

Das repetitive Treppensteigen auf- und abwärts rollstuhlpflichtiger Patienten nach Schlaganfall mit Hilfe eines neu entwickelten Gangroboters

Neurol Rehabil 2011; 17 (4): 197–202

© Hippocampus Verlag 2011

S. Hesse¹, C. Tomelleri², C. Werner¹, A. Bardeleben¹, A. Waldner²

Zusammenfassung

Einleitung: Das Treppensteigen ist essentieller Teil unserer Alltagsmobilität. Mit Hilfe eines neuen Gangroboters, G-EO, können schwer betroffene Patienten das Gehen und das Treppensteigen wiederholt üben. Eine erste offene Studie sollte dessen klinisches Potential klären.

Patienten: 15 stationäre, subakute, nicht selbstständig gehfähige Patienten, deren Schlaganfall 4–10 Wochen zurücklag, erhielten ein zusätzliches Lokomotionstraining auf dem Roboter, 45 min brutto jeden Werktag für vier Wochen. Sie stiegen mindestens 150 Stufen in jeder Einheit. Primäre Variable war eine neu entwickelte Ordinalskala, Functional Stair Climbing Category, FSCC, die mit Hilfe von sieben Kategorien (0–6) die Fähigkeit, Treppen auf- und abwärts zu steigen, und das Muster beurteilte. Sekundär waren u.a. die Gehfähigkeit (Functional Ambulation Category, FAC, 0–5) und die Ganggeschwindigkeit.

Ergebnisse: Es traten keine Nebenwirkungen auf. Der FSCC, der FAC und die Ganggeschwindigkeit verbesserten sich signifikant ($p < 0,001$) während der Lokomotionstherapie. Zu Studienende konnten 8 von 15 Patienten selbstständig mindestens 50 m in der Ebene gehen und 5 ein Stockwerk herauf und herunter steigen.

Diskussion: In Übereinstimmung mit dem aufgabenspezifisch repetitiven Konzept scheint die zusätzliche Therapie mit dem Roboter die Geh- und Treppensteigefähigkeit der initial nicht gehfähigen Schlaganfallpatienten positiv zu beeinflussen. Die offene Studie verbietet jedoch jegliche Rückschlüsse auf die Effektivität des Gerätes, eine kontrollierte Studie muss folgen.

Schlüsselwörter: Schlaganfall, Rehabilitation, Gehen, Treppensteigen

¹Medical Park Humboldtmühle, Berlin, Deutschland,

²Villa Melitta, Bozen, Italien

Der Schlaganfall ist die häufigste Ursache bleibender Behinderungen in der industrialisierten Welt [13]. Die Wiederherstellung der Mobilität ist ein zentrales Anliegen der Neurorehabilitation, zunehmend setzt sich ein aufgabenspezifisch repetitives Üben durch [6, 8].

Gangmaschinen, die entweder dem Exoskeletton oder Endeffektor-Ansatz folgten, konnten den aus diesem Konzept abgeleiteten Slogan: »Wer gehen lernen möchte, muss gehen« erfolgreich umsetzen [15, 17, 18, 20, 21]. Sie reduzierten den für die Unterstützung des Gehens erforderlichen therapeutischen Aufwand, um so die Intensität zu steigern. Insbesondere die kontrollierten Studien zum endeffektorbasierten Gangtrainer GT I [9] zeigten ein durchgehend positives Ergebnis hinsichtlich der Wiederherstellung der Gehfähigkeit rollstuhlpflichtiger Schlaganfallpatienten [15].

Allen kommerziell verfügbaren Geräten gemeinsam ist die Beschränkung auf das wiederholte Üben des Gehens in der Ebene. Das Treppensteigen auf- und abwärts jedoch ist fester Bestandteil der Alltagsmobilität, sei es im Haus oder in der Öffentlichkeit. Dessen repetitives Üben limitiert jedoch der damit verbundene körperliche Aufwand,

in der Regel sind zwei Therapeuten erforderlich. Hinzu kommt das damit verbundene Risiko für Patient und Therapeut. Deshalb wurde ein endeffektorbasierter Gangroboter (G-EO) entwickelt, dessen frei programmierbare Trajektorien der Fußplatten rollstuhlpflichtigen Patienten nicht nur das simulierte Gehen in der Ebene, sondern auch das Treppensteigen auf- und abwärts erlauben [10]. Das Gerät folgte den Prinzipien des Forschungsprototyp Haptic-Walker [12, 19], ist jedoch deutlich kleiner und begnügt sich mit einem 230-Volt-Anschluss. Der vorliegende Artikel möchte zum einen das Gerät und erste klinische Ergebnisse vorstellen, zum anderen eine neu konzipierte Ordinalskala präsentieren (Functional Stair Climbing Category, FSCC), mit deren Hilfe die beim Treppensteigen auf- und abwärts erforderliche therapeutische Hilfe bestimmt werden soll.

Das Gerät

Der gurtgesicherte Patient steht auf zwei Fußplatten, deren Trajektorien voll programmierbar sind. Ein Bewegungsarm verknüpft die Fußplatten jeweils mit zwei

Robot-assisted walking and stair climbing in non-ambulatory subacute stroke patients: a baseline-treatment study

Hesse S, Tomelleri C, Werner C, Bardeleben A, Waldner A

Abstract

Introduction: A gait robot, based on the end-effector principle, enables wheelchair-bound subjects the repetitive practise of simulated floor walking and stair climbing up and down. The open study intended to explore its potential.

Subjects: 15 subacute non-ambulatory stroke patients, stroke interval 4–10 weeks, cardiovascular stable, no lower limb joint arthritis.

Intervention: All patients received four weeks of additional gait robot training, 45 min gross every workday. The patients walked (climbed) a minimum of 400 (150) steps each session.

Assessment: Primary stair climbing ability assessed by a new seven-point ordinal scale, Functional Stair Climbing Category (FSCC, 0–6; 0=unable to climb and descend one flight of nine steps, 6=able to climb and descend one flight independently in an alternate fashion), secondary Functional Ambulation Category (FAC, 0–5), gait velocity (m/s), and others.

Results: No major side effects were reported, the 95% CI showed a significant improvement of the FSCC, FAC, and gait velocity during the intervention ($p < 0.001$). At the end, eight (five) subjects could walk (climb up and down) 50 m on the floor (one flight).

Conclusions: In line with the task-specific repetitive approach, the patients improved their walking and stair climbing ability during the intervention period. No definite conclusions are warranted, a controlled trial must follow.

Key words: stroke, rehabilitation, gait, stair climbing

Neurol Rehabil 2011; 17 (4): 197–202

© Hippocampus Verlag 2011

Schlitten. Die Bewegung des Hauptschlittens, der mittels eines Transmissionsriemen mit einem Linearantrieb (1500-Watt-Servomotor) verbunden ist, kontrolliert die Schrittlänge. Die Kontrolle der Schritthöhe erfolgt nach dem Scherenprinzip, indem der zweite Schlitten sich relativ zum ersten bewegt (zweiter 1500-Watt-Servomotor). Nähern sich beide, so schließt sich die Schere, und der mit der Fußplatte verbundene Arm hebt sich bzw. vice versa. Ein dritter Antrieb (400 Watt) ist in den Arm integriert und rotiert die Fußplatte, indem ein Riemen an der externen Achse der Platte in Höhe des Sprunggelenks ansetzt, um so die Plantar- und Dorsiflexion zu kontrollieren. Die maximale Schrittlänge ist 55 cm, die maximalen Winkel $\pm 90^\circ$, die maximale Schritthöhe im Arbeitsraum ist 40 cm, so dass die Patienten die Standardstufe von 28 cm auf- und abwärts steigen können. Die maximal mögliche Ganggeschwindigkeit ist 0,7 m/s, entsprechend einer maximalen Beschleunigung von einem g. Der Fuß ist in einer auf einer Platte montierten Schneeschuhbindung fixiert, die Platte ist mittels Magneten mit der Grundplatte verbunden. Im Notfall lösen sich die Platten voneinander in allen drei Richtungen, sobald ein Drehmoment > 4 Nm überschritten ist. Beidseitige Handläufe können in Höhe und Breite verstellt werden. Das Gewichtsentlastungssystem ist in einen Stahlrahmen integriert, es besteht zum einen aus einem elektronischen Lifter, der auch dazu dient, das Aufstehen des Patienten aus dem Rollstuhl zu assistieren. Zusätzliche Komponente ist ein angetriebenes Dreirollensystem, um so die vertikalen und seitlichen Bewegungen des Körperschwerpunkts zu kontrollieren, die übertragenden Seile setzen am Gurt an. Eine Rampe dient dazu, dass

der Patient im Rollstuhl von hinten auf das Gerät fährt, nachfolgend werden die Füße in der Bindung fixiert, der Gurt, den der Patient bereits angelegt hat, wird mit dem Liftsystem verbunden, so dass der Patient assistiert aufstehen kann. Nach einem letzten Check kann die Therapie starten. Ein sog. Graphic User Interface (GUI) zeigt die Trajektorien der Fußplatten online, der Therapeut kann sie jederzeit mittels des GUI kontrollieren und ggf. adjustieren. Veränderbare Größen sind die Schrittlänge, die Schritthöhe, der Sprunggelenkwinkel, die vertikalen und horizontalen Exkursionen des CoM, die Gewichtsentlastung und die relative Position des Aufhängepunkts in Bezug auf die Fußplatten. Ein Rechner memoriert die Behandlungsparameter eines jeden Patienten. Die Abmaße der CE-zertifizierten Maschine sind 2.800 mm x 1.200 mm x 2.300 mm. Das Nettogewicht beträgt 650 kg, der Stromanschluss ist 230 Volt.

Klinische Studie

Zur ersten Evaluation des Gerätes erfolgte eine offene Studie. Es nahmen 15 subakute Schlaganfallpatienten teil, die einen erstmaligen supratentoriellen Schlaganfall erlitten hatten. Das Intervall war < 8 Wochen, das Alter war < 80 Jahre, die Patienten waren zumindest rollstuhlmobilisiert, der Barthel-Index reichte von 30–55 Punkte, sie konnten zumindest an der Bettkante frei sitzen und kurze Zeit mit Festhalten stehen. Während der Gangtherapie benötigten sie die kontinuierliche oder intermittierende Hilfe einer Person zwecks Gewichtsübernahme und Balance entsprechend einem FAC von 1 oder 2. Die Patienten waren nicht in der Lage, eine Treppe rauf und runter zu steigen (FSCC 0), oder benötigten die Hilfe von zwei (FSCC 1) oder einer Person (FSCC 2). Es lag keine ausgeprägte Spastik der Beine vor, eine kardiologische Untersuchung einschließlich EKG hatte keine Einwände gegen die Therapie ergeben, weitere neurologische oder orthopädische die Gehfähigkeit beeinträchtigenden Erkrankungen lagen nicht vor. Auch verstanden die Patienten den Inhalt und Sinn der Untersuchung.

Intervention

Zusätzlich zur konventionellen Therapie der Phase C übten die Patienten auf dem G-EO 20–25 min netto jeden Werktag für vier Wochen. Einschließlich Ein- und Ausstieg und Pausen ergab sich eine Bruttotherapiezeit von 45 min. Ein Therapeut half, den Gurt im Rollstuhl anzulegen, fuhr den Patienten auf das Gerät, fixierte die Füße in den Schneeschuhbindungen, hakte den Gurt ein, lifte den Patienten und rief die vom Rechner gespeicherten Therapieparameter auf. In jeder Einheit übte der Patient 10–15 min das simulierte Gehen in der Ebene, nach einer Pause folgten 5–10 min netto Treppensteigen, hälftig auf- bzw. absteigen. Minimal waren 300 Schritte in der Ebene und 150 Treppenstufen. Pausen waren optional, aber eine konsekutive Therapiedauer von mindestens 5 (3) min war in der Ebene (auf der Treppe) einzuhalten.



Abb.1: Ein rechtshemiparetischer Patient übt gurtgesichert das Treppaufwärtssteigen mit dem G-EO-System

Die Herzfrequenz und der arterielle Blutdruck wurden zu Beginn und zu Ende jeder Einheit gemessen. Falls erforderlich, unterstützte der Therapeut, der vor dem Patient stand, manuell die Knieextension.

Assessment

In Analogie zur sog. Functional Ambulation Category (FAC, 0–5) wurde die Functional Stair Climbing Category von der Arbeitsgruppe entwickelt. Es handelt sich um eine siebenstufige Ordinalskala (0–6), die den noch erforderlichen therapeutischen Aufwand bzw. die Qualität hinsichtlich der Schrittfolge (nachgestellt oder alternierend) beim Treppenauf- und absteigen einer neunstufigen Treppe mit beidseitigem Geländer beurteilt. Es wird sowohl das Treppensteigen auf und abwärts beurteilt, bei unterschiedlicher Inanspruchnahme von Hilfe bergauf oder bergab zählt die schlechtere Leistung.

- Score 0 = das Treppensteigen rauf und runter ist trotz Hilfe nicht möglich;
- Score 1 = der Patient benötigt die Hilfe zweier Personen, die das Steigen, die Balance und die Gewichtsübernahme unterstützen;
- Score 2 = der Patient benötigt die kontinuierliche Hilfe einer Person, die das Steigen, die Balance und die Gewichtsübernahme unterstützt;

- Score 3 = der Patient benötigt die kontinuierliche oder intermittierende Hilfe einer Person, die die Balance oder das Steigen unterstützt;
- Score 4 = der Patient benötigt die verbale Unterstützung oder Stand-by einer Person ohne physischen Kontakt;
- Score 5 = der Patient steigt die Treppe selbstständig im Nachstellschritt;
- Score 6 = der Patient steigt die Treppe selbstständig alternierend.

Die Skala berücksichtigt nicht die Inanspruchnahme von Hilfsmitteln wie einer Orthese, eines Stocks oder des Geländers.

Zusätzlich wurde das Gehen untersucht: a) mit Hilfe der Functional Ambulation Category (FAC, 0–5) [11] die beim Gehen erforderliche Hilfe (0 = Patient kann nicht selbstständig gehen oder benötigt die Hilfe von mindestens zwei Personen; 5 = Patient kann selbstständig überall hin gehen, einschließlich Treppe steigen), Orthesen oder Stöcke konnten benutzt werden; und b) mit Hilfe des 10m-Tests die mittlere Ganggeschwindigkeit. Mit oder ohne Hilfe eines erfahrenen Therapeuten legte der Patient eine Strecke von 14 m zurück, die Zeit auf die mittleren 10 m wurde gemessen [7]. Des Weiteren wurde die Beinkraft mittels des Motricity Index Bein (MI, 0–100) bestimmt, er bestimmte die Kraft für die Dorsiflexion des Sprunggelenks, der Kniestreckung und der Hüftflexion [5]. Motorische Funktionen wurden mit Hilfe des Rivermead Motor Assessment Scores erfasst. Die sog. Gross Functions (RMGF, 0–13) beinhalteten 13 Items aufsteigender Schwierigkeit von sitzen an der Bettkante bis zu fünfmal hüpfen auf dem betroffenen Bein. Der Untertest Leg & Trunk (RLT, 0–10) beinhaltete zehn Items aufsteigender Schwierigkeit von Drehen auf die betroffene Seite bis zu Kniebeugen mit dem betroffenen Bein. Der Tonus wurde mit Hilfe eines Summscores (0–20) bestimmt, wofür anhand des Ashworth Scores (0–4) der Widerstand gegen die folgenden fünf passiven Bewegungen erhoben wurde: Dorsiflexion und Eversion des Sprunggelenks, Flexion und Extension des Knies und Beugung der Hüfte [1].

Zwei erfahrene Therapeuten untersuchten die Patienten gemeinsam zu Beginn der Behandlung und nach zwei bzw. nach vier Wochen.

Statistik

Im Falle eines Ausscheidens aus der Studie war eine sog. Intention-to-treat-Analyse geplant, d. h. die Messung bzw. der zuletzt vorhandene Wert sollten fortgeführt werden. Es wurden absolute Veränderungen während der zusätzlichen Lokomotionstherapie (T_0 bis T_4) berechnet. In einem zweiten Schritt wurden 95% CI der Veränderungen während diesen beiden Perioden ermittelt, die 95% CI sollten die klinische Relevanz der Veränderungen einschätzen helfen.

Pat.	Alter	Sex	Diagnose	Hemi- parese	Schlaganfall- intervall	Functional Ambulation Category (FAC, 0 – 5)			Functional Stair Climbing Categories (FSCC, 0 – 5)		
						Beginn	Wo 2	Wo 4	Beginn	Wo 2	Wo 4
	Alter				Wochen						
1	75	m	Ischämie	links	5	1	2	5	2	3	5
2	55	m	Ischämie	links	3	2	3	5	2	3	6
3	66	m	Ischämie	rechts	4	0	1	1	0	0	1
4	69	m	Ischämie	rechts	4	2	4	4	2	4	4
5	43	m	Blutung	rechts	7	0	1	1	0	2	2
6	63	f	Blutung	links	4	1	2	3	2	3	4
7	62	f	Ischämie	rechts	4	1	3	5	1	3	5
8	73	f	Ischämie	links	5	2	3	5	2	3	6
9	62	f	Ischämie	links	18	1	2	5	1	3	5
10	64	m	Ischämie	links	12	2	3	4	2	3	4
11	78	f	Ischämie	rechts	118	2	3	3	2	3	4
12	62	f	Ischämie	rechts	25	1	1	2	0	0	3
13	54	f	Blutung	rechts	12	2	3	4	0	1	4
14	55	m	Ischämie	rechts	171	2	3	3	2	2	4
15	74	f	Blutung	rechts	16	1	1	2	0	0	3
Mittelwert SD	63,7 ± 9,4	-	-	-	27,2 ± 49,1	1	3	4	2	3	4
Median IQB						(1–2)	(1–3)	(2–5)	(0–2)	(1–3)	(3–5)

Tab. 1: Klinische Daten und individuelle Rohwerte der abhängigen Variablen zu allen Messpunkten

Variablen	Mittlere Differenz	Standardabweichung der mittleren Differenz	95%-Konfidenzintervall		Signifikanzniveau
			unterer Wert	oberer Wert	
Functional Ambulation Categories [FAC, 0 – 5]					
FAC-To bis FAC-T4	2,13	±1,19	1,476	2,791	<0,0001
Functional Stair Climbing Categories FSCC, 0 – 6]					
FSCC-To bis FSCC-T4	2,60	±1,18	1,945	3,255	<0,0001
Ganggeschwindigkeit [v, m/s]					
v-To bis v T4	0,42	±0,25	0,284	0,556	<0,0001
Ashworth-Summenscore [ASS, 0 – 20]					
ASS-To bis ASS-T4	0,27	±1,28	-0,975	0,442	0,433
Motricity Index Bein [MIB, 1 – 100]					
MIB-To bis MIB-T4	23,27	±10,75	17,315	29,218	<0,0001
Rivermead Gross Function [RMGF, 0 – 13]					
RMGF-To bis RMGF-T4	2,80	±1,01	2,238	3,362	<0,0001
Rivermead Bein & Rumpf [RMGF, 0 – 10]					
RLT-To bis RLT-T4	3,80	±1,37	3,040	4,560	<0,0001

Tab. 2: Mittlere Differenz und deren 95%-Konfidenzintervall aller Patienten für alle abhängigen Variablen von Beginn bis Ende der Interventionsphase (T₀ to T₄)

Ergebnisse

Tabelle 1 gibt die demographischen und klinischen Daten der Patienten wieder. Alle 15 Patienten beendeten die Studie, relevante Nebenwirkungen traten nicht auf. Ein Patient pausierte die Lokomotionstherapie für eine Woche, ursächlich waren Kniebeschwerden bei vorbekannter Arthrose, nach bzw. unter Therapie konnte die Intervention fortgeführt werden.

Die Patienten beurteilten die Therapie auf dem Roboter positiv, sie erinnerte sieben Patienten an ihr früheres Gehen und Treppensteigen. Eine anfänglich von drei Patienten geäußerte Befürchtung einer Überanstrengung legte sich nach den ersten Therapien. Das Treppensteigen wurde durchweg als anstrengender empfunden.

Tabelle 2 gibt die mittleren Veränderungen aller Parameter und deren 95%-Konfidenzintervall während der vierwöchigen Interventionsperiode wieder. Der FSCC, FAC, die Ganggeschwindigkeit, der Rivermead Motor Assessment Score und der Motricity Index verbesserten sich signifikant ($p < 0,001$). Der Muskeltonus erfuhr keine wesentliche Veränderung. Zum Ende der Studie konnten acht (fünf) Patienten selbstständig in der Ebene gehen, entsprechend einem FAC von 4 oder 5, bzw. selbstständig die Treppe auf und abwärts steigen, entsprechend einem FSCC von 5 oder 6. Deren mittlere Ganggeschwindigkeit in der Ebene betrug 0,81 m/s (FAC 4 oder 5) bzw. 0,86 m/s (FSCC 5 oder 6).

Diskussion

Die offene Studie erlaubt keinerlei Rückschlüsse auf die Effektivität des Roboters. Die Patienten waren in der

Phase der größten Spontanerholung, das Lokomotionstraining war zusätzlich und es wurde keine Kontrollgruppe untersucht. Das klinische Potential des Gerätes scheint dennoch gegeben, eine kontrollierte Studie als nächster Schritt ist berechtigt.

Der endeffektorbasierte Roboter, der dem Forschungsprototypen Haptic Walker [19] folgte, verfügt über acht Freiheitsgrade; drei für jedes Bein (Kontrolle der Schrittlänge, -höhe und des sagittalen Sprunggelenkwinkels) und zwei für die Kontrolle der vertikalen und seitlichen Bewegung des Körperschwerpunkts [10]. Zusätzlich können die Gewichtsentslastung und die Position des Aufhängepunkts in Relation zu den Fußplatten verstellt werden. Somit kann der rollstuhlpflichtige Patient nicht nur das simulierte Gehen in der Ebene, sondern auch das Treppensteigen auf- und abwärts repetitiv üben.

Voruntersuchungen zeigten, dass schwer betroffene Patienten, die überhaupt nicht gehen konnten oder zumindest die Hilfe von zwei Personen benötigten (=FAC 0), nur bedingt geeignet waren. Die eingeschränkte Kontrolle der Balance und des Knies waren limitierend, auch fühlten die Patienten sich im Treppensteigmodus überfordert und unsicher, die Platte war zu weit vom Boden weg. Ein FAC von 1, gehfähig mit Hilfe einer Person, war somit das Minimalkriterium für eine Teilnahme. Mögliche übungsbedingte Nebenwirkungen waren in erster Linie eine Exazerbation einer Arthrose der Beingelenke, eine kardiovaskuläre Überanstrengung und Druckstellen durch den Gurt.

Während des Lokomotionstrainings steigerten die Patienten – in Bestätigung des aufgabenspezifisch repetitiven Konzepts [26] – die Fähigkeit zu gehen und Treppen zu steigen relevant. Mehrere Studien konnten bereits eine positive Korrelation zwischen der Therapieintensität und der Verbesserung der Gehfähigkeit bestätigen [14, 23]. Die Verbesserungen des FAC und der Ganggeschwindigkeit entsprachen denen früherer Untersuchungen nach einem ähnlichen Design der Arbeitsgruppe auf dem Laufband und dem elektromechanischen Gangtrainer GT I [8, 24].

Das Treppensteigen wurde bis dato nur wenig beachtet. In einer großen italienischen Studie mit 437 nicht gehfähigen subakuten Schlaganfallpatienten erlernten nur 5 % der Patienten, eine Treppe zu steigen [16]. In der vorliegenden Untersuchung erreichten dagegen fünf der 15 Patienten (33 %) diese Fähigkeit. Die Maschine reduzierte intentionsgemäß den beim Treppensteigen erforderlichen Aufwand, so dass die noch rollstuhlpflichtigen Patienten 100 bis 200 Schritte in einer Einheit steigen konnten.

Man könnte einwenden, dass das repetitive Üben des Treppensteigens im Falle von noch rollstuhlpflichtigen Patienten zu früh sei. Auf der anderen Seite ist es fester Bestandteil auch des Bobath-Konzepts, um eine möglichst physiologische Stand- und Schwungbeinphase einzuüben [2, 5]; zweitens ist der Transfer der Fähigkeit von einer motorischen Aufgabe zur anderen fraglich [25],

und drittens ist das Treppensteigen ein starker Trainingsreiz für die Muskulatur und das Herzkreislaufsystem [22].

Zusammenfassend erlaubt der neue Gangroboter rollstuhlpflichtigen Patienten nicht nur das wiederholte Üben des Gehens in der Ebene, sondern auch das Treppensteigen auf- und abwärts. Die offene Studie zeigte eine deutlich verbesserte Geh- und Treppensteigfähigkeit in der vierwöchigen Phase, in der das Training mit dem Roboter zusätzlich erfolgte. Relevante Nebenwirkungen traten nicht auf. Das Design der Studie erlaubt keinerlei Rückschlüsse auf die Effektivität des Geräts, eine kontrollierte Studie sollte folgen.

Literatur

1. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of modified Ashworth spastic scale of muscle spasticity. *Phys Ther* 1987; 67: 206-207.
2. Carr J, Shepherd R. *Neurological Rehabilitation*. Butterworth & Heinemann, Oxford 1998.
3. Collen FM, Wade DT, Bradshaw CM. Mobility after stroke: reliability of measures of impairment and disability. *Int Disabil Stud* 1990; 12: 6-9.
4. Davies PM. *Right in the middle, selective trunk activity in the treatment of adult hemiplegia*. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York/London/Paris/Tokyo/Hong Kong 1990.
5. Demeurisse G, Demol O, Robaye E. Motor Evaluation in vascular hemiplegia. *Eur Neurol* 1980; 19: 382-389.
6. Dobkin BH. Strategies for stroke rehabilitation. *Lancet Neurol* 2004; 3: 528-536.
7. Hesse S. *Lokomotionstherapie – ein praxisorientierter Überblick*. Hippocampus Verlag, Bad Honnef 2007.
8. Hesse S, Bertelt C, Schaffrin 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.
9. Hesse S, Uhlenbrock D. A mechanized gait trainer for restoration of gait. *J Rehab Res Develop* 2000; 37: 701-708.
10. Hesse S, Waldner A, Tomelleri C. Innovative gait robot for the repetitive practice of floor walking and stair climbing up and down in stroke patients. *J Neuroeng Rehabil*. 2010; 7: 30-40.
11. Holden MK, Gill KM, Magliozzi MR. Gait assessment for neurologically impaired patients. Standards for outcome assessment. *Phys Ther* 1986; 66: 1530-1539.
12. Hussein S, Schmidt H, Volkmar M, Werner C, Helmich I, Piorko F, Krüger J, Hesse S. Muscle coordination in healthy subjects during floor walking and stair climbing in robot assisted gait training. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2008; 1961-1964.
13. Kolominsky-Rabas PL, Heuschmann PU, Marschall D, Emmert M, Baltzer N, Neundörfer B, Schöffski O, Krobot KJ. Lifetime cost of ischemic stroke in Germany: results and national projections from a population-based stroke registry: the Erlangen Stroke Project. *Stroke* 2006; 37: 1179-1183.
14. Kwakkel G, Wagenaar RC, Twisk JWR, Lankhorst GJ, Koetsier JC. Intensity of leg and arm training after primary middle-cerebral-artery stroke: a randomised trial. *Lancet* 1999; 354: 191-196.
15. Mehrholz J, Werner C, Kugler J, Pohl M. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *Cochrane Database Rev* 2006; 4: CD006185.
16. Paolucci S, Bargoni M, Coiro P, DeAngelis D, Fusco FR, Morelli D, Venturiero V, Pratesi L. Quantification of the probability of reaching mobility independence at discharge from a rehabilitation hospital in nonwalking early ischemic stroke patients: a multivariate study. *Cerebrovasc Dis* 2008; 26: 16-22.
17. Peurala SH, Tarkka IM, Pitkanen K, Sivenius J. The effectiveness of body weight-supported gait training and floor walking in patients with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86: 1557-1564.

18. Pohl M, Werner C, Holzgraefe M, Kroczeck G, Mehrholz J, Wingendorf I, Hölig G, Koch R, Hesse S. Repetitive locomotor training and physiotherapy improve walking and basic activities of daily living after stroke: a single-blind, randomised multi-centre trial (Deutsche Gangtrainerstudie, DEGAS). *Clinical Rehabilitation* 2007; 21 (17): 27.
19. Schmidt H, Werner C, Bernhardt W, Hesse S, Krüger J. Gait rehabilitation machines based on programmable footplates. *J Neuroeng Rehabil* 2007; 4: 2-4.
20. Schwartz I, Sajin A, Fisher I, Neeb M, Shochina M, Katz-Leurer M, Meiner Z. The effectiveness of locomotor therapy using robotic-assisted gait training in subacute stroke patients: a randomized controlled trial. *PM R* 2009; 1: 516-523.
21. Tong RK, NG MF, Li LS. Effectiveness of gait training using an electromechanical gait trainer, with and without functional electric stimulation, in subacute stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87: 1298-1304.
22. Van de Port IG, Wood-Dauphinee S, Lindeman E, Kwakkel G. Effects of exercise training programs on walking competency after stroke: a systematic review. *Am J Phys Med Rehabil* 2008; 40: 23-27.
23. Van Peppen RP, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, Hendriks HJ, Van der Wees PJ, Dekker J. The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence? *Clin Rehabil.* 2004; 18: 833-862.
24. Werner C, von Frankenberg S, Treig T, Bardeleben A, Hesse S. Treadmill training with partial body weight support and an electromechanical gait trainer for restoration of gait in subacute stroke patients: a randomised cross-over study. *Stroke* 2002; 33: 111-118.
25. Winstein CJ, Gradner ER, McNeal DR, Barto PS, Nicholson DE. Standing balance training: effects on balance and locomotion in hemiparetic adults. *Arch Phys Med Rehabil* 1989; 70: 755-762.
26. Woldag H, Hummelsheim H. Evidence-based physiotherapeutic concepts for improving arm and hand function in stroke patients. *J Neurol* 2002; 249: 518-528.

Interessenvermerk:

Reha-Technologies GmbH, Italien, besitzt die internationalen Rechte an dem Gerät. Die Autoren SH und AW halten Anteile an der GmbH, der Autor CT ist Angestellter der Firma.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. med. Stefan Hesse
 Medical Park Humboldtmühle
 Charité – Universitätsmedizin Berlin
 Abt. für Neurologische Rehabilitation
 An der Mühle 2-9
 13507 Berlin
 E-Mail: s.hesse@medicalpark.de



T. Platz, S. Roschka

Rehabilitative Therapie bei Armlähmungen nach einem Schlaganfall

Patientenversion der Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation

Hippocampus Verlag,
 Bad Honnef 2011
 broschiert, 48 S., zahlr. Abb.
 € 5,00 inkl. Versand,
 Staffelpreise auf Anfrage
 ISBN 978-3-936817-82-9

Die Patientenversion der Leitlinie möchte Schlaganfallpatienten und ihre Angehörigen informieren, wie Auswirkungen einer Armlähmung nach einem Schlaganfall beurteilt beziehungsweise gemessen werden können und für welche Therapiemöglichkeiten eine Wirksamkeit nachgewiesen ist. Hierfür werden die Ergebnisse einer systematischen Leitlinienentwicklung der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation genutzt.

Die Leitlinie berücksichtigt Therapieansätze aus den Bereichen der Ergotherapie und Physiotherapie sowie technisch-unterstützte Therapieoptionen (wie z. B. Elektrostimulation oder Arm-Robot-Therapie), medikamentöse Behandlungsmöglichkeiten und experimentelle Ansätze. Im Vordergrund der Darstellung stehen aktive Übungsverfahren.