

Forced Exercise – Auswirkungen eines MOTomed®-Trainings auf parkinson-typische motorische Dysfunktionen

Neurol Rehabil 2011; 17 (5/6): 239–246

© Hippocampus Verlag 2011

M. Laupheimer, S. Härtel, S. Schmidt, K. Bös

Zusammenfassung

Zielsetzung: Als Ergänzung zur medikamentösen Standardtherapie bei Morbus Parkinson nehmen alternative, nicht medikamentöse und nebenwirkungsfreie Behandlungsformen wie die Physio- bzw. Bewegungstherapie einen großen Stellenwert in der Behandlung ein. Neuere Untersuchungen lassen einen besonders positiven Effekt von Bewegungsformen mit hohen, »erzwungenen« Bewegungsgeschwindigkeiten, sogenannte »Forced Exercise« (FE) vermuten [26]. Im Rahmen der vorliegenden Interventionsstudie sollten die Auswirkungen eines in Eigenverantwortung durchgeführten passiven, fahrradähnlichen FE-Bewegungstrainings auf die Alltagsmotorik und Lebensqualität von Parkinson-Betroffenen untersucht werden.

Studiendesign: Aus einem Patientengut von 44 Parkinson-Patienten (Alter: $68,5 \pm 6,8$ Jahre) wurden nach computergestützter Randomisierung 21 Patienten (Alter: $67,5 \pm 7,8$ Jahre) der Interventionsgruppe (IG) und 23 Patienten der Kontrollgruppe (KG) zugewiesen. Die Interventionsgruppe absolvierte ein zehnwöchiges FE-Bewegungsprogramm mit einem motorunterstützten Bewegungstherapiegerät (MOTomed® viva2_Parkinson, Firma RECK). Sie wurden dazu angehalten, zusätzlich zur individuellen Standardtherapie (medikamentöse Therapie und Physiotherapie) werktäglich ein 40-minütiges MOTomed®-Training bei bis zu 90 Umdrehungen/Minute durchzuführen. An drei Messzeitpunkten wurden sowohl motorische Fähigkeiten als auch die Lebensqualität der Probanden untersucht. Insgesamt wurden 25 Testitems erfasst (TMT-Test = 15 Items, Tremor-Spiral-Test = 2 Items, PDQ-8 = 8 Items). Die Patienten der Kontrollgruppe ($n = 23$; Alter: $71,3 \pm 4,0$ Jahre) behielten lediglich ihre Standardtherapie bei.

Ergebnisse: Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen eine signifikante Verbesserung der Gehfähigkeit (Walking-Zeit: $F = 13,31$; $p = 0,000$; $p.Eta^2 = 0,241$; Walking-Schritte: $F = 6,44$; $p = 0,000$; $p.Eta^2 = 0,133$) und der Hand-Koordination (Diadochokinese des rechten Armes: $F = 3,76$; $p = 0,03$; $p.Eta^2 = 0,082$).

Schlussfolgerung: Ein gerätgestütztes FE-Bewegungsprogramm für die unteren Extremitäten führt zu einer Verbesserung der Gehfähigkeit sowie zu einer Verbesserung der Handmotorik. Dies legt u. a. eine Beeinflussung zentraler motorischer Steuerungsprozesse nahe und sollte in weiterführenden Untersuchungen überprüft werden.

Schlüsselwörter: Forced Exercise, Bewegungstherapiegerät, Parkinson-Krankheit, motorische Fähigkeiten, Gesundheitszustand

Institut für Sport- und Sportwissenschaft, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Einleitung

Die Parkinson-Krankheit ist die zweithäufigste neurodegenerative Erkrankung nach der Alzheimer-Krankheit und die häufigste neurologische Erkrankung der Basalganglien [5]. Dabei stellt das zunehmende Alter der Menschen den höchsten Risikofaktor für die Entwicklung der Parkinson-Erkrankung dar [8, 21, 23]. Das Maximum der Erkrankungshäufigkeit liegt zwischen dem 60. und 70. Lebensjahr [4]. Hinsichtlich des Geschlechts gibt es nur geringfügige Unterschiede, wobei der Anteil der Männer unter den Erkrankten leicht höher ist [28]. Epidemiologische Daten belegen, dass es in Deutschland rund 200.000 bis 250.000

Parkinson-Erkrankte gibt [22]. Aufgrund von Veränderungen in der Altersstruktur der Bevölkerung ist zukünftig mit steigenden Prävalenz- und Inzidenzwerten zu rechnen [6, 21]. Bislang gilt die Parkinsonsche Krankheit als unheilbar [27].

Die Kardinalsymptome Akinese, Rigor, Tremor und posturale Instabilität gelten als die typischen motorischen und diagnoserelevanten Symptome der Parkinson-Krankheit [24, 27]. Diese können allerdings sehr unterschiedlich ausgeprägt sein und variieren sowohl intra- als auch interindividuell [2]. Im Zentrum der Parkinson-Behandlung steht die medikamentöse Therapie [10]. Ergänzend zur medikamentösen Therapie konnten Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen

Exercise training – effects of MOTOmed® exercise on typical motor dysfunction in Parkinson’s disease

M. Laupheimer, S. Härtel, S. Schmidt, K. Bös

Abstract

Objective: Additionally to regular medication, alternative drug-free treatments such as exercise or physical therapy, do not cause any side effects and play an important role in Parkinson’s treatment. Recent scientific findings suggest very positive effects of movement training at high cadence, the so-called “Forced Exercise” (FE) [26]. The present paper investigates the effects of a home-based passive FE cycling training on general motor function and quality of life in Parkinson’s patients.

Study design: 44 Parkinson’s patients ($68,5 \pm 7,8$ years) were randomized to control group ($n=23$; age: $71,3 \pm 4,0$ years) and intervention group ($n=21$; age: $67,5 \pm 7,8$ years). The intervention (IG) group completed a 10 week FE cycling program with a motor-assisted movement therapy device (MOTOmed® viva2_Parkinson, RECK). The subjects were encouraged to perform a daily 40 minute MOTOmed® training session, at up to 90 revolutions per minute, in addition to their regular therapy (medication and physical therapy). Motor function and quality of life measures were assessed three times during the study period, a total of 25 test items were recorded (TMT-Battery = 15 items, tremor spiral test = 2 items, PDQ-8 = 8 items). Subjects of the control group (KG) continued their standard therapy.

Results: The results of the study show significant improvements in walking ability (walking time: $F=13,31$; $p=.000$; $p.Eta^2=.241$; walking steps: $F=6,44$; $p=.000$; $p.Eta^2=.133$) and hand coordination (diadochokinesia of the right arm: $F=3,76$; $p=.03$; $p.Eta^2=.082$).

Conclusion: Device-supported FE movement training of the lower extremities leads to improvements in walking ability and hand motor function, which suggest FE may be affecting central motor control processes. To proof these findings the authors recommend further studies.

Key words: movement trainer, Parkinson’s disease, motor skills, health in Parkinson’s disease

Neurol Rehabil 2011; 17 (5/6): 239–246
© Hippocampus Verlag 2011

zeigen, dass diverse Bewegungstherapien bei Parkinson-Patienten zu Verbesserungen in der Symptomatik führen [9, 12, 20, 25, 29].

Neue wissenschaftliche Erkenntnisse belegen außerdem unmittelbare Verbesserungen nach einer assistiven, forcierten, radfahrähnlichen Bewegungsführung mit hohen Bewegungsgeschwindigkeiten von bis zu 90 Umdrehungen pro Minute (FE). Die vorliegende Untersuchung erfolgte in Anlehnung an die von Ridgel et al. durchgeführte Studie [26] und betrachtete die Auswirkungen eines zehnwöchigen FE-Bewegungstrainings auf die parkinsonstypischen motorischen Dysfunktionen.

Ziel der Studie war die Betrachtung der Effekte durch die Intervention mit dem Bewegungstherapiegerät MOTOmed® viva2_Parkinson hinsichtlich der Feinmotorik, Koordination, Beweglichkeit, Gangsicherheit, des Tremors sowie der Befindlichkeit der Parkinson-Patienten.

Patienten und Methoden

Die Probanden wurden vorwiegend über die Selbsthilfegruppen der Deutschen Parkinson Vereinigung e.V. (dPV) im Raum Freiburg – Karlsruhe – Frankfurt – Stuttgart – Ulm – Ravensburg rekrutiert. Insgesamt 47 Studienteilnehmer wurden in eine Interventionsgruppe ($n=24$) und eine Kontrollgruppe ($n=23$) randomisiert. Der Studienzeitraum umfasste drei Messzeitpunkte. Die T₁-Testung stellte die Ist-Analyse dar und wurde zu Beginn der Untersuchung durchgeführt. Nach fünf Wochen erfolgte die T₂-Testung zur Überprüfung schnell einsetzender Wirkungen. Weitere fünf Wochen später erfolgte die abschließende T₃-Testung.

Die Probanden erfüllten folgende *Einschlusskriterien*:

1. ärztlich abgesicherte Parkinson-Diagnose,
2. Krankheitsstadium nach Hoehn & Yahr 2–4,
3. Proband ist im Raum Freiburg – Karlsruhe – Frankfurt – Stuttgart – Ulm – Ravensburg wohnhaft,
4. Gesundheitszustand erlaubt, zyklische Pedalbewegungen durchzuführen,
5. Gesundheitszustand erlaubt, das MOTOmed® selbst zu bedienen.

Als *Ausschlusskriterien* wurden festgelegt:

1. Gesundheitliche Verfassung, die keine Trainingseinheiten zulässt,
2. Schmerzen, die Pedalbewegungen von 70–90 Umdrehungen/Minute nicht erlauben

Dropout

Von den rekrutierten Probanden mussten drei aus gesundheitlichen Gründen aus der Studie ausscheiden, sodass letztlich die Daten von insgesamt 44 Probanden ausgewertet werden konnten.

Stichprobenbeschreibung

Hinsichtlich des Krankheitsstadiums nach Hoehn & Yahr zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Kontroll- und Interventionsgruppe zum ersten Messzeitpunkt ($T=0,03$; $p=0,98$; $df=42$). Auch bezüglich der Krankheitsdauer seit ärztlicher Erstdiagnose lassen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen nachweisen ($T=1,92$; $p=0,07$; $df=42$). Anfängliche Gruppenunterschiede in den Testitems Gehleistung und Diadochokinesie werden im Ergebnisteil mit Hilfe von T-Tests über die Leistung zu T₁ ausgeschlossen.

Ablauf/Testungen

Die Probanden der Interventionsgruppe ($n=21$) absolvierten über einen Zeitraum von zehn Wochen zusätzlich zu ihrer gewohnten Therapie fünfmal wöchentlich eine 40-minütige Übungseinheit mit dem MOTOmed® viva2_Parkinson in der Privatwohnung, wogegen die Kontrollgruppe ($n=23$), die als Vergleichsgruppe diente, keine

	IG (n = 21)		KG (n = 23)		Gesamt (n = 44)	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Alter (in Jahren)	67,5	± 7,8	69,4	± 5,8	68,5	± 6,8
Größe (in cm)	169,3	± 8,2	173,8	± 8,8	171,7	± 8,7
Gewicht (in kg)	81,8	± 15,1	83,5	± 16,0	82,7	± 15,4
Parkinson-erkrankt (in Jahren)	7,2	± 5,6	11,0	± 7,2	9,2	± 6,7
Hoehn & Yahr (Stadium)	2,69	± 0,75	2,7	± 0,63	2,69	± 0,68

Tab. 1: Stichprobe hinsichtlich Kontroll- und Interventionsgruppe

zusätzliche Interventionen erhielt. Die TMT-Batterie und der Tremor-Spiraltest bestehen aus Parkinson-spezifischen Testaufgaben zur Überprüfung motorischer Dysfunktionen. Um einen Einblick in den allgemeinen subjektiven Gesundheitszustand der Parkinson-Patienten zu bekommen, wurde den Probanden zusätzlich noch der PDQ-8-Fragebogen vorgelegt. Insgesamt wurden in der Untersuchung 25 Testitems erfasst (TMT-Test = 15 Items, Tremor-Spiral-Test = 2 Items, PDQ-8 = 8 Items).

Timed Motor Test Battery (TMT)

Zur Erfassung der motorischen Dysfunktionen der Probanden wurde die TMT-Batterie nach Haaxma et al. verwendet [11]. Die TMT-Batterie besteht aus insgesamt 15 Testitems, die sich in fünf Testbereiche unterteilen (Tab. 2). Alle Testitems wurden in der Privatwohnung der Patienten durchgeführt, mit Ausnahme des Walking-Tests, dieser wurde aus Platzgründen im Freien absolviert.

Item category	Item (abbrev.)	Test description
Walking ^a	WalkTime	1. Time (sec) needed to walk the final 11 of 15 m
	WalkStrides	2. Number of strides needed to walk the final 11 of 15 m
Writing ^a	WriteTime	3. Time (sec) needed to write a standard sentence ^b on blank paper using the dominant hand
	WriteSpace	4. Horizontal space (cm) needed to perform the writing task
Pegboard ^a		
	- Dexterity	Dexterity_r Dexterity_l
- Double-handed	Peg2Hands	7. Time (sec) needed to interchange two 4-peg rows, 15 cm apart, twice using both hands simultaneously ^c
- Single-handed	Peg1Hand_r	8. Time (sec) needed to displace 16 round wooden pegs using the right hand
	Peg1Hand_l	9. Same, using the left hand
Finger tapping ^a		
	- On one key	Tap1Key_r Tap1Key_l
- On two keys	Tap2Keys_r	12. Sum of hits on two adjacent keyboard keys during 10 sec using the index finger of the right hand, alternating between the two keys
	Tap2Keys_l	13. Same, using the index finger of the left hand
Diadochokinesis ^{a,d}	Diadochokin_r	14. Number of table hits, alternating the palm and the back of the hand, during 5 sec using the right arm
	Diadochokin_l	15. Same, using the left arm

Tab. 2: Beschreibung TMT-Test (zit. nach [11]).

^a = Walking and writing were performed at normal pace. Pegboard, finger tapping, and diadochokinesis had to be performed as fast as possible.

^b = »Het is mooi weer vandaag« (in English: »The weather is nice today«).

^c = Patients were instructed to cross their forearms, then simultaneously pick up two wooden pegs opposite to each other at the left and right side of the pegboard, and place them in their opposite holes. This was repeated for each row.

^d = Rapid alternating forearm movements.

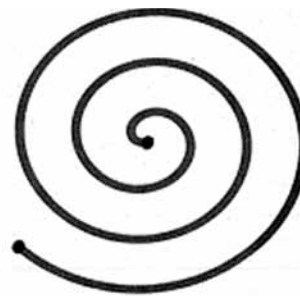


Abb. 1: Tremor-Spirale

Der TMT-Test stellt eine gute Alternative zum motorischen Teil der Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS-III) dar, da er mit geringem Zeit- und Materialaufwand durchgeführt werden kann, nur eine kurze Schulung des Testleiters erfordert und keine subjektiven Bewertungen beinhaltet.

Tremor-Spiral-Test

Der Tremor-Spiral-Test nach Kraus et al. [19] wurde ergänzend zum Testitem »Writing« der TMT-Batterie durchgeführt, um mögliche Effekte bei konstanter Linieneinführung in der Tremor-Symptomatik belegen zu können. Beim Tremor-Spiral-Test fährt der Proband mit einem Stift vom Ausgangspunkt (Mittelpunkt) beginnend zum Zielpunkt (s. Abb. 1). Dabei soll der Proband möglichst ohne Übertritte die Spirale nachzeichnen. Der Tremor-Spiral-Test wurde in der vorliegenden Arbeit nur mit der Schreibhand durchgeführt, da manche Parkinson-Patienten durch ihr Krankheitsstadium moto-



Abb. 2: MOTomed® vivaz_Parkinson

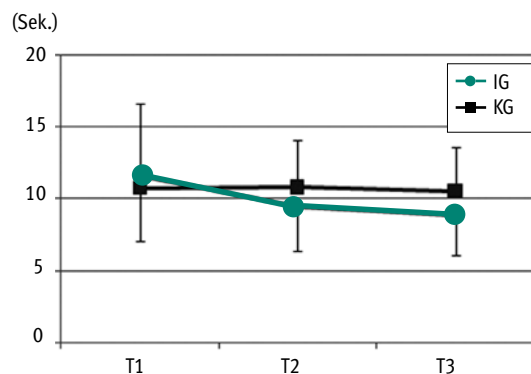


Abb. 3: Walking-Zeit

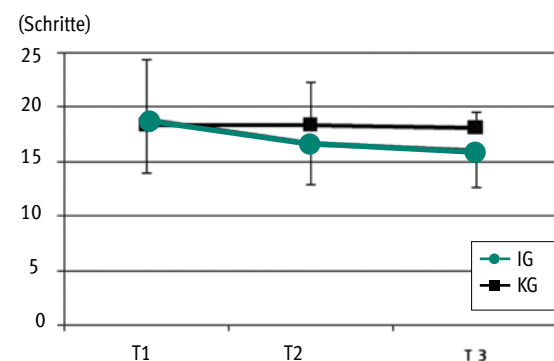


Abb. 4: Walking-Schritte

risch derart eingeschränkt sind, dass bei der motorisch weniger gut ausgebildeten Nicht-Schreibhand extreme Verzerrungen zu erwarten waren.

Der Testleiter misst die für die Testaufgabe benötigte Zeit (Sek.) und zählt die Anzahl der Übertritte. Die Tremor-Spirale überprüft Veränderungen bei der Linienführung.

Parkinson's Disease Questionnaire-8 (PDQ-8)

Der PDQ-8-Fragebogen ist eine abgeleitete Kurzform des PDQ-39 und wurde von Jenkinson et al. entwickelt [16]. Er gilt als verlässliches Maß für den allgemeinen Gesundheitszustand bei der Parkinson-Krankheit [17]. Mit dem PDQ-8 werden Veränderungen hinsichtlich des Gesundheitszustands und der krankheitsbedingten Probleme innerhalb des Studienzeitraumes überprüft. Der PDQ-8 besteht aus acht Fragen. Jede Frage soll durch ein Kreuz in einem Kästchen der fünf Antwortkategorien (nie, gelegentlich, manchmal, oft, immer) beantwortet werden (z. B. »Fühlten Sie sich innerhalb des letzten Monats in der Öffentlichkeit wegen Ihrer Parkinson-Krankheit verlegen?«).

Intervention

Nach Randomisierung der beiden Studiengruppen (Interventions- und Kontrollgruppe) wurde den Probanden der Interventionsgruppe für den Zeitraum von zehn Wochen ein MOTomed® vivaz_Parkinson-Bewegungstherapiegerät der Firma RECK zur Verfügung gestellt. Das MOTomed® ist als eine Art modifiziertes Fahrradergometer mit Motorantrieb zu verstehen, mit dem selbst nicht gehfähige oder stark behinderte Patienten vom Rollstuhl oder Stuhl aus repetitive Bewegungen der Beine ausführen können [18].

Das vorgegebene, über eine individualisierte Chipkarte gesteuerte Trainingsprogramm bestand aus einer fünfminütigen Warm-Up-Phase, in der die Geschwindigkeit sukzessive von 30 auf max. 90 Umdrehungen/Minute ansteigt. Wurde bei der Einweisung festgestellt, dass der Proband die maximale Geschwindigkeit nicht toleriert, wurde diese entsprechend reduziert.

Anschließend erfolgte bei 90 Umdrehungen/Minute die 30 Minuten dauernde Hauptphase des Trainings (Phase 4). In dieser Phase des Trainings konnten bzw. sollten die Studienteilnehmer selbstständig aktiv treten oder sich vom Motor bewegen lassen (FE). Abschließend erfolgte eine Cool-Down-Phase von fünf Minuten (Phase 5–7). Dabei wurde die Geschwindigkeit wieder stufenweise langsam zurückgeführt.

Die Daten der Trainingseinheiten (z. B. Dauer, Geschwindigkeit, Aktiv-/Passiv-Anteil) wurden automatisch auf einer integrierten Chipkarte abgespeichert. Von einem geschulten Testteam, bestehend aus Sportwissenschaftlern, wurden die Testungen (T1–T3) jeweils in der Privatwohnung der Probanden durchgeführt.

Die Kontrollgruppe behielt über den gesamten Studienzeitraum lediglich ihre Standardtherapie bei.

Statistik

Die Daten der Untersuchung wurden mit dem Statistikprogramm SPSS Version 19 ausgewertet. Zuerst erfolgte eine Analyse auf Normalverteilung mittels Kolmogorow-Smirnow-Test für alle Variablen und beide Gruppen (Interventions-/Kontrollgruppe). Soweit nicht weiter

angegeben, sind die Variablen innerhalb der beiden Gruppen normalverteilt. Zur Überprüfung der Effekte der MOTomed®-Intervention wurde für alle erhobenen Parameter eine Varianzanalyse mit Messwiederholung gerechnet (drei Messzeitpunkte, zwei Gruppen (IG/KG)).

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Studie werden gegliedert in den Dimensionen des TMT dargestellt. Außerdem werden die Ergebnisse des Tremor-Tests und der Befindlichkeit (PDQ-8) berichtet. Relevant für die Beurteilung des Interventionseffekts ist jeweils die varianzanalytisch berechnete Interaktion Zeit ($T_1 - T_2 - T_3$)*Gruppe (IG/KG).

Gangssicherheit

Durch die MOTomed®-Intervention zeigten sich bei der Walking-Zeit ($F = 13,31$; $p = 0,00$; $p.Eta^2 = 0,241$) und den Walking-Schritten ($F = 6,44$; $p = 0,00$; $p.Eta^2 = 0,133$) signifikante Interaktionen zwischen dem Leistungsverlauf und der Gruppe. In diesen Items werden die Interventionswirkungen besonders durch die bedeutsamen Veränderungen in den ersten fünf Wochen sichtbar ($T_1 - T_2$) (vgl. Abb. 3 und 4 sowie Tab. 3 und 4). Während die IG hinsichtlich der Walking-Zeit zu T_1 eine um 7,7% ($T = 0,63$; $p = 0,53$; $df = 42$) schlechtere Leistung aufweist sind die Leistungen bereits zu T_2 um 12,8% ($T = 1,42$; $p = 0,16$; $df = 42$) besser als die der KG (Referenz: KG). Zu T_3 zeigt sich bereits ein Leistungsunterschied von 21% ($T = 1,95$; $p = 0,06$; $df = 42$) zu Gunsten der IG. Die Verbesserung von 3,24 Sek. für die Interventionsgruppe von T_1 nach T_3 kann als praktisch bedeutsam angesehen werden. Die kritische Messwertdifferenz für den Gehstest (Reliabilität 0,9) beträgt 1,7 Sek.

Hinsichtlich der Walking-Schritte ergeben sich ähnliche Ergebnisse (vgl. Abb. 4 und Tab. 4). Während die IG zu T_1 eine um 2,3% ($T = 0,28$; $p = 0,78$; $df = 42$) schlechtere Leistung aufweist, verbessert sich diese Gruppe über den Studienzeitraum bis T_3 auf eine Leistungsdifferenz von 11,4% ($T = 2,00$; $p = 0,05$; $df = 42$) zu ihren Gunsten. Die Schrittdifferenz bei der Interventionsgruppe von T_1 nach T_3 beträgt 2,76 Schritte. Auch diese Verbesserung kann als praktisch bedeutsam angesehen werden (kritische Differenz 2,1 Schritte).

Pronation und Supination, rechte und linke Hand

Bei der Pronation und Supination der rechten Hand zeigen sich ebenfalls signifikante Interaktionen ($F = 3,76$; $p = 0,03$; $p.Eta^2 = 0,082$). Zu T_1 zeigt die IG eine um 8,6% ($T = 0,91$; $p = 0,37$; $df = 42$) schlechtere Leistung in Form von absolvierten Armdrehungen. Zu T_2 eine um 10,5% ($T = 1,28$; $p = 0,21$; $df = 42$) und zu T_3 eine um 3,8% ($T = 0,44$; $p = 0,66$; $df = 42$) bessere Leistung. Bei der Pronation und Supination der linken Hand wird die Interaktion nur tendenziell signifikant ($F = 2,60$; $p = 0,084$; $p.Eta^2 = 0,058$). Hier zeigt die IG zu T_1 eine um 3,8% ($T = 0,47$; $p = 0,64$; $df = 42$) schlechtere Leistung. Zu T_2

Walking-Zeit	Interventionsgruppe (N = 21)	Kontrollgruppe (N = 23)	Gesamt (N = 44)	Diff. zu KG	
T1	MW	11,57	10,74	11,14	7,7%
	SD	± 5,05	± 3,67	± 4,35	
T2	MW	9,39	10,77	10,11	-12,8%
	SD	± 3,08	± 3,32	± 2,25	
T3	MW	8,33	10,55	9,73	-21,0%
	SD	± 2,75	± 3,09	± 3,03	

Tab. 3: Mittelwerte, Standardabweichungen und Stichprobengröße (N) der Walking-Zeit getrennt nach IG, KG und Gesamt von T_1 bis T_3

Walking-Schritte	Interventionsgruppe (N = 21)	Kontrollgruppe (N = 23)	Gesamt (N = 44)	Diff. zu KG	
T1	MW	18,86	18,43	18,64	2,3%
	SD	± 5,55	± 4,41	± 4,93	
T2	MW	16,71	18,39	17,59	-9,9%
	SD	± 3,78	± 3,98	± 3,94	
T3	MW	16,10	18,17	17,18	-11,4%
	SD	± 3,38	± 3,51	± 3,57	

Tab. 4: Mittelwerte, Standardabweichungen und Stichprobengröße (N) der Walking-Schritte getrennt nach IG, KG und Gesamt von T_1 bis T_3

und T_3 eine um 6,6 ($T = 0,94$; $p = 0,35$; $df = 42$) bzw. 12,0% ($T = 1,36$; $p = 0,18$; $df = 42$) bessere Leistung. Diese Differenz zu T_3 entspricht in etwa zwei Armdrehungen.

Koordination und Beweglichkeit

Bei den Testitems »Klotzdrehen« mit der linken und der rechten Hand ergaben sich ebenso wie bei der Überprüfung der Auge-Hand-Koordination keine signifikanten Interaktionen. Die zeitlichen Verläufe der IG und KG unterscheiden sich nicht. Auch beim Testitem »Writing« ergaben sich keine signifikanten Verbesserungen der IG gegenüber der KG.

Tremor-Spiral-Test

Weder über den gesamten Studienzeitraum noch in den einzelnen Zeitintervallen konnten signifikante Veränderungen beim Tremor-Spiral-Test festgestellt werden. Ebenso konnten hinsichtlich der Fehlerzahl ($F = 0,41$; $p = 0,63$; $p.Eta^2 = 0,010$) und hinsichtlich der Zeit ($F = 0,37$; $p = 0,59$; $p.Eta^2 = 0,009$) keine signifikanten Interaktionen ermittelt werden.

Befindlichkeit (PDQ-8)

Beim PDQ-8 ließen sich tendenziell signifikante Interaktionen beim »Anziehen«, ($F = 2,60$; $p = 0,09$; $p.Eta^2 = 0,058$) und in den »Depressionen« ($F = 2,92$; $p = 0,06$; $p.Eta^2 = 0,065$) erkennen. Keine signifikant unterschiedliche Gruppenverläufe zeigten sich hinsichtlich

des »in der Öffentlichkeit Bewegungen« ($F=0,60$; $p=0,55$; $p.Eta^2=0,014$), der »persönlichen Kontakte« ($F=2,23$; $p=0,12$; $p.Eta^2=0,050$), der »Konzentration« ($F=0,76$; $p=0,46$; $p.Eta^2=0,018$), der »Kommunikation« ($F=0,42$; $p=0,65$; $p.Eta^2=0,010$), den »Muskelverspannungen« ($F=2,32$; $p=0,11$; $p.Eta^2=0,052$) und der »Verlegenheit« ($F=0,77$; $p=0,45$; $p.Eta^2=0,018$).

Diskussion

In der Pilotstudie von Ridgel et al. wurden erstmals positive Wirkungen eines hochfrequenten assistiven fahrradähnlichen Bewegungstrainings (FE) bei Parkinson-Patienten festgestellt [26].

In der vorliegenden Untersuchung zeigten sich ebenfalls, sowohl beim Testbereich zur Grobmotorik (Walking-Items) als auch bei der Diadochokinese-Messung (Item Diadochokin), signifikant positive Veränderungen durch das forcierte Bewegungstraining. Zudem zeigten sich hier signifikante Interaktionen zwischen Zeit und Gruppe zu Gunsten der Interventionsgruppe, was auf einen möglichen Erfolg der Intervention schließen lässt. Die Diadochokinese-Messung wird häufig in der Parkinson-Diagnostik eingesetzt und ist ein Indikator zerebellärer Störungen (z. B. verminderter Feinmotorik) sowie des Schweregrades der Erkrankung [13, 15]. Eine verbesserte Diadochokinese legt daher eine positive Beeinflussung zentralmotorischer Steuerungsprozesse nahe, die zu einer besseren Bewegungskoordination bzw. Handmotorik führt. Dieser Effekt wurde auch schon von Ridgel et al. [26] beobachtet und bekräftigt die Annahme einer zentralen Wirksamkeit der forcierten Bewegungen, was allerdings in zukünftigen Untersuchungen noch genauer betrachtet werden sollte. Vermehrte Pronations- und Supinationsbewegungen (Item: Diadochokin_r) führen bei den Erkrankten zu Erleichterungen bei alltäglichen motorischen Tätigkeiten (Zähneputzen, Knöpfe öffnen/schließen, Rasieren etc.). Kleinere (nicht signifikante) Fortschritte in der Feinmotorik zeigen sich außerdem durch leichte Veränderungen bei der Geschicklichkeit mit der linken Hand, was sich u. a. in verbesserten Greifbewegungen äußert. Hierbei ist hervorzuheben, dass die genannten Verbesserungen der Hand-/Armmotorik festgestellt werden konnten, obwohl das Trainingsprogramm nur mit den unteren Extremitäten absolviert wurde. Durch die geringere Zeitdauer (Item: Walking-Zeit) und Schrittzahl (Item: Walking-Schritte) beim 15m-Walking-Test kann auf eine verbesserte Gangsicherheit geschlossen und somit von einer Sturzprävention gesprochen werden. Zusammenfassend lassen sich durch die TMT-Batterie sowohl schnell einsetzende Wirkungen ($T_1 - T_2$) als auch Verbesserungen über den gesamten Studienzeitraum ($T_1 - T_3$) im Bereich der Parkinson-typischen motorischen Dysfunktionen durch die Intervention feststellen. Dabei zeigen sich in den ersten fünf Wochen ($T_1 - T_2$) des Studienzeitraumes die Effekte des MOTomed®-Trainings am stärksten.

Die Ergebnisse des Tremor-Spiral-Tests zeigen keine signifikanten Veränderungen. Generell erweist sich der Spiraltest nicht als optimales Instrument zur Tremormessung. Daher sollten bei zukünftigen Untersuchungen wenn möglich objektive, elektronische Messinstrumente wie z. B. das »Kinesia Device« [1, 14] zum Einsatz kommen.

Der PDQ gilt als ein weiches Messkriterium, da er ausschließlich das subjektive Empfinden der Probanden erfasst. Bei der Beantwortung der Fragen richten sich die Antworten häufig stark nach der aktuellen Form (Tagesform) und weniger nach der Befindlichkeit über den kompletten Testzeitzwischenraum (z. B. zwischen T_1 und T_2). Der PDQ-8 zeigt vor allem leichte Verbesserungen beim Item »Anziehen«. Eine schnell einsetzende Wirkung der MOTomed®-Intervention zeigt sich beim Item »Depressionen«. Hier konnten signifikante Veränderungen zwischen den Messzeitpunkten T_1 und T_2 erzielt, diese aber über den weiteren Studienzeitraum nicht aufrecht erhalten werden. Dennoch lässt sich deskriptiv betrachtet ein positiver Verlauf erkennen, was eine antidepressive, das allgemeine Wohlbefinden verbessernde Wirkung des Bewegungstrainings nahelegt, wie sie auch schon in anderen Untersuchungen festgestellt wurde [3, 7].

Als limitierende Faktoren für die Aussagekraft der Testergebnisse sind vor allem die Schwankungen in der individuellen Tagesform und die starke Heterogenität des Probandenkollektivs zu nennen. Die Symptomschwankungen sind häufig sowohl medikamenten- (Wirkungsdauer, Fluktuationen, Wearing-off) als auch tagesformabhängig. Diese Leistungsschwankungen werden teilweise in großen Standardabweichungen bei den einzelnen Testitems sichtbar. Um diese Verzerrungen möglichst gering zu halten, wurden die Tests mit den Probanden (wenn möglich) stets zur gleichen Uhrzeit abgehalten. Dennoch musste auf die pünktliche und korrekte Medikamenteneinnahme der Probanden vertraut werden. Auch kann über eine langfristige Nachhaltigkeit der Interventionsmaßnahme hier keine Aussage getroffen werden. Diese gilt es in weiteren Untersuchungen zu überprüfen. In der vorliegenden Studie konnten Effekte der forcierten passiven Bewegungen (FE) für die Interventionsgruppe nachgewiesen werden. Jedoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass möglicherweise andere Trainingsmethoden zu ähnlichen Verbesserungen führen können.

Weiter wurden für die vorliegende Studie Patienten im Krankheitsstadium 2–4 nach Hoehn & Yahr ausgewählt. Diese Spanne erwies sich als etwas zu groß, da die Leistungsunterschiede durch die stark heterogene Symptomatik der Patienten relativ deutlich waren. In zukünftigen Untersuchungen sollte daher darauf geachtet werden, dass bei der Probandenauswahl die Spanne der Krankheitsstadien nach der Hoehn & Yahr-Skalierung nicht zu groß ist.

Schlussfolgerung

Das Hauptziel der Studie war die Überprüfung der Auswirkungen eines solchen FE-Trainings bei Parkinson-Erkrankten in den Krankheitsstadien 2–4 nach Hoehn & Yahr. Über den Studienzeitraum von zehn Wochen nahmen 44 Probanden im Alter von durchschnittlich $68,5 \pm 6,8$ Jahren an der Untersuchung teil. Mittels computergestützter Randomisierung wurden 21 Probanden der Interventionsgruppe zugeordnet, die zusätzlich zu ihrer Standardtherapie eine MOTomed®-Bewegungstherapie erhielten. Die Interventionsgruppe absolvierte täglich ein 40-minütiges FE-Trainingsprogramm mit dem MOTomed® viva2_Parkinson. An drei Messzeitpunkten wurden die beschriebenen Tests zur Überprüfung der Intervention durchgeführt.

Die durchgeführte Interventionsstudie zeigte signifikant positive Verbesserungen der Grobmotorik (Walking) sowie der Hand-/Feinmotorik (Diadochokinese) von Parkinson-Patienten durch ein zehnwöchiges FE-Bewegungstraining mittels eines motorbetriebenen Bewegungstherapiegerätes (MOTomed® viva2_Parkinson). Weitere Items zur Feinmotorik lassen ebenfalls tendenzielle Verbesserungen erkennen, die aber nicht signifikant werden. Diese Verbesserung der Motorik in den oberen Extremitäten durch ein Training der unteren Extremitäten bekräftigt die Hypothese einer Beeinflussung zentralmotorischer Steuerungsprozesse von FE, die Ridgel und Kollegen bereits in ihrer Pilotstudie formuliert haben [26].

Desweiteren wird das FE-Training von den Patienten gut angenommen, was nicht nur die gewonnenen Ergebnisse, sondern auch die problemlose selbstständige Durchführung der Trainingseinheiten sowie zahlreiche positive Rückmeldungen der Probanden bezüglich MOTomed®-Wirkung und -handhabung belegen. Daher kann die Integration eines FE-Bewegungstrainingsprogramms in das Therapiekonzept von Parkinson-Patienten als sinnvolle und vom Patienten eigenverantwortlich durchführbare Therapieergänzung empfohlen werden.

Zukünftige Studien sollten versuchen, den Effekt der zentralen Wirksamkeit genauer zu untersuchen sowie unterschiedliche Trainingszeitpunkte, -intensitäten, -umfänge, und -häufigkeiten vergleichen, um den Patienten differenziertere Trainingsempfehlungen aussprechen zu können.

Literatur

- Aguilar LG, Giuffrida JP, Heldman DA, Jankovic J. Correlation Between Clinical Rating of Parkinsonian and Essential Tremor and Quantitative Assessments. Poster presentation at the 2008 12th International Congress of Parkinson's Disease and Movement Disorders.
- Bentele K. Ethische Aspekte der regenerativen Medizin am Beispiel von Morbus Parkinson. Band 4. Mensch-Ethik-Wissenschaft. LIT Verlag, Berlin 2007.
- Blumenthal JA, Babyak MA, Moore KA, Craighead WE et al. Effects of Exercise Training on Older Patients With Major Depression Archives of Internal Medicine 1999; 159: 2349-2356.
- Ceballos-Baumann AO. Idiopathisches Parkinson-Syndrom (IPS). In: Berlit P (Hrsg). Klinische Neurologie. 2., Aufl., Springer, Heidelberg 2006, 852-871.
- Cummings JL. Understanding Parkinson's disease. J Am Med Assoc 1999; 281 (4): 376-378.
- Diener H-C, Putzki N. Leitlinien für die Diagnostik und Therapie in der Neurologie. 4., überarb. Aufl., Georg Thieme, Stuttgart 2008.
- Dunn AL, Trivedi MH, Kampert JB, Clark CG et al. Exercise Treatment for Depression Efficacy and Dose Response. Am J Prev Med 2005; 28 (1): 1-8.
- Eggert KM, Oertel WH, Reichmann H, Arnold G et al. Leitlinie Parkinson-Syndrome. Diagnostik und Therapie. 4., überarb. und erw. Aufl., Georg Thieme, Stuttgart 2008.
- Farley BG, Koshland GF. Training BIG to move faster: the application of the speed-amplitude relation as a rehabilitation strategy for people with Parkinson's disease. Exp Brain Res 2005 Dec; 167 (3): 462-467.
- Fuchs G. Die Parkinsonsche Krankheit. Ursachen und Behandlungsformen. C.H. Beck, München 2002.
- Haaxma CA, Bloem BR, Borm GF, Horstink MW. Comparison of a Timed Motor Test Battery to the Unified Parkinson's Disease Rating Scale-III in Parkinson's Disease. Mov Disord 2008; 23 (12): 1707-1717.
- Hackney EM, Earhart GM. Effects of dance on movement control in Parkinson's disease: a comparison of Argentine tango and American ballroom. J Rehabil Med 2009; 41 (6): 475-481.
- Harati A. Feinmotoriktestung bei Morbus Parkinson. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin einer Hohen Medizinischen Fakultät der Ruhr-Universität Bochum 2004.
- Heldman DA, Riley DE, Maddux BN, Giuffrida JP. Comparison of Kinesia to the Unified Parkinson's Disease Rating Scale: Tremor and Bradykinesia Results. Presented at the 2008 American Academy of Neurology Annual Meeting.
- Janz M. Quantitative Erfassung der Diadochokinese bei Morbus Parkinson und Chorea Huntington. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin einer Hohen Medizinischen Fakultät der Ruhr-Universität Bochum 2004.
- Jenkinson C, Fitzpatrick R, Peto V, Greenhall R et al. The PDQ-8: Development and validation of a shortform Parkinson's disease questionnaire. Psychology and Health 1997; 12: 805-814.
- Jenkinson C, Heffernan C, Doll H, Fitzpatrick R. The Parkinson's Disease Questionnaire (PDQ-39): evidence for a method of imputing missing data. Age Ageing 2006; 35 (5): 497-502.
- Kamps A, Schüle K. Zyklisches Bewegungstraining der unteren Extremitäten in der Schlaganfallrehabilitation. Neurol Rehabil 2005; 11 (5): 259-269.
- Kraus PH. Wenn durch Parkinson die Hände zittern. Graphimetrie bestimmt das Ausmaß des Tremors. Mediziner der Ruhr-Universität entwickeln neue Messmethode. Presseinfo 387, Bochum 16.12.2004. Zugriff am 05.10.2011 unter <http://www.pm.ruhr-uni-bochum.de/pm2004/msg00387.htm>.
- Lee KS, Lee WH, Hwang S. Modified constraint-induced movement therapy improves fine and gross motor performance of the upper limb in Parkinson disease. Am J Phys Med Rehabil. 2011 May; 90 (5): 380-386.
- Löschmann PA, Schulz JB. Degenerative Erkrankungen der Basalganglien. In: Herdegen T, Töle TR, Bähr M (Hrsg). Klinische Neurobiologie. Molekulare Pathogenese und Therapie von neurobiologischen Erkrankungen. Spektrum, Heidelberg 1997, 245-280.
- Ludwig E, Annecke R. Der große Trias-Ratgeber Parkinson-Krankheit. 2., überarb. Aufl., Trias, Stuttgart 2007.
- Mutch WJ, Strudwick A, Roy SK, Downie AW. Parkinson Disease: Disability, review, and management. Br Med J 1986; 13 (293): 675-677.

24. Nebel A, Deuschl G. Dysarthrie und Dysphagie bei Morbus Parkinson. Georg Thieme, Stuttgart 2008.
25. Reuter I, Engelhardt M, Stecker K, Baas H. Therapeutic value of exercise training in Parkinson's disease. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31 (11): 1544-1549.
26. Ridgel AL, Vitek JL, Alberts JL. Forced, not voluntary, exercise improves motor function in Parkinson's Disease patients. *Neurorehabil Neural Repair* 2009; 23 (6): 600-608.
27. Thümler R. Die Parkinsonkrankheit. Mehr wissen mehr verstehen. 3., vollst. akt. Aufl., Trias, Stuttgart 2006.
28. Wooten GF, Currie LJ, Bovbjerg VE, Lee JK et al. Are men at greater risk for Parkinson's disease than women? *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004; 75 (4): 637-639.
29. Yang YR, Lee YY, Cheng SJ, Wang RY. Downhill walking training in individuals with Parkinson's disease: a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2010 Sep; 89 (9): 706-714.

Danksagung:

Die Untersuchung wurde mit technischer und logistischer Unterstützung der Firma Reck durchgeführt. Wir bedanken uns insbesondere bei T. Kaiser, M. Schulte-Escorsin und W. Diehl.

Interessenvermerk:

Es besteht kein Interessenkonflikt.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Klaus Bös
 Institut für Sport und Sportwissenschaft
 Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
 Engler-Bunte-Ring 15
 76131 Karlsruhe
 E-Mail: Boes@kit.edu

Michael Laupheimer
 Sportwissenschaftler M.A.
 E-Mail: Michael.Laupheimer@gmx.de



SHG - SCS - SSS

Schweizerische Hirn Schlaggesellschaft - neurovasc.ch
 Société Cérébrovasculaire Suisse - neurovasc.ch
 Società Cerebrovascolare Svizzera - neurovasc.ch
 Swiss Stroke Society - neurovasc.ch

16. *Jahrestagung - Réunion annuelle
 Schweizerische Hirn Schlaggesellschaft SHG
 Société Cérébrovasculaire Suisse SCS
 09.02.2012
 Stadtpital Triemli, Zürich*

*Swiss Stroke Trialists' Meeting
 10.02.2012
 Stadtpital Triemli, Zürich
 www.imk.ch/shg2012*