

Dysarthrie und tiefe Hirnstimulation bei Morbus Parkinson: perzeptive Profile, akustische Analysen, therapeutische Konsequenzen

Adelheid Nebel, Jens Volkmann, Günther Deuschl

ZUSAMMENFASSUNG. Die tiefe Hirnstimulation (tHS) zeigt für die Kardinalsymptome des ideopathischen Parkinson-Syndroms (IPS) sehr gute Ergebnisse. Für die Dysarthrie (DA) werden divergente Folgen beschrieben. Wir untersuchten 14 pseudorandomisiert ausgewählte Patienten hinsichtlich der Einflüsse der tHS auf Motorik und Sprechen. Wir bewerteten die Subsysteme des Sprechens und die Verständlichkeit anhand alltagsrelevanter und experimenteller Aufgaben durch perzeptive und akustische Verfahren. Unsere Daten erbrachten im Unterschied zur Motorik keine signifikanten Veränderungen der DA und der Verständlichkeit unter der tHS. Angesichts dieser Ergebnisse, wie auch der vorangehenden Studien, bieten logopädische Maßnahmen, insbesondere das LSVT, bei frühem Einsatz und Auffrischung nach tHS eine mögliche Verbesserung der DA. Die bisherige Datenlage ermöglicht keine abschließende Einschätzung.

Schlüsselwörter: Morbus Parkinson – tiefe Hirnstimulation – Sprechen – Verständlichkeit – Behandlung

Einleitung

Neben den Kernsymptomen des idiopathischen Parkinson-Syndroms (IPS), Rigor, Tremor, Akinese, tritt im Verlauf der Erkrankung stets eine Dysarthrie (DA) auf. Darley et al. (1975) beschreiben als charakteristische Merkmale der hypokinetischen Dysarthrie (DA) eine leise, behauchte heisere, monotone Stimme, abgeschwächte Konsonantartikulation und nivellierte Akzente (Ackermann & Ziegler, 1989; Ackermann & Hertrich, im Druck).

Die Literaturrecherche belegt für die medikamentöse Behandlung keine durchgängig positive Auswirkung auf die DA (Nebel, im Druck; Pinto et al., 2004a; Trail et al., 2005): Neben signifikanten Verbesserungen von Stimmstabilität und Verständlichkeit (De Letter et al., 2006) werden keine signifikanten Veränderungen und bei längerer Medikation auch erhebliche medikamentös induzierte Verschlechterungen sprechmotorischer Leistungen beschrieben (Pinto et al., 2004a).

Für die tiefe Hirnstimulation (tHS) werden in beide Nuclei subthalamici Elektroden eingeführt und mit einem unter dem Schlüsselbein implantierten Stimulator zur reversiblen und individuell anpassbaren elektrischen Stimulation verbunden. Dieses Verfahren wird seit

etwa zehn Jahren bei fortgeschrittenem IPS mit gutem Ergebnis für die Kernsymptome der Parkinson-Krankheit eingesetzt (Oertel, 2004). Für die dysarthrischen Symptome liegen divergente Daten vor: Während einige Arbeiten bei homogen ausgewählten Patienten mit leichter Dysarthrie signifikante Verbesserungen der Kraft und der Auslenkung der Artikulatoren nachweisen (Gentil et al., 2003; Pinto et al., 2003), konnten für randomisiert ausgewählte Patienten mit unterschiedlich schwerer DA keine signifikanten Ergebnisse belegt werden (Rousseaux et al., 2004; Tornqvist et al., 2005). Einzelfallanalysen beschreiben negative Nebenwirkungen, Hypophonie oder Dyskinesien, wie sie auch die medikamentöse Behandlung als Nebenwirkung im Einzelfall zeigt (Hariz et al., 2000; Pinto et al., 2005).

Uns stellte sich die Frage, wie sich die tHS auf die Leistungen der einzelnen Subsysteme, Atmung, Phonation, Artikulation, Prosodie, auswirkt und in welcher Weise die mit perzeptiven und akustischen Verfahren gemessenen Veränderungen die Verständlichkeit beeinflussen.

Adelheid Nebel ist Logopädin und klinische Linguistin. Sie hat nach dreijähriger Berufserfahrung in der neurologischen Rehabilitation von 1992-2001 in Freiburg an der Schule für Logopäden gearbeitet und ist seit 2001 in der Neurologie des UK SH Kiel tätig. Die Behandlung von Parkinson-Patienten steht neben der von Schlaganfallpatienten im Mittelpunkt ihrer Arbeit.



Prof. Dr. med. Jens Volkmann ist seit 2001 leitender Oberarzt und seit 2000 in Kiel tätig. In seinen verschiedenen Positionen u.a. an der Uniklinik Düsseldorf war er maßgeblich an der Etablierung der tiefen Hirnstimulation zur Behandlung der Parkinson-Krankheit und anderer Bewegungsstörungen in Deutschland beteiligt.



Prof. Dr. med. Günther Deuschl ist seit 1995 Professor für Neurologie und Direktor der Neurologischen Klinik des UK SH Kiel. Seit 2004 ist er erneut Vorstandsmitglied der Movement Disorder Society und Herausgeber der Zeitschrift Movement Disorders, seit 2007 Präsident der DGN. Seine zahlreichen Veröffentlichungen und Wissenschaftspreise sind seinen Arbeiten zur Parkinson-Krankheit gewidmet.



Methode

Patienten

Die Daten der 14 von uns untersuchten Patienten sind in Tabelle 1 dargestellt. Alle Patienten wurden pseudorandomisiert aus einer größeren Studienpopulation zur tHS der Klinik für Neurologie Kiel des UK Schleswig-Holstein ausgewählt. Bei allen Patienten lag

ein lange bestehendes L-dopa-sensitives IPS vor. Die motorischen und sprechmotorischen Leistungen wurden präoperativ anhand der „Unified Parkinson Disease Rating Scale“ (UPDRS-III-Motorik und UPDRS-III-18-Sprechen) (Fahn et al., 1987) erfasst (Tab. 1).

Die Untersuchungen der Sprechleistung erfolgten parallel zu den Untersuchungen der Motorik im Medikamenten-off (Med off) (nach 12-stündiger Medikamentenkarrenz) bei an- und ausgeschaltetem Stimulator (Med off/STIM ON = off/ON bzw. Med off/STIM OFF = off/OFF). Unter der Med off/STIM ON Bedingung (off/ON) erfolgte stets die erste Untersuchung, unter Med off/STIM OFF stets die zweite, 30 Min. nach ausgeschaltetem Stimulator.

Aufgaben

Der Sprachkorpus umfasste alltagsnahe Aufgaben, Fragen zur Anamnese, Lesen von Sätzen (L), Monolog in Form einer Bildgeschichte (M), und experimentelle Aufgaben, Nachsprechen von Trägersätzen (SR), Halten der Vokale „a, u, ü, i“, schnelle Silbenwiederholung (DDK) „ba, da, ga, dana“, Zählen von 1-20 und eine Wortflüssigkeitsaufgabe als Ablenker. Lesesätze (L) und Bildgeschichten (M) wurden pseudorandomisiert aus 100 bzw. 50 ausgewählt. Die Lesesätze waren in der Länge ähnlich, jedoch nicht phonetisch ausgewogen.

Instrumentierung

Alle Aufgaben wurden mittels eines Headsets (Micro Sony ECM-T45) in 3 cm Abstand vom Mund per Minidiskplayer (Sony MZ-N707) aufgenommen. Die weitere Digitalisierung erfolgte anhand des „Modularen Diagnostic System for Speech Disorders“ (MODIAS) (Merk, 2002), das auf einer PC-Plattform mit kommerzieller Sound-Karte basiert und MATLAB als Basis-Programm nutzt. Das Programm umfasst vier unabhängige Module: Phonation, Artikulation, Sprechrate im Nachsprechen (SR) und in der schnellen Silbenwiederholung (DDK). Zur Bestimmung der Lautstärke in vivo wurde ein Schalldruckmessgerät (Conrad SL-4001; metering capacity: 30-80 db, resolution: 0,1db, frequency 31,5 Hz - 8 KHz) im Abstand von 70 cm vom Mund fixiert und der höchste Druck (db) pro

■ Tab. 1: Patientendaten und präoperativer Schweregrad

Patient	Geschlecht	Alter (Jahre)	Krankheitsdauer (Jahre)	Monate seit OP	UPDRS III Med off	UPDRS III Med on	UPDRS III 18 Med off	UPDRS III 18 Med on
1	M	73	26	36	47	31	2	2
2	M	63	23	12	64	33	2	1
3	F	73	23	12	55	29	2	1
4	M	70	17	6	56	27	2	1
5	F	66	18	6	40	22	1	1
6	M	63	14	6	77	26	3	2
7	M	56	16	6	38	13	1	1
8	F	68	17	6	34,5	15,5	1	1
9	F	63	15	6	31	16	1	1
10	M	65	11	12	84	55	4	3
11	F	59	15	6	34	4	2	0
12	M	57	16	6	47	15	2	2
13	F	74	24	36	45,5	23,5	1	1
14	M	53	18	24	44	9	1	2

Motorik: UPDRS III; Dysarthrie: UPDRS III 18; je geringer der Zahlenwert um so geringer die Störung

Aufgabe unmittelbar während der Untersuchung notiert.

Datenanalyse

Die Aufnahmen von Monolog (M) und Lesesaufgabe (L) wurden anhand der Bogenhausener Dysarthrieskala (BODY) (Nicola et al., 2004) bewertet. Diese Skala ermöglicht es, jedes Subsystem des Sprechens – Atmung, Phonation, Artikulation, Prosodie, Sprechtempo – anhand einer fünfgliedrigen Skala getrennt zu beurteilen, wobei 0 für eine „sehr schwere Störung“ und 4 für „ungestört“ steht.

Um die Verständlichkeit zu evaluieren, spielten wir die Aufnahmen in pseudorandomisierter Reihenfolge per Lautsprecher (3"fullrange, 4 Ω, 50-20 KHz, 120 W + 190 H + 185 (D) MM) in Originallautstärke ab. Als Skala verwendeten wir die Skala des „National Technical Institute for the Deaf (NTID)“ (Samar & Metz, 1988). Die semiprofessionellen Rater, Studierende der Schule für Logopädie Kiel, waren hinsichtlich der jeweiligen Untersuchungsbedingungen geblindet. Die MP3-Aufnahmen wurden via MODIAS mit einer Sampling Rate von 22050 Hz und 16 bit digitalisiert, um so phonatorische und artikulatorische Parameter differenziert zu analysieren. Das jeweils stabilste, 2 Sekunden dauernde Segment des gehaltenen Vokals wurde interaktiv vom Untersucher und MODIAS ausgewählt und davon die Parameter F0, F1, F2 sowie die Jitter-Anteile mit ihren Trends, Variationskoeffizienten und Lautstärkeschwankungen durch MODIAS berechnet. MODIAS erstellt anhand der Formantlage von F1 und F2 der Vokale /i/, /u/ und /a/ das

sog. Formantdreieck, das den Raum im Vokaltrakt als Fläche (kHz²) abbildet.

Veränderungen von Sprechtempo und Flüssigkeit wurden anhand der digitalisierten Nachsprechaufgabe (SR) und der DDK untersucht. MODIAS (technische Daten siehe Merk, 2002) erkennt innerhalb des Sprechschalls Silbengrenzen und auf zeitliche Abläufe bezogene Informationen der Silbenstruktur in ähnlicher Weise wie das menschliche Gehör. Zusätzlich ermöglichen interaktive Prozesse Korrekturen durch perzeptive Entscheidungen. Wir begrenzten die Analyse auf die Silbenrate, Silbendauer und rhythmische Veränderungen (Pausendauer).

Als statistisches Verfahren verwendeten wir aufgrund der vielfältigen Variablen die Varianzanalyse (ANOVA) und berechneten adjustiertes $\alpha = .0056$.

Ergebnisse

Perzeptive Profile

UPDRS

Die präoperative Untersuchung der Patienten bestätigte eine stark ausgeprägte L-Dopa-Sensitivität für die Gliedmaßenmotorik (UPDRS-III Med on < 50% verglichen mit Med off), aber nur einen geringen L-Dopa-Effekt für das Sprechen (UPDRS-III-18 Med on < 24% verglichen mit Med off) (Tab. 1). Unter der Stimulation zeigte sich anhand der UPDRS-III-Skalen eine erheblich bessere Leistung (off/OFF vs. off/ON $p < .0001$). Das Sprechen (UPDRS-III-18) wurde im Vergleich off/OFF vs. off/ON geringfügig, jedoch signifikant besser bewertet ($p = .0049$).

Tab. 2: Vergleich STIM ON vs. STIM OFF der BODYS- Bewertungen, p-Werte, $\alpha = .0056$

Subsystem	p-Wert
Atmung	.0276
Lautstärke	.0452
Tonlage	.0282
Stimmqualität	.2313
Stimmstabilität	.0108
Artikulation	.0093
Sprechtempo	.3268
Redefluss	.7918
Modulation	.0098

Bogenhausener Dysarthrie-Skalen (BODYS)

Die zunächst getrennt durchgeführte statistische Auswertung der Beurteilung von Monolog und Lesesätzen zeigte keinen signifikanten Einfluss des sprachlichen Materials auf die Ergebnisse. Dies ermöglichte, beide Aufgaben als eine auszuwerten. Abb. 1 verdeutlicht die heterogenen Veränderungen der einzelnen Parameter unter der tHS, doch ist hervorzuheben, dass keine der Teilleistun-

gen signifikant, also über eine Zufallsebene hinaus, durch die Stimulation beeinflusst wurde (Tab. 2). Auffallend sind die Ergebnisse der Lautstärke und die Veränderungen der Artikulation: Neben den für die Parkinson-Dysarthrie typischen kleinen artikulatorischen Bewegungsamplituden zeigten sich unter der Stimulation leichte, nicht signifikante Veränderungen: linguale Dyskinesien (einmal) und mehrfach eine nach interdental vorverlagerte Artikulationsbasis.

Verständlichkeit

Die ANOVA-Analyse erbrachte weder aufgabenspezifische noch stimulationsabhängig signifikante Veränderungen für die gesamte Gruppe ($p = .8212$). Einzelfälle wurden um 2 Skalenwerte besser eingeschätzt, Verschlechterungen nur um 1 Skalenwert. Abb. 2 zeigt die BODYS-Bewertung eines Probanden, dessen Verständlichkeit bei gleichbleibender artikulatorischer Leistung und leicht höherer Lautstärke unter der Stimulation von allen Ratern als „völlig verständlich (5)“ eingestuft wurde, während in der off/OFF-Bedingung sechs Rater alles „bis auf einzelne Äußerungen verständlich (4)“ bewerteten und zwei Rater das Sprechen als „schwer verständlich (3)“ beurteilten. Patient 2 wird un-

ter der Stimulation um 1 Skalenwert besser eingeschätzt (off/OFF-NTID-Skala 2, off/ON-NTID-Skala 3) trotz persistierender Iterationen. Die drei unter der Stimulation um 1 Skalenwert schlechter bewerteten Patienten wurden unter der Stimulation leiser.

Akustische Analysen

Lautstärke

Die Lautstärke zeigte signifikante Unterschiede zwischen den Aufgaben ($p = .0025$). Aber der Vergleich zwischen den beiden Untersuchungsbedingungen zeigte für keine Aufgabe signifikante Unterschiede ($p = .2516$). Abb. 3 zeigt die individuellen Ergebnisse, die keinerlei Trend belegen.

Stimme: Tonlage, Qualität, Stabilität

Der Einfluss der Stimulation auf die Stimme bleibt für alle Teilaspekte unterhalb signifikanter Werte (Grundton (F_0) $p = .0736$, Stabilität $p = .3251$, Qualität $p = .7767$). Erhebliche Standardabweichungen und große interindividuelle Spannbreiten spiegeln die instabilen stimmlichen Leistungen unter beiden Untersuchungsbedingungen wider (z. B. Tonhöhe: mean off/OFF 183,57 Hz SD 40,7 Hz vs. off/ON mean 165,32 Hz SD 37,59 Hz). Auffallend sind die gegenläufigen Entwicklungen im Jitteranteil der männlichen und weiblichen Stimmen (Abb. 4), doch war die Population insgesamt zu klein, um hieraus statistische Trends abzuleiten. Einzig die isolierten Vokale konnten unter der Stimulation signifikant länger gehalten werden ($p = .0046$). Nur ein Patient wich mit einer etwas kürzeren Tonhaltdauer bei eingeschaltetem Stimulator vom allgemeinen Trend ab.

Vokalarikulation

MODIAS berechnet anhand der Formanten F_1 und F_2 der Vokale „a, i, u, ü“ Formantendreiecke als ein sensibles Maß für den Vokalraum (kHz^2). Die geringe Flächenausdehnung unter beiden Untersuchungsbedingungen spiegelt den Parkinson typischen artikulatorischen „undershoot“ wider, der sich unter der Stimulation nicht wesentlich verändert (Mittelwert: off/OFF $0,393 \text{ kHz}^2$ vs. off/ON $0,390 \text{ kHz}^2$; $p = .9187$).

Sprechtempo

Anhand der Nachsprechaufgabe (SR) und der schnellen Silbenwiederholung (DDK) wurden die Silbendauern, Silbenfrequenzen und Pausendauern ermittelt, drei verlässliche Maße zum Sprechtempo. Es lässt sich zwar anhand dieser drei Aspekte eine leichte Verlangsamung des Sprechtempo unter der Sti-

Abb. 1: Ergebnisse BODYS im Mittelwert

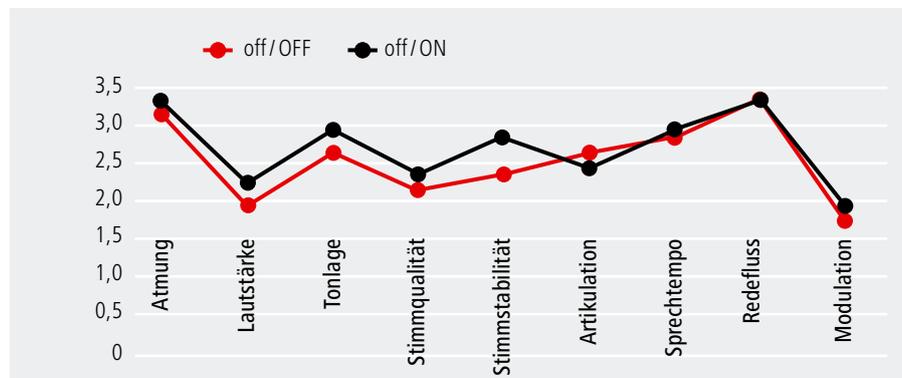
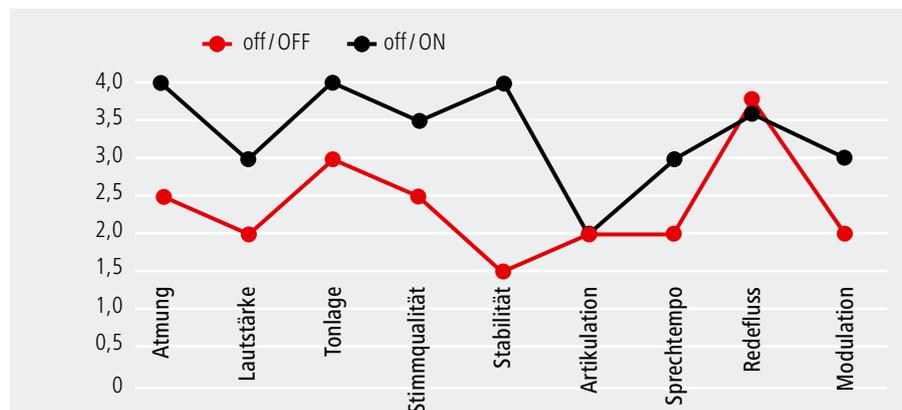
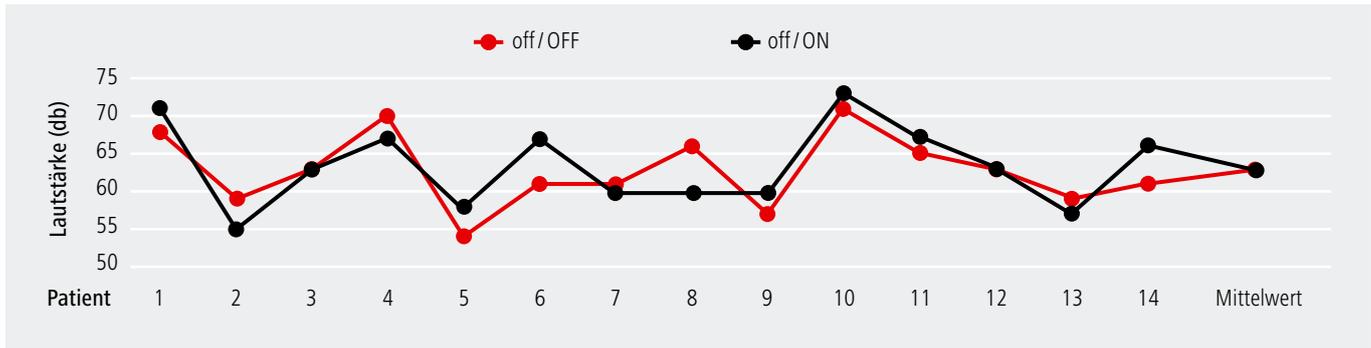


Abb. 2: Ergebnisse BODYS Einzelprofil Pat. 10



■ **Abb. 3: Lautstärkespitzen Mittelwerte**



mulation erkennen, doch unterhalb signifikanter Werte: Silbendauer DDK $p=.1154$; SR $p=.0483$, Silbenrate DDK $p=.0193$; SR $p=.0092$, Pausendauer DDK $p=.8112$. Die heterogenen Ergebnisse mit hoher Standardabweichung (Abb. 5 u. 6) belegen sehr divergente Auswirkungen der tiefen Hirnstimulation auf das Sprechtempo.

Diskussion

Unsere Untersuchung erfolgte unter zwei unterschiedlichen Blickwinkeln: Der differenzierten Beurteilung der Subsysteme des Sprechens und der Beurteilung der Verständlichkeit als eine komplexe, die Sprecher- und Hörerleistungen umfassende Größe. Letztere ist die alltagsrelevante Messlatte für Kommunikation und Lebensqualität.

In unserer wie auch in vorangehenden Studien fällt eine doppelte Schere auf: Den sehr positiven Ergebnissen der tiefen Hirnstimulation für die Gliedmaßenmotorik stehen mäßige, divergente oder statistisch nicht signifikante Ergebnisse für die Sprechmotorik gegenüber. Die Bewertungen der Dysarthrie anhand der UPDRS-III-18 fällt in der Regel besser aus als die durch spezifische Dysarthrie-Skalen.

Das Item 18 der UPDRS ist eine screening-artige Bewertung des Sprechens innerhalb der Gesamtevaluation der Parkinson-Symptomatik durch den Arzt. In die 4-stufige Beurteilung fließen Mimik, Stimme, Prosodie, Artikulation und Verständlichkeit ein, so dass z.B. eine Verbesserung des mimischen Ausdrucks bereits zu einer besseren Bewertung führt. Frühere Untersuchungen verweisen auf eine geringe Interrater-Reliabilität der UPDRS-III-18 sowie eine zu geringe Trennschärfe (Geminiani et al., 1991; Richards et al., 1994). So kann angenommen werden, dass die UPDRS-III-18-Bewertungen unserer Arbeit zu positiv ausfallen aufgrund zu geringer Differenzierung.

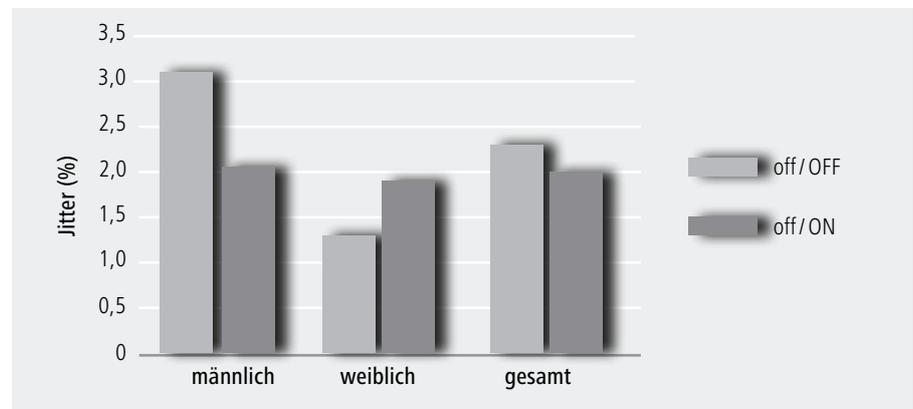
Unsere Studie über 14 in Schwere und Ausprägung der Dysarthrie sehr unterschiedliche

Patienten zeigte bei dysarthrie-spezifischer Betrachtung keine signifikanten Auswirkungen der Stimulation des Nucleus subthalamicus auf das Sprechen mit Ausnahme der Tonhaldedauer. Damit bestätigten sich Ergebnisse anderer Untersuchungen randomisiert ausgewählter Patientenkollektive mit kleinerer Probandenzahl (Dromey et al., 2000; Pützer et al., 2003; Rousseaux et al., 2004). Größere Kollektive und/oder homogene, gezielt ausgewählte Gruppen scheinen erforderlich zu sein, um Veränderungen valide nachweisen zu können. So zeigten elektrophysiologische Arbeiten an homogen ausgewählter Popu-

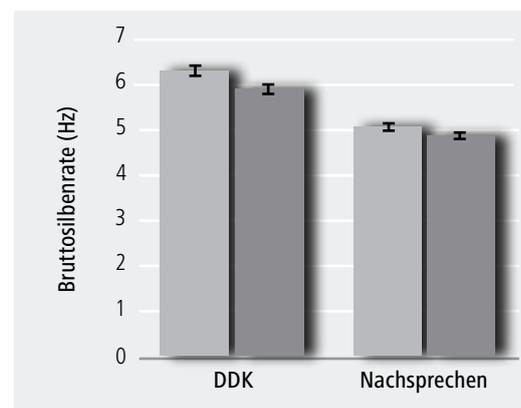
lation deutlich positive Effekte für einzelne Sprechleistungen wie die Kraft und Auslenkung der Artikulatoren oder die Stimmqualität (Gentil et al., 1999; Gentil et al., 2003; Pinto et al., 2003), die zusätzlich anhand einer PET-Studie belegt sind (Pinto et al., 2004b).

Entsprechend den unter der Stimulation kaum veränderten Subsystemen des Sprechens erbrachte auch die Bewertung der Verständlichkeit keine signifikanten Veränderungen für die gesamte Gruppe. Dies schließt individuelle Veränderungen positiver wie negativer Art ein. Tornqvist et al. (2005)

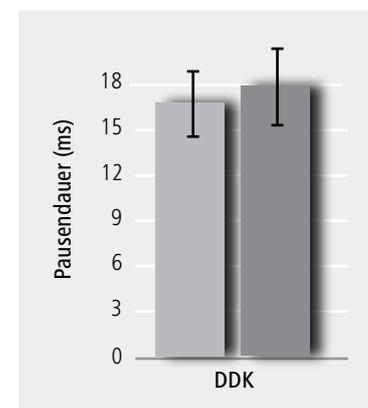
■ **Abb. 4: Ergebnis MODIAS: Stimmqualität**



■ **Abb. 5: Sprechtempo**



■ **Abb. 6: Pausendauer**



belegen an 10 Probanden ebenfalls keine signifikanten Veränderungen der Verständlichkeit unter einer optimal eingestellten Stimulation, jedoch signifikante Verschlechterungen, sobald Frequenzen oder Amplituden der Stimulation angehoben werden. Auch andere Studien verweisen darauf, dass eine möglichst ausgewogene beidseitige Stimulation keine Veränderungen des Sprechens zeigt, während linksseitige Stimulation zu erheblichen Verschlechterungen der Dysarthrie führt (Santens et al., 2003; Wang et al., 2003).

Die von vielen Patienten vorgebrachte Klage über eine unter der Stimulation leiser gewordene Stimme ließ sich als allgemeiner Trend weder durch unsere Arbeit noch durch o. g. Studien bestätigen, jedoch zeigen einzelne Patienten auch in unserer Studie geringere Lautstärkespitzen und in Verbindung damit eine leicht geringer bewertete Verständlichkeit. Ähnliche Ergebnisse beschreiben auch andere Einzelfallanalysen (Hariz et al., 2000; Pinto et al., 2005).

Insgesamt weisen die bisher vorliegenden Studien zur Auswirkung der tHS auf die Parkinson-Dysarthrie zu heterogene Ergebnisse auf, als dass sich ein Trend aufzeigen oder ein Erklärungszusammenhang zwischen Stimulation und Sprechmotorik ableiten ließe. Die Schere zwischen überaus positiver Beeinflussung der Gliedmaßenmotorik durch die Stimulation und den geringen, fehlenden und bisweilen negativen Folgen für die Sprechmotorik lassen Raum für divergente Hypothesen:

► Verstärkte Dysarthrie und Heiserkeit unmittelbar nach der Operation, vor der Wirkung der Stimulation, ließe sich durch laryngeale und/oder zerebrale Mikroläsionen unter der Operation erklären, die sich nach einigen Monaten ggf. unter logopädischer Therapie rückbilden müssten.

► Die Dysarthrie bei M. Parkinson scheint, so lassen Übersichtsarbeiten vermuten, nur in geringem und heterogenem Maße durch L-Dopa beeinflussbar zu sein (Nebel, im Druck; Pinto et al., 2004a; Schulz & Grant, 2000; Schulz et al., 2000; Trail et al., 2005). Die tHS wirkt sich vorwiegend auf dopaminsensitive Prozesse aus, demzufolge nur gering und heterogen auf die Dysarthrie.

► Diskutiert werden mögliche Abstrahlungseffekte, Reizungen der Pyramidenbahn, durch die sprechmotorische Prozesse beeinflusst werden könnten (Pinto et al., 2005; Volkmann et al., 2000).

► Die Ausbreitung der Neurodegeneration in nicht dopaminergen, sprechmotori-

schen Strukturen, die weder durch L-Dopa noch durch die Stimulation beeinflusst werden, könnte ein anderer Erklärungsansatz sein (Ackermann & Ziegler, 2007; Deuschl et al., 2006). Dies würde auch die zunehmende Kluft zwischen Gliedmaßenmotorik und Dysarthrie im weiteren Verlauf der Erkrankung und Stimulation erklären (Krack et al., 2003).

Therapie und Ausblick

Der logopädischen Therapie kommt vor diesem Hintergrund eine besondere Bedeutung zu. Mit dem Lee-Silverman-Voice-Treatment steht ein Verfahren zur Verfügung, das nachweislich bei hoher Therapiedichte (viermal pro Woche) in kurzer Behandlungszeit (vier Wochen) zu signifikanten Verbesserungen führt, die bei konsequenter Fortsetzung der eigenständigen Übungen und regelmäßigen Kontrolluntersuchungen über zwei Jahre anhalten (Ramig et al., 1995; Ramig et al., 2001). Auch andere Verfahren, z. B. der Einsatz des Pacing Boards bei stark erhöhtem Sprechtempo oder Iterationen, führen bei hochfrequenter, kurzer, fokussierter Therapie zu guten kommunikativen Leistungen (Helm, 1979).

Grundsätzlich müsste sich das LSVT in ebenso erfolgreicher Weise für Patienten nach tHS einsetzen lassen. Die wesentlich bessere körperliche Stabilität müsste sich in der Behandlung positiv auswirken – wie sich dies ja auch konstant in der oben dargestellten längeren Tonhaltedauer zeigt. Auf der anderen Seite ist zu bedenken, dass die tHS erst im fortgeschrittenen Stadium der Parkinson-Erkrankung eingesetzt wird. In dieser Krankheitsphase könnte die kognitive Flexibilität, die Fähigkeit zur geteilten Aufmerksamkeit und zur Veränderung von Gewohnheiten (Witt et al., 2002), bereits erheblich geringer sein als in der früheren Phase, in der die Patienten der LSVT-Studien untersucht wurden. Dies scheinen vorläufige Ergebnisse an fünf Patienten zu bestätigen: Die Transferleistung stellte sich für die operierten Patienten als wesentlich schwieriger dar (Tripoliti et al., 2005).

Wünschenswert scheinen daher umfassende Behandlungspläne mit Behandlungsphasen im Intervall zu einem frühen Zeitpunkt der Dysarthrie noch vor einer tHS, die im Intervall und ggf. nach der Stimulation erneut aufgenommen werden können.

Für abschließende Einschätzungen der Auswirkungen der tiefen Hirnstimulation auf die Dysarthrie sind Umfang und Ergebnisse der Studien gegenwärtig noch zu gering, für therapeutische Möglichkeiten sind Therapiestudien dringlich erforderlich.

Literatur

- Ackermann, H. & Hertrich, I. (im Druck). Die Dysarthrie des Parkinson-Syndroms: Störungen der Sprechatmung, der Stimmgebung, der Artikulation, der Prosodie und des Redeflusses. In: Nebel, A. & Deuschl, G. (Hrsg.), *Dysarthrie und Dysphagie bei Morbus Parkinson. Symptome, Diagnostik, Therapie*. Stuttgart: Thieme
- Ackermann, H. & Ziegler, W. (1989). Die Dysarthrophonie des Parkinson-Syndroms. *Fortschritte der Neurologie und Psychiatrie* 57, 149-160
- Ackermann, H. & Ziegler, W. (2007). Brain mechanisms underlying speech. In: Hardcastle, W. (ed.), *The Handbook of Phonetic Sciences*. Oxford: Blackwell
- Darley, F.L., Aronson, A.E. & Brown, J.R. (1975). *Motor Speech Disorders*. Philadelphia: W.B. Saunders
- De Letter, M., Santens, P. & Van Borsel, J. (2006). The effects of levodopa on word intelligibility in Parkinson's disease. *J Commun Disord* 38, 187-96
- Deuschl, G., Herzog, J., Kleiner-Fisman, G., Kubu, C., Lozano, A.M., Lyons, K.E., Rodriguez-Oroz, M.C., Tamma, F., Troster, A.I., Vitek, J.L., Volkmann, J. & Voon, V. (2006). Deep brain stimulation: postoperative issues. *Mov Disord* 21, Suppl 14, 219-237
- Dromey, C., Kumar, R., Lang, A.E. & Lozano, A.M. (2000). An investigation of the effects of subthalamic nucleus stimulation on acoustic measures of voice. *Mov Disord* 15, 1132-1138
- Fahn, S. & Elton, R. (1987). *Unified Parkinson's Disease Rating Scale, Vol II*. Florham Park (NJ): Health Care Information
- Geminiani, G., Cesana, B., Tamma, F., Contri, P., Pacchetti, C., Carella, F., Piolti Martignoni, R., Giovannini, F. & Caraceni, T. (1991). Interobserver reliability between neurologists in training of the Parkinson's disease Rating Scales. A multicenter study. *Mov Disord* 6, 330-335
- Gentil, M., Garcia-Ruiz, P., Pollak, P. & Benabid, A.L. (1999). Effect of stimulation of the subthalamic nucleus on oral control of patients with parkinsonism. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 67, 329-333
- Gentil, M., Pinto, S., Pollak, P. & Benabid, A.L. (2003). Effect of bilateral stimulation of the subthalamic nucleus on parkinsonian dysarthria. *Brain Lang* 85, 190-196
- Hariz, M.I., Johansson, F., Shamsgovara, P., Johansson, E., Hariz, G.M. & Fagerlund, M. (2000). Bilateral subthalamic nucleus stimulation in a parkinsonian patient with preoperative deficits in speech and cognition: persistent improvement in mobility but increased dependency: a case study. *Mov Disord* 15, 136-139
- Helm, N.A. (1979). Management of palilalia with a pacing board. *J Speech Hear Disord* 44, 350-353
- Krack, P., Batir, A., Van Blercom, N., Chabardes, S., Fraix, V., Ardouin, C., Koudsie, A., Limousin, P.D., Benazzouz, A., LeBas, J.F., Benabid, A.L. & Pollak, P. (2003). Five-year follow-up of bilateral stimulation of the subthalamic nucleus in advanced Parkinson's disease. *N Engl J Med* 349, 1925-1934
- Merk, M. (2002). *Entwicklung und Implementierung PC-gestützter akustischer Analyseverfahren für die klinische Diagnostik neurogener Sprechstörungen*. München: UB
- Nebel, A. (im Druck). Auswirkung medikamentöser und operativer Behandlungen auf die Dysarthrie bei Morbus Parkinson. In: Nebel, A. & Deuschl, G. (Hrsg.), *Dysarthrie und Dysphagie bei Morbus Parkinson. Symptome, Diagnostik, Therapie*. Stuttgart: Thieme

- Nicola, F., Vogel, M. & Ziegler, W. (2004). Bogenhausener Dysarthrie Skalen (BODYS). *Forum Logopädie* 2, 14-22
- Oertel, O.W. (2004). *Leitlinie Parkinson*. Kommission Leitlinien der DGN. Marburg: DGN
- Pinto, S., Gentil, M., Fraix, V., Benabid, A.L. & Pollak, P. (2003). Bilateral subthalamic stimulation effects on oral force control in Parkinson's disease. *J Neurol* 250, 179-187
- Pinto, S., Gentil, M., Krack, P., Sauleau, P., Fraix, V., Benabid, A.L. & Pollak, P. (2005). Changes induced by levodopa and subthalamic nucleus stimulation on parkinsonian speech. *Mov Disord* 20, 1507-1515
- Pinto, S., Ozsancak, C., Tripoliti, E., Thobois, S., Limousin-Dowsey, P. & Auzou, P. (2004 a). Treatments for dysarthria in Parkinson's disease. *Lancet Neurol* 3, 547-556
- Pinto, S., Thobois, S., Costes, N., Le Bars, D., Benabid, A.L., Broussolle, E., Pollak, P. & Gentil, M. (2004 b). Subthalamic nucleus stimulation and dysarthria in Parkinson's disease: a PET study. *Brain* 127, 602-615
- Pützer, M., Barry, W.J., Fuß, G. & Moringlane, J.R. (2003). Instrumentalphonetische Untersuchungen zu Auswirkungen der Elektrostimulation subkortikaler Hirnstrukturen auf glottal-supraglottale Artikulationsmechanismen bei Patienten mit M. Parkinson und multipler Sklerose. *Sprache – Stimme – Gehör* 27, 161-171
- Ramig, L.O., Countryman, S., Thompson, L.L. & Horii, Y. (1995). Comparison of two forms of intensive speech treatment for Parkinson disease. *J Speech Hear Res* 38, 1232-1251
- Ramig, L.O., Sapir, S., Countryman, S., Pawlas, A.A., O'Brien, C., Hoehn, M. & Thompson, L.L. (2001). Intensive voice treatment (LSVT) for patients with Parkinson's disease: a 2 year follow up. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 71, 493-498
- Richards, M., Marder, K., Cote, L. & Mayeux, R. (1994). Inter-rater reliability of the Unified Parkinson's Disease Rating Scales Motor Examination. *Mov Disord* 9, 89-91
- Rousseaux, M., Krystkowiak, P., Kozlowski, O., Ozsancak, C., Blond, S. & Destee, A. (2004). Effects of subthalamic nucleus stimulation on parkinsonian dysarthria and speech intelligibility. *J Neurol* 251, 327-334
- Samar, V.J. & Metz, D.E. (1988). Criterion validity of speech intelligibility rating scale procedures for the hearing-impaired population. *Journal of Speech Language and Hearing Research* 31, 307-316
- Santens, P., De Letter, M., Van Borsel, J., De Reuck, J. & Caemaert, J. (2003). Lateralized effects of subthalamic nucleus stimulation on different aspects of speech in Parkinson's disease. *Brain Lang* 87, 253-258
- Schulz, G.M. & Grant, M.K. (2000). Effects of speech therapy and pharmacologic and surgical treatments on voice and speech in Parkinson's disease: a review of the literature. *J Commun Disord* 33, 59-88
- Schulz, G.M., Greer, M. & Friedman, W. (2000). Changes in vocal intensity in Parkinson's disease following pallidotomy surgery. *J Voice* 14, 589-606
- Tornqvist, A.L., Schalen, L. & Rehnström, S. (2005). Effects of different electrical parameter settings on the intelligibility of speech in patients with Parkinson's disease treated with subthalamic deep brain stimulation. *Mov Disord* 20, 416-423
- Trail, M., Fox, C., Ramig, L.O., Sapir, S., Howard, J. & Lai, E.C. (2005). Speech treatment for Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation* 20, 205-221
- Tripoliti, E., Borrell, E. & Limousin, P. (2005). *The effects of the Lee Silverman Voice Treatment for people with Parkinson's disease following deep brain stimulation in multidisciplinary setting*. 10th National Conference on „Multidisciplinary Care in Parkinson's disease and Parkinsonism: From Science to Practice.“ London, Poster
- Volkman, J., Fogel, W. & Krack P. (2000). Postoperative neurologisches Management bei Stimulation des Nucleus subthalamicus. *Akt Neurol* 27, 23-39
- Wang, E., Verhagen Metman, L., Bakay, R., Arzbaecher, J. & Bernard, B. (2003). The effect of unilateral electrostimulation of the subthalamic nucleus on respiratory/phonatory subsystems of speech production in Parkinson's disease – a preliminary report. *Clin Linguist Phon* 17, 283-289
- Witt, K., Nuhsman, A. & Deuschl G. (2002). Dissociation of habit-learning in Parkinson's and cerebellar disease. *J Cogn Neurosci* 14, 493-499

Danksagung

Den Mitarbeitern des Motoriklabors der Neurologie Kiel sei für viele zusätzliche Organisationsarbeit gedankt, der Schule für Logopäden Kiel für die Zusammenarbeit.

Korrespondenzanschrift

Adelheid Nebel
Neurologie Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
(UK SH) Campus Kiel
Schittenhelm-Straße 10
24105 Kiel
a.nebel@neurologie.uni-kiel.de

SUMMARY. Effects of deep brain stimulation on speech in Parkinson's disease – perceptive profiles, acoustic measures, consequences for voice treatment

Subthalamic stimulation (DBS STN) is known for his large benefit on limb motor systems. Concerning speech divergent effects are reported. This study evaluated 14 non-selected individuals complaining severe PD for the effects of DBS STN on limb motor abilities as well as on the various subsystems of speech and the overall intelligibility. The tasks included monologue, sentence reading and repeating, sustained vowels and rapid syllable repetition. The evaluations consisted in perceptive ratings (BODYS) and acoustic analyses (MODIAS). The data performed large benefit for limb movement abilities due to DBS STN but a weak and divergent effect on speech and no impact on intelligibility. Seen the poor impact of DBS on speech voice treatment, such like LSVT, should be performed with early onset and consequently refreshed after surgery.

Key words: Parkinson's disease – STN stimulation – speech – intelligibility – treatment