

Analyse von Stimmparametern nach konservativer Behandlung von Larynxparesen mit konventioneller Stimmübung oder neuromuskulärer elektrophonatorischer Stimulation

Rüdiger Dahl Gabriele Witt

Abteilung Phoniatrie/Pädaudiologie, Universität Rostock, Rostock, Deutschland

Key Words

Paresis of laryngeal muscles · Conventional voice therapy · Neuromuscular electrophonatory stimulation · Voice quality parameters

Abstract

Two groups of patients with unilateral or bilateral paresis of the nervus laryngeus inferior were treated with conventional voice therapy or neuromuscular electrophonatory stimulation (NMEPS). A few had additional paresis of the nervus laryngeus superior. After therapy pareses resolved or were compensated for. Successful therapy outcome can be verified on the basis of voice quality parameters. Significant improvements for both therapy groups were observed in case of parameters indicating frequency irregularities and noise-to-harmonic ratio. Only the patients treated with NMEPS reached significantly better results in case of soft phonation index after resolution of paresis.

Copyright © 2006 S. Karger AG, Basel

Zusammenfassung

Zwei Gruppen von Patienten mit ein- oder beidseitigen Paresen des Nervus laryngeus inferior wurden alternativ einer konventionellen Stimmübungsbehandlung oder einer Therapie mit neuromuskulärer elektrophonatorischer Stimulation (NMEPS) unterzogen. Einige Patienten hatten zusätzlich eine Parese des Nervus laryngeus superior. Am Therapieende waren die Paresen regeneriert oder wurden kompensiert. Der Therapieerfolg ist nachweisbar an Veränderungen von Stimmqualitätsparametern. Signifikante Verbesserungen konnten in beiden Therapiegruppen festgestellt werden für Parameter, die ein Indikator für Frequenzirregularitäten und Geräuschhaftigkeit der Stimme sind. Signifikant bessere Ergebnisse erreichen die mit NMEPS behandelten Patienten mit regenerierten Paresen hinsichtlich des Parameters für die Stimmbandadduktion.

KARGER

Fax +41 61 306 12 34
E-Mail karger@karger.ch
www.karger.com

© 2006 S. Karger AG, Basel
1021-7762/06/0586-0415\$23.50/0

Accessible online at:
www.karger.com/fpl

Dr. Rüdiger Dahl
Abt. Phoniatrie/Pädaudiologie, Universitäts-HNO-Klinik «Otto Körner», Doberaner Strasse 137–139
DE–18057 Rostock (Deutschland)
Tel. +49 381 494 8397, Fax +49 381 494 8392
E-Mail ruediger.dahl@med.uni-rostock.de

Einleitung

In der konservativen Behandlung von Larynxparesen standen alternativ zur Verfügung die konventionelle Stimmübungsbehandlung (StÜB) und die neuromuskuläre elektrophonatorische Stimulation (NMEPS) [1], welche die neuromuskuläre Elektrostimulation [2] mit der Phonation simultan kombiniert. Resultat dieser Therapien sollte entweder die Regeneration der Nervenfunktion oder die Kompensation der Stimmschädigung sein. Nach einer Regeneration wird der nervale Ausgangszustand vor der Stimmerkrankung wiederhergestellt. Wenn eine Ersatzfunktion bei irreversibler schwerer organischer Schädigung aufgebaut wird oder die Erhaltung der Stimmfunktion bei irreversibler leichter bis mittlerer Schädigung erreicht wird, handelt es sich um eine Kompensation. Zur Charakterisierung der Stimmqualität dienen Stimmparameter aus computergestützten Stimmanalysen. Ziel dieser Studie ist die Gegenüberstellung beider Methoden hinsichtlich des Therapieerfolges unter Berücksichtigung der Veränderung ausgewählter Stimmparameter.

Patienten und Methoden

Patienten

Es wurden 26 Patienten untersucht, die an einer ein- oder beidseitigen Parese des Nervus laryngeus inferior litten. Bei einigen Patienten war zusätzlich eine Parese des Nervus laryngeus superior nachweisbar. Die Ursachen der Paresen gibt Tabelle 1 wieder. Die Patienten waren präoperativ nicht in unserer Abteilung untersucht worden. Bei den an der Schilddrüse operierten Patienten war jedoch vom behandelnden HNO-Arzt präoperativ eine Larynxparese ausgeschlossen worden. Sprachliche Auffälligkeiten wurden anamnestisch weder präoperativ beschrieben noch postoperativ beobachtet.

Die Patienten wurden bei Erstvorstellung und anschliessend in 4-wöchentlichen Intervallen bis zu maximal 6 Monaten untersucht.

Die Behandlung mit der jeweiligen Therapieform erfolgte zu je 10 Einheiten zwei- bis dreimal wöchentlich. Im Bedarfsfalle wurden die 10 Therapieeinheiten wiederholt. Bei subjektiver Zufriedenheit des Patienten oder Normalisierung der Stimme wurde die Behandlung auch zu einem früheren Zeitpunkt beendet. Konventionelle Stimmtherapie erhielten 8 Patienten, mit NMEPS wurden 18 Patienten behandelt. Die Verteilung der Patienten war ausschliesslich abhängig von den am jeweiligen Therapieort möglichen Therapieverfahren. In der phoniatri-schen Abteilung wurde die NMEPS-Therapie und in den logopädischen Praxen der Region die konventionelle StÜB durchgeführt. Die Wahl des Therapieortes erfolgte auf Wunsch der Patienten, wobei die Nähe zum Wohnort ausschlaggebend war. Die der Parese zu Grunde liegenden Ursachen und die Dauer bis Therapiebeginn hatten keinen Einfluss auf die Art der Therapie.

Vor und nach Therapie wurden laryngostroboskopische Untersuchungen unter anderem zur Feststellung der respiratorischen Beweglichkeit der Aryknorpel und des Glottisspalt-es während der Phonation durchgeführt. Bei 24 Patienten war vor Beginn der Therapie bei Phonation der Glottisschluss unvollständig. Der Glottisspalt unterschied sich hinsichtlich Laterali-tät, Weite und Form im posterioren (P), medialen (M) und anterioren (A) Glottisabschnitt. Dabei werden Grundstellungen der Processus vocales (z.B. parallel ||, konvergent ^) und die Spaltweiten gewichtet für jedes Glottisdrittel und jede Seite angegeben; die Wichtung für die rechte Seite mit 1, 3, 5 und für links mit 2, 4, 6. Kontaktpunkte (•) und Engen, sofern sie weniger als ein Glottisdrittel ausmachen, werden aufgeführt. Eine genaue Beschreibung ist bei Pahn und Dahl [3] zu finden.

Tabelle 1. Ursachen der Paresen vs. Therapieform und Resultat

Zustand nach	StÜB		NMEPS	
	Regeneration	Kompensation	Regeneration	Kompensation
OP Schilddrüse	2	3	4	3
OP Halswirbelsäule		1		
Wegenersche Granulomatose		1		
OP Aortenaneurysma				1
OP Meningiom KBW				1
OP Bronchialkarzinom				1
Paragangliom Mediastinum				1
Laryngitis				1
Unklarer Genese		1	4	2

Stimmübungsbehandlung

Die konventionelle StÜB wurde mit dem Ziel durchgeführt, durch Annäherung der beweglichen an die gelähmte Stimmlippe zum Glottisschluss zu gelangen und die veränderte, meistens überhöhte Sprechstimmlage zu normalisieren. Die Ausbildung einer Taschenfaltenstimme sollte vermieden werden.

Die Anwendung der verschiedenen bekannten Übungsverfahren richtete sich nach den stimmlichen Veränderungen des einzelnen Patienten und reichte von bekannten Stossübungen nach Froeschels, Kraft- und Schleifübungen bis zur Nasalisierungsmethode nach Pahn [1].

Neuromuskuläre elektrophonatorische Stimulation

Die standardisierte Therapie nach Pahn [1] basiert auf der Gleichzeitigkeit von Elektrostimulation und Phonation entsprechend der Einschränkung in den drei Stimmfunktionen Grobspannung, Feinspannung und Register. Dabei handelt es sich um die Koppelung des Versuches einer Phonations- oder Artikulationsübung (Willkürkontraktion) mit manuell, d.h. per Handtaster, getriggertem Exponentialstrom, der exakt auf die Indikation und den Schädigungsgrad abgestimmt ist.

Die Charakteristik des Therapiestromes wird durch die Intensität, die Impulsdauer, die Länge der Impulspausenphase, die Zeitkonstanten des exponentiellen Anstieges und exponentiellen Abfalls (Verhältnis 5:1) bestimmt. Zu Beginn und im Verlauf der Therapie werden individuelle Parameter des Reizstromes ermittelt mit dem Ziel einer selektiven Stimulation nur der denervierten oder geschädigten Muskulatur. Die gesunde Muskulatur soll dagegen nicht stimuliert werden [4]. Die Diagnostik erfolgt mit der α -Wert-Messung. Der α -Wert ist das Verhältnis von Adaptation entsprechend einer Dreieckstromstärke zur Rheobase entsprechend einer Rechteckstromstärke jeweils gemessen bei einsetzender Muskelkontraktion. Wenn $\alpha < 1$ ist, handelt es sich um eine komplette Entartung, von 1 bis 2,6 eine partielle Entartung. Werte im Intervall von 2,6 bis 6 zeugen von einer guten Anpassung des Muskels, dann liegt keine Parese vor.

Je nach α -Wert werden die Anstiegs- (t_{an}) und Abfallzeiten (t_{ab}) des Exponentialstromes gewählt. Ist $\alpha \leq 1$, sind $t_{an} = 500$ ms und $t_{ab} = 100$ ms. Wenn $1 < \alpha \leq 2$ ist, hat der Strom folgende Zeitkonstanten: $t_{an} = 250$ ms und $t_{ab} = 50$ ms. Wird $\alpha > 2$, jedoch $< 2,6$, dann gelten $t_{an} = 50$ ms und $t_{ab} = 10$ ms. Je stärker die Schädigung, desto länger müssen die Reizzeit des Im-

pulses und die anschliessende Erholungspause ausfallen. Die Stromstärke wird nach individueller Empfindung eingestellt. Die Werte erreichen patientenabhängig maximal 10 mA. Der Reizstrom fliesst von zwei differenten Plattenelektroden, die beidseits des Schildknorpels aufgelegt werden, zu einer indifferenten Plattenelektrode im Nacken.

Die Behandlung mit NMEPS fördert durch die Reizstromanwendung die Regeneration der Nerven und führt bei gleichzeitiger Elektrostimulation und Stimmgebung zur Hypertrophie bzw. Verhinderung einer Atrophie der gelähmten Muskulatur.

Im Gegensatz zur Reanimation von Larynxlähmungen mit Kehlkopfschrittmachern [5] handelt es sich um eine nichtinvasive Methode.

Untersuchte Stimmparameter

Die Stimmaufnahmen erfolgten mit dem Computerized Speech Lab CSL Model 4300B der Fa. Kay Elemetrics. Die Patienten wurden aufgefordert, den Vokal /a:/ 3 s gleichmässig in ihrer Sprechstimmlage und ihrer normalen Sprechstimmlautstärke zu halten. Unter Verwendung des Multi-Dimensional Voice Program (MDVP) lassen sich aus der Vollschiwingphase folgende ausgewählte Stimmparameter berechnen [6].

Tonhöhenstörungsquotient

Der Pitch Perturbation Quotient (PPQ) beschreibt Irregularitäten der Grundtonperioden der Stimme mit einem Glättungsfaktor von 5 Schwingungsperioden. Die Glättung reduziert die Empfindlichkeit des PPQ gegenüber Bestimmungsfehlern der Tonhöhe von Periode zu Periode der Grundschiwingung, die bei der Jitterbestimmung ohne Glättung häufiger sind.

Der PPQ beschreibt die kurzzeitig auftretenden Störungen des Grundtones. Die Grundfrequenz der Stimme kann aus verschiedensten Gründen variieren. Irregularitäten von Periode zu Periode können verbunden sein mit dem Unvermögen der Stimmbänder, periodische Schwingungen mit einer definierten Periodendauer zu unterstützen. Heisere und/oder behauchte Stimmen können einen erhöhten PPQ aufweisen. Der PPQ ist ein Indikator für den Jitter der Stimme.

Amplitudenstörungsquotient

Der Amplitude Perturbation Quotient (APQ) misst die kurzzeitig auftretenden Irregularitäten der Peak-to-peak-Amplitude von Periode zu Periode der Grundschiwingung mit einem Glättungsfaktor von 11, um gegenüber Grundtonperiodenbestimmungsfehlern unempfindlicher zu sein. Die Amplitudenschwankungen von Schwingungsperiode zu Schwingungsperiode können verknüpft sein mit dem Unvermögen der Stimmbänder, periodische Schwingungen mit definierter Periode zu produzieren und mit turbulentem Rauschen im Stimmsignal. Behauchte und heisere Stimmen haben gewöhnlich einen erhöhten APQ und widerspiegeln damit den Shimmer der Stimme.

Soft Phonation Index

Der Soft Phonation Index (SPI) ist das gemittelte Verhältnis der harmonischen Energie im Frequenzbereich von 70 bis 1600 Hz zur harmonischen Energie im Frequenzbereich von 1600 bis 4500 Hz. Ein gesteigerter SPI kann ein Indikator für eine inkomplette oder schwache Adduktion der Stimmbänder sein. Bei einem Glottisspalt oder gesteigertem Luftstrom während der Phonation, bei leisem, behauchtem Stimmeinsatz, gepresster Phonation oder psychologischem Stress erhöht sich der SPI.

Der SPI ist empfindlich gegenüber der Vokalformantstruktur. Nimmt die Energie der Formanten im Bereich von 1600 bis 4500 Hz ab, so steigt der Index.

Noise-to-Harmonic Ratio

Die Noise-to-Harmonic Ratio (NHR) ist das gemittelte Verhältnis der inharmonischen spektralen Energie im Frequenzbereich von 1500 bis 4500 Hz zur harmonischen spektralen

Energie im Bereich von 70 bis 4500 Hz. Ein gesteigerter NHR-Parameter wird verursacht durch Amplituden- und Frequenzvariationen (Jitter, Shimmer), turbulentes Rauschen und subharmonische Komponenten. NHR misst global die Geräuschhaftigkeit und Rauigkeit im Stimm-signal.

Voice Turbulence Index

Der Voice Turbulence Index (VTI) ist das gemittelte Verhältnis der inharmonischen spektralen Energie im Frequenzbereich von 2800 bis 5800 Hz zur harmonischen spektralen Energie im Bereich von 70 bis 4500 Hz. Dieser Index korreliert meistens mit Turbulenzen, hervorgerufen durch inkompletten oder schwachen Stimmbandschluss, und ist damit auch ein Mass der Behauchtheit. Im Vergleich zum NHR werden inharmonische hochfrequente Geräuschkomponenten analysiert, in deren Bereich der Einfluss von Frequenz- und Amplitudenvariationen, Stimmunterbrechungen und subharmonischen Komponenten minimal ist.

Für die Bestimmung der Stimmqualität können damit die Parameter PPQ, APQ, SPI, NHR und VTI Verwendung finden. Dabei wirkt sich eine Rauigkeit der Stimme mehr auf den Parameter NHR, die Behauchtheit mehr auf die Parameter SPI und VTI aus. Verringerte Stimmbandadduktion erhöht den SPI. Die im MDVP-Programm verwendeten Grenzwerte wurden übernommen, dort basierend auf wissenschaftlichen Veröffentlichungen (PPQ: 0,84%; APQ: 3,07%; SPI: 14,12; NHR: 0,19; VTI: 0,061). Für PPQ und APQ verwenden Boersma und van Heuven [7] im Stimmanalyseprogramm PRAAT die gleichen Grenzwerte, bezeichnen sie aber mit Jitter (ppq5) und Shimmer (apq11).

Auch die Resultate dieser Arbeit zeigen, dass diese Normwerte nicht unreal sind. Jahrelange Stimmanalysen der Autoren mit dem MDVP belegen, dass gesunde Stimmen und Stimmen nach erfolgreicher Therapie mit grosser Sicherheit Parameterwerte in den verwendeten Normbereichen haben.

Statistik

Die Darstellung der Messergebnisse erfolgt in Boxplots (Abb. 2, 3). Die Messwerte innerhalb der Box mit dem unteren 25%-Quartil und oberen 75%-Quartil (untere und obere Begrenzung des Kastens) erreichen 50% der Probanden. Die Trennlinie in der Box ist der Median, d.h. die eine Hälfte der Probanden hat einen Messwert darunter, die andere Hälfte einen Messwert darüber. Der Median kann mitunter auch der Mittelwert aller gemessenen Werte sein. Unterer und oberer Querstrich mit Linienverbindung zur Box stellen den minimalen bzw. maximalen Messwert dar.

Der Abstand zwischen oberem und unterem Quartil ist der Interquartilabstand und ein Mass für die Streuung. Um so genannte milde Ausreisser (Kennzeichnung mit Kreis) handelt es sich, wenn Werte im Bereich des 1,5- bis 3fachen des Interquartilabstandes oberhalb bzw. unterhalb der Box liegen. Ist der Abstand noch grösser, handelt es sich um extreme Ausreisser (Kennzeichnung mit *).

Die Angaben in den Abbildungen, wenn $p < 0,05$ ist, wurden aus dem Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben berechnet, um die statistische Sicherheit einer Verbesserung der Messwerte nach der Therapie zu bestimmen. Wird das Kriterium $p < 0,05$ erfüllt, beträgt die statistische Sicherheit 95%, dass die hier gemachte Annahme einer Verbesserung signifikant ist [8].

Die Festlegung der Therapieform war unabhängig von dem Ergebnis der Stimmanalyse vor der Therapie. Die Zuordnung der Messdaten der Stimmanalysen zu den Therapiegruppen erfolgte am Ende der Therapie. Die Therapieformen waren dem Stimmanalytiker an sich bekannt, aber nicht unbedingt, welcher Patient sich welcher Therapie unterzog.

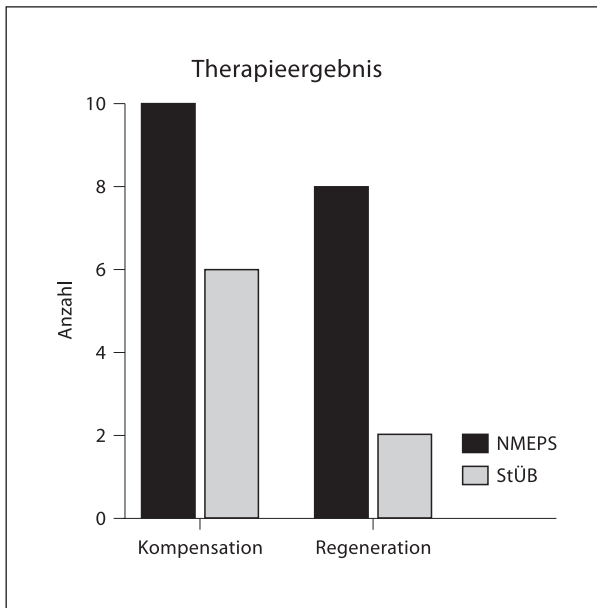


Abb. 1. Anzahl der Patienten mit kompensierten und regenerierten Larynxparesen in Abhängigkeit von der Therapieform.

Tabelle 2. Zeitliche Verläufe vs. Therapieform und Resultat

Mittlere Dauer Wochen	StÜB		NMEPS	
	Regeneration	Kompensation	Regeneration	Kompensation
Bis Therapiebeginn	3	13	4	16
Der Therapie	20	15	16	18

Ergebnisse

Am Behandlungsende wurde das Regenerationsverhalten der paretischen Nerven anhand der respiratorischen Beweglichkeit der Stimmlippen beurteilt (Abb. 1). Bei den untersuchten ungleich verteilten Patienten ist die Regenerationsrate der Larynxparesen bei Reizstrombehandlung mit 44% höher im Vergleich zur StÜB mit 25%. Die mittlere Dauer bis Therapiebeginn und die mittlere Therapiedauer gibt Tabelle 2 wieder.

Regeneration

Stimmübungsbehandlung

Bei 2 Patienten kam es zu einer Regeneration der Larynxparese. Bei einem StÜB-Patienten verkleinerte sich der Glottisspalt auf M2 ausgehend von P||3M1A1. SPI und PPQ verbesserten sich von ausserhalb der Norm liegend vor der Therapie auf Normbereichswerte danach. Alle anderen Parameter verbesserten sich, waren aber schon vor Therapie in der Norm. Bei dem anderen Patienten war nach Therapie kein Glottisspalt mehr festzustellen (vorher M2A2). Bei diesem war der NHR vor und nach Therapie im Normbereich, alle anderen Parameter verbesserten sich von ausserhalb der Norm liegend in den Normbereich. Statistische Erhebungen wurden nicht vorgenommen.

Neuromuskuläre elektrophonatorische Stimulation

Veränderungen der Stimmparameter von 8 Patienten mit regenerierten Paresen nach NMEPS stellt Abbildung 2 dar. Je 2 dieser Patienten hatten vor und nach der Therapie keinen Glottisspalt bzw. nach der Therapie keinen Glottisspalt mehr, die anderen nur noch geringe Spalte (P^{12} , $P||12$, $P||2$, M1) nach Therapie. Vor der Therapie waren teilweise auch relativ grosse Spalte über den gesamten Glottisbereich zu sehen. Signifikant verbesserten sich in dieser Therapiegruppe der SPI, das Verhältnis von Geräusch zur Harmonischen (NHR) und die durchschnittliche kurzzeitige Tonhöhenstörung (PPQ). Alle Patienten erreichten den Normbereich für die beiden letzten Parameter.

Patient 5 wurde wegen extremer Abweichungen (Ausreisser) nach Therapie beim SPI-Signifikanztest nicht berücksichtigt. Bei allen anderen Parametern verbesserte sich seine Stimmqualität von ausserhalb der Norm vor Therapie in den Normbereich nach Therapie. Eine Ursache für einen erhöhten SPI bei der Messung nach Therapie könnte auch wegen zu verhaltener Phonation die zu geringe Energie des primären Glottisklages und damit die der Formanten oberhalb von 1600 Hz sein. Der Glottisspalt veränderte sich bei Patient 5 von $P^{12}M32A1$ zu einem M1, d.h. er verkleinerte sich erheblich.

Bei den hochfrequenten Geräuschkomponenten in der Stimme (VTI) und bei den Irregularitäten der Amplitude (APQ) werden in dieser Gruppe statistische Sicherheiten von nur 87 bzw. 79% erreicht. Der Trend zur Verbesserung ist beim VTI erkennbar, da 6 von 8 Patienten nach Therapie Werte besser als der Normwert erzielen.

Wird der Ausreisserwert von Patientin 4 beim APQ nach Therapie ignoriert, steigt die statistische Sicherheit auf 91%.

Kompensation

Sechs Patienten konnten ihre Larynxparese nach StÜB und 10 Patienten nach NMEPS-Therapie kompensieren. Die Patienten beider Gruppen hatten vor Therapie teilweise relativ grosse Spalte über den gesamten Glottisbereich.

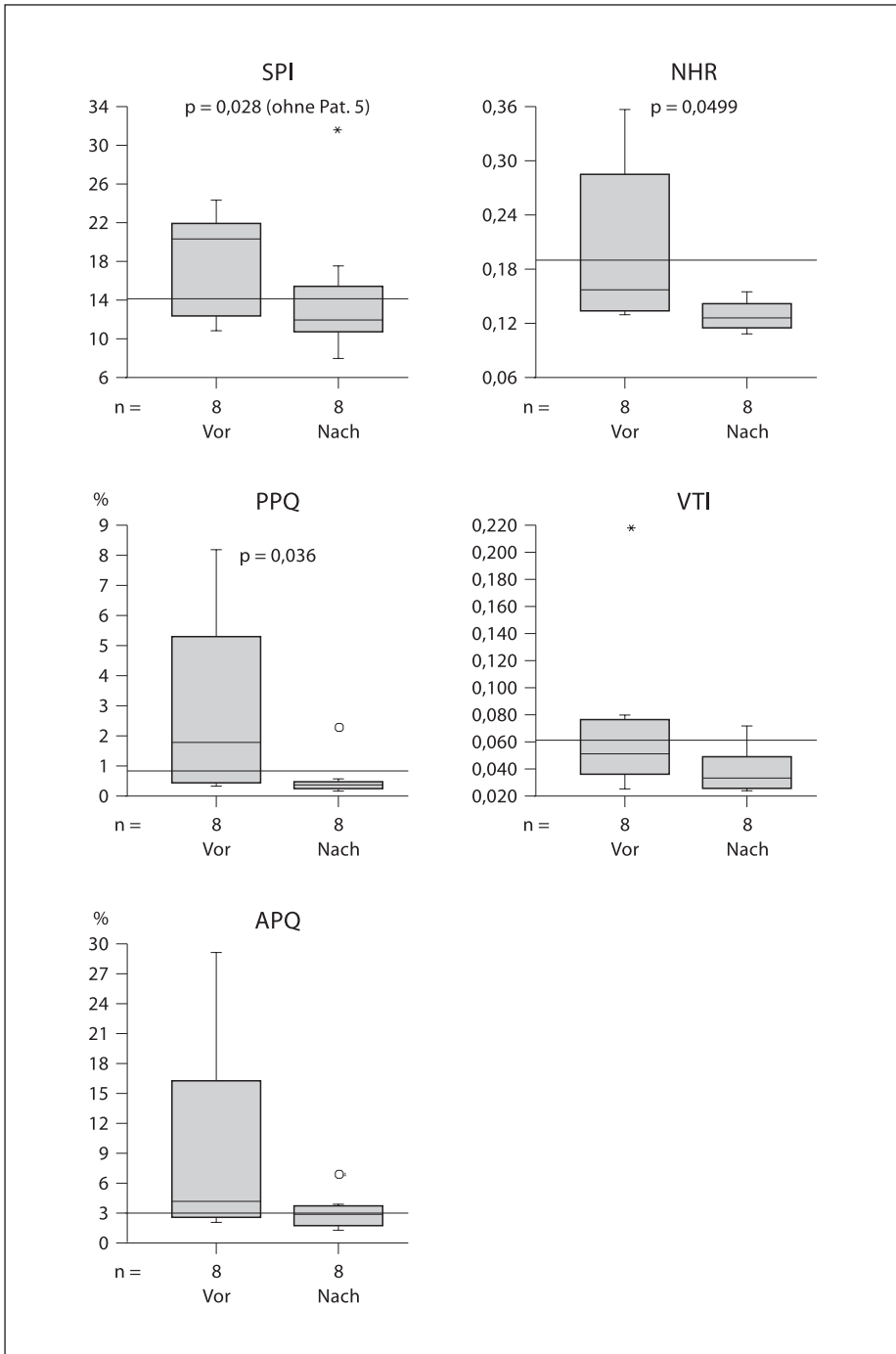


Abb. 2. Stimmparameter regenerierter Larynxparesen, Boxplots vor und nach NMEPS, Wilcoxon-Test ($p < 0,050$), Normbereich unterhalb der Linie.

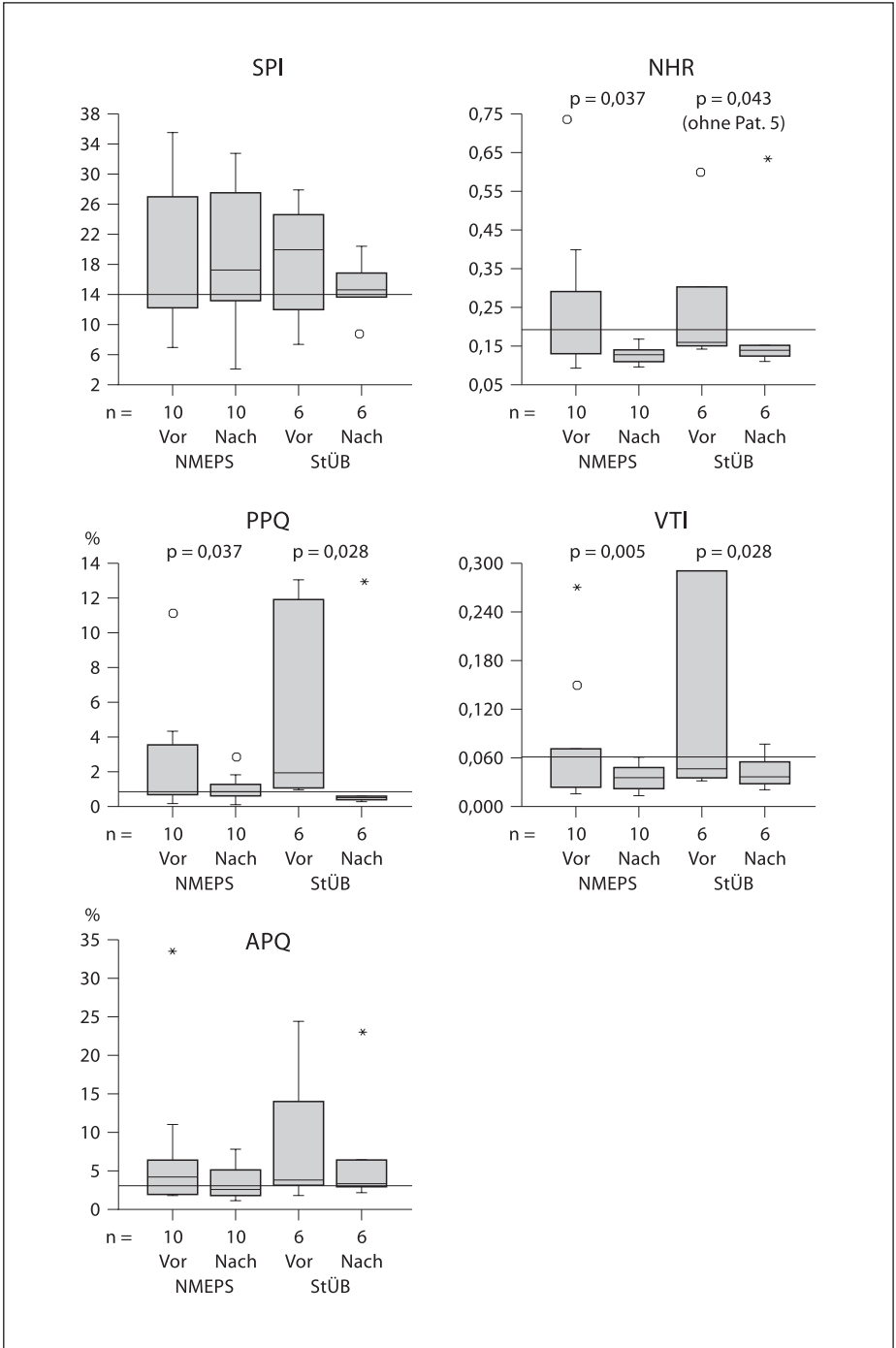


Abb. 3. Stimmparameter kompensierter Larynxparesen, Boxplots vor und nach StÜB und NMEPS, Wilcoxon-Test ($p < 0,050$), Normbereich unterhalb der Linie.

Stimmübungsbehandlung

Nach Abschluss der StÜB hatte 1 Patient keinen Glottisspalt mehr, 3 Patienten nur noch geringe Spalte (P||2, P||1 wie vor Therapie, M2), zwei Glottisspalte mit P||1·M1 bzw. P||3M1A1 blieben nahezu unverändert zum Ausgangszustand.

Signifikante Verbesserungen wurden festgestellt für das Verhältnis inharmonische Geräuschenergie zur Energie der Harmonischen (NHR), den Index für den hochfrequenten Geräuschanteil in der Stimme (VTI) und für den Parameter, der die Irregularitäten der Tonhöhe (PPQ) beschreibt (Abb. 3).

Beim NHR-Signifikanztest des Patienten 5 wurden die Daten als Ausreisser ignoriert. Der SPI schwankte vor und nach der Therapie zwischen 7 und 13 im Normbereich. NHR und APQ verschlechterten sich ausserhalb des Normbereiches. Der VTI verbesserte sich relativ stark, der PPQ nur wenig. Beide Werte blieben ausserhalb der Norm.

Mit dieser Ausnahme erreichten alle anderen beim NHR und PPQ den Normbereich, beim VTI waren es 5 von 6 Patienten. Die statistische Sicherheit für eine Verbesserung beim SPI und beim APQ war für die StÜB-Gruppe nur 75 bzw. 25%, damit nicht signifikant.

Neuromuskuläre elektrophonatorische Stimulation

Nach NMEPS-Therapie hatte 1 Patient keinen Glottisspalt mehr, 1 Patient den Spalt P||1M1, die anderen 8 hatten noch geringe Spalte der Arten P||1 oder P||2.

Signifikante Verbesserungen in dieser Gruppe ergaben sich für die Parameter NHR, VTI und PPQ. Beim NHR und VTI erreichten alle Patienten den Normbereich, beim PPQ die Hälfte. Beim SPI und APQ sind die statistischen Sicherheiten mit 61 bzw. 83% nicht signifikant. Die Ergebnisse sind in Abbildung 3 dargestellt.

Diskussion

In der vorliegenden Arbeit konnten die Therapieergebnisse nach konventioneller StÜB und nach der Therapie mit NMEPS im Hinblick auf die Verbesserung einiger akustischer Stimmqualitätsparameter verglichen werden. Dabei wurde beim Behandlungsergebnis unterschieden, ob es sich um regenerierte oder kompensierte Larynxparesen handelt.

Eine effektive Verkleinerung des Glottisspaltess konnte bis auf 2 StÜB-Patienten mit kompensierten Paresen bei allen anderen Patienten festgestellt werden. 20% von 24 Patienten mit Glottisspalt hatten nach der Therapie keinen Glottisspalt mehr, davon 2 StÜB-Patienten (regeneriert/kompensiert) und 3 NMEPS-Patienten (2-mal regeneriert/1-mal kompensiert). Es kann etwa von einer Gleichverteilung der Glottisspaltabnahmen ausgegangen werden, so dass der Einfluss auf die Stimmparameter beider Gruppen mit kompensierten Paresen gleich ist. Die Patienten ohne Glottisspalt unterzogen sich einer NMEPS, die zur Regeneration der Paresen führte.

Die Patienten mit regenerierten Larynxparesen hatten nach der NMEPS-Therapie signifikante Verbesserungen der Stimmparameter SPI, NHR und PPQ. Ein Trend zur Verbesserung war für den VTI festzustellen. Auch für die beiden StÜB-Patienten verbesserten sich diese Parameter.

Im Vergleich erreichten die Patienten mit kompensierten Larynxparesen unabhängig von der Therapieart ebenfalls signifikante Verbesserungen der Parameter NHR, VTI und PPQ ausser beim SPI. Das ist auf den zu schwachen und/oder in einigen Fällen auf den inkompletten Stimmbandschluss zurückzuführen. Bis auf einen erreichten alle anderen 23 Patienten den Normbereich beim NHR und PPQ.

Unabhängig von der Behandlungsart konnten bei den regenerierten und kompensierten Larynxparesen signifikant verbessert werden: die Geräuschhaftigkeit der Stimme (NHR), die psychoakustisch mit der Rauigkeit in Verbindung steht und die kurzzeitigen Irregularitäten der Grundtonperioden der Stimme (PPQ), die heisere und/oder behauchte Stimmen aufweisen. Der VTI, der die hochfrequenten inharmonischen Geräuschkomponenten – Luftturbulenzen, Behauchtheit – auf Grund inkomplettem oder schwachem Stimmbandschluss berücksichtigt, verbesserte sich signifikant nur bei den StÜB-Patienten mit kompensierten Larynxparesen. Bei den NMEPS-Patienten mit Regeneration gibt es einen Trend zur Verbesserung des VTI nach Therapie.

In einer aktuellen Arbeit zur Effektivität der NMEPS-Therapie von Schönweiler et al. [9] mit ähnlichen Patientenzahlen – 8 Patienten – wird eine signifikante Verbesserung des HNR bei der Phonation des gehaltenen /e:/ festgestellt. Das entspricht dem Ergebnis dieser Arbeit, wo der Kehrwert (NHR) für den Vokal /a:/ untersucht wurde.

Für den Jitter wurde von Schönweiler et al. [9] keine Signifikanz festgestellt, dafür aber dort aus der Analyse des standardisierten Nordwind-Textes eine signifikante Verminderung von Frequenzirregularitäten nach NMEPS gefunden. In dieser Arbeit wurde deshalb nicht der Jitter von Periode zu Periode des Stimmsignals gemessen, sondern eine Glättung über fünf Schwingungsperioden ausgeführt (PPQ), um mögliche Bestimmungsfehler beim Jitter zu minimieren [6].

Für den Shimmer-Parameter wurde in Schönweiler et al. [9], vergleichbar hier mit dem APQ, ebenfalls keine signifikante Verbesserung gefunden. Der SPI und der VTI wurden in Schönweiler et al. [9] nicht bestimmt. In der erwähnten Arbeit wird kein Vergleich mit einer konventionellen StÜB vorgenommen.

Objektive Stimmessungen werden ebenfalls für die Therapieverlaufskontrolle bei unilateralen Paresen des N. laryngeus superior von Robinson et al. [10] vorgeschlagen, da vor der Behandlung erhöhte Jitter-, Shimmer-, NHR-Werte und Air-Flow-Raten bei niedrigem Frequenzumfang und geringer maximaler Phonationsdauer gemessen werden.

Schlussfolgerung

Die Stimmparameter PPQ, NHR, VTI und der SPI sind geeignet, den Erfolg konservativer Behandlungen nachzuweisen. Der APQ ist auf Grund fehlender statistischer Sicherheiten nicht geeignet.

Sowohl die konventionelle StÜB allein angewendet als auch die NMEPS, eine adäquate simultane Reizstromapplikation während einer Phonation, sind effektive Behandlungsmethoden, die zu einer Verbesserung der Stimmqualität nach Larynxparesen führen.

Der Anteil regenerierter Paresen ist in der untersuchten Patientengruppe bei Anwendung von NMEPS höher als bei alleiniger StÜB. Tendenziell zeichnet sich ab,

dass die Regenerationsrate der Larynxparesen bei Reizstrombehandlung höher ist. Dadurch wird eine Stimmverbesserung schneller erreicht und im Endergebnis ist neben der Stimme auch in höherem Masse die Atmung gebessert. Insofern ist bei gleichrangiger Verfügbarkeit beider Therapiemethoden der NMEPS-Behandlung der Vorzug zu geben. Eine tendenzielle nicht signifikante Überlegenheit der Elektrostimulationstherapie wird in einer randomisierten prospektiven Studie von Ptok und Strack [11] angegeben.

Bei vollständiger Regeneration der Paresen trat sowohl bei den Stimmübungen als auch bei den mit NMEPS behandelten Patienten eine Normalisierung mit signifikanter Verbesserung der Stimmparameter NHR und PPQ ein.

Im Falle stimmlicher Kompensation fortbestehender Paresen verbesserten sich die Messwerte für NHR, VTI und PPQ signifikant und normalisierten sich für NHR und PPQ in beiden Therapiegruppen. Signifikant bessere Ergebnisse hinsichtlich des SPI erreichten die mit NMEPS behandelten Patienten bei Regeneration. Die bei bleibender Paresen nicht völlig normalisierte Stimmlippenfunktion führt zu messbaren Veränderungen der Stimme, die durch beide Therapieverfahren nicht vollständig kompensiert werden.

Literatur

- 1 Pahn J, Pahn E: Die Nasalierungsmethode. Roggentin/Rostock, Oehmke, 2000.
- 2 Edel H: Fibel der Elektrodiagnostik und Elektrotherapie, Aufl 6, bearb. Berlin, Verlag Gesundheit, 1991.
- 3 Pahn J, Dahl R: Vorschlag einer computergestützten Datenerfassung der laryngoskopischen Glottisfunktion. Sprache Stimme Gehör 1996;20:63–65.
- 4 Ptok M: Elektrostimulationstherapie bei Patienten mit einseitiger Rekurrensparese. Laryngorhinootologie 2005;84:563–566.
- 5 Müller A: Gestörte Funktion der oberen Atemwege: laryngeale Atmung. Laryngorhinootologie 2005;84:130–141.
- 6 Kay Elemetrics Corp: Operation Manual Multi-Dimensional Voice Program (MDVP) Model 4305. Pine Brook, Kay Elemetrics Corp, 1993.
- 7 Boersma P, van Heuven V: Speak and unSpeak with PRAAT. Glot Int 2001;5:341–347.
- 8 Krentz H: Statistische Analysen und Datenverwaltung mit SPSS in der Medizin. Aachen, Shaker, 2002.
- 9 Schönweiler R, Mergardt D, Raap M: Pilotstudie zur Effektivität der Stimmübungstherapie mit NMEPS-Reizstrom und der Nasalierungsmethode. LOGOS Interdisziplinär 2005;13:36–42.
- 10 Robinson JL, Mandel S, Sataloff RT: Objective voice measure in nonsinging patients with unilateral superior laryngeal paresis. J Voice 2005; [DOI:10.1016/j.jvoice.2005.04.001](https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2005.04.001).
- 11 Ptok M, Strack D: Klassische Stimmtherapie versus Elektrostimulationstherapie bei einseitiger Rekurrensparese. HNO Online First 2005; [DOI:10.1007/s00106-004-1216-8](https://doi.org/10.1007/s00106-004-1216-8).