

Überblick

Zweck der Studie:

Untersuchung des klinischen Nutzens eines "Musters zum erzwungenen Gebrauch" für Patienten mit geringer bis starker Beeinträchtigung der Motorik in den oberen Extremitäten. Die Beschwerden der untersuchten Patienten reichten vom totalen proximalen und distalen Bewegungsverlust bis zu proximaler motorischer Kontrolle mit geringer oder keiner distalen Bewegungsfähigkeit.

Aufbau der Studie:

Gruppe I: Die Patienten mit starken motorischen Einschränkungen wurden über einen Zeitraum von sechs Wochen, vier Tage in der Woche jeweils sechs Stunden pro Tag, zum „erzwungenen Gebrauch“ angehalten. Am fünften Tag unternahmen die Patienten, mit den verordneten einschränkenden Maßnahmen, gemeinsame Aktivitäten. Weiterhin wurden ein bis zwei Stunden tägliches Training am Abende zu Hause, auch am Wochenende, verordnet.

Gruppe II: Die Patienten mit geringeren motorischen Einschränkungen wurden für vier Wochen, ebenfalls vier Tage in der Woche jeweils sechs Stunden pro Tag, zum „erzwungenen Gebrauch“ angehalten. Am fünften Tag unternahmen diese Patienten ebenfalls gemeinsame Aktivitäten mit den verordneten einschränkenden Maßnahmen und sie wurden ebenfalls angehalten, ein bis zwei Stunden täglich abends zu Hause, auch am Wochenende, zu trainieren.

Schauplatz: Ein Haus im Westen Los Angeles, Kalifornien. Es wurde ausgesucht, weil den Patienten hier eine vollständig funktionale Einrichtung zur Verfügung stand.

Teilnehmer:

Gruppe I: Fünf Teilnehmer, von denen vier das Programm bis zum Ende absolvierten. Ein Teilnehmer musste nach zwei Wochen wegen Krankheit in der Familie aufgeben. In Gruppe II: Ebenfalls fünf Teilnehmer, die alle das gesamte Programm der vier Wochen absolvierten.

Forschungsteam: Das Untersuchungsteam bestand aus sechs Physikalischen Therapeuten.

Intervention: Gruppe I: Die Patienten wurden in den ersten drei Wochen eineinhalb Stunden täglich, von Montag bis Donnerstag, durch einen Physikalischen Therapeuten behandelt, in den restlichen drei Wochen von Montag bis Donnerstag jeweils zwei Stunden täglich. Zusätzlich erhielt jeder Patient Feedback in Form einer manuellen Unterstützung durch den Therapeuten während des Mittagessens mit „erzwungenem Gebrauch“. Die Patienten absolvierten in „erzwungenem Gebrauch“ eine zweieinhalb stündige „massive praktische Therapie“ [massed practice?] und eineinhalb Stunden beiseitigen Übungen ohne Einschränkungen pro Tag an vier Tagen in der Woche. Bei allen massiven und beidseitigen Übungen erhielten die Patienten verbale und manuelle Unterstützung / Feedback durch den Therapeuten.

Gruppe II: Die Patienten wurden von einem Physikalischen Therapeuten für eineinhalb Stunden täglich in den ersten beiden Wochen behandelt. In der dritten und vierten Woche wurde die Behandlung ausgesetzt. Auch sie erhielten manuelle Unterstützung während des Mittagessens mit „erzwungenem Gebrauch“.

Sie absolvierten täglich vier Stunden massive praktische Übungen in „erzwungenem Gebrauch“ und beidseitigen Übungen ohne Einschränkungen an vier Tagen während der ersten zwei Wochen. In der dritten und vierten Woche wurde der Umfang auf vier Stunden Training mit „erzwungenem Gebrauch“ und eineinhalb Stunden massive praktische-/beidseitigen Übungen ohne Einschränkungen pro Tag erhöht.

Messung der Ergebnisse: Während der gesamten Dauer der Studie wurden die Teilnehmer beider Gruppen angehalten, sich anhand der/des MAL [?] täglich selbst einzuschätzen. Gruppe I wurde in den sechs Wochen dreimal mit dem Modified Wolf Motor Function Test überprüft. Gruppe II wurde in der vierwöchigen Periode zweimal dem gleichen Test unterzogen.

Die Massive praktische Übungen wurden über die „Anzahl der Wiederholungen“ je Zeiteinheit bewertet. Die Teilnehmer in Gruppe II wurden auch zu ihren individuellen Wahrnehmungen und dem Lernprozess interviewt. Vier der Therapeuten wurden ebenfalls zu ihrer Wahrnehmung und ihren Erfahrungen befragt.

Ergebnisse: Statistisch spiegeln die Ergebnisse die Veränderungen der motorischen Funktionen, die in Gruppe I erreicht wurden, nicht wieder. Aufgrund der Schwere der motorischen Dysfunktionen dieser Patienten, konnte keine statistisch signifikante Veränderung der motorischen Funktionen festgestellt werden. Dieses Ergebnis war auch direkt bedingt durch die motorischen Bewertungsskala, die für Patienten mit starken Bewegungs-Dysfunktionen ungeeignet ist.

Die existierende Messskala gibt den Unterschied zwischen proximalen und distalen Verbesserungen der motorischen Heilung nicht wieder. Dies rührt vor allem daher, dass das Messwerkzeug für Patienten entwickelt wurde, die zur Erfüllung der gemessenen Aufgabe den Arm benutzen konnten. Die Bewertungsskala ist damit abhängig von der Erfüllung der Aufgabe. Deshalb stellt das Messinstrument kein geeignetes Mittel für Menschen mit erheblich stärkeren Einschränkungen dar.

In Gruppe 2 konnten alle Teilnehmer statistisch signifikante Verbesserungen erzielen, vor allem deshalb, weil alle bereits zu Beginn des Projekts über grobe proximale motorische Funktionen verfügten und diese Bewegungsfähigkeit mit dem Wiedererlangen der motorischen Funktionen in Unterarm und Hand kombinieren konnten.

Schlussfolgerungen: Aufgrund der Ergebnisse liegt es auf der Hand, dass für Patienten mit schweren motorischen Dysfunktionen ein geeignetes Messinstrumentarium zu entwickeln ist. In beiden Gruppen konnten folgende Veränderungen beobachtet werden: In Gruppe I konnten, mit einer Ausnahme, alle Teilnehmer Objekte ergreifen und bewegen/transportieren [Anm.: sehr interpretativ übersetzt: "transport phase of reach]. Drei der Teilnehmer aus Gruppe I konnten innerhalb des WMF-Tests einige Objekte grob greifen und loslassen, allerdings war dies nicht übereinstimmend der Fall und erschien von Größe und Form der Objekte unabhängig zu sein.

In Gruppe II haben alle Teilnehmer die Fähigkeit, die „Transportphase des Greifens“ mit Fassen und Manipulieren zu koordinieren, wiedererlangt.

Einleitung:

Der Anteil der Patienten mit einseitigen Lähmungen, die eine Funktion der oberen Extremitäten in der Form wiedererlangen, dass sie mit dem betroffenen Arm/der betroffenen Hand einseitig nach Objekten greifen und diese manipulieren können, ist statistisch eher gering und liegt im Bereich von 30%.

Dies ist ein Grund, warum ein so wenige Patienten, die eine halbseitige Lähmung erleiden, wieder ins Arbeitsleben zurückkehren, obwohl ein großer Teil noch nicht das Rentenalter erreicht hat.

Die Verfasser dieser Studie haben in den letzten 25 Jahren die Erfahrung gemacht, dass die meisten Patienten motiviert sind, die Bewegungsfähigkeit des gelähmten Arms zurückzugewinnen, aber dass dies jedoch nicht als erreichbares Ziel angesehen wird. Die meisten Therapeuten sind sich des Wunschs ihrer Patienten, die Funktion ihrer oberen Extremitäten zurückzugewinnen, bewusst. Mit den derzeitigen Strategien/Therapien können sie jedoch eine Wiedererlangung nicht wirkungsvoll unterstützen.

Hauptziel dieses Projekts war, die Möglichkeiten eines klinischen Modells zu untersuchen, das die Wiedererlangung der Funktionen in den oberen Extremitäten bei Patienten mit schwerer Beeinträchtigung eines Armes nach Schlaganfällen, ermöglicht.

Das therapeutische Model

Das therapeutische Model, das dem Projekt zugrunde lag, ist das Ergebnis der gesammelten klinischen Erfahrungen der beteiligten Therapeuten bei der Entwicklung von Handlungsstrategien zur Optimierung der Fähigkeit des Patienten, in praktischen Situationen hoher Intensität Muskelaktivierung zu erreichen. Diese Handlungsstrategien wurden mit Förderung der Skelettmuskulatur in „geschlossener Kette“ [?closed chain?] ausgeführt und beinhalteten abgestuften Krafteinsatz in den agonistischen [?] und antagonistischen Muskelgruppen, um Kraft, Ausdauer und Koordination zu verbessern. Die Umsetzung erfolgte in ein bis eineinhalbstündigen Behandlungssitzungen. Dabei wurden Übungen eingesetzt, die von den Forschern / uns [?] „Strategie der Erzwungenen Nutzung“ genannt wurden. Zusätzlich befassten sich die Sitzungen mit dem orthopädischen Management der Verhärtung des Bindegewebes, die zu Einschränkungen in der Beweglichkeit und damit auch zur Beschränkung der willentlichen Bewegungsfähigkeit über die erforderliche Bandbreite der Funktionen

geführt hatte. Der resultierende Widerstand führt dazu, dass der Patient andere, als die als optimal angesehenen Bewegungsmuster auswählt und dadurch Bewegung häufig völlig unmöglich wird.

Im Anschluss an die Behandlungssitzungen folgte eine halbstündige Pause und dann die massiven praktische Übungen mit geringeren Einschränkungen der oberen Extremitäten.

Jede Übung mit "eingeschränkter Nutzung" dauerte mindestens 40 Minuten.

Zu Beginn hatten die massiven praktischen Übungen zum Ziel, die Fähigkeit den Oberarm aktiv vom Körper wegzubewegen zu verbessern und über das Strecken des Ellenbogens die Höhe des Oberarms zu koordinieren.

Bei allen Aktivitäten leistete der Forschungsassistent manuelle Hilfestellung.

Im Anschluss an die morgendlichen Übungen von 1.5 Stunden folgte das Mittagessen. Die Mahlzeiten wurden mit dem geschädigten Arm eingenommen, meist war dabei der gesunde Arm im oberen Bereich an der Armlehne des Stuhls, in dem der Patient saß, fixiert. Während der gesamten Mahlzeit wurde manuell und verbal Hilfestellung geleistet. Anschließend folgte eine Ruhephase von 30 Minuten.

Die Nachmittagsitzungen bestanden aus 1.5 Stunden „massiver praktische Übungen mit ‚Einschränkungen‘“ und anschließend einer Stunde beidseitigen Übungen.

Auch bei den beidseitigen Übungen wurde von den Therapeuten manuelles und verbales Feedback gegeben.

Morgens besprachen Patient und Forschungsassistent das Ergebnis der „Hausaufgaben“ vom vorvergangenen Abend. An jedem Tag der Woche, außer am Freitag, wurde Teil 1 des MAL-[Tests] durchgeführt. Freitags wurde der gesamte MAL-Test durchlaufen.

Die Forscher entschlossen sich, den ursprünglichen Plan für freitags zu ändern und führten stattdessen mit der gesamten Patientengruppe Gemeinschaftsausflüge durch. Dabei mussten die Patienten die Beschränkungen [?] tragen oder aber Aufgaben durchführen, die nur erfüllbar waren, wenn beide Arme genutzt wurden. Zu den Aktivitäten und Aufgaben gehörten beispielsweise Auto waschen, Dreirad fahren am Strand von Santa Monica, Salsa tanzen und Einkaufen.

Um zu messen, inwieweit diese schwer betroffenen Patienten ihre Geschicklichkeit in den oberen Extremitäten zurück gewannen, wurde Wolfs angepasster Test der motorischen Funktionen [MWMF-Test] eingesetzt. Jeder Patient absolvierte den Test

vor Beginn des Projekts, nach drei Wochen Laufzeit und am Ende des sechswöchigen Projekts.

Ziel der Behandlungssitzungen

Ziel der Sitzungen war, den Patienten auf Aktivitäten vorzubereiten, in denen er den oberen Teil des betroffenen Armes einsetzen musste. Dazu waren Strukturen beweglich zu machen, die möglicherweise im Schulterblatt Fehlstellungen verursachen konnten und die Stabilität im Schulterblatt erschweren würden. Deshalb war die Stärkung der stabilisierenden Muskulatur des Schulterblatts ebenso erforderlich, wie die Aktivierung, Stärkung und Koordination der Muskelsegmente im Arm und in der Hand.

Die Behandlungssitzungen wurden auch dazu benutzt, die dysfunktionale Bewegungen in anderen Körperbereichen auszumerzen, die negative Auswirkungen auf den Gebrauch des Oberarmsegments hatten.

Da über 80% der Funktionen in den oberen Extremitäten im Stehen und Gehen gebraucht werden, war die Kontrolle der Beine, einschließlich der Hüfte auf der betroffenen Seite, ein weiteres wichtiges Ziel der Behandlungssitzungen.



Massive praktische Übungen mit 'eingeschränkter Nutzung':

Als Behandlungsstrategie bestehen massive praktische Übungen aus der Wiederholung eines Bewegungsmusters, um die Fähigkeit des Patienten zu verbessern, dieses Bewegungsmuster automatischer abrufen zu können, als dies bei der Ausführung einer bestimmten Funktion erforderlich wäre.

Zu Beginn wird es nicht für wichtig erachtet, dass die Parameter des vom Patienten gewählten Bewegungsmusters optimal sind. Ebenso ist es weniger wichtig, dass der Patient die richtige Kräfterdosierung für ein spezielles zu übendes Bewegungsmuster, wählt. Die erste Voraussetzung ist lediglich, dass die Übung auf irgendeinem Niveau absolviert werden kann. Wie in diesem Projekt praktiziert, wurde den Patienten abwechselnd manuelle und verbale Hilfestellung gegeben, um die Übung erfolgreich zu absolvieren. Der Umfang des Feedback wurde kontinuierlich in dem Umfang reduziert, wie der Patient die Übungen besser bewältigen konnte.

Die Übungen wurden in dem Umfang schrittweise schwieriger gestaltet, wie der Patient seine Geschwindigkeit und Effizienz in der Ausführung verbessern konnte.

In allen Fällen wurde beobachtet, dass die Bewegungs- und Kräfteparameter mit zunehmender Übung immer weiter verbessert wurden.

Unter Berücksichtigung des Niveaus der motorischen Kontrollfähigkeit, das die Patienten in Gruppe I zu Beginn des Projekts aufwiesen, wurden die massiven praktischen Übungen zunächst auf proximale Bewegungen des Oberarms vom Körper weg begrenzt. Die Hand wurde auf das zu bewegende Objekt gelegt und dort gehalten. Die Übungen wurden so alle in [der geschlossenen Kette ?] durchgeführt und der Patient wurde nicht gezwungen, das Objekt zu transportieren. Ein Beispiel für diese Art Übung ist das Schieben eines Einkaufswagens. Die Hand wurde auf den Griff gelegt und der Patient wurde aufgefordert, den Wagen von seinem Körper weg und auch wieder zurück zu schieben. Eine ähnliche Übung war das Kippen einer Stufenleiter.

Die Aktivitäten ermöglichten dem Patienten die [Transportphase des Greifens] zu erreichen und dabei immer noch in der [geschlossenen Kette] zu arbeiten.

Die Übungen halfen den Patienten auch dabei, Ausdauer und Muskelkraft aufzubauen, da sie über einen Zeitraum von 30-50 Minuten ausgeführt wurden. Jedes der bewegten Objekte konnte durch zusätzliches Gewicht schrittweise zunehmend schwerer gemacht werden. Die Patienten aus Gruppe II konnten ihre Arme selbständig an die Objekte

heranführen, benötigten aber manuelle und verbale Unterstützung bei der Formung der Hände für das jeweilige Objekt.

Mit dieser Gruppe wurden auch Übungen in [offener Kette], wie z.B. Greifen und Bewegen von Besteck, durchgeführt.

Massive praktische Übungen mit 'eingeschränkter Nutzung':

Die Bedingungen der massiven praktischen Übungen erlaubten den Teilnehmern, anhand der Einübung und Wiederholung von Bewegungsmustern, die Auswahl der erforderlichen Bewegungen mehr und mehr innerhalb der normalen räumlichen, zeitlichen und kraftbezogenen Parameter des Streckens, Greifens und Manipulierens von Objekten, durchzuführen. Bedingt durch die funktionalen Beschränkungen der Patienten in dieser Studie, konnten die praktischen massiven Übungen nur mit verbaler und manueller Unterstützung durch die Therapeuten absolviert werden.

Das Feedback wurde periodisch gegeben und die Häufigkeit wurde mit der zunehmenden Fähigkeit der Teilnehmer, die Übungen selbständig zu absolvieren, reduziert. Die Fehlerhäufigkeit und die Abweichung der Bewegungen war in Gruppe I erheblich größer als in Gruppe II. Damit war es in Gruppe II leichter, das Feedback „auszublenden“. In beiden Gruppen wurde das Schwierigkeitsniveau mit zunehmendem Übungserfolg seitens des Patienten erhöht.



Beidseitige Massive Therapie

Die Art Übungen wurden in das Projekt aufgenommen, um die Koordination zwischen beiden Schulterblättern wiederherzustellen und beide Arme in Aktivitäten einzubeziehen, welche die gemeinsame Nutzung der oberen Extremitäten erfordern. Damit entwickelten die Patienten die Fähigkeit, ihre Tendenz, im weniger betroffenen Arm zu viel Kraft aufzuwenden, zu überwachen und sie wurden bei der Wahl angepasster räumlicher, zeitlicher und kraftbezogener Parameter für die eingeübten Bewegungsmuster unterstützt.

Die Teilnehmer empfanden diese Übungen als sehr motivierend, weil dabei oft Aufgaben im Mittelpunkt standen, die sie seit ihrem Schlaganfall oder ihrer Kopfverletzung nicht mehr hatten ausführen können.

Beispielhafte Aktivitäten sind das Einschlagen eines Nagels, das Heben und Tragen eines Wäschekorbs oder eines Bügeleisens.

Testverfahren:

MAL (Motorisches Aktivitäten Tagebuch): Die ersten 15 Fragen wurden an vier Tagen der Woche mit den Patienten besprochen. Am fünften Tag wurden alle 30 Fragen gestellt und mit jedem Teilnehmer diskutiert.

WMFT (Wolf Modified Motor Function Test): Gruppe I absolvierte eine modifizierte Version des WMFT dreimal im Zeitraum von sechs Wochen. Die Teilnehmer der Gruppe II durchliefen diesen Test zweimal in vier Wochen. Zur Bewertung der motorischen Funktionen wurden für beide Gruppen dreizehn Testpunkte ausgewählt. Im Wortlaut einiger Messskalen wurden Änderungen vorgenommen, um eine verbesserte Unterscheidung zwischen Qualität und Quantität der Bewegungen zu erhalten.

Test Ergebnisse:

Aufgrund der hier dargestellten Ergebnisse ist eindeutig, dass es in keiner der beiden Gruppen zu einer statistische Veränderung über die Standardabweichung hinaus gekommen ist.

Der geringe Umfang der Grundgesamt (n = Anzahl der Teilnehmer) schränkt die Aussagekraft der Ergebnisse ebenfalls stark ein. Die statistischen Ergebnisse geben die erheblichen Verbesserungen die in beiden Gruppen in den Parametern für zielgerichtetes Strecken und Greifen beobachtet wurden und die letztlich zum erfolgreichen Ausführen in diesen Aufgaben nötig sind, nicht annähernd wieder.

Von noch größerem Interesse ist, dass statistisch auffälligere Verbesserungen eher in Aufgaben erreicht wurden, für die der grobe Gebrauch des Arms erforderlich war, als in Aufgaben, die den selektiven Gebrauch der Hand benötigten.

Tabelle 1. Übereinstimmung zwischen Forschern und unabhängigen Gutachtern bezüglich der Bewertung der **Funktionalen Fähigkeiten**

Aktivität	Kendal Tau (τ)	Signifikanz
Hand auf dem Tisch (vorne)	.509	0.096
Hand auf einer Schachtel (vorne)	.851	0.000
Hand auf dem Tisch (seitlich)	.786	0.001
Hand auf einer Schachtel (seitlich)	.709	0.014
Ellbogen Strecken	.820	0.000
Ellbogen Strecken (mit Gewicht)	.858	0.000
Gewicht am Arm	.608	0.015
Lappen nehmen und Wasser aufwischen	.723	0.007
Lappen loslassen	.758	0.000
Flasche greifen/Auf Schachtel stellen	.767	0.000
Brot greifen und abbeißen	.518	0.045
Weinglas greifen und zum Mund führen	.806	0.000
Löffel greifen und Cerealien zum Mund führen	.644	0.019
Haarbürste greifen und Haare bürsten	.815	0.000
Türknauf greifen, Tür öffnen und schließen	.773	0.000
Licht an- und ausschalten	.799	0.000
Jackett zuknöpfen	.495	0.117

Tabelle 2. Übereinstimmung zwischen Forschern und unabhängigen Gutachtern bezüglich der Bewertung der **Qualität der Ausgeführten Bewegungen**

Aktivität	Kendal Tau (τ)	Signifikanz
Hand auf dem Tisch (vorne)	.838	0.000
Hand auf einer Schachtel (vorne)	.756	0.009
Hand auf dem Tisch (seitlich)	.798	0.006
Hand auf einer Schachtel (seitlich)	.737	0.000
Ellbogen Strecken	.899	0.000
Ellbogen Strecken (mit Gewicht)	.858	0.000
Gewicht am Arm	.822	0.000
Lappen nehmen und Wasser aufwischen	.840	0.000
Lappen loslassen	.885	0.000
Flasche greifen/Auf Schachtel stellen	.893	0.000
Brot greifen und abbeißen	.792	0.000
Weinglas greifen und zum Mund führen	.817	0.000
Löffel greifen und Cerealien zum Mund führen	.682	0.000
Haarbürste greifen und Haare bürsten	.737	0.000
Türknauf greifen, Tür öffnen und schließen	.759	0.000
Licht an- und ausschalten	.767	0.000
Jackett zuknöpfen	.592	0.003

Tabelle 3. Vergleich der Funktionalen Fähigkeiten vor, während und nach Teilnahme am Programm (Gruppe I)

Aktivität	Vortest Mittlerer Rang	Zwischentest Mittlerer Rang	Abschlusstest Mittlerer Rang	Friedman (χ^2)	Signifikanz
Hand auf dem Tisch (vorne)	1.75	2.13	2.13	2.000	0.368
Hand auf einer Schachtel (vorne)	1.25	2.38	2.38	6.000	0.050
Hand auf dem Tisch (seitlich)	1.75	2.13	2.13	2.000	0.368
Hand auf einer Schachtel (seitlich)	1.63	2.38	2.00	2.000	0.368
Ellbogen Strecken	1.63	2.00	2.38	3.000	0.223
Ellbogen Strecken (mit Gewicht)	2.13	1.50	2.38	2.600	0.273
Gewicht am Arm	1.88	1.88	2.25	1.000	0.607
Lappen nehmen und Wasser aufwischen	1.50	2.25	2.25	4.000	0.135
Lappen loslassen	1.50	2.13	2.38	2.600	0.273
Flasche greifen/Auf Schachtel stellen	1.38	2.13	2.50	4.667	0.097
Brot greifen und abbeißen	1.25	2.38	2.38	6.000	0.050
Weinglas greifen und zum Mund führen	1.13	2.50	2.38	5.692	0.058
Löffel greifen und Cerealien zum Mund führen	1.25	2.38	2.38	6.000	0.050
Haarbürste greifen und Haare bürsten	1.25	2.50	2.25	5.600	0.061
Türknauf greifen, Tür öffnen und schließen	1.88	2.25	1.88	0.667	0.717
Licht an- und ausschalten	1.88	1.88	2.25	2.000	0.368
Jackett zuknöpfen	1.63	2.00	2.38	3.000	0.223

Tabelle 4. Vergleich der Ergebnisse zur Bewegungsqualität im Vor-, Zwischen und Abschlusstest (Gruppe I)

Aktivität	Vortest Mittlerer Rang	Zwischentest Mittlerer Rang	Abschlusstest Mittlerer Rang	Friedman (χ^2)	Signifikanz
Hand auf dem Tisch (vorne)	1.38	2.50	2.13	4.667	0.097
Hand auf einer Schachtel (vorne)	1.63	2.38	2.00	3.000	0.223
Hand auf dem Tisch (seitlich)	1.88	1.88	2.25	2.000	0.368
Hand auf einer Schachtel (seitlich)	1.75	2.13	2.13	2.000	0.368
Ellbogen Strecken	2.13	1.63	2.25	1.400	0.497
Ellbogen Strecken (mit Gewicht)				2.000	0.368
Gewicht am Arm	1.63	1.63	2.75	4.500	0.105
Lappen nehmen und Wasser aufwischen	1.38	2.13	2.50	4.667	0.097
Lappen loslassen	1.50	2.25	2.25	2.667	0.264
Flasche greifen/Auf Schachtel stellen	1.50	2.25	2.25	2.667	0.264
Brot greifen und abbeißen	1.63	2.00	2.38	3.000	0.223
Weinglas greifen und zum Mund führen	1.75	1.75	2.50	4.000	0.135
Löffel greifen und Cerealien zum Mund führen	1.88	1.75	2.38	1.400	0.497
Haarbürste greifen und Haare bürsten	1.88	2.25	1.88	2.000	0.368
Türknauf greifen, Tür öffnen und schließen	1.88	1.75	2.38	1.400	0.497
Licht an- und ausschalten	1.63	2.38	2.00	3.000	0.223
Jackett zuknöpfen	2.00	1.63	2.38	1.500	0.472

Tabelle 5. Vergleich der Ergebnisse im Vortest und im Abschlusstest zu den Funktionalen Fähigkeiten (Gruppe II)

Aktivität	Ergebnis Vortest	Ergebnis Abschlusstest	Z Wilcoxon Signed [gewichteter?] Rang	Signifikanz
Hand auf dem Tisch (vorne)	4	4	-1.000	0.317
Hand auf einer Schachtel (vorne)	4	4	-1.000	0.317
Hand auf dem Tisch (seitlich)	4	4	-0.557	0.564
Hand auf einer Schachtel (seitlich)	4	4	-1.000	0.317
Ellbogen Strecken	3	4	-0.447	0.655
Ellbogen Strecken (mit Gewicht)	3	4	-0.447	0.655
Gewicht am Arm	4	5	-1.732	0.083
Lappen nehmen und Wasser aufwischen	4	4	-0.378	0.705
Lappen loslassen	4	4	-0.447	0.655
Flasche greifen/Auf Schachtel stellen	4	4	-1.414	0.157
Brot greifen und abbeißen	4	2	-1.732	0.083
Weinglas greifen und zum Mund führen	3	4	-2.236	0.025
Löffel greifen und Cerealien zum Mund führen	3	4	-1.342	0.180
Haarbürste greifen und Haare bürsten	4	4	-1.000	0.317
Türknauf greifen, Tür öffnen und schließen	4	5	-2.000	0.046
Licht an- und ausschalten	4	4	-1.732	0.083
Jackett zuknöpfen	3	3	-0.577	0.564

Tabelle 6. Vergleich der Ergebnisse des Vor- und Abschlusstests zur Bewegungsqualität (Gruppe II)

Aktivität	Ergebnis Vortest	Ergebnis Abschlusstest	Z Wilcoxon Signed [gewichteter?] Rang	Signifikanz
Hand auf dem Tisch (vorne)	3	3	-1.000	0.317
Hand auf einer Schachtel (vorne)	3	3	-1.000	0.317
Hand auf dem Tisch (seitlich)	3	3	-1.000	0.317
Hand auf einer Schachtel (seitlich)	4	4	-0.557	0.564
Ellbogen Strecken	3	4	-1.732	0.083
Ellbogen Strecken (mit Gewicht)	3	4	-1.000	0.317
Gewicht am Arm	3	5	-2.000	0.046
Lappen nehmen und Wasser aufwischen	3	3	-1.414	0.157
Lappen loslassen	3	4	-1.633	0.102
Flasche greifen/Auf Schachtel stellen	4	4	-1.000	0.317
Brot greifen und abbeißen	4	4	0.000	1.000
Weinglas greifen und zum Mund führen	3	4	-1.414	0.157
Löffel greifen und Cerealien zum Mund führen	3	4	-1.000	0.317
Haarbürste greifen und Haare bürsten	4	3	-1.000	0.317
Türknauf greifen, Tür öffnen und schließen	4	1	-1.000	0.317
Licht an- und ausschalten	4	4	-1.000	0.317
Jackett zuknöpfen	3	3	-1.633	0.102

Zusammenfassung:

Weil die funktionalen Fähigkeiten bei den beiden Gruppen hinsichtlich der motorischen Kontrolle in den Armen deutlich unterschiedlich ausgeprägt waren, müssen sie separat betrachtet werden.

Abschließend werden einige allgemeine Anmerkungen, die beide Gruppen betreffen, diskutiert.

In beiden Patientengruppen wurden signifikante Veränderungen in den motorischen Funktionen beobachtet.

Neben dem WMFT als Hauptmessinstrumentarium, wurde für das Projekt eine umfassende Videodokumentation angelegt. Video wurde vor allem für die „Massiven praktische Übungen mit `eingeschränkter Nutzung^“, die Behandlungssitzungen, die Mittagessen und die Ausflüge am Freitag eingesetzt.

Für diese Aktivitäten gibt es keine Messinstrumente. Für die beidseitige Funktionalität der Arme existiert keine entsprechende Bewertungsskala.

Wir vermuten, dass dieser Bereich der motorischen Kontrolle eine kritische Größe für die Reintegration der Arme in die beidseitige Nutzung der oberen Extremitäten in alltäglichen Aktivitäten darstellt.

Im Rahmen der Studie hatte es den Anschein, dass die Aufnahme beidseitiger Übungen dazu geführt hat, dass die Patienten ihren betroffenen Arm auch in ihrem privaten Lebensumfeld außerhalb des Projekts intensiver nutzten.

Die Patienten in Gruppe 1 benötigten mehr orthopädische Betreuung aufgrund der biomechanischen Einschränkungen im Zusammenhang mit den „Verhärtungen“ des Bindegewebes. Sie benötigten ebenfalls umfangreichere Behandlung, um in der Vorbereitung auf die „Massiven praktische Übungen“ die Hypertonie zu reduzieren und sie benötigten mehr Feedback, um die eingeübten Bewegungsmuster zu „formen“.

Der stärkste Zugewinn an motorischer Kontrolle wurde in der vierten Woche beobachtet. Dies deutet darauf hin, dass für Patienten mit stärkeren Schädigungen längere Übungen und mehrere Wiederholungen erforderlich sind.

In den "massiven praktischen Übungen" ist es zwingend erforderlich, dass der Schwerpunkt auf dem Erreichen der „Transportphase des Greifens“ liegen muss, bevor die Hand für das Objekt und dessen Manipulation geformt wird.

Es liegt ebenfalls auf der Hand, dass für diese Art Patienten ein geeignetes Messinstrumentarium entwickelt werden muss; eines, das auch tatsächlich die Verbesserung, wie sie innerhalb dieser Gruppe auftraten, korrekt wiedergeben kann.

Gruppe 2:

Alle Patienten machten messbare Fortschritte in der motorischen Kontrolle. Alle Teilnehmer dieser Gruppe erreichten bessere intrinsische Handfunktionen beim Greifen und beim Manipulieren von Objekten und sie benötigten nicht soviel orthopädische Betreuung, um die Hypertonie zu verringern, wie Gruppe 1.

Aufgrund dieser Unterschiede, konnte die Behandlung in der dritten und vierten Woche ausgesetzt, sodass mehr Zeit für „Massive Übungen“ zur Verfügung stand. Die stärksten Verbesserungen in dieser Gruppe wurden in der dritten Woche und noch stärker in der vierten Wochen beobachtet.

Allgemeine Anmerkungen:

Zur Dokumentation der Veränderungen, die in den Funktionen der oberen Extremitäten hinsichtlich des Zielens [?], des Ausstreckens und des Greifens erreicht werden, muss ein neues Messinstrumentarium entwickelt werden. In Studien zur motorischen Kontrolle sind diese Parameter beschrieben worden. Die Hand an das Objekt heranzuführen (Ausstrecken) ist, von der Charakteristik her, mehr eine ballistische Bewegung, gefolgt von einer „Phase der Feinabstimmung“, um die Form der Hand dem Objekt anzupassen. Die Fortschritte der Patienten in diesen Kategorien, insbesondere in Gruppe 1, konnten nicht dokumentiert werden, weil die Patienten in den meisten Fällen die geforderten Aktivitäten nicht so mit Greifen and Manipulieren der Objekte durchführen konnten, dass dies mit dem vorhandenen Instrumentarium hätte bewertet werden können.

Die Anforderungen zur Aufnahme in aktuelle Forschungsvorhaben, wie z.B. in das EXCITE-Projekt, das zur Zeit in den USA durchgeführt wird, schließen alle Patienten der Gruppe 1 aus. Auch drei Patienten der Gruppe 2 erfüllten diese Anforderungen hinsichtlich distaler intrinsischer Bewegungen im Handgelenk und in der Hand nicht. Für die beachtlichen Fortschritte, die die Teilnehmer in Gruppe 1 in der Annäherungsphase „Hand an Objekt“ und im Anpassen der Hand an das Objekt machten, ist die aktuelle Bewertungsskala nicht ausreichend empfindlich.

Die Verbesserungen in Koordination von Schulter, Ellbogen und Unterarm in der Annäherung der Hand an Objekte konnten nicht gemessen werden. Ein besser geeignetes Werkzeug sollte entwickelt und genutzt werden, um die Patienten in Gruppe 1 erneut zu bewerten.

Es ist unsere feste Überzeugung, dass dieses Model beachtliche, bisher aber nicht dokumentierbare, Erfolge, in der Wiedererlangung der motorischen Kontrolle für Patienten bringen kann, die unfähig sind, ihren Arm zu bewegen bringt,

Beide Gruppen zeigten erhebliche Verbesserung in der Anwendung der betroffenen Hand und des Armes bei der Einnahme der Mahlzeiten. Das Feedback für diese Aufgaben überwiegend oder ganz zurückgefahren werden; einige Patienten mussten ihre Hand am Besteck noch selbst ausrichten, andere konnten das Besteck erreichen.

Die tägliche Durchführung des MAL wurde als sehr hilfreich und positiv empfunden. Die tägliche Diskussion der verschiedenen Aktivitäten, in denen der gesunde den betroffenen Arm unterstützen konnte, hat die Patienten motiviert, den Arm öfters und stetiger funktional zu nutzen. Das Wissen, dass am nächsten Morgen ein Gespräch über die Versuche, den Arm in speziellen Aktivitäten einzusetzen, geführt werden würde, nahm die Patienten stärker in die Pflicht, auch selbständig zu üben.

Das Untersuchungsteam hatte den Eindruck, dass die gemeinsamen Ausflüge am Freitag die Patienten nicht nur dabei unterstützten, den Arm funktional in einem sozialen Zusammenhang zu nutzen, sondern dass sie zusätzlich den sozialen Zusammenhalt innerhalb der Gruppen stärkten. Diese Aktivitäten hoben die Stimmung und Motivation bei jedem der Teilnehmer und halfen, den Stress der intensiven Behandlung und der „massiven praktischen Übungen“ der letzten vier Tage (Montag-Donnerstag) abzubauen.

Während der Behandlungen und der „massiven praktischen Übungen“ wurde festgestellt, dass es ebenfalls hilfreich war, wenn 4-5 Patienten gemeinsam in einem Raum die Übungen absolvierten. Immer, wenn ein Patient in einer neuen motorischen Funktion erfolgreich war, gab die ganze Gruppe lautstarke Unterstützung und dies war eine tolle Motivationsquelle für alle Teilnehmer.

In der letzten Projektwoche interviewte ein unabhängiger Sachverständiger die Teilnehmer und das Forschungsteam. Jeder Patient und jeder Therapeut wurde hinsichtlich seiner Wahrnehmung der Erfahrung und zur Teilnahme an der Studie befragt. Die Gespräche dauerten zwischen ein und eineinhalb Stunden und wurden auf Audioband aufgezeichnet. Wir haben die Absicht, diese Informationen in Form eines Papiers zu einem späteren Zeitpunkt zu veröffentlichen.

Alle Teilnehmer an diesem Projekt, Patienten wie Therapeuten, sind sehr dankbar für die Erfahrung und die Bereicherung die es in unsere Leben gebracht hat. Der psychologische Nutzen des Projekts unterstützte und verstärkte den physischen Fortschritt jedes Patienten. Für diesen Zweck/Dafür gilt unser aller Dank der ... Gesellschaft/Stiftung, die dieses Projekt gesponsert hat.

Bibliography

1. [Bonnard M, Camus M, Coyle T, Pailhous J.](#)
Task-induced modulation of motor evoked potentials in upper-leg muscles during human gait: a TMS study. *Eur J Neurosci.* 2002 Dec;16(11):2225-30.
2. [Bonifer N, Anderson KM.](#) Application of constraint-induced movement therapy for an individual with severe chronic upper-extremity hemiplegia. *Phys Ther.* 2003 Apr;83(4):384-98.
3. [Boyd RN, Morris ME, Graham HK.](#)
Management of upper limb dysfunction in children with cerebral palsy: a systematic review. *Eur J Neurol.* 2001 Nov;8 Suppl 5:150-66. Review. **1 4: 4.** [Blanton S, Wolf SL.](#)
An application of upper-extremity constraint-induced movement therapy in a patient with subacute stroke. *Phys Ther.* 1999 Sep;79(9):847-53.
5. [Chollet, F; et al.](#) The Functional Anatomy of Motor Recovery After Stroke in Humans: A Study With Positron Emission Tomography. *Ann Neurol.* 1991; 29: 63-71.
- 6: [Candia V, Elbert T, Altenmuller E, Rau H, Schafer T, Taub E.](#)
Constraint-induced movement therapy for focal hand dystonia in musicians. *Lancet.* 1999 Jan 2;353(9146):42.
- 7 [Dum, RP and Srick, PL.](#) Medial Wall Motor Areas and Skeletomotor Control, *Curr Opin in Neurobiol.* 1992; 2: 836-839.
- 8..[DeLuca SC, Echols K, Ramey SL, Taub E.](#) Pediatric constraint-induced movement therapy for a young child with cerebral palsy: two episodes of care. *Phys Ther.* 2003 Nov;83(11):1003-13.
- 9: [DeBow SB, Davies ML, Clarke HL, Colbourne F.](#)
Constraint-induced movement therapy and rehabilitation exercises lessen motor deficits and volume of brain injury after striatal hemorrhagic stroke in rats. *Stroke.* 2003 Apr;34(4):1021-6. Epub 2003 Mar 20.
- 10: [Dromerick AW, Edwards DF, Hahn M.](#) [Related Articles, Links](#)
Does the application of constraint-induced movement therapy during acute rehabilitation reduce arm impairment after ischemic stroke? *Stroke.* 2000 Dec;31(12):2984-8.
- 11 [Excite Grant;](#) PHS 398 (Revised April 1998). Funded multi-site project being conducted at University of Alabama at Birmingham, University of Southern California, University of North Carolina at Chapel Hill, Wake Forest University, University of Florida, Ohio State University and Emory University.
- 12: [Eliasson AC, Bonnier B, Krumlinde-Sundholm L.](#)
'Clinical experience of constraint induced movement therapy in adolescents with hemiplegic cerebral palsy--a day camp model'.

Dev Med Child Neurol. 2003 May;45(5):357-9. No abstract available.

13: [Elbert T, Rockstroh B, Bulach D, Meinzer M, Taub E.](#)

[New developments in stroke rehabilitation based on behavioral and neuroscientific principles: constraint-induced therapy]

Nervenarzt. 2003 Apr;74(4):334-42. Review. German.

14: [Gillot AJ, Holder-Walls A, Kurtz JR, Varley NC.](#) Perceptions and experiences of two survivors of stroke who participated in constraint-induced movement therapy home programs.

Am J Occup Ther. 2003 Mar-Apr;57(2):168-76.

15: [Glover JE, Mateer CA, Yoell C, Speed S.](#)

The effectiveness of constraint induced movement therapy in two young children with hemiplegia.

Pediatr Rehabil. 2002 Jul-Sep;5(3):125-31.

16: [Hummelsheim H.](#)

Rationales for improving motor function.

Curr Opin Neurol. 1999 Dec;12(6):697-701. Review.

17 [Hutchins, AM; et al.](#) Corticospinal Projections From the Medial Wall of the Hemisphere. Exp Brain Res. 1988; 71: 667-672.

18.[Kopp, B; et al.](#) Plasticity in the Motor System Related To Therapy Induced Improvement of Movement After Stroke. Neuroreport. 1999 Mar 17; 10(4): 807-810.

19.[Kunkel, A; et al.](#) Constraint-Induced Movement Therapy For Motor Recovery in Chronic Stroke. Arch

Phys Med Rehabil. 1999 Jan; 80(6): 624-628.

20. [Kandel ER, Schwartz JH and Jessell TM.](#) Principles of Neural Science: Fourth Edition. McGraw Hill: 757-767.

21: [Karman N, Maryles J, Baker RW, Simpser E, Berger-Gross P.](#)

Constraint-induced movement therapy for hemiplegic children with acquired brain injuries.

J Head Trauma Rehabil. 2003 May-Jun;18(3):259-67.

22: [Krawczyk M, Sidaway M.](#)

[Clinical effects of intensive physiotherapy in stroke patients]

Neurol Neurochir Pol. 2002;36 Suppl 1:41-60. Polish.

23: [Kunkel A, Kopp B, Muller G, Villringer K, Villringer A, Taub E, Flor H.](#)

Constraint-induced movement therapy for motor recovery in chronic stroke patients. Arch Phys Med Rehabil. 1999 Jun;80(6):624-8.

24: [Kopp B, Kunkel A, Muhlnickel W, Villringer K, Taub E, Flor H.](#) Plasticity in the motor system related to therapy-induced improvement of movement after stroke.

Neuroreport. 1999 Mar 17;10(4):807-10.

25 [Liepert, J; et al.](#) Motor Cortex Plasticity During Constraint-Induced Movement Therapy in Stroke

Patients. *Neurosci Lett.* 1998 Jun 26; 250(1): 5-8.

26: [Levy CE, Nichols DS, Schmalbrock PM, Keller P, Chakeres DW.](#) Functional MRI evidence of cortical reorganization in upper-limb stroke hemiplegia treated with constraint-induced movement therapy.

27: [Liepert J, Bauder H, Wolfgang HR, Miltner WH, Taub E, Weiller C.](#)

Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans.

Stroke. 2000 Jun;31(6):1210-6.]

28: [Liepert J, Miltner WH, Bauder H, Sommer M, Dettmers C, Taub E, Weiller C.](#)

Motor cortex plasticity during constraint-induced movement therapy in stroke patients.

Neurosci Lett. 1998 Jun 26;250(1):5-8.

29. [Miltner, WH; et al.](#) Effects of Constraint-Induced Movement Therapy on Patients With Chronic Motor

Deficits After Stroke: A Replication. *Stroke.* 1999 Mar; 30(3): 586-92.

30. [Merznich, MM.](#) (Eds: [Rakic P and Singer W.](#)) Cortical Representational Plasticity in Neurobiology of

Neocortex. Wiley; New York: 41-67.

31 [Morris DM, Taub E.](#) Constraint-induced therapy approach to restoring function after neurological injury.

Top Stroke Rehabil. 2001 Autumn;8(3):16-30.

32:[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 Mar;30(3):586-92.

33 [Nudo, RJ; et al.](#) Neural Substrates For the Effects of Rehabilitative Training on Motor Recovery After

Ischemic Infarct. *Science.* 1996 Jun; 21(272): 1791-1792.

34 [Nudo, R.](#) Recovery After Damage To Motor Cortical Areas. *Curr Opin in Neurobiol.* 1999; 9: 740-747.

35.[Ogden, R and Franz, S.](#) On Cerebral Motor Control: The Recovery From Experimentally Produced Hemiplegia. *Psychobiology.* 1917; 1(1): 33-49.

36: [Page SJ, Levine P, Sisto S, Bond Q, Johnston MV.](#)

Stroke patients' and therapists' opinions of constraint-induced movement therapy.

Clin Rehabil. 2002 Feb;16(1):55-60.

37: [Sterr A, Freivogel S.](#) Motor-improvement following intensive training in low-functioning chronic hemiparesis.

Neurology. 2003 Sep 23;61(6):842-4. -

38: [Sterr A, Freivogel S, Voss A.](#)

Exploring a repetitive training regime for upper limb hemiparesis in an in-patient setting: a report on three case studies.

Brain Inj. 2002 Dec;16(12):1093-107.

39: [Sterr A, Freivogel S, Schmalohr D](#)

Neurobehavioral aspects of recovery: assessment of the learned nonuse phenomenon

in hemiparetic adolescents.

Arch Phys Med Rehabil. 2002 Dec;83(12):1726-31.

40: [Schaechter JD, Kraft E, Hilliard TS, Dijkhuizen RM, Benner T, Finklestein SP, Rosen BR, Cramer SC.](#)

Motor recovery and cortical reorganization after constraint-induced movement therapy in stroke patients: a preliminary study.

Neurorehabil Neural Repair. 2002 Dec;16(4):326-38.

41: [Sterr A, Elbert T, Berthold I, Kolbel S, Rockstroh B, Taub E.](#)

Longer versus shorter daily constraint-induced movement therapy of chronic hemiparesis: an exploratory study.

Arch Phys Med Rehabil. 2002 Oct;83(10):1374-7.

42: [Sabari JS, Kane L, Flanagan SR, Steinberg A.](#)

Constraint-induced motor relearning after stroke: a naturalistic case report.

Arch Phys Med Rehabil. 2001 Apr;82(4):524-8.

Am J Phys Med Rehabil. 2001 Jan;80(1):4-12.]

43: [Taub, E; Uswatte, G;](#) and Pidikiti, R. Constraint-Induced Movement Therapy: A New Family of Techniques With Broad Application To Physical Rehabilitation-A Clinical Review. Journal of Rehabilitation Research Development. 1999 Jul; 36(3): 237-251.

44: [Taub E, Uswatte G.](#)

Constraint-induced movement therapy: bridging from the primate laboratory to the stroke rehabilitation laboratory.

J Rehabil Med. 2003 May;(41 Suppl):34-40. Review.

45: [Taub E, Uswatte G, Morris DM.](#) Improved motor recovery after stroke and massive cortical reorganization following Constraint-Induced Movement therapy.

Phys Med Rehabil Clin N Am. 2003 Feb;14(1 Suppl):S77-91, ix.

46: [Taub E, Morris DM.](#)

Constraint-induced movement therapy to enhance recovery after stroke.

Curr Atheroscler Rep. 2001 Jul;3(4):279-86.

47: [Taub E.](#)

Constraint-induced movement therapy and massed practice.

Stroke. 2000 Apr;31(4):986-8..

48: [Taub E, Uswatte G, Pidikiti R.](#)

Constraint-Induced Movement Therapy: a new family of techniques with broad application to physical rehabilitation--a clinical review.

J Rehabil Res Dev. 1999 Jul;36(3):237-51.

49: [van der Lee JH](#)

Constraint-induced movement therapy: some thoughts about theories and evidence.

J Rehabil Med. 2003 May;(41 Suppl):41-5. Review.

50: [van der Lee JH, Beckerman H, Lankhorst GJ, Bouter LM.](#)

Constraint-induced

movement therapy.

Phys Ther. 2000 Jul;80(7):711-3.

51: [van der Lee JH, Beckerman H, Lankhorst GJ, Bouter LM.](#)

Constraint-induced

movement therapy.

Arch Phys Med Rehabil. 1999 Dec;80(12):1606-7. No abstract available.]

52: [Uswatte G, Miltner WH, Foo B, Varma M, Moran S, Taub E.](#) Objective measurement of functional upper-extremity movement using accelerometer recordings transformed with a threshold filter.

Stroke. 2000 Mar;31(3):662-7.

53. [Wolf, SL and Blanton, S.](#) An Application of Upper Extremity Constraint-Induced Movement Therapy in Patients With Subacute Stroke. Physical Therapy. 1999 Sep; 79(9): 847-853.

55 : [Winstein CJ, Miller JP, Blanton S, Taub E, Uswatte G, Morris D, Nichols D, Wolf S.](#) Methods for a multisite randomized trial to investigate the effect of constraint-induced movement therapy in improving upper extremity function among adults recovering from a cerebrovascular stroke.

Neurorehabil Neural Repair. 2003 Sep;17(3):137-52.

56: [Wolf SL, Blanton S, Baer H, Breshears J, Butler AJ.](#)

Repetitive task practice: a critical review of constraint-induced movement therapy in stroke.

Neurolog. 2002 Nov;8(6):325-38.

57: [Wittenberg GF, Chen R, Ishii K, Bushara KO, Eckloff S, Croarkin E, Taub E, Gerber LH, Hallett M, Cohen LG.](#)

Constraint-induced therapy in stroke: magnetic-stimulation motor maps and cerebral activation.

Neurorehabil Neural Repair. 2003 Mar;17(1):48-57. Erratum in: Neurorehabil Neural Repair. 2003 Sep;17(3):197.

58: [Willis JK, Morello A, Davie A, Rice JC, Bennett JT.](#)

Forced use treatment of childhood hemiparesis.

Pediatrics. 2002 Jul;110(1 Pt 1):94-6.