

# Physiotherapie bei Patienten mit idiopathischem Parkinson-Syndrom

M. Jöbges

*Brandenburg Klinik Bernau bei Berlin, SRH Fachhochschule für Gesundheit Gera*

## Zusammenfassung

Das idiopathische Parkinson-Syndrom betrifft multiple Strukturen des zentralen Nervensystems und führt zu einer Vielzahl klinischer Symptome, die nur zum Teil einer pharmakologischen Therapie zugänglich sind. Aus diesem Grund werden nicht-pharmakologische Ansätze dringend benötigt. Es gibt deutliche klinische Anhaltspunkte dafür, dass Patienten mit einem idiopathischen Parkinson-Syndrom von spezifischen übenden Verfahren profitieren. Posturale Instabilität, Gangstörungen und eine Minderung der Muskelkraft sind Parkinson Symptome, die typischerweise von Physiotherapeuten behandelt werden. Der Artikel beschreibt Parkinson-spezifische Verfahren, die diese Symptome positiv beeinflussen können.

**Schlüsselwörter:** idiopathisches Parkinson-Syndrom, Physiotherapie, posturale Stabilität, Gangstörung

## Physiotherapy in idiopathic Parkinson's Syndrome

M. Jöbges

### Abstract

The idiopathic Parkinson syndrome (IPS) affects multiple structures of the central nervous system and exhibits a broad variability of clinical symptoms that are only partially treatable by pharmacological treatment. Therefore, non-pharmacological approaches are highly warranted. There is clinical evidence that IPS benefits from specific rehabilitation programs. Postural instability, gait disorders and reduced muscle strength are IPS symptoms typically treated by physiotherapist. IPS specific therapeutic approaches targeting these symptoms were described.

**Key words:** idiopathic Parkinson syndrome, physiotherapy, postural stability, gait disorder

© Hippocampus Verlag 2008

## Einleitung

Das idiopathische Parkinson-Syndrom gilt als die häufigste Basalganglienerkrankung mit einer Degeneration der Neuronen, die in der Substantia nigra, pars compacta ihren Ursprung nehmend, die dopaminerge Innervation des Corpus striatum gewährleisten. Im Verlauf des Morbus Parkinson sind jedoch zahlreiche extranigrale Teilgebiete des motorischen Systems und zahlreiche Zentren des limbischen Systems einschließlich der vorgestellten übergeordneten Zentren des Neokortex, wie die entorhinale Region, die Hippokampusformation und der Kernkomplex der Amygdala, von degenerativen Vorgängen betroffen. Da zahlreiche nicht dopaminerge Nervenzellen in die progrediente Pathologie einbezogen sind, wird der Morbus Parkinson heute nicht mehr als eine isolierte Erkrankung dopaminerger Neuronen aufgefasst. Vor allem die schweren Zerstörungen im Bereich der Amygdala als Teil der lim-

bischen Schleife nehmen eine Schlüsselstellung für das Verständnis der parkinsontypischen Hirnschädigungen ein. Durch die weitgehende Zerstörung wichtiger limbischer Projektionen zur präfrontalen Hirnrinde entsteht klinisch das Bild einer Hypofrontalität mit dem Verlust der modulierenden, emotional geprägten Einflüsse auf die Motorik [3]. Insgesamt zeigt der Morbus Parkinson aufgrund der beschriebenen neuropathologischen Befunde eine deutliche Verwandtschaft zu anderen neurodegenerativen Multisystemerkrankungen.

Mit Einführung der anticholinergen Medikation und des L-Dopas verbesserte sich für die betroffenen Patienten sowohl die Lebensqualität als auch die Lebenserwartung [14]. Dabei führte vor allem die Behandlung mit L-Dopa zu einer deutlichen Verringerung der Mortalität [37].

Mit zunehmender Dauer der L-Dopa-Medikation ist aber mit einer nicht niedrigen Rate an unerwünschten Wirkungen, einer Abschwächung der Wirksamkeit und wei-

teren Therapiekomplicationen (Hyperkinesen etc.) zu rechnen [22]. Weiterhin werden die einzelnen Symptome pharmakologisch unterschiedlich gut beeinflusst, so dass z.B. Stürzen medikamentös nur wenig effektiv vorgebeugt werden kann [10, 23, 33].

Hely konnte zeigen, dass diese L-Dopa resistenten Symptome für Patienten in fortgeschrittenem Stadium sogar den stärksten Einfluss auf die Lebensqualität haben [13].

Berücksichtigt man diese Gesichtspunkte, so ist der potentielle Stellenwert übender Verfahren in der Differentialtherapie des idiopathischen Parkinson-Syndroms groß.

Die Wirksamkeit unterschiedlicher Übungsprogramme auf die Gesamtsymptomatik des idiopathischen Parkinson-Syndroms konnte von einigen Gruppen nachgewiesen werden. Die methodische Qualität dieser Studien differiert zwar erheblich, doch finden sich auch einige methodisch überzeugende Arbeiten, die zum Teil sogar durch den Einsatz »Parkinson-spezifischer« Techniken nachhaltige Ergebnisse verzeichnen konnten. Besonders hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang die Arbeiten von Comella, Dam, Trend und Wade [5, 6, 35,36]. Eine Übersicht über diese Studien findet sich bei Jöbges et al. [17].

Genau wie die medikamentöse Therapie sollte auch die übende Therapie individuell zugeschnitten sein. Die oben genannten Arbeiten können als Leitfaden dienen, sie sind jedoch nicht pauschal auf jeden Patienten anwendbar. Es empfiehlt sich, in einem ersten Schritt die Zielsymptome zu identifizieren und dann zu priorisieren. Jöbges schlägt hierzu eine Symptomhierarchie vor (Abb. 1). Die höchste

Priorität genießen vital bedrohliche bzw. potentiell bedrohliche Symptome, in der weiteren Folge sind die Symptome in ihrer Bedeutung für die Lebensqualität und nach ihrem Ansprechen auf übende Verfahren geordnet. Dies kann natürlich individuell stark variieren und bedarf einer ausführlichen Erörterung im Arzt-Therapeut-Patienten Kontakt [18].

Neben Physiotherapeuten können Logopäden, Ergotherapeuten und Neuropsychologen in die Behandlung eingebunden sein. Im Folgenden werden die klassischerweise durch Physiotherapeuten behandelten Symptome in den Fokus gerückt.

**Posturale Stabilität**

Die posturale Instabilität ist ein häufiges und schwerwiegendes Problem für Parkinson-Patienten. Bei bis zu 96% verschlechtern sich die posturalen Reflexe im Verlauf der Erkrankung [19]. Koller berichtete von einem großen Patientenkollektiv, in diesem stürzten 38% mindestens einmal, 13% davon mehr als einmal pro Woche, 13% erlitten Frakturen, 18% hatten deswegen Krankenhausaufenthalte und 3% mussten wegen ausgeprägter posturaler Instabilität einen Rollstuhl benutzen [21]. Viele Patienten berichteten von Angst vor Stürzen und dass Sie deshalb ihre Wohnung nicht mehr verließen, was wiederum zu einer Verstärkung der sozialen Isolation führte [19, 21]. Der Einfluss der dopaminergen Medikation auf die posturale Instabilität ist leider gering [2].

Führt die posturale Instabilität zu Stürzen und diese wiederum zu Frakturen, so ist die durchschnittliche Krankenhausverweildauer bei Parkinson-Patienten signifikant länger und die Entlassung erfolgt häufiger in ein Pflegeheim [15]. Dies ist vielleicht auch durch die bei Parkinson-Patienten häufig bestehende Osteoporose zu erklären. Eine japanische Arbeitsgruppe reduzierte die Häufigkeit von Schenkelhalsfrakturen bei Parkinson-Patienten durch den präventiven Einsatz von Risedronat und Vitamin D2 [31]. Posturale Instabilität, die zu Stürzen führt, kann während des Stehens oder während des Gehens auftreten. Die Ursachen für die häufig aus diesen posturalen Instabilitäten resultierenden Stürze sind unterschiedlich, darum wird zunächst die posturale Stabilität im Stand und dann die posturale Instabilität während des Gangs unter dem Abschnitt Gangstörungen besprochen.

Posturale Reaktionen im Stand können in korrektive und protektive unterteilt werden [30]. Korrektive Reaktionen erfolgen bei konstanter Unterstütsungsfläche, das heißt die Füße verlassen während der posturalen Reaktion den Boden nicht. Das Gleichgewicht wird durch Einsatz der Bein-, Rumpf- und Nackenmuskulatur gehalten (s. Abb. 2). Typisch für protektive Reaktionen ist hingegen eine Veränderung der Unterstütsungsfläche, zum Beispiel durch die Ausführung eines Ausfallschrittes. Beide Reaktionen sind bei Parkinson-Patienten defizitär.

Der Versuch einer Behandlung der korrekiven Reaktionen wurde z. B. von Yekutieli et al. unternommen. Leider liegen

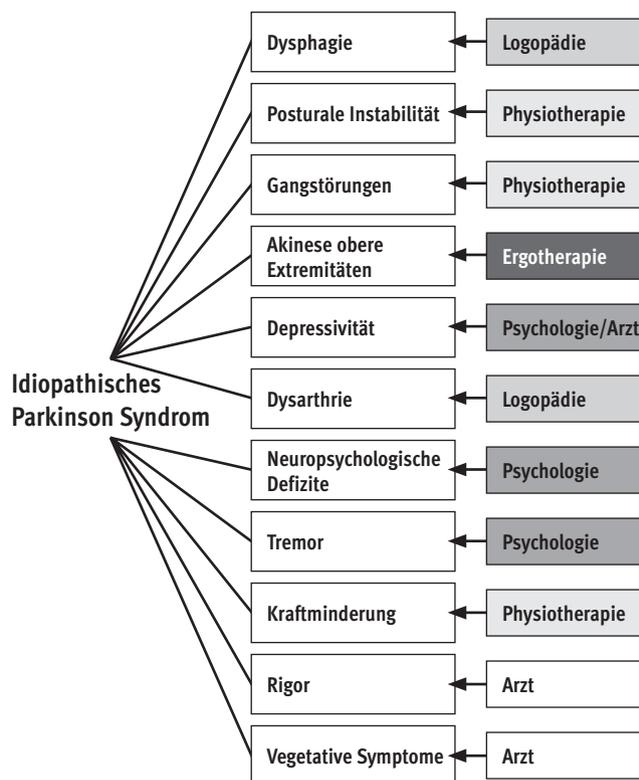


Abb. 1: Symptomhierarchisierung nach Jöbges [18]

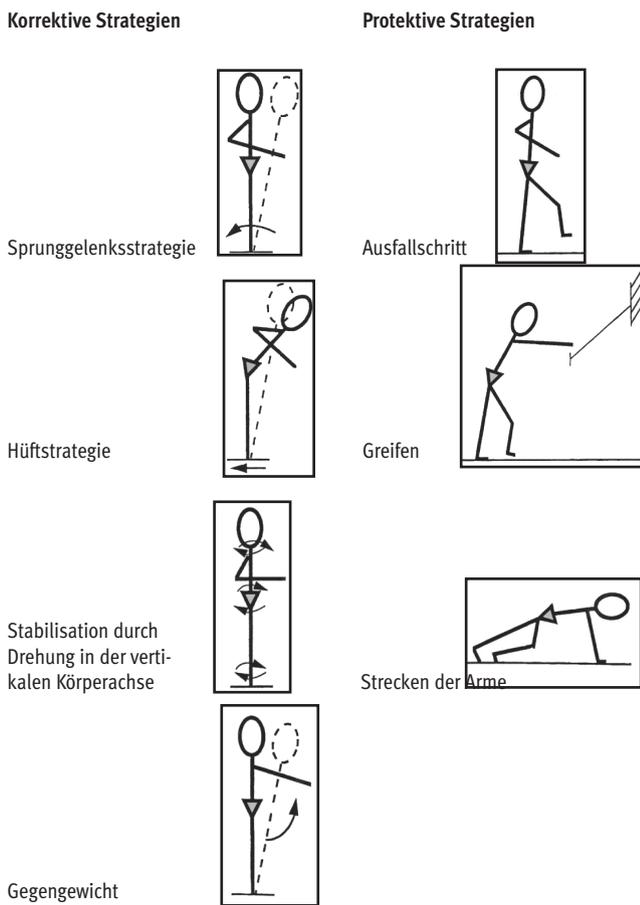


Abb. 2: Korrektive und protektive, posturale Strategien modifiziert nach [30]

hier keine Aussagen über deren Wirksamkeit vor, es wurde lediglich gezeigt, dass sich die Zeiten zur Ausführung bestimmter Bewegungen, die im alltäglichen Leben häufig wiederkehren, verkürzen ließen [38]. *Toole et al.* konnten hingegen einen positiven Effekt eines repetitiven Trainings der korrekativen Reaktionen mittels Posturographie nachweisen [34].

Ein Training der protektiven Reaktionen ist ebenfalls erfolgversprechend. So führte das repetitive Training eines Ausfallschrittes zu dessen Vergrößerung und rascherer Initiierung. Außerdem konnte das Gangbild günstig beeinflusst werden, was sich in einer Vergrößerung der Schrittlänge, Zunahme der Kadenz und Abnahme des »double support« (Phase im Schrittzyklus, in der beide Füße den Boden berühren) zeigte, ohne dass der Gang selbst trainiert wurde [16].

Einen ähnlichen Ansatz wählten *Protas et al.* und kombinierten das repetitive Training des Ausfallschrittes mit einem Gang- und Treppensteigtraining. Auch hier erzielten die so trainierten Patienten signifikant bessere Gang- und Gleichgewichtsparameter als die Patienten der Kontrollgruppe [29].

Neben diesen aktiven übenden Verfahren ist durch eine adäquate Patientenschulung ein erheblicher Zuwachs an posturaler Stabilität zu erwarten. Den Patienten muss hier-

bei der wichtige Grundsatz nahegebracht werden, dass jegliche äußere Ablenkung die posturale Stabilität erheblich beeinträchtigt [26].

### Gangstörungen

Stürze aus dem Gehen, Freezing und ein kleinschrittiges Gangbild sind die typischen Gangstörungen, die bei Patienten mit idiopathischem Parkinson-Syndrom auftreten.

Freezing selbst kann wiederum nicht selten einen Sturz auslösen, insbesondere wenn es aus dem Gang heraus und zum Beispiel bei der Annäherung an ein Ziel auftritt.

Freezing ist ein einzigartiges Symptom, welches nur bei Patienten mit Parkinson-Syndromen vorkommt. Freezing tritt während vorübergehender Episoden auf, die üblicherweise einige Sekunden dauern, und ist dafür verantwortlich, dass der Patient in dieser Zeit unfähig ist, eine Bewegung zu initiieren bzw. fortzusetzen. Freezing ist sehr variabel bezüglich Zeitpunkt und Dauer, es wird beeinflusst durch Aufmerksamkeit und sensiblen/sensorischen Input. Freezing des Ganges wird von vielen Patienten so beschrieben:

»Es ist ein Gefühl, als ob meine Füße am Boden festgeklebt wären.« Freezing des Ganges ist ein Mittellinien-Syndrom und betrifft in der Regel beide Beine. Es wird typischerweise ausgelöst, wenn der Patient sein normales, automatisches Gangmuster bzw. seine Ganggeschwindigkeit ändern muss. Dies tritt z. B. in Annäherung an ein Ziel auf (Türklinke etc.). Ein Beispiel hierfür ist auch das Auftreten von Freezing, wenn Richtungsänderungen notwendig werden, insbesondere wenn diese erheblich sind (z. B. 180° Wendung). Ein weiterer Auslöser ist die Notwendigkeit, auf »Stressoren« reagieren zu müssen, z. B. das Klingeln des Telefons oder der Türglocke. Das pathophysiologische Korrelat von Freezing scheint in der Unfähigkeit darin zu bestehen, ein vorprogrammiertes, komplexes Motorprogramm aufrechtzuerhalten bzw. zu initiieren [4], dies wird auch als Versagen des »internal cueing« beschrieben.

*Nieuwboer et al.* konnten dies für das Freezing aus dem Gehen heraus bestätigen. Sie untersuchten die Schrittlänge der Schritte, die dem Freezing vorausgehen, und fanden in den drei Schritten vor der jeweiligen Freezingepisode eine stabile Kadenz, aber eine verkürzte Schrittlänge [27].

Ausgehend von dieser pathophysiologischen Hypothese, dass Freezing durch ein gestörtes »internal cueing« ausgelöst wird, soll ein »external cueing« (d. h. externe Hinweisreize) das Defizit des internalen Cueings kupieren. Wie aus den Arbeiten von *Thaut* und Mitarbeitern bekannt ist, kann dieses externe Cueing z. B. durch den Einsatz eines Metronoms erfolgen [33].

Generell können Maßnahmen, die Freezing reduzieren, auch der Sturzprophylaxe dienen.

Das kleinschrittige, gebundene Gangbild mit einem erheblich verlängerten »double support« ist eine der typischen Manifestationen des Morbus Parkinson. In der täglichen Praxis werden immer wieder »Schwungübungen« und ein lautes Kommando bzw. Zählen zur Vergrößerung der Schrittlänge empfohlen. Das therapeutische Prinzip dieses

Verfahrens besteht in der bewussten Aufmerksamkeitslenkung auf den Gang und in einer Rhythmisierung. Zusätzlich zu diesen durch den Patienten selbst generierten Signalen können externe akustische und optische Hinweisreize sehr hilfreich sein. *Thaut* und Mitarbeiter konnten z.B. den positiven Einfluss eines Metronoms zeigen, welches 10% schneller als die Schrittfrequenz bei normalem Gehen eingestellt war [33].

Zahlreiche Autoren verweisen auf den großen Nutzen visueller Hinweisreize. So kann in der Therapie, z. B. durch auf den Boden aufgeklebte Leuchtstreifen, eine Verbesserung des Gangbildes erzielt werden [25]. *Nieuwboer* et al. wiesen die Wirksamkeit dieser Behandlungsstrategie im klinischen Alltag in einer für Rehabilitationsbedingungen großen Studie mit 153 Patienten nach [28].

Diese visuellen Hinweisreize setzen die Vergrößerung der Bewegungsamplituden als therapeutisches Prinzip ein. Eine amerikanische Arbeitsgruppe konnte jüngst zeigen, dass durch die Fokussierung auf dieses therapeutische Prinzip »Vergrößerung der Bewegungsamplitude« nicht nur dieser Effekt zu verzeichnen war, sondern auch eine Zunahme der Geschwindigkeit der Bewegungen erreicht werden konnte [9].

Eine weitere therapeutische Methode stellt das Laufbandtraining dar. Hierbei sollte auf eine partielle Gewichtsabnahme geachtet werden (bis zu 30%), die Ganggeschwindigkeit sollte zwischen 0,5 und 3 km/h betragen [24].

### Kraftminderung

Die bereits 1817 von *James Parkinson* aufgestellte Vermutung, dass Parkinson-Patienten auch unter einer Verminderung der Muskelkraft leiden, konnte 1986 von *Koller* und *Kase* bestätigt werden [20].

Mit einem Krafttraining im engeren Sinne befassen sich einige Arbeiten. *Toole* und Mitarbeiter führten z. B. ein zehnwöchiges Krafttraining (aber auch Gleichgewichtstraining) hauptsächlich der unteren Extremitäten durch. Im Ergebnis zeigt sich gegenüber einer nicht trainierenden Kontrollgruppe eine signifikante Kraftzunahme [34].

Diese Ergebnisse konnten durch die Arbeitsgruppe von *Dibble* bestätigt werden, die ein exzentrisches Ergometertraining mit hoher Belastung durchführten und einen signifikanten isometrischen Kraftzuwachs ohne Anstieg der Kreatinkinase in der Trainingsphase fanden [7].

*Hass* und Mitarbeiter konnten diesen positiven Effekt eines Krafttrainings auch für die obere Extremität nachweisen. Zusätzlich applizierten sie einer Verum-Gruppe Kreatin und konnten für diese Gruppe im Vergleich zur Placebo-Gruppe nochmals eine signifikante Verbesserung der Muskelkraft zeigen [12].

Parkinson-Patienten leiden bereits in frühen Krankheitsstadien unter einer Kraftminderung, diese kann durch intensives Krafttraining angegangen werden.

### Innovative Therapiekonzepte

Der Einsatz der Cueing-Techniken, des repetitiven Trainings eines Ausfallschritts und des Krafttrainings scheint allgemein verbreitet zu sein. Eine neuere nachgewiesene wirksame therapeutische Strategie, die auf die Vergrößerung der Bewegungsamplitude abzielt, ist zumindest in den USA schon bekannt. Einige weitere innovative Verfahren konnten ihre Wirksamkeit in Pilotstudien schon zeigen, hierbei handelt es sich z. B. um die Integration von Bewegungsvorstellung (»motor imagery«) [32], den Einsatz »stimulierender Musik« [1] oder die »Tangothérapie« [11]. Inwieweit diese ihre Wirksamkeit auch bei größeren Patientenkollektiven unter Beweis stellen können, bleibt abzuwarten.

### Diskussion

Auch wenn einige Cochrane Reviews bezüglich des Einsatzes übender Verfahren bei Patienten mit einem idiopathischen Parkinson-Syndrom zu der Einschätzung kommen, dass die derzeitige Datenlage noch keine sichere Stellungnahme zur Effizienz des Einsatzes erlaubt, liegen doch zahlreiche Untersuchungen vor, die sowohl Therapieprogramme und deren Einfluss auf die Gesamtsymptomatik untersuchen als auch spezifische Techniken einsetzen, um spezifische Zielsymptome zu bessern [17, 18].

Betrachtet man die Datenlage zunächst für die klassischerweise physiotherapeutisch behandelten Symptome, so sind nicht wenige Studien zur Behandlung der Gangstörungen und zum Einsatz des Krafttrainings publiziert. Die Therapie der posturalen Instabilität ist noch nicht so umfassend untersucht.

Eine wichtige Frage, die im Zusammenhang mit übenden Verfahren immer wieder gestellt wird, ist die nach der Nachhaltigkeit des therapeutischen Effektes. Der Schlüssel zur Erzielung solcher nachhaltigen Effekte liegt im Einsatz Parkinson-spezifischer Techniken bzw. in der Vermittlung derselben. Dies konnte *Dam* zum Beispiel für den Einsatz von Cueing-Techniken nachweisen [6]. Zum andere scheint ebenfalls eine auf den Prinzipien des motorischen Lernens aufgebaute Therapie nachhaltige Effekte zu haben, wie dies z. B. *Jöbges* mit dem repetitiven Training eines Ausfallschrittes abbilden konnte [16].

Der Einsatz übender Verfahren sollte sich nicht auf physiotherapeutische Maßnahmen beschränken, vielmehr erscheint auch die Einbindung von Logopäden, Ergotherapeuten und Neuropsychologen sinnvoll. Besonders der Logopädie in der Therapie dysphagischer und dyarthrischer Störungen kommt eine besondere Bedeutung zu, ist doch die häufigste Todesursache für Parkinson-Patienten die Aspirationspneumonie [8].

Zusammenfassend kann man sagen, dass in den letzten 10 bis 15 Jahren viele neue Therapieansätze untersucht und viele bekannte Therapieansätze evaluiert werden konnten. Übende Verfahren sollten einen festen Platz im therapeutischen Gesamtkonzept des idiopathischen Parkinson-

Syndroms haben, zumal sie die einzigen Verfahren sind, die nicht medikamentös oder operativ sensible Symptome bessern und so gleichzeitig die Lebensqualität positiv beeinflussen können. Es wäre deshalb der Bedeutung der übenden Verfahren angemessen, wenn die positiven Ergebnisse der o. g. Untersuchungen in den nächsten Jahren mit größeren Patientenkollektiven repliziert werden könnten.

## Literatur

- Bernatzky G, Bernatzky P, Hesse H-P, Staffen W, Ladurner G: Stimulating music increases motor coordination in patients afflicted with Morbus Parkinson. *Neurosci Lett* 2004; 36: 4-8
- Bloem BR, Beckley DJ, van Dijk G, Zwiderman AH, Remler MP, Roos RAC: Influence of dopaminergic medication on automatic postural responses and balance impairment in Parkinson's disease. *Move Disord* 1996; 11: 509-521
- Braak H, Rüb U, Braak E: Neuroanatomie des Morbus Parkinson. *Nervenarzt* 2000; 71: 459-469
- Brotchie P, Ianssek R, Horne MK: Motor function of the monkey globus pallidus. 2. Cognitive aspects of movement and physis neuronal activity. *Brain* 1991; 114: 1685-1702
- Comella CL, Stebbins GT, Brown-Toms N, Goetz CG: Physical therapy and Parkinson's disease: A controlled clinical trial. *Neurology* 1994; 44: 376-378
- Dam M, Tonin P, Casson S, Bracco F, Piron L, Pizzolato G, Battistin L: Effects of conventional and sensory-enhanced physiotherapy on disability of Parkinson's disease patients. *Adv Neurol* 1996; 69: 551-555
- Dibble LE, Hale T, Marcus RL, Gerbeer JP, LaStayo PC: The safety and feasibility of high-force eccentric resistance exercise in persons with Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87: 1280-1282
- Fall PA, Saleh A, Fredrickson M, Olsson JE, Granerus AK: Survival time, mortality, and cause of death in elderly patients with Parkinson's disease: a 9-year follow up. *Mov Disord* 2003; 18: 1312-1316
- 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; 167: 462-467
- Giladi N, McMahon D, Predborski S, Flaster E, Giullory S, Kostic V, Fahn S: Motor blocks in Parkinson's disease. *Neurology* 1992; 42: 333-339
- Hackney ME, Kantorovich S, Levin R, Earhart GM: Effects of tango on functional mobility in Parkinson's disease: a preliminary study. *J Neurol Phys Ther* 2007; 31: 173-179
- Hass CJ, Collins MA, Lunos JL: Resistance training with creatine monohydrate improves upper-body strength in patients with Parkinson disease: a randomized trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2007; 21: 107-115
- Hely MA, Morris JGL, Reid WGI, Trafficante R: Sydney multicenter study of Parkinson's disease: Non-L-Dopa-responsive problems dominate at 15 years. *Mov Disord* 2005; 20: 190-199
- Hoehn MM: Parkinson's disease: progression and mortality. In Yahr MD, Bergmann KJ (Hrsg): *Advances in neurology*. Raven Press, New York 1986, 457-461
- Idjadi J, Aharonoff GB, Su H, Richmond J, Egol KA, Zuckermann JD, Koval KJ: Hip fracture outcomes in patients with Parkinson's disease. *Am J Orthop* 2005; 34: 341-346
- Jöbges M, Heuschkel G, Pretzel C, Illhardt C, Renner C, Hummelsheim H: Repetitive training of compensatory steps: a therapeutic approach for postural instability in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004; 75: 1682-1687
- Jöbges M, Spittler-Schneiders H, Renner CI, Hummelsheim H: Clinical relevance of rehabilitation programs for Parkinson's disease. I: Non-symptom-specific therapeutic approaches. *Parkinsonism Relat Disord* 2007; 13: 195-202
- Jöbges M, Spittler-Schneiders H, Renner CI, Hummelsheim H: Clinical relevance of rehabilitation programs for Parkinson's disease. II: Symptom-specific therapeutic approaches. *Parkinsonism Relat Disord* 2007; 13: 203-213
- Klawans HL, Topel JL: Parkinsonism as a falling sickness. *JAMA* 1974; 230: 1555-1557
- Koller W, Kase S: Muscle strength testing in Parkinson's disease. *Eur Neurol* 1986; 25: 130-133
- Koller WC, Glatt S, Vetere-Overfield S, Hassanein R: Falls and Parkinson's disease. *Clin Neuropharmacol* 1989; 12: 98-105
- Marsden CD, Parkes JD: Success and problems of long-term levodopa therapy in Parkinson's disease. *Lancet* 1977; 1: 345-349
- McIntosh GC, Brown SH, Rice RR, Thaut MH: Rhythmic auditory-motor facilitation of gait patterns in patients with Parkinson's disease. *J Neuro Neurosurg Psychiatry* 1997; 6: 22-26
- Miyai I, Fujimoto Y, Ueda Y, Yamamoto H, Nozaki S, Saito T, Kang J: Treadmill training with body weight support: its effect on Parkinson's Disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 849-852
- Morris ME, Ianssek R, Matyas TA, Summers JJ: Stride length regulation in Parkinson's disease. Normalization strategies and underlying mechanisms. *Brain* 1996; 119: 551-568.
- Morris M, Ianssek R, Smithson F, Huxham F: Postural instability in Parkinson's disease: a comparison with and without a concurrent task. *Gait Posture* 2000; 12: 205-216.
- Nieuwboer A, Dom R, DeWeerd W, Desloovere K, Fieus S, Broens-Kaucsik E: Abnormalities of the spatiotemporal characteristic of gait at the onset of freezing in Parkinson's disease. *Move Disord* 2001; 16: 1066-1075
- Nieuwboer A, Kwakkel G, Rocheseter L, Jones D, van Wegen E, Willems AM, Chavret F, Hetherington V, Baker K, Lim I: Cueing training in the home improves gait-related mobility in Parkinson's disease: the Rescue trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2007; 78: 134-140
- Protas EJ, Mitchell K, Williams A, Qureshy H, Kavitha C, Lai EC: Gait and Stepp training to reduce falls in Parkinson's disease. *NeuroRehabil* 2005; 20: 183-190
- Rogers MW: Disorders of posture, balance, and gait in Parkinson's disease. *Clin Geriat Med* 1996; 12: 825-845
- Sato Y, Honda Y, Iwamoto J: Risedronate and ergocalciferol prevent hip fracture in elderly men with Parkinson disease. *Neurology* 2007; 68: 911-915
- Tamir R, Dickstein R, Huberman R: Integration of motor imagery and physical practice in group treatment applied to subjects with Parkinson's disease. *Neurorehabil Neural Repair* 2007; 21: 68-75
- Thaut MH, McIntosh GC, Rice RR, Miller RA, Rathbun J, Brault JM: Rhythmic auditory stimulation in gait training for Parkinson's disease patients. *Mov Disord* 1996; 11: 193-200
- Toole T, Hirsch MA, Forkink A, Lehman DA, Maitland CG: The effects of a balance and strength training program on equilibrium in Parkinsonism: a preliminary study. *Neuro Rehabil* 2000; 14: 165-74
- Trend P, Kaye J, Gage H, Owen C, Wade D: Short-term effectiveness of intensive multidisciplinary rehabilitation for people with Parkinson's disease and their carers. *Clin Rehabil* 2002; 16: 717-725
- Wade DT, Gage H, Owen C, Trend P, Grossmith C, Kaye J: Multidisciplinary rehabilitation for people with Parkinson's disease: a randomized controlled study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003; 74: 158-162
- Yahr MD: Evaluation of long-term therapy in Parkinson's disease: mortality and therapeutic efficacy. In: Birkmayer W, Hornykiewicz O (Hrsg): *Advances in Parkinsonism*. Roche-Verlag, Basel 1976, 435-443
- Yekutieli MP, Pinhasov A, Shahar G, Sroka H: A clinical trial of the re-education of movement in patients with Parkinson's disease. *Clin Rehabil* 1991; 5: 207-214

## Interessenvermerk:

Es besteht kein Interessenkonflikt.

## Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. med. Michael Jöbges  
Abteilung Neurologie  
Brandenburg Klinik  
Brandenburgallee 1  
16321 Bernau bei Berlin  
E-Mail: joebges@brandenburgklinik.de