

Amplitudenorientierte Therapien beim idiopathischen Parkinson-Syndrom: LSVT LOUD und LSVT BIG

Neurol Rehabil 2017; 23(2): 144–152
© Hippocampus Verlag 2017

G. Mallien¹, F. E. Schroeteler², G. Ebersbach³

Zusammenfassung

Amplitudenorientierte Therapien wurden unter der Bezeichnung LSVT (Lee Silverman Voice Treatment) in den letzten 20 Jahren für Patienten mit idiopathischem Parkinson Syndrom (IPS) entwickelt und erforscht. Ausgehend von einem Fokus auf Sprechtherapie (LSVT-LOUD) wurde das Konzept mittlerweile auch auf die Bewegungstherapie ausgeweitet (LSVT-BIG). Die Kernprinzipien beinhalten: (a) Steigerung der Amplitude als einziges Trainingsziel (Lautstärke beim Stimmtraining, große Bewegungen bei der Physiotherapie), (b) Vermittlung nach Trainingsprinzipien, die auf Förderung von Neuroplastizität und motorisches Lernen ausgerichtet sind, (c) Fokussierung auf sensorische Rekalibrierung, um Patienten zu vermitteln, dass subjektiv als »zu laut« oder »zu groß« empfundene Aktivität innerhalb der normalen Grenzen liegt und (d) Training von Aufmerksamkeit (attention to action), um nachhaltige Therapieerfolge zu ermöglichen. In diesem Übersichtsartikel werden Grundlagen, Anwendungsweise und Studiendaten der LSVT-Programme vorgestellt.

Schlüsselwörter: Lee Silverman Voice Treatment, BIG, Parkinson

- 1 Praxis für Sprach-, Sprech-, Stimm- und Schluckstörungen, Berlin
- 2 Schön Klinik München Schwabing Abt. für Neurologie und klinische Neurophysiologie
- 3 Neurologisches Fachkrankenhaus für Bewegungsstörungen/ Parkinson, Beelitz-Heilstätten

Rekalibrierung – Das Grundprinzip der amplitudenorientierten Therapien

Aktivierende Therapien wie Logopädie, Physio- und Ergotherapie stellen bei der Parkinson-Erkrankung eine wichtige Ergänzung zur medikamentösen Behandlung und neurochirurgischen Interventionen dar. Besondere Bedeutung haben aktivierende Therapien bei der Behandlung pharmakoresistenter Symptome, zu denen zum Beispiel Sprechstörungen sowie Gang- und Gleichgewichtsstörungen gehören.

Besonders in der Frühphase der Parkinson-Erkrankung geht es außerdem darum, der zunehmenden »Bewegungsverarmung« entgegenzuwirken. Ursache der Bewegungsverarmung sind sensomotorische Defizite, die nicht nur die Ausführung, sondern auch die Wahrnehmung von Bewegungen beeinträchtigen und zu einer Überschätzung aktiv durchgeführter und passiv eingestellter Bewegungsamplituden führen. Konsequenz ist ein »underscaling« von Bewegungen, das sich in Bradykinese und Hypophonie manifestiert. Die meisten Patienten sind in der Lage, die reduzierten Bewegungsamplituden willkürlich kurzfristig zu steigern, fallen aber wieder in das hypophone bzw. bradykinetische Muster zurück, wenn die Bewegungen automatisch und ohne gerichtete Aufmerksamkeit in Alltagsroutinen eingesetzt werden. Diese gestörte Wahrnehmung für die Amplitude automatisierter Bewegungen findet sich auch

bei sportlich aktiven Patienten und ist unabhängig von der Bewegungsgeschwindigkeit [11, 25].

Physiotherapie, Sport, Nordic Walking oder Gruppengymnastik können zwar den Aufbau von Kraft, Kondition und Bewegungssicherheit fördern, unklar ist allerdings bisher, wie zuverlässig mit einer Übertragung der in der Therapie erarbeiteten Fortschritte in den Alltag zu rechnen ist. Der Transfer eingeübter Bewegungsstrategien in Routine-Aktivitäten ist bei IPS aufgrund der oben dargestellten Faktoren besonders störanfällig, stellt aber eine entscheidende Voraussetzung für den sinnvollen Einsatz aktivierender Therapie dar. Die Ergebnisse einer Studie von Morris et al. bestätigten die klinische Beobachtung, dass motorische Besserungen an die motivationalen und attentionalen Besonderheiten der Therapiesituation gebunden sein können [26]. In dieser Studie lernten Patienten mit IPS, ihre Schrittlänge durch visuelle Cues oder durch mentales Training zu verlängern. Vom Patienten unbemerkte, außerhalb der Trainingssituation durchgeführte, Messungen der Schrittlänge zeigten jedoch einen raschen Rückfall in das ursprüngliche Gangmuster, sobald die Aufmerksamkeit für das Kriterium Schrittlänge nachließ.

Spezifisch für Parkinson-Patienten entwickelt und die derzeit am besten untersuchte aktivierende Therapie bei Parkinson ist das Lee Silverman Voice Treatment (LSVT-LOUD) bei dem in intensiver Einzeltherapie eine Verbesserung der Sprechlautstärke geübt wird. Hohe Übungsinten-

sität und Wiederholungsrate, steigende Komplexität und individuelle Relevanz sind aus der Grundlagenforschung abgeleitete Prinzipien des LSVT-Trainings. Die Behandlungen erfolgen in Einzeltherapie über vier Wochen mit einer Frequenz von vier Behandlungen zu je 60 Minuten pro Woche. Bei erfolgreicher »Re-Kalibrierung« ist der Patient im Anschluss an den vierwöchigen Therapiezyklus in der Lage, ohne Unterstützung eines Therapeuten seine Stimmlautstärke im Alltag adäquat zu kontrollieren. Eine starke und lang anhaltende Wirkung der LSVT-LOUD Therapie wurde in mehreren wissenschaftlichen Untersuchungen nachgewiesen [32].

Eine amerikanische Forschungsgruppe hat ausgehend vom LSVT-LOUD das physiotherapeutische Behandlungskonzept LSVT-BIG entwickelt, das auf die Verbesserung der Bewegungsamplituden bei Parkinson ausgerichtet ist. Durch intensives Wiederholen der Übungen und kontinuierliche Rückmeldung über die erzielten Ergebnisse werden ungenutzte Möglichkeiten des Übens aktiviert und ausgebaut. Der Therapeut motiviert den Patienten, jede Bewegung mit möglichst großem Einsatz (mindestens 80% der maximalen Energie) und spürbarer Anstrengung auszuführen. Durch ständige Rückmeldung des Therapeuten lernt der übende Patient, die Wahrnehmung seiner eigenen Bewegungen neu zu »kalibrieren«. Durch die Anwendung von »BIG-Bewegungen« im Alltag entsteht zunehmend eine Situation des permanenten Übens, sodass die verbesserten Bewegungsabläufe immer mehr automatisiert und selbstverständlich werden. Durch mehrere Studien einer Beelitzer Arbeitsgruppe [9, 10] konnte auch für diese Form der amplitudenorientierte Therapie eine klinisch relevante und nachhaltige Wirkung belegt werden.

Konzeptionell basiert LSVT auf in Tiermodellen gewonnenen Erkenntnissen zum Zusammenhang von Trainingsparametern und der Induktion neuroplastischer Prozesse. Zum Beispiel führt ein einfaches Wiederholen (z. B. Lokomotion oder Krafttraining) noch zu keiner Reorganisation der kortikalen Repräsentation der geübten Extremitäten [18]. Demgegenüber können mit schwierigeren Aufgaben oder solchen, die den Erwerb neuer Fertigkeiten beinhalten, morphologische neurale Veränderungen (vermehrte Konnektivität, Synapsenzahl) induziert werden [17]. Mehrere Untersuchungen deuten darauf hin, dass häufige Repetition und Intensität entscheidend dafür sind, nachhaltige Veränderungen neuraler Aktivierungsmuster zu erreichen, die einen Transfer aus der Trainingssituation in Alltagsbewegungen bewirken [18, 33]. Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, dass Wiederholungsfrequenz, Komplexität, Behandlungsdauer, Zahl der Therapieeinheiten und Übungsintensität kritisch für die dauerhafte Wirkung aktivierender Therapie bei IPS sind.

Häufige Wiederholungen, hohe Übungsintensität, intensives Feedback und zunehmende Komplexität werden daher bei LSVT-BIG [9] und LSVT-LOUD [31]

Amplitude-oriented therapies for idiopathic Parkinson's syndrome: LSVT LOUD und LSVT BIG

G. Mallien, F. E. Schroeteler, G. Ebersbach

Abstract

Over the past 20 years, amplitude oriented therapies, also known as LSVT (Lee Silverman Voice Treatment), have been developed and researched for people with Parkinson's disease. Beginning with a focus on the speech motor system (LSVT-LOUD), the concept has recently been expanded to address limb motor systems (LSVT-BIG). The unique aspects of LSVT programs include: (a) an exclusive focus on increasing amplitude (loudness in the speech motor system; bigness in the limb motor system), (b) a mode of delivery that is consistent with the principles that drive activity dependent neuroplasticity and motor learning, (c) a focus on sensory recalibration to help patients with PD recognize that movements that feel »too loud« or »too big« are actually within normal limits, and (d) training vigilance (attention-to-action) to ensure long-term maintenance of the treatment outcome. The purpose of this review article is to provide an integrative discussion of LSVT programs, including the rationale for the fundamentals of LSVT, its practical application and the published data on its efficacy.

Keywords: Lee Silverman Voice Treatment, BIG, Parkinson

Neurol Rehabil 2017; 23 (2): 144–152
© Hippocampus Verlag 2017

eingesetzt, um Bewegungsamplituden bzw. die Stimmlautstärke zu steigern.

LSVT ist somit ein parkinsonspezifisches Training, das auf den folgenden wesentlichen Prinzipien basiert.

1. Einziger Fokus liegt auf der Amplitude (single focus on amplitude)
2. Hohe Übungsintensität/hohe Anstrengung (high intensity/high effort)
3. Kalibrierung (calibration)

Der exklusive und einfache Trainingsfokus auf der Amplitude trägt Parkinson-spezifischen Motivations- und Aufmerksamkeitsdefiziten Rechnung, die den Erwerb und Transfer motorischer Fähigkeiten beeinträchtigen können. Die Konzentration auf einen einzigen Therapiefokus vermindert die kognitive Beanspruchung bei der Bewegungsausführung und ermöglicht motivierende Erfolgserlebnisse durch die hohe Wiederholungsanzahl der einzelnen Bewegungsaufträge.

Mit Hilfe des Therapeuten und Einsatz von apparativem Feedback lernt der Übende, seine meist noch bei Erkrankungsbeginn vorhandenen, aber zu wenig genutzten Fähigkeiten zu großen Bewegungen und lautem Sprechen abzurufen. Entscheidend für den Therapieerfolg ist, inwieweit die größeren Bewegungen bzw. die höhere Lautstärke automatisiert und in den Alltag übernommen werden können.

Ziel der amplitudenorientierten Therapien ist es, durch eine »Re-Kalibrierung« der Wahrnehmung von Bewegungsamplituden auch außerhalb der Therapie-situationen wieder eine Normalisierung alltäglicher Bewegungsabläufe zu erreichen. Im Folgenden werden die amplitudenorientierte Sprechtherapie (LSVT-LOUD) und Bewegungstherapie (LSVT-BIG) detailliert dargestellt.

Dysarthrie und Hypophonie bei IPS als Ansatzpunkt amplitudenorientierter Therapie

Sprechstörungen (Dysarthrien) treten im Rahmen des IPS sehr häufig auf. Im Laufe der Erkrankung entwickeln bis zu 90% der Betroffenen eine Stimm- und Sprechstörung [13, 16, 21, 40]. Bei manchen Patienten ist eine veränderte Stimme sogar das erste Krankheitszeichen. Oft wird das Sprechen weniger durch die medikamentöse Therapie gebessert als Rigor und Bradykinese an den Extremitäten. Auch die Tiefe Hirnstimulation (DBS) führt zu sehr unterschiedlichen Resultaten hinsichtlich des Sprechens und kann gelegentlich eine Verschlechterung bewirken [37, 41]. Grundsätzlich gilt, dass Sprechstörungen, die auch bei optimaler dopaminergischer Stimulation (also im besten medikamentösen »ON«-Zustand) persistieren, nur durch Sprech- bzw. Stimmtherapie gebessert werden können. Dies gilt natürlich auch für Sprechstörungen, die sich erst unter dopaminergischer Medikation manifestieren (»ON-dysarthria«).

Die hypokinetisch-rigide Dysarthrie bei IPS (sog. Parkinson-Dysarthrie) ist eine multidimensionale Störung, die bereits in frühen Erkrankungsstadien beginnt und im Verlauf so weit zunehmen kann, dass daraus eine relevante Einschränkung der Kommunikationsfähigkeit resultiert [35]. Das charakteristische klinische Bild präsentiert sich vorrangig mit dem Kardinalsymptom der reduzierten Stimmqualität und Sprechlautstärke (Hypophonie). Die Stimme klingt rau, behaucht und vor allem leise. Patienten mit IPS sprechen im Durchschnitt 2–4 dB leiser als Gesunde. Das entspricht einer hörbaren Verringerung der Lautstärke um 40% [16, 21]. Bei 200 untersuchten Patienten traten Stimmprobleme als erstes Symptom der Sprechstörung auf, einhergehend mit einer vermindert modulierten und monotonen Sprechweise, reduzierter Artikulationsschärfe (articulatory undershooting) und auch Störungen der zeitlichen Sprechabfolge. Einschränkungen der Tonhöhenvariabilität (monopitch) sowie eine Verringerung der Akzentuierung (reduced stress), unangemessene Sprechpausen, unterbrochen von kurzen »Sprechsalven« (rushes) sind weitere Symptome der sogenannten Parkinson-Dysarthrie.

Diese gelten allgemein als nicht-dopaminerge Symptome und sind daher einer medikamentösen Therapie allenfalls begrenzt zugänglich [40].

Durch Rigidität, Hypokinese und sehr vereinzelt durch einen Stimmtremor kommt es zu Veränderungen auf laryngealer Ebene [3, 40]. Die Stimmlippen weisen ein verändertes Schwingungsverhalten und einen unvollständigen Glottisschluss bei sichtbar gewölbten Stimmlippen auf (typischer »ovalärer Spalt«). Dies beeinflusst die Sprechatmung negativ, da die Luft auf Glottisebene ineffektiv als sogenannte »wilde Luft« entweicht – die Stimme klingt leise, behaucht und rau, und der Patient muss beim Sprechen öfter nachatmen. Die

Ursache für einen Stimmtremor wird hierbei vorwiegend in supralaryngealen, oszillierenden Bewegungen gesehen, weniger in einem isolierten Tremor der Stimmlippen selbst [14]. Durch den Rigor nimmt weiterhin die Beweglichkeit der Artikulatoren ab, was zu einer deutlichen Verringerung von Kraft, Motilität und Ausdauer von Zunge, Lippen und Kiefer sowie zu einer starken Reduktion von Artikulationstempo und -präzision führen kann [28]. Somit können zwar einzelne Laute korrekt gebildet werden, jedoch werden die Laute bei der Koartikulation nur noch unpräzise geformt. Darüber hinaus ist der »pneumatische Input« (artikulatorischer Luftdruck) reduziert, was die Verständlichkeit des Sprechens negativ beeinflusst. Des Weiteren können die im orofazialen Bereich auftretenden Dyskinesien die Artikulation zusätzlich erschweren.

Gelegentlich zeigt sich bei stärker betroffenen Patienten auch eine Aphonie. Die eingeschränkte Stimmdynamik und Tonhöhenvariabilität führen bei IPS zu der bekannten monotonen Sprechweise. Aufgrund der eher erhöhten Stimmlippenspannung ist die mittlere Sprechstimmlage beim Sprechen häufig erhöht – manchmal auch erniedrigt.

Damit verbunden sind nicht nur Defizite der gesamten Atem-Stimm-Koordination, vielmehr wird die Lebensqualität durch die eingeschränkte Kommunikationsfähigkeit gemindert. Viele Patienten entwickeln Vermeidungsstrategien; sie telefonieren nicht mehr, meiden das Sprechen in größeren Gruppen, gelangen im Berufsleben aufgrund der Sprechstörung an ihre Grenzen und laufen letztlich Gefahr, sich durch kommunikativen Rückzug sozial zu isolieren [24]. Zusätzlich ist auch häufig die mimische Muskulatur betroffen (Hypomimie), die dem Gesicht einen maskenhaften Ausdruck verleiht (pokerface). Dies lässt den Patienten zusätzlich zum Stimmklang depressiv bzw. teilnahmslos erscheinen [8]. Die eigentliche Stimmungslage wird oft fehlinterpretiert, was zu Missverständnissen auf verbaler Ebene führen kann und die soziale Interaktion erschwert.

Amplitudenorientierte Sprechtherapie bei IPS: Lee Silverman Voice Treatment (LSVT-LOUD)

Konventionelle Dysarthrietherapie beinhaltet oft breitgefächerte Übungen zur Verbesserung der Atmung, zum Haltungsaufbau, zur Steigerung der orofazialen Beweglichkeit und Verbesserung der Stimmlautstärke etc., wobei der Therapieschwerpunkt eher auf der Kompensation liegt. Durch das Fehlen eines einfachen und eindeutigen Trainingsfokus fühlen sich Patienten mit IPS häufig überfordert, und es findet oft nur ein geringer Therapietransfer in die Alltagskommunikation statt.

Durch eine Forschergruppe um Lorraine Ramig wurde 1987 das Lee Silverman Voice Treatment als erstes IPS-spezifisches Behandlungskonzept entwickelt, benannt nach einer Patientin namens Lee Silverman,

die zum ersten Mal nach der neuen Therapiemethode behandelt wurde [32]. Als Schlüsselement hat sich hierbei die Phonation herauskristallisiert, genauer die Steigerung der Lautstärke, und zwar als *einzig*er Therapiefokus. Ein intensives Amplitudentraining mit gezielten Tonhalte- und Stimmübungen stellt eine basale Stufe der Sprechproduktion dar und kann somit auch bei bereits fortgeschrittener Symptomatik und kognitiven Einschränkungen eingesetzt werden. LSVT-LOUD ist ein amplitudenbasiertes Übungsprogramm für das *sprechmotorische* System, das heute den »Goldstandard« in der Sprechtherapie bei IPS darstellt. Es ist ein intensives Intervalltraining, das einem standardisierten Übungsplan folgt (16 Stunden an 4 aufeinanderfolgenden Tagen mit täglichen Hausaufgaben). Es setzt für den Patienten den Fokus einzig und allein auf die Steigerung der Sprechlautstärke, wobei durch die Erhöhung der Lautstärke ein Training aller Subsysteme des Sprechens (Stimme, Atmung, Artikulation, Prosodie) erfolgt. So wird nach Modellierung seitens des Therapeuten z. B. ein langes »A« 15-mal mit maximaler Lautstärke und Tonhaltedauer geübt. Es kommt zu einer Art »Katalysatorwirkung«: Man erreicht damit gleichzeitig eine Steigerung der Muskelkraft, der Kieferöffnung, der Ein- und Ausatmung, des Stimmlippenschlusses und eine Habituation an die »neue laute« Stimme [36]. Neben der auf die Amplitude fokussierten Übung zur Tonhaltedauer bei maximaler Lautstärke (nicht lauter als 90 dB) werden zusätzlich in jeder Therapiesitzung Übungen zur Steigerung des Tonhöhenumfangs und damit zum Abbau des monotonen Sprechens durchgeführt. Die erzielten Ergebnisse werden dem Patienten direkt mitgeteilt. Diese Transparenz funktioniert ähnlich wie ein direktes Biofeedback und trägt zu einer unmittelbaren Steigerung der Therapiemotivation bei (**Abb. 1**).

Die immer gleichen, sich ständig wiederholenden einfachen Übungen berücksichtigen die häufig vorhandenen Lern- und Gedächtnisprobleme bei Menschen mit Parkinson. Zusätzlich wird die Ausdauer durch wöchentlich komplexer werdendes Sprechmaterial von der Wort- bis hin zur Gesprächsebene gesteigert.

Einen weiteren Schwerpunkt setzt LSVT-LOUD auf die »Kalibrierung« der sensomotorischen Verarbeitung durch ein Training der Wahrnehmung der eigenen Sprechleistung, welche der Patient in der Regel deutlich überschätzt [1]. Ein Wahrnehmungsdefizit für die eigenen Beeinträchtigungen, das als Anosognosie klassifiziert werden kann, behindert die Compliance Parkinson-Betroffener [30]. Dies wird durch ständiges therapeutisches Feedback sowie Audio- und Videotraining mit stetiger Selbstbeurteilung aufseiten des Patienten trainiert. Daher ist die Schulung der Selbstwahrnehmung für den Therapieerfolg von besonderer Bedeutung.

Die Therapie neurogener Sprech- und Stimmstörungen nach dem Konzept von LSVT-LOUD wurde in den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie



Abb. 1: Intensive Motivation durch den Therapeuten und kontinuierliches Feedback durch Therapeut und technische Hilfsmittel (hier Dezibelmeter) sind wesentliche Elemente von LSVT-LOUD

(www.awmf.org) und des britischen National Institute of Clinical Excellence als Therapie-B-Empfehlung mit einer Evidenz von A++ aufgenommen, da zahlreiche Effektivitätsstudien signifikante und anhaltende Verbesserungen bei Patienten mit IPS nachweisen können [8]. Durchgeführt werden darf die Therapie ausschließlich von einem zertifizierten LSVT-LOUD-Therapeuten.

Ziel der Therapie ist es, die Sprechlautstärke und damit die Verständlichkeit im Alltag zu verbessern, sodass zumindest in den 6 Monaten nach Abschluss des LSVT-LOUD-Trainings bei Patienten mit IPS keine zusätzliche Therapie nötig ist. In einer Studie an 33 Patienten wurde eine bis zu 24 Monaten nach Therapie anhaltende Verbesserung beschrieben [32].

Das täglich zu absolvierende häusliche Übungsprogramm und unterschiedliche Transferübungen stabilisieren den Therapieerfolg. Weiterhin empfiehlt es sich, die Angehörigen in die Therapie einzubinden. Nach den 16 Behandlungsstunden sollte der Patient weiterhin 3- bis 5-mal pro Woche 10–15 Minuten üben; es wird dem Patienten auch empfohlen, nach 6 Monaten die Sprechleistungen (besonders die Stimmlautstärke) erneut überprüfen zu lassen. Bei Verschlechterung der Sprechleistungen sind häufig nur wenige Auffrischungseinheiten nötig.

Da Parkinson-Patienten ihre Kommunikationsdefizite vielfach unterschätzen, ist eine rechtzeitige Aufklärung über die Stimm- und Sprechstörung und ihre Behandlungsmöglichkeit durch LSVT-LOUD wichtig. Durch eine frühzeitige Beratung und Behandlung lassen sich schwere Kommunikationsstörungen vermeiden oder zumindest in ihrem Ausmaß abmildern. Gerade bei leichten Auffälligkeiten unterschätzen sowohl Patienten als auch Ärzte den Bedarf und Nutzen der Sprechtherapie. Bei frühzeitigem Beginn sind die sensorischen

Defizite noch geringer und der Therapieerfolg lässt sich schneller erreichen. Die leichter betroffenen Patienten können zudem noch selbstständig zu Hause ihre Sprechleistungen trainieren und kontrollieren. Die besten Ergebnisse werden von der Autorengruppe um Ramig bei Patienten mit leichter bis mittelschwerer Symptomatik beschrieben. In den über 25 Jahren der Forschung wurden zahlreiche Kurz- und Langzeitstudien von 6–24 Monaten Dauer durchgeführt, um die Effektivität von LSVT-LOUD auch nach der Therapie zu überprüfen. Eine veränderte Aktivierung von verschiedenen Gehirnarealen, Neuroplastizität genannt [29], konnte anhand von PET-Studien dargestellt werden [20, 27]. Einschränkungen in Ausmaß und Dauer des Therapieerfolgs zeigen sich bei Patienten mit schwerer Depression, mittlerer bis schwerer Demenz und atypischen Parkinson-Syndromen [34], sodass, nach Einzelfallentscheidung, bei diesen Patienten evtl. schon früher als nach 6 Monaten ein erneuter Therapiebedarf vorliegt. Auch bei postoperativer Verschlechterung der Sprechleistungen nach tiefer Hirnstimulation [36, 41] zeigen sich deutlich geringere und weniger anhaltende Erfolge. Das »klassische« LSVT-LOUD-Training muss hierbei evtl. modifiziert werden [38]. Gerade bei den atypischen Parkinson-Syndromen muss, v. a. wenn nicht die Hypophonie im Vordergrund steht, auf andere Therapiemethoden zurückgegriffen werden.

Neben dem LSVT-LOUD Training hat es sich im klinischen Alltag, für den Transfer in den Alltag, als wertvoll erwiesen, zusätzlich die Lautstärke in Gruppen zu erproben und zu stabilisieren. Die in der Einzeltherapie durch Audio- und Videoanalysen geschulten Patienten sind in Gesprächen und alltagsbezogenen Rollenspielen einander gegenüber häufig direkter und ehrlicher in der Rückmeldung als Familienmitglieder oder Bekannte. In Gruppen können Mitpatienten bei den anderen oft noch bestehende Einschränkungen in Lautstärke und Verständlichkeit sowie den Effekt und die Notwendigkeit der Lautstärke besser einschätzen als bei sich selbst.

Erste positive Ergebnisse werden auch im Rahmen des Sprechtrainings mittels Telerehabilitation via Online-Training berichtet [6, 39]. Gerade bei Patienten, die in ländlichen Gebieten keinen LSVT-LOUD-Therapeuten finden, kann dies eine Alternative sein [5]. Auch das mittlerweile ins Deutsche übertragene LSVT Companion® stellt ein hilfreiches Übungsprogramm für Patienten während und nach der Therapie dar [15, 42].

LSVT Global hat dieses Computerprogramm (LSVT Companion® Home Edition) entwickelt, damit Menschen ihre LOUD Stimme während und nach dem LSVT-LOUD Training zusätzlich zu Hause trainieren können. Das Programm ist nun auch ins Deutsche übersetzt und adaptiert worden. LSVT Companion® Home Edition kann von Patienten erworben werden, die mit einem LSVT-LOUD zertifizierten Therapeuten zusammenarbeiten.

Dieses Heimtrainingsprogramm ist von der amerikanischen FDA geprüft und als medizinisches Gerät für die Verwendung in den USA freigegeben worden und CE-gekennzeichnet. Es ist das einzige Computerprogramm dieser Art und in seiner Effektivität der »face-to-face«-LSVT-LOUD wohl annähernd gleichzusetzen [15]. Eine deutsche Version des LSVT Companion® steht seit 2013 zur Verfügung (Kontakt: Thomas Brauer, LSVT Repräsentant für Deutschland, unter: info@lsvt.de)

Zusammenfassend stellt das LSVT-LOUD-Training bislang weiterhin die einzig evidenzbasierte Therapiemethode und somit den Goldstandard in der Dysarthrie-Therapie bei IPS dar.

LSVT-BIG als Übertragung von Lee Silverman Voice Treatment auf die Körpermotorik bei Parkinson

Analog zum Training der Stimmamplitude bei LSVT-LOUD liegt der motorische Trainingsfokus bei LSVT-BIG auf der Bewegungsamplitude. Gleichrangig wird die bei Parkinson defizitäre sensorische Rückmeldung von intendierter und tatsächlich ausgeführter Bewegung geschult. Dies wird Kalibrierung genannt. Parkinson-Patienten lernen, wie sie ihre Bewegungen so initiieren können, dass eine physiologisch große und dadurch im Alltag effektivere Bewegungsdurchführung wieder möglich wird. Im Gegensatz zu kompensatorischen Behandlungstechniken bei IPS wie Cueing (cueing: Hinweisreize geben), rhythmisch-akustischer Stimulation (RAS) oder Gehtraining auf dem Laufband (Lokomotionstherapie) [7, 19, 22, 43], werden bei LSVT-BIG der motorische Alltag und individuelle Bewegungsprobleme in das Training integriert, um das Bewegungsverhalten generell umzuschulen.

Dadurch dass der einzige Trainingsfokus auf die Amplitude gerichtet wird, adressiert LSVT-BIG die wesentlichen, aus den dopaminergen Defizite in den Funktionsschleifen der Basalganglien resultierenden Störungen der motorischen Kontrolle. Diese beinhalten langsam-verzögerte Bewegungen (Bradykinese) mit zu kleiner Amplitude (Hypokinese) und Dekrement: Eine bei Bewegungsbeginn oftmals adäquate Amplituden-größe vermindert sich im Verlauf der Bewegungsfolge sukzessiv. Reduzierte Leistungen bei der Bewegungsausführung und -kontrolle sind die Folge. Das gilt besonders für sogenannte hoch-überlernte, automatisierte Bewegungsabläufe wie Gehen. Es kommt zu Einbußen bei:

- Bewegungskoordination (timing),
- Wechsel von Bewegungsprogrammen (setshifting),
- Einstellung adäquater Bewegungsamplituden (forcescaling).

Darüber hinaus wird bei Parkinson die sensorische Rückmeldung von intendierter und ausgeführter Bewegung in den kortiko-thalamo-kortikalen Funktionsschleifen nicht adäquat moduliert. So können zu kleine

Bewegungsamplituden, im Gegensatz zu Kadenz (Schritte pro Minute) und Geschwindigkeit, aus sich heraus nicht berichtigt werden. Dazu bedarf es externer Reize bzw. externen Feedbacks [2, 26].

Sobald Schrittlänge oder Reichweite der oberen Extremität trainiert werden, wird immer auch die Bewegungsamplitude beeinflusst. Ein Training der Schrittlänge durch Laufbandtraining ist signifikant effektiv [23]. Das selbst initiierte Einstellen adäquater Amplituden wird durch die externe Rhythmusvorgabe des Laufbandes jedoch nicht vermittelt. Vielmehr kommt es dabei zu einer kompensatorischen Anpassung als Antwort auf die vorgegebene Geschwindigkeit. Ein Krafttraining im Rahmen der medizinischen Trainingstherapie verbessert Ausdauer- und Kraftleistungen und bedingt Verbesserungen der posturalen Stabilität. Der Transfer dieser Trainingsinhalte in den komplexeren Bewegungsalltag (»multitasking«) gelingt klinisch jedoch oft nicht.

Im Gegensatz zu den oben genannten Ansätzen richtet LSVT-BIG den Therapiefokus einzig auf die Amplitude als Antwort auf die bei Parkinson herrschende hypo-/bradykinetische Bewegungsstörung (single focus on amplitude). Funktionell angemessene, große Bewegungsamplituden als einziges Ziel ermöglichen ein intensives, hoch-repetitives Üben und bedingen sekundäre Verbesserungen, auch nicht eigens thematisierter Inhalte, wie zum Beispiel einen reduzierten Zeitbedarf bei feinmotorischen Tätigkeiten (z. B. Hemdenknöpfe schließen) und verbesserte Gleichgewichts- und Gehgeschwindigkeitsleistungen [12].

LSVT-BIG ist als Trainingskonzept bei Parkinson darauf ausgelegt, nicht nur auf muskulärer Ebene Veränderungen zu bewirken, sondern das Training so zu gestalten, dass kortikale, neuronale Veränderungen möglich werden. Motorische Verhaltensänderungen werden nicht nur für einige Übungen, sondern für das Bewegungsverhalten als Ganzes angestrebt. Zielpunkt ist das bei Parkinson zugrunde liegende Symptom der Hypo-/Bradykinese.

Intensität wird durch die Frequenz (vier Behandlungen pro Woche, 60-minütige Behandlungszeit, vier Wochen Dauer) mit kontinuierlichem standardisiertem Training großer Bewegungsamplituden erreicht. Inhalt sind hierbei die sogenannten sieben Maximalübungen zur Einstellung physiologischer Amplitudengröße, einfache und komplexe Bewegungssequenzen, die als funktionelle Komponenten und hierarchische Aufgaben den individuellen Alltag des Patienten abbilden, und zusätzliche Hausaufgaben.

Durch Analyse der den Alltag behindernden Funktionen und der für den jeweiligen Patienten emotional wichtigen Trainingsinhalte (saliency = Bedeutsamkeit) wird die Motivation für ein forderndes, körperlich anstrengendes Training beim Patienten geweckt. Trainiert wird der individuelle Bewegungsalltag. Dabei wird anhand einer visuell-analogen Punkteskala, der sogenannten

Borg Skala [4] zum individuellen Belastungsempfinden (0 Punkte = keinerlei Anstrengung, 10 Punkte = maximale Kraftanstrengung) die subjektive Anstrengung ermittelt, die nötig ist, um funktionell ausreichend große Amplituden zu generieren: beispielsweise, um die Arme in die Ärmel der Jacke zu schieben und sodann die Jacke über die Schultern zu ziehen. Für effektives, physiologisches Bewegen wird bei LSVT-BIG eine Kraftanstrengung angestrebt, die bei 80% der Maximalleistung liegt.

In zwei kontrollierten und einer offenen Studie wurde die Wirksamkeit von LSVT-BIG untersucht [9, 10, 12]. In der offenen Studie von Farley und Koshland [12] wurden 18 Patienten nach dem standardisierten LSVT-BIG-Protokoll behandelt. Der Vergleich der motorischen Leistungen vor und nach Therapie zeigte eine Verbesserung bei trainierten (Rumpfrotation und Schrittlänge) und – als »carry-over«-Effekt – auch bei nicht-trainierten Funktionen (Greifbewegungen). Die Verbesserungen der bevorzugten Gehgeschwindigkeit und der axialen Rotationsbewegungen unterschieden sich auch nach einem 3-monatigen Follow-up von den Baseline-Werten.

In der von der Deutschen Parkinson-Vereinigung geförderten Berliner BIG-Studie [9] wurde LSVT-BIG in einem randomisierten Design mit Nordic Walking und einem nicht-supervidierten Hausübungsprogramm verglichen. LSVT-BIG und Nordic Walking wurden in der gleichen »Dosis« von 16 Therapiestunden angewendet, wobei Unterschiede in der Frequenz (BIG: 4 x wöchentlich eine Stunde über 4 Wochen, Nordic Walking: 2 x wöchentlich für eine Stunde über 8 Wochen) und in der Personenzahl (BIG: Einzeltherapie, Nordic Walking: Gruppentherapie) bestanden.

Zielparameter waren bei dieser Studie Unterschiede in der Veränderung der motorischen Performance zwischen Baseline und 4-Monats-Follow-up in den drei Behandlungsgruppen. Insgesamt wurden 60 Patienten in die Studie eingeschlossen, von denen 58 im Rahmen des 4-Monats-Follow-up evaluiert werden konnten (20 BIG, 19 walk, 19 home).

Die Auswertung zeigte, dass Patienten, die das BIG-Training erhalten hatten, am Ende der Beobachtungsphase eine bessere Motorik als die Patienten in den Vergleichsgruppen aufwiesen. Die in der BIG-Gruppe erzielte Verbesserung im UPDRS-Motor-Scores (durchschnittlich 5,05 Punkte) ist klinisch relevant und liegt im Bereich der Wirkungsstärke dopaminerger Medikamente. In den Vergleichsgruppen wurden keine Verbesserungen des UPDRS-Motor-Score festgestellt. Auch die Auswertung der sekundären Zielparameter zeigte eine Überlegenheit der motorischen Leistungen in der BIG-Gruppe. Möglicherweise spielte ein relativ hohes Ausgangsniveau des Trainingszustands (»Deckeneffekt«) eine Rolle für den überraschend geringen Effekt des Nordic Walking in dieser Studie.

In einer zweiten kontrollierten Studie der Beelitzer Arbeitsgruppe [10] wurde ein verkürztes Trainingsproto-

koll (10 einstündige Einzeltherapien innerhalb von zwei Wochen) mit dem »klassischen« LSVT-BIG-Protokoll verglichen. Obwohl sich die quantitativen Messwerte 3 Monate nach Abschluss der Therapie zwischen beiden Gruppen nicht unterschieden (die Verbesserungen entsprachen denen der Berliner BIG-Studie), war die Einschätzung des Therapieerfolges durch die Patienten nur nach klassischem LSVT-BIG positiv. Offensichtlich hatten die Patienten auch bei geringerer Trainingsdauer gelernt, eine bessere Performance in den Bewegungstests zu bieten, während der für Erfolgsbewertung und Zufriedenheit entscheidende Transfer in den Alltag aber nur durch die vollständige LSVT-BIG-Trainingsdauer erreichbar zu sein scheint.

Für Welche Patienten ist LSVT-BIG geeignet

Für ein Training mit LSVT-BIG müssen individuelle Voraussetzungen, wie die Bereitschaft für ein anstrengendes körperliches Training, gegeben sein. In den bisher vorliegenden Studien zu LSVT-BIG wurden Patienten in frühen bis mittleren Krankheitsstadien (Hoehn & Yahr I–III) behandelt. Diese Konzentration auf ein weniger schwer betroffenes Kollektiv erklärt sich unter anderem mit den physischen Anforderungen, die sich aus dem intensiven und hochfrequenten Trainingsprogramm ergeben. Insbesondere für Patienten mit schweren Gleichgewichtsstörungen sind die Trainingsinhalte zu anspruchsvoll bzw. mit einem nicht vertretbaren Sturzrisiko verbunden. Auch gravierende Begleiterkrankungen (z. B. schmerzhafte orthopädische Störungen, Herzinsuffizienz, COPD) oder eine Demenz können eine Kontraindikation für LSVT-BIG darstellen.

Didaktik des Konzeptes

Nicht nur für Patienten, sondern auch für Therapeuten ist LSVT-BIG ein anspruchsvolles Konzept. LSVT-BIG wird in fünf didaktischen Bausteinen vermittelt, bei denen das Bewegungsverhalten und die kommunikative Strategie des Therapeuten gefordert sind.

- Vermittlung von implizitem Lernen. Hier besteht eine geringere Abhängigkeit vom dopaminergen System als bei explizitem Lernen. In der Einzeltherapie wird ein Bewegungsverhalten demonstriert, durch das der Patient lernt, was er selbst tun kann (und tun muss), um wieder physiologische Bewegungsamplituden zu generieren. Der Patient imitiert den Therapeuten gemäß dem Auftrag: »Machen Sie es so wie ich!«
- Taktiler Feedback für die adäquate Größe einer Bewegung geben. Die Bewegungsausführung wird taktil-modulierend durch den Therapeuten unterstützt, sodass die physiologische adäquate Größe der Bewegung für den Patienten wahrgenommen wird und auf weitere verbale Instruktionen verzichtet werden kann.

- Die Anstrengung des Patienten für normal große Bewegungsinitiierung und ausreichende muskuläre Anspannung einfordern und anspornen. Anstrengung fokussiert die Aufmerksamkeit des Patienten auf das Training und unterstützt, neben der intensiven Aktivierung der Muskulatur, eine kognitive Beteiligung, die für motorische Verhaltensänderungen notwendig ist.
- Feedback und Bestätigung. Physiologische Größe wird von Parkinson-Patienten oft als »zu groß« empfunden. Erreichte physiologische Größe gilt es durch Feedback zu stabilisieren und in vielen Wiederholungen einzuschleifen.
- Kalibrieren. Dies meint zu einer Selbstreflexion über intendierte und tatsächliche Bewegung hinführen. Kalibrierung ist dann erreicht, wenn der Patient die Anstrengung, die für das Ausführen physiologischer Amplituden notwendig ist, kennt, akzeptiert und einsetzt, auch bei untrainierten Bewegungssequenzen.

Kostenübernahme und Verordnung

LSVT-BIG ist keine eigene Abrechnungsposition. Eine Genehmigung im Rahmen einer Einzelfallentscheidung ist bei privaten Kostenträgern deutlich häufiger zu erwarten als bei gesetzlichen Krankenkassen. Eine Empfehlung des behandelnden Neurologen, ein Kostenvoranschlag des behandelnden Therapeuten und ein Rezept außerhalb des Regelfalles mit 18 Einheiten von 60 Minuten Dauer sind für die Kostenübernahme eines LSVT-BIG-Trainings Voraussetzung.

LSVT-BIG in der Langzeitbehandlung

Nach einem vierwöchigen LSVT-BIG Training gibt es für die Patienten die Möglichkeit, nach einigen Monaten Erlerntes wieder aufzufrischen. Sogenannte Refresher trainieren in Kleingruppen von zwei bis drei Patienten zumeist zwei- bis dreimal pro Woche mehrere Wochen lang. Eine Wiederholung eines kompletten LSVT-BIG-Trainings ist im Verlauf der Krankheit ebenfalls möglich. Darüber, wie viele Patienten dies wann in Anspruch nehmen, liegen noch keine Daten vor.

LSVT – ein international anerkanntes Therapieprinzip

Die Zukunft von LSVT-LOUD und LSVT-BIG wird maßgeblich davon abhängen, inwieweit es gelingt, Wahrnehmung und Akzeptanz für diese Therapien bei Betroffenen, Behandlern und Kostenträgern zu schaffen. Hierzu ist zum einen eine Ausweitung der wissenschaftlichen Evidenz durch weitere Studien (insbesondere zu LSVT-BIG), zum anderen aber auch eine intensive Öffentlichkeitsarbeit wünschenswert. Zudem ist die Etablierung von LSVT-BIG von einer strikten Einhaltung der zeitlichen Vorgaben und der Vermittlung durch qualifizierte

Therapeuten abhängig. Eine »Verwässerung« der LSVT-Konzepte durch verkürzte Protokolle (»LSVT light«) oder Gruppentherapie würde zu geringeren Therapieerfolgen führen (vgl. [10]) und die Methode unverdient in Misskredit bringen. Die inhaltliche und kommerzielle Kontrolle der LSVT Global Incorporation wird häufig kritisch betrachtet, bietet allerdings auch den wichtigen Vorteil, dass die Methode international nach einheitlichen und kontrollierten Kriterien vermittelt und angewendet wird.

Informationen zur Behandlung und Ausbildung finden Sie unter www.lsvt.de und unter www.lsvtglobal.com. Fragen können in Deutschland an info@lsvt.de gerichtet werden.

Literatur

1. Arnold C, Gehrig J, Gispert S, Seifried C, Kell CA. Pathomechanisms and compensatory efforts related to Parkinsonian speech. *NeuroImage Clin* 2014; 4: 82–97.
2. Azulay JP, Mesure S, Amblard B, Pouget J. Increased visual dependence in Parkinson's disease. *Percept Mot Skills* 2002; 95: 1106–14.
3. Blumin JH, Pcolinsky DE, Atkins JP. Laryngeal findings in advanced Parkinson's disease. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2004; 113: 253–8.
4. Borg GA v. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982; 14: 377–81.
5. Constantinescu GA, Theodoros DG, Russell TG, Ward EC, Wilson SJ, Wootton R. Home-based speech treatment for Parkinson's disease delivered remotely: a case report. *J Telemed Telecare* 2010; 16: 100–4.
6. Dias AE, Limongi JCP, Barbosa ER, Hsing WT. Voice tele-rehabilitation in Parkinson's disease. *CoDAS* 2016; 28: 176–81.
7. de Dreu MJ, van der Wilk ASD, Poppe E, Kwakkel G, van Wegen EEH. Rehabilitation, exercise therapy and music in patients with Parkinson's disease: a meta-analysis of the effects of music-based movement therapy on walking ability, balance and quality of life. *Parkinsonism Relat Disord* 2012; 18 Suppl 1: S114–9.
8. Dumer AI, Oster H, McCabe D, Rabin LA, Spielman JL, Ramig LO et al. Effects of the Lee Silverman Voice Treatment (LSVT® LOUD) on hypomimia in Parkinson's disease. *J Int Neuropsychol Soc JINS* 2014, 20: 302–12.
9. Kusch M, Kupsch A et al. Comparing exercise in Parkinson's disease--the Berlin LSVT®BIG study. *Mov Disord* 2010; 25: 1902–8.
10. Ebersbach G, Grust U, Ebersbach A, Wegner B, Gandor F, Kühn AA. Amplitude-oriented exercise in Parkinson's disease: a randomized study comparing LSVT-BIG and a short training protocol. *J Neural Transm Vienna Austria* 1996 122: 253–6, 2015.
11. Ebersbach G, Sojer M, Valdeoriola F, Wissel J, Müller J, Tolosa E et al. Comparative analysis of gait in Parkinson's disease, cerebellar ataxia and subcortical arteriosclerotic encephalopathy. *Brain J Neurol* 1999; 122 (Pt 7): 1349–55.
12. 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: 462–7.
13. Fox C, Ebersbach G, Ramig L, Sapir S. LSVT LOUD and LSVT BIG: Behavioral Treatment Programs for Speech and Body Movement in Parkinson Disease. *Park Dis* 2012; 391946.
14. Gillivan-Murphy P, Carding P, Miller N. Vocal tract characteristics in Parkinson's disease. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2016; 24: 175–82.



Ekso GT™

Wir definieren

Gangrehabilitation neu

eksobionics.com

15. Halpern AE, Ramig LO, Matos CEC, Petska-Cable JA, Spielman JL, Pogoda JM et al. Innovative technology for the assisted delivery of intensive voice treatment (LSVT[®]LOUD) for Parkinson disease. *Am J Speech Lang Pathol* 2012; 21: 354–67.
16. Ho AK, Ianseck R, Marigliani C, Bradshaw JL, Gates S. Speech impairment in a large sample of patients with Parkinson's disease. *Behav Neurol* 1998; 11: 131–7.
17. Johansson BB. Brain plasticity and stroke rehabilitation. The Willis lecture. *Stroke* 2000; 31: 223–30.
18. Kleim JA, Hogg TM, VandenBerg PM, Cooper NR, Bruneau R, Remple M. Cortical synaptogenesis and motor map reorganization occur during late, but not early, phase of motor skill learning. *J Neurosci Off J Soc Neurosci* 2004; 24: 628–33.
19. Lim I, van Wegen E, de Goede C, Deutekom M, Nieuwboer A, Willems A et al. Effects of external rhythmical cueing on gait in patients with Parkinson's disease: a systematic review. *Clin Rehabil* 2005; 19: 695–713.
20. Liotti M, Ramig LO, Vogel D, New P, Cook CI, Ingham RJ, et al. Hypophonia in Parkinson's disease: neural correlates of voice treatment revealed by PET. *Neurology* 2003; 60: 432–40.
21. Logemann JA, Fisher HB, Boshes B, Blonsky ER. Frequency and cooccurrence of vocal tract dysfunctions in the speech of a large sample of Parkinson patients. *J Speech Hear Disord* 1978; 43: 47–57.
22. Mehrholz J, Friis R, Kugler J, Twork S, Storch A, Pohl M. Treadmill training for patients with Parkinson's disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2010; Online CD007830.
23. Mehrholz J, Kugler J, Storch A, Pohl M, Hirsch K, Elsner B. Treadmill training for patients with Parkinson's disease. An abridged version of a Cochrane Review. *Eur J Phys Rehabil Med* 2016.
24. Miller N, Noble E, Jones D, Burn D. Life with communication changes in Parkinson's disease. *Age Ageing* 2006; 35: 235–9.
25. Morris ME, Ianseck R, Matyas TA, Summers JJ. The pathogenesis of gait hypokinesia in Parkinson's disease. *Brain J Neurol* 1994; 117 (Pt 5): 1169–81.
26. Morris ME, Ianseck R, Matyas TA, Summers JJ. Stride length regulation in Parkinson's disease. Normalization strategies and underlying mechanisms. *Brain* 1996; 119 (Pt 2): 551–68.
27. Narayana S, Fox PT, Zhang W, Franklin C, Robin DA, Vogel D et al. Neural correlates of efficacy of voice therapy in Parkinson's disease identified by performance-correlation analysis. *Hum Brain Mapp* 2010; 31: 222–36.
28. Pawlukowska W, Gołab-Janowska M, Safranow K, Rotter I, Amernik K, Honczarenko K et al. Articulation disorders and duration, severity and L-dopa dosage in idiopathic Parkinson's disease. *Neurol Neurochir Pol* 2015; 49: 302–6.
29. Petzinger GM, Fisher BE, Van Leeuwen J-E, Vukovic M, Akopian G, Meshul CK et al. Enhancing neuroplasticity in the basal ganglia: the role of exercise in Parkinson's disease. *Mov Disord* 2010; 25 Suppl 1: S141–45.
30. Prigatano GP. Anosognosia: clinical and ethical considerations. *Curr Opin Neurol* 2009; 22: 606–11.
31. Ramig LO, Countryman S, O'Brien C, Hoehn M, Thompson L. Intensive speech treatment for patients with Parkinson's disease: short-and long-term comparison of two techniques. *Neurology* 1996; 47: 1496–504.
32. Ramig LO, Sapir S, Countryman S, Pawlas AA, O'Brien C, Hoehn M et al. Intensive voice treatment (LSVT) for patients with Parkinson's disease: a 2 year follow up. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2001; 71: 493–8.
33. Remple MS, Bruneau RM, VandenBerg PM, Goertzen C, Kleim JA. Sensitivity of cortical movement representations to motor experience: evidence that skill learning but not strength training induces cortical reorganization. *Behav Brain Res* 2001; 123: 133–41.
34. Sale P, Castiglioni D, De Pandis MF, Torti M, Dall'armi V, Radicati FG et al. The Lee Silverman Voice Treatment (LSVT[®]) speech therapy in progressive supranuclear palsy. *Eur J Phys Rehabil Med* 2015; 51: 569–74.
35. Sapir S, Spielman J, Ramig LO, Hinds SL, Countryman S, Fox C et al. Effects of intensive voice treatment (the Lee Silverman Voice Treatment [LSVT]) on ataxic dysarthria: a case study. *Am J Speech Lang Pathol* 2003; 12: 387–99.
36. Sidtis JJ, Alken AG, Tagliati M, Alterman R, Van Lancker Sidtis D. Subthalamic Stimulation Reduces Vowel Space at the Initiation of Sustained Production: Implications for Articulatory Motor Control in Parkinson's Disease. *J Park Dis* 2016; 6: 361–70.
37. Skodda S. Effect of deep brain stimulation on speech performance in Parkinson's disease. *Park Dis* 2012; 850596.
38. Spielman J, Mahler L, Halpern A, Gilley P, Klepitskaya O, Ramig L. Intensive voice treatment (LSVT[®]LOUD) for Parkinson's disease following deep brain stimulation of the subthalamic nucleus. *J Commun Disord* 2011; 44: 688–700.
39. Theodoros DG, Hill AJ, Russell TG. Clinical and Quality of Life Outcomes of Speech Treatment for Parkinson's Disease Delivered to the Home Via Telerehabilitation: A Noninferiority Randomized Controlled Trial. *Am J Speech Lang Pathol* 2016; 25: 214–32.
40. Trail M, Fox C, Ramig LO, Sapir S, Howard J, Lai EC. Speech treatment for Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation* 2005; 20: 205–21.
41. Tripoliti E, Strong L, Hickey F, Foltynie T, Zrinzo L, Candelario J et al. Treatment of dysarthria following subthalamic nucleus deep brain stimulation for Parkinson's disease. *Mov Disord* 2011; 26: 2434–6.
42. Tsanas A, Little MA, Fox C, Ramig LO. Objective Automatic Assessment of Rehabilitative Speech Treatment in Parkinson's Disease. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng Publ IEEE Eng Med Biol Soc* 2014; 22: 181–90.
43. van Wegen E, de Goede C, Lim I, Rietberg M, Nieuwboer A, Willems A et al. The effect of rhythmic somatosensory cueing on gait in patients with Parkinson's disease. *J Neurol Sci* 2006; 248: 210–4.

Interessenvermerk

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt vorliegt.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. med. Georg Ebersbach
Neurologisches Fachkrankenhaus für
Bewegungsstörungen/Parkinson
Straße nach Fichtenwalde 16
14547 Beelitz-Heilstätten
ebersbach@kliniken-beelitz.de