

# Verbesserung der Armfunktion mit EMG – getriggelter Elektrostimulation bei Patienten mit CVI, Teil 1

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.

**Kann nach einem Schlaganfall die Armfunktion verbessert werden? Diese Frage wird oft zurückhaltend beantwortet. Trotzdem zeigen bisherige Studien, die grösstenteils erst in den letzten 5 bis 10 Jahren durchgeführt wurden, gute Resultate. Wir besprechen in dieser systematischen Review randomisierte klinische Studien über aufgabenorientierte Therapie, Constrain Induced Therapy und Elektrostimulation zur Verbesserung der Armfunktion und berücksichtigen dabei die Qualität der Studien. Insgesamt erlaubt die momentan verfügbare Literatur folgende Schlussfolgerungen:**

- **Es stimmt nicht, dass eine Behandlung nur bei Patienten mit teilweise erhaltener Armfunktion effektiv ist. Auch bei Patienten mit schweren kognitiven und sensomotorischen Funktionsstörungen ist die Behandlung effektiv.**
- **Die Armmotorik kann sowohl mit aufgabenorientierter oder Constrain Induced Therapy als auch mit Elektrotherapie verbessert werden.**
- **Eine Verbesserung der Motorik führt nicht zwangsläufig zu einer verbesserten Alltagsfunktion.**
- **Eine Verbesserung der Alltagsfunktion wird mit einer intensiven aufgabenorientierten Therapie besser erreicht.**
- **Die Resultate werden mit der intensiveren Behandlung vor allem schneller erreicht. Langzeiteffekte sind seltener nachgewiesen.**
- **Eine intensive Rehabilitation kann die Aufenthaltsdauer in der Rehabilitationsklinik reduzieren.**

In einem zweiten Artikel in der nächsten Ausgabe von «FISIO Active» werden wir die Resultate einer durchgeführten randomisierten Studie beschreiben.

## ABSTRACT

Does physiotherapy improve arm function in patients with a stroke? Many therapists are rather negative concerning the effectiveness of therapy. Nevertheless studies, most of them performed during the last 5–10 years, show positive results. In this systematic review we discuss randomised clinical trials investigating task oriented therapy, constrain induced therapy and electrical stimulation to improve arm function.

The conclusions from this review are:

- It is not true that only patients with beginning arm and wrist function benefit. Especially severely disabled patients appear to take great advantage from treatment.
- Arm control can be improved by task oriented treatment, constraint induced therapy and electrical stimulation.
- Improvement of motor control does not automatically improve ADL function.
- Improvements are greater with increasing treatment intensity.
- Long term effects are rare: in most studies the difference in favour of the more intensively treated patients is not maintained during a 1 year follow up period.
- Intensive treatment can decrease length of stay in a rehabilitation clinic.

In the next issue of «FISIO Active» we will report the results from a randomised clinical trial.

## EINFÜHRUNG

### EPIDEMIOLOGIE

Auf der Basis von britischen Zahlen [36] muss heute in der Schweiz mit jährlich 150 neuen Schlaganfällen pro 100 000 Einwohner gerechnet werden. Davon sind 80% rein ischämischer Natur [18]. Von den überlebenden Schlaganfallpatienten sind nach einem Jahr noch immer mehr als  $\frac{1}{3}$  in ihrer Lebensführung auf die Unterstützung fremder Hilfen angewiesen [2]. Damit ist der Hirnschlag die häufigste Ursache für Behinderung im Erwachsenenalter. Bezogen auf die obere Extremität, muss in der Schweiz jährlich mit zirka 2350 Patienten gerechnet werden, welche eine intensive Erstrehabilitation benötigen [26]. Es ist das Ziel einer Rehabilitationsbehandlung, die Auswirkungen des Organschadens auf die persönlichen Aktivitäten und die soziale Partizipation unter Einbezug der Kontextfaktoren zu vermindern, um den Betroffenen eine möglichst freie Lebensgestaltung zu ermöglichen [38].

### WIEDERHERSTELLUNG DER FUNKTIONEN

Die Wiederherstellung der Armfunktion nach Schlaganfall ist von verschiedenen Faktoren abhängig. So sind Depression und ein genereller Verlust des Körpergefühls und der Eigenwahrnehmung ungünstige Voraussetzungen für eine Erholung der verlorenen Armfunktionen. Parker [26] berichtet in einer britischen Studie, dass von 200 überlebenden Schlaganfallpatienten nach zwei Wochen 13% keinerlei Beeinträchtigung der Armfunktion mehr haben. Nach drei Monaten bestehen noch bei 24% der Patienten eine leichte bis schwere Funktionseinschränkung. Sechs Monate nach dem Ereignis haben 16% der Hemiplegiker mit einer initial schweren Armlähmung eine gebrauchsfähige Armfunktion erhalten. Der Schweregrad der initialen Lähmung ist ein wichtiger prognostischer Faktor [3, 26]. Die Handfunktion für sich ist wohl die motorische Funktion, welche am schwierigsten durch intensive Therapie wiederhergestellt werden kann.

### ERHOLUNGSMECHANISMEN

Die spezifischen neurologischen Mechanismen, welche die Prozesse der neuromuskulären Erholung beeinflussen, sind nicht in sämtlichen Punkten geklärt. Heute gelten fünf unterschiedliche Mechanismen für gegeben.

### Ipsilaterale Bahnsysteme

Die Steuerung der Bewegung erfolgt hauptsächlich durch die kontralateralen motorischen Zentren. Zu einem kleinen Teil sind aber auch ipsilaterale Verbindungen von Bedeutung. Diese bilateralen kortiko-retikulären Bahnen, die bilateralen Bahnen des primärmotorischen Kortexes und die ipsilaterale Pyramidenbahn sind für die Wiederherstellung der Funktionen nach Hirnläsionen von grosser Bedeutung [15]. Chollet und Mitarbeiter haben bereits 1991 anhand von PET-Untersuchungen zeigen können, dass sich beim Versuch, die gelähmte Hand von Hemiplegikern zu bewegen, eine ipsilaterale kortikale Anfärbung einstellte [9].

### Demaskierung stiller Synapsen

Ein anderer, wichtiger Mechanismus der neuronalen Plastizität besteht in der Demaskierung ungenutzter Bahnverbindungen. Während der Entwicklung entstehen an einem einzigen Motoneuron bis zu 10 000 Synapsen. Es wird angenommen, dass viele dieser synaptischen Verbindungen im Verlaufe des Lebens gar nicht benutzt werden. Durch eine ZNS-Läsion können nun diese ungenutzten Synapsen (silent synapses) aktiviert werden [37]. Diese Demaskierung ist von komplexen Veränderungen an den Rezeptoren begleitet, welche zu einer Verstärkung oder Verminderung der Rezeptorenzahl führt. Solche Veränderungen wurden in verschiedenen Tierversuchen bestätigt [5].

### Vikariation

Diese von Gardener in den 30er Jahren aufgestellte Theorie besagt, dass der Ausfall geschädigter Areale durch andere, ursprünglich nicht involvierte Areale übernommen werden. Die Theorie wurde 1988 von Strick bestätigt.

### Neuromodulation

Neuromodulatorische Botenstoffe wie Enkephaline, Opiate oder Benzodiazepine können die postsynaptische Membran so beeinflussen, dass dort die Übertragungseigenschaften verändert werden. Es werden somit lediglich die Zellen aktiviert, welche die entsprechenden Rezeptoren aufweisen. Die Rezeptoren werden verändert und in ihrer Beschaffenheit und ihrer Anzahl beeinflusst (Mauritz 1994). Eine andere Form der Neuromodulation geschieht über Volumenleitung (volume transmission), indem Neurotransmitter über die extrazelluläre Flüssigkeit in entfernte Regionen transportiert werden und dort Veränderungen an der Beschaffenheit und Anzahl Rezeptoren bewirken können [1].

### Sprouting Theorie

Nach einer Läsion, welche zu einer Deafferenzierung von Neuronen führt, können sich kollaterale Aussprossungen bilden, welche die synaptischen Lücken füllen. Diese Aussprossung kann entweder von ungeschädigten, benachbarten Axonen oder von Axonkollateralen ausgehen [25]. Untersuchungen an

Abbildung 1:

Ein Patient mit einer Hemiplegie rechts stützt sich mit Hilfe der Elektrostimulation auf dem betroffenen Arm ab, während er mit dem linken Arm ein Glas greift.



Ratten, welche in einer Umgebung mit zahlreichen visuellen Stimuli gehalten werden, zeigten eine Vergrößerung des Visuellen Kortex, dichtere Synapsen und zahlreiche dendritische Verzweigungen.

### Konsequenzen

Da viele Befunde dafür sprechen, dass plastische Vorgänge ständig ablaufen und eine ständige Modifizierung der Hirnarchitektur bewirken, sind therapeutische Effekte auch noch lange Zeit nach dem Schlaganfallereignis zu erwarten, vorausgesetzt, dass wirksame Stimuli und Massnahmen verwendet werden.

Die Wiederherstellung der Funktionen nach Schlaganfall ist eines der wesentlichsten Elemente in der Rehabilitation. Die spezifischen neurologischen Mechanismen, welche die Prozesse der neuromuskulären Erholung beeinflussen, sind nicht in sämtlichen Punkten geklärt. Heute gelten fünf unterschiedliche Mechanismen für gegeben.

### PHYSIOTHERAPIE

Zur Verbesserung der Armfunktion werden verschiedene Therapieansätze kombiniert. Das häufigste Ziel in Zusammenhang mit der Parese des Armes ist wahrscheinlich die Verbesserung der Motorik und ATL-Funktion. Ein ebenfalls sehr wichtiges Behandlungsziel, das im Rahmen dieser Arbeit nicht näher besprochen wird, ist die Prophylaxe von Schulterschmerzen und Kapselüberdehnung, insbesondere in den ersten Wochen nach dem CVI.

Bezeichnungen von Behandlungen wie Elektrostimulation, Bobath und PNF (Propriozeptive Neuromuskuläre Fazilitation) sind ohne nähere Beschreibung zu wenig klar, was mit folgendem Beispiel illustriert sei: Wenn im Bobath-Konzept fazilitierende Techniken benützt werden, macht es einen Unterschied, ob es Techniken sind, bei denen die Therapeutin mit ihren Händen am Patienten (hands-on) Bewegungen fazilitiert und der Patient der Fazilitation folgt, oder ob die Therapeutin Lernsituationen anbietet, bei denen der Patient Aufgaben ausführt, die ihn in seinen motorischen Fähigkeiten fördern und dabei die Bewegung selbst initiieren (hands-off). Die Bezeichnung Fazilitation alleine gibt über die Merkmale der Behandlung ungenügend Auskunft.

### Aufgabenorientierte Therapie

Wichtige Merkmale einer aufgabenorientierten Therapie sind, dass keine isolierten Bewegungen geübt werden und dass der Patient die Ausführung der therapeutischen Aktivität selbst initiiert. Oft werden die gewählten Aktivitäten dem Alltag entnommen, manchmal werden auch therapeutische Übungen benützt. Angenommen wird, dass es für das Lernen wichtig ist, dass der Patient selbst die Ausführung plant, überwacht und evaluiert. Bei Fazilitationstechniken, wobei die Therapeutin mit ihren Händen am Patienten (hands-on) Bewegungen fazilitiert, werden diese kognitiven Aspekte der Bewegung teilweise vom Therapeuten übernommen, was möglicherweise zu einem erschwerten Übertrag in den Alltag führt.

### CONSTRAIN INDUCED THERAPY

Bei der Constrain Induced Therapy, bis vor kurzem besser als Forced Use Therapy bekannt, wird die Benützung des nicht betroffenen Armes eingeschränkt (constrained) und so die Aktivität im betroffenen Arm gewissermassen «erzwungen» (forced-use). Dabei wird von der Hypothese ausgegangen, dass der Nichtgebrauch teilweise erlernt ist (learnt non-use). Diese Therapie wird bis zu sechs Stunden pro Tag durchgeführt. Die Constrain Induced Therapy ist durch leider nicht randomisierte und nicht kontrollierte Studien von Taub [21]

und Wolf [39] bekannt geworden. Taub untersuchte eine kleine Gruppe von fünf Patienten; Wolf [39] untersuchte 25 Patienten, leider ebenfalls ohne Kontrollgruppe. Das Weglassen der Kontrollgruppe wurde damit begründet, dass mehr als ein Jahr nach einem CVI keine grosse Spontanerholung mehr erwartet wird. Trotzdem müssen die Resultate solcher unkontrollierten Studien zurückhaltend beurteilt werden. Die Möglichkeit, dass eine nicht repräsentative Gruppe von besonders motivierten Patienten untersucht wurde, kann nicht ausgeschlossen werden. Die Resultate der grossen randomisierten Studie von van der Lee [35] (Tabelle 1) bestätigt diese Bedenken und zeigt eine Verbesserung der Motorik im Test, aber keine Effektivität der Armfunktion im Alltag.

### Elektrostimulation

Elektrostimulation wird oft zur Verbesserung der Motorik und der ATL-Aktivitäten eingesetzt. Die Behandlungsmethoden sind unterschiedlich und reichen von einer sensorisch und motorisch unterschweligen TENS-Behandlung über Elektrostimulation einzelner Muskelgruppen ohne gleichzeitige Aktivität der Patienten, bis zur aufgabenorientierten EMG-getriggerten Elektrostimulation, wie sie in dieser Studie durchgeführt wird. Die Elektrostimulation wird auch mit dem Ziel, Schmerzen und Subluxation der Schulter zu reduzieren, angewendet. Die Annahme, dass Patienten bei erfolgreicher Behandlung langfristig auch bessere ATL-Resultate erzielen, wurde noch nicht verifiziert.

### BISHERIGE EFFEKTIVITÄTSSTUDIEN

Anschliessend besprechen wir zuerst zwei Studien, wobei – wie in dieser Studie – das Gerät AM800 benützt wurde. Die Studien untersuchten die Effektivität von EMG-getriggelter Elektrostimulation zur Verbesserung der Armfunktion [14, 20]. Danach wird das Ergebnis einer systematischen Literatursuche über Elektrotherapie und Bewegungstherapie zur Verbesserung der Armfunktion behandelt.

#### EMG-getriggerte Elektrostimulation mit dem AM800

Zwei Studien berichten über EMG-getriggerte Elektrostimulation mit dem AM800, der auch in der vorliegenden Studie benutzt wurde [14, 20]. Die randomisierte Pilotstudie von Francisco [14] (Tabelle 2) wird später besprochen. Kraft et al. [20] erreichten in ihrer nicht randomisierten Studie signifikante Verbesserungen der (in drei unterschiedlichen Gruppen) behandelten Patienten. Die nicht behandelte Kontrollgruppe veränderte sich nicht. Ein Vergleich zwischen den Gruppen wird nicht beschrieben. Eine intensive Therapie der oberen Extremität wurde bei chronischen CVI-Patienten durchgeführt, wobei das Ereignis mindestens sechs Monate und im Durchschnitt [26] Monate zurücklag. Das Alter der Patienten betrug im Schnitt 63,5 Jahre, und die Schwere der Läsion wird als mittel bis schwer bezeichnet. Von den drei Experimentalgruppen wurde die 1. mit klassischer Physiotherapie, die 2. mit einer EMG-getriggerten Elektrostimulation und die 3. mit unterschwel-

liger Elektrostimulation, verbunden mit einer willkürlichen Kontraktion der Dorsalextensoren der Hand, behandelt. Auf die dreimonatige ambulante Behandlung folgten zwei Follow-ups nach drei und neun Monaten. Beide Follow-ups ergaben eine anhaltende Verbesserung aller drei Gruppen, wobei die Gruppe mit der EMG-getriggerten Elektrostimulation die besten Resultate zeigte. Die unmittelbaren Auswirkungen auf die Lebensqualität der Betroffenen wurde nicht erfragt.

Eine Schwachstelle bilden bei dieser Studie die kleinen Patientengruppen (3 bis 6 pro Gruppe). Über die Randomisierung und die Unabhängigkeit der durchgeführten Testverfahren werden leider keine Angaben gemacht.

Über die Effektivität der Behandlung mit dem AM800 bei Patienten mit einem CVI liegen also noch keine aussagekräftigen Studien vor.

### Randomisierte Studien

Im folgenden Abschnitt wird das Ergebnis einer Literatursuche in zwei Datenbanken beschrieben, die Cochrane Library und PEDro (Physiotherapy Evidence Database). Gesucht wurde mit der Kombination der drei Begriffe «rehabilitation» AND «cerebrovascular disorders» AND «arm». Die Therapien begrenzten wir anschliessend auf «constrain induced therapy», aufgabenorientierte Therapie und Elektrotherapie zur Verbesserung der Motorik und ATL-Funktionen. Über die Effektivität von Elektrotherapie an der oberen Extremität bei Patienten mit einer Hemiplegie fanden wir fünf Publikationen [6, 7, 14, 28, 31]. Fünf andere Studien untersuchten aufgabenorientierte Behandlungsmethoden oder Constrain Induced Therapie [10, 11, 13, 23, 35]. Die Datenbank PEDro, Physiotherapy Evidence Database, beschreibt die methodologische Qualität der Studien, basierend auf zehn Kriterien, die beim Erfüllen jeweils mit einem Punkt bewertet werden. Die Kriterien sind: Randomisierung, Gruppen vor Behandlung vergleichbar, blindierte Messungen, blindierte Patienten, blindierte Therapeuten, adäquate Dauer der Nachkontrolle, Intention-to-treat-Analyse, Vergleich zwischen Gruppen, Vergleich der Mittelwerte und Streuung und Zulassungskriterien. Die Betrachtung der methodologischen Qualität ermöglicht eine Beurteilung der Evidenz unter Berücksichtigung der Studienqualität. Bei einer Punktezahl von mehr als fünf wird die methodologische Qualität als genügend betrachtet. Elektrostimulation zur Verbesserung der Motorik und ATL-Funktion Tabelle 2 zeigt alle randomisierten Studien über Elektrostimulation zur Verbesserung der Motorik und ATL-Funktion der oberen Extremität [6, 7, 14, 28, 31]. Die Studien sind in der Reihenfolge ihrer methodologischen Qualität aufgeführt. Nur zwei Studien weisen mit mehr als fünf Punkten eine genügende methodologische Qualität auf. Auffallend ist weiter, dass die meisten Studien während der letzten drei Jahre publiziert wurden. In der besten und grössten Studie von Powell [28] zeigten die Kraft und die ATL nach acht Wochen Behandlung eine signifikante Verbesserung. Bei der Nachkontrolle waren die Vorteile

nicht mehr signifikant. Patienten mit etwas Aktivität der Dorsalflexoren zu Beginn der Studie schienen mehr zu profitieren. In den kleineren Studien von Chae [7], Sonde [31] und Cauraugh [6] konnten vor allem kurzfristige Verbesserungen der Motorik nachgewiesen werden. In der randomisierten Pilotstudie von Francisco bei neun Patienten [14] erzielte die Behandlung mit EMG-getriggelter Elektrostimulation mit dem AM800 signifikant grössere Fortschritte bezüglich Motorik und ADL. Die Patientenzahl war klein, und ein Follow-up wurde nicht durchgeführt.

**Aufgabenorientierte und Constrain Induced Therapie**

Tabelle 1 gibt eine Übersicht der randomisierten Studien über aufgabenorientierte und Constrain Induced Therapie. Das methodologische Skore beträgt in den meisten Studien mehr als 5/10 Punkte, was einer genügenden bis sehr guten Qualität entspricht.

Eine sehr gute Studie wurde von Kwakkel durchgeführt und in der berühmten Zeitschrift Lancet publiziert [23]. Die Intensität der Behandlung war sehr hoch. Die positiven Resultate bestätigen, dass der Aufwand gerechtfertigt ist. Erstaunlich ist,

dass die Gruppe, die eine zusätzliche Behandlung zur Verbesserung der Gehfähigkeit erhielt, auch eine Verbesserung der Geschicklichkeit im Arm gegenüber der Kontrollgruppe erzielte. Van der Lee [35] konnte wie Kwakkel [23] ebenfalls eine Verbesserung auf ATL-Ebene nachweisen, währenddem sich die Verbesserung der Motorik auch noch nach einem Jahr nachweisen liess. Auffallend an dieser Studie über Constrain Induced Therapy ist, dass insbesondere Patienten mit kognitiven Störungen (Neglekt) und Sensibilitätsstörungen von der Behandlung profitierten.

Auch Crow [10] erzielte bei schwerer betroffenen Patienten bessere Resultate. Dass die Unterschiede nur unmittelbar nach der Behandlung signifikant waren, kann mit der kleinen und akuten Patientengruppe erklärt werden.

Die randomisierte Studie von Feys [13] benützte eine Behandlung, die als Constrain Induced Therapy betrachtet werden kann, und zeichnete sich durch eine gute interne und externe Validität aus. Die Generalisierbarkeit ist sehr gut, da die Zulassungskriterien im Vergleich zu anderen Studien sehr offen waren und somit auch relativ akute Patienten und solche mit einer vollständigen Plegie der oberen Extremität zugelassen

| AUFGABENORIENTIERTE UND CONSTRAIN INDUCED THERAPIE |                                |     |  |  |  |
|--|--------------------------------|-----|--|--|--|
| Qualität *   | Autor Jahr                     | N   | Patienten  | Behandlungen<br>E: Experimentalgruppe; K: Kontrollgruppe   | Ergebnisse<br>Follow-up-Dauer  |
| 7  | Kwakkel 1999 <sup>23</sup>     | 101 | < 14 Tage nach CVI                                   | Kontrollgruppe: Standardbehandlung 45 Min./Tag<br>Arm- und Beingruppe zusätzlich 20 Wochen, 5 Tage/Wo, 30 Minuten/Tag<br>Armgruppe: aufgabenorientierte Behandlung, forced-use-Aspekte, sitzen, stehen, gehen, Laufband-Training | Arm- und Beingruppe signifikant bessere Geschicklichkeit als Kontrollgruppe nach 20 Wochen.<br>Armgruppe nach 20 Wochen nicht besser als Beingruppe hinsichtlich Geschicklichkeit. |
| 7  | Van der Lee 1999 <sup>35</sup> | 66  | 3 Jahre  | E: Constrain Induced Therapy<br>K: NDT-Behandlung mit gleicher Intensität (Anzahl Stunden)   | Signifikant bessere Armaktivität auch nach 1 Jahr, kurzfristig mehr Einsatz des Armes in ATL. Effekte deutlicher bei Neglekt und Sensibilitätsstörungen.                           |
| 7  | Crow 1989 1989 <sup>10</sup>   | 40  | 2 bis 8 Wochen<br>minimale sichtbare Muskelaktivität | E: 6 Wochen EMG-Biofeedback, zielorientiert, Tonus-Normalisierung, willkürliche selektive Bewegung, Aufgaben<br>K: Placebobehandlung   | Nach der Behandlung bessere Armfunktion, insbesondere bei den Patienten mit einer anfänglich schwereren Lähmung. Kein Unterschied 6 Wochen nach der Behandlung.                    |
| 6  | Feys 1998 <sup>13</sup>        | 100 | 10 bis 40 Tage                                       | E: 6 Wochen, 30 Minuten täglich, 5 Tage/Woche.<br>Zusätzliche Behandlung nach dem Johnstone-Konzept, wobei Stimulation und zielorientierte Aktivität kombiniert werden.  | Bessere Motorik nach 1 Jahr. Behinderung gleich. Patienten mit einer anfänglich schwereren Lähmung zeigten bessere Resultate.  |
| 6  | Sunderland 1992 <sup>33</sup>  | 132 | 8 (1 bis 30) Tage                                    | K: Normale Behandlung<br>E: Intensivere Behandlung, aufgabenorientiert   | Kraft, aktives Bewegungsausmass und Geschwindigkeit der Bewegung nach 6 Wochen   |

Tabelle 1: Randomisierte Studien über aufgabenorientierte und Constrain Induced Therapy haben eine genügende bis sehr gute methodologische Qualität und zeigen insgesamt positive Resultate bezüglich Motorik und ATL.

**ELEKTROSTIMULATION ZUR VERBESSERUNG VON MOTORIK UND ATL**

| Qualität * | Autor, Jahr Qualität   | N  | Dauer nach CVI      | Behandlungen<br>E: Experimentalgruppe; K: Kontrollgruppe  | Ergebnisse  |
|------------|------------------------|----|---------------------|---|---|
| 7          | Powell<br>1999 [28]    | 60 | 2 bis 4 Wochen      | <b>K:</b> Standardbehandlung<br><b>E:</b> Zusätzlich zyklische Elektrostimulation zur Verbesserung der Motorik und ATL 3 Mal täglich 30 Minuten während 8 Wochen.     | Signifikant bessere Kraft der Dorsalflexoren nach 32 Wochen. Behinderung nach 8 Wochen signifikant besser. Bessere Resultate bei Patienten mit besserer aktiver Dorsalflexion am Anfang der Studie. |
| 6          | Chae<br>1998 [7]       | 46 | 3 Wochen            | <b>K:</b> Placebo-Elektrostimulation<br><b>E:</b> Elektrostimulation  | Motorik nach 4 und 12 Wochen besser. ATL gleich.  |
| 4          | Sonde<br>1998 [31]     | 44 | 6 bis 12 Mt         | <b>K:</b> Physiotherapie 2 Mal/Woche<br><b>E:</b> Zusätzlich 1 Std./Tag, 3 Monate, Low TENS (niedrige Stromintensität, Frequenz 1.7 Hz), zur Verbesserung der Motorik | Motorik signifikant besser, kein Unterschied bei Schmerz und Spastizität.   |
| 3          | Cauraugh<br>2000 [6]   | 11 | > 1 Jahr            | <b>E:</b> Elektrostimulation<br><b>K:</b> Standardbehandlung  | Kraft und Motorik besser  |
| -          | Francisco<br>1998 [14] | 9  | < 6 Wochen nach CVI | <b>E:</b> 2 Mal pro Tag 30 Minuten Kräftigung der Dorsalflexoren vom Handgelenk mit EMG getriggelter Stimulation<br><b>K:</b> Wie E, jedoch ohne Stimulation          | Signifikant bessere Motorik und Selbständigkeit bei den ATL.  |

\* Methodologische Qualität in Punkte gemäss PEDro, maximal 10

Tabelle 2: Randomisierte Studien über Elektrostimulation zur Verbesserung der Motorik und ATL bei Patienten mit einem CVI in Reihenfolge methodologischer Qualität zeigen eine eindeutige Verbesserung der Motorik und teilweise einen positiven Einfluss auf die Alltagsfunktion.

wurden. Dies im Gegensatz zu anderen Studien, in denen nur chronische Patienten mit ansatzweise vorhandener Handfunktion zur Behandlung zugelassen wurden [20, 21, 34, 39]. Die Einschränkung einer Studie auf Patienten, die willkürlich eine Dorsalflexion im Handgelenk durchführen können, schränkt die Anwendungsmöglichkeit der Behandlung enorm ein, da in vielen Kliniken die Mehrzahl der Patienten nicht diese Fähigkeit besitzt.

Sunderland behandelte eine Gruppe von 132 Patienten und erreichte signifikant bessere Resultate nach sechs Monaten [33]. Dass die Unterschiede nach einem Jahr nicht mehr signifikant waren [32], stimmt mit den Ergebnissen anderer Studien überein.

Die Studie von Dromerick [11] ist wegen der relativ geringen Patientenzahl [25] und methodologischen Qualität im Verhältnis zu den anderen fünf Studien weniger relevant [5, 10].

**Elektrotherapie mit anderen Behandlungszielen**

Für elektrotherapeutische Behandlungen mit anderen Zielen verweisen wir auf die systematische Review von Price [29], die zum Schluss kommt, dass Elektrostimulation bei Patienten mit einer Subluxation der Schulter effektiv ist und eine kurzfristige Verbesserung der Subluxation, passive schmerzfreie Mobilität und Motorik der Schulter ergibt.

Eine Metaanalyse über den Einfluss von Biofeedback auf die EMG-Aktivität [16] fasst die Resultate von drei kleinen Studien mit insgesamt nur 82 Patienten zusammen. Die Auswertung erlaubt keine Schlussfolgerung. Die Resultate der Studien zeigen eine Tendenz für einen grossen Effekt, der jedoch mög-

licherweise als Folge der geringen Patientenzahl statistisch nicht signifikant war.

Um die Palette der möglichen Behandlungsziele noch zu erweitern, nennen wir noch Faghri, der mit einer 30-minütigen Elektrostimulation der Handgelenksflexoren und Extensoren bei Patienten mit Handödem eine bessere Wirkung erzielte als mit Hochlagerung [12].

**ZUSAMMENFASSUNG DER EFFEKTIVITÄTSSTUDIEN**

Nicht randomisierte Studien haben eine geringere interne Validität, und die Ergebnisse weichen deshalb zum Teil erheblich von denjenigen der randomisierten Studien ab. Die Qualität der fünf randomisierten Studien über Constrain Induced Therapy und aufgabenorientierte Therapie ist genügend bis sehr gut, und die der untersuchten Patienten beträgt insgesamt 339. Die Behandlung ist sowohl bei akuten als auch chronischen Patienten effektiv und verbessert die Armfunktion. Eine ausreichende Dosis der Behandlung von mehreren Stunden pro Woche über 3 bis 30 Wochen ist wichtig. Mit intensiver Behandlung werden schnellere Fortschritte erreicht. Die Unterschiede in der ATL-Funktion sind nur in einer von fünf Studien [13] noch nach einem Jahr signifikant. Patienten mit einer ausgeprägten Hemiplegie, Sensibilitätsstörungen und Neglekt zeigen in drei Studien [10, 13, 35] bessere Ergebnisse.

Die Qualität der fünf Studien in Zusammenhang mit Elektrotherapie zur Verbesserung der ATL-Funktion der oberen Extremität ist ungenügend bis mässig. Die Anzahl der untersuchten

Patienten ist geringer und beträgt insgesamt 170. Die Tendenz geht in Richtung einer kurzfristigen Verbesserung der ATL-Funktion und teilweise langfristiger Verbesserung der Motorik. Es gibt immer mehr Hinweise dafür, dass bei einer grösseren Intensität der Therapie die Fortschritte schneller erreicht werden [22] und die Aufenthaltsdauer in der Klinik reduziert werden kann [19]. Da nur wenige Studien auch nach einem Jahr positive Effekte nachweisen konnten, ist es noch unsicher, ob eine Behandlung das Ausmass der intrinsischen neurologischen Erholung positiv beeinflusst. Die Studienergebnisse zeigen ganz deutlich, dass es schwieriger ist, eine Verbesserung im alltäglichen Gebrauch des Armes zu erreichen, als eine Zunahme der Armfunktion auf der Körperfunktionsebene, wie sie mit Tests für selektive Motorik, Koordination und Kraft erfasst wird. Viele Studien können zwar nach sechs Monaten eine Verbesserung der Kraft oder der aktiven Beweglichkeit nachweisen, nicht aber ein vermehrter Einsatz der Hand im Alltag [6, 7, 10, 13, 23, 24, 27, 31–33, 35].

Fortsetzung und Literaturhinweise folgen in der nächsten Ausgabe.

## GLOSSAR

**Aufgabenorientierte Therapie** benützt Aktivitäten, die vom Therapeuten ausgewählt und vom Patienten initiiert und durchgeführt werden. Dies können Alltagsaktivitäten sein oder andere therapeutischen Aktivitäten. Wichtig ist, dass die Bewegung vom Patienten selbst initiiert wird und nicht durch den Therapeuten.

**Bias in Zusammenhang mit dem Studiendesign:** Verzerrung der Resultate, die zu falschen Schlussfolgerungen führen kann und somit die Validität (Gültigkeit) der Resultate reduziert. Je besser das Studiendesign ist, umso geringer ist die Gefahr von Bias. Massnahmen, um Bias zu reduzieren, sind die unabhängige Randomisierung und Messung sowie die Bildung homogener Gruppen.

**Bias in Zusammenhang mit Messungen:** Verzerrung der Resultate. In einer Studie muss insbesondere darauf geachtet werden, dass die Person, welche die Messungen durchführt, nicht bewusst oder unbewusst die Ergebnisse einer Gruppe günstig beeinflussen kann. Deshalb ist es wichtig, dass vor der Randomisierung gemessen wird und dass die Messungen von einer unabhängigen Person durchgeführt werden, die nicht bei der Behandlung einbezogen war und nicht weiss, in welcher Gruppe der Patient behandelt wurde, sozusagen «blindiert» ist.

**Constrain Induced Therapy:** Behandlung, wobei die betroffene Körperfunktionen, zum Beispiel im betroffenen Arm nach einem CVI, gefördert werden durch Einschränkung anderer Körperfunktionen; hier, indem der gute Arm am Körper fixiert wird.

**EMG-getriggerte neuromuskuläre Stimulation:** Im Rahmen einer zielorientierten Aktivität oder Handlung wird von einer Muskelgruppe das EMG-Potenzial abgeleitet. Wenn ein Schwellenwert erreicht wird, führt das Gerät eine Elektrostimulation aus. Die Stimulation ist abhängig von der Initiierung durch den Patienten.

**Kontrollgruppe:** notwendig, um die Effektivität der experimentellen Behandlung zu beurteilen. In Kontroll- und Experimentalgruppen ist zum Beispiel der erwartete Spontanverlauf gleich. Somit können unterschiedliche Effekte der Behandlung zugeschrieben werden. Ohne Kontrollgruppe sind Rückschlüsse auf die Effektivität sehr schwer oder nicht möglich.

**Randomisierung:** Zuweisung der Patienten an die Behandlungsgruppen nach dem Zufallsprinzip, das dazu dient, um bewusste oder unbewusste Beeinflussung der Zuteilung durch die Untersucher zu vermeiden.