

**3. Workshop
Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin vom
17.-18. September 2001 in
Bochum**



**„Angetriebene Geh-Orthese für automatisiertes
Laufbandtraining von inkomplett querschnittgelähmten
Patienten“**

G. Colombo, R. Schreier, V. Dietz
ParaCare, Schweizerisches Behandlungs- und Forschungszentrum der Universitätsklinik
Balgrist, Zürich, Schweiz
E-Mail: colombo@balgrist.unizh.ch

R. Rupp
Abteilung Orthopädie II, Stiftung Orthopädische Universitätsklinik Heidelberg, Heildeberg,
Deutschland

Band: Beiträge zum 3. Workshop Automatisierungstechnische Methoden und
Verfahren für die Medizin
Editors: Jürgen Werner, Martin Hexamer
ISBN: 3-00-008240-9
Pages: 50-51

Angetriebene Geh-Orthese für automatisiertes Laufbandtraining von inkomplett querschnittgelähmten Patienten

G. Colombo¹, R. Rupp², R. Schreier¹, V. Dietz¹

¹Paracare, Schweizerisches Behandlungs- und Forschungszentrum der Universitätsklinik Balgrist, Zürich

²Stiftung Orthopädische Universitätsklinik Heidelberg
Abteilung Orthopädie II, Heidelberg

colombo@balgrist.unizh.ch

EINLEITUNG

In den letzten 10 Jahren hat sich das manuell geführte Laufbandtraining mit Gewichtsentlastung bei der Gangtherapie von inkomplett querschnittgelähmten Patienten [1-3] und Patienten mit Halbseitenlähmung [4] etabliert. Wenn ein Patient die ersten Trainingseinheiten auf dem Laufband absolviert, kann er seine Beine in der Regel noch nicht selber bewegen und es ist eine anstrengende Arbeit für die Therapeuten, die Beinbewegung des Patienten zu unterstützen. Die Physiotherapeuten sitzen für das manuelle Training in einer ergonomisch ungünstigen Position auf dem Laufband neben dem Patienten. Diese Sitzposition ist unangenehm, die Therapeuten ermüden schnell und manche klagen sogar über körperliche Beschwerden wie zum Beispiel Rückenschmerzen. Es ist deshalb verständlich, dass eine Therapieeinheit in der Anfangsphase oft nur 10 bis 15 Minuten dauert.

Um die Therapeuten von der körperlich anstrengenden Arbeit zu entlasten und die Dauer des Trainings zu verlängern, wurde eine Alternative gesucht. Es war naheliegend eine so repetitive, kraftaufwendige und monotone Arbeit wie das Führen der Beine von einer Maschine ausführen zu lassen. Das ParaCare entschied deshalb vor fünf Jahren, eine angetriebene Orthese zu entwickeln, den sogenannten Lokomaten. Dies tat es in Zusammenarbeit mit der Firma Hocoma AG (CH-Zürich) und mit finanzieller Unterstützung der Woodway GmbH (D-Weil am Rhein). Mit Hilfe dieser an verschiedene Patienten anpassbaren Orthese, ist es möglich, Gehbehinderte über eine längere Dauer auf einem Laufband passiv gehen zu lassen. Erste Versuche mit Querschnittgelähmten waren sehr zufriedenstellend.

MATERIALIEN UND METHODEN

Die Geh-Orthese besteht im Wesentlichen aus einer Hüft- und einer Beinorthese, welche dem gehbehinderten Patienten, mittels Klettbindern in speziellen Manschetten, an den Körper fixiert werden können. In Abb. 1 ist ein Patient während der Therapie mit dem Lokomaten zu sehen.

Der Lokomat lässt sich durch wenige Handgriffe in der Grösse verstellen und an die verschiedenen Patienten anpassen. So können Parameter wie Hüftbreite, Länge von Ober- und Unterschenkel sowie die Grösse

der Beinmanschetten als auch deren Position verschiedenen eingestellt werden.



Abbildung 5: Patient mit Lokomat während einem Training auf dem Laufband.

Um die Beine des Patienten physiologisch bewegen zu können, sind aktive Antriebe an den Knie- und Hüftgelenken eingebaut. Es handelt sich dabei um Kugelspindelantriebe, welche einen hohen Wirkungsgrad aufweisen und über einen Zahnkeilriemen von einem leistungsstarken Gleichstrommotoren (150W) angetrieben werden. Auf einen zusätzlichen Antrieb am Sprunggelenk wurde verzichtet. Das Laufband kontrolliert die Fussgelenksbewegung während der Standphase, für eine Dorsalflexion in der Schwungphase sorgt ein passiver Fussheber.

Die Gewährleistung eines physiologischen Gehens während dem Training verlangt eine geeignete Regelung der angetriebenen Orthese. Zu diesem Zweck wur-

de auf einem Computer ein Regler implementiert, der die vier Antriebe des Lokomaten so regelt, dass die Winkelverläufe der Hüft- und Kniegelenke einer physiologischen Vorgabe folgen (Positionsregelung). Die Winkelverläufe, welche dem Patienten im Lokomaten vorgegeben werden, wurden an gesunden Probanden, die in der Orthese gehen, ermittelt, das heisst mit den selben Rahmenbedingungen. Diese Kurven sind leicht verschieden vom durchschnittlichen Gangmuster von Fussgängern, da der Verlauf der Kurven für den Lokomaten optimiert wurde. Die Winkelverläufe des Lokomaten liegen aber im Bereich der Standardabweichungen bei Fussgängern und erfüllen somit die gewünschten Anforderungen.

Durch die Fixierung des Oberkörpers an der Orthese und die stabile Verbindung der Orthese über ein Parallelogramm mit dem Laufband gelingt es, den Patienten in einer vertikalen Position über dem Laufband zu stabilisieren. Der Patient kann sich nur auf- und abbewegen. Diese Stabilisierung ermöglicht es, ein Training auch bei geringer Gewichtsentlastung des Patienten durchzuführen. Zudem wird über eine Feder, welche im Parallelogramm integriert ist, das Gewicht der Orthese (ca. 40kg) kompensiert. Somit hat der Patient nur sein eigenes Gewicht, nicht aber das der Orthese zu tragen.

ERGEBNISSE

Im ParaCare wurde mit dem Lokomaten bereits mit 18 erwachsenen Patienten (17 - 71 Jahre, 168 - 195 cm, 60 - 93 kg) Trainings durchgeführt. An alle diese Patienten konnte die Orthese problemlos angepasst werden und es wurden über 300 Trainingseinheiten durchgeführt. Es gab keine schwerwiegenden Verletzungen, im schlimmsten Fall hatten drei Patienten nach dem Training kleinere Hautverletzungen an den Unterschenkeln auf Grund schlecht platzierter Manschetten.

Alle mit dem Lokomaten trainierten Patienten haben das automatisierte Training dem Manuelle vorgezogen. Hauptgründe dafür sind einerseits das angenehmere Gehen im Lokomaten sowie die verlängerte Trainingsdauer.

Über den funktionellen Erfolg der Therapie im Vergleich zum manuellen Training lässt sich zur Zeit noch keine fundierte Aussage machen, eine entsprechende Studie ist noch im Gange. Bei den bisher mit dem Lokomaten therapierten Patienten konnte im Vergleich zum manuellen Training jedoch sowohl die Trainings-

dauer wie auch die Gehgeschwindigkeit wesentlich verlängert respektive erhöht werden.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

In den meisten Rehabilitationszentren im deutschsprachigen Europa hat sich das manuell geführte Laufbandtraining bereits etabliert, diese Tatsache spricht für dessen Erfolg. Da mit dem Lokomaten ein mindestens gleichwertiges Training realisiert werden kann, sollten sich die funktionellen Erfolge bei den inkomplett querschnittgelähmten Patienten auch mit dem automatisierten Training erreichen lassen. Da die Trainingsdauer mit der angetriebenen Orthese wesentlich verlängert werden kann und das vorgegebene Gangmuster sowohl regelmässiger als auch physiologischer ist, kann sogar mit einer Verbesserung des Trainingseffektes gerechnet werden.

Natürlich kann der Lokomat das therapeutische Fachpersonal nicht ersetzen. Spätestens wenn der Patient selber gehen kann, ist eine individuelle Betreuung des Patienten durch einen Physiotherapeuten unerlässlich. Der Lokomat kann aber die Arbeitsbelastung der Therapeuten beträchtlich reduzieren und gibt ihnen die Möglichkeit sich während der Therapie intensiver um den Patienten zu kümmern.

LITERATURHINWEISE

1. H. Barbeau, M. Ladouceur, K. E. Norman, A. Pepin, A. Leroux „Walking after spinal cord injury: evaluation, treatment, and functional recovery“ in Archives of Physical Medicine & Rehabilitation, 80, 2, p 225, 1999
2. V. Dietz, G. Colombo, L. Jensen „Locomotor activity in spinal man“ in Lancet, 344, 8932, p 1260, 1994
3. A. Wernig, A. Nanassy and S. Muller „Maintenance of locomotor abilities following Laufband (treadmill) therapy in para- and tetraplegic persons: follow-up studies“ in Spinal Cord, 36, 11, p 744, 1998
4. S. Hesse, C. Bertelt, A. Schaffrin, M. Malezic, K. H. Mauritz „Restoration of gait in nonambulatory hemiparetic patients by treadmill training with partial body-weight support“ in Archives of Physical Medicine & Rehabilitation, 75, 10, p 1087, 1994