unterschrift Therapeut:

Allgemeines:

keitsgrades (= Shaping) geübt. Dabei stehen funktionelle Aktivitäten im Vordergrund. Zentral für funktionelle Aktivitäten ist die Fähigkeit, Objekte zu ergreifen, zu halten, zu bewegen und zu manipulieren. Dies setzt nicht nur Hand-, Finger-, Ellbogen- und Schulterbewegungen voraus, sondern zum zielgenauen, schnellen Ergreifen eines Objekts auch die Integration visueller Information über Größe und Raumposition der Objekte. Ebenso müssen Oberflächenstruktur und Gewicht eines Objekts in das Bewegungsprogramm integriert werden, denn sie bedingen eine unterschiedliche, an das jeweilige Objekt angepasste Griff- und Haltekraft. Aus diesem Grunde werden während des repetitiven Funktionstrainings vorzugsweise Aktivitäten, die in Komponenten zerlegt werden können, mit Objekten geübt.

Das individuell den Fähigkeiten des Patienten angepasste Funktionstraining findet vor dem Hintergrund der mit dem Patienten vereinbarten Behandlungsziele statt. Die vereinbarten Behandlungsziele sollten konkret und realisierbar sein und können im Sinne eines Stufenmodells in Teilabschnitte gegliedert werden. Ein Behandlungsziel, das nur als allgemeine Verbesserung mit Erhöhung von Tempo, Kraft und Beweglichkeit definiert wird, ist zu unkonkret. Als Zielvorgabe reicht auch die Aussage „wieder normal essen zu können“ nicht. Es sollte klar benannt werden, ob zum Beispiel ein Löffel zum Mund geführt oder ein Messer beim Schneiden gehalten werden soll.

Eine konkrete, aktivitätsorientierte Zielvorgabe motiviert den Patienten und gibt Hinweise zu Übungsinhalten.

Geübt werden – unter positiver Verstärkung von Seiten des Therapeuten – einzelne zur Durchführung der erwünschten Aktivität notwendige Bewegungskomponenten (= „part practice“) oder ganze motorische Handlungen/Aufgaben (= „task practice“). Der Schwierigkeitsgrad einer Anforderung wird – in Abhängigkeit vom Bewegungserfolg – sukzessiv bis hin zu der funktionell erwünschten Fertigkeit gesteigert (= Shaping).

Aufmerksamkeit liegt auf dem Bewegungsziel

Ist das Therapieziel zum Beispiel das Trinken aus einer Tasse, werden dazu zuerst die Bewegungen Fingerstreckung, Greifen,

Handgelenksstabilisation, Stabilisation des Armgewichtes und die Bewegung des Armes im Raum im Sinne eines Komponententrainings isoliert geübt. Sind die einzelnen Bewegungskomponenten erlernt, kann der komplexe Bewegungsablauf als Üben der motorischen Handlung/Aufgabe durch das Ergreifen der Tasse und zum Mund führen trainiert werden. Ob das Training einzelner Komponenten oder der motorischen Handlung im Vordergrund steht, hängt vom Schwierigkeitsgrad der Anforderung und der Leistungsfähigkeit des Patienten ab. Nur wenn der Schwierigkeitsgrad der Anforderung auf die individuelle Leistungsgrenze des Patienten abgestützt ist, kann ein Lernzuwachs erzielt werden [37].

Im Gegensatz zu einem isolierten sensomotorischen Üben werden beim repetitiven Funktionstraining Objekte eingesetzt, die sowohl eine Zielvorgabe wie auch eine Rückmeldung zum Bewegungserfolg bewirken. Beim Üben mit Objekten wird der Bewegungserfolg nicht nur intrinsisch, sondern auch visuell und/oder akustisch rückgemeldet und die Aufmerksamkeit auf das Bewegungsziel fokussiert [43, 44]. Ist zum Beispiel das Ziel die Bewegungskomponente „Supination des Unterarms“ zu verbessern, wird ein Lineal gegriffen, mit dem ein seitlich liegender Gegenstand berührt werden muss. Die Instruktion des Therapeuten soll dabei verhindern, dass der Patient eine unerwünschte Kompensationsstrategie benutzt, die ein Beüben der erwünschten Komponente verhindert (☞ Abb. 2).

Eine Steigerung der Anforderung, in diesem Falle eine vergrößerte Supination, wird bewirkt, wenn das Objekt, das mit dem Lineal getroffen werden muss, kleiner wird. Geübt wird immer an der momentanen individuellen Leistungsgrenze des Patienten und unter Ziel- und Zeitvorgabe. Der Therapeut formuliert die Aufgabe, notiert sich die beübte Bewegungskomponente und misst die Zeit, die der Patient zur Durchführung einer vorgegebenen Anzahl Wiederholungen braucht.

Zeit: sportliche Dokumentation mit Motivationskick

Ist die erwünschte Bewegungskomponente „Pronation und Supination des Unterarms“, kann die Aufgabe zum Beispiel heißen: „Wie lange brauchen Sie, um die 10 Bierdeckel umzudrehen?“ Die Zeit zur Durchfüh-



Quellenangaben: J. Mehrholz, Neuroreha nach Schlaganfall, Stuttgart: Thieme; 2011

Abb. 2 Um eine endgradige Supination zu erreichen, muss der Gegenstand, der berührt werden soll, niedrig sein und der Unterarm des Patienten auf dem Tisch liegen.

rung wird gemessen, dem Patienten rückgemeldet und in einen Protokollbogen eingetragen. Die Rückmeldung der Zeit soll den Patienten motivieren, bei einem nächsten Übungsdurchgang die 10 Bierdeckel noch schneller umzudrehen.

Beim Üben von Komponenten oder motorischen Handlungen/Aufgaben kann entweder eine Zeit vorgegeben und die Anzahl der Durchführungen gezählt werden oder die Anzahl Durchführungen vorgegeben und die benötigte Zeit gemessen werden. Als Beispiel für eine Zeitvorgabe: Wie viele Murmeln können in dreißig Sekunden aus einem Gefäß genommen werden? Als Beispiel für die Anzahl: Wie viel Zeit wird benötigt, um zehn Bälle in einen Korb zu legen? Unabhängig davon wird jede Aufgabe mit 6–10 Übungsdurchgängen wiederholt während ca. 10–15 Minuten geübt.

Funktionelle Aktivitäten benötigen Fingerstreckung, Griffkraft und Handgelenksstabilisation

Ausgewählt werden die geübten Bewegungskomponenten und motorischen Handlungen/Aufgaben zum einen vor dem Hintergrund der Ziele des Patienten und zum anderen von einer vom Therapeuten eingeschätzten Verbesserungsfähigkeit. Wegen ihrer Bedeutung für funktionelle Aktivitäten stehen grundsätzlich distale Komponenten wie Fingerstreckung, Griffkraft, Handgelenksstabilisation im Vordergrund und werden vorrangig vor dem Beüben von Schulterbewegungen erarbeitet.

Während einer Therapieeinheit von einer Stunde werden drei bis fünf Übungsaufgaben durchgeführt. In der nächsten Therapiesitzung wiederholen die Patienten die gleichen Aufgaben so lange, bis es im Tempo zu keiner deutlichen Verbesserung mehr

kommt. Dann wird im Sinne des „Shapings“ eine Steigerung der Anforderung in Bezug auf Bewegungsradius, Zielgenauigkeit oder Komplexität verlangt.

Zentral für einen Lernerfolg ist auch die Rückmeldung, die durch den Therapeuten erfolgt. Rückmeldungen werden ausschließlich im Sinne einer positiven Verstärkung als Lob und emotional unterstützend gegeben. Bei mehrfach fehlerhafter Durchführung wird der Anforderungsgrad einer Aufgabe reduziert.

Wegen des hohen zeitlichen Aufwandes wird das Üben zum Teil auch in Kleingruppen durchgeführt. Unterstützt wird diese Vorgehensweise durch die Tatsache, dass auch das Beobachten von Bewegungsabläufen eine wichtige Rolle beim Bewegungslernen spielt. Sinnvollerweise wird deshalb das repetitive Funktionstraining in Kleingruppen durchgeführt und so strukturiert, dass jeweils ein Patient die ausgewählte Bewegungskomponente beübt oder die motorische Handlung/Aufgabe durchführt, während die anderen Teilnehmer beobachten oder eine Pause machen. Wenn das Leistungsniveau der Patienten vergleichbar ist, ist in diesen Gruppen häufig eine leistungs- und motivationsfördernde, kompetitive Übungssituation beobachtbar. Die Befürchtung, dass durch das Beobachten eines nicht idealen Bewegungsablaufs möglicherweise keine optimalen Lernbedingungen gegeben sind, konnte durch die Arbeiten von Gabriele Wulf und ihren Mitarbeitern widerlegt werden. Sie zeigten, dass der Fertigkeit des Modells keine wesentliche Bedeutung zukommt [44].

Während eine Restriktionsbehandlung nur bei Patienten mit mittleren und leichten Paresen möglich ist, kann das repetitive Funktionstraining mit Objekten, Zielorientierung und Rückmeldung auch bei schwerbetroffenen Patienten durchgeführt werden und wird in dieser Form gelegentlich auch als „Hand-Arm-Funktionstraining“ bezeichnet.

Bilaterales repetitives Funktionstraining

Bei Patienten nach Schlaganfall fällt bei differenzierter Testung häufig auch eine Minderung der Geschicklichkeit der nicht betroffenen oberen Extremität auf. Bei

schwerbetroffenen Patienten ist außerdem eine willkürliche Aktivierung oftmals nur bei bilateral symmetrischen Aktivitäten möglich. Aus diesen Gründen und auch weil viele Selbsthilfeaktivitäten ein bimanuelles Manipulieren erfordern, werden in jüngerer Zeit Bewegungskomponenten auch bilateral und Aktivitäten bimanuell eingeübt [13]. Als bilateral symmetrisches Training der Griffkraft wird zum Beispiel eine große Dose vom Patienten mit beiden Händen gegriffen und vom Untersucher nach oben weggezogen oder für die Fingerstreckung ein geschlossenes Band, das vom Therapeuten weggezogen wird, vom Patienten festgehalten. Als bimanuelles Training wird zum Beispiel das Auf- und Zuknöpfen unterschiedlich großer Knöpfe oder das Binden eines Knotens unter Zeitmessung geübt.

Es liegen erste Studien zu diesen Formen des Übens vor; bei schwerbetroffenen Patienten nach erworbener Hirnschädigung zeigt sich das bilateral symmetrische Training überlegen, während dies bei leichter betroffenen Patienten nicht belegt werden konnte [12, 13].

Das bimanuelle Training scheint insbesondere in der Behandlung von kindlichen Hemiparesen zur Entwicklung der bimanuellen Koordination von wesentlicher Bedeutung [3].

Checklisten – Gedächtnisstütze für den Alltag

Unabhängig vom gewählten übenden Vorgehen muss bei jedem Patienten der Alltagseinsatz des betroffenen Armes gefördert werden. Zu diesem Zwecke erstellen Therapeut und Patient – abgestützt auf die individuellen Fähigkeiten des Patienten – eine Liste der Tätigkeiten, bei denen der Patient die betroffene Hand einsetzen soll (☞ Kasten „Checkliste Essen“). Der Therapeut überprüft regelmäßig, ob die Tätigkeiten im Alltag tatsächlich auch durchgeführt werden. Dies können beispielsweise Handlungen sein wie Türen und Schränke öffnen und schließen, Socken an- und ausziehen, Reißverschluss an Hose oder Jacke öffnen und schließen. Als Gedächtnisstütze eignen sich Merkzettel, die im Zimmer des Patienten oder an den entsprechenden Objekten angebracht werden. Selbstverständlich müssen dabei die individuelle Situation und die Bedürfnisse des Patienten erfragt und berücksichtigt werden.

Checkliste Essen

- Brötchen beim Streichen halten
- Brötchen essen
- Getränk einschenken
- aus einer Tasse trinken (Tasse halb voll)
- Joghurtbecher festhalten
- Mund abwischen
- mit Messer schneiden
- beim Schneiden die Gabel halten
- mit der Gabel essen
- aus der Flasche trinken
- Fingerfood essen
- Tisch abwischen

Kontrolle des Therapieerfolges

Die Veränderung motorischer Fertigkeiten erfolgt vor dem Hintergrund der ICF auf Funktions-, Struktur-, Aktivitäts- und Partizipationsebene.

Auf der Funktions- und Strukturebene werden Muskelkraft, Tonuserhöhung und Bewegungen erfasst und dazu validierte Tests wie der Motricity-Index oder die modifizierte Ashworth-Skala und gültige Messungen eingesetzt [1, 4].

Die Tests auf Aktivitätsebene sind zahlreich und umfassen sowohl Tests, bei denen Handfertigkeiten mittels vorgegebener Aufgaben überprüft werden, wie auch solche, bei denen die zur Durchführung benötigte Zeit ermittelt wird. In die erste Kategorie fallen ARAT (Action Research Arm Test), Frenchay Arm Test, Teilbereiche aus dem Fugl-Meyer-Test obere Extremität, in die zweite Box-and-Block-Test, Nine-Hole-Peg-Test, Jepsen-Taylor-Handfunktionstest, Wolf-Test und weitere.

Eine große Herausforderung stellt die Erfassung derjenigen Leistungen, die der Patient in seinem Alltag tatsächlich durchführt, das heißt der Partizipationsebene, dar. Taub hat zu dieser Überprüfung den MAL (= Motor Activity Log) vorgeschlagen. Der Test gibt eine Reihe von uni- und bilateralen Tätigkeiten vor. Der Patient wird befragt, wie häufig er die jeweilige Tätigkeit im Alltag mit der betroffenen Hand durchführt oder mitbenutzt (= Häufigkeit des Armeinsatzes/Amount of Use) und anschließend nochmals dazu befragt, wie gut (= Qualität des Armeinsatzes/Quality of Use) die Tätigkeit mit der betroffenen Hand ausgeführt werden kann. Sowohl Häufigkeit wie auch die Qualität werden anhand ei-

ner sechsstufigen Skala (0–5) vom Patienten selber bewertet und aus der Addition der Werte ein Gesamtscore für Häufigkeit und Qualität berechnet. Die Validität dieses in verschiedenen Versionen (14 und 28 Items) eingesetzten Tests wurde von Gindra Uswatte und seinen Mitarbeitern untersucht und bestätigt [29, 30]. Angezweifelt wird jedoch die Konstruktvalidität des MAL zur Evaluierung eines Therapieerfolges bei Patienten, bei denen eine Intervention mit einer Fokussierung des Einsatzes der betroffenen Extremität bei Alltagsaktivitäten erfolgte [32].

Der AAUT (Actual Amount of Use) erfasst den tatsächlichen Einsatz der betroffenen oberen Extremität anhand einer strukturierten Beobachtung. Der Patient wird dabei im Rahmen eines semistrukturierten Interviews aufgefordert, eine Reihe von Aktivitäten durchzuführen, und es wird beobachtet, welche obere Extremität er dabei benutzt. Aus der Anzahl der mit der betroffenen und nichtbetroffenen Seite durchgeführten Tätigkeiten wird ein Summenscore gebildet. Sinnvollerweise wird dieser Test durch eine nicht am Training beteiligte Betreuungspersonen durchgeführt, was die Objektivität des Tests wesentlich verbessert [31].

Ergebnisse

Es liegen mittlerweile eine Vielzahl von Studien zur Wirksamkeit sowohl des „erzwungenen Gebrauchs“ als auch zu unterschiedlichen Protokollen von „Constraint-Induced Movement Therapy“ vor, die grundsätzlich alle den positiven Effekt sowohl der Restriktion als auch des systematisierten repetitiven Funktionstrainings belegen. Zu erwähnen ist die als Multicenterstudie durchgeführte Evaluation des Verfahrens (EXITE = Extremity Constraint-Induced Therapy Evaluation), deren positive Ergebnisse 2006 von Steven Wolf und seinen Mitarbeitern publiziert wurden [39]. In einer Follow-up-Untersuchung waren die klinischen Verbesserungen noch zwei Jahre nach der Therapie nachweisbar [40]. Auch zur Frage einer Therapie in Kleingruppen liegen erste positive Studienergebnisse vor [2, 9].

2009 wurde zu CIMT auch ein Cochrane-Review vorgelegt, das die Reduktion der motorischen Einschränkung nach dem Training bestätigt [19]. Für einen Langzeiterfolg bezüglich vermehrtem Alltags Einsatz des betroffenen Arms fanden sich jedoch – zum Teil aufgrund methodischer

Einschränkungen und zu kleiner Patientenzahlen der Studien – noch keine ausreichenden Belege.

Die Frage, welche der beiden Komponenten a) Restriktion oder b) repetitives Üben maßgeblicher die Verbesserung bewirkt, ist nicht abschließend geklärt. In einer Studie von Ann Hammer und ihren Mitarbeitern wurde der Effekt der Restriktion dadurch untersucht, dass zwei Gruppen gebildet wurden, deren Übungstherapie gleich intensiv war, jedoch nur die Patienten einer Gruppe zusätzlich bis sechs Stunden/Tag eine Schlinge zur Restriktion der nichtbetroffenen oberen Extremität trugen [6]. Die Patienten beider Gruppen verbesserten sich in den motorischen Tests, die Gruppe der Patienten mit der Restriktion zusätzlich deutlicher in der Selbsteinschätzung ihres Armeinsatzes und der Bewegungsqualität mittels des MAL. Diese verbesserte Selbsteinschätzung war allerdings nicht signifikant und nur kurzzeitig nach dem Training nachzuweisen. Die Differenz in der Selbsteinschätzung zur Gruppe ohne Restriktion flachte in Follow-up-Testung nach drei Monaten ab, weshalb die Untersucher davon ausgehen, dass die Restriktion keinen langfristigen zusätzlichen Gewinn bewirkt. Anzumerken ist, dass bei dieser Studie die Tragedauer der Restriktion mit 14 Tagen kurz war und dass die fehlende Signifikanz auch durch die vergleichsweise geringe Zahl der untersuchten Patienten (N=30) bedingt sein könnte.

Die Restriktion der nichtbetroffenen oberen Extremität ist aufgrund der Einschränkung der Autonomie des Patienten nur für Patienten mit leichten und mittleren Paresen möglich und stellt für schwerbetroffene Patienten keine Behandlungsoption dar.

Nicht bestimmt werden konnte bis jetzt auf der Grundlage der vorliegenden Studien die zur Erzielung einer Verbesserung notwendige Dauer und Intensität des repetitiven Funktionstrainings [7, 19]. Unbestritten ist jedoch, dass bei längeren Übungszeiten mit mehr Wiederholungen bessere Resultate erzielt werden [20]. Es ist davon auszugehen, dass Dauer und Intensität abhängig sind von der Komplexität der zu erlernenden motorischen Anforderung sowie der individuellen Lernfähigkeit und der motorischen Beeinträchtigung.

Untersucht wurden auch Einzelaspekte wie die Entwicklung der Spastik und der Bewegungsqualität. Im Gegensatz zu der häufig geäußerten Befürchtung, dass das Üben zu einer Verstärkung der Spastik führt, konnten Annette Sterr und ihr Team zeigen, dass das repetitive Funktionstraining zu einer signifikanten Reduktion der Spastik bei gleichzeitiger Verbesserung der Bewegungsqualität (gemessen mit dem MAL und durch Fremdeinschätzung) führt [22]. Die Verbesserung der Bewegungsqualität wurde auch durch eine kinematische Analyse der Bewegungstrajektorien einer vergebenen Greifbewegung vor und nach einem dreiwöchigen Funktionstraining bestätigt [41, 42]. Liegt ein motorischer Neglekt vor, scheint eine Restriktionsbehandlung hinsichtlich des spontanen Gebrauchs der betroffenen Seite außerordentlich günstig [33]. Der vermehrte Einsatz der vernachlässigten Extremität führt zu einer deutlich verbesserten Aufmerksamkeitsleistung und zu einer Minimierung der Neglektphänomene auch anderer Modalitäten [17].

Neben diesen Studien zur klinischen Wirksamkeit gibt es auch Untersuchungen, die die neuroplastischen Veränderungen durch CIMT untersuchen und belegen. Joachim Liepert und seine Mitarbeiter zeigten in Studien von 1998 und 2000 mithilfe der transkraniellen Magnetstimulation erstmals, dass sich das Gebiet der Handrepräsentation im primär motorischen Kortex nach einer CIMT-Therapie ausdehnt [10-11]. Sie lieferten damit den Nachweis, dass diese Therapieform in der Lage ist, eine kortikale Reorganisation zu bewirken. Heidi Johansen-Berg konnte mittels funktioneller Magnetresonanztomographie zeigen, dass sich nach repetitivem Üben korreliert zur motorischen Verbesserung die Aktivität sowohl im prämotorischen Kortex als auch im sekundären somatosensorischen Kortex und in den Kleinhirnhemisphären erhöht [8]. Dass die CIMT-Therapie der Mechanismus und nicht etwa ein spontan ablaufender Erholungsprozess die Ursache einer veränderten Aktivierung und Größe des Handareals ist, konnten George Wittenberg und sein Forscherteam 2003 mittels transkranieller Magnetstimulation und Positronen-Emissions-Tomografie in einer Untersuchung von Patienten nach CIMT im Vergleich mit einer weniger intensiv behandelten Kontrollgruppe zeigen [36].

Zusammenfassung

Bei Patienten mit Hemiparesen führt sowohl eine Restriktion der nicht betroffenen oberen Extremität als auch ein systematisches repetitives Funktionstraining der betroffenen Seite zu einer Reduktion der motorischen Einschränkungen. Restriktion wie auch Übungsbehandlung sind individuell den Bedürfnissen und Fähigkeiten des Patienten anzupassen. Die aus der Restriktion resultierenden Schwierigkeiten bei der Durchführung von Alltagsaktivitäten müssen mit allen Beteiligten besprochen werden. Schließlich sollte das repetitive Funktionstraining strukturiert und unter lerntheoretischen Vorgaben erfolgen und kann sowohl in Einzeltherapie als auch in Kleingruppen durchgeführt werden.

Literatur

- Bohannon RW, Smith MB Interrater reliability of a modified Ashworth-scale of muscle spasticity. *Physical Therapy* 1987; 67: 206–207
- Brogårdh C, Sjölund BH. Constraint-induced movement therapy in patients with stroke: a pilot study on effects of small group training and of extended mitt use. *Clin Rehabil* 2006; 20: 218–227
- Charles J, Gordon AM. Development of hand-arm bimanual intensive training (HABIT) for improving bimanual coordination in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2006; 48: 931–936
- Demeurisse G, Demol O, Robaye E. Motor evaluation in vascular hemiplegia. *Eur Neurol* 1980; 19: 382–389
- Dettmers C et al. Lektionen aus dem Taub-Training. Implikationen für die moderne Rehabilitation. In: Dettmers C, Weiller C (Hrsg). *Up-date Neurologische Rehabilitation*. Bad Honnef: Hippocampus Verlag; 2005: 84–98
- Hammer AM, Lindmark B. Effects of forced use on arm function in the subacute phase after stroke: a randomized, clinical pilot study. *Phys Ther* 2009; 89: 526–539
- Huang HH, Fetters L, Hale J et al. Bound for success: a systematic review of constraint-induced movement therapy in children with cerebral palsy supports improved arm and hand use. *Phys Ther* 2009; 89: 1126–1141
- Johansen-Berg H, Dawes H, Guy C et al. Correlation between motor improvements and altered fMRI activity after rehabilitative therapy. *Brain* 2002; 125: 2731–2742
- Leung DP, Ng AK, Fong KN. Effect of small group treatment of the modified constraint induced movement therapy for clients with chronic stroke in a community setting. *Hum Mov Sci* 2009; 28: 798–808
- Liepert J, Bauder H, Wolfgang HR et al. Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. *Stroke* 2000; 31: 1210–1216
- Liepert J, Milner WH, Bauder H et al. Motor cortex plasticity during constraint-induced movement therapy in stroke patients. *Neurosci Lett* 1998; 26: 5–8
- Lin KC, Chen YA, Chen CL et al. The effects of bilateral arm training on motor control and functional performance in chronic stroke: a randomized controlled study. *Neurorehabil Neural Repair* 2010; 24: 42–51
- McCombe Waller S, Whittal J. Bilateral arm training: why and who benefits? *NeuroRehabilitation* 2008; 23: 29–41
- Milner WH, Bauder H, Sommer M et al. Effects of constraint-induced movement therapy on patients with chronic motor deficits after stroke: a replication. *Stroke* 1999; 30: 586–592
- Ostendorf CG, Wolf SL. Effect of forced use of the upper extremity of a hemiplegic patient on changes in function. A single-case design. *Phys Ther* 1981; 61: 1022–1028
- Rijntjes M, Hobbeling V, Hamzei F et al. Individual factors in constraint-induced movement therapy after stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2005; 19: 238–249
- Robertson IH, North NT. One hand is better than two: motor extinction of left hand advantage in unilateral neglect. *Neuropsychologia* 1994; 32: 1–11
- Sherrington, C.S. *The integrative action of the nervous system*. New Haven: Yale University Press; 1906/ reprinted 1947
- Sirtori V, Corbetta D, Moja L et al. Constraint-induced movement therapy for upper extremities in stroke patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2009; Oct 7;(4):CD004433
- Sterr A, Elbert T, Kölbl S et al. Longer versus shorter constraint-induced therapy of chronic hemiparesis: an exploratory study. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 1374–1377
- Sterr A, Freivogel S, Schmalohr D. Neurobehavioural aspects of recovery: Assessment of the learned non-use phenomenon in hemiparetic adolescents. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 1726–1731
- Sterr A, Freivogel S Intensive training in chronic upper limb hemiparesis does not increase spasticity or synergies. *Neurology* 2004; 14: 2176–2177
- Stoykov ME, Lewis GN, Corcos DM. Comparison of bilateral and unilateral training for upper extremity hemiparesis in stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2009; 23: 945–953
- Taub E, Miller NE, Novack TA et al. Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74: 347–354
- Taub E, Uswatte G, Elbert T. New treatments in neurorehabilitation founded on basic research. *Nat Rev Nsc* 2002; 3: 228–236
- Taub E, Uswatte G. Constraint-induced movement therapy: bridging from the primate laboratory to the stroke rehabilitation laboratory. *J Rehabil Med* 2003; 41 (Suppl): 34–40
- Taub E. Movement in nonhuman primates deprived of somatosensory feedback. *Exerc Sport Sci Rev* 1976; 4: 335–374
- Taub E. Implications for rehabilitation medicine, in Behavioral psychology in rehabilitation medicine: Ince LP, Hrsg. *Clinical applications*. New York: Williams and Wilkins: 1980: 371–401
- Uswatte G, Taub E, Morris D et al. The Motor Activity Log-28: assessing daily use of the hemiparetic arm after stroke. *Neurology* 2006; 67: 1189–1194
- Uswatte G, Taub E, Morris D et al. Reliability and validity of the upper-extremity Motor Activity Log-14 for measuring real-world arm use. *Stroke* 2005; 36: 2493–2496
- Uswatte G, Giuliani C, Winstein C et al. Validity of accelerometry for monitoring real-world arm activity in patients with subacute stroke: evidence from the extremity constraint-induced therapy evaluation trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87: 1340–1345
- van der Lee JH, Beckerman H, Knol DL et al. Climetric properties of the motor activity log for the assessment of arm use in hemiparetic patients. *Stroke* 2004; 35: 1410–1414
- van der Lee JH, Wagenaar RC, Lankhorst GJ et al. Forced use of the upper extremity in chronic stroke patients: results from a single-blind randomized clinical trial. *Stroke* 1999; 30: 2369–2375
- Weiller C, Rijntjes M. Einsichten aus dem Studium der Reorganisation des Gehirns nach Schlaganfall. In: Dettmers C, Weiller C (Hrsg). *Up-date Neurologische Rehabilitation*. Bad Honnef: Hippocampus Verlag; 2005:177–189
- Willis JK, Morello A, Davie A. Forced-use treatment of childhood hemiparesis. *Pediatrics* 2002; 110: 94–96
- Wittenberg GF, Chen R, Ishii K et al. Constraint-induced therapy in stroke: magnetic-stimulation motor maps and cerebral activation. *Neurorehabil Neural Repair* 2003; 17: 48–57
- Woldag H, Waldmann G, Heuschkel G et al. Is the repetitive training of complex movements beneficial for motor recovery in stroke patients? *Clinical Rehabilitation* 2003; 17: 723–730
- Wolf SL, Lecraw DE, Barton LA et al. 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
- Wolf SL, Winstein CJ, Miller JP et al. Effect of constraint-induced movement therapy on upper extremity function 3 to 9 months after stroke: the EXCITE randomized clinical trial. *JAMA* 2006; 296: 2095–2104
- Wolf SL, Winstein CJ, Miller JP et al. Retention of upper limb function in stroke survivors who have received constraint-induced movement therapy: the EXCITE randomised trial. *Lancet Neurol* 2008; 7: 33–40
- Wu CY, Chen CL, Tang SF et al. Kinematic and clinical analyses of upper-extremity movements after constraint-induced movement therapy in patients with stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2007; 88: 964–970
- Wu CY, Chou SH, Kuo MY et al. Effects of object size on intralimb and interlimb coordination during a bimanual prehension task in patients with left cerebral vascular accidents. *Motor Control* 2008; 12: 296–310
- Wulf G, Höß M, Prinz W. Instruction for motor learning: differential effects of internal versus external focus of attention. *J Mot Behav* 1998; 30: 169–179
- Wulf G, Shea C, Lewthwaite R. Motor skill learning and performance: a review of influential factors. *Med Educ* 2010; 44: 75–84

Autorin



Susanna Freivogel ist Physiotherapeutin und hat über 20 Jahre die Abteilung Physiotherapie in Gailingen geleitet. Seit 2009 übt sie selbstständige Beratungs- und Behandlungstätigkeit auf dem Gebiet der Neurorehabilitation aus und ist in der Fort- und Weiterbildung aktiv.

Susanna Freivogel

Freyastrasse 16
8212 Neuhausen
Schweiz
E-Mail: s.freivogel@gmx.net

Bibliografie

DOI 10.1055/s-0031-1295556
neuroreha 2011; 4: 177–183
© Georg Thieme Verlag KG
Stuttgart · New York · ISSN 1611-6496