

## Sequenzeffekte in der Laufbandtherapie

K. Scheidtmann, H. Brunner, F. Müller, M. Weinandy-Trapp, D. Wulf, E. Koenig

Neurologische Klinik Bad Aibling

### Zusammenfassung

Die Wiedererlangung der Gehfähigkeit stellt eine der zentralen Herausforderungen an die Rehabilitation von Patienten nach Schlaganfall dar. Wir untersuchten den Einfluß einer kombinierten Therapie von 30 Minuten Laufbandtraining und 30 Minuten Physiotherapie im Vergleich zu 2x30 Minuten Physiotherapie pro Tag über jeweils 3 Wochen. Die Patienten wurden bereits früh ( $58 \pm 29$  Tage) nach dem Ereignis in die Studie eingeschlossen. Anhand des Rivermead Motor Assessment und einer neu entworfenen Skala zur qualitativen Gangbeurteilung konnten wir zeigen, daß die Abfolge 2x30 Minuten Physiotherapie (PT) täglich, gefolgt von 30 Minuten Laufbandtherapie (LB) plus 30 Minuten Physiotherapie täglich über je 3 Wochen (PT-LB) der umgekehrten Reihenfolge (LB-PT) signifikant überlegen ist. Während in der PT-LB-Gruppe am Ende der Studie 75% der Patienten wieder gehen konnten, erreichten dies nur 36% der Patienten in der LB-PT-Gruppe. Ursache dieses Unterschiedes ist wahrscheinlich eine Verbesserung der posturalen Stabilität durch die intensive Physiotherapie in der initialen Phase, die anschließende Laufbandtherapie mit motorischem Lernen durch eine hohe Wiederholungsrate der trainierten Bewegung wirkt dann effektiver.

**Schlüsselwörter:** Schlaganfall, Laufbandtherapie, Physiotherapie

### Treadmill training in early poststroke patients – do timing and walking ability matter?

K. Scheidtmann, H. Brunner, F. Müller, M. Weinandy-Trapp, D. Wulf, E. Koenig

#### Abstract

The restitution of gait is a major challenge during the rehabilitation of hemiparetic patients. We investigated the influence of three weeks of treadmill training combined with physiotherapy, 30 minutes daily, followed by three weeks physiotherapy 30 minutes twice per day and vice versa. Patients were included early ( $58 \pm 29$  days) after stroke. We used the Rivermead Motor Assessment score and a newly developed scale for qualitative gait parameters and we demonstrate that two times 30 minutes physiotherapy (PT) daily followed by 30 minutes treadmill training (LB) plus 30 minutes physiotherapy (PT-LB) daily was significantly more effective than the reverse order (LB-PT). By the end of the study 75% of the PT-LB patients were ambulatory, while only 36% of the LB-PT were able to walk. We hypothesize that the observed difference is due to an improvement of postural stability by intensive physiotherapy in the first phase which leads to a significant improvement of the quantitative and the qualitative gait parameters during treadmill training.

**Key words:** stroke, treadmill training, physiotherapy

Neurol Rehabil 1999; 5 (4): 198-202

### Einleitung

Die Restitution des Gehens nach einem Schlaganfall ist eine zentrale Aufgabe in der neurologischen Rehabilitation. Einen Monat nach einem Schlaganfall kann etwa die Hälfte der Patienten nicht gehen [9, 13]. Die zur Verfügung stehenden physiotherapeutischen Techniken basieren überwiegend auf der Annahme einer reflex-hierarchischen Organisation des ZNS und der Bewegungsentwicklung [1]. Dabei stehen inhibierende Techniken zur Tonussenkung und fazitätierende Maßnahmen zur Anbahnung von selektiver Aktivität im Vordergrund. Eine funktionsorientierte Behandlung mit repetitiven Übungseinheiten zur Anbahnung des Gehens wird meist ersterem therapeutischem Vorgehen nachgeord-

net. Daß dieses Konzept überdacht werden sollte, läßt sich auch daraus ableiten, daß in Verlaufsuntersuchungen keine wesentliche Verbesserung des Gehens bei stationären hemiparetischen Patienten über einen Zeitraum von vier Wochen gezeigt werden konnte [7].

Trotz ermutigender Einzelfallberichte und weniger Studien [5, 6, 12] ist der Stellenwert des Laufbandes in der Behandlung von Hemiparesen nicht endgültig klar. Eine in die klinische Routine einbezogene Methode zur Behandlung des Gehens stellt es in nur wenigen Kliniken dar.

Die theoretischen Grundlagen basieren auf einer Fülle tierexperimenteller Daten. Ein wohlbekanntes Phänomen sind die koordinierten Bewegungen der Extremitäten auf einem Laufband an spinalisierten Katzen [4, 11]. Auch an para-



plegischen Patienten konnte eine auf dem Laufband initiierte spinale Lokomotion gezeigt werden, als Hinweis auf die Existenz spinaler Lokomotionszentren bzw. -netzwerke. Eine über die jeweilige Laufbandtherapie hinausgehende Wirkung konnte jedoch nur an Patienten mit inkompletter Paraplegie gezeigt werden [2, 14]. Die supraspinale Kontrolle scheint somit eine essentielle Voraussetzung für den anhaltenden Erfolg einer Laufbandtherapie zu sein. Folgerichtig konnten Patienten mit Hemiparese von einer Laufbandtherapie signifikant profitieren und die Gehfähigkeit wiedererlangen [5, 6, 12]. Dabei konnte sowohl eine Verbesserung der Gangsymmetrie [12] als auch in einer »baseline treatment« Studie und einer Studie im A-B-A Design das Wiedererlangen der Gehfähigkeit und die Verbesserung der Ganggeschwindigkeit im Vergleich zur konventionellen Physiotherapie gezeigt werden [5, 6]. Vergleichsuntersuchungen zur Indikation einer Laufbandtherapie in der Frühphase der Rehabilitation unter Berücksichtigung einer zielorientierten Physiotherapie fehlen. Ziel dieser Studie war die Analyse des Effektes einer frühzeitigen Laufbandtherapie kombiniert mit etablierter Physiotherapie im Vergleich zu etablierter Physiotherapie allein. Die physiotherapeutische Behandlung erfolgte in Anlehnung an neuere Therapiekonzepte [3] mit dem Ziel, das Gehen zu üben. Eingeschlossen wurden 23 Patienten mit einer erstmaligen, isolierten zerebrovaskulären Läsion und einer schweren Hemiparese, frühestens vier Wochen nach dem Ereignis.

## Methoden

### Patienten

In diese Studie wurden 23 nicht gehfähige Patienten randomisiert eingeschlossen (12 m, 11 w; 57,7±11 Jahre; 12 rechtsseitige, 11 linksseitige Hemiparesen). Als Einschlusskriterium galt ein zerebraler ischämischer Infarkt (n=16) oder eine intrazerebrale Blutung (n=7). Die Aufnahme in die Studie erfolgte frühestens vier Wochen nach dem Ereignis (mean 58,2±28,6 Tage). Eine aktuelle zerebrale Bildgebung (CCT/NMR) wurde angefertigt. Bei den demarkierten Läsionen kann daher von pseudozystischen Umwandlungen ausgegangen werden. Zum Zeitpunkt der Aufnahme in die Studie war noch keine wesentliche Spontanremission erfolgt, bestenfalls waren die Patienten in der Lage, kurzfristig (20 Sekunden) zu stehen. Störungen der Kommunikation, Kognition, Wahrnehmung, Neglect-Syndrom oder Pusher-Symptomatik wurden vermerkt, stellten jedoch kein Ausschlusskriterium dar. Ausgeschlossen wurden gehfähige Patienten sowie Patienten mit einer unzureichenden kardiovaskulären Belastbarkeit im Sinne einer Herzinsuffizienz Stadium III (NYHA) oder einer Infektion mit Reduktion des Allgemeinzustandes.

### Apparative Ausstattung und therapeutische Methodik

Zum Laufbandtraining wurde ein Laufband Typ Woodway mit einem Geschwindigkeitsbereich von 0–1,3 m/sec benutzt. Die Patienten wurden mit einem Gurtsystem, ähnlich

einem Fallschirmspringergurt, am Oberkörper und an der Hüfte gesichert. Das Gurtsystem ist parallel zum Schultergürtel jeweils über eine seitentrennte Aufhängung mit der Rahmenkonstruktion verbunden. Eine Querstange vor dem Patienten kann zum Balanceausgleich benutzt werden, vermieden werden sollte eine asymmetrische Gewichtsübernahme durch Festhalten an den Seitenstangen. Der Patient wird durch zwei Therapeuten unterstützt. Ein Therapeut assistiert das paretische Bein in der Schwung- und Standbeinphase, achtet auf eine physiologische Stellung des Fußes und vermeidet eine Kniehyperextension. Der hinter dem Patienten stehende Therapeut unterstützt die Gewichtsverlagerung auf das jeweilige Standbein bei physiologischer Hüftextension und korrigiert den Schwerpunkt des Patienten.

Während der physiotherapeutischen Behandlung wurden vorrangig posturale Stabilität und Ganginitiierung bzw. das Gehen geübt.

### Studiendesign

Es handelte sich um eine Studie nach dem A-B (Laufband-Physio, LB-PT)/B-A (Physio-Laufband, PT-LB) Design. In den einzelnen dreiwöchigen Phasen erhielten die Patienten in der Phase A 1x täglich 30 Minuten Laufbandtherapie und 1x täglich 30 Minuten Physiotherapie, in der Phase B 2x täglich je 30 Minuten Physiotherapie. Der Randomisierung entsprechend begann jeweils die Hälfte der Patienten mit der Phase A oder der Phase B. Zusätzlich erhielten alle Patienten ihrem Störungsmuster entsprechend Ergotherapie, Sprach- oder Schlucktherapie und physikalische Therapie.

### Messungen

Zu Beginn, beim Phasenwechsel nach drei Wochen und am Ende der Studie erfolgte eine Bewertung mit dem Rivermead Motor Assessment (RMA) [10]. Dieser Test bewertet die funktionellen motorischen Fertigkeiten, weniger physiologische Parameter wie Kraft, Geschwindigkeit und Zielgenauigkeit der Bewegung. Bewertet wird dichotom, ob eine Aufgabe ausgeführt werden kann oder nicht. Für Grobmotorik und Motorik von Rumpf, Bein und Arm werden getrennt komplexe Bewegungsmuster abgefragt und bewertet, wobei in der aktuellen Studie zur Beurteilung der Gangfunktionen nur der Allgemein- und Bein/Rumpf-Untertest in die Analyse eingeschlossen wurde. Diese Untertests zeichnen sich in bezug auf die therapeutischen Ziele im Verlauf der Rehabilitation durch eine hohe Validität aus. Im Vergleich zwischen verschiedenen Untersuchern besteht eine hohe Reliabilität. Zur Beurteilung der Gehfähigkeit wurde aus dem RMA der Unterpunkt 6 (10 m gehen innerhalb eines Gebäudes ohne Therapeutenhilfe, Gehhilfen erlaubt) aus dem allgemeinen Teil extrahiert und gesondert ausgewertet.

Neben den funktionellen Bewegungsparametern und der Beurteilung der Gehfähigkeit finden qualitative Aspekte in der Gangbeurteilung des RMA wenig Eingang. Die Erfahrung zeigt jedoch, daß Muskeltonus und Gelenkstabilität



und -kontrolle ein wesentlicher Faktor im Prozeß der Wiedererlangung der Gehfähigkeit sind. Daher wurde in Zusammenarbeit mit den beteiligten Physiotherapeuten eine Beurteilungsskala erarbeitet. An Hand dieser neu entwickelten Skala (Tab. 1) ist eine Beurteilung der qualitativen Gangparameter sowie eine Beurteilung der Gangsicherheit möglich. Die Bewertung erfolgt dichotom in Anlehnung an die Kriterien des RMA. Eine Testvalidierung befindet sich in Vorbereitung, auf Grund der Anlehnung der Beurteilung an das RMA zeichnet sich eine hohe Reliabilität ab.

1. Gehen ohne Stock oder Rollator auch mit Hilfsmittel am Fuß (z. B. Schiene: Aircast, Valenser, Peronäus, Unterschenkel-orthesen, Fußwickel), mindestens 10 Meter
2. Gehen ohne Achillessehnenklonus
3. Gehen auch mit Hilfsmittel, ohne starke assoziierte Reaktion (im Gehen Ellenbogenwinkelzunahme größer als 30°)
4. Gehen (auch mit Hilfe) mit initialem Fersenkontakt
5. Keine Hyperextension im Knie in der Standbeinphase
6. Initiierung der Schwungbeinphase nicht durch Lateralflexion von Becken oder Rumpf
7. Keine Beckenretraktion auf der betroffenen Seite
8. Wenden über die betroffene Seite nicht möglich
9. Gehen ohne Blickkontakt mit dem Fußboden möglich
10. Schrittlänge größer als Fußlänge

Tab. 1: Qualitative Gangbeurteilung

**Resultate**

Therapeutisches Ziel war das Wiedererlangen der Gehfähigkeit. Abb. 1 zeigt den prozentualen Anteil der gehfähigen Patienten in beiden Gruppen.

Die beiden Gruppen unterscheiden sich am Ende der Behandlung signifikant ( $\chi^2$  Test:  $p < 0,05$ ). Während in der PT-LB-Gruppe zu Beginn der Studie kein Patient in der Lage war, alleine oder mit Gehhilfe 10 m zu gehen, konnten 75%

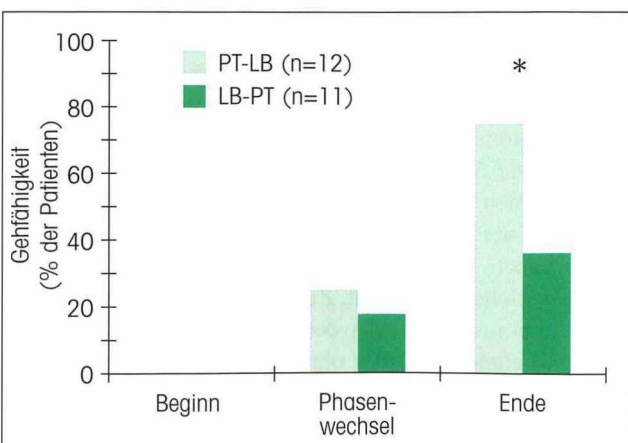


Abb. 1: Prozentuale Gehfähigkeit der Vergleichsgruppen Physiotherapie/Laufbandtherapie versus Laufbandtherapie/Physiotherapie  
\* Signifikanzniveau  $p < 0,05$  am Ende der Studie ( $\chi^2$  Test)

der Patienten am Ende der Studie 10 m frei oder mit Hilfsmittel gehen. In der LB-PT-Gruppe hingegen hatten am Ende der Studie nur 36% der Patienten die Gehfähigkeit erlangt.

Zur Analyse der funktionellen motorischen Fähigkeiten wurde das RMA herangezogen. Dabei ist eine Beurteilung weiterer motorischer Fähigkeiten, die über das reine Gehen hinaus gehen, möglich. Von besonderer Bedeutung ist eine Beurteilung der axialen Motorik. Um eine bessere Vergleichbarkeit zu ermöglichen, wurden die Differenzwerte des RMA zwischen Beginn und Ende jeder 3-Wochen-Periode berechnet. Somit kann der reine funktionelle Zugewinn in der axialen Grobmotorik gezeigt werden. Abb. 2 zeigt die gemittelten Differenzwerte des RMA Allgemeiner Teil.

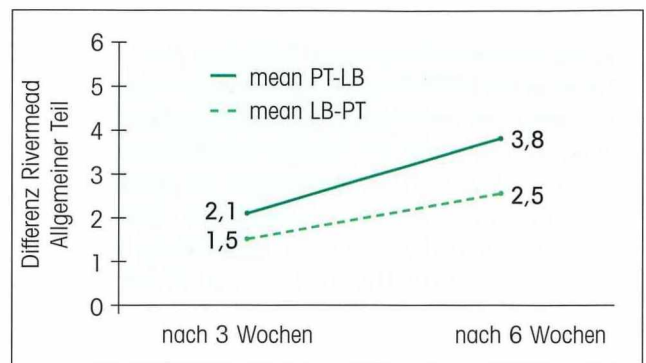


Abb. 2: Differenzwerte des RMA Allgemeiner Teil: Darstellung des funktionellen Zugewinns in der axialen Grobmotorik im Mittelwert. Noch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Vergleichsgruppen ( $p < 0,1$ )

Zu Beginn der Studie waren die Patienten in beiden Gruppen lediglich in der Lage zu stehen. Bereits nach drei Wochen, beim Wechsel von der alleinigen Physiotherapie zur Physio- plus Laufbandtherapie und vice versa, haben sich die Patienten in beiden Gruppen deutlich verbessert. Es besteht jedoch zwischen der PT-LB-Gruppe und der LB-PT-Gruppe zu diesem Zeitpunkt kein signifikanter Unterschied.

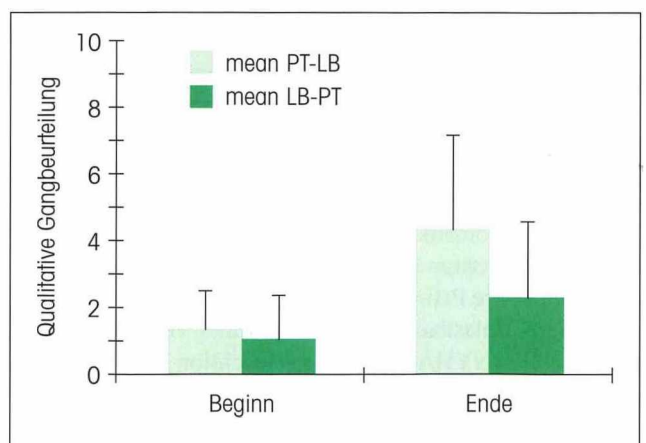


Abb. 3: Qualitative Gangbeurteilung in den Vergleichsgruppen Physiotherapie/Laufbandtherapie versus Laufbandtherapie/Physiotherapie, dargestellt im Mittelwert mit Standardabweichung. Noch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Vergleichsgruppen ( $p < 0,1$ )

Nach weiteren drei Wochen Therapie kam es zu einem weiteren Zugewinn an Funktion, gemessen im Allgemeinen Teil des RMA, der insbesondere die axiale Motorik bewertet. Der motorische Zugewinn in der PT-LB-Gruppe während dieser Phase erscheint deutlicher. Der Unterschied ist jedoch noch nicht signifikant ( $p < 0,1$ ).

Abb. 3 zeigt, daß sich nicht nur die quantitativen, sondern auch die qualitativen Gangparameter, die in Tab. 1 aufgeführt sind, in der PT-LB Gruppe deutlicher verbessert haben. Dieser Unterschied ist noch nicht signifikant ( $p < 0,1$ ).

## Diskussion

Frühere Arbeiten setzten das Laufbandtraining deutlich später in den Rehabilitationsverlauf ein (Tage nach dem Läsionsereignis: 129 [6], 177 [5] und >1000 Tage [12]). Wir konnten zeigen, daß Patienten bereits früh (im Durchschnitt 58 Tage nach einem Schlaganfall) vom zusätzlichen Laufbandtraining profitieren.

Im Gegensatz zu den bisherigen Arbeiten [5, 6, 12] profitieren Patienten nicht generell vom Laufbandtraining im Vergleich zur Physiotherapie, sondern vor allem dann, wenn die Physiotherapie der Laufbandtherapie vorangestellt wird. Dabei sollte hervorgehoben werden, daß die in dieser Studie durchgeführte Physiotherapie modernen Konzepten folgt und von Plastizität und Regenerationsfähigkeit auch des adulten Zentralnervensystems ausgeht [8]. Schwerpunkt und Ziel stellt das Gehen dar.

Eine unterschiedliche spontane Erholung der motorischen Fähigkeiten in den Gruppen können wir nicht ausschließen, jedoch spricht der dramatische Unterschied in der Erreichung der Gehfähigkeit (Abb. 1) gegen die spontane Erholung als alleinige Ursache.

Auch neuropsychologische Ursachen, insbesondere eine unterschiedliche (negative wie positive) Motivation der Patienten, z. B. durch eine standardisierte, durch eine Maschine (Laufband) unterstützte Therapie, halten wir ebenfalls für unwahrscheinlich, da die Verbesserungen der motorischen Funktionen in allen Phasen in beiden Gruppen sichtbar werden.

Eine mögliche Ursache für den signifikanten Unterschied zwischen der PT-LB- und der LB-PT-Gruppe liegt unseres Erachtens in der Verbesserung der posturalen Stabilität, die in der initialen physiotherapeutischen Behandlung als vorrangiges Behandlungsziel eingebracht wird.

Dadurch kann in der darauffolgenden Laufbandtherapiephase ein effektives Lokomotionstraining mit repetitiver Abfolge und somit Anbahnung der gewünschten motorischen Muster auf dem Laufband erfolgen.

Dies kann nur erreicht werden, wenn die Funktionen und die dafür notwendigen posturalen Mechanismen zielorientiert geübt und die skeleto-muskulären Voraussetzungen geschaffen wurden. Von besonderer Bedeutung scheint somit die Therapieabfolge zu sein.

Des Weiteren sollte in der Beurteilung des therapeutischen Effektes die Zeitintensität der physiotherapeutischen Behandlung berücksichtigt werden. Die an dieser Studie teil-

nehmenden Patienten erhielten eine Stunde physiotherapeutische Behandlung pro Tag, somit wäre im Vergleich zu anderen Studien [5] das bessere Outcome dieser Patientengruppe zu erklären.

Einschränkend stellen wir fest, daß weder in der aktuellen Studie noch in den bisher vorliegenden Studien eine vergleichbare Intensität der Physiotherapie über einen längeren Zeitraum als drei Wochen untersucht wurde. Ebenso wenig sind bisher Langzeiteffekte unterschiedlicher Therapieverfahren berichtet worden.

Da die üblicherweise verwendeten Skalen und Subskalen (Rivermead Motor Assessment, Functional Ambulation Category, Barthel-Index, Fugl-Meyer-Index) keine Aussage über die Gangqualität zulassen, wurde an unserer Klinik eine neue Skala zur qualitativen Gangbeurteilung entworfen. Die Analyse der Ergebnisse zeigte, daß die PT-LB-Gruppe nicht nur hinsichtlich der quantitativen Gangparameter (Tab. 1, Abb. 3), sondern auch bezüglich der qualitativen Gangparameter profitiert.

Wie auch von anderen Autoren ausgeführt, kann die Laufbandtherapie die Physiotherapie nicht ersetzen, sondern in sinnvoller Abfolge in der richtigen Patientenzielgruppe ergänzen.

Weitere Untersuchungen mit standardisiertem Einsatz verschiedener Therapiemethoden sind dringend erforderlich, um die subjektive Einschätzung von therapeutischer Effektivität durch empirisches Wissen zu ersetzen. Insbesondere Fragen der differentiellen Indikationsstellung (z. B. Zeitpunkt) sollten unbedingt weiter bearbeitet werden. Verfeinerte apparative Meßverfahren sollten klinische Beobachtungen und Skalierungsverfahren ergänzen, um verschiedene Aspekte der therapeutischen Intervention im Verlauf besser abgrenzen zu können [15].

## Korrespondenzadresse:

Dr. med. K. Scheidtmann  
Neurologische Klinik Bad Aibling  
Kolbermoorer Straße 72  
83043 Bad Aibling  
e-mail: KScheidtmann@Schoen-kliniken.de



## Literatur

1. Bobath B: Adult hemiplegia: evaluation and treatment. Heinemann, London 1970
2. Dietz V, Colombo G, Jensen L, Baumgartner L: Locomotor capacity of spinal cord in paraplegic patients. *Ann Neurol* 1995; 37: 574-582
3. Freivogel S: Alte und neue Hypothesen in der Physiotherapie zur motorischen Funktionsrestitution nach zentralen Läsionen. *Neurol Rehabil* 1998; 4: 119-124
4. Grillner S: Control of locomotion in bipeds, tetrapods, and fish. In: Brookhart M, Mountcastle VB (eds): *Handbook of physiology. The nervous system, vol II. Motor control, part 2.* American Physiological Society, Washington DC 1981, 1179-1235
5. Hesse S, Bertelt C, Jahnke MT, Schaffrin A, Baake P, Malezic M, Mauritz KH: Treadmill training with partial body weight support as compared to physiotherapy in non-ambulatory hemiparetic patients. *Stroke* 1995; 26: 976-981
6. Hesse S, Bertelt C, Schaffrin A, Malezic M, Mauritz KH: Restoration of gait in non-ambulatory hemiparetic patients by treadmill training with partial body weight support. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75: 1087-1093
7. Hesse S, Jahnke MT, Bertelt C, Schreiner C, Lücke D, Mauritz KH: Gait outcome in ambulatory hemiparetic patients after a 4-week comprehensive rehabilitation program and prognostic factors. *Stroke* 1994; 25: 1999-2004
8. Hirschfeld H: Theories of motor control. In: Fries W (Hrsg): *Ambulante und teilstationäre Rehabilitation von Hirnverletzten.* Zuckschwerdt Verlag, München 1996, 61-74
9. Jorgensen HS, Nakayama H, Raaschou VR, Olsen TS: Recovery of walking function in stroke patients: the Copenhagen stroke study. *Arch Phys Med Rehabil* 1995; 76: 27-32
10. Lincoln N, Leadbitter D: assessment of motor function in stroke patients. *Physiotherapy* 1979; 65: 48-51
11. Lovely RG, Gregor RJ, Roy RR, Egerton VR: Effects of training on the recovery of full weight-bearing stepping in the adult spinal cat. *Exper Neurol* 1986; 92: 421-435
12. Waagfjörd J, Levangle PK, Certo CME: Effects of treadmill training on gait in a hemiparetic patient. *Phys Ther* 1990; 70: 549-560
13. Wade DT, Wood VA, Heller A, Maggs J, Langton-Hewer R: Walking after Stroke : measurement and recovery over the first three months. *Scand J Rehab Med* 1987; 19: 25-30
14. Wernig A, Müller S: Laufband locomotion with body weight support improved walking in persons with spinal cord injuries. *Paraplegia* 1992; 30: 229-238
15. Wulf D, Hartmann E, Scheidtmann K, Müller F, Koenig E: Restitution des Gehens nach Hemiparese: 3D-Ganganalyse im Therapieverlauf. *Neurol Rehabil*, eingereicht