

Verbesserung der Armfunktion mit EMG – getriggelter Elektrostimulation bei Patienten mit CVI, Teil 2

J.P. Kool, PT, MSc, Mitglied der IBITA und der IGPNR (IG Physiotherapie Neuro-Rehabilitation); U.N. Gamper, Mitglied der PTR (Physiotherapie Rehabilitation); PT C. Meier, PT; Physiotherapie und Forschungsabteilung, Rehabilitationszentrum Valens, CH-7317 Valens

Schlüsselwörter:

**hemiplegie – armfunktion – effektivität –
randomisierte klinische studie –
behinderung – emg – elektrostimulation
– bewegungstherapie**

Die Studie wurde ermöglicht durch finanzielle Unterstützung der Klinik Valens.

Die Autoren danken allen an der Studie beteiligten Patienten und Therapeuten für ihre Mitarbeit.

Wie im ersten Teil berichtet, zeigt die bisherige Literatur über die Effektivität von Bewegungstherapie und Elektrostimulation positive Resultate. Teil 2 stellt die eigene Studie vor.

Methoden: In einer randomisierten kontrollierten Studie bei 17 Patienten wurde die Effektivität einer dreiwöchigen (15 mal 1 Std.), mit EMG-getriggelter Elektrostimulation unterstützten, aufgabenorientierten Therapie untersucht. Patienten mit einem erstmaligen CVI – vor mehr als 6 Wochen, einer vorwiegend sensomotorischen Einschränkung der Armfunktion – aber ohne Einschränkung durch Komorbidität, wurden zugelassen.

Resultate: Die Reduktion der ATL-Behinderung, gemessen mit der individuellen Zielerreichung, war in der Experimentalgruppe signifikant grösser ($p = 0.003$). Die Handmotorik verbesserte sich ebenfalls ($p = 0.016$). Die Korrelation zwischen Verbesserung der ATL-Behinderung und der Verbesserung der Motorik von Arm und Hand war schwach.

Schlussfolgerung: Eine zusätzliche intensive, aufgabenorientierte, mit EMG-getriggelter Elektrostimulation unterstützte Behandlung von 15 Stunden verbessert die Motorik und reduziert die ATL-Behinderung. Langzeiteffekte wurden nicht untersucht. Das Resultat stimmt mit anderen Studienergebnissen überein, die einen Zusammenhang zwischen Dosis und Effekt nachweisen. Ein intensives Therapieangebot während der Rehabilitation ist entscheidend für deren Erfolg.

ABSTRACT

Main Problem: The restoration of arm function constitutes a challenge in the rehabilitation of patients with a stroke. Randomised controlled studies indicate that especially constrain induced and task oriented therapy improve motor control and activities of the arm in daily living. Whether EMG-triggered electrical stimulation is effective remains unclear and is investigated in this study.

Methods: We performed a randomized clinical trial in 17 patients with a first stroke since at least 6 weeks, mentioning the reduction of arm related disability as a primary goal. Comorbidity and major cognitive impairments led to exclusion. Patients in the experimental group received 15 hours of additional treatment consisting of task oriented therapy supported with EMG triggered electrical stimulation. Randomisation was performed in strata according to severity of motor impairment and duration since stroke.

Results: The reduction of arm related disability as measured with the individual goal attainment was significantly greater in the experimental group ($p = 0.003$). Motor control of the hand also improved ($p = 0.016$). The correlation between the improvement in arm related disability and motor control of the arm and hand was weak.

Conclusions: An additional task oriented treatment supported with EMG triggered electrical stimulation of 15 hours duration improves motor control and reduces arm related disability. Long term effects were not investigated. These results are in accordance with other studies, summarized in the previous issue of «FISIO Active», showing a dose effect relationship. Intensive therapy appears essential for effective rehabilitation.

Körperfunktion Arm, Hand, Bein und Fuss

Für die Erfassung der motorischen Kontrolle benützten wir die Abschnitte «Arm» und «Hand» des Chedoke McMaster Stroke Assessment [17]. Dieses Assessment wurde mit über 50 Studien auf Validität und Zuverlässigkeit geprüft. Die Unterteilung in Subskalen erfolgt entsprechend den Ebenen der ICDH-2 [38]. Die Subskalen können einzeln benützt werden. Für die motorische Kontrolle der oberen und unteren Extremität gibt es vier einzelne Abschnitte. Die proximale und distale motorische Kontrolle wird jeweils mit einer eigenen Skala erfasst. Jede Skala ist in sieben sogenannte Erholungsstadien unterteilt, die mit je drei Tests geprüft werden. Alle positiven Ergebnisse wurden zu einer Gesamtzahl von 0 bis 21 Punkte zusammengezählt.

Aktivität

Wir registrierten die Aktivität, um die mobilitätsbezogenen Veränderungen in beiden Gruppen zu erfassen, welche einerseits eine Folge der gesamten Rehabilitationsmassnahmen sind und andererseits besonders in den ersten drei Monaten nach dem CVI teilweise Folge der «Spontanerholung» sind. Wir benützten den Abschnitt «Aktivitäten» des Chedoke McMaster Stroke Assessment [17]. Die geprüften Aktivitäten reichen vom Lagewechsel «Liegen zum Sitzen» über «Gehen» und «Treppen steigen» bis zur «Gehfähigkeit ausser Haus». Jede Aktivität wird mit einem Skore von 1 (totale Hilfe/unmöglich) bis 7 (selbständig ohne Hilfsmittel und die Ausführung geschieht mit normaler Geschwindigkeit) beurteilt.

ATL-Ziele in Zusammenhang mit Gehfähigkeit

Die Erfassung der Verbesserungen bezüglich dieser Ziele diente zum Vergleich mit den armbezogenen Zielen. Es wurden bei dieser Messung keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen erwartet.

BEHANDLUNG DER KONTROLLGRUPPE

Alle Patienten der Kontroll- und Experimentalgruppe erhielten die übliche Behandlung. In der Physio- und Ergotherapie werden von Montag bis Freitag täglich insgesamt durchschnittlich eine Stunde Einzelbehandlung durchgeführt. Etwa ein Drittel der Patienten, insbesondere derjenigen, bei denen der CVI weniger als 12 Wochen zurück lag, erhält jeden Tag eine Stunde Therapie zur Verbesserung der Selbständigkeit in der Körperpflege und beim Anziehen. Zur Standardbehandlung gehören, abhängig vom Patienten, auch Logopädie, Neuropsychologie, Bewegungstherapie im Wasser und Gruppentherapie.

BEHANDLUNG DER EXPERIMENTALGRUPPE

Zusätzlich zum üblichen Therapieprogramm erhielten die Patienten der Experimentalgruppe eine aufgabenorientierte Behandlung, bestehend aus aufgabenorientierten Arm-Hand-Aktivitäten mit EMG-getriggelter Elektrostimulation. Die Übungssequenzen richteten sich nach den formulierten Zielen des Patienten. Die aktuelle motorische Leistungsgrenze war massgebend für die Übungsauswahl. Das bedeutet, dass die Aufgabe so gewählt wurde, dass sie gerade noch nicht alleine ausgeführt werden konnte (ca.70% Eigenaktivität des Patienten). Bei schwierigeren Übungssequenzen wäre der Patient auf sehr viel Hilfestellung angewiesen, und es käme nicht zu dem gewünschten Übertrag in den Alltag.

Für die Elektrostimulation in Kombination mit EMG-Biofeedback wurde ein Automove-Therapiegerät (AM800) verwendet. Die Therapeutin legte die drei Oberflächen-Elektroden (5 × 5 cm) auf einem Muskel an, dessen Aktivität für die verlangte Aufgabe erforderlich war. Um die korrekte Platzierung der Elektroden zu gewährleisten, wurde der betreffende Muskel bis zu einer sichtbaren Kontraktion stimuliert. Der Patient wurde nun zur Aktivität aufgefordert, zum Beispiel das Halten des Telefonhörers, Ergreifen einer Tasse, Schieben eines Einkaufswagens oder Öffnen einer Tür (Abb. 2).

Das AM800 funktioniert so, dass die EMG-Signale aufgenommen werden. Sobald die Eigenaktivität eine am Gerät eingestellte Schwelle erreicht, erfolgt automatisch eine Elektrostimulation mit einer von der Therapeutin vorher eingestellten Intensität. Diese bewirkt eine Kontraktion des Muskels und evoziert die gewünschte Bewegung. Tritt ein Lerneffekt ein und steigert sich die Eigenaktivität des Patienten, erhöht sich die Schwelle des Gerätes automatisch. Bei Ermüdung des Muskels passt sich die Schwelle nach unten an.

Es wurde eine zweiphasige Pulsform mit 50 Hz Stimulationsfrequenz gewählt, 1 Sekunde Auflaufzeit, 6 Sekunden Stimulationszeit mit einer Intensität von 15 bis 25 mA, 1 Sekunde Auslaufzeit und 6 Sekunden Pause. Es war der Therapeutin freigestellt, denselben Muskel in unterschiedlichen Aufgaben zu stimulieren oder bei einer Aufgabe zu bleiben und die Elektroden nacheinander auf mehrere beteiligte Muskeln zu platzieren.

Die Patienten wurden jeweils eine Stunde behandelt, fünf Mal pro Woche. Insgesamt nahmen sie an 15 Sitzungen teil. Daneben wurde den Patienten ein Selbstübungsprogramm instruiert.

Die behandelnden Therapeuten erfassten auf einem Verlaufsblatt insbesondere Nebenwirkungen und praktische Probleme bei der Durchführung der Therapie.

STATISTISCHE AUSWERTUNG

Die statistische Analyse erfolgte mit SPSS Version 10. Die Gruppengrösse war unter 20, und die meisten Variablen waren nicht stetig und nicht normal verteilt. Für die Gruppen-



Abb. 2: Sobald der Patient mit der selbstinitiierten Aktivität die Reizschwelle erreicht, unterstützt die Elektrostimulation die Ellbogenextension und das Öffnen der Tür.

vergleiche bei Eintritt und für den Vergleich der Fortschritte zwischen den Gruppen wurden nichtparametrische Verfahren nach Mann Whitney und Wilcoxon angewendet. Als Signifikanzgrenze wurde Alpha = 0.05 benützt.

Der Zusammenhang zwischen der individuellen Zielerreichung der Armaktivität und den Verbesserungen der Arm- und Handfunktion wurde geprüft mittels nichtparametrischer Korrelation nach Spearman.

RESULTATE

VERGLEICHBARKEIT DER GRUPPEN VOR DER BEHANDLUNG

Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 61 Jahre. Die Experimental- und Kontrollgruppe waren nach der Randomisierung hinsichtlich der prognostischen Variablen statistisch und klinisch gleich (Tabelle 1). In beiden Gruppen betrug die Dauer seit dem CVI bei 50% der Patienten zwischen 6 und 12 Wochen und reichte bis 3 Jahre. Auch die Arm- und Handfunktion, gemessen mit den entsprechenden Abschnitten des Chedoke

McMaster Stroke Assessment, war in beiden Gruppen gleich. Die mobilitätsbezogene Aktivität, die Gehgeschwindigkeit und die Beinfunktion waren vergleichbar. Einzig in der Fussfunktion gab es einen signifikanten Unterschied beim Eintritt.

BEHANDLUNGSERGEBNISSE

16 von 17 Patienten beendeten die Studie. Eine Patientin der Kontrollgruppe wurde während der Behandlungsphase wegen medizinischer Komplikationen, die nicht mit der Behandlung in Zusammenhang standen, in ein Akutspital verlegt. Die Compliance der Patienten mit der Experimentalbehandlung war sehr gut. Keine der Patienten klagte über Nebenwirkungen. Insbesondere empfand kein Patient die Elektrostimulation als unangenehm, und es wurde bei niemandem in Zusammenhang mit der Behandlung eine Zunahme der Spastizität beobachtet. Tabelle 2 und Abbildung 2 zeigen die Ergebnismessungen nach der Behandlung. Die Experimentalgruppe wies eine signifikant grössere Verbesserung bei der Zielerreichung der Armaktivität auf. Die Verbesserung der Handfunktion, gemessen mit dem Chedoke McMaster Stroke Assessment, war in der Experi-

	Experimentalgruppe (N = 9)	Kontrollgruppe (N = 8)	Mann-Whitney
Alter (SD)	63.7 (13.8)	59.2 (12.1)	n.s. (0.50)
Geschlecht (Männer/Frauen)	5/4	2/6	n.s. (Chi2=0.15)
CVI < 12 Wochen (Anzahl, %)	5/9 (55%)	4/8 (50%)	n.s. (0.82)
Arm 0–21 (SD)	9.4 (4.0)	8.0 (4.1)	n.s. (0.30)
Hand 0–21 (SD)	8.0 (3.0)	8.3 (2.6)	n.s. (0.76)
Bein 0–21 (SD)	13.5 (2.6)	12.3 (3.5)	n.s. (0.41)
Fuss 0–21 (SD)	12.2 (3.1)	7.2 (2.5)	0.002
Aktivitäten 0–100 (SD)	69 (22)	76 (14)	n.s. (0.76)
Gehgeschwindigkeit m/s (SD)	0.86 (0.47)	0.75 (0.44)	n.s. (0.86)

Bei Eintritt waren die Experimental- und Kontrollgruppe in allen prognostischen Variablen mit Ausnahme der Fussfunktion vergleichbar.

Tab. 1: Die untersuchten Gruppen waren beim Eintritt bezüglich Motorik, Dauer seit CVI, Alter und Geschlecht prognostisch vergleichbar.

	Experimentalgruppe (N = 9)	Kontrollgruppe (N = 7)	Mann-Whitney
Armaktivität Zielerreichung (SD)	1.8 (0.8)	0.4 (0.4)	0.003 signifikant
Handfunktion Zunahme (SD)	3.4 (2.5)	0.6 (1.5)	0.016 signifikant
Armfunktion Zunahme (SD)	1.2 (1.6)	1.0 (1.2)	0.87
Mobilität Zielerreichung (SD)	1.9 (0.9)	1.5 (1.2)	0.40 *1
Gehgeschwindigkeit Zunahme m/s (SD)	0.09 (0.14)	0.13 (0.19)	0.55 *1
Aktivität Zunahme (SD)	8.7 (7.9)	5.7 (5.3)	0.59 *1
Beinfunktion Zunahme (SD)	1.9 (2.8)	1.0 (2.6)	0.91 *1
Fussfunktion Zunahme (SD)	0.6 (1.8)	1.6 (2.1)	0.11 *1

* 1 Signifikante Verbesserung nach der Behandlung für die gesamte Gruppe (Wilcoxon Test $p < 0.05$)

Tab. 2: Die zusätzliche Behandlung der oberen Extremität in der Experimentalgruppe resultierte in einer signifikant grösseren Verbesserung der Arm-Hand-Funktion auf Aktivitätsebene und der Handfunktion auf Körperstrukturebene. Die Armfunktion auf Körperstrukturebene wurde nicht positiv beeinflusst. Bei den anderen Variablen, die von den Behandlungen nicht unterschiedlich beeinflusst wurden, waren die Veränderungen in den Gruppen vergleichbar.

mentalgruppe dreimal so gross wie in der Kontrollgruppe und signifikant besser. Die Verbesserung der Armfunktion, gemessen mit dem Chedoke McMaster Stroke Assessment, war in der Experimentalgruppe etwas besser als in der Kontrollgruppe (1.2 gegenüber 1.0 Punkte, nicht signifikant).

Die Zielerreichung der Armaktivität korrelierte mässig mit der Verbesserung der Handaktivität (Spearman-Rho = 0.308 $p = 0.246$, n.s.) und der Armfunktion (Spearman-Rho = 0.345, $p = 0.191$).

Für die gesamte Gruppe von 17 Patienten war die Verbesserung zwischen Anfang und Ende der dreiwöchigen Behandlungszeit bei allen Messungen signifikant (Wilcoxon Test $p < 0.05$). Zwischen den Gruppen bestand kein Unterschied bei den Fortschritten in der mobilitätsbezogenen Aktivität gemessen mit dem Chedoke McMaster Stroke Assessment. Auch die Veränderungen hinsichtlich der Gehgeschwindigkeit, die individuelle Zielerreichung bei der Mobilität und die Bein- und Fussfunktion, gemessen mit dem Chedoke McMaster Stroke Assessment, verbesserten sich in beiden Gruppen. Der Unterschied zwischen den Gruppen war nicht signifikant.

DISKUSSION

Die Patientenauswahl, die Behandlung und die Resultate werfen gewisse Fragen auf.

Es ist nicht üblich, ein Behandlungsziel «Verbesserung der Armfunktion» als Zulassungskriterium zu verwenden. Meistens dienen medizinische Diagnosen als Zulassungskriterien für Effektivitätsstudien. In der Physiotherapie werden jedoch keine Diagnosen kuriert, sondern Folgen der Krankheit zielorientiert behandelt. Patienten, die andere Ziele formulierten, wurden deswegen ausgeschlossen. Besonders häufig war dies, wenn der CVI längere Zeit zurücklag. Viele Patienten formulierten Ziele wie etwa Verbesserung der Gehfähigkeit oder Selbständigkeit beim Transfer. Auch wenn die Patienten die übrigen Zulassungsbedingungen erfüllt hätten, wäre eine Aufnahme in die Studie unerwünscht, denn solche Personen sind wahrscheinlich weniger motiviert. Ihre Aufnahme in die Studie würde sehr wahrscheinlich zu einer «Verdünnung des Effektes» führen.

Die Zulassungskriterien wurden während einer Pilotphase restriktiver formuliert. Patienten konnten erst zwölf Wochen nach dem CVI teilnehmen, um den Einfluss vom Spontanverlauf mehr zu reduzieren. Auch wollten wir, in Übereinstimmung mit Studien über Elektrostimulation [14, 20] und früheren Studien der Constrain Induced Therapie [34, 39], eine grössere motorische Erholung der Arm-Hand-Funktion voraussetzen. Erstens führten diese Zulassungskriterien dazu, dass weniger als 5% aller Patienten, die zur Rehabilitation in der Klinik waren, in die Studie aufgenommen werden konnten und die Studie nicht durchführbar war. Zweitens ermutigten gute Resultate in den ersten drei Monaten nach dem CVI und bei Patienten mit starken Paresen bei neueren Studien [13] uns, die Patienten sechs Wochen nach dem CVI aufzunehmen und keine minimale Arm-Hand-Funktion vorauszusetzen.

Der normalen Therapie wurde keine Einschränkung bezüglich Behandlung der Armfunktion auferlegt. Eine solche Einschränkung hätte die Durchführung der Studie praktisch verunmöglicht. In der Regel wird nur während eines kleinen Teils dieser Behandlungszeiten speziell an der Verbesserung der Armaktivität gearbeitet. Andere wichtige Behandlungsziele sind die Verbesserung der Selbständigkeit in der Körperpflege und im Haushalt, die Verbesserung der Gehfähigkeit, Instruktion eines Heimprogramms zur Kontraktur-Prophylaxe oder Verbesserung des Gleichgewichts.

Die Vergleichbarkeit der Gruppen vor der Behandlung war sehr gut. Dazu hat wahrscheinlich die geschichtete Randomisierung beigetragen. Die einzige Ausnahme war der signifikante Unterschied der Fussfunktion. Es ist unwahrscheinlich, dass diese Differenz die prognostische Vergleichbarkeit der beiden Gruppen für die Verbesserung der Armfunktion, und damit die Validität der Resultate, beeinträchtigt hat.

Die Resultate der individuellen Zielerreichung könnten subjektiv beeinflusst sein. In diesem Fall gäbe es keinen Zusammenhang mit den Verbesserungen der Arm- und Handfunktion. Um die mögliche subjektive Beeinflussung zu prüfen, wurde der Zusammenhang mit den Verbesserungen der Körperfunktion bezüglich Arm- und Handscore verglichen. Die Korrelation war positiv. Dass sie mässig und nicht signifikant war, kann aus der geringen Gruppengrösse und aus der Tatsache erklärt

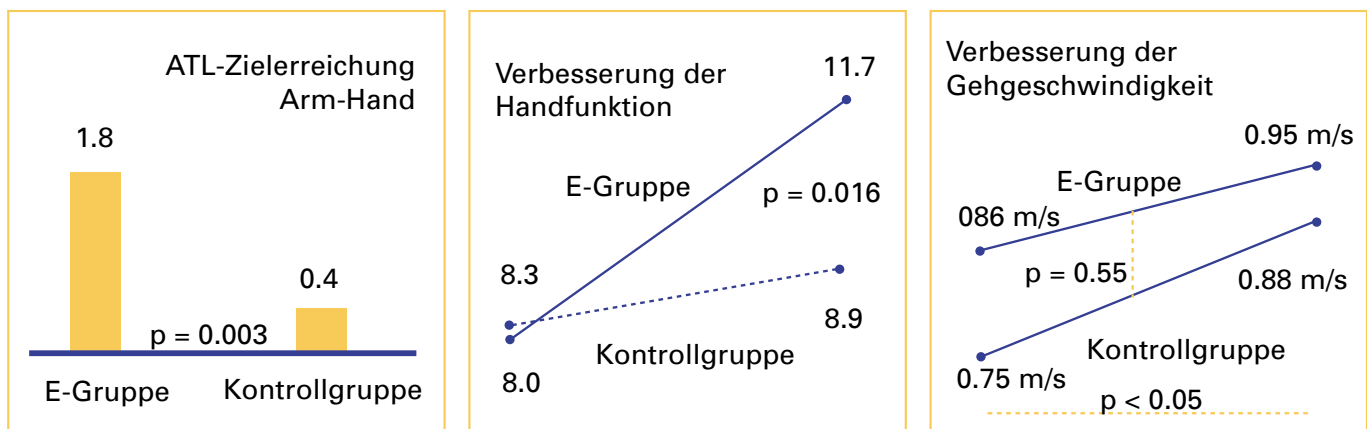


Abb 2: Die Verbesserung der Handfunktion und der ATL-Zielerreichung war in der Experimentalgruppe (E-Gruppe) signifikant grösser. Die Gehgeschwindigkeit verbesserte sich in den drei Wochen signifikant, es gab jedoch keinen Unterschied der Veränderung zwischen den Gruppen.

werden, dass das Ausmass der motorischen Kontrolle nur ein Teilaspekt ist, der den Einsatz des betroffenen Armes im Alltag bestimmt.

Ein weiterer Hinweis auf eine Effektivität ist, dass die Fortschritte in Zusammenhang mit der Armfunktion in der Experimentalgruppe grösser sind als der Fortschritt bei anderen Parametern wie der Beinfunktion, mobilitätsbezogenen Aktivität und Gehfähigkeit. Deshalb wurden auch diese Parameter in beiden Gruppen gemessen.

Zwischen den Gruppen bestand kein Unterschied bei den Fortschritten in der mobilitätsbezogenen Aktivität, der Gehgeschwindigkeit, der individuellen Zielerreichung bei der Mobilität und der Bein- und Fussfunktion. Dies entspricht den Erwartungen, da beide Gruppen die gleiche Behandlung erhielten – mit einziger Ausnahme der im Rahmen dieser Studie durchgeführten zusätzlichen Behandlung zur Verbesserung der Armfunktion in der Experimentalgruppe.

Eine wichtige Einschränkung dieser Studie ist das Fehlen einer Nachuntersuchung. Einerseits ist eine solche Follow-up-Messung nach beispielsweise 6 oder 12 Monaten mit einem enormen finanziellen Aufwand verbunden. Die Patienten müssten entweder in die Klinik reisen oder bei denjenigen, die nicht so reisefähig sind, was öfters vorkommt in dieser Gruppe, zu Hause besucht werden. Andererseits muss mit einer Abnahme der Unterschiede im Laufe der Zeit gerechnet werden, was dazu führt, dass der Effekt der Experimentalbehandlung mit der Zeit schwerer nachweisbar wird, insbesondere bei dieser relativ kleinen Studie.

Eine Zunahme der Spastizität in Zusammenhang mit der Behandlung konnte bei keinem der behandelten Patienten beobachtet werden. Das vermeintliche Risiko vom Auftreten dieser Nebenwirkung wird vielfach als Argument gegen die Elektrostimulation verwendet [30]. Unsere positive Erfahrung deckt sich mit den Ergebnissen mehrerer seit 1990 durchgeführter Studien [8, 14, 28].

Eine Elektrostimulation führt hinsichtlich der Rekrutierungsreihenfolge der motorischen Einheiten zu einer unphysiologischen Kontraktion. Während bei willkürlicher Bewegungen zuerst die Typ-I-Muskelfasern rekrutiert werden, ist es bei der elektrischen Stimulation umgekehrt: Dank tieferem axonalen Input-Widerstand der Typ-II-motorischen Einheit werden zuerst diese aktiviert. Andererseits könnte sich dieses Phänomen der «umgekehrten Rekrutierung» bei der hemiplegischen Atrophie sehr günstig auswirken. Man hat nämlich festgestellt, dass nach einem Schlaganfall die Typ-II-Muskelfasern selektiv atrophieren. Eine Erklärung dafür ist, dass die Schwelle zur Aktivierung bei Typ-II-Fasern höher ist als bei Typ-I-Fasern und diese von Hemiplegikern bei Willküraktivitäten schwerer erreicht wird. Diesen Verlust der efferenten Triebkraft führt laut Bohannon und Andrews dazu, dass bei chronischen Hemiplegiepatienten die Muskeln mit einem relativ grösseren Anteil von Typ-II-Fasern schwächer sind [4]. Eine weitere Einschränkung der benützten Elektrostimulation ist, dass aus einer ganzen Bewegungskette nur eine Muskelgruppe stimuliert wird. Wir denken, dass diese Einschränkungen die Behandlung nicht in Frage stellen. Unser Ziel der Elektrostimulation bei der Behandlung war, das Gefühl für eine Muskelanspannung und Bewegung in einer Alltagsaktivität zu vermitteln und so das Lernen zu unterstützen. Da die Elektrostimulation Teil der aufgabenorientierten Behandlung war, lässt sich nicht beurteilen, ob die Effektivität der Behandlung durch die Elektrostimulation einen Mehrwert erhalten hat.

Die Generalisierbarkeit dieser Resultate wird durch die benützten Zulassungskriterien eingeschränkt. Diese wurden uns praktisch durch die limitierten finanziellen Ressourcen und die geringe Anzahl verfügbarer Patienten auferlegt. Um trotz dieser geringen Patientenzahl einen Effekt nachweisen zu können, konzentrierten wir uns auf eine Maximierung des Behandlungskontrasts. Die Experimentalgruppe bekam eine zusätzliche Behandlung. Wir verzichteten auf eine «Placebo»- oder andere Kontrollbehandlung. Grundsätzlich sollten Patienten eingeschlossen werden, die sich mit einer Behandlung ver-

Abb 3: Die glenohumerale Aussenrotation wird mit Elektrostimulation unterstützt. Wichtig ist, dass der Patient die Bewegung aktiv durchführt. Die Therapeutin unterstützt die Dorsalflexion der Hand.



bessern, jedoch nicht ohne Behandlung. Deshalb war entscheidend, dass die Patienten Verbesserung der Armfunktion als Ziel nannten. Da die benützte Therapie für die Behandlung kognitiv bedingter Einschränkungen der Armfunktion nicht besonders geeignet ist, wurden nur Patienten mit sensomotorischen Einschränkungen aufgenommen. Der Nachteil dieser Einschränkung auf eine homogene Gruppe ist, dass die Resultate nicht auf alle Patienten mit CVI übertragen werden können. Es ist allerdings fraglich, ob bei dieser Patientengruppe die allgemeine Gültigkeit von Studienresultaten eine realistische Anforderung ist. Das Spektrum an Behinderungen und beitragende kognitive und sensomotorische Faktoren sind dazu wohl zu gross.

SCHLUSSFOLGERUNG

Die untersuchte aufgabenorientierte Behandlung in Kombination mit EMG-getriggelter Elektrostimulation verbesserte die Armfunktion im Alltag bei Patienten mit einem CVI und vorwiegend sensomotorisch eingeschränkter Armfunktion. Die Verbesserung der Handfunktion war deutlicher als die der Schulterfunktion. Dies kann dadurch erklärt werden, dass die in der Experimentalbehandlung benützten zielorientierten Handlungen die sensomotorische Handfunktion besser fördern als therapeutische Übungen ohne Handlungsaspekt. Ausserdem ist die Unterstützung der Behandlung mit der EMG-getriggerten Elektrostimulation an Unterarm und Hand leichter anwendbar als an der Schulter. Die EMG-getriggerte Elektrostimulation wirkte sich sehr positiv auf die Konzentration und Motivation der Patienten aus. Die sensorische Stimulation der Haut durch den Strom und das von der Muskelstimulation vermittelte Gefühl der Anspannung und Bewegung scheinen für das Lernen förderlich zu sein.

Diese Studie gibt einen weiteren Hinweis, dass die Dosis der Therapie für die Fortschritte der Patienten wichtig ist. Höhere Therapiedosen können Kosten sparen, indem Ziele schneller erreicht werden. Zur Reduktion der Aufenthaltsdauer sollte die Therapiedauer pro Tag erhöht werden. Andernfalls wäre bei einer Reduktion der Aufenthaltsdauer eine «halbe Rehabilitation» die Folge, vergleichbar mit einem halben Studium oder einer halben Hüft-Totalprothese.

REFERENCES

1. BACH-YRITA P. (1990): Brain plasticity as a basis for recovery of function in humans. *Neuropsychologia*; 2 (6): 547–54.
2. BAMFORD J., DENNIS M., SANDERCOCK P., BURN J. and WARLOW C. (1990): The frequency, causes and timing of death within 30 days of a first stroke: the Oxfordshire Community Stroke Project. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*; 53 (10): 824–9.
3. BASMAJIAN J. (1989): The Winter of our discontent: Breaking into-lerable time locks for stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil*; 70: 92–4.
4. BOHANNON R. and ANDREWS R. (1987): Relative strength of seven upper extremity muscle groups in hemiparetic stroke patients. *Neuro Rehab*; (10): 665–8.
5. BRION J., DEMEURISSE G. and A.C. (1989): Evidence of cortical reorganization in hemiparetic patients. *Stroke*; 20 (8): 1079–84.
6. CAURAUGH J., LIGHT K., KIM S., THIGPEN M. and BEHRMAN A. (2000): Chronic Motor Dysfunction After Stroke : Recovering Wrist and Finger Extension by Electromyography-Triggered Neuromuscular Stimulation. *Stroke*; 31 (6): 1360–4.
7. CHAE J., BETHOUX F., BOHINC T., DOBOS L., DAVIS T. and FRIEDL A. (1998): Neuromuscular Stimulation for Upper Extremity Motor and Functional Recovery in Acute Hemiplegia. *Stroke*; 29 (5): 975–9.
8. CHANTRAINE A., BARIBEAULT A., UEBELHART D. and GREMION G. (1999): Shoulder pain and dysfunction in hemiplegia: effects of functional electrical stimulation. *Arch Phys Med Rehabil*; 80 (3): 328–31.
9. CHOLLET F., DIPIERO V., WISE R., BROOKS D., DOLAN R. and FRACKOWIAK R. (1991): The functional anatomy of motor recovery after stroke in humans: a study with positron emission tomography. *Ann Neurol*; 29 (1): 63–71.
10. CROW J.L., LINCOLN N.B., NOURI F.M. and DE W.W. (1989): The effectiveness of EMG biofeedback in the treatment of arm function after stroke. *Int Disabil Stud*; 11 (4): 155–60.
11. DROMERICK A.W., EDWARDS D.F. and HAHN M. (2000): Does the Application of Constraint-Induced Movement Therapy During Acute Rehabilitation Reduce Arm Impairment After Ischemic Stroke? *Stroke*; 31 (12): 2984–8.
12. FAGHRI P.D. (1997): The effects of neuromuscular stimulation-induced muscle contraction versus elevation on hand edema in CVA patients. *J Hand Ther*; 10 (1): p 29–34.
13. FEYS H.M., DE WEERDT W.J., SELZ B.E., et al. (1998): Effect of a therapeutic intervention for the hemiplegic upper limb in the acute phase after stroke: a single-blind, randomized, controlled multicenter trial. *Stroke*; 29 (4): p 785–92.
14. FRANCISCO G., CHAE J., CHAWLA H., et al. (1998): Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation for improving the arm function of acute stroke survivors: a randomized pilot study. *Arch Phys Med Rehabil*; 79 (5): 570–5.
15. FREUND H. (1987): Abnormalities of motor behaviour after cortical lesions in humans. In: F. Plum, editor. *Handbook of physiology: the nervous system*. Baltimore: Williams and Wilkins, 763–810.
16. GLANZ M., KLAWANSKY S., STASON W., et al. (1995): Biofeedback therapy in poststroke rehabilitation: a meta-analysis of the randomized controlled trials. *Arch Phys Med Rehabil*; 76 (6): 508–15.
17. GOWLAND C., TRATFORD P., WARD M., et al. (1993): Measuring physical impairment and disability with the Chedoke-McMaster Stroke Assessment. *Stroke*; 24 (1): 58–63.
18. HANKEY G.J. and WARLOW C.P. (1999): Treatment and secondary prevention of stroke: evidence, costs, and effects on individuals and populations [see comments]. *Lancet*; 354 (9188): 1457–63.
19. KALRA L., PEREZ I., GUPTA S. and WITTINK M. (1997): The influence of visual neglect on stroke rehabilitation. *Stroke*; 28 (7): 1386–91.
20. KRAFT G.H., FITTS S.S. and HAMMOND M.C. (1992): Techniques to improve function of the arm and hand in chronic hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil*; 73 (3): 220–7.
21. KUNKEL A., KOPP B., MULLER G., et al. (1999): Constraint-induced movement therapy for motor recovery in chronic stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil*; 80 (6): 624–8.
22. KWAKKEL G., WAGENAAR R.C., KOELMAN T.W., LANKHORST G.J. and KOETSIER J.C. (1997): Effects of intensity of rehabilitation after stroke. A research synthesis. *Stroke*; 28 (8): p 1550–6.
23. KWAKKEL G., WAGENAAR R.C., TWISK J.W., LANKHORST G.J. and KOETSIER J.C. (1999): Intensity of leg and arm training after primary middle-cerebral-artery stroke: a randomised trial [see comments]. *Lancet*; 354 (9174): 191–6.
24. LINCOLN N.B., PARRY R.H. and VASS C.D. (1999): Randomized, controlled trial to evaluate increased intensity of physiotherapy treatment of arm function after stroke. *Stroke*; 30 (3): 573–9.
25. MAURITZ K. (1994): Rehabilitation nach Schlaganfall. Stuttgart: Kohlhammer
26. PARKER V., WADE D. and LANGTON-HEWER R. (1986): Loss of arm function after stroke: measurement, frequency, and recovery. *Int J Reh Med*; 8: 69–73.
27. PARRY R.H., LINCOLN N.B. and VASS C.D. (1999): Effect of severity of arm impairment on response to additional physiotherapy early after stroke. *Clin Rehabil*; 13 (3): 187–98.
28. POWELL J., PANDYAN A.D., GRANAT M., CAMERON M. and STOTT D.J. (1999): Electrical stimulation of wrist extensors in poststroke hemiplegia. *Stroke*; 30 (7): 1384–9.
29. PRICE C. and PANDYAN A. (2000): Electrical stimulation for preventing and treating post-stroke shoulder pain (Cochrane Review). *The Cochrane Library*; (4).
30. SENN E. (1990): *Elektrotherapie*. Stuttgart: Thieme.
31. SONDE L., GIP C., FERNAEUS S.E., NILSSON C.G. and VIITANEN M. (1998): Stimulation with low frequency (1.7 Hz) transcutaneous electric nerve stimulation (low-tens) increases motor function of the post-stroke paretic arm. *Scand J Rehabil Med*; 30 (2): p 95–9.
32. SUNDERLAND A., FLETCHER D., BRADLEY L., TINSON D., HEWER R.L. and WADE D.T. (1994): Enhanced physical therapy for arm function after stroke: a one year follow up study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*; 57 (7): 856–8.
33. SUNDERLAND A., TINSON D.J., BRADLEY E.L., FLETCHER D., LANGTON H.R. and WADE D.T. (1992): Enhanced physical therapy improves recovery of arm function after stroke. A randomised controlled trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*; 55 (7): 530–5.
34. TAUB E., CRAGO J.E., BURGIO L.D., et al. (1994): An operant approach to rehabilitation medicine: overcoming learned nonuse by shaping. *J Exp Anal Behav*; 61 (2): 281–93.
35. VAN DER LEE J.H., WAGENAAR R.C., LANKHORST G.J., VOGELAAR T.W., DEVILLE W.L. and BOUTER L.M. (1999): Forced use of the upper extremity in chronic stroke patients: results from a single-blind randomized clinical trial [see comments]. *Stroke*; 30 (11): 2369–75.
36. WADE D. and LANGTON-HEWER R. (1987): Epidemiology of some neurological diseases with special reference to work load on NHS. *Int J Reh Med*; 8: 123–37.
37. WALL P. (1988): Recruitment of ineffective synapses after injury. *Adv Neurol*; 47: 387–400.
38. WHO (2000): *International Classification of Functioning and Disability*, Geneva, 2000.
39. WOLF S.L., LECRAW D.E., BARTON L.A. and JANN B.B. (1989): Forced use of hemiplegic upper extremities to reverse the effect of learned nonuse among chronic stroke and head-injured patients. *Exp Neurol*; 104 (2): 125–32.