

**5. Workshop
Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin vom
15.-16. Oktober 2004 in
Saarbrücken**



**„Pilotstudie: Laufbandtherapie per funktioneller
Elektrostimulation für Schlaganfallpatienten: Benefits im
Vergleich zur Physiotherapie nach Bobath“**

K. Busch, D. H. W. Grönemeyer
Universität Witten / Herdecke, Witten, Deutschland
E-Mail: karstenbusch@web.de

T. Mokrusch
Hedon-Klinik Lingen, Lingen, Deutschland

Band: „Tagungsband, Automed 2004“
Editors: W. I. Steudel
ISBN: 3-00-013509-X
Pages: 55-56

Pilotstudie: Laufbandtherapie per funktioneller Elektrostimulation für Schlaganfallpatienten: Benefits im Vergleich zur Physiotherapie nach Bobath

K. BUSCH¹, T. MOKRUSCH², D. H. W. GRÖNEMEYER¹

¹Universität Witten / Herdecke
Alfred-Herrhausen-Str. 50, 58455 Witten

²Hedon-Klinik Lingen
Hedonallee 1, 49811 Lingen (EMS)

E-Mail: karstenbusch@web.de

EINLEITUNG

Die Laufbandtherapie mit oder ohne Körpergewichts-entlastung ist ein vielversprechender neuer Ansatz in der Gangrehabilitation von Schlaganfallpatienten. Sie fördert die Gangfunktion und die kardiovaskuläre Fitness und folgt den modernen Konzepten der zielgerichteten, repetitiven Bewegungsübung [Hesse2001]. Die funktionelle Elektrostimulation (FES) ist eine seit Jahrzehnten bekannte Methode zur externen Kontrolle von komplett oder inkomplett gelähmter Muskulatur. In einer Pilotstudie sollten die Effekte in den Therapiegruppen funktionelle Elektrostimulation-Laufband (FES-LB) versus Physiotherapie (SPT) nach Bobath gemessen werden.

MATERIAL UND METHODEN

Durchgeführt wurde eine prospektive, randomisierte, monozentrische, zweiarmlige Pilotstudie. Gruppe I: FES-LB-Therapie. Gruppe II: physiotherapeutische Maßnahmen auf neurophysiologischer Grundlage nach Bobath (Kontrollgruppe).

Patienten: Aus dem stationären Krankengut wurden 14 Patienten aufgenommen. 7 Patienten wurden per Randomisierung der FES-LB-Gruppe und 7 Patienten der SPT zugeordnet. Von den 14 Patienten waren 6 Frauen (43 %) und 8 Männer (57 %). Das Alter der Patienten bei Therapiebeginn lag zwischen 34 und 79 Jahren, wobei das Durchschnittsalter 65 ± 14 Jahre betrug. Getrennt nach Frauen und Männern ergab sich ein mittleres Alter für die weiblichen Patienten von 64 ± 17 Jahren, für die männlichen Patienten von 66 ± 13 Jahren. Die Zeit seit der Erkrankung betrug im Durchschnitt $41,7 \pm 35,7$ Tage, wobei die Grenzen zwischen 23 Tagen und 159 Tagen lagen. 4 Patienten (2 Frauen, 2 Männer) hatten einen Hirninfarkt rechts und 10 Patienten (4 Frauen, 6 Männer) einen Hirninfarkt links. Die durchschnittliche Behandlungsdauer während der Studienteilnahme betrug $21,6 \pm 1,87$ Tage. Maximal wurde 28 Tage, minimal 21 Tage behandelt.

Geräte: Die funktionelle Elektrostimulation wurde mit dem 8-Kanal-Stimulator Microstim® (KRAUTH + TIMMERMANN GmbH, Hamburg. www.krauth-timmermann.de) mit biphasischen Rechteckimpulsen durchgeführt. Zur Realisierung der Gangbewegung wur-

den 4 unabhängige Stimulationskanäle pro Körperhälfte benutzt, um eine symmetrische, beidseitige Stimulation zu bewirken. Die Stromstärke wurde patientenspezifisch (bis max. 125 mA) vom Therapeuten eingestellt. Impulsbreite (500 µsec) und Stimulationsfrequenz (25 Hz) blieben während des gesamten Stimulationsablaufs konstant.

Per serieller Schnittstelle (RS232, V24), galvanisch getrennt, wurde der Datenaustausch zwischen Stimulator und dem Lamellenlaufband S55 (Woodway GmbH, Weil am Rhein. www.woodway.de) hergestellt. Über eine Phasenablaufsteuerung wurden die unterschiedlichen Kanäle entsprechend der Muskelaktivitäten in den Gangphasen angesteuert (Abb. 1).

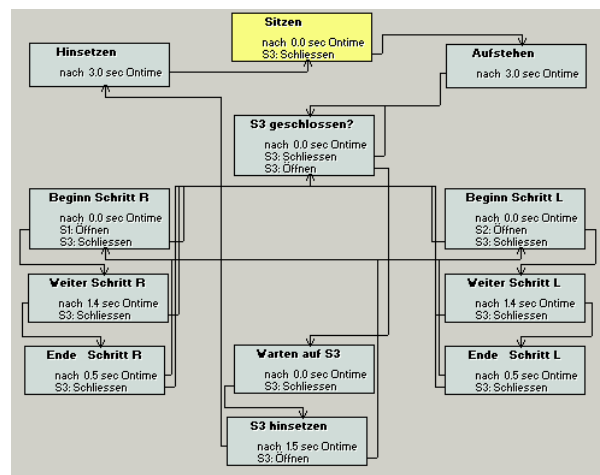


Abb 1: PC-Software StimTran: Phasenprogrammierung

ERGEBNISSE

Ganggeschwindigkeit: Die Ganggeschwindigkeit, gemessen in Metern/Minute zu Therapiebeginn, lag in der Gruppe funktionelle Elektrostimulation-Laufband (FES-LB) zwischen 10,29 m/min und 19,76 m/min. In der Kontrollgruppe Physiotherapie (SPT) lagen diese Werte zwischen 6,16 m/min und 20,35 m/min. Im Mittel betrug die Ganggeschwindigkeit zu Therapiebeginn $14,5 \pm 3,54$ m/min (FES-LB) und $13,22 \pm 4,99$ m/min (SPT). Zu Therapieende wurden $23,71 \pm 8,67$ m/min (max. 41,04 m/min; min. 14,03 m/min) in der FES-LB-Gruppe und $17,74 \pm 8,41$ m/min (max. 34,59 m/min; min. 7,50

m/min) gemessen. Der Anstieg bei FES-LB war mit $p = 0,031$ signifikant und mit $p = 0,062$ bei SPT statistisch nicht signifikant.

Physiological Cost Index (PCI): Der PCI (Herzschläge pro Meter) lag zu Therapiebeginn bei der FES-LB-Gruppe im Mittel bei $0,99 \pm 0,74$ b/m ($-0,28$ b/m bis $2,33$ b/m). In der Kontrollgruppe lag dieser Wert bei $1,25 \pm 0,5$ b/m ($0,54$ b/m und $1,95$ b/m).

Im Laufe der Therapie veränderten sich diese Werte hin zu den Abschlussergebnissen im Mittel von $0,49 \pm 0,26$ b/m ($-51,16$ % Veränderung zur Aufnahmeuntersuchung bei absoluten $0,33$ b/m) bei der FES-LB-Gruppe und $0,7 \pm 0,6$ b/m in der SPT ($-44,01$ % Veränderung zur Aufnahmeuntersuchung bei absoluten $0,38$ b/m). In beiden Gruppen konnte keine statistische Signifikanz ermittelt werden.

Visual Analogue Scale (VAS): Mit Hilfe der VAS wurde das subjektive Befinden der Patienten anhand von 5 Fragen erfasst:

- Wie sicher fühlen Sie sich beim Gehen auf ebener Erde?
- Wie erschöpft sind Sie nach einem Gang über ca. 50 m?
- Wie mobil fühlen Sie sich?
- Wie empfinden Sie die Kraft in den Beinen?
- Wie schätzen Sie Ihre Selbstständigkeit ein?

In beiden Gruppen ist für alle 5 Fragen des persönlichen Empfindens eine Verbesserung beobachtet worden, jedoch nur teilweise statistisch signifikant.

Functional Index Measure (FIM): In beiden Gruppen war der beobachtete Anstieg im Index statistisch signifikant.

Barthel Index: Eine statistische Signifikanz konnte in der Auswertung der Daten der FES-LB-Gruppe und über den gesamten Index in der SPT-Gruppe nachgewiesen werden. Der Teilbereich "Bewegung auf ebenem Grund" der SPT zeigte keine Signifikanz.

DISKUSSION

Die Vorzüge der funktionellen Elektrostimulation und der Laufbandtherapie zu vereinen, stellte das primäre Ziel der vorgestellten Gerätekombination dar. Eine Erhöhung der Ganggeschwindigkeit und die effizientere Bewegung bei gleichzeitig verbesserter Kraftentwicklung führen zu einer erhöhten Mobilität und Selbstständigkeit der therapierten Patienten.

Voraussetzung für die Wirksamkeit der motorischen Rehabilitation ist eine zentralnervöse Plastizität. Als Erfolgsfaktor der Gangschulung wird die Initialisierung von komplexen Bewegungsmustern vermutet. Neuformierung bzw. Neuaktivierung zentraler Neuronenpopulationen und subcorticale Mechanismen spielen dabei eine entscheidende Rolle [Duysens1998], [Van de Crommet 1998].

Die bisherigen Erkenntnisse leiten darauf hin, dass neuere Trainingsmethoden mit motorischem Lernen, wie der

FES-LB, zu nachhaltigen funktionellen Verbesserungen des Gangbildes führen können. In der vorliegenden Studie wurden die beiden hoffnungsvollen Therapiemethoden kombiniert und hinsichtlich des Benefit für den gehbehinderten Schlaganfallpatienten untersucht.

Die Aussagekraft der Studie ist auf Grund der geringen Anzahl von Patienten begrenzt. Bei 5 Patienten lag der Schlaganfall weniger als 4 Wochen zurück, womit der Zustand bezüglich einer Spontanerholung als nicht stabil einzuordnen ist. Auf Grund klinischer Erfahrungen ist bekannt, dass Schwerstgeschädigte manchmal bis zu sechs Monate brauchen, um das Gehen wieder zu erlernen [Jørgensen1995], [Hesse2001]. Zudem ist eine Therapiezeit von vier Wochen zu kurz, um ein abschließendes Ergebnis zu erwarten.

Für eine zukünftige Arbeit in diesem Gebiet sollte u. a. die Weiterentwicklung der Sensorik bzgl. der tatsächlichen Ganggeschwindigkeitsermittlung besondere Aufmerksamkeit erhalten, um ein manuelles Einstellen der Laufbandgeschwindigkeit über das Stimulationsprotokoll an die tatsächlich vom Patienten gewünschte / mögliche Ganggeschwindigkeit zu vermeiden und stattdessen zu automatisieren.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Es ist davon auszugehen, dass sich die Kombination der Therapiemethoden in einer verkürzten Rehabilitationszeit und schnelleren Reintegration des Patienten in das soziale und berufliche Umfeld manifestiert. Zudem leistet die Therapie einen wichtigen Beitrag zur Entlastung der pflegenden Angehörigen, die sich häufig verpflichtet sehen, ihre eigenen Perspektiven den neuen Gegebenheiten anzupassen.

Danksagung

Vielen Dank an die Mitarbeiter der Hedon-Klinik Lingen für die Unterstützung in der Durchführung der Studie.

LITERATUR

[Duysens1998]

J. Duysens, H. W. A. A. van de Crommert, "Neural control of locomotion; Part 1: The central pattern generator from cats to humans", *Gait Posture* 7, p 131-141, 1998

[Hesse2001]

S. Hesse et al., "Influence of walking speed on lower limb muscle activity and energy consumption during treadmill walking of hemiparetic patients", *Arch Phys Med Rehabil* 82(11), p 1547-1550, 2001

[Jørgensen1995]

H. S. Jørgensen et al., "Recovery of Walking Funktion in Stroke Patients: The Copenhagen Stroke Study", *Arch Phys Med Rehabil* 76, p 27-32, 1995

[Van de Crommert1998]

H. W. A. A. van de Crommert, T. Mulder, J. Duysens, "Neural control of locomotion: sensory control of the central pattern generator and its relation to treadmill training", Review article (Part 2), *Gait Posture* 7, p 251-263, 1998