

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung ... 222
- 2 Chirurgische Stimmrehabilitation ... 222
 - 2.1 Tracheo-ösophageale Fisteln ohne Ventil ... 222
 - 2.1.1 Verfahren ohne Gewebeverlagerung ... 222
 - 2.1.2 Verfahren mit Gewebeverlagerung ... 222
 - 2.1.2.1 Gestielte Lappenplastiken ... 222
 - 2.1.2.2 Mikrovaskulärer Gewebetransfer ... 223
 - 2.1.2.2.1 Laryngoplastik nach Hagen ... 223
 - 2.1.2.2.2 Interposition eines Jejunumsegmentes ... 223
 - 2.1.2.2.3 Transplantation eines Ileocoecalpatches ... 223
 - 2.1.2.2.4 Kehlkopftransplantation ... 223
 - 2.1.2.3 Künstlicher Kehlkopf ... 223
 - 2.1.2.3 Tracheo-ösophageale Fisteln mit Stimmprothese ... 223
 - 2.2.1 Stimmprothesentypen ... 224
 - 2.2.2 Management von Stimmprothesenproblemen ... 225
 - 2.2.2.1 Fehlende Stimmbildung mit der Stimmprothese ... 225
 - 2.2.2.2 Probleme in der Nachsorge von Stimmprothesenpatienten ... 225
 - 2.2.2.2.1 Stimmprothesenwechsel ... 225
 - 2.2.2.2.2 Granulationen um die Stimmprothese ... 225
 - 2.2.2.2.3 Verlust der Stimmprothese ... 226
 - 2.2.2.2.4 Spontaner Fistelverschluss ... 226
 - 2.2.2.2.5 Weitung der tracheo-ösophagealen Fistel ... 226
 - 2.2.3 Tracheostomaventile ... 226
 - 3 Nicht-chirurgische Stimmrehabilitation ... 227
 - 3.1 Ösophagusersatzstimme ... 227
 - 3.2 Elektronische Sprechhilfen ... 227

Literatur (Hinweis: erscheint nur in der Online-Ausgabe)

Zusammenfassung und Ausblick

Die chirurgische Stimmrehabilitation mit tracheo-ösophagealen Stimmfisteln und einer alloplastischen Prothese ist gegenwärtig in Deutschland Standard für laryngektomierte Patienten. Mit der zunehmenden Verbreitung dieser Rehabilitationsform ergeben sich nicht nur für die Kollegen in der Klinik, sondern auch für die Kollegen im niedergelassenen Sektor neue Aufgaben. Die heimatortnahe Versorgung dieser Patienten muss unser aller Ziel sein. Mit zunehmender Anwendung von Stimmprothesen stellen sich dem Anwender wenige, gut behandelbare Probleme, für die er ein Therapiekonzept bereithalten sollte. Die chirurgisch-plastische Stimmrehabilitation ist unter anderem wegen ihres hohen operativen Aufwandes nur für Einzelfälle indiziert. Wenn eine chirurgische Stimmrehabilitation nicht möglich ist oder gelingt, sind die Ösophagusersatzstimme und die elektronischen Sprechhilfen sinnvolle Alternativen. In der Perspektive sind Verbesserungen in der Haltbarkeitsdauer der Stimmprothesen, den Methoden des Stimmprothesenwechsels und dem fingerfreien Tracheostomaverschluss beim Sprechvorgang zu erwarten. Das große Ziel des künstlichen Kehlkopfes mit Rückverlegung des Tracheostomas sind Ziele in der weiteren Zukunft.

Schlüsselwörter

Laryngektomie · Stimmprothesen · chirurgische Stimmrehabilitation

Institutsangaben

HNO-Klinik (Direktor: Prof. Dr. med. Eggert Beileites) der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Korrespondenzadresse

Priv.-Doz. Dr. med. habil. Sven Koscielny · HNO-Klinik der Friedrich-Schiller-Universität Jena · Lessingstraße 2 · 07740 Jena · E-mail: Sven.Koscielny@med.uni-jena.de

Bibliografie

Laryngo-Rhino-Otol 2005; 84 Supplement 1: 221–227 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York · ISSN 0935-8943 · DOI 10.1055/s-2005-861128

1 Einleitung

Trotz aller Fortschritte in der organerhaltenden Therapie von Larynx- und Hypopharynxkarzinomen stellt die Laryngektomie auch heute noch eine wichtige Säule in der Behandlung von ausgedehnten Tumoren dar, auch unter dem Hintergrund der zunehmenden Inzidenz dieser Tumoren [1]. Durch die modernen Möglichkeiten der chirurgischen Stimmrehabilitation hat die Laryngektomie für die Patienten das Problem der „Sprachlosigkeit“ weitestgehend verloren [2–5]. Noch 1990 stellte Hagen fest [6], dass lediglich bei 5,6% der Laryngektomien in Deutschland eine Stimmprothese eingesetzt wurde, während 60% mit der Ösophagusstimme und 28% durch die elektronischen Tongeber rehabilitiert wurden. 1995 berichteten Maier et al. [7] über einen Anteil von 16,5% Stimmprothesen. Seinsch [8] beobachtete im Kollektiv einer deutschen Rehabilitationsklinik einen Anstieg der Stimmprothesenträger von 1% (1992) auf 60% (1999).

Inhalt dieses Referates sollen die Entwicklungen auf dem Gebiet der Stimmrehabilitation nach totaler Laryngektomie in den letzten 10 Jahren sein.

2 Chirurgische Stimmrehabilitation

Die chirurgische Stimmrehabilitation nach Laryngektomie hat sich in den 90er-Jahren des letzten Jahrhunderts rasant entwickelt. Die Ursachen liegen einerseits in der Produktion und Verbreitung funktionsfähiger Stimmprothesen, die bei guter Handhabbarkeit eine hohe Aspirationssicherheit gewährleisten und andererseits in der Entwicklung chirurgisch-plastischer Methoden zur Anlage einer Stimmfistel mit Aspirationsschutz.

Für alle Verfahren zur chirurgischen Stimmrehabilitation stellt die Anlage einer permanenten tracheo-ösophagealen Fistel das chirurgische Grundprinzip dar, die für die klassische totale Laryngektomie völlige Trennung von Luft- und Speiseweg wird aufgehoben. Diese artifizielle Fistel erfordert die Lösung von zwei Problemen:

1. eine nahezu widerstandsfreie Öffnung für die Passage der Ausatemluft aus der Trachea in Richtung Ösophagus/Pharynx beim Sprechen;
2. wenn nicht gesprochen werden soll, ist der sichere, wasserdichte Verschluss der Trachea für Nahrung und Speichel zu gewährleisten.

Diese Voraussetzungen sind entweder durch relativ aufwendige chirurgisch-plastische Verfahren oder die einfache Implantation von Stimmprothesen zu erfüllen.

Vorteile der chirurgischen Stimmrehabilitation sind, dass das gesamte Expirationsvolumen der Lunge zum Sprechen zur Verfügung steht, was deutlich längere Sprechzyklen, eine kräftigere Stimme und ein größeres Stimmvolumen im Vergleich zur Ösophagusstimme nach sich zieht [9]. Das Sprechen über eine Stimmfistel ist, verglichen mit der Ösophagusstimme oder einer elektronischen Sprechhilfe, deutlich einfacher erlernbar, die Stimme klingt natürlicher, eine erfolgreiche Stimmbildung ist in der überwiegenden Mehrzahl der Patienten möglich [10–12].

Für Patienten mit einer Stimmfistel ergeben sich in der Anwendung folgende Probleme:

- Das Sprechen erfordert einen Verschluss des Tracheostomas. Dieser erfolgt in der Regel mit einem Finger, so dass eine Hand für Tätigkeiten nicht zur Verfügung steht, was in der Öffentlichkeit zu einer gewissen Stigmatisierung führen kann.
- Beim Einsatz einer Stimmprothese ist zu beachten, dass deren Lebensdauer begrenzt ist. Das Erstsymptom einer Alterung ist die Undichtigkeit des Ventils mit konsekutiver Aspiration. Der Stimmprothesenwechsel ist in der Regel 2- bis 3-mal im Jahr erforderlich, was über die üblichen Tumornachsorgeintervalle hinaus eine engere Bindung an den Facharzt oder die betreuende Klinik erfordert [13].

2.1 Tracheo-ösophageale Fisteln ohne Ventil

Durch Laryngoplastik nach Hagen [14] und die von Maier und Weidauer inaugurierte Weiterentwicklung der Methode nach Asai [15] in Deutschland haben sich die chirurgisch-plastischen Verfahren zur Stimmrehabilitation parallel zu den modernen Stimmprothesen entwickelt. Ihr Vorteil liegt in einer von implantierten Fremdkörpern und der damit verbundenen Nachsorge unabhängigen Stimmrehabilitation. Jedoch sind alle chirurgisch-plastischen Verfahren von einer unterschiedlich hohen Aspirationsrate begleitet, deren Behebung neben der stimmlichen Rehabilitation ein wichtiges Operationsziel ist. Die Durchführung dieser Verfahren erfordert zum Teil besondere chirurgische Kenntnisse und Fähigkeiten; der operative Aufwand ist im Vergleich zur Rehabilitation mit Stimmprothesen erheblich.

Bei der aktuellen Kostendiskussion im Gesundheitswesen müssen auch die Kosten der Rehabilitation Beachtung finden. Allerdings existieren in der aktuellen Literatur keine Daten, wie sich die Kosten einer Stimmrehabilitation mit chirurgisch-plastischen Verfahren von der mit Stimmprothesen im Langzeitverlauf unterscheiden.

2.1.1 Verfahren ohne Gewebeverlagerung

Am Beginn der modernen chirurgischen Stimmrehabilitation stehen die Stimmfisteln nach Staffieri und Asai [16]. Diese Verfahren haben an Bedeutung verloren. Minnigerode et al. [17] berichteten über die hohe Aspirationsrate nach diesen Operationen und empfahlen 1988 noch die Ösophagus-Ersatzstimme als Standard der stimmlichen Rehabilitation, ebenso wie andere Autoren [18,19].

Vieira et al. [20] und Kinishi et al. [21] publizierten über die Bildung eines Stimmshuntes nach Amatsu [22] aus Teilen der Trachealhinterwand und der Ösophagusmuskulatur. Strome et al. [23] beschreiben 1986 die Bildung eines Schleimhautrohres zwischen Trachea und Ösophagus als Stimmfistel. Brasnu et al. [24] berichteten über zufrieden stellende Ergebnisse, aber auch relativ hohe Aspirationsrate der Methode. Insgesamt scheinen diese Methoden keine größere Bedeutung im klinischen Alltag mehr zu haben.

2.1.2 Verfahren mit Gewebeverlagerung

2.1.2.1 Gestielte Lappenplastiken

Maier et al. inaugurierten 1994 eine Methode, bei der sie unter Nutzung eines gestielten Lappens aus dem Musculus pectoralis eine Stimmfistel anlegten [7,15]. Die Autoren bildeten aus der

verbliebenen Pharynxschleimhaut neben dem Verschluss des Hypopharynxtrichters einen kranial gestielten Schleimhautstreifen, den sie mit dem Oberrand des Trachealstumpfes vernähten. Diese Schleimhaut stellte die Hinterwand der zu bildenden Stimmfistel dar. Die Vorder- und Seitenwände wurden aus einem myofaszialen Musculus-pectoralis-major-Lappen geformt. Die Stimmfistel verlief vom Oberrand des Trachealstumpfes bis zum unteren Tonsillenpol. In 90% der Patienten konnte ein akzeptables stimmliches Ergebnis erzielt werden [7]. Ein Problem dieses Verfahrens lag in der relativ hohen Rate an Aspirationen von 24%. In einem ähnlich hohen Anteil kam es nach postoperativer Strahlentherapie zu narbigen Schrumpfungen der Fisteln. Der Zeitaufwand für die Bildung der Plastik und die Entwicklung des Lappens war gegenüber einer „einfachen“ Laryngektomie vergrößert. Dieses Verfahren konnte sich nicht allgemein verbreiten.

2.1.2.2 Mikrovaskulärer Gewebetransfer

2.1.2.2.1 Laryngoplastik nach Hagen

Hagen publizierte 1990 [14] die Anlage einer Stimmfistel aus einem faszio-kutanem Radialislappen. Das chirurgische Grundprinzip bestand in der Herstellung eines epithelisierten Rohres aus dem Radialislappen, dessen kaudale Öffnung am Trachealstumpf und die kraniale Öffnung in die Pharynxnaht unterhalb des Zungengrundes eingenäht wurde. Zusätzlich wurde aus einem Teil des Radialislappens mit einem Stück Ohrknorpel eine Ersatzepiglottis geformt [7]. Hagen berichtete [7] über eine temporäre Aspiration in 28% und eine permanente Aspiration in 5% der versorgten Patienten. Bei 6% der Patienten entwickelte sich eine Stenose der Fistel, die weitere therapeutische Maßnahmen erforderte.

Auch dieses sehr aufwendige chirurgische Verfahren konnte sich bis zum heutigen Tage nicht als Standard durchsetzen. Die Ursachen lagen im deutlich höheren operativen Aufwand, den notwendigen Kenntnissen der mikrovaskulären Chirurgie und deren Risiken. Zahlreiche Patienten mit einem Larynx- oder Hypopharynxkarzinom haben aufgrund der Begleiterkrankungen und der kumulierten Noxen häufig Risiken, die nicht für eine mikrovaskuläre Chirurgie sprechen. Der große Vorteil dieser aufwendigen Methode ist sicher das relativ sichere und stabile funktionelle Ergebnis, welches den Patienten unabhängig von implantierten Fremdkörpern macht. Somit scheint das Verfahren trotz des hohen Aufwandes im Einzelfall für jüngere Patienten, deren langfristige Tumorprognose günstig ist, eine stimmliche Rehabilitationsmöglichkeit darzustellen.

2.1.2.2.2 Interposition eines Jejunumsegmentes

Die Erstbeschreibung der freien Verpflanzung eines Jejunumsegmentes zum Pharynxersatz und als Sprechfistel ging auf die Wiener Arbeitsgruppe um Ehrenberger 1985 zurück [25]. Es wurde durch den Abdominalchirurgen ein Jejunumsegment mit seinem Gefäßstiel entnommen, welches der HNO-Chirurg bei doppelläufiger Nutzung als Pharynxersatz und Stimmfistel unter mikrovaskulärer Reanastomisierung transplantiert [26]. Der Einsatz eines schleimhautbedeckten Rohres als Stimmfistel hat den Vorteil, dass keine Narbenbildung zur Stenosierung der Fistel führt. Allerdings steht diesem Vorteil das deutlich erhöhte Risiko eines abdominalen Eingriffes gegenüber. Der abdominelle Eingriff kann nicht parallel zum HNO-Eingriff durchgeführt werden, wodurch sich die Operationszeit verlängert. Der Kombinationsein-

griff erfordert entsprechend qualifizierte Chirurgenteam. Zur Minimierung des Operationstraumas gab es Versuche, das Jejunumsegment unter laparoskopischer Kontrolle zu gewinnen [27]. Die funktionellen Ergebnisse der Rekonstruktion sind gut, allerdings besteht bei der doppelläufigen Verwendung als Pharynxersatz und Sprechfistel eine erhebliche Aspirationsgefahr [28,29]. Remmert [30] publizierte die Verwendung einer Schlinge aus den vorderen Bäuchen des Musculus digastricus als Zügel zur funktionellen Einengung des Segmentes zwischen den beiden Jejunumschenkeln. Durch diese Plastik konnte eine Verminderung der Aspirationsrate erzielt werden [31].

Dieses sehr aufwendige Verfahren der komplexen Rekonstruktion des Speiseweges und der Stimmfunktion hat sich in den letzten 10 Jahren nicht durchsetzen können. Der operative Aufwand ist im Vergleich zur Laryngoplastik nach Hagen nochmals erhöht. Damit ist es in der Regel nur an großen Kliniken mit entsprechend qualifiziertem Personal durchführbar [32].

Im Einzelfall kann diese Rekonstruktion in der operativen Therapie ausgedehnter Hypopharynxkarzinome und oberer Ösophaguskarzinome in Erwägung gezogen werden, aber immer unter sehr kritischer Abwägung der schlechten onkologischen Prognose im Verhältnis zum Operationsaufwand und Operationstrauma.

2.1.2.2.3 Transplantation eines Illeocoekalpatches

Kobayashi et al. [33] beschrieben 2003 die Transplantation eines Patches mit der Illeocoekalklappe als tracheo-ösophageale Fistel mit autologem Ventil bei 7 Patienten. In 6 Fällen berichteten sie über eine gute Stimmrehabilitation ohne Aspiration. Weitere Publikationen zu diesem Verfahren gibt es derzeit nicht.

2.1.2.2.4 Kehlkopftransplantation

Die Transplantation eines gesamten Kehlkopfes stellt zum gegenwärtigen Zeitpunkt aufgrund der erforderlichen Immunsuppression für Tumorpatienten keine sinnvolle Alternative zur stimmlichen Rehabilitation dar [34,35]. In der Literatur gibt es einen Erfahrungsbericht über diese Operation bei traumatischer Schädigung des Larynx [36,37].

2.1.2.3 Künstlicher Kehlkopf

Bisher gibt es kein serienreifes Modell eines künstlichen Kehlkopfes. Die komplexen Anforderungen an solch ein künstliches Organ (Öffnung beim Atemvorgang, gezielte Verengung zur Stimbildung, Verschluss beim Schluckakt und deren komplexen Steuerungsvorgänge) sind bisher technisch nicht gelöst [38].

2.2 Tracheo-ösophageale Fisteln mit Stimmprothese

Lascarat et al. [39] berichteten, dass Nicolas Tapas in Konstantinopel bereits am Übergang vom 19. zum 20. Jahrhundert eine erste funktionsfähige Stimmprothese entwickelt hatte, jedoch diese Erkenntnisse nicht publizierte. Die moderne Entwicklung der Stimmprothesen hat vor über 30 Jahren begonnen. Die erste Publikation einer funktionsfähigen Stimmprothese schrieben Mozolewski et al. [40] 1972, wegen der Publikation in polnischer Sprache wurde diese Entwicklung nicht allgemein bekannt. 1979 berichteten dann Blom und Singer [41] über ihre Stimmprothese. Herrmann in Deutschland [42] und die Arbeitsgruppen aus Holland mit den unterschiedlichen Stimmprothesentypen (Panje

[43], Nijdam [44, 45], Groningen [46], Provox® [47]) waren weitere Pioniere in der Entwicklung funktionsfähiger Stimmprothesen.

Die Schaffung einer künstlichen tracheo-ösophagealen Fistel und die Implantation einer zum Ösophagus öffnenden Stimmprothese stellt das chirurgische Grundprinzip dar. Man unterscheidet nach der Liegedauer Wechsel- und Verweilprothesen [48]:

1. Die Wechselprothesen wechseln in der Regel der Patient oder seine Angehörigen täglich oder im Abstand von mehreren Tagen [49, 50].
2. Die Verweilprothesen verbleiben für längere Zeit in der Fistel (in der Regel ca. 6 Monate) und werden von medizinischem Fachpersonal, in Deutschland vom HNO-Facharzt, gewechselt [51 – 56]. Diese Prothesen sind heute am gebräuchlichsten.

Die älteren Stimmprothesenmodelle (Blom-Singer, Eska-Herrmann, Panje) benötigten aufgrund ihres geringen Innendurchmessers und des schwergängigen Ventilmechanismus einen relativ hohen Öffnungsdruck, während die heute verbreiteten Modelle (Groningen, Provox®) sich schon bei geringem Druck öffnen [55 – 58]. Blom hat ebenfalls in jüngerer Zeit eine Verweilprothese mit geringem Öffnungsdruck entwickelt [59].

Bezogen auf den Zeitpunkt der Stimmprothesenimplantation unterscheidet man die primäre Implantation (während der Laryngektomie) von der sekundären Implantation (zeitlich versetzt zur Laryngektomie). Während Anfang der 90er-Jahre die sekundäre Implantation immer noch diskutiert wurde, stellt heute die primäre Implantation den Standard dar [8, 60, 61]. Während Hilgers et al. [47] und Kerr et al. [62] über schlechtere funktionelle Ergebnisse nach sekundärer Implantation berichteten, zeigen eigene Untersuchungen [63] und die Erfahrungen von Lavertu et al. [64] gleich gute Ergebnisse nach primärer und sekundärer Implantation [65]. Die chirurgischen Risiken bei primärer Implantation sind praktisch zu vernachlässigen, allerdings besteht bei sekundärer Implantation wegen der notwendigen starren Ösophagoskopie und der posttherapeutischen Veränderungen der Halsweichteile ein erhöhtes Risiko einer Ösophagusperforation [66]. Es wurden verschiedene Modifikationen zur Vereinfachung des Verfahrens zur sekundären Implantation von Stimmprothesen veröffentlicht (flexible Endoskopie [67, 68], Punktion mit retrograder Platzierung [69], Punktion über eine Nadel [70], Gastroskopie [71], modifizierter Trokar [72], ambulant [73]).

Wir geben der primären Implantation [74] immer den Vorzug. Die sekundäre Implantation führen wir nur bei alio loco laryngektomierten Patienten und fehlgeschlagener Anbildung einer Ruktusstimme durch.

Kontraindikationen zur primären Rehabilitation mit Stimmprothesen sehen wir nur bei subglottischen Tumoren mit Ausbruch in die Trachea, fehlender Compliance des Patienten, schweren kardiopulmonalen und neurologischen Erkrankungen (z. B. Halbsseitenlähmung, Morbus Parkinson).

Eine Stimmprothesenimplantation ist auch nach Pharynxrekonstruktionen mit einem Magenhochzug [75], einem Radialis- oder Pektoralislappen [76 – 77], einer Colontransposition [78] und einem frei transplantierten Jejunumsegment [79] möglich.

2.2.1. Stimmprothesentypen

Die technische Entwicklung der letzten Jahre hat zu funktionsfähigen und funktionsstabilen Stimmprothesen geführt. Während in den 80er- und Anfang der 90er-Jahre in Deutschland die wenigen Implantationen mit den Prothesen nach Blom-Singer [41, 80] und Eska-Herrmann [42] durchgeführt wurden, hat sich im Verlauf der 90er-Jahre die Provox®-Stimmprothese durchgesetzt [81]. Sie wurde von der Arbeitsgruppe um Hilgers [47] entwickelt.

Es gibt eine Provox®-1- und Provox®-2-Prothese. Die Provox®-2-Prothese [63] verfügt über eine im Vergleich zur Provox®-1-Prothese weichere ösophageale Halteplatte und kann deshalb über ein Schub-Hülsen-System durch das Tracheostoma antegrad gewechselt werden. Dieser Wechsel ist einfacher und weniger belastend für Patient und Arzt als der retrograde Wechsel des Provox®-1-Systems, der mittels eines Madrins über den Hypopharynxtrichter und die Mundhöhle erfolgt. Trotz guter Lokalanästhesie ist meist beim Provox®-1-Wechsel ein mehr oder weniger heftiger Würgereiz zu beobachten [63].

In neuerer Zeit wurde mit dem Provox-Active-valve® noch ein weiteres Modell entwickelt [82]. Bei dieser Prothese wird über einen Magnetmechanismus die Ventilklappe geschlossen. Damit soll die Lebensdauer der Prothese verlängert und das Problem der Ventilöffnung durch den Unterdruck beim Schluckakt behoben werden. Diese Erkenntnis beruht auf der Beobachtung, dass es bei einzelnen Patienten während des gleichzeitigen Schluckens und Atmens durch den Unterdruck im Ösophagus zur Öffnung der Provox®-1- und 2-Prothese kommen kann. Flüssigkeiten treten in die Trachea über. Diese Aspiration hat in der Regel einen Prothesenwechsel zur Folge, obwohl die Prothese an sich regelrecht funktioniert. Möglicherweise ist dieses Phänomen die Ursache für ausgesprochen häufige Stimmprothesenwechsel bei einzelnen Patienten. Für das neue Modell der Provox-Prothese gibt es aber derzeit keine Langzeitergebnisse. Unsicher ist deshalb, inwieweit die versprochene längere Lebensdauer gegenüber den anderen Modellen wirklich gegeben ist. Zu beachten ist ebenfalls, dass diese Prothese in Deutschland zur Zeit ca. das 8fache der anderen Provox-Modelle (Fa. Atos Medical, persönliche Mitteilung) kostet, wodurch die Genehmigung durch die zuständigen Kostenträger nicht erleichtert wird.

Schouwenburg et al. inaugurierten 1998 die Voice-Masters-Prothese® [83]. Diese Prothese zeichnet sich durch einen Ventilmechanismus mit einer Titankugel aus, die über bewegliche Silikonarme gehalten wird. Jedoch konnte sich diese Prothese bisher nicht allgemein durchsetzen.

Auch die Arbeitsgruppe um Staffieri hat inzwischen eine eigene Prothese entwickelt [84].

Stimmprothesen sind nur ein Ventil, sie produzieren selber keine Töne. Es gibt in neuerer Zeit Versuche, tongebende Elemente in die Stimmprothesen einzuarbeiten, besonders um das Problem der zu tiefen „männlichen“ Stimmlage bei weiblichen Laryngektomierten besser zu beherrschen [85, 86].

Zum Zeitpunkt dieser Übersicht stellt die Stimmrehabilitation nach Laryngektomie mit der Provox®-Stimmprothese die in Deutschland am weitesten verbreitete Methode dar.

2.2.2 Management von Stimmprothesenproblemen

Die möglichen Probleme einer Rehabilitation mit einer Stimmprothese lassen sich einteilen in die unmittelbar postoperativen (d. h. die fehlende stimmliche Rehabilitation) und die später auftretenden, mit der Prothese, der Fistel oder dem Tracheostoma verbundenen.

2.2.2.1 Fehlende Stimmbildung mit der Stimmprothese

Ist postoperativ das Sprechen mit der Prothese nicht möglich, können relativ einfach die Durchgängigkeit der Prothese und der Widerstand des tracheo-ösophagealen Segmentes durch eine Luftinsufflation mit einem flexiblen Saugkatheter (14 Ch) und einem Politzerballon über die Prothese geprüft werden. Zeigt sich der Widerstand des Hypopharynxtrichters als zu groß, was an der mehrheitlichen Luftinsufflation des Magens erkennbar wird, steht der Verdacht auf eine Stenose des pharyngo-ösophagealen Segmentes. Als nächster Schritt sollte eine Untersuchung des Ösophagus mit Bariumbrei beim Schluckakt (Ausschluss einer organischen Stenose) und beim Sprechversuch erfolgen [87–89]. Zeigt sich ein weiter Hypopharynxtrichter, der sich beim Sprechversuch oberhalb der Stimmprothese verengt, handelt es sich um eine funktionelle Stenose des pharyngo-ösophagealen Elementes [90]. Zur Prävention solcher muskulärer Funktionsstörungen wird die Neurektomie des Plexus myentericus oder primäre Myotomie der Pharynxmuskulatur während der Laryngektomie empfohlen [80,90–93]. In der Jenaer Klinik haben wir mit der primären Neurektomie [94] gute Erfahrungen gemacht, wobei im Bereich des oberen Ösophagusphinkters bei zu engen Verhältnissen außerdem eine umschriebene Myotomie erforderlich sein kann.

Kommt es dennoch zur Erhöhung des muskulären Tonus im pharyngo-ösophagealen Segment postoperativ, stellt heute die Injektion von Botulinum (Botox® 100 IE) in die pharyngeale Muskulatur die Therapie der Wahl dar [95–98]. In der Regel reicht eine einmalige Injektion zur Anbahnung einer guten Stimme aus. Die von anderen Anwendungen bekannten Wiederholungsinjektionen sind sehr selten erforderlich. In Einzelfällen bei Therapieversagern von Botoxinjektionen kann trotz der erheblichen Risiken (Fistelbildung) eine sekundäre Myotomie der pharyngealen Muskulatur indiziert sein [99,100]. Aus eigener Erfahrung findet man in solchen Fällen intra operationem häufig ausgeprägte Narbenzüge um den Pharynx, welche die Motilität des pharyngo-ösophagealen Segmentes zusätzlich deutlich behindern.

Alternativ zum klassisch offenen Verfahren werden neuerdings auch transorale Myotomien mit dem Laser vorgeschlagen [101].

Ein abgestuftes logopädisches Übungsprogramm, das auch den richtigen Verschluss des Tracheostomas und die Anbahnung der Ruktusstimme beinhalten sollte, gehört zum Rehabilitationsprogramm. Damit können heute ca. 90% der Laryngektomierten mit einer Stimmprothese gut stimmlich rehabilitiert werden [57,65].

2.2.2.2 Probleme in der Nachsorge von Stimmprothesenpatienten

2.2.2.2.1 Stimmprothesenwechsel

Stimmprothesen unterliegen einer Alterung des Materials, es kommt zur Undichtigkeit des Ventils mit Durchtritt von Flüssigkeiten aus dem Ösophagus in die Trachea. Erstes Symptom für den Patienten ist häufig die Beobachtung von Kaffeeanteilen (wegen der auffälligen Farbe) im Sekret. Im Durchschnitt hält ein Ventil ca. ein halbes Jahr [102]. Die Lebensdauer einer Stimmprothese kann allerdings auch von wenigen Tagen bis zu vielen Jahren variieren [63,103–105].

Die Insuffizienz des Ventils mit Aspiration stellt den häufigsten Wechselgrund dar [63]. Für die verbreiteten Provox-Prothesen ist der Wechsel mit dem Provox®-2-System die Methode der Wahl [50]. Es handelt sich um ein einfach durchzuführendes Verfahren, welches auch für den ambulant tätigen HNO-Kollegen geeignet ist. Allerdings gibt es im Moment aus unserer Erfahrung nur wenige niedergelassene Kollegen, die selbst Stimmprothesenwechsel durchführen. Infolge dessen sind viele Patienten gegenwärtig noch unnötigerweise zu sehr an die operierende Klinik gebunden. Komplikationen des Stimmprothesenwechsels sind eher die Ausnahme, es gibt Fallberichte, in denen über die Entstehung eines mechanischen Ileus durch eine verschluckte Stimmprothese [106] und eine tracheale Dislokation mit Aspiration in den rechten Hauptbronchus [63] berichtet wurde. Die Provox®-Stimmprothesen werden in unterschiedlichen Längen angeboten. Der Unterschied liegt in dem unterschiedlichen Abstand der trachealen und ösophagealen Halteplatte, der Durchmesser der Prothesen ist immer gleich [47]. Für die anderen, in Deutschland weniger verbreiteten Stimmprothesenmodelle gibt es ähnlich einfache Wechselverfahren [41,42,83,84].

Die Alterung der Stimmprothese wird vornehmlich durch die Besiedlung mit *Candida albicans* und die Zerstörung des Silikons durch diese Pilzbesiedlung hervorgerufen [107]. Es gibt unterschiedliche Versuche, die Materialoberfläche der Stimmprothese mit speziellen „Überzügen“ [108] oder mit einer Laserbestrahlung [109] gegenüber einer Pilzbesiedelung zu stabilisieren. Auf die ortsständige Bakterien- und Pilzflora des Pharynx hat neben der Strahlentherapie auch die Ernährung einen Einfluss [110]. Eigene Untersuchungen [65] zeigten, dass zu häufiges mechanisches Reinigen der Stimmprothese mit der Bürste zur vorzeitigen Ventilinsuffizienz führt. Wir empfehlen unseren Patienten die Reinigung der Stimmprothese mit der Bürste nur dann, wenn der Widerstand beim Sprechen größer wird oder es zur Aspiration durch die Prothese kommt. Von regelmäßigen „Reinigungen“ raten wir ab.

Seltener Gründe zum Stimmprothesenwechsel sind der höhere Widerstand beim Sprechen, die Leckage um die Fistel und der Stimmprothesenverlust.

2.2.2.2.2 Granulationen um die Stimmprothese

Ein kleineres Problem stellen Granulationen um die Stimmprothese dar, solange sie nicht die Stimmprothese verlegen [65]. Das trifft insbesondere auf die häufig zu beobachtenden seitlichen Granulationsschürzen um die Stimmprothese zu. Kommt es zu einer Verlegung der Stimmprothese, ist eine Abtragung durch Ätzung, chirurgische Resektion oder Abtragung mit dem

Laser (CO₂-Laser, Diodenlaser) indiziert. Bei Fortdauer der Granulationsneigung sollte der Wechsel auf eine längere Prothese erfolgen, um mögliche trophische Ursachen durch den Druck der Prothesenflansche zu vermindern. Bei einer deutlichen Zunahme der Granulationen muss immer ein Tumorrezidiv ausgeschlossen werden.

2.2.2.2.3 Verlust der Stimmprothese

Bei einzelnen Patienten kann es zum Verlust der Stimmprothese kommen, d. h. der Patient stellt sich mit einer leeren Fistel in der Klinik vor. Das Sprechen ist noch möglich, die Aspiration wird zum Teil vom Patienten gar nicht wahrgenommen. Häufig können durch den Patienten keine Angaben zum Verlust der Prothese bzw. zum Defekt des Ventils gemacht werden. Da die Prothese sowohl im Respirationstrakt, wie auch im Magen-Darm-Trakt liegen kann, empfiehlt sich zur Lokalisation der röntgendichten Provox®-Stimmprothese eine Röntgendiagnostik von Thorax und Abdomen [47]. Wenn die Prothese im Darm nachweisbar ist, sollte der Patient bis zum natürlichen Abgang der Prothese kontrolliert werden, um rechtzeitig Komplikationen, wie im Einzelfall einen Ileus, zu erkennen [106]. Bei einer thorakalen Lage der Prothese ist eine Entfernung über eine sofortige Tracheo-bronchoskopie indiziert. Da in den meisten Fällen die Fistel noch sondierbar ist, kann problemlos eine neue Prothese eingesetzt werden. In diesen Fällen würden wir aber wegen des stabileren Sitzes im Ösophagus die Provox®-1-Prothese bevorzugen.

2.2.2.2.4 Spontaner Fistelverschluss

Ein neueres Problem stellt der spontane Verschluss der ösophagealen Fistelöffnung durch Ösophagusschleimhaut dar. Typischerweise kann der Patient nicht mehr sprechen, eine Sondierung der in der Trachealhinterwand regelrecht liegenden Stimmprothese ist unmöglich. Es wird durch die Patienten über eine allmähliche Verschlechterung der Stimmqualität berichtet, bis ein Sprechen nicht mehr möglich ist. An der Spitze der Reinigungsbürste kann Blut nach dem Reinigungsversuch gefunden werden. In diesem Falle hat sich uns zur Sicherung des Befundes die flexible Ösophagoskopie in Lokalanästhesie bewährt. Zeigt sich ein Überwachsen des ösophagealen Schenkels der Stimmprothese mit Schleimhaut, kann über eine vorsichtige, spitze Sondierung der Prothese unter endoskopischer Kontrolle die Perforation des Schleimhautwalles versucht werden. Gelingt das nicht, macht sich eine Neuanlage der Fistel in Narkose unter Nutzung des Lumens der alten Stimmprothese als Führung für das Mandrin erforderlich. Dieses Phänomen haben wir bisher nur bei Provox®-2-Stimmprothesen beobachtet [65].

2.2.2.2.5 Weitung der tracheo-ösophagealen Fistel

Bei einer Erweiterung der tracheo-ösophagealen Fistel treten Speichel und andere Flüssigkeiten zwischen Prothese und Fistelrand in die Trachea über. Wir haben das bisher nur bei Provox®-2-Prothesen beobachtet [90,107,111]. Beim Schluckversuch vor dem Stimmprothesenwechsel mit einer farbigen Flüssigkeit (z. B. Milch) kann der Befund gesichert werden [112]. Wir haben folgendes Stufenkonzept zur Therapie entwickelt:

1. Entfernung der Stimmprothese, spontane Schrumpfung der Stimmprothese (ca. 3 Tage), Einsatz einer neuen Stimmprothese;
2. Tabaksbeutelnaht der Fistel bei liegender Stimmprothese;

3. intramurale Umspritzung der Fistel mit humanem Fibrinkleber (keine Testung erforderlich);
4. operativer, dreischichtiger Fistelverschluss, später neue Implantation einer Stimmprothese [113].

In der Literatur werden Umspritzungen mit Eigenfett [114], Hyaluronsäure [115], Bioplastique [116,117] und Kollagen [118] empfohlen.

Bei Patienten, bei denen die postoperative Radiatio längere Zeit zurückliegt, ist die Indikation zum operativen Fistelverschluss sehr kritisch zu prüfen. Aufgrund der Strahlenfibrose sind größere Wundheilungsprobleme zu erwarten.

Angeschuldigt für die Weitung der Stimmfistel werden Veränderungen, die durch die postoperative Strahlentherapie verursacht wurden. Eine mögliche Erklärung vermuten wir weiterhin in der weicheren ösophagealen Halteplatte der Provox®-2-Stimmprothese gegenüber der Provox®-1-Stimmprothese. Dadurch kommt es beim Schluckakt zu geringfügigen Bewegungen der Prothese in der Fistel. Folge ist eine Weitung des Gewebes am Fistelrand.

2.2.3 Tracheostomaventile

Chirurgische Stimmrehabilitationen erfordern ein neues Denken hinsichtlich der Tracheostomagröße. Das stabile Tracheostoma sollte die nötige Weite zum Atmen haben, aber gleichzeitig nur so groß sein, dass eine digitale Okklusion zum Sprechen möglich ist [119,120]. Eine Hand steht so nicht für andere Tätigkeiten während des Sprechens [121] zur Verfügung. Eine gewisse Stigmatisierung in der Öffentlichkeit ist unvermeidlich. Der Kontakt mit dem Trachealsekret stellt für einzelne Patienten ein hygienisches Problem dar. Auch vom Umfeld wird das Hand geben bei der Begrüßung oftmals als unangenehm empfunden [122].

Eine gewisse Verbesserung ist durch die Nutzung eines Tracheostomafilters möglich [123]. Die konsequente Nutzung des Wärme- und Feuchtigkeitsaustauschers führt über eine Verbesserung der Lungenfunktion auch zu einer besseren Stimmqualität [124]. Die digitale Okklusion ist wegen des fehlenden direkten Kontaktes mit dem Trachealsekret hygienischer.

Ein optimaler Verschluss des Tracheostomas muss drei Voraussetzungen erfüllen.

1. weite Öffnung zum Atmen
2. leichter Verschluss beim Sprechen
3. rasche Öffnung beim Hustenstoß

Zusätzlich muss der Mechanismus einfach handhabbar sein, die Befestigung im Tracheostoma muss schmerzfrei, luftdicht und sicher erfolgen.

Das Tracheostomaventil nach Eska-Herrmann [125] erfordert eine spezielle chirurgische Formung des Tracheostomas zur Ventilhalterung und verursacht aufgrund seines Magnetventils klappernde Geräusche beim Sprechen, so dass eigene Patienten dieses Tracheostomaventil nur gering akzeptierten. Das Blom-Singer-Tracheostomaventil [126,127] ist um das Tracheostoma aufklebbar oder kann auf einer Kanüle getragen werden und arbeitet nahezu geräuschlos. Beiden Systemen fehlt ein Mechanismus, der eine rasche Öffnung beim Hustenstoß ermöglicht. Die Folge

ist eine Dislokation des Ventils beim Hustenstoß. Dieses Problem wurde durch zwei neuere Modelle („Provox-Free-Hands®“ und „Window®“) [128–130] mit integrierter Hustenklappe besser gelöst.

Ein weiteres Grundproblem der Tracheostomaventile besteht nach wie vor in der Fixierung im Tracheostoma. Die Klebefixierungen führen häufig zu Hautirritationen. Das Tragen auf einer Kanüle kann zu mechanischen Irritationen der trachealen Schleimhaut führen. Bei allen Befestigungsvarianten besteht ein Problem in der Undichtigkeit, so dass Luft beim Sprechen entweicht, die für das Sprechen mit der Stimmprothese nicht zur Verfügung steht.

Die Lösung dieses Problems liegt nach unserer Erfahrung nicht allein in einer stärkeren Fixierung des Tracheostomaventiles, sondern auch in der Senkung des Widerstandes, den das pharyngo-ösophageale Segment der einströmenden Expirationsluft beim Sprechvorgang entgegenseht. Die beste stimmliche Rehabilitation eines Laryngektomierten mit einer gut funktionierenden Stimmprothese ist zur Zeit aus unserer Erfahrung mit einem Tracheostomaventil nach Blom-Singer, getragen auf einer kurzen Silikonkanüle, zu erzielen [65]. Eine andere gute Möglichkeit ist die Nutzung des FreeHands-HME-Tracheostomaventils nach Hilgers, getragen auf einer Kanüle [130].

3 Nicht-chirurgische Stimmrehabilitation

3.1 Ösophagusersatzstimme

In den letzten Jahren hat es keine bedeutsamen Entwicklungen auf dem Gebiet der Ösophagusstimme gegeben. Für Patienten, bei denen eine Kontraindikation zur chirurgischen Stimmrehabilitation besteht, oder die das Sprechen mit diesen Rehabilita-

tionsmaßnahmen nicht erlernt haben, stellt die Ösophagusstimme eine gute Alternative dar [131]. Die Vorteile der Ruktusstimme liegen in der Unabhängigkeit von implantierten Fremdkörpern. Es stehen beide Hände während des Sprechens für Tätigkeiten zur Verfügung. Nachteile sind der hohe Aufwand bis zum Erlernen der Sprache, in den geringeren Erfolgsaussichten einer guten Stimmbildung. Im eigenen Patientenkollektiv haben wir zwei Patienten beobachtet, die nach erfolgreicher Rehabilitation mit einer Stimmprothese zusätzlich die Ösophagusstimme erlernten und dann die Entfernung der Stimmprothese wünschten.

Trotz der Einfachheit der chirurgischen Stimmrehabilitation sollten alle Patienten mit einer Stimmprothese wenigstens Ansätze der Ösophagusstimme erlernen, um eine Alternative zur Stimmprothese zu haben.

3.2 Elektronische Sprechhilfen

Die elektronische Sprechhilfe ist auch heute eine gute stimmliche Rehabilitationsmöglichkeit für Patienten, die anders nicht sprechen können. Mit der Entwicklung der Elektronik in den letzten Jahren wurden Versuche unternommen, die elektronischen Stimmhilfen hinsichtlich der Klangqualität zu verbessern und individuelle Stimmuster zu programmieren [132–134]. Erste Versuche einer Steuerung eines implantierbaren elektronischen Stimmgebers über das EMG der Halsmuskulatur wurden publiziert [133].

Danksagung

Herrn Prof. Frans M. Hilgers, Amsterdam, danke ich herzlich für die kritische Durchsicht des Manuskriptes und freundliche Unterstützung.

Literatur

- 1 Clasen BPE, Kellermann S, Steinhoff HJ, Schwab W. Das Larynxkarzinom in Deutschland. *Otolaryngol Nova*. 1991; 1: 321–327
- 2 de Maddalena H. The influence of early speech rehabilitation with voice prostheses on the psychological state of laryngectomized patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2002; 259: 48–52
- 3 Schuster M, Lohscheller J, Hoppe U, Kummer P, Eysholdt U, Rosanowski F. Voice handicap of laryngectomees with tracheoesophageal speech. *Folia Phoniater Logop* 2004; 56: 62–67
- 4 Finizia C, Bergman B. Health-related quality of life in patients with laryngeal cancer: a post-treatment comparison of different modes of communication. *Laryngoscope* 2001; 111: 918–923
- 5 Kramp B, Boehm F, Fischer AL. Speech rehabilitation using a voice prosthesis following laryngectomy. *Otolaryngol Pol* 2000; 54: 697–701
- 6 Hagen R. Stimmrehabilitation nach totaler Laryngektomie in der Bundesrepublik Deutschland. *HNO* 1990; 38: 417–420
- 7 Maier H, Johansen HS (Hrsg). *Stimmrehabilitation nach Laryngektomie*. Phoniaterische Ambulanz der Universität Ulm 1995
- 8 Seinsch W. Laryngektomie ein auslaufendes Therapieverfahren? *Laryngorhinootologie* 2001; 80: 674–676
- 9 Max L, Steurs W, de Bruyn W. Vocal capacities in esophageal and tracheoesophageal speakers. *Laryngoscope* 1996; 106: 93–96
- 10 Arias MR, Ramon JL, Campos M, Cervantes JJ. Acoustic analysis of the voice in phonatory fistuloplasty after total laryngectomy. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 122: 743–747
- 11 Schutte HK, Nieboer GJ. Aerodynamics of esophageal voice production with and without a Groningen voice prosthesis. *Folia Phoniater Logop* 2002; 54: 8–18
- 12 Brown DH, Hilgers FJ, Irish JC, Balm AJ. Postlaryngectomy voice rehabilitation: state of the art at the millennium. *World J Surg*. 2003; 27: 824–831
- 13 Schultz-Coulon HJ. Nachsorge von laryngektomierten Patienten mit Stimmprothesen. *HNO* 1993; 41: 597–608
- 14 Hagen R. Laryngoplasty with a radialis pedicle flap from the forearm: a surgical procedure for voice rehabilitation after total laryngectomy. *Am J Otolaryngol* 1990; 11: 85–89
- 15 Maier H, Weidauer H. Chirurgische Stimmrehabilitation nach Laryngektomie durch eine Modifikation des Verfahrens nach Asai. *HNO* 1994; 42: 99–103
- 16 Staffieri M, Procaccini A, Steiner W, Staffieri A. Chirurgische Stimmrehabilitation nach Laryngektomie. Die Staffieritechnik. *Laryngol Rhinol Otol* 1978; 57: 477–488
- 17 Minnigerode B, Arnhold-Schneider M, Polyzoidis T. Langzeiterfahrungen mit der Methode nach Asai und Staffieri zur Wiederherstellung der Stimme nach Laryngektomie: eine vergleichende Untersuchung. *HNO* 1988; 36: 119–122
- 18 Klima A. Is the laryngoplasty a successful method after total laryngectomy? *Auris Nasus Larynx* 1987; 14: 101–104
- 19 Vuyk HD, Klinkenberg-Knol E, Tiwari RM. The role of the upper oesophageal sphincter in voice rehabilitation after laryngectomy and Staffieri's procedure. *J Laryngol Otol* 1986; 100: 59–68
- 20 Vieira MB, Maia AF, Ribeiro JC. Speech rehabilitation after laryngectomy with the amatsu tracheoesophageal shunt. *Auris Nasus Larynx* 1999; 26: 69–77
- 21 Kinishi M, Amatsu M, Tahara S, Makino K. Primary tracheojejunale shunt operation for voice restoration following pharyngolaryngoesophagectomy. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1991; 100: 435–438
- 22 Amatsu M, Makino K, Kinishi M, Tani M, Kokubu M. Primary tracheoesophageal shunt operation for postlaryngectomy speech with sphincter mechanism. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1986; 95: 373–376
- 23 Strome M, Mustoe TA, Kelly JH. Voice rehabilitation following laryngectomy. Myomucosal tracheoesophageal shunt. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1986; 112: 1168–1171
- 24 Brasnu D, Strome M, Menard M, Pfauwadel MC, Martinez P, Janot F, Laccourreye H. Myomucosal shunt following total laryngectomy: a report of 31 cases. *Arch Otorhinolaryngol* 1989; 246: 407–409
- 25 Roka R, Piza H, Ehrenberger K, Wicke W. Eine neue Methode zur Stimmrehabilitation: Neuglottis aus Dünndarm. *Langenbecks Arch Chir* 1985; 366: 145–147
- 26 Chen HC, Patel H, Chen YC, Tang YB, Tan BK, Aydin A. Talking Jejunum: a new, safe technique for voice reconstruction using free-jejunum transfer. *Plast Reconstr Surg* 2003; 111: 336–340
- 27 Marusch F, Koch A, Kluge J, Stobe R, Immer P, Gastinger I. Laparoscopy-assisted harvesting of free small intestine transplants for reconstruction of voice and deglutition after total laryngopharyngectomy – an animal experiment study. *Zentralbl Chir* 1998; 123: 944–994
- 28 Denk DM, Grasl MC, Frank F, Deutsch W, Ehrenberger K. Surgical voice rehabilitation after laryngopharyngectomy. Functional results of tracheo-hypopharyngeal shunts by jejunal transplantation. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 1992; 249: 248–252
- 29 Kinishi M, Amatsu M, Tahara S. Further experience with tracheojejunale shunt speech after pharyngolaryngoesophagectomy. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2001; 110: 41–44
- 30 Remmert S, Ahrens KH, Sommer K, Muller G, Weerda H. Stimmrehabilitation mit Jejunum-Sprechsiphon – der Biventerzügel zur Verhinderung der Aspiration. *Laryngorhinootologie* 1994; 73: 84–87
- 31 Remmert S, Muller G, Weerda H. Revaskularisierte, überlange Jejunumsegmente zur einseitigen Rekonstruktion der Sprech- und Schluckfunktion nach totaler Laryngopharyngektomie. *HNO* 1993; 41: 485–490
- 32 Theile DR, Robinson DW, Theile DE, Coman WB. Free jejunal interposition reconstruction after pharyngolaryngectomy: 201 consecutive cases. *Head Neck* 1995; 17: 83–88
- 33 Kobayashi M, Onozuka N, Fukuda A, Matsubara A, Kobayashi W. New surgical technique for primary and secondary voice restoration using a free ileocecal patch graft after total laryngectomy. *Surg Today* 2003; 33: 817–822
- 34 Namyslowski G, Religa Z, Stezewska U, Misiollek M, Czesior E. A case of laryngeal carcinoma as a result of immunosuppressive therapy with cyclosporin. A following heart transplantation. *Otolaryngol Pol* 1994; 48: 72–74
- 35 Garlicki M, Wierzbicki K, Prybylowski P, Drop D, Biernat M, Rudzinski P, Olszewska B, Dziatkowiak A. The incidence of malignancy in heart transplant recipients. *Ann Transplant* 1998; 3: 41–47
- 36 Strome M, Stein J, Esclamado R, Hicks D, Lorenz RR, Braun W, Yetman R, Eliachar I, Mayes J. Laryngeal transplantation and 40-month follow-up. *N Engl J Med* 2001; 344: 1676–1679
- 37 Strome M. Human laryngeal transplantation: considerations and implications. *Microsurgery* 2000; 20: 372–374
- 38 Delaere PR. *Laryngotracheal Reconstruction. From Lab to Clinic*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2004
- 39 Lascaratos JG, Trompoukis C, Segas JV, Assimakopoulos DA. Professor Nicolas Taptas (1871–1955): a pioneer of post-laryngectomy voice rehabilitation. *Laryngoscope* 2003; 113: 702–705
- 40 Mozolewski E. Chirurgiczna rehabilitacja głosu i mowy po laryngektomii. *Otolaryngol pol, Warszawa* 1972; 26: 653
- 41 Blom ED. Tracheoesophageal voice restoration: origin-evolution-state-of-the-art. *Folia Phoniater Logop* 2000; 52: 14–23
- 42 Herrmann IF. Chirurgische Stimmrehabilitation nach Laryngektomie. *Laryngorhinootologie* 1999; 78: OP57–68
- 43 Panje WR. Prosthetic vocal rehabilitation following laryngectomy: The voice button. *Ann Otol* 1981; 90: 116–120
- 44 Hoogen van den FJ, Nijdam HF, Veenstra A, Manni JJ. The Nijdam voice prosthesis: a self-retaining valveless voice prosthesis for vocal rehabilitation after total laryngectomy. *Acta Otolaryngol* 1996; 116: 913–917
- 45 Veenstra A, van den Hoogen FJ, Schutte HK, Nijdam HF, Manni JJ, Verkerke GJ. Aerodynamic characteristics of the Nijdam voice prosthesis in relation to tracheo-esophageal wall thickness. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 1997; 254: 1–5
- 46 Chung RP, Geskus J, Mahieu HF. The ultra-low resistance Groningen voice prosthesis: aerodynamic properties. *Rev Laryngol Otol Rhinol* 1999; 120: 245–248
- 47 Hilgers FJM, Balm AJM, Gregor RT. Stimmrehabilitation nach Laryngektomie mit der Provox-Stimmprothese. Chirurgische und technische Aspekte. *HNO* 1995; 43: 197–201
- 48 Happ MB, Roesch T, Kagan SH. Communication needs, methods, and perceived voice quality following head and neck surgery: a literature review. *Cancer Nurs* 2004; 27: 1–9
- 49 Akbas Y, Dursun G. Voice restoration with low pressure blom singer voice prosthesis after total laryngectomy. *Yonsei Med J* 2003; 44: 615–618
- 50 Schäfer P, Klutzke N, Schwerdtfeger FP. Prothetische Stimmrehabilitation nach Laryngektomie. *Laryngorhinootologie* 2001; 80: 677–681

- 51 Eerenstein SE, Schouwenburg PF. Long-term results of VoiceMaster voice prosthesis use in laryngectomized patients. *Acta Otolaryngol* 2003; 123: 655–660
- 52 Eksteen EC, Rieger J, Nesbitt M, Seikaly H. Comparison of voice characteristics following three different methods of treatment for laryngeal cancer. *J Otolaryngol* 2003; 32: 250–253
- 53 Graville D, Gross N, Andersen P, Everts E, Cohen J. The long-term indwelling tracheoesophageal prosthesis for a laryngeal voice rehabilitation. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1999; 125: 288–292
- 54 Makitie AA, Niemensivu R, Juvas A, Aaltonen LM, Back L, Lehtonen H. Postlaryngectomy voice restoration using a voice prosthesis: a single institution's ten-year experience. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2003; 112: 1007–1010
- 55 Rosingh HJ, Mahieu HF, Annyas AA, Schutte HK, Goorhuis-Brouwer SM. Voice rehabilitation following larynx extirpation using the Groningen button. *Ned Tijdschr Geneesk* 1991; 135: 1315–1318
- 56 Vlantis AC, Gregor RT, Elliot H, Oudes M. Conversion from a non-indwelling to a Provox 2 indwelling voice prosthesis for speech rehabilitation: comparison of voice quality and patient preference. *J Laryngol Otol* 2003; 117: 815–820
- 57 Hilgers FJ, Balm AJ. Long-term results of vocal rehabilitation after total laryngectomy with the low-resistance, indwelling Provox voice prosthesis system. *Clin Otolaryngol* 1993; 18: 517–523
- 58 Lith-Bijl van JT, Mahieu HF, Patel P, Zijlstra RJ. Clinical experience with the low-resistance Groningen button. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 1992; 249: 354–357
- 59 Leder SB, Erskine MC. Voice restoration after laryngectomy: experience with the Blom-Singer extended-wear indwelling tracheoesophageal voice prosthesis. *Head Neck* 1997; 19: 487–493
- 60 Balle VH, Rindso L, Thomsen JC. Primary speech restoration at laryngectomy by insertion of voice prosthesis – 10 years experience. *Acta Otolaryngol Suppl* 2000; 543: 244–245
- 61 Stafford FW. Current indications and complications of tracheoesophageal puncture for voice restoration after laryngectomy. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 11: 89–95
- 62 Kerr AI, Denholm S, Sanderson RJ, Anderson SJ. Blom-Singer prostheses – an 11 year experience of primary and secondary procedures. *Clin Otolaryngol* 1993; 18: 184–187
- 63 Koscielny S, Bräuer B. Welches System zum Stimmprothesenwechsel – Provox 1 oder Provox 2? *Otorhinolaryngol Nova* 2000; 10: 85–86
- 64 Lavertu P, Guay ME, Meeker SS, Kmiecik JR, Secic M, Wanamaker JR, Eliachar I, Wood BG. Secondary tracheoesophageal puncture: factors predictive of voice quality and prosthesis use. *Head Neck* 1996; 18: 393–398
- 65 Koscielny S. Chirurgische Möglichkeiten der Stimmrehabilitation. *Ärztbl Thüring* 2000; 9: 499–502
- 66 Koscielny S, Bräuer B. Management von Problemen mit Provox-Stimmprothesen in Klinik und Praxis. *Oto-Rhino-Laryngologia Nova* 2004; 12: 250
- 67 Sharma RK, Rogers M, Thind J, Mabley AT. Technique for secondary tracheo-esophageal puncture in difficult necks. *J Laryngol Otol* 2003; 117: 718–719
- 68 Costa CC, Abrahao M, Cervantes O, Chagas JF. New endoscopic secondary tracheoesophageal voice prosthesis placement technique. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 128: 686–690
- 69 Deschler DG, DeLassus Gress C, Singer MI. Outpatient retrograde placement of the indwelling voice prosthesis. *Laryngoscope* 2000; 110: 1063–1065
- 70 Lichtenberger G. Simple and safe puncture technique for voice prosthesis implantation. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 128: 835–840
- 71 Loughran S, McKee G, Carding P. Tracheo-oesophageal puncture by retrograde passage of a gastroscopie via mini-laparotomy and gastrostomy. *J Laryngol Otol* 1999; 113: 564–565
- 72 Schipper JH. Ein Trocar zur Formung einer tracheoösophagealen Fistel für die sekundäre Implantation einer Stimmprothese. *Laryngorhinootologie* 1994; 73: 660–661
- 73 Desyatnikova S, Caro JJ, Andersen PE, Cohen JL, Wax MK. Tracheoesophageal puncture in the office setting with local anesthesia. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2001; 110: 613–616
- 74 Lau WF, Wei WI, Ho CM, Lam KH. Immediate tracheoesophageal puncture for voice restoration in laryngopharyngeal resection. *Am J Surg* 1988; 156: 269–272
- 75 Maniglia AJ, Leder SB, Goodwin WJ Jr, Sawyer R, Sasaki CT. Tracheogastric puncture for vocal rehabilitation following total pharyngolaryngoesophagectomy. *Head Neck* 1989; 11: 524–527
- 76 Anthony JP, Singer MI, Deschler DG, Dougherty ET, Reed CG, Kaplan MJ. Long-term functional results after pharyngoesophageal reconstruction with the radial forearm free flap. *Am J Surg* 1994; 168: 441–415
- 77 Cumberworth VL, O'Flynn P, Perry A, Bleach NR, Cheesman AD. Surgical voice restoration after laryngopharyngectomy with free radial forearm flap repair using a Blom-Singer prosthesis. *J R Soc Med* 1992; 85: 760–761
- 78 Parise O Jr, Cutait R, Correa PA, Miguel RE, de Angelis EC, Jorge SC. Primary placement of a voice prosthesis on transposed colon after total pharyngolaryngo-esophagectomy. *Head Neck* 1999; 21: 363–365
- 79 Benazzo M, Bertino G, Lanza L, Occhini A, Mira E. Voice restoration after circumferential pharyngolaryngectomy with free jejunum repair. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2001; 258: 173–176
- 80 Blom ED, Pauloski BR, Hamaker RC. Functional outcome after surgery for prevention of pharyngospasms in tracheoesophageal speakers. Part I: Speech characteristics. *Laryngoscope* 1995; 105: 1093–1103
- 81 op de Coul BM, Hilgers FJ, Balm AJ, Tan IB, van den Hoogen FJ, van Tinteren H. A decade of postlaryngectomy vocal rehabilitation in 318 patients: a single institution's experience with consistent application of provox indwelling voice prostheses. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 126: 1320–1328
- 82 Hilgers FJ, Ackerstaff AH, Balm AJ, van den Brekel MW, Bing Tan I, Persson JO. A new problem-solving indwelling voice prosthesis, eliminating the need for frequent Candida- and „underpressure“-related replacements: Provox ActiveValve. *Acta Otolaryngol* 2003; 123: 972–979
- 83 Schouwenburg PF, Eerenstein SE, Grolman W. The VoiceMaster voice prosthesis for the laryngectomized patient. *Clin Otolaryngol* 1998; 23: 555–559
- 84 Belforte G, Carello M, Miani C, Staffieri A. Staffieri tracheo-oesophageal prosthesis for voice rehabilitation after laryngectomy: an evaluation of characteristics. *Med Biol Eng Comput* 1998; 36: 754–757
- 85 Torn van der Vries MP, Festen JM, Verdonck-de Leeuw IM, Mahieu HF. Alternative voice after laryngectomy using a sound-producing voice prosthesis. *Laryngoscope* 2001; 111: 336–346
- 86 Torn van der M, Verdonck-de Leeuw IM, Festen JM, de Vries MP, Mahieu HF. Female-pitched sound-producing voice prostheses-initial experimental and clinical results. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2001; 258: 397–405
- 87 Weissenbruch van R, Kunnen M, Albers FW, Cauwenberge van PB, Sulter AM. Cineradiography of the pharyngoesophageal segment in postlaryngectomy patients. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2000; 109: 311–319
- 88 As van CJ, Op de Coul BM, van den Hoogen FJ, Koopmans-van Beinum FJ, Hilgers FJ. Quantitative videofluoroscopy: a new evaluation tool for tracheoesophageal voice production. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 127: 161–169
- 89 Zormeier MM, Meleca RJ, Simpson ML, Dworkin JP, Klein R, Gross M, Mathog RH. Botulinum toxin injection to improve tracheoesophageal speech after total laryngectomy. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1999; 120: 314–319
- 90 Neumann A, Schultz-Coulon HJ. Management von Komplikationen nach Stimmprothesenrehabilitation. *HNO* 2000; 48: 508–516
- 91 Bayles SW, Deschler DG. Operative prevention and management of voice-limiting pharyngoesophageal spasm. *Otolaryngol Clin North Am* 2004; 37: 547–558
- 92 Clevens RA, Esclamado RM, Hartshorn DO, Lewin JS. Voice rehabilitation after total laryngectomy and tracheoesophageal puncture using nonmuscle closure. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1993; 102: 792–796
- 93 Hilgers FJ. Evaluation of the effects of primary myotomy in total laryngectomy on the neoglottis with the use of quantitative videofluoroscopy. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 129: 1000–1005
- 94 Koybasioglu A, Oz O, Uslu S, Ileri F, Inal E, Unal S. Comparison of pharyngoesophageal segment pressure in total laryngectomy patients with and without pharyngeal neurectomy. *Head Neck* 2003; 25: 617–623
- 95 Hamaker RC, Blom ED. Botulinum neurotoxin for pharyngeal constrictor muscle spasm in tracheoesophageal voice restoration. *Laryngoscope* 2003; 113: 1479–1482
- 96 Meleca RJ, Dworkin JP, Zormeier MM, Simpson ML, Shibuya T, Mathog RH. Videostroboscopy of the pharyngoesophageal segment in laryn-

- gectomy patients treated with botulinum toxin. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 123: 38–43
- ⁹⁷ Ramachandran K, Arunachalam PS, Hurren A, Marsh RL, Samuel PR. Botulinum toxin injection for failed tracheo-oesophageal voice in laryngectomees: the Sunderland experience. *J Laryngol Otol* 2003; 117: 544–548
- ⁹⁸ Blitzer A, Komisar A, Baredes S, Brin MF, Stewart C. Voice failure after tracheoesophageal puncture: management with botulinum toxin. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1995; 113: 668–670
- ⁹⁹ Huo J, Klastsky I, Labruna A, Weiss MH. Secondary pharyngeal myotomy for tracheoesophageal speech. *Ear Nose Throat J* 1995; 74: 405–408
- ¹⁰⁰ Scott PM, Bleach NR, Perry AR, Cheesman AD. Complications of pharyngeal myotomy for a laryngeal voice rehabilitation. *J Laryngol Otol* 1993; 107: 430–433
- ¹⁰¹ Bastian RW, Muzaffar K. Endoscopic laser cricopharyngeal myotomy to salvage tracheoesophageal voice after total laryngectomy. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 127: 691–693
- ¹⁰² Hoogen Van Den FJ, Oudes MJ, Hombergen G, Nijdam HF, Manni JJ. The Groningen, Nijdam and Provox voice prostheses: a prospective clinical comparison based on 845 replacements. *Acta Otolaryngol* 1996; 116: 119–124
- ¹⁰³ Hoogen van den FJ, van den Berg RJ, Oudes MJ, Manni JJ. A prospective study of speech and voice rehabilitation after total laryngectomy with the low-resistance Groningen, Nijdam and Provox voice prostheses. *Clin Otolaryngol* 1998; 23: 425–431
- ¹⁰⁴ Hotz MA, Baumann A, Schaller I, Zbaren P. Success and predictability of provox prosthesis voice rehabilitation. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2002; 128: 687–691
- ¹⁰⁵ Trussart C, Lawson G, Remacle M. Voice prostheses: long-term follow-up retrospective study (three- to sixteen-year follow-up of 22 patients). *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord)* 2003; 124: 299–304
- ¹⁰⁶ Hiltmann O, Buntrock M, Hagen R. Mechanischer Ileus durch Provox2-Stimmprothese-Beschreibung einer „iatrogenen“ enteralen Komplikation nach Stimmprothesenwechsel. *Laryngorhinootologie* 2002; 81: 890–893
- ¹⁰⁷ Natarajan B, Richardson MD, Irvine BW, Thomas M. The Provox voice prosthesis and *Candida albicans* growth: a preliminary report of clinical, mycological and scanning electron microscopic assessment. *J Laryngol Otol* 1994; 108: 666–668
- ¹⁰⁸ Arweiler-Harbeck D, Sanders A, Held M, Jerman M, Ehrlich H, Jahnke K. Does metal coating improve the durability of silicone voice prostheses? *Acta Otolaryngol* 2001; 121: 643–646
- ¹⁰⁹ Everaert EP, Belt-Gritter BV, van der Mei HC, Busscher HJ, Verkerke GJ, Dijk F, Mahieu HF, Reitsma A. In vitro and in vivo microbial adhesion and growth on argon plasma-treated silicone rubber voice prostheses. *Mater Sci Mater Med* 1998; 9: 147–157
- ¹¹⁰ Free RH, Van der Mei HC, Dijk F, van Weissenbruch R, Busscher HJ, Albers FW. Biofilm formation on voice prostheses: influence of dairy products in vitro. *Acta Otolaryngol* 2000; 120: 92–99
- ¹¹¹ Issing WJ, Fuchshuber S, Wehner M. Incidence of tracheo-oesophageal fistulas after primary voice rehabilitation with the Provox or the Eska-Herrmann voice prosthesis. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2001; 258: 240–242
- ¹¹² Brasnu D, Pages JC, Laccourreye O, Jouffre V, Monfrais Pfauwadel MC, Crevier Buchman L. Results of the treatment of spontaneous widening of tracheo-esophageal punctures after laryngeal implant. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 1994; 111: 456–460
- ¹¹³ Moerman M, Vermeersch H, Heylbroeck P. A simple surgical technique for tracheoesophageal fistula closure. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2004; 261: 381–385
- ¹¹⁴ Perie S, Ming X, Dewolf E, St Guily JL. Autologous fat injection to treat leakage around tracheoesophageal puncture. *Am J Otolaryngol* 2002; 23: 345–350
- ¹¹⁵ Luff DA, Izzat S, Farrington WT. Viscoaugmentation as a treatment for leakage around the Provox 2 voice rehabilitation system. *J Laryngol Otol* 1999; 113: 847–848
- ¹¹⁶ Lorincz BB, Lichtenberger G, Bihari A, Falvai J. Therapy of periprosthetic leakage with tissue augmentation using Bioplastique around the implanted voice prosthesis. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2004
- ¹¹⁷ Rokade AV, Mathews J, Reddy KT. Tissue augmentation using Bioplastique as a treatment of leakage around a Provox 2 voice prosthesis. *J Laryngol Otol* 2003; 117: 80–82
- ¹¹⁸ Brasnu D, Pages JC, Laccourreye O, Jouffre V, Monfrais Pfauwadel MC, Crevier Buchman L. Results of the treatment of spontaneous widening of tracheo-esophageal punctures after laryngeal implant. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 1994; 111: 456–460
- ¹¹⁹ Ahmad I, Kumar BN, Radford K, O'Connell J, Batch AJ. Surgical voice restoration following ablative surgery for laryngeal and hypopharyngeal carcinoma. *J Laryngol Otol* 2000; 114: 522–525
- ¹²⁰ Lewin JS. Nonsurgical management of the stoma to maximize tracheoesophageal speech. *Otolaryngol Clin North Am* 2004; 37: 585–596
- ¹²¹ As van CJ, Hilgers FJ, Koopmans-van Beinum FJ, Ackerstaff AH. The influence of stoma occlusion on aspects of tracheoesophageal voice. *Acta Otolaryngol* 1998; 118: 732–738
- ¹²² Gerwin JM, Culton GL. Prosthetic voice restoration with the tracheostomal valve: a clinical experience. *Am J Otolaryngol* 1993; 14: 432–439
- ¹²³ Ackerstaff AH, Fuller D, Irvin M, Maccracken E, Gaziano J, Stachowiak L. Multicenter study assessing effects of heat and moisture exchanger use on respiratory symptoms and voice quality in laryngectomized individuals. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 129: 705–712
- ¹²⁴ Ackerstaff AH, Hilgers FJM. Die Folgen einer totalen Kehlkopfentfernung unter besonderer Beachtung der Rehabilitation der Stimme und der unteren Luftwege. *HNO* 1997; 45: 97–104
- ¹²⁵ Herrmann IF, Koss W. Fingerfreies Sprechen nach totaler Laryngektomie: Instrumente und Techniken der chirurgischen Stimmrehabilitation. *HNO* 1985; 33: 124–129
- ¹²⁶ Hoogen van den FJ, Meeuwis C, Oudes MJ, Janssen P, Manni JJ. The Blom-Singer tracheostoma valve as a valuable addition in the rehabilitation of the laryngectomized patient. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 1996; 253: 126–129
- ¹²⁷ Grolman W, Schouwenburg PF, de Boer MF, Knegt PP, Spoelstra HA, Meeuwis CA. First results with the Blom-Singer adjustable tracheostoma valve. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 1995; 57: 165–170
- ¹²⁸ Hagen R, Schwarz C, Berning K, Geertsema AA, Verkerke GJ. Tracheostomaventil mit integrierter Hustenklappe zur Verbesserung des fingerfreien Sprechens von laryngektomierten Patienten – Entwicklung und klinische Anwendungen. *Laryngorhinootologie* 2001; 80: 324–328
- ¹²⁹ Schwarz C, Cirugeda-Kuhnert M, Hagen R. Tracheostomaventil mit integrierter Hustenklappe für das fingerfreie Sprechen bei Laryngektomierten – Langzeitresultate. *Laryngorhinootologie* 2004; 83: 173–179
- ¹³⁰ Hilgers FJ, Ackerstaff AH, van As CJ, Balm AJ, van den Brekel MW, Tan IB. Development and clinical assessment of a heat and moisture exchanger with a multi-magnet automatic tracheostoma valve (Provox FreeHands HME) for vocal and pulmonary rehabilitation after total laryngectomy. *Acta Otolaryngol* 2003; 123: 91–99
- ¹³¹ Tsai TL, Chang SY, Guo YC, Chu PY. Voice rehabilitation in laryngectomees: comparison of daily-life performance of 4 types of alaryngeal speech. *J Chin Med Assoc* 2003; 66: 360–363
- ¹³² Espy-Wilson CY, Chari VR, MacAuslan JM, Huang CB, Walsh MJ. Enhancement of electrolaryngeal speech by adaptive filtering. *J Speech Lang Hear Res* 1998; 41: 1253–1264
- ¹³³ Goldstein EA, Heaton JT, Kobler JB, Stanley GB, Hillman RE. Design and implementation of a hands-free electrolarynx device controlled by neck strap muscle electromyographic activity. *IEEE Trans Biomed Eng* 2004; 51: 325–332
- ¹³⁴ Niu HJ, Wan MX, Wang SP, Liu HJ. Enhancement of electrolarynx speech using adaptive noise cancelling based on independent component analysis. *Med Biol Eng Comput* 2003; 41: 670–678