

## Apparativ-assistive Bewegungstherapie in der Schlaganfallrehabilitation

B. Dobke, K. Schüle, W. Diehl, T. Kaiser

*Institut für Rehabilitation und Behindertensport der Deutschen Sporthochschule Köln*

---

Sonderdruck

September 2010 | 16. Jahrgang | ISSN 0947-2177



# Apparativ-assistive Bewegungstherapie in der Schlaganfallrehabilitation

B. Dobke, K. Schüle, W. Diehl, T. Kaiser

*Institut für Rehabilitation und Behindertensport der Deutschen Sporthochschule Köln*

## Zusammenfassung

In den meisten Industrienationen stellt der Schlaganfall die häufigste lebensbedrohliche neurologische Erkrankung dar und gilt als Hauptursache für die Behinderung von Erwachsenen [9]. Neben der medizinischen und physiotherapeutischen Versorgung spielt die Bewegungstherapie eine entscheidende Rolle bei der Rehabilitation des Schlaganfallpatienten. In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss eines zusätzlich zur konventionellen Therapie in Eigenregie durchgeführten »home-based« Trainings an einem softwaregesteuerten, motorunterstützten Bewegungstherapiegerät (MOTOmed® viva2) auf die Mobilität und Lebensqualität von Schlaganfallpatienten untersucht.

**Studiendesign:** Aus einem Probandengut von 31 Schlaganfallpatienten wurden randomisiert zwei Gruppen gebildet. Die Patienten der Interventionsgruppe (n = 16; Alter: 63,1 ± 8,1 Jahre) erhielten ein RECK MOTOmed®-Bewegungstherapiegerät für den Einsatz zu Hause. Sie bekamen lediglich die Vorgabe, zusätzlich zur Regeltherapie über vier Monate zweimal täglich für mindestens zehn Minuten mit dem Bewegungstrainer zu Hause zu trainieren. Die Intensität sollte der Stufe 13 der BORG-Skala (»etwas anstrengend«) entsprechen. Geprüft wurde vor allem der Einfluss der MOTOmed®-Therapie auf die Gehfähigkeit und die Ausdauer, gemessen durch den 10 m-Short Distance Speed-Test und den 2-/6-Minuten-Endurance-Test. Zur Beurteilung des Parameters Lebensqualität wurde ein generischer Fragebogen SF-36 angewandt. Die Patienten der Kontrollgruppe (n = 15, Alter: 65,8 ± 10,7) erhielten während des Interventionszeitraumes ausschließlich konventionelle Therapie (Ergo- und Physiotherapie).

**Ergebnis:** Bei den Patienten der Interventionsgruppe konnte eine signifikante Verbesserung der Mobilität (2-/6-Minuten-Endurance-Test (p = 0,015; p = 0,003), des Short Distance Speed-Tests bei komfortabler Geschwindigkeit (p = 0,024) sowie der Lebensqualität (bezogen auf die Körperfunktionen, p = 0,0018)) festgestellt werden. Außerdem wurde das Training stets über die BORG-Skala gesteuert, sodass die Patienten ihre durchschnittliche Leistung während der Trainingseinheiten im Schnitt um 6,3 W steigern konnten (p = 0,009).

**Ausblick:** Die zusätzliche Anwendung des MOTOmed®-Bewegungstrainers kann als sehr nützliche Ergänzung zur Regeltherapie von Schlaganfallpatienten betrachtet werden. Der Patient kann aktiv gegen die Folgen der Immobilität vorgehen und in Eigeninitiative am Rehabilitationsprozess mitwirken und diesen positiv beeinflussen.

**Schlüsselwörter:** Bewegungstherapie, Schlaganfallrehabilitation, Gehfähigkeit, Mobilität, Lebensqualität

## Use of an assistive movement training apparatus in the rehabilitation of stroke patients

B. Dobke, K. Schüle, W. Diehl, T. Kaiser

### Abstract

In the majority of industrial nations stroke appears to be the most life-threatening diagnosis of all neurological diseases and is deemed to be the main cause for disabilities in the adult population [9]. Besides medical and physical therapy, movement therapy plays an important role in rehabilitation of a stroke patient. This trial investigates the effects of a home-based training on mobility and quality of life of stroke patients. The training was performed individually by the patient, with a software-controlled and motor-assisted movement therapy device (MOTOmed® viva2), additional to conventional therapy.

**Study design:** 31 stroke patients were randomized in two groups. Patients of the intervention group (n = 16; age: 63.1 ± 8.1) received a Reck MOTOmed® movement therapy device for home use. The only guidelines were to train twice a day, at least for ten minutes in a period of four months, additional to their regular therapy, at an intensity level corresponding to stage 13 of the BORG-Scale (»slightly strenuous«). The effect of MOTOmed® therapy on walking ability and endurance was tested in par-

ticular, measured by 10 m Short Distance Speed Test and 2/6 Minutes Endurance Test. Quality of life parameter was evaluated by generic questionnaire SF-36. The control group (n=15, age: 65.8±10.7) received only conventional therapy (occupational and physical therapy).

Results: The patients of the intervention group showed significant improvements in mobility (2/6 Minutes Endurance Test; p=0.015; p=0.003), in the 10 m Short Distance Speed Test at comfortable cadence (p=0.024) as well as in quality of life (related to physical functions; p=0.0018). The training was controlled by BORG-Scale so that the patients were able to improve their average performance about 6.3 Watts (p=0.009).

Prospective: Additional treatment with the MOTomed® movement therapy device can be considered as a beneficial addition to regular therapy. It allows the patient to counteract consequences of lack of movement and contribute as well as positively influence the personal therapy progress.

**Key words:** movement therapy, stroke rehabilitation, walking ability, mobility, quality of life

© Hippocampus Verlag 2010

## Einleitung

Sowohl in Deutschland als auch in den meisten anderen Industrienationen stellt der Schlaganfall die häufigste lebensbedrohliche neurologische Erkrankung dar und gilt als Hauptursache für die Behinderung von Erwachsenen [9]. Die jährliche Inzidenz beträgt in den westlichen Nationen durchschnittlich 200–350 pro 100.000 Einwohner und steigt mit zunehmendem Alter. In der siebten Lebensdekade ist sie mit 800 pro 100.000 bereits fast viermal so groß. Mit der höheren Lebenserwartung stieg in den letzten Jahren folglich auch die Prävalenz und wird auf 600 pro 100.000 Einwohner geschätzt [33].

Aufgrund der immer besser und schneller werdenden medizinischen Versorgung überleben immer mehr Menschen einen Schlaganfall [45]. Demgemäß nimmt der Stellenwert der Rehabilitation nach Schlaganfall ständig zu und ist für die Wiedereingliederung einer Großzahl von Betroffenen von entscheidender Bedeutung. In den meisten Fällen ist der Schlaganfallpatient jedoch nach Beendigung der Rehabilitation noch nicht fähig, sich in allen Bereichen selbst zu helfen. Insgesamt 64% der Überlebenden bleiben nach der Rehabilitation sogar pflegebedürftig und auf fremde Hilfe angewiesen [22].

Im schlimmsten Fall ist der Betroffene nach seiner Heimkehr noch so immobil, dass jegliche Form der Therapie außer Haus kaum möglich ist. Sogar ein Höchstmaß von fünf bis sechs Anwendungen (Physio- und Ergotherapie) als einzige körperliche Aktivität pro Woche reicht jedoch nicht aus, um den Folgen der Inaktivität vorzubeugen [24, 44]. Ein Teufelskreis aus Behinderung und Inaktivität kann entstehen und sowohl zur sozialen Isolation der Betroffenen als auch zu lebensbedrohlichen Sekundärerkrankungen führen. Bei bis zu 75% der Schlaganfallpatienten tritt eine koronare Herzkrankheit auf, wodurch kardiale Erkrankungen die häufigste Todesursache von Langzeitüberlebenden darstellen [41, 42]. Aus diesem Grund sollte das Angebot bewegungstherapeutischer Maßnahmen nach der Rehabilitation erhöht werden. Diese sollten auch während behandlungsfreier Intervalle durchführbar sein, den Folgen von Immobilität und Inaktivität entgegenwirken und dem Betroffenen dadurch zu einer Verbesserung der

Lebensqualität verhelfen. In der Literatur werden solche Maßnahmen als »home-based rehabilitation« bezeichnet. Diese steht der »community-based rehabilitation« (wie Rehasport und Selbsthilfegruppen) gegenüber und ist charakterisiert durch ein selbstständiges und dadurch transport- und zeitenunabhängiges Training [14].

In der vorliegenden Untersuchung sollte der Einfluss eines viermonatigen Trainings mit einem motorunterstützten Bewegungstherapiegerät (MOTomed® viva2) auf die Mobilität und Lebensqualität von Schlaganfallpatienten untersucht werden. Das Bewegungstherapiegerät stellt eine sinnvolle, eigenverantwortliche Ergänzung zur individuellen physio- und ergotherapeutischen Therapie dar und ist laut Hilfsmittelverzeichnis der gesetzlichen Krankenkassen verschreibungsfähig. Durch das selbstständige Training zu Hause kann der Patient aktiv am Rehabilitationsverlauf mitwirken, den behandelnden Arzt und Therapeuten hinsichtlich eines optimalen Behandlungsergebnisses unterstützen und dadurch den Therapieerfolg optimieren. Durch die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten vom passiven über das assistive bis hin zum aktiven Üben und die gleichmäßige, fahrradähnliche Bewegung wird dem Patienten unabhängig vom funktionellen Status der Extremitäten eine sehr hohe Wiederholungszahl ermöglicht. Ein repetitives Training mit häufigen Wiederholungen einer Bewegung gilt in der Rehabilitation von Patienten mit zentralen Lähmungen (z.B. Hemiplegie nach Apoplex) hinsichtlich der Nutzung der Plastizität des zentralen Nervensystems und aufgrund des funktionalen Zusammenhangs von Afferenz und Efferenz nachgewiesenermaßen als besonders wirkungsvoll [10, 27]. Im Sinne der Primärorientierung des Rehabilitationsprozesses an Ressourcen des Schlaganfallpatienten wird zum Beispiel in erster Linie auf die Quantität der Bewegung hingearbeitet, um zunächst eine Transferfähigkeit überhaupt zu ermöglichen. Dem qualitativen Gangbild an sich wird dabei eine eher zweitrangige Bedeutung beigemessen. Auch für die Beurteilung des Rehabilitationserfolgs ist die Gehfähigkeit und damit die Mobilität der Patienten von Bedeutung.

Das Hauptaugenmerk der vorliegenden Intervention wurde bewusst auf die Alltagsmotorik der unteren Extremitäten gelegt, da diese in der Schlaganfallrehabilitation als wich-

Gruppe	Anzahl (m/w)	Alter (Jahre) (MW±SD)	Monate seit Ereignis (MW±SD)	ischämisch/hämorrhagisch	paretische Seite (li./re.)	Anzahl Phys-/Ergo. (Einheiten/Woche)
IG	16 (11/5)	63,1±8,1	12,0±9,5	16/0	9/7	2,1/1,8
KG	15 (11/4)	65,8±10,7	15,4±12,1	15/0	7/8	2,1/1,9

Tab. 1: Patientendaten (IG = Interventionsgruppe, KG = Kontrollgruppe)

tiger Bestandteil zur Wiedererlangung der Selbstständigkeit, der Partizipation und folglich der Lebensqualität der Patienten betrachtet wird. Sind auch viele Patienten in der Lage, ohne personelle Unterstützung zu gehen, so schränken eine mangelnde Gehgeschwindigkeit sowie eine stark verminderte Ausdauer die Patienten in ihren Alltagsaktivitäten ein und zwingen sie zu weiterer Inaktivität [11, 32]. Die Bewegungstherapie mit Hilfe eines MOTomed®-Bewegungstherapiegeräts stellt neben konventionellen Rehabilitationsmaßnahmen wie Physio- oder Ergotherapie einen weiteren wichtigen Baustein in der Rehabilitation von Schlaganfallpatienten dar. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund von Bedeutung, dass viele Betroffene aufgrund ihrer Bewegungseinschränkung und/oder Angst vor Stürzen die konventionellen Therapieformen entweder kaum oder nur stark eingeschränkt außer Haus in Anspruch nehmen können. Aus diesem Grund sollte eine vom Patienten selbstständig zu Hause durchgeführte bewegungstherapeutische Intervention (»home-based rehabilitation«) ergänzend zum Einsatz kommen. Eine solche Maßnahme muss praktikabel sein und zugleich ein möglichst hohes Maß an Sicherheit bieten, wie dies z. B. bei einem Training an einem motorunterstützten Bewegungstherapiegerät der Fall ist.

In einem randomisiert-kontrollierten Prä- und Posttest-Vergleich sollen daher Anhaltspunkte für die folgende Fragestellung gefunden werden: »Wird durch ein zusätzliches heimbasiertes, apparativ-assistives Training eine bessere Lebensqualität und Mobilität von Schlaganfallpatienten erreicht als durch alleinige konventionelle Therapie?«

Der Erfolg der durchgeführten Rehabilitationsmaßnahmen sollte unter Verwendung anerkannter quantitativer Messverfahren, demgemäß anhand folgender Hypothesen, die sich aus der Fragestellung heraus ergeben, evaluiert und diskutiert werden:

1. Mit einem zusätzlichen heimbasierten, apparativ-assistiven Training stellen sich früher positive Veränderungen der Lebensqualität bei Schlaganfallpatienten ein als durch alleinige konventionelle Therapie.
2. Das zusätzliche Training beschleunigt die physische Remobilisation der Trainierenden (im Vergleich zur Kontrollgruppe).

## Patienten und Methoden

Das Studienvorhaben wurde von der Ethikkommission der DSHS Köln geprüft und genehmigt. Im Laufe der Intervention konnten in drei stationären Rehabilitationseinrichtungen (Godeshöhe, Bad Godesberg; RehaNova, Köln-Merheim; Eifelhöhenklinik Marmagen) sowie zwei

ambulanten Einrichtungen (Neurologisch-interdisziplinäres Behandlungszentrum Köln und Neurologisches Therapiezentrum Köln) insgesamt 40 Patienten rekrutiert werden, die die folgenden *Einschlusskriterien* erfüllten:

- Diagnose Schlaganfall mit daraus resultierender Hemiparese
- Gehbehinderung als Folge des Schlaganfalls, gehfähig ohne/oder mit Hilfsmittel (> 10 m)
- Proband ist instruktionsfähig
- Proband wohnt zu Hause

Als *Ausschlusskriterien* wurden festgelegt:

- gesundheitliche Verfassung so, dass nicht im submaximalen Bereich trainiert werden kann
- vorhandene Schmerzen, die ein Training mit dem MOTomed® nicht ermöglichen

Neun der rekrutierten Probanden mussten aus gesundheitlichen und/oder organisatorischen Gründen aus der Studie ausscheiden. Demzufolge bestand das Studienmaterial aus den Daten von insgesamt 31 Patienten. Nach Randomisierung wurde eine Interventionsgruppe (IG) sowie eine Kontrollgruppe (KG) gebildet (Tab. 1).

## Ablauf/Assessment

Zunächst wurden entsprechende Probanden in stationären und ambulanten Rehabilitationseinrichtungen in und um Köln gesucht. Nach Absprache mit dem jeweiligen leitenden Arzt sowie den Therapeuten der Einrichtungen konnten die internen Patientendatenbanken auf geeignete Probanden durchsucht werden. Trafen die festgelegten Einschlusskriterien zu, so wurden in den stationären Einrichtungen die Betroffenen angeschrieben und über das Studienvorhaben informiert. In der Regel bestand die hier zu rekrutierende Probandengruppe aus den Patienten der Rehabilitationsphase C. In den ambulanten Einrichtungen wurden geeignete Patienten vor Ort angesprochen und ebenfalls informiert. Erklärten sich diese bereit, als Probanden an der Studie teilzunehmen, unterschrieben sie eine Einverständniserklärung, woraufhin eine telefonische Terminabsprache für die Testungen an der DSHS Köln erfolgte.

Um Aussagen über eventuelle Verbesserungen der Lebensqualität, der Gehfähigkeit und Mobilität im Prä- und Post-Vergleich machen zu können, wurden die folgenden generischen und motorischen Tests nach Prüfung auf ausreichende Objektivität, Reliabilität und Validität vor und nach dem Interventionszeitraum angewendet:

- Short Form 36 Health Survey
- Time Walking-Tests:
  - 10 m-Gehtest (komfortables/schnelles Geh tempo)
  - Endurance-Test (2-/6-Minuten-Gehtest)

### Short Form 36 Health Survey

Der SF-36 ist ein generisches Testverfahren zur Erfassung der krankheitsübergreifenden, gesundheitsbezogenen Lebensqualität (HRQOL = health-related quality of life). Er ist weltweit standardisiert und wird in vielfältigen Anwendungsbereichen eingesetzt [8].

Basierend auf 36 Items erfragt er die »Selbsteinschätzung von psychischen, körperlichen und sozialen Aspekten der Lebensqualität«, um sowohl das Wohlbefinden als auch die Funktionsfähigkeit aus Sicht des Patienten zu erfassen. Folglich konzentriert er sich hauptsächlich auf die subjektive Gesundheitswahrnehmung [16].

Mit seinen 36 Items werden acht verschiedene Dimensionen abgefragt:

- Körperliche Funktionsfähigkeit (KÖFU, 10 Items)
- Körperliche Rollenfunktion (KÖRO, 4 Items)
- Körperliche Schmerzen (KÖSCHM, 2 Items)
- Allgemeine Gesundheitswahrnehmung (ALLGGW, 5 Items)
- Vitalität (VIT, 4 Items)
- Soziale Funktionsfähigkeit (SOFU, 2 Items)

Hierbei sind die ersten vier Subskalen Indikatoren der Hauptdimension »Physische Gesundheit« und die anderen vier Indikatoren der Hauptdimension »Psychische Gesundheit«. Die Antwortkategorien variieren von binär (»ja« oder »nein«) über drei- und fünfstufig bis hin zu sechsstufigen Antwortskalen [35]. In den letzten Jahren kam der SF-36 auch vermehrt im neurologischen Bereich zur Anwendung. Nach den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (DGN) wird der SF-36 in der rehabilitationsspezifischen Diagnostik zur Bewertung der Partizipation nach Schlaganfall verwendet [13].

### Time Walking-Tests

Diese Tests untersuchen die Gehfähigkeit bei unterschiedlichen Krankheiten und werden im Bereich der klinischen Studien angewandt. Die Tests erfassen quantitativ die Gehfähigkeit (Ganggeschwindigkeit und -ausdauer) auf kurze und längere Distanz [34]. Sie sind sowohl bei Gesunden als auch bei spezifischen Krankheitsbildern etabliert und bieten durch zahlreiche Studien entsprechende Vergleichswerte [12].

### 10 m-Gehtest (Geschwindigkeit)

Bei dem Short Distance Speed-Test, auf 10 m spezifiziert, wird die Gehgeschwindigkeit der Patienten gemessen. Die 10 m-Gehstrecke soll dabei mit *komfortabler* Geschwindigkeit und in schnellstmöglichem Tempo absolviert wer-

den. Um Schwankungseffekte von Beschleunigung und Abbremsen zu minimieren, wird die Zeit über 10 m in der Mitte einer 14 m-Strecke gemessen. Die Messung erfolgt zweimal bei *komfortablem* und zweimal bei *maximal möglichem* Geh tempo. Der jeweilige Mittelwert beider Messungen wird in m/s festgelegt. Nötige Hilfsmittel sind erlaubt und werden entsprechend vermerkt.

### 2- bzw. 6-Minuten-Gehtest (Ausdauer)

Der 2- bzw. 6-Minuten-Gehtest erfasst die Ausdauerleistungsfähigkeit des Patienten [34]. Anfänglich wurde dieser Test zur Darstellung der Leistungsfähigkeit bei kardiologischen Patienten entwickelt [23], mittlerweile hat er sich auch in der neurologischen und geriatrischen Ausdauerdiagnostik durchgesetzt. Hierbei werden die Patienten aufgefordert, unter freier Benutzung von Hilfsmitteln mit frei gewählter Geschwindigkeit einen vorab abgemessenen Rundkurs (z. B. Volleyballfeld) in sechs Minuten möglichst oft zu durchlaufen. Pausen sind erlaubt, die Zeitmessung wird in diesem Falle jedoch nicht angehalten. Es wird die gegangene Strecke nach zwei Minuten und am Ende des gesamten Endurance-Tests vermessen und notiert.

### Intervention

Durch Randomisierung wurden die Probanden in eine Interventions- (IG) und eine Kontrollgruppe (KG) eingeteilt. Jedem Teilnehmer der Interventionsgruppe wurde für den Zeitraum von vier Monaten ein MOTomed®-Bewegungstherapiegerät zur Verfügung gestellt. Das MOTomed® ist eine Art modifiziertes Fahrradergometer, mit dem stark gehbehinderte Patienten vom Rollstuhl oder Stuhl aus zyklische Bewegungen der Extremitäten ausführen können (s. Abb. 1). Hierbei kann man sowohl aktiv treten als auch die Beine passiv von einem Motor bewegen lassen. Um die Beine stets achsengerecht zu bewegen und insbesondere auf der paretischen Seite eine unerwünschte Belastung des Kniegelenks zu vermeiden, können außerdem Füße und Unterschenkel an den Beinführungen des MOTomed® fixiert werden.

Des Weiteren verfügt der MOTomed®-Bewegungstrainer über eine elektronische Steuerung des Bremswiderstandes, wobei eine Servoelektronik es ermöglicht, schon mit geringster Kraft eigenständige, motorunterstützte Bewegungen durchzuführen. Bei einschließender Spastik wird diese vom Bewegungstherapiegerät erkannt und durch automatisches Stoppen und anschließenden Drehrichtungswechsel eine Verletzung vermieden und die Verkrampfung gelockert.

Weiterhin ist das Gerät mit einem Display ausgestattet, das dem Trainierenden Informationen über die Umdrehungszahl, die Leistung, die zurückgelegte Strecke und die prozentuale Bewegungssymmetrie liefert (s. Abb. 2). Die Symmetrieanzeige unterstützt den Patienten bei der Wahrnehmung des Krafteinsatzes der paretischen Seite.

Das Training fand bei den Patienten zu Hause (»home-based«) statt. Die erste Stunde wurde von einem Diplom-



Abb. 1: Patient mit MOTomed® viva2-Bewegungstherapiegerät

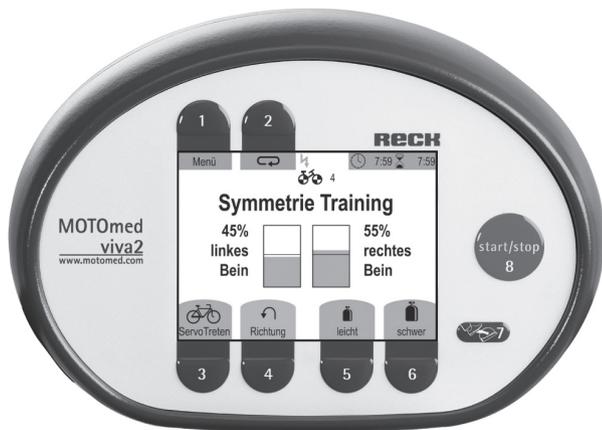


Abb. 2: Symmetrieanzeige des MOTomed® viva2-Displays

Sportwissenschaftler angeleitet, der den Patienten sowohl die Funktionen des Gerätes erklärte als auch den Einstiegs-widerstand zum Training festlegte. Die anfängliche Belastungsintensität entsprach dabei der Belastungsstufe 13 (»etwas anstrengend«) des subjektiven Belastungsempfindens nach der Borg-Skala und wurde unter Berücksichtigung des individuellen Leistungsvermögens in Abhängigkeit vom Schweregrad der Behinderung entsprechend eingestellt. Die Borg-Skala wurde bereits als zusätzliches diagnostisches Verfahren zur Feststellung des Ausmaßes der Beanspruchung und Ausbelastung in zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen angewendet und hat sich dadurch methodisch bewährt [6].

Anschließend bekamen die Probanden lediglich die Vorgabe, zweimal täglich für mindestens jeweils zehn Minuten aktiv zu treten. Das Training sollte jeweils eine zwei- bis dreiminütige passive »warm up«- bzw. »cool down«-Phase beinhalten. Entsprechende Empfehlungen bezüglich Trai-

ningshäufigkeit und -dauer finden sich in der Literatur für das Ausdauertraining bei Schlaganfallpatienten [22]. Außerdem wurde darauf hingewiesen, den Widerstand stets der individuellen Leistungsfähigkeit anzupassen, um eine Stagnation des Trainingsniveaus zu vermeiden. Weiterhin wurden die Probanden aufgefordert, mit einer Trittfrequenz von 50–70 Umdrehungen pro Minute zu trainieren. Um eine Rückmeldung über die Aktivität des paretischen Beines zu erhalten, sollten sie besonderes Augenmerk auf die Symmetrieanzeige legen.

Die Trainingshäufigkeit, Trainingsdauer (aktiv bzw. passiv), Leistung, Distanz, der Widerstand sowie das Symmetrietraining wurden nach jeder Trainingseinheit auf einer Chipkarte gespeichert, die nach dem viermonatigen Interventionszeitraum computergestützt ausgewertet wurde. Bezüglich des täglichen Trainingsablaufs und eventueller Unklarheiten wurden die Patienten alle 14 Tage telefonisch kontaktiert.

Die Kontrollgruppe (KG) erhielt während der ganzen Untersuchungszeit ausschließlich die konventionelle Therapie (Ergo- und Physiotherapie).

### Statistik

Zur Auswertung der SF-36-Bögen wurde das Statistikprogramm »The SAS System for Windows V8« verwendet.

In den Vergleichen wurden die Mittelwerte der acht Subdomänen des SF-36 auf signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen hin untersucht. Das Signifikanzniveau wurde auf  $\alpha = 5\%$  ( $p = 0,05$ ) festgelegt. Dem wurde eine einfache Kovarianzanalyse (ANCOVA) hinzugefügt. Zeigten sich hierbei signifikante Wechselwirkungen ( $p < 0,05$ ) zwischen Interventions- und Kontrollgruppe, so wurde sowohl ein t-Test als auch ein Wilcoxon-Rangsummentest für gepaarte Stichproben durchgeführt. Abschließend wurden auch die Summenskalen (körperlich und psychisch) des SF-36 berechnet und mit derselben Methode auf signifikante Unterschiede zwischen und innerhalb der beiden Gruppen untersucht.

Die statistischen Berechnungen der motorischen Tests wurden mithilfe des Statistikprogramms »SPSS 12.0« durchgeführt. Zunächst wurde die Varianzanalyse (ANOVA) mit einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 5\%$  ( $p = 0,05$ ) angewandt. Zeigten sich hierbei signifikante Innersubjekteffekte ( $p < 0,05$ ) zwischen Interventions- und Kontrollgruppe, so wurde ein t-Test für gepaarte Stichproben durchgeführt. Zusätzlich wurde ein möglicher Zusammenhang zwischen dem Eingangsergebnis des Endurance-Tests und der durchschnittlichen Leistung (W) durch den Korrelationskoeffizienten nach *Pearson* überprüft.

### Ergebnisse

Obwohl die verhältnismäßig großen Standardabweichungen beim Punkt »Monate seit Ereignis« und auch die motorische Leistungsfähigkeit innerhalb der Gruppen zum Teil stark variierte, kann davon ausgegangen werden, dass beide

SF-36 Subdomänen	Interventionsgruppe		Kontrollgruppe	
	Eingangstest (MW±SD)	Ausgangstest (MW±SD)	Eingangstest (MW±SD)	Ausgangstest (MW±SD)
Körperfunktionen (KÖFU)	32,19 ± 21,05	53,13 ± 22,79	35,67 ± 22,03	38,33 ± 22,09
Körperrolle (KÖRO)	18,75 ± 26,61	54,69 ± 41,05	31,67 ± 33,36	43,33 ± 30,57
Körperlicher Schmerz (KÖSCHM)	51,19 ± 39,06	68,06 ± 31,42	44,4 ± 34,42	64,87 ± 37,06
Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	48,31 ± 13,65	56,38 ± 14,27	44,33 ± 19,35	50 ± 13,26
Vitalität	46,88 ± 16,92	53,44 ± 19,12	52,67 ± 25,76	50,67 ± 22,67
Soziale Funktion (SOFU)	75 ± 31,95	82,03 ± 24,57	73,33 ± 35,94	70 ± 34,00
Emotionale Rolle (EMRO)	57,3 ± 43,77	81,26 ± 34,36	51,12 ± 48,57	64,46 ± 42,65
Psychisches Wohlbefinden	61,25 ± 19,36	71 ± 16,10	71,47 ± 16,13	73,07 ± 17,73

Tab. 2: Mittelwerte und Standardabweichungen der SF-36-Subdomänen

Gruppen relativ gleichverteilt waren (s. Tab. 1) und dass keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen bestanden.

Short Form 36 Health Survey

Dem Studienleiter lagen für jeden Probanden jeweils ein komplett ausgefüllter Fragebogen des Eingangs- und Ausgangstests vor. Die unten tabellarisch dargestellten Mittelwerte (MW) und zugehörigen Standardabweichungen (SD) des SF-36-Fragebogens zeigen die relativ beieinander liegenden Skalenwerte an. Eine Ausnahme bildet dabei die Subdomäne KÖRO, bei welcher der Eingangswert der Kontrollgruppe (31,67±33,36) mehr als zehn Punkte größer ist als bei der Interventionsgruppe (18,75±26,61), gleichzeitig aber auch eine größere Standardabweichung aufweist (s. Tab. 2).

Weiterhin ist festzuhalten, dass im Verlauf der vier Monate fast alle Werte der Lebensqualitätsskala in beiden Gruppen anstiegen, die der IG jedoch tendenziell etwas stärker. Bemerkenswert sind vor allem die Unterschiede in den Subdomänen KÖFU (IG=53,13±22,79; KG=38,33±22,09)

und EMRO (IG=81,26±34,36; KG=64,46±42,65), wobei die Standardabweichungen der EMRO-Subdomäne jeweils verhältnismäßig groß sind (s. Abb. 3).

Die durchgeführten Signifikanztests (t-Test und Wilcoxon) zwischen den *Ausgangswerten* der beiden Gruppen zeigen allerdings, dass diese Unterschiede bei den zugehörigen Standardabweichungen nicht von signifikanter Bedeutung sind (p>0,05).

Bezieht man den *Eingangswert* mit in den Vergleich ein, wird der Unterschied zwischen den beiden Gruppen in der Subdomäne KÖFU bestätigt. Mit einem p-Wert von 0,0054 (t-Test) bzw. 0,0018 (Wilcoxon) ist die Verbesserung der Interventionsgruppe während der Untersuchungszeit sogar sehr signifikant gegenüber der Kontrollgruppe. Die anderen Subdomänen zeigen allerdings auch hierbei keine signifikanten Zeit-Interventions-Unterschiede. Auch bei Betrachtung der Kovarianzanalyse zeigt sich eine Wechselwirkung zwischen den beiden Gruppen nur in der Domäne KÖFU (p=0,0061).

Beschränken sich die Vergleiche jedoch auf Betrachtungen innerhalb der jeweiligen Gruppe unabhängig von den Vergleichswerten der anderen Gruppe (Zeitdifferenz),

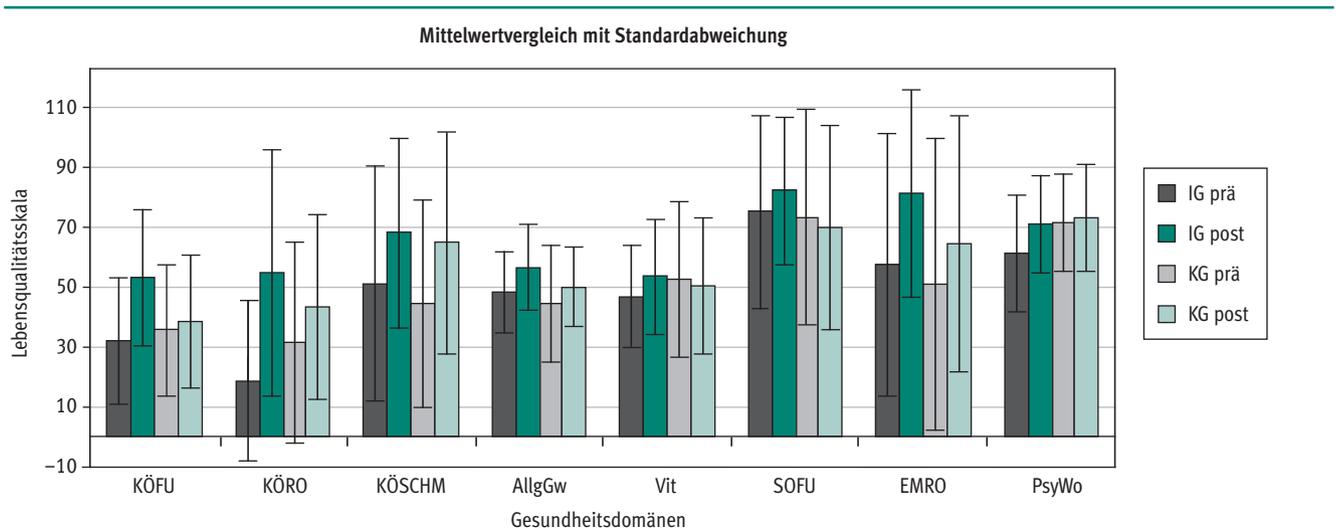


Abb. 3: Graphische Darstellung der SF-36-Ergebnisse (IG= Interventionsgruppe, KG= Kontrollgruppe, prä= Eingangstest, post= Ausgangstest). Weitere Abkürzungen s. Tabelle 2

Subdomäne	Interventionsgruppe			Kontrollgruppe		
	P-Wert (T-Test)	P-Wert (Wilcoxon)	Signifikanz	P-Wert (T-Test)	P-Wert (Wilcoxon)	Signifikanz
KÖFU	0,0113	0,0154	sn	0,4381	0,3468	ns
KÖRO	0,0069	0,0079	ss	0,7805	0,6452	ns
KÖSCHM	0,1883	0,1822	ns	0,0489	0,0515	sn

Tab. 3: Zeitdifferenz innerhalb der Gruppen (Sn = Signifikanz: ss = sehr signifikant; sn = signifikant; ns = nicht signifikant). Weitere Abkürzungen s. Tab. 2

Gruppe Summenskala	Interventionsgruppe		Kontrollgruppe	
	Eingangstest	Ausgangstest	Eingangstest	Ausgangstest
Körperlich	27,69 ± 9,06	38,84 ± 9,74	30,25 ± 8,17	34,43 ± 8,16
Psychisch	56,17 ± 5,63	52,46 ± 10,25	51,16 ± 13,02	51,14 ± 13,09

Tab. 4: Ergebnisse der Summenskalenberechnung

Gruppe Test	Interventionsgruppe		Kontrollgruppe	
	Eingangstest (MW ± SD)	Ausgangstest (MW ± SD)	Eingangstest (MW ± SD)	Ausgangstest (MW ± SD)
10 m (komfort) (m/sec)	0,53 ± 0,24	0,65 ± 0,29	0,55 ± 0,24	0,58 ± 0,25
10 m (schnell) (m/sec)	0,68 ± 0,37	0,84 ± 0,41	0,69 ± 0,34	0,75 ± 0,35
2-Minuten-Gehtest (m)	65,7 ± 31,25	79,85 ± 37,76	67,96 ± 27,83	70,13 ± 29,18
6-Minuten-Gehtest (m)	188,28 ± 94,44	237,84 ± 115,66	194,01 ± 85,94	195,29 ± 88,25

Tab. 5: Gehtestergebnisse der Interventions- und Kontrollgruppe im Vor- und Nachtest

zeigen sich in der Interventionsgruppe signifikante Verbesserungen in den Subdomänen KÖFU (von  $32,19 \pm 21,05$  auf  $53,13 \pm 22,79$ ) und KÖRO (von  $18,75 \pm 26,61$  auf  $54,69 \pm 41,05$ ), während die Kontrollgruppe eine deutliche Verbesserung nur in der Subdomäne KÖSCHM aufweist (s. Tab. 3).

Fasst man alle Items, die körperliche Aspekte betreffen, zusammen (s. Tab. 4), zeigt die Interventionsgruppe eine deutlichere Vergrößerung im Mittelwertvergleich. Denn bei fast gleich großer Standardabweichung steigen die Werte hier von einem schlechteren Eingangswert (IG =  $27,69 \pm 9,06$ ; KG =  $30,25 \pm 8,17$ ) auf einen höheren Ausgangswert (IG =  $38,84 \pm 9,74$ ; KG =  $34,43 \pm 8,16$ ).

Auffällig dabei ist allerdings die Entwicklung der psychischen Summenskala, die in der Interventionsgruppe im Verlauf des Trainings eine Verminderung im Mittelwertvergleich aufweist, während die Werte der Kontrollgruppe gleich bleiben. Dennoch weist die Interventionsgruppe einen höheren Ausgangswert auf als die Kontrollgruppe.

Unter Anwendung der mittelwertvergleichenden Tests (t-Test und Wilcoxon) ergaben sich weder für die Interventions- noch für die Zeit-Interventions-Vergleiche signifikante Unterschiede. Bei näherer Betrachtung der Ergebnisse wirkt der Eingangs-/Ausgangsunterschied bei der körperlichen Summenskala in der Interventionsgruppe bedeutender als in der Kontrollgruppe. Dies kann jedoch anhand der Signifikanzen mit einem p-Wert von 0,1834 (T-Test) und 0,0856 (Wilcoxon) im Ausgangswertvergleich sowie 0,0841 und 0,1195 im Zeit-Interventions-Vergleich nur tendenziell bestätigt werden.

Die Kovarianzanalyse ergab ebenfalls keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen den beiden Gruppen, weder bei der körperlichen Summenskala ( $p=0,1282$ ) noch in der psychischen ( $p=0,8195$ ). Nur der Zeit-Differenz-Vergleich innerhalb der jeweiligen Gruppen ergab bei der Interventionsgruppe einen sehr signifikanten Unterschied zwischen Prä- und Posttest bei der körperlichen Summenskala ( $p=0,0022$ ), während die Kontrollgruppe und der Vergleich der psychischen Summenskala keine Signifikanzen aufweisen konnte.

#### Time Walking-Test

Die vorliegenden Ergebnisse der Time Walking-Tests (s. Tab. 5) zeigen im Mittel ein relativ gleichverteiltes Prätest-Niveau, wenn auch innerhalb der Gruppen die Leistungen unterschiedlich ausfielen. Die Eingangswerte liegen nah beieinander, wobei der jeweils schlechtere Wert in der Interventionsgruppe zu finden ist. So weisen die Probanden der Interventionsgruppe in den 10 m-Tests langsamere Geschwindigkeiten auf und schaffen auch in den 2- und 6-Minuten-Gehtests beim Eingang weniger Meter als die Probanden der Kontrollgruppe.

Besonders auffällig ist der Anstieg beim 6-Minuten-Gehtest, wo die Probanden der Interventionsgruppe im Durchschnitt 50 m mehr gegangen sind als im Eingangstest (von  $188,28 \pm 94,44$  auf  $237,84 \pm 115,66$ ), während die Kontrollgruppe ungefähr bei ihrem Eingangswert geblieben ist (von  $194,01 \pm 85,94$  auf  $195,29 \pm 88,25$ ). Beide Gruppen weisen jedoch eine deutlich größere Standardabweichung als im Eingangstest auf (s. Abb. 4).

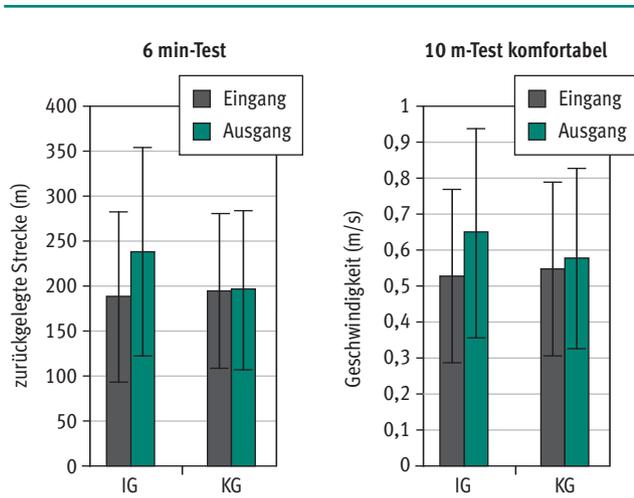


Abb. 4: Gegenüberstellung der Ergebnisse 6-Minuten-Test vs. 10 m-Test komfortabel (IG = Interventionsgruppe; KG = Kontrollgruppe)

Test	10 m-Gehtest	2-/6-Minuten-Gehtest
Test der Innersubjekteffekte ( $\alpha = 5\%$ )	Komfortabel: $p = 0,024$ (s) Schnell: $p = 0,188$ (ns)	2 min: $p = 0,015$ (s) 6 min: $p = 0,003$ (ss)

Tab. 6: Gehtest-Signifikanzen im Zeit-Interventions-Vergleich (ns = nicht signifikant; s = signifikant; ss = sehr signifikant; hs = hoch signifikant)

Interaktion $\alpha = 5\%$	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe
10 m-Short Distance Speed (komfort)	$p = 0,002$ (ss)	$p = 0,171$ (ns)
2-Minuten-Endurance-Test	$p = 0,001$ (ss)	$p = 0,442$ (ns)
6-Minuten-Endurance-Test	$p = 0,001$ (ss)	$p = 0,869$ (ns)

Tab. 7: Darstellung der Innersubjekteffekte (ns = nicht signifikant; s = signifikant; ss = sehr signifikant; hs = hoch signifikant)

Nach dem viermonatigen Interventionszeitraum zeigten sich signifikante Wechselwirkungen zwischen den beiden Gruppen sowohl im 10 m-Test mit komfortabler Geschwindigkeit ( $p = 0,024$ ) als auch im 2- und 6-Minuten-Gehtest ( $p = 0,015$ ;  $p = 0,003$ ). Lediglich die Steigerung beim 10 m-Gehtest im schnellen Gehtempo war nicht signifikant ( $p = 0,188$ ) (s. Tab. 6). Daher werden diese Daten in den weiteren Ausführungen nicht weiter berücksichtigt.

Bei der anschließenden Durchführung eines gepaarten t-Tests zeigten sich signifikante Veränderungen bei dem Endurance-Test und Short Distance Speed-Test mit komfortabler Geschwindigkeit nur in der Interventionsgruppe bzw. nichtsignifikante Ergebnisse in der Kontrollgruppe (s. Tab. 7).

#### MOTomed®-Bewegungsstraining

Die gewonnenen Trainingsdaten aus den MOTomed®-Chipkarten wurden in 14-tägigen Abschnitten zusammengefasst und an den Studienleiter übermittelt. Hierbei wurden unter anderem die in Tabelle 8 zusammengefassten

	erste Woche	letzte Woche	t-Test
Trainingsdauer aktiv (min)	15:32	16:30	$p = 0,23$ (ns)
Trainingsdauer passiv (min)	02:02	02:36	$p = 0,211$ (ns)
Distanz aktiv (m)	3.387,54	4.715,86	$p = 0,027$ (s)
Distanz passiv (m)	130,15	156,94	$p = 0,256$ (ns)
Leistung (W)	16,56	22,59	$p = 0,009$ (ss)

Tab. 8: Durchschnittliche Trainingsdaten der ersten und letzten Woche, t-Test (ns = nicht signifikant; s = signifikant; ss = sehr signifikant)

Parameter Trainingsdauer (aktiv, passiv), Distanz (aktiv, passiv) und Leistung (ca. Watt) detailliert ausgewertet. Die Therapiecompliance der Interventionsgruppe war während des 16-wöchigen Interventionszeitraums mit durchschnittlich  $204 \pm 55,9$  Trainingseinheiten sowie durchschnittlich  $15,41 \pm 5,22$  Trainingsminuten/Einheit (aktiv getreten), also ca. fünf Minuten länger als vorgegeben, sehr zufriedenstellend.

Die Gesamtdistanz setzt sich zusammen aus der aktiv selbst getretenen und der passiv mit Unterstützung des Motors gefahrenen Strecke. Im Untersuchungsverlauf nahm die zurückgelegte Strecke im Mittel von 3517,69 m (erste Woche) auf 4872,80 m (letzte Woche) zu. Die aktiv zurückgelegte Distanz vergrößerte sich im Gesamtverlauf signifikant von 3387,54 auf 4715,86 m ( $p = 0,027$ ). Des Weiteren fällt bei der Auswertung des Parameters »Trainingsdauer passiv« sowie »Distanz passiv« ein leichter Anstieg der Werte auf, die allerdings keinen signifikanten Beitrag zu den Ergebnissen leisteten ( $p = 0,211$ ;  $p = 0,256$ ). Die weiteren Resultate des t-Tests zeigen mit  $p = 0,009$  für die Leistung signifikante Verbesserungen bei den Patienten. Bei der aktiven Trainingsdauer konnte keine signifikante Interaktion festgestellt werden ( $p = 0,23$ ).

Abschließend folgte eine Prüfung auf linearen Zusammenhang zwischen den Ergebnissen des 6-Minuten-Tests und der durchschnittlichen Trainingsleistung. Betrachtet man die gegangene Distanz im Eingangstest in Verbindung mit der erbrachten Leistung am MOTomed®, so wird mit  $r = 0,72$  eine recht hohe Korrelation deutlich, sodass davon ausgegangen werden kann, dass die Belastung am Bewegungstherapiegerät entsprechend der Leistungsfähigkeit der Patienten angepasst wurde.

#### Diskussion

In der vorliegenden randomisierten Untersuchung wurde die Wirkung eines viermonatigen, zusätzlich zur konventionellen Therapie durchgeführten Trainings mit dem MOTomed®-Bewegungstherapiegerät auf die Lebensqualität und die Alltagsmotorik bei Schlaganfallpatienten evaluiert. Gemessen wurde der Therapieerfolg durch Prä- und Posttest-Verfahren, die in Sporthallen der Deutschen Sporthochschule Köln durchgeführt wurden. Dieses Testverfahren findet in vielen ähnlichen Studien mit neurologischen Krankheitsbildern Anwendung [7, 11, 14, 39]. Die Patienten der Interventionsgruppe wurden aufgefordert,

zu Hause innerhalb der Untersuchungszeit (16 Wochen) zweimal täglich jeweils mindestens zehn Minuten aktiv am MOTomed<sup>®</sup>-Bewegungstherapiegerät zu trainieren. Über eine kürzere Periode wurde vor allem nach längerer Inaktivität keine Verbesserung bei Schlaganfallpatienten erwartet [46]. Außerdem sollte der etwas länger gewählte Trainingszeitraum eventuelle Urlaubs- und/oder krankheitsbedingte Fehlzeiten auffangen. Im Prä-/Posttest-Vergleich war vor allem eine Verbesserung in der Subdomäne KÖFU (körperliche Funktionen) des SF-36 festzustellen. Außerdem konnte bei der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe eine Verbesserung der zurückgelegten Strecke beim 2- und 6-Minuten-Gehtest sowie eine Steigerung der komfortablen Gehgeschwindigkeit gemessen werden. Die Mittelwerte der Patientendaten zeigen, dass die beiden Gruppen relativ gleichverteilt sind. Ebenso sind die Behandlungsfrequenzen mit konventioneller Therapie quantitativ ähnlich verteilt (s. Tab. 1). Einige patienteneigene Einflussgrößen (Rehabilitationsprozess, Lebenssituation, Familienstand, etc.) als auch die Qualität der konventionellen Therapie konnten nicht weiter erfasst werden. Dies ist ein allgemeines Problem in der Therapieforschung [30] und stellt somit auch bei dieser Untersuchung einen nicht kontrollierbaren Einfluss dar.

#### Diskussion der MOTomed<sup>®</sup>-Bewegungstherapie

Der Trainingsverlauf wurde an die physischen Möglichkeiten der Schlaganfallpatienten angepasst und sollte zur Verbesserung der Gehfähigkeit und der allgemeinen Ausdauer führen. Mehrere Studien belegen bereits den positiven physischen und psychischen Effekt von Bewegungstraining mit Schlaganfallpatienten [11, 15, 40]. Weitere Studien zeigen auf, dass bei einem die konventionelle Therapie ergänzenden Therapieangebot (z. B. Laufband- bzw. Ergometertraining) größere Trainingseffekte vorliegen als ohne zusätzliches Training [14, 24, 44]. Angesichts des bereits evaluierten Therapienutzens von additiven Therapieanwendungen wurde in der vorliegenden Arbeit der Einsatz des MOTomed<sup>®</sup>-Bewegungstherapiegerätes im häuslichen Umfeld untersucht.

Dieser Bewegungstrainer spricht mit seinen computergestützten Sicherheitsfunktionen, seiner einfachen Handhabung und seinen unterstützenden Bewegungsmöglichkeiten (passive und assistive Bewegung) für den Einsatz bei Schlaganfallpatienten. Die allgemeine Akzeptanz des Gerätes wurde auch in dieser Studie durch die hohe Trainingshäufigkeit ( $\bar{O} 204 \pm 55,9$  Einheiten) und längere Trainingszeiten als vorgegeben (1. Woche:  $16,56 \pm 6,40$ ; 16. Woche:  $22,59 \pm 11,16$  Minuten) bestätigt (s. Tab. 8). Ein weiterer Grund für diese häufige bzw. längere Therapieanwendung wird in einer Studie von *Peurala et al.* diskutiert und weist auf die Sicherheit, in sitzender Position und damit ohne die Gefahr von Stürzen trainieren zu können, hin [37].

Weitere Vorteile des MOTomed<sup>®</sup>-Trainings sind die fehlenden Transportprobleme und die zeitlich ungebundene

Trainingsmöglichkeit. Während viele Patienten ihre bereits erzielten Fortschritte nach Beendigung der stationären Rehabilitation aufgrund mangelnder Therapieangebote nicht weiter ausbauen können oder sogar wieder in Inaktivität verfallen [28], bietet ein heimbasiertes MOTomed<sup>®</sup>-Training eine zeitsparende Alternative. Schlaganfallpatienten können in der Regel nach Beendigung der stationären Reha noch kaum an Spaziergängen in der Nachbarschaft, Besuchen des öffentlichen Schwimmbades oder Rehabilitationssport in der Halle teilnehmen [22]. Eine Pilotstudie von *Duncan et al.* bestätigte beispielsweise, dass ein zusätzliches heimbasiertes Training neben den Hausbesuchen von Ergo- und Physiotherapeuten den Patienten helfen kann, ihre Selbstständigkeit wieder zurückzugewinnen [14]. Im Gegensatz zur Physiotherapie wird der Patient am MOTomed<sup>®</sup> selbst aktiv und arbeitet am Therapieergebnis entscheidend mit. Allerdings kann ein mechanischer Bewegungstrainer nur teilweise das motivierende Feedback eines Therapeuten ersetzen. In diesem Zusammenhang fanden *Ada et al.* heraus, dass Schlaganfallpatienten in der stationären Rehabilitation bei Anwesenheit des Therapeuten viel aktiver waren als während der restlichen Zeit des Tages [1]. Demgemäß wird auch nach *Hesse et al.* [26] trotz aller technischen Fortschritte die automatisierte oder computergestützte Rehabilitation die menschliche nur ergänzen, aber nie ersetzen können [26]. Aus diesem Grund wurden auch in dieser Studie die Patienten regelmäßig per Telefon überprüft und ein entsprechendes Feedback bzw. ein Motivationsschub gegeben.

Durch den vorgegebenen, repetitiven Bewegungsablauf und die Bewegungsführung konnte während des MOTomed<sup>®</sup>-Trainings eine hohe Wiederholungszahl der Beinbewegungen erreicht werden. Diese zyklischen Bewegungen gelten in der Rehabilitation nach Schlaganfall bei Patienten mit Hemiparese als besonders wirkungsvoll [10, 27]. Die Entscheidung über die Trainingshäufigkeit und -dauer stützte sich auf eine Empfehlung von *Gordon et al.* für das Ausdauertraining bei Schlaganfallpatienten und wurde auf zweimal täglich mit mindestens zehn Minuten festgelegt [22]. Der Trainingswiderstand wurde gemäß dem Prinzip der progressiven Belastungssteigerung [27] stets der individuellen Leistungsfähigkeit angepasst. Dies belegen die aufgezeichneten Leistungsdaten der Probanden. Von der ersten zur letzten Woche steigerten sich diese um durchschnittlich 6,03 Watt (1. Woche:  $16,56 \text{ W} \pm 6,4 \text{ W}$ ; 16. Woche:  $22,59 \text{ W} \pm 6,4 \text{ W}$ ;  $p=0,009$ ). Die Trainingsintensität wurde dabei durch das subjektive Empfinden anhand der *Borg-Skala* angepasst. Es wurde, wie auch in der Regel im Rahmen eines moderaten Ausdauertrainings empfohlen, die Stufe 13 (»etwas anstrengend«) gewählt [6, 31]. Diese progressive Leistungssteigerung spiegelt sich unter anderem in der hohen Trainingscompliance der Patienten wider sowie in deren Absicht, auch nach der Studie das Training am MOTomed<sup>®</sup> fortsetzen zu wollen.

## Diskussion der Testergebnisse

Zur Überprüfung der Gültigkeit der anfangs aufgestellten Hypothese bezüglich der Verbesserung der Lebensqualität werden die Ergebnisse des SF-36 genauer betrachtet. In allen Subdomänen des SF-36 haben sich die Werte nach der Intervention verbessert und fast alle Ausgangswerte der Interventionsgruppe liegen über denen der Kontrollgruppe (s. Tab. 2). Das deutet darauf hin, dass die zusätzliche Therapie in gewissem Rahmen für eine schnellere Wiedererlangung der Lebensqualität sorgt. Die meisten Verbesserungen sind jedoch im Vergleich zur Kontrollgruppe nicht signifikant. Die Interventionsgruppe weist unabhängig von der Kontrollgruppe nur auf der Ebene der körperbezogenen Lebensqualität, d.h. in den Subdomänen KÖFU und KÖRO, eine signifikante Verbesserung auf (s. Tab. 3). Beim Zeit-Interventions-Vergleich zeigt sich sowohl bei den einfachen Signifikanztests (t-Test,  $p=0,0054$  und Wilcoxon,  $p=0,0018$ ) als auch unter Verwendung der Kovarianzanalyse nur ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen in der KÖFU ( $p=0,0061$ ). Demgemäß wird durch das zusätzliche Training nur eine frühere positive Veränderung der Körperfunktionen sichtbar. Über ähnliche Ergebnisse berichteten auch *Duncan et al.* nach ihrem achtwöchigen heimbasierten Übungsprogramm mit Schlaganfallpatienten [14]. Als mögliche Gründe für das Ausbleiben weiterer signifikanter Verbesserungen nannten sie neben interagierenden Effekten (Depressionen, Multimorbidität) auch den limitierenden Studienrahmen (kleine Probandenzahl, kurzer Zeitraum oder fehlende Kenntnisse über die genaue Hirnverletzung der einzelnen Probanden). Deswegen können auch in der vorliegenden Untersuchung ein zu kurzer Interventionszeitraum oder zu früher Messzeitpunkt weitere Gründe sein und somit auch auf eine zeitliche Störgröße hindeuten. Zum Beispiel wiesen *Eng et al.* in ihrer Studie nach, dass sich einen Monat nach der Intervention sowohl die motorischen als auch die psychosozialen Ergebnisse weiter gesteigert hatten [18]. Eventuell hätten Nachuntersuchungen dieser Studie ebenfalls belegen können, dass die Verbesserung in der Subdomäne KÖFU nur der erste Schritt zur anschließenden Verbesserung der anderen Bereiche der Lebensqualität gewesen wäre. Andererseits kann die Begründung auch in den verwendeten Testverfahren liegen. Bekanntlich weist der SF-36 einige Lücken in der Erfassung der Lebensqualität bei Schlaganfallpatienten auf und ist an einigen Stellen nur wenig valide [2]. Besonders seine geringe Sensitivität kann dafür verantwortlich sein, dass sich kleine, aber entscheidende Verbesserungen in der subjektiven Empfindung nicht als eine Veränderung in der Skala darstellen lassen [21]. Dieser subjektive Aspekt und die beeinflussenden objektiven Bedingungen, die individuell sehr unterschiedlich sein können, machen Lebensqualität »nicht direkt beobachtbar und messbar« [43]. Grundsätzlich kann dies auch das allgemeine Problem der Lebensqualitätserfassung sein.

Zu guter Letzt behaupten einige Studien, dass sich die Lebensqualität nach Schlaganfall nur noch wenig ent-

wickeln kann [4, 5]. *Bölsche et al.* begründen das mit den individuellen Präferenzen, die sich in der vorherigen Lebensweise manifestiert haben und nach dem Vorfall nur schwer auf ein niedrigeres Niveau zurückgestuft werden können [5]. Da diese vorherige Lebensweise nach Schlaganfall nicht mehr erreicht werden kann, entstehen Frustration über die Abhängigkeit von anderen, Depression und Motivationsverlust. Wird dies noch um stark reduzierte Sozialkontakte und ein vermindertes Sexualleben ergänzt, ist mittel- und langfristig mit einer Reduzierung der Lebensqualität zu rechnen [29].

Mit den Ergebnissen und Messverfahren dieser Studie konnte also im Vergleich zur rein konventionellen Therapie durch das zusätzliche Training mit dem MOTomed®-Bewegungstrainer eine schnellere Verbesserung der Lebensqualität im Bereich der Körperfunktionen von Schlaganfallpatienten bestätigt werden. Dieser verbesserte Bereich lässt zum einen auf die weitere Entwicklung der allgemeinen Lebensqualität hoffen und zeigt zum anderen, dass nach einem Schlaganfall die Lebensqualität nur sehr langsam und nur bis zu einem gewissen Maß verbesserbar bzw. wieder herstellbar ist.

## Gehtestungen

Bei lokomotorischen Testungen spielen Koordination, Kraft und Ausdauer eine entscheidende Rolle. Die Funktionstests, die in der vorliegenden Studie angewendet wurden, evaluieren in erster Linie die oben genannten Parameter. Am Resultat dieser Tests lassen sich in der Literatur unter anderem Selbstständigkeit und Transferfähigkeit beurteilen [36]. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden Time Walking-Tests zur Beurteilung des Therapieeffektes auf die Gehfähigkeit von Schlaganfallpatienten durchgeführt.

Der Vergleich der Ergebnisse dieser Tests lässt deutliche Unterschiede in der rehabilitativen Entwicklung der Patienten der Interventions- und Kontrollgruppe erkennen. Sowohl die normale Gehgeschwindigkeit als auch die Ausdauer waren nach der Intervention in der Interventionsgruppe signifikant besser als in der Kontrollgruppe (s. Tab. 7). Die Werte verbesserten sich zwar in beiden Gruppen, jedoch waren diese Verbesserungen nur im 10 m-Test komfortabel ( $p=0,024$ ) und im 2- und 6-Minuten-Gehtest der Interventionsgruppe signifikant größer ( $p=0,015$ ;  $p=0,003$ ). Besonders bemerkenswert ist dabei, dass sich die Interventionsgruppe von schlechteren Eingangswerten auf bessere Ausgangswerte im Vergleich zur Kontrollgruppe steigerte. Nur der 10 m-Test bei schnellem Gehtempo war nicht signifikant besser in der Interventionsgruppe ( $p=0,188$ ), obwohl er sich auch hier auf ein besseres Niveau steigerte als in der Kontrollgruppe ( $IG=0,84\pm 0,41$ ;  $KG=0,75\pm 0,35$ ). Dies lässt sich eventuell auf die allgemeine Sturzangst der Schlaganfallpatienten bei schnellen Gehgeschwindigkeiten zurückführen. Wie auch die Ergebnisse bestätigen, zeigte sich bei den Testungen kaum ein Unterschied zwischen komfortabler und schneller Gänge-

schwindigkeit ( $\varnothing$  16 cm/s), da die Probanden aufgrund von vorherrschenden Gangunsicherheiten nicht schneller gehen konnten bzw. wollten. Ähnliche Unterschiede in den Ganggeschwindigkeiten tauchten ebenfalls in der Studie von Eng et al. auf, wo die Probanden zu jedem Messzeitpunkt im Durchschnitt auch nur 20 cm/s schneller waren als beim komfortablen Gehtempo [18].

Beim Vergleich mit anderen Studien zeigt sich, dass die erreichten Ausgangswerte der Interventionsgruppe durchschnittlich gut ausfallen, wie dies auch bei anderen additiven Interventionen der Fall ist [14, 17, 25]. In folgender Gegenüberstellung der Resultate mit Normwerten »Gesunder«, die 1998 von Enright & Sherrill in einer Studie ermittelt wurden ( $n=290$ ,  $\varnothing$  Alter = 60,75 Jahre), wird jedoch das Ausmaß der Beeinträchtigung der Gehfähigkeit der Schlaganfallpatienten verdeutlicht [19]. Aufgrund von Ergebnissen im sechsminütigen Endurance-Test wurden Werte von durchschnittlich 535 m als normal definiert. Diese konnten von den Probanden der vorliegenden Studie nicht annähernd erreicht werden ( $IG=\varnothing 237,84$  m;  $KG=\varnothing 195,29$  m). Aus diesem Grund liegt die Vermutung nahe, dass auch die Wiedergewinnung der Gangausdauer von Schlaganfallpatienten im Verlaufe des Rehabilitationsprozesses stagniert und nicht mehr den ehemaligen Leistungsstand erreicht.

Des Weiteren findet sich in der Literatur als notwendige Gehfähigkeit für eine selbstständige Alltagsbewältigung eine Mindestgeschwindigkeit von 0,80 m/s bis 1,2 m/s [3, 36]. Beim 10 m-Gehtest waren die Vergleichswerte zwar anders verteilt, doch liegen auch diese in der vorliegenden Studie noch um einiges unter den Normwerten Gesunder. Die Gründe für diesen Abstand zur Norm sind zahlreich und vielfältig. Nach Richards et al. sind für die verbleibende Gehbehinderung nach Schlaganfall vor allem Muskelschwäche, einschließende Spastik und der Verlust an koordinierten Bewegungen verantwortlich [38]. Dagegen könnte allerdings durch gezieltes Training vorgegangen werden, weshalb es nicht der alleinige Grund für die bleibenden Einschränkungen sein sollte. Gordon et al. sehen die Ursachen der Entstehung von physischen Einschränkungen nicht nur in Komplikationen nach dem Vorfall (»poststroke complications«), sondern auch in den Zuständen davor (»preexisting conditions«) [22]. Ist der Patient durch den Vorfall auch gezwungen, seinen Lebensstil positiv zu ändern [20], so wird es in den meisten Fällen dennoch schwer fallen, mit den hinzugekommenen Einschränkungen nun gesünder zu leben und körperlich aktiver zu sein als vorher. Um den Patienten aber bei seiner Lebensstiländerung zu unterstützen, ist es wichtig, ihm realisierbare Interventionsmöglichkeiten zu bieten, die ihm helfen, seine allgemeine Aktivität zu steigern und von den damit verbundenen positiven Effekten zu profitieren.

Eine solche realisierbare Intervention stellt das MOTomed®-Bewegungstherapiegerät dar, zumal es auch immobilen Patienten zu allgemeiner Aktivität verhelfen kann und sich positive Effekte im Bezug auf die Gangausdauer und Gehgeschwindigkeit zeigen.

## Schlussfolgerung

Im Rahmen der vorgelegten Untersuchung sollte die Frage nach der Effektivität eines *heimbasierten*, apparativ-assistiven MOTomed®-Bewegungstrainings mit Schlaganfallpatienten eruiert werden. Über einen Zeitraum von 16 Wochen nahmen insgesamt 31 gehfähige Schlaganfallpatienten an der Untersuchung teil. In der Regel bestand die hier rekrutierte Patientengruppe aus Phase-C-Patienten. Im Rahmen der konventionellen Therapie erhielten sie im Durchschnitt zweimal pro Woche ergotherapeutische sowie zweimal pro Woche physiotherapeutische Anwendungen für jeweils 30 Minuten. Nach randomisierter Zuordnung führten die Probanden der Interventionsgruppe zusätzlich zu o.g. Therapieanwendungen ein *heimbasiertes*, apparativ-assistives Bewegungstraining durch. Die Patienten wurden aufgefordert, zu Hause zweimal täglich jeweils mindestens zehn Minuten aktive Bewegungsübungen am MOTomed® auszuführen. Die Belastungssteuerung erfolgte anhand der Borg-Skala [6], sodass die Bremsbelastungsstufe stets entsprechend dem subjektiven Anstrengungsempfinden der Probanden angepasst wurde. Aufgrund dessen wiesen die Patienten der Interventionsgruppe bei den leistungsbezogenen Trainingsparametern deutliche Verbesserungen auf (s. Tab. 9).

Die Testergebnisse der durchgeführten Studie bestätigten den positiven Einfluss eines regelmäßigen Trainings mit dem MOTomed®-Bewegungstherapiegerät sowohl auf die Mobilität (Verbesserungen der Gangausdauer und -geschwindigkeit) als auch auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität der Interventionsgruppe. Die Resultate in den Time Walking-Tests lassen auf eine Verbesserung der Gehfähigkeit und auf eine gesteigerte allgemeine Ausdauer schließen.

Im weiteren Vergleich zur Kontrollgruppe verbesserte sich jedoch nur die Gehfähigkeit, während die Lebensqualität nur bezogen auf die körperlichen Funktionen (Subdomäne KÖFU SF36) höhere Werte aufwies. Auch wenn sich fast alle Werte der SF-36-Skala positiv entwickelten, konnte eine gegenüber der Kontrollgruppe signifikante Verbesserung nur in der physischen Körperfunktion aufgezeigt werden (Tab. 3). Eventuell hätten Nachuntersuchungen dieser Studie ebenfalls belegen können, dass die Verbesserung der KÖFU nur der erste Schritt zur anschließenden Verbesserung der anderen Bereiche der Lebensqualität gewesen wäre. In diesem Zusammenhang bleibt daher die Frage bestehen, inwieweit und wie schnell die Lebensqualität nach Schlaganfall tatsächlich wieder zu steigern ist [4, 5].

Parameter	Verbesserung
Distanz (aktiv)	+ 39,2 % (s.)
Leistung (W)	+ 36,4 % (s.)

Tab. 9: Prozentuale Zusammenfassung des Trainingserfolges der Interventionsgruppe

Zusammenfassend wird deutlich, dass der MOTomed®-Bewegungstrainer viele hilfreiche Aspekte (leichte Handhabung und ‚Einstieg‘, unterstützende Modi, Spastikerkenneung, Fixationsmöglichkeiten, etc.) für den Umgang mit Schlaganfallpatienten bietet und sich aus diesem Grund besonders für noch stark immobile Patienten und deren Einstieg in die eigenverantwortliche Bewegungstherapie mittels heimbasierten Trainings eignet. Im Vergleich zu anderen Interventionen stellt er eine transport-, personen- und zeitenunabhängige Methode dar, die gleichzeitig hohe Eigenmotivation fordert und fördert. Weitere Vorteile im Gegensatz zu anderen heimbasierten Therapien sind der geringe Platzbedarf, die Möglichkeit der Steuerung des Bewegungstrainings mittels Chipkarte, die sowohl einen möglichen Trainingsablauf vorgibt als auch Daten zur Auswertung für das betreuende Fachpersonal speichert. Die Möglichkeit der Verordnung des MOTomed® als Hilfsmittel schließt Finanzierungsprobleme praktisch aus. Von größerer Bedeutung ist jedoch die Effektivität als zusätzliches aktives Training zur konventionellen Therapie. Durch die einfache Handhabung kann ein MOTomed®-Training für viele Betroffene als Mindestmaßnahme gegen Inaktivität in Frage kommen. Bei regelmäßiger Durchführung können die Betroffenen aktiv gegen die Folgen der Immobilität vorgehen und eigenverantwortlich etwas zur Sicherung (und Steigerung) der in der stationären Rehabilitation erreichten Therapieerfolge beitragen.

Generell kann ein zusätzliches Training zur konventionellen Therapie mit dem MOTomed®-Bewegungstrainer im Anschluss an die stationären Rehabilitationsmaßnahmen befürwortet werden.

Aufgrund des relativ geringen Stichprobenumfangs stellen die Ergebnisse dieser Studie allerdings lediglich Tendenzen dar. Deshalb ist es wünschenswert, dass weitere Studien mit einem größeren Stichprobenumfang und einem längeren Interventionszeitraum durchgeführt werden, um diese Tendenzen und Ergebnisse bestätigen zu können.

## Literatur

1. Ada L, Mackey F, Heard R, Adams R. Stroke rehabilitation: Does the therapy area provide a physical challenge? *Aust J Physiother* 1999; 45 (1): 33-38.
2. Anderson C, Laubscher S, Burns R. Validation of the Short Form 36 Health Survey questionnaire among stroke patients. *Stroke* 1996; 27: 1812-1816.
3. Bayer G, Smith M. The recovery of walking ability and subclassification of stroke. *Physiother Research Internat* 2001; 6 (3): 135-144.
4. Bethoux F, Calmels P, Gautheron V. Changes in quality of life of hemiplegic stroke patients with time: a preliminary report. *Am J Phys Rehabil* 1999; 78 (1): 19-23.
5. Bölsche F, Hasenbein U, Reißberg H et al. Kurzfristige Ergebnisse ambulanten vs. Stationärer Phase-D-Rehabilitation nach Schlaganfall. *Rehabilitation* 2002; 41: 175-182.
6. Borg G. Anstrengungsempfinden und körperliche Aktivität. *Dtsch Arztebl* 2004; 101: A1016-1021.
7. Bougenot MP, Tordi N, Betik AC et al. Effects of a wheelchair ergometer training programme on spinal cord-injured persons. *Spinal Cord* 2003; 41: 451-456.
8. Bullinger M, Kirchberger I. SF-36 – Fragebogen zum Gesundheitszustand – Handanweisung. Hogrefe, Göttingen 1998.
9. Carolei A, Sacco S, De Santis F, Marini C. Epidemiology of stroke. *Clin Exp Hypertens* 2002; 24 (7-8): 479-483.
10. Conradi E, Seidel EJ, Hübscher J, Scholle HC. Konzepte der Bewegungstherapie nach Schlaganfall – Beiträge zum Symposium Bewegungstherapie. Weimar 22.-23.09. GFBB, Bad Kösen 1995, 65-67.
11. Dean CM, Richards CL, Malouin F. Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke: a randomized, controlled pilot trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81 (4): 409-417.
12. Dean CM, Richards CL, Malouin F. Walking speed over 10 metres overestimates locomotor capacity after stroke. *Clin Rehabil* 2001; 15: 415-421.
13. Deutsche Gesellschaft für Neurologie: Leitlinien der DGN 2008. Rehabilitation von sensomotorischen Störungen. Zugriff am 07.04.2010 unter [http://www.dgn.org/images/stories/dgn/leitlinien/LL2008/ll08kap\\_095.pdf](http://www.dgn.org/images/stories/dgn/leitlinien/LL2008/ll08kap_095.pdf)
14. Duncan P, Richards L, Wallace D et al. A randomised, controlled pilot study of a home-based exercise Program for individuals with mild and moderate stroke. *Stroke* 1998; 29: 2055-2060.
15. Duncan P, Studenski S, Richards L et al. Randomized clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke. *Stroke* 2003; 34: 2173-2180.
16. Ellert U, Bellach BM. Der SF-36 im Bundesgesundheits-Survey – Beschreibung einer aktuellen Normstichprobe. *Gesundheitswesen* 1999; 61 (2): S184-190.
17. Eng JJ, Chu KF, Dawson AS et al. Functional walk tests in individuals with stroke: relation to perceived exertion and myocardial exertion. *Stroke* 2002; 33 (3): 756-761.
18. Eng JJ, Chu KS, Kim CM et al. A community-based group exercise program for persons with chronic stroke. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35 (8): 1271-1278.
19. Enright PL, Sherill DL. Reference equation for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158: 1384-1387.
20. Frommelt P. Schlaganfallrehabilitation. In: Frommelt P, Grötzbach H (Hrsg). *Neurorehabilitation*. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin 1999, 389-418.
21. Gelber RD, Gelber S. Quality-of-life assessment in clinical trials. In: Thall PF (ed). *Recent advances in clinical trial design and analysis*. Kluwer Academic Publishers, Boston 1995, 225-247.
22. Gordon NF, Gulanick M, Costa F et al. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors. An American Heart Association scientific statement from the council on clinical cardiology, subcommittee in exercise, cardiac rehabilitation and prevention; the council in cardiovascular nursing; the council on nutrition, physical activity, and metabolism; and the stroke council. *Stroke* 2004; 35: 1230-1240.
23. Guyatt GH, Sullivan MJ, Thompson PJ. The 6-minute walk: A new measurement of exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Can Med Assoc J* 1985; 132: 919-923.
24. Hesse S, Bertelt C, Janke MT et al. Treadmill training with partial body weight support as compared with physiotherapy in non-ambulatory hemiparetic patients. *Stroke* 1995; 26: 976-981.
25. Hesse S, Eich HJ, Mach H et al. Aerobes Laufbandtraining plus Physiotherapie verbessert das Gehen von mäßig schwer betroffenen Patienten nach Schlaganfall. *Neurol Rehabil* 2005; 11 (1): S 7-12.
26. Hesse S, Schmidt H, Sorowka D et al. Automatisierte motorische Rehabilitation: ein neuer Trend? *Neurol Rehabil* 2002; 8 (2): 80-83.
27. Hummelsheim H, Freivogel S. Qualitätskriterien und Leitlinien für die motorische Rehabilitation von Patienten mit Hemiparesen – Leitlinien 2003 der DGKN. *Neurol Rehabil* 2003; 9 (5): S 237-241.
28. Ivey FM, Macko RF, Ryan AS et al. Cardiovascular health and fitness after stroke. *Top Stroke Rehabil* 2005; 12 (1): 1-16.
29. Kelly-Hayes M, Page C. Assessment and psychological factors in stroke rehabilitation. *Neurology* 1995; 45 (1): 29-39.
30. Kwakkel G, Wagenaar RC, Koelman TW et al. Effects of intensity of rehabilitation after stroke: a research synthesis. *Stroke* 1997; 28 (8): 1550-1556.
31. Löllgen H, Ulmer HV. Das »Gespräch« während der Ergometrie: Die Borg-Skala. *Dtsch Arztebl* 2004; 101: A1014-1015.
32. Macko RF, Ivey FM, Forrester LW. Task-oriented aerobic exercise in chronic hemiparetic stroke: Training protocols and treatment effects. *Top Stroke Rehabil* 2005; 12 (1): 45-57.
33. Masuhr KF, Neumann M. *Neurologie*. 4. Aufl., Hippokrates, Stuttgart 1998.
34. Masur H. *Skalen und Scores in der Neurologie*. Georg Thieme, Stuttgart 1995.
35. Maurischat C, Bestmann A, Hasenbein U et al. Strukturelle Validität des Short Form 36 Health Survey (SF-36) bei neurologischen Patienten. *Neurol Rehabil* 2004; 10 (1): 13-20.
36. Perry A, Garrett M, Gronley JK et al. Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke* 1995; 26 (6): 982-989.

37. Peurala SH, Pitkänen K, Sivenius J et al. How much exercise does the enhanced gait-oriented physiotherapy provide for chronic patients? *J Neurol* 2004; 251: 449-453.
38. Richards CL, Malouin F, Dean C. Gait in stroke: Assessment and rehabilitation. *Clin Geriatr Med* 1999; 15 (4): 833-855.
39. Rimmer JH, Braunschweig C, Silverman K et al. Effects of a short-term health promotion intervention for a predominantly African-American group of stroke survivors. *Am J Prev Med* 2000; 18 (4): 332-338.
40. Rimmer JH, Wang E. Aerobic exercise training in stroke survivors. *Top Stroke Rehabil* 2005; 12 (1): 17-30.
41. Roth EJ. Heart disease in patients with stroke: Incidence, impact, and implications for rehabilitation. Part I classification and prevalence. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74: 752-760.
42. Sacco RL, Wolf PA, Kannell WB et al. Survival and recurrence following stroke: The Framingham Study. *Stroke* 1982; 13: 290-295.
43. Walters SJ, Campbell MJ, Lall R. Design and analysis of trials with quality of life as an outcome: A practical guide. *J Biopharmaceutical Statistics* 2001; 11 (3): 155-176.
44. Werner C, Bardeleben A, Mauritz KH et al. Treadmill training with partial body weight support and physiotherapy in stroke patients: a preliminary comparison. *Eur J Neuro* 2002; 9: 639-644.
45. Wolf PA, Claggett GP, Easton JD et al. Preventing ischemic stroke in patients with prior stroke and transient ischemic attack: a statement for healthcare professionals from the Stroke Council of the American Heart Association. *Stroke* 1999; 30: 1991-1994.
46. Wolman RL, Cornall C. Aerobic training in brain-injured patients. *Clin Reha* 1994; 8: 253-257.

**Interessenvermerk:**

Es besteht kein Interessenkonflikt.

**Korrespondenzadressen:**

Dipl. Sportwiss. B. Dobke  
Rosbacher Reha  
Mittelstr. 8-10  
51570 Windeck  
E-Mail: bibido@gmx.de

Prof. Dr. K. Schüle  
Deutsche Sporthochschule Köln  
Institut für Rehabilitation und Behindertensport  
Am Sportpark Müngersdorf 6  
50933 Köln  
E-Mail: schuele@dshs-koeln.de

Dipl. Sportwiss. W. Diehl  
Minsbekweg 7  
22399 Hamburg  
E-Mail: tvaboxer@hotmail.com