Chirurgische Rekonstruktionen beim Larynxkarzinom

Die Qualität der Erstbehandlung ist entscheidend für die Ergebnisse der Larynxkarzinomtherapie und die Lebensqualität der Patienten. Bis heute konnte die endoskopische Resektion die transzervikale Teilresektion als chirurgische Therapie nicht völlig ersetzen. Die Patientenselektion für das optimale Behandlungskonzept basiert dabei auf der Ausdehnung des Tumors, dem Fachwissen des Chirurgen und den Erwartungen und/oder Anforderungen der Patienten. Sie ist für den Erfolg der Behandlung von größter Wichtigkeit. Supraglottische Karzinome können in der Regel endoskopisch transoral reseziert werden. Die Hauptindikation für eine offene Teilresektion sind nach Remmert [31] die mangelnde mikrolaryngoskopische Einstellbarkeit, die Ausdehnung der Tumoren sowie die ausgedehnte Knorpelinfiltration. Onkologisch bedingte Kontraindikationen sind ausgedehnte Invasion des Schildknorpels, Arytenoidfixation mit Interarytenoidinvasion, subglottische Extension mit Beteiligung des Krikoidknorpels, Läsionen, die sich außerhalb des Kehlkopfes erstrecken, und die ausgedehnte Invasion des präepiglottischen Raums.

Tumoren des Kehlkopfes können sowohl die Stimmfunktion und die Atmung als auch den Schluckvorgang erheblich beeinträchtigen. Das Ziel der rekonstruktiven chirurgischen Behandlung von laryngealen Tumoren besteht primär darin, den Tumor suffizient zu resezieren und gleichzeitig die Auswirkungen der Behandlung auf Stimme, Atmung und Schlucken zu minimieren. Der Übergang von der offenen transzervikalen Resek-

tion zur transoral-endoskopischen Resektion reduziert das chirurgisch-induzierte Gewebetrauma und die Häufigkeit postoperativer Komplikationen (vor allem Atemwegskomplikationen und Dysphonie). Dies schließt auch die sog. roboterassistierte Chirurgie ein [1]. Trotz der derzeit noch hohen Kosten lässt sich mit zunehmender Miniaturisierung in der roboterassistierten Chirurgie eine höhere Präzision der Tumorsektion auch bei ungünstigen Lokalisationen durch optimale endoskopische Kontrolle erzielen.

Trotz der großen Fortschritte in der transoral-endoskopischen Larynxchirurgie („transoral laser microsurgery“, TLM, und „transoral robotic surgery“, TORS; [20]) bleiben auch weiterhin Indikationen für transzervikale Teilresektionen bestehen.

» Trotz der Fortschritte der TLM und der TORS bleiben Indikationen für transzervikale Teilresektionen

Die rekonstruktive Chirurgie wird gerade bei kleinen Läsionen unter phonochirurgischen Aspekten durchgeführt. Hierbei werden alle chirurgischen Maßnahmen zur Verbesserung der Stimme (im weiteren Sinne auch zur Rehabilitation der Stimme nach Laryngektomie) bezeichnet [30].

Hierbei beeinflusst der Umfang der Glottisinsuffizienz die funktionelle Symptomatik und lässt zudem meist Aussagen zur Prognose zu. Bei dem Versuch der Patienten, Glottisinsuffizienzen zu kom-

pensieren, etwa durch einen vermehrten Kraftaufwand mit forciertem subglottischen Anblasedruck oder erhöhter laryngealer und ganzkörperlicher Spannung, verändert sich über kurz oder lang die gesamte Art und Weise der Stimmbildung. Deshalb sollte rekonstruktiv-chirurgisch und stimmtherapeutisch behandelt werden [39].

Friedrich et al. teilten in einem Vorschlag der European Laryngological Society (ELS) die phonochirurgischen Eingriffe in 4 Gruppen ein. Drei dieser Gruppen sind auch in der rekonstruktiven Chirurgie des Larynx vertreten [15, 16] und können primär und sekundär angewendet werden:

- Stimmlippenchirurgie („vocal fold surgery“, VFS): operative Eingriffe, die unmittelbar an den Stimmlippen erfolgen (in aller Regel endolaryngeal) und deren Ziel eine Verbesserung der Schwingungseigenschaften der Stimmlippen oder des Glottisschlusses ist
- Eingriffe am knorpeligen Stützgerüst des Kehlkopfes („laryngeal framework surgery“, FWS): Eingriffe am knorpeligen Kehlkopfskelett oder an der Kehlkopfmuskulatur zur Korrektur der Stimmlippenposition, -form oder -spannung [13, 14]
- Rekonstruktive Chirurgie nach totaler oder partieller Laryngektomie („reconstructive surgery addressing partial or total laryngeal defects“, RCS): Eingriffe zur Wiederherstellung oder Verbesserung der Stimme nach operativ bedingtem Funktionsverlust.

Abb. 1 ▲ Primäre chirurgische Rekonstruktion der rechten Stimmlippe mittels Injektionsaugmentation durch Fett, Darstellung vor (a) und nach (b) der Augmentation. (Aus [11])

Vor allem fortgeschrittene Tumoren werden in der Regel transzervikal operiert. Transzervikale Resektionen bieten grundsätzlich eine bessere Übersicht und erlauben einen einfacheren Zugang zum Tumoreal. Durch die Entwicklungen in der Medizintechnik werden heute in bestimmten Arbeitsgruppen auch roboterassistierte endoskopische transorale Laryngektomien [24] durchgeführt, zusätzlich können auch hier primär rekonstruktive Maßnahmen erfolgen. Prinzipiell ist sowohl bei transoralen als auch bei transzervikalen Larynxteilresektionen eine primäre Rekonstruktion anzustreben. Hierdurch gelingt eine Optimierung der postoperativen Heilungsphase und der funktionellen Voraussetzungen. Diese Rekonstruktion kann nach Wunsch des Patienten auch in Folgeeingriffen weiter optimiert werden.

Die rekonstruktive Larynxchirurgie speziell der Stimmlippen zielt auf eine Optimierung des Glottisschlusses ab, der wesentliche Grundlage ist für die Stimmqualität, die stimmliche Leistungsfähigkeit, die Kontrolle des Luftstroms sowie für die Fähigkeit zur Bauchpresse und zum Hustenstoß. Besonders ist dabei der Erhalt bzw. die Wiederherstellung synchronisierter Schwingungsfrequenzen und -phasen der Stimm lippen sowie der Schleimhauteigenbewegung auf dem Stimm lippenmuskel (videolaryngostroboskopisch beurteilbar als Randkantenverschieblichkeit), z. B. bei Stimm lippendefekten bzw. -lähmungen [39].

Rekonstruktionen nach größeren Kehlkopfteilresektionen sind kompliziert und erfordern oftmals mehrere

Eingriffe. In der Regel werden für diese Operationstechniken keine besonderen Beatmungstechniken benötigt. Bei den primären Rekonstruktionen wird meistens ein 6,5-Tubus verwendet. Dieser ermöglicht auch das Auflegen der Instrumente beim Nähen im Kehlkopf. Bei sekundären Rekonstruktionen mit engem laryngealem Lumen ist die Jetbeatmung eine gute Alternative. Die Rekonstruktion in bereits bestrahltem Gewebe ist komplikationsbehaftet. Die Bestrahlung führt zu einer Minderperfusion sowie Fibrosierung des Gewebes durch Entzündungs- und Vernarbungsvorgänge. In der Heilungsphase nach Rekonstruktionen können Wundinfektionen und Wundheilungsstörungen auftreten. Eine Bestrahlung nach erfolgter Rekonstruktion kann das funktionelle Ergebnis reduzieren, weil die unmittelbaren Bestrahlungsfolgen insbesondere im operierten Areal zuerst eine strahleninduzierte Mukositis und nachfolgend zu einer verstärkten Induration und Atrophie des Epithels und der rekonstruierten Strukturen führen können.

Primäre rekonstruktive Verfahren

Eine primäre Rekonstruktion setzt die vollständige Tumoresektion (R0) voraus. Daher ist intraoperativ eine verlässliche Schnellschnittdiagnostik unerlässlich. Die mögliche Ver- bzw. Abdeckung eines nicht vollständig resezierten Tumors durch eine Lappenplastik oder Augmentation kann zu einer verspäteten Detektion des Residuums führen.

Die Auswahl des Rekonstruktionsverfahrens hängt von der Größe und dem Ort des resezierten Gewebes sowie den individuellen anatomischen Gegebenheiten ab.

Stimm lippenrekonstruktionen sind dann sinnvoll, wenn durch Larynxteilresektionen solch große Substanzdefizite an den Stimm lippen entstehen, die trotz des Verschlusses im Bereich der Aryknorpel eine Glottisinsuffizienz bedingen. Im Verlauf der Wundheilung bilden sich meist Narben aus, welche die Schwingungsfähigkeit der Stimm lippen zusätzlich beeinträchtigen bzw. aufheben und irreguläre Oberflächen sowie nach lateral exkavierte (konkave) Stimm lippen hinterlassen können, die den Glottisschluss zusätzlich verhindern [2, 16]. Narben können durch ein primär rekonstruktives Vorgehen kompensiert oder in ihrem Ausmaß positiv beeinflusst werden.

» **Essenziell für die Primärrekonstruktion ist eine verlässliche intraoperative Schnellschnittdiagnostik**

Aufgrund einer gewissen Kompensationsfähigkeit des phonatorischen Systems beeinträchtigen Chordektomien vom Typ I (subepithelial) und Typ II (subligamentär); den Glottisschluss meist nur mäßig, was eine im Vergleich zum präoperativen Zustand relativ gute Stimm bildung und -qualität erlaubt. Speziell die Chordektomie Typ I wird unter phonochirurgischen Aspekten zur möglichst geringen Traumatisierung des Reinke-Raums mit kalten Instrumenten durchgeführt. Bei größeren T1a-Karzinomen, die subligamentär bis in den M. vocalis hineingeführt werden, bietet sich der Einsatz des CO₂-Lasers an. Wegen der teilweise besseren stimmlichen Ergebnisse von endoskopisch-chirurgischen Eingriffen im Vergleich zur Radiotherapie präferieren die Autoren die transoral endoskopische Chordektomie per CO₂-Laser bei frühen Stimm lippenmalignomen [8, 23].

Auch ausgedehntere CO₂-Laser-Chordektomien vom Typ II bis Typ Va sind hinsichtlich des onkologischen Er-

gebnisses erfolgreich. Zur Verbesserung des postoperativen stimmlichen Ergebnisses müssen jedoch zumeist zusätzliche phonochirurgische Eingriffe vorgenommen werden [1]. Diese können primär im Rahmen des Ersteingriffs oder sekundär nach abgeschlossener Wundheilung erfolgen.

Um das stimmliche Ergebnis unter den neuen laryngealen Verhältnissen zu optimieren, sollte postoperativ eine Stimmtherapie erfolgen und so früh wie möglich beginnen, um die Narbenbildung durch die gezielte Stimmübungen positiv zu beeinflussen und ungewünschte funktionelle Kompensationsmechanismen zu verhindern.

Primäre Rekonstruktion durch Injektionsaugmentation bei transoral endoskopischen Teilresektionen

Im Allgemeinen haben Rekonstruktionen im Rahmen der primären Larynxoperation viele Vorteile. Das Gewebe ist zu diesem Zeitpunkt weich, weil der Vernarbungsprozess noch nicht eingesetzt hat. Auch kann durch den sofort hergestellten Stimmlippenvolumenausgleich eine bessere Voraussetzung für einen suffizienten Glottisschluss erwartet werden. Eine suffiziente Glottisaktivität mit kompletten Glottisschluss kann nicht nur zu einer verbesserten Mobilität der rekonstruierten Stimmlippe im postoperativen Vernarbungsprozess führen, sondern ein effizientes Widerlager für die kontralateral erhaltene Stimmlippe schaffen.

Bei endoskopischen transoralen Chordektomien besteht zur Augmentation und Medialisierung der defizitären Stimmlippe die Option der Injektionsthyroplastik mit autologem Fett, als „primary intracordal autologous fat injection“ (PIAFI) nach Typ-I- bis Typ-III-Chordektomien [5, 40]. Hierzu wird Fett periumbilikal oder über eine vorhandene abdominale Narbe in derselben Operation gewonnen, und die kleinen Fettläppchen nach Zerkleinerung in einer Spritze lateral in die zu rekonstruierende Stimmlippe injiziert. Als Alternative kann auch PolydimethylsiloxanElastomer (VOX® Implants, Uroplasty Inc.,

HNO 2020 · 68:666–677 <https://doi.org/10.1007/s00106-020-00916-y>
© Der/die Autor(en) 2020

C. Arens · C. Schwemmler · S. Voigt-Zimmermann

Chirurgische Rekonstruktionen beim Larynxkarzinom

Zusammenfassung

Tumoren des Kehlkopfes können sowohl die Stimmfunktion und die Atmung als auch den Schluckvorgang erheblich beeinträchtigen. Das übergeordnete Ziel der rekonstruktiven chirurgischen Behandlung von laryngealen Tumoren ist, den Tumor suffizient zu resektieren und gleichzeitig die Auswirkungen der Behandlung auf Stimme, Atmung und Schlucken zu minimieren. Allgemein haben primäre Rekonstruktionen im Rahmen der primären Larynxoperation viele Vorteile. Das Gewebe ist zu diesem Zeitpunkt weich, weil der Vernarbungsprozess noch nicht eingesetzt hat. Auch kann durch den sofort

hergestellten Stimmlippenvolumenausgleich eine bessere Voraussetzung für einen suffizienten Glottisschluss erwartet werden. Die rekonstruktive Behandlung kann jedoch auch sekundär erfolgen. Unterschiedliche Methoden der rekonstruktiven Chirurgie beim Larynxkarzinom werden vorgestellt und erörtert.

Schlüsselwörter

Laryngeale Neoplasien · Glottale Funktionalität · Deglutition · Larynx · Chirurgische Rekonstruktionsverfahren

Surgical reconstruction in laryngeal carcinoma

Abstract

Tumors of the larynx can substantially impair vocal function, breathing and also swallowing. The primary goal of reconstructive surgical treatment of laryngeal tumors is to sufficiently resect the tumor while minimizing the effects of the treatment on the voice, breathing and swallowing. In general, primary reconstructions in primary laryngeal surgery have many advantages. The tissue at this point in time is soft because the scarring process has not yet been initiated. A better prerequisite for a sufficient glottic closure

can also be expected through the immediate adjustment of the volume of the vocal folds; however, reconstructive treatment can also be carried out secondarily. Different methods of reconstructive surgery for laryngeal carcinoma are presented and discussed.

Keywords

Laryngeal neoplasms · Glottal function · Deglutition · Larynx · Reconstructive surgical procedures

Minnetonka, MN, USA) injiziert werden [28]. Dieses Material hat nicht die weiche Konsistenz wie Fett und kann somit weniger die Schwingungseigenschaften der rekonstruierten Stimmlippe übernehmen; es fungiert eher als festes Widerlager für die nichtbetroffene kontralaterale Stimmlippe (Abb. 1 und 2).

Die Autoren präferieren Fett für die primäre Injektionsaugmentation [4], weil Fett aufgrund seiner weichen Konsistenz eine gute Applizierbarkeit und gute Verteilung im Gewebe ermöglicht und die Schwingung der Stimmlippe unterstützt. Hierfür muss aber ein ausreichender Anteil des M. vocalis erhalten geblieben sein [5]. Unter mikroskopischer Sicht wird dabei das Fett lateral zwischen inneres Perichondrium und Muskelstumpf an 2 Punkten am Übergang vom vor-

deren zum mittleren Drittel bzw. lateral des Processus vocalis im Sinne einer Überkorrektur über die Mittellinie hinaus injiziert; da noch keine Narben vorhanden sind, kann das Injektat ausreichend expandieren. Weil die Resektionsfläche nicht verändert wird, sondern nur nach medial verschoben ist, können bei späteren Kontrollmikrolaryngoskopien eventuell später auftretende Veränderungen am basalen Absetzungsrand problemlos abgetragen werden.

Für die Rekonstruktion der Stimmlippe können auch Schleimhautlappchen aus der Taschenfalte oder Wangenschleimhaut verwendet werden. Je nach Gewebeherkunft können verschiedene Schichtdicken entweder zum „Auffüllen“ des Volumens oder zur Wundabdeckung

Abb. 2 ▲ Primäre chirurgische Rekonstruktion der rechten Stimmlippe mittels Injektionsaugmentation durch Fett. Präoperativer Situs (a) mit vorrangig narbig veränderter, indurierter und volumendefizitärer Stimmlippe rechts, postoperativer Situs (b) kurz nach Fettagmentation mit deutlicher, erwünschter Überkorrektur des Volumendefektes, vorderer bis mittlerer Anteil der Stimmlippe deutlich über die Mittellinie reichend, videolaryngostroboskopische Kontrolle (c) mit reizlosem Lokalbefund nach 4 Wochen mit noch deutlich nachweisbarem Volumenplus Stimmlippe rechts, Glottisschluss auch im vorderen Drittel vollständig, nach 6 Monaten videolaryngostroboskopische Kontrolle (d) mit glatter Randkante, Hinweis für leichte Resorption des augmentierten Fettes und sehr diskretem Volumendefekt, vorderes Drittel

Abb. 3 ▲ Zustand nach vertikaler Larynxresection eines linksseitigen T1a-Stimmlippenkarzinoms. Die Rekonstruktion erfolgte mit einem Taschenfaltenlappen. Reizloser Endolarynx. Weite Glottis bei Respiration (a). Vollständiger Glottisschluss bei Phonation (b)

verwendet [16] und auf der Stimmlippe aufgenäht werden.

Primär rekonstruktive Glottischirurgie bei transzervikaler Larynxteilresektion

Bei den transzervikalen, primär rekonstruktiven Verfahren kommen allgemein Verschiebelappen zum Einsatz, die durch entsprechende Präparations- und Rotationsverschiebung in das resezierte Gewe-

be hineinbewegt werden können. Besonders geeignet sind Muskel- oder Mukosalappen der dem Kehlkopf benachbarten Regionen [7, 10]. Beispiele sind ein- oder beidseitige Taschenfaltenlappen, wobei der gestielte Taschenfaltenmukosalappen zur Stimmlippenebene hin rotiert und verschoben wird [6]. Kombinationen von augmentierten Taschenfaltenlappen, Taschenfalten-Epiglottis-Lappen oder bei offenen Larynxteilresektionen, Epiglottisverschiebelappen [34, 38, 39]

zur Schaffung eines Widerlagers für die kontralaterale Stimmlippenregion/ Taschenfalte können genutzt werden (■ Abb. 3).

Primäre Rekonstruktion bei vertikalen Larynxteilresektionen

Defekte nach der Resektion von T1-T2-Stimmlippenkarzinomen können unmittelbar nach der eigentlichen Tumorsektion rekonstruiert werden. Die Ersatzstimmlippe wird als Widerlager für die intakte Stimmlippe konstruiert. Die Qualität der späteren Stimme hängt hierbei wesentlich von dem Volumen des Stimmlippenstumpfes ab. Über diesen Stumpf wird entweder ein Taschenfalten-Transpositions-lappen oder ein erweiterter Taschenfalten-Transpositions-lappen mit Anteilen der Epiglottis in die Glottisebene eingeschwenkt (■ Abb. 4). Ist sehr viel zu rekonstruierendes Volumen erforderlich, kann zusätzlich ein ipsilaterales Schilddrüsenknorpelstück verwendet werden, das unter dem Lappen platziert wird. Bei größeren Defekten der

Abb. 4 ◀ T2-Stimmklappenkarzinom rechts. Primäre glottische Rekonstruktion unmittelbar nach vollständiger Tumorresektion. Präparation eines Transpositionsflaps der linken Taschenfalte als Widerlager für die intakte linke Stimmklinge. Der Schildknorpeloberrand kann zusätzlich zur Augmentation unter den Flappen gelegt werden. (Aus [3])

Stimmklappen und Taschenfaltenebene kann ein Epiglottisverschiebelappen in die Glottis eingeschwenkt werden. Bei größerem Gewebedefekt kommen auch dickere Muskel- oder Schleimhautlappen der benachbarten Regionen zum Einsatz [34]. Auch hier sind Volumenverstärkungen durch Knorpelstücke (ipsilateraler Schildknorpel) möglich. Die subtotale Larynxteilresektion nach Sedlacek, Kambic und Tucker erfordert eine Rekonstruktion auch mit der kaudalen Verschiebung der Epiglottis [38].

Die klassischen Hemilaryngektomien werden aufgrund großer funktionaler Einbußen nur noch in seltenen Fällen durchgeführt.

» Klassische Hemilaryngektomien werden nur noch selten durchgeführt

Diese rekonstruktiven Verfahren sind insofern kritisch zu beurteilen, da in der onkologischen Nachsorge die sichere Unterscheidung von Rezidiv und laryngealer Rekonstruktion schwierig sein kann.

Deshalb besteht eine enge Indikationsstellung der erweiterten Kehlkopfteilresektion ([3]; ▣ Abb. 5).

Primäre Rekonstruktion bei horizontaler Larynxteilresektion

In der horizontalen Larynxteilresektion ergeben sich die rekonstruktiven Verfahren nach dem Typus der Larynxteilresektion. Im Jahr 2014 führten Succo et al. eine im Wesentlichen dreistufige Klassifikation der Offenen Horizontalen Larynxteilresektionen ein, um eine Vereinheitlichung der Nomenklatur herbeizuführen [36]:

- Typ I – ehemals horizontale supraglottische Laryngektomie
- Typ II – ehemals suprakrikoidale Laryngektomie (▣ Abb. 6)
- Typ III – ehemals supratracheale Laryngektomie

Der Typ I entspricht der klassischen horizontalen Teilresektion nach Alonso. Diese wird jedoch heute aufgrund der transoral endoskopischen Resektionen (TML, TORS) nur noch sehr selten angewen-

det. Diese Technik erlaubt die Resektion supraglottischer Karzinome ohne größere Ausdehnung in den präepiglottischen Fettkörper. Die Rekonstruktion erfolgt durch eine Approximation des Restschildknorpels mit intakter Glottis an das Hyoid oder den Zungengrund. Die früher häufig erfolgte Resektion des Zungenbeines ist aus onkologischen Gründen in der Regel nicht erforderlich.

Bei den suprakrikoidalen (Typ II) und supratrachealen (Typ III) Teilresektionen wird der restliche Kehlkopf nach Mobilisation der Trachea und tiefer Tracheotomie mit dem Hyoid approximiert. Die Epiglottis dient in beiden Fällen in Abhängigkeit von der Resektion als Verschiebelappen zur Rekonstruktion und Defektdeckung. Hierdurch kommt es zu einer supraglottischen Ersatzphonation zwischen den Aryknorpeln und der Epiglottis oder dem Zungengrund. Ein Aryknorpel kann hierbei reseziert werden.

Abb. 5 ◀ T2-T3-Stimm lippenkarzinom mit Beteiligung der Taschenfalte, im Rahmen der Resektion entsteht ein großer Defekt der Glottis und Supraglottis mit Anteilen des Schildknorpels. Zur Defektdeckung und Rekonstruktion wird ein Verschiebelappen der Epiglottis präpariert. (Aus [3])

Abb. 6 ◀ 58-jähriger Patient, Zustand nach offener horizontaler Larynxteilresektion (Typ IIa + Ary) aufgrund eines rechtsseitigen T3-glottischen Larynxkarzinoms mit supraglottischer Ausdehnung, Z. n. sekundärer Fettinjektion in die linke aryepiglottische Falte zur Optimierung des Sphinkterschlusses. **a** Respiration. **b** Phonation. **c, d** Schematische Darstellung einer horizontalen Larynxteilresektion Typ IIa. (Aus [36])

Sekundär rekonstruktive Glottischirurgie nach Larynxteilresektion

Allgemein haben auch die sekundären Operationsverfahren zum Ziel die Glottisrekonstruktion, die Schaffung eines

Widerlagers für die intakte kontralaterale Stimmlippe und die hiermit verbundene Volumenvermehrung. Standardisierte Verfahren in der sekundären Glottisrekonstruktion sind aufgrund der Heterogenität an chirurgischen Behandlungsmaßnahmen und individuellen

postoperativen Vernarbungsverläufen nicht etabliert. Das Verfahren ist individuell im Hinblick auf den aktuellen Larynxbefund auszuwählen.

Aufgrund der vorliegenden Narbenbildung muss bei allen sekundären Verfahren zunächst eine narbenlösende Prä-

Abb. 7 ▲ Typ-I-Stimmlippennarbe der rechten Stimmlippe. (Aus [2])

Abb. 8 ▲ Typ-I-Stimmlippennarbe nach lateraler Chordotomie und Auflösen der Narbe mittels Verschiebelappen. (Aus [2])

Abb. 9 ▲ Typ-II-Stimmlippennarbe. Leicht- bis mittelgradiger Substanzverlust mit narbiger Einbeziehung des M. vocalis und starrer Narbe. (Aus [2])

Abb. 10 ▲ Typ-II-Stimmlippennarbe. Eine kleine Tasche wird präpariert und die Narbe ausgelöst. Weiterhin kann die Stimmlippe mit Fett oder Knorpel augmentiert werden. (Aus [2])

paration erfolgen. Narbenstränge werden üblicherweise mit Z-Plastiken gelöst und das atrophierte Epithel von der darunter liegenden Narbenschicht abpräpariert. Diese Verfahren erfolgen üblicherweise mit „kalten Instrumenten“. Einige Autoren präferieren hierfür CO₂-Laser [2].

» Bei allen sekundären Verfahren muss zunächst eine narbenlösende Präparation erfolgen

Es werden 4 verschiedene Typen von Stimmlippennarben unterschieden [2]:

- Typ I: muköses und submuköses Niveau mit geringer bis mittelgradiger Glottisinsuffizienz (■ Abb. 7 und 8),

- Typ II: glottische Insuffizienz mit runder vorderer Kommissur und mittelgradigem anteriorem Defekt, die Narben involvieren den M. vocalis, keine phonatorische Beweglichkeit und leichte Glottisinsuffizienz (■ Abb. 9 und 10),
- Typ III: ausgedehnte glottische Insuffizienz, die Narben erreichen das innere Perichondrium, Knorpeldefekt, veränderte Position der Aryknorpel (■ Abb. 11 und 12) und
- Typ IV: glottische Insuffizienz, Segelbildung der vorderen Kommissur, beidseitig reduzierte phonatorische Beweglichkeit (■ Abb. 13).

Die Behandlung von Stimmlippennarben ist aufgrund ihrer Heterogenität nicht standardisiert [2]. Prinzipiell sind neben den genannten Narbenlösungen

Injektionslaryngoplastiken oder Implantation von Faszie/körpereigenem Knorpel möglich [17, 32].

Speziell Synechieoperationen der vorderen Kommissur sind technisch anspruchsvoll durch die räumlichen Gegebenheiten. Durch die Synechiedurchtrennung kann sich der Stimmklang vertiefen und/oder die Schwingungsfähigkeit verbessern. Auch der bestmögliche Zeitpunkt des Eingriffes ist nicht definiert. Remacle et al. [29] warten mindestens 6 Monate nach endoskopischen, subepithelialen, subligamentären oder transmuskulären Chordektomien ab, bevor sie eine Thyroplastik (z. B. Isshiki, Typ I) durchführen. Die 6-monatige Wartezeit ergibt sich auch aus der Beurteilung, inwiefern zuerst eine Stimmtherapie eine Verbesserung der Stimmqualität bewirken kann. Außer-

Abb. 11 ▲ Typ-III-Stimmrippennarbe. Die Narbenformation liegt dem inneren Perichondrium und dem Knorpel unmittelbar an. (Aus [2])

Abb. 12 ▲ Typ-III-Stimmrippennarbe. Eine große Implantattasche wird entlang des Schildknorpels bis auf Höhe der Glottis präpariert. (Aus [2])

Abb. 13 ◀ Synechie der vorderen Kommissur (a), Präparation des oberen Schleimhautlappchens mit Basis im Bereich der linken Stimmlippe, Präparation des unteren Schleimhautlappchens mit Basis im Bereich der rechten Stimmlippe (b–e). Beide Stimmlippen sind nun mit Schleimhaut bedeckt (f, g). (Aus [2])

dem wird von den Autoren beschrieben, dass zunächst auch mögliche frühe Rezidive abgewartet werden sollen, die in ihrer Behandlungsstrategie absoluten Vorrang haben. Auch die eigene Erfahrung zeigt, dass, wenn nicht in einer einzigen Operation eine zufriedenstellende Narbenbehandlung erzielt werden kann, der folgende Eingriff erst nach ca. 6 Monaten erfolgen sollte, da sich die Narbenbildung in diesem Zeitraum konsolidiert.

Chirurgische Behandlung von Synechien

Speziell die Typ-IV-Vernarbung mit Segelbildung in der vorderen Kommissur stellt eine Herausforderung für den behandelnden Larynxchirurgen dar. Meistens treten die Synechien bei einer bilateralen chirurgischen Behandlung der Stimmlippen auf. Hierbei bieten sich 3 Techniken zur Auflösung der Synechien an:

- einfache Durchtrennung eines dünnen Segels,

- Durchtrennung der Synechie mit Stenteinlage in der vorderen Kommissur (Abb. 14) und
- Präparation der Synechie mit beidseitigen Transpositionsfläppchen.

Zunächst wird die Synechie in der horizontalen Ebene präpariert. Hierbei findet die Präparation von der Fläppchen spitze zur Basis statt. Die beiden präparierten Transpositionsfläppchen werden dann entgegengesetzt umgeschlagen und die Fixierung durch Nähte mit 5,0 oder 6,0 Vicryl abgeschlossen (Abb. 14).

Abb. 14 ▶ Platzierung und Fixierung eines Stents in der vorderen Kommissur nach der Durchtrennung einer Synechie, Methode nach Nessel. (Aus [25])

Sekundäre Injektionsaugmentation

Richtig angewandt ist eine Stimmlippeninjektionsaugmentation, also die Medialisierung der Stimmlippe, durch einen Volumenaufbau, einfach, relativ risikoarm und effektiv [35]. Injektionsaugmentationen können transoral und transservikal durchgeführt werden. Sie kommen vorrangig bei der Behandlung von geringen bis mittelgradigen Glottisinsuffizienzen zum Einsatz.

Die sekundäre Injektionsaugmentation wird durch Narben und Substanzdefizite erschwert, sie kann sogar unmöglich werden. In der Regel sollte sie im Rahmen einer Mikrolaryngoskopie durchgeführt werden, weil bei einer transservikalen Injektion die Kontrolle über das Injektat schwierig sein kann. Narbenstränge werden ggf. vor der Injektion gelöst und durchtrennt, um somit eine optimale Volumenzunahme der Stimmlippen zu ermöglichen. Denn wird in eine vernarbte und steife Stimmlippe injiziert, kommt es oftmals zur Ausprägung eines asymmetrischen Stimmlippenrandes und einer Fehlverteilung des Injektates, da sich das injizierte Material in die Bereiche mit der geringsten Gewebespannung und -festigkeit ausdehnt.

In der Regel wird das Injektionsmaterial lateral in die Pars lateralis des M. vocalis bzw. tiefer zwischen Schildknorpel und M. vocalis injiziert. Im Rahmen der Glottisrekonstruktion kann bei medialen

Defekten der Stimmlippe Fett verwendet werden. Die heute zum Einsatz kommenden Injektionsmaterialien unterscheiden sich hinsichtlich der Applizierbarkeit, des Resorptionsverhaltens (Konstante oder passagere Augmentation), der Materialeigenschaften, hier speziell der Viskoelastizität, sowie der Verträglichkeit.

Hyaluronsäure (als Hydrogel) stellt aus biomechanischer Sicht das optimale Material zur Rekonstruktion der Lamina propria dar, wird jedoch innerhalb von Wochen bis ca. 6 Monaten meist vollständig resorbiert. Da in der rekonstruktiven Chirurgie ein dauerhafter Effekt erwünscht ist, spielt die Hyaluronsäure eine untergeordnete Rolle.

Kollagen hat ähnliche biomechanische Eigenschaften wie Hyaluronsäure, wird aber ebenfalls relativ schnell resorbiert (6–18 Monate). Zur Vermeidung von Überempfindlichkeitsreaktionen sollte einer Injektion mit humanem gegenüber bovinem Kollagen der Vorzug gegeben werden.

Autologe Materialien, wie patienteneigenes Fettgewebe und Fascia lata, besitzen gute Materialeigenschaften und eine gute Verträglichkeit. Autologes Fett wird partiell resorbiert und muss daher überkorrigiert werden. Die Fascia lata ist im Vergleich zu Fett resorptionsstabiler. Beide Materialien werden nach Präparation mit Zerkleinerung mittels einer speziellen Spritze in den Stimmlippenstumpf injiziert.

Kalzium-Hydroxylapatit-Mikrosphären (Radiesse®; Bioform Medical Europe, Oosterhout, Niederlande) besitzen gute Eigenschaften hinsichtlich Steifheit und Viskosität, der Resorptionszeitraum umfasst ca. 12–18 Monate.

Zu den nichtresorbierbaren Substanzen zählen Polydimethylsiloxanpartikel (VOX® Implants, Polydimethylsiloxane Elastomer, Polyvinylpyrrolidone) die mit einem wasserlöslichen Trägermaterial weit lateral in den paraglottischen Raum ohne Überkorrektur injiziert werden. Anschließend lässt sich das injizierte Material noch formen, um somit eine gut mediale Stimmlippenkante zu rekonstruieren. Hierdurch können funktionell gute und konstante Ergebnisse bei der Stimmlippenrekonstruktion erzielt werden. Nur in seltenen Fällen kommt es zu Verformungen des Implantates, die operative Korrekturen erfordern.

Fett ist auch bei der sekundären Injektionsaugmentation vorteilhaft, weil die biomechanischen Eigenschaften, die gute Verträglichkeit und Applizierbarkeit praktische Vorteile unabhängig von der Resorptionszeit bieten. Polydimethylsiloxanpartikel (VOX® Implants) bietet sich an, wenn Materialresorptionen möglichst vermieden werden sollen und der Stimmlippenstumpf nicht zu stark vernarbt ist.

Sekundäre transorale Implantationsaugmentation

Bei der transoralen Implantation wird endolaryngeal das entsprechende Material (z. B. Fascia lata oder Septumknorpel) in eine präparierte Tasche lateral zwischen Schildknorpel und Stimmlippenstumpf und/oder -narbe eingebracht. Diese Art der Medialisierung kann erfolgreich bei sehr großen Stimmlippendefiziten und -narben angewandt werden [2, 9]. In der Regel wird die Implantationstasche oberhalb der Stimmlippenebene ausgebildet und dann nach kaudal am Schildknorpel entlang entwickelt. Hierbei muss darauf geachtet werden, dass keine Perforation der Tasche entsteht, durch die das implantierte Material herausgepresst werden kann.

Sittel et al. entwickelten eine spezielle Thyroplastik zur Medialisierung über

Augmentation, bei der sie über einen transzervikalen Zugang autologen Knorpel vom oberen Rand des Schildknorpels in eine subperichondrale Tasche einbringen, die sie auf der Innenseite des Schildknorpels anlegen [35].

Sekundäre transzervikale Implantationsaugmentation

Weitere Verfahren (auch in Kombination) zur Medialisierung der defizitären/exkavierten Stimmlippe sind die Thyroplastik sowie die Vordere-Kommissur-Laryngoplastik. Narbenaugmentationen bei Narbentyp II und III mit autologem Knorpel (wegen der hohen Resorptionsstabilität Schild-/Septumknorpel empfohlen) können über einen transoralen oder transzervikalen Zugang erfolgen.

Die prä- und intraoperative Entscheidung in Bezug auf das chirurgische Vorgehen und die chirurgische Rekonstruktion stellt neben der entsprechenden Erfahrung des Operateurs einen wesentlichen Aspekt des funktionellen Erfolges dar.

Der am häufigsten zum Einsatz kommende Typ der Larynxskelettchirurgie (FWS) ist die Typ-I-Thyroplastik nach Isshiki et al. [21]. Als Medialisierungsthyroplastik wird sie vorrangig bei Lähmungen und Atrophien der Stimmlippen aber auch zur primären und sekundären Rekonstruktion bei Stimmlippenkarzinomen eingesetzt. Die komplexe Struktur der für den Stimmklang relevanten Anteile der Stimmlippen wird dabei nicht zerstört, ein großer Vorteil der Larynxskelettchirurgie.

Dabei wird nach Anlage eines definierten Schildknorpelfensters (transthyroidal) durch das Einbringen und ggf. Verriegelung von körpereigenem oder körperfremdem Material wie Gore-Tex, Titanspange nach Friedrich [13], Silikonblöcke, körpereigener Knorpel (Septum- oder Schildknorpel) eine Verlagerung der entsprechenden Stimmlippe bzw. des Stimmlippenstumpfes zur gedachten Glottismittellinie hin oder darüber hinaus erreicht. Hierbei sollte auch eine vorsichtige Lösung von Stimmlippennarben über das Schildknorpelfenster erfolgen. Zur Stimmrehabilitation nach Laserchirurgie bei T1- und T2-Tumoren

besteht zudem die Möglichkeit, ein Stück des oberen Schildknorpelbogens selbst als Block subperichondral zu platzieren (Schildknorpelimpression).

Neben der individuellen Auswahl und Kombination der einzelnen Verfahren zur Rekonstruktion einer suffizienten Hemiglottis ist auch der Zeitpunkt der Intervention von Bedeutung. Da die Narbenkonsolidierung erst nach ca. 1 Jahr abgeschlossen ist, erfolgt bei der Technik von Sittel et al. mit Knorpelimplantation ein Eingriff frühestens 12 Monate nach einer Laser-Chordektomie [35].

Primäre Rekonstruktion bei Laryngektomie

Rekonstruktive chirurgische Techniken nach Laryngektomie beziehen sich auf eine Rekonstruktion der pharyngealen Strukturen zur Herstellung einer Stimmersatzbildung und zur Stabilisierung verbliebener Schluckfähigkeiten. Die Techniken der operativen Stimmrehabilitation erzeugen hierbei Stimm-Shunts, die die Trennung der Luft- und Speisewege in Teilen wieder aufheben und auch zur Aspiration führen können [31].

Die Rekonstruktion des Pharynx erfolgt durch primären Wundverschluss und ist, wenn keine Gewebeläsion nach Radiatio besteht, in den meisten Fällen unkompliziert. Die einfachste Maßnahme der Stimmrehabilitation ist das primäre Einsetzen einer aus Silikon gefertigten Stimmprothese durch die Tracheahinter- und Ösophagusvorderwand. Die Stimmprothesenanlage kann entweder während der primären Operation, oder sekundär im Rahmen einer Endoskopie erfolgen. In jedem Falle ist eine Myotomie des M. cricopharyngeus in Vorbereitung auf die sekundäre Implantation erforderlich. Die bewährte Technik der Stimmprothesenversorgung ist etabliert und hat zu guten funktionellen Resultaten geführt. Trotzdem treten oftmals Komplikationen (65,2 %) im Zusammenhang mit der tracheoösophagealen Punktion auf. Das häufigste Problem stellt die Speichelleckage (50 %) dar. Diese ist auch gleichzeitig der häufigste Grund für den Prothesenwechsel [33].

In 2005 publizierten Hagen et al. einen Übersichtsartikel zu den verschiedenen Techniken der Stimmrehabilitation nach Laryngektomie [19]. In diesem Zusammenhang kommen nach Remmert [31] 3 wesentliche Methoden zur Anwendung:

- Jejunumsprechsiphon nach Ehrenberger, modifiziert nach Remmert,
- Mikrovaskuläre Laryngoplastik nach Hagen und
- Stimmshunt nach Maier und Weidauer.

Bei allen Verfahren wird ein schlauchartig geformtes Gewebetransplantat auf den Trachealstumpf aufgenäht und in den Bereich des Oro- oder Neopharynx ausgeleitet. Zur Vermeidung der Aspiration wird zusätzlich ein Zügel (z. B. Biventerzügel) als Aspirationsschutz konstruiert. Diese Verfahren bedeuten einen deutlich höheren operativen Aufwand im Vergleich zur Implantation einer Stimmprothese und haben sich daher bis heute nicht durchgesetzt. Remmert favorisiert diese operativen Techniken der Stimmrehabilitation jedoch bei jüngeren Patienten und Patienten mit Laryngopharyngektomie [31].

Larynxtransplantationen

Im Jahr 1969 erfolgte die erste Larynxtransplantation beim Menschen. Unter immunsupprimierter Behandlung zeigte sich ein nachweislicher Heilungsverlauf, aufgrund eines Tumorrezidivs mit Fernmetastasierung verstarb der Patient jedoch [22]. Seither gilt die Larynxtransplantation bei Larynxkarzinompatienten als obsolet, weil die erforderliche immunsuppressive Therapie zu einer Dissemination der Tumorkrankheit führen kann. 1998 führte Strome eine Laryngektomie bei einem Patienten mit ausgeprägtem Larynxtrauma und nachfolgend eine Transplantation eines Spenderorgans durch. Bei ursprünglich funktionell zufriedenstellendem Ergebnis musste letztendlich 10 Jahre später die Explantation erfolgen, weil die chronische Abstoßung medikamentös nicht zu beherrschen war [26]. Bis heute ist die Problematik der Transplantatabstoßung nicht gelöst. Außerdem ist der transplantierte Kehlkopf

nicht lebensnotwendig und weist deutliche funktionelle Defizite auf.

Tissue Engineering

Tissue Engineering ist der Oberbegriff für die künstliche Herstellung biologischer Gewebe, wodurch im Larynx und hier vor allem im Bereich des Reinke-Raumes Vernarbungen und Substanzdefekte ersetzt oder regeneriert werden sollen.

» Noch ist Tissue Engineering zur Rekonstruktion laryngealer Strukturen in der experimentellen Phase

Neuere Verfahren mit Stammzelltherapie und Tissue Engineering stellen innovative Behandlungen des Reinke-Raumes dar. Andere Verfahren der regenerativen Medizin verwenden Wachstumsfaktoren oder die Stammzellentherapie [18]. Ziel ist die Förderung der Fibroblastenaktivität und die Reorganisation der extrazellulären Matrix, um die Schwingungseigenschaften der vernarbten Stimmlippen zu verbessern [12, 37]. Das Tissue Engineering zur Rekonstruktion laryngealer Strukturen befindet sich zu diesem Zeitpunkt in der experimentellen Phase, die zukünftige Entwicklung bezüglich des klinischen Einsatzes ist nicht abschätzbar.

Postoperative Stimmrehabilitation

Unabhängig von der gewählten Operationstechnik ist postoperativ eine Stimmrehabilitation wichtig. Sie soll eine ausreichende Bewegungsfähigkeit der erhaltenen Aryknorpel ermöglichen und dabei helfen, postoperativ die verbliebene Rest- bzw. neue Sphinkter zu nutzen, um eine Stimmfunktion anzubahnen und zu trainieren. Der Nutzen einer Stimmtherapie, insbesondere der „funktionaler Stimmrehabilitation“ nach Laser-Teilresektionen von T1- bis T3-Larynxkarzinomen wurde beschrieben [27]. Außerdem sind auch die psychologische Unterstützung, die entgegengebrachte Empathie und die professionelle

Beratung in allgemeinen Kommunikationssituationen als wichtig für die Krankheitsverarbeitung einzuschätzen.

Fazit für die Praxis

- Bei laryngealen Tumoren hat die Rekonstruktion im Rahmen der primären chirurgischen Therapie viele Vorteile (noch weiches Gewebe, noch kein Vernarbungsprozess, ein sofortiger Stimmlippenvolumenausgleich bedeutet eine bessere Voraussetzung für einen suffizienten Glottisschluss), dabei sind jedoch onkologisch bedingte Kontraindikationen zu berücksichtigen.
- Rekonstruktive Verfahren müssen mit Bedacht eingesetzt werden, da sie die Unterscheidung Rezidiv vs. rekonstruktionsbedingte morphologische Veränderung möglicherweise erschweren können.
- Zukünftig könnte der klinische Einsatz von Tissue Engineering zur Rekonstruktion laryngealer Strukturen eine wichtige Rolle spielen.
- Unabhängig von Art der chirurgischen Therapie sollte eine postoperative Stimmrehabilitation initiiert werden.
- Für die Krankheitsverarbeitung und Bewältigung der psychosozialen Belastung ist auch eine psycho-onkologische Unterstützung wichtig. Sie hilft psychische und psychosomatische Symptome zu lindern und die Lebensqualität zu verbessern.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. C. Arens
Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenklinik, Kopf- und Halschirurgie, Universitätsklinikum Magdeburg, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Leipziger Str. 44, 39120 Magdeburg, Deutschland
christoph.arenz@med.ovgu.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. C. Arens, C. Schwemmler und S. Voigt-Zimmermann geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

1. Arens C, Schwemmler C, Voigt-Zimmermann S (2019) Chirurgie des Larynx – Maligne Läsionen. Laryngorhinootologie 98(10):725–741. <https://doi.org/10.1055/a-0896-9444>
2. Arens C, Remacle M (2010) Scarred larynx. In: Remacle M, Eckel HE (Hrsg) Surgery of larynx and trachea. Springer, Heidelberg, S 171–176
3. Arens C (2010) Open partial resection for malignant glottic tumors. In: Remacle M, Eckel HE (Hrsg) Surgery of larynx and trachea. Springer, Heidelberg, S 215–220
4. Arens C (2012) Transoral treatment strategies for head and neck tumors. GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg 11:Doc5. <https://doi.org/10.3205/cto000087>
5. Bolzoni Villaret A, Piazza C, Redaelli De Zinis LO, Cattaneo A, Cocco D, Peretti G (2007) Phonosurgery after endoscopic cordectomies. I. Primary intracordal autologous fat injection after transmuscular resection: preliminary results. Eur Arch Otorhinolaryngol 264(10):1179–1184
6. Brasnu D, Laccourreye O, Weinstein G, Fligny I, Chabardes E (1992) False vocal cord reconstruction of the glottis following vertical partial laryngectomy: a preliminary analysis. Laryngoscope 102(6):717–719
7. Calcaterra TC (1983) Sternohyoid myofascial flap reconstruction of the larynx for vertical partial laryngectomy. Laryngoscope 93(4):422–424
8. Canis M, Ihler F, Martin A, Matthias C, Steiner W (2015) Transoral laser microsurgery for T1a glottic cancer: review of 404 cases. Head Neck 37(6):889–895. <https://doi.org/10.1002/hed.23688>
9. Carneiro CG, Tsuji DH, Sennes LU, Filho JAX, Imamura R (2006) Glottic insufficiency: the use of fat and fascia grafts. Rev Bras Otorrinolaringol 72(1):140–144
10. Dursun G, Ozgursoy OB (2005) Laryngeal reconstruction by platysma myofascial flap after vertical partial laryngectomy. Head Neck 27(9):762–770

Pneumologische Intensivmedizin

Die Intensivmedizin ist ein wichtiger Schwerpunkt in der Pneumologie. Insbesondere auf der Intensivstation sind moderne Diagnostik und Therapie

der Atemwege und der Lunge von größter Bedeutung. Sie finden in *Der Pneumologe* 04/2020 aktuelle Informationen und praktische Hinweise für das Management des akuten Lungenversagens (ARDS). Erfahren Sie außerdem, dass der Einsatz von ECMO bereits in früheren Krankheitsstadien des ARDS sinnvoll sein kann, und lesen Sie Wissenswertes zur aktuellen Studienlage und dem Stellenwert der nasal applizierten High Flow Therapie (NHF) zur Verbesserung der Oxygenierung.

- Acute respiratory distress syndrome (ARDS)
- Extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO)
- High-flow vs. nicht-invasive Beatmung in der Intensivmedizin
- Digitale Medizin auf der Intensivstation

Suchen Sie noch mehr zum Thema?

Mit e.Med – den maßgeschneiderten Fortbildungsabos von Springer Medizin – haben Sie Zugriff auf alle Inhalte von SpringerMedizin.de. Sie können schnell und komfortabel in den für Sie relevanten Zeitschriften recherchieren und auf alle Inhalte im Volltext zugreifen.

Weitere Infos zu e.Med finden Sie auf springermedizin.de unter „Abos“

11. Eckel HE, Perretti G, Remacle M, Werner J (2009) Endoscopic approach. In: Remacle M, Eckel H (Hrsg) Surgery of larynx and trachea. Springer, Berlin, Heidelberg, S 197–214
12. Fishman JM, Long J, Gugatschka M, De Coppi P, Hirano S, Hertegard S, Thibeault SL, Birchall MA (2016) Stem cell approaches for vocal fold regeneration. *Laryngoscope* 126(8):1865–1870. <https://doi.org/10.1002/lary.25820>
13. Friedrich G (1999) Titanium vocal fold medializing implant: introducing a novel implant system for external vocal fold medialization. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 108(1):79–86
14. Friedrich G, de Jong FI, Mahieu HF, Benninger MS, Isshiki N (2001) Laryngeal framework surgery: a proposal for classification and nomenclature by the Phonosurgery Committee of the European Laryngological Society. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 258(8):389–396
15. Friedrich G, Remacle M, Birchall M, Marie JP, Arens C (2007) Defining phonosurgery: a proposal for classification and nomenclature by the Phonosurgery Committee of the European Laryngological Society (ELS). *Eur Arch Otorhinolaryngol* 264(10):1191–1200
16. Friedrich G, Dikkers FG, Arens C, Remacle M, Hess M, Giovanni A, Duflo S, Hantzakos A, Bachy V, Gugatschka M, European Laryngological Society (2013) Vocal fold scars: current concepts and future directions. Consensus report of the Phonosurgery Committee of the European Laryngological Society. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 270(9):2491–2507
17. Friedrich G, Gugatschka M (2013) Stimm lippennarben – Pathogenese, Diagnostik, Therapie. *HNO* 61(2):94–101. <https://doi.org/10.1007/s00106-012-2510-5>
18. Gugatschka M, Ohno S, Saxena A, Hirano S (2012) Regenerative medicine of the larynx. Where are we today? A review. *J Voice* 26(5):670e7–670e13. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2012.03.009>
19. Hagen R (2005) Chirurgische Stimmrehabilitation nach Laryngektomie. *HNO* 53:602–611
20. Hussain T, Lang S, Haßkamp P, Holtmann L, Höing B, Mattheis S (2020) The Flex robotic system compared to transoral laser microsurgery for the resection of supraglottic carcinomas: first results and preliminary oncologic outcomes. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 277(3):917–924. <https://doi.org/10.1007/s00405-019-05767-0>
21. Isshiki N, Tanabe M, Sawada M (1978) Arytenoid adduction for unilateral vocal cord paralysis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 104(10):555–558
22. Kluyskens P, Ringoir S (1970) Follow-up of a human larynx transplantation. *Laryngoscope* 80(8):1244–1250. <https://doi.org/10.1288/00005537-197008000-00006>
23. Lazio MS, Vallin A, Giannini C, Taverna C, Maggiore G, Saraceno MS, Gallo O (2019) Phonosurgical resection using submucosal infusion technique for early glottic lesions: diagnostic and therapeutic procedure? *Ann Otol Rhinol Laryngol* 128(4):277–285. <https://doi.org/10.1177/0003489418819544>
24. Lawson G (2018) Transoral robotic surgery total laryngectomy. *ORL* 80:171–177
25. Lichtenberger G (2009) Synechia of the anterior commissure. In: Remacle M, Eckel H (Hrsg) Surgery of Larynx and Trachea. Springer, Berlin, Heidelberg, S 177–181
26. Lorenz RR, Strome M (2014) Total laryngeal transplant explanted: 14 years of lessons learned. *Otolaryngol Head Neck Surg* 150(4):509–511. <https://doi.org/10.1177/0194599813519748>
27. Ohlwein S, Kruse E, Steiner W, Kiese-Himmel C (2005) Stimmfunktion und Lebensqualität – Patienten mit Larynxkarzinom nach minimal-invasiver Laserchirurgie und „Funktionaler Stimmrehabilitation“. *Laryngorhinootologie* 84(4):253–260
28. Piazza C, Bolzoni Villaret A, Redaelli De Zinis LO, Cattaneo A, Cocco D, Peretti G (2007) Phonosurgery after endoscopic cordectomies. II. Delayed medialization techniques for major glottic incompetence after total and extended resections. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 264(10):1185–1190
29. Remacle M, Lawson G, Hedayat A, Trussart T, Jarmart J (2001) Medialization framework surgery for voice improvement after endoscopic cordectomy. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 258(6):267–271
30. Remacle M, Friedrich G, Dikkers FG, de Jong F (2003) Phonosurgery of the vocal folds: a classification proposal. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 260(1):1–6
31. Remmert S (2018) Funktionelle Wiederherstellung der oberen Luft- und Speisewege. Thieme, Stuttgart <https://doi.org/10.1055/b-005-143303>
32. Rihkanen H (1998) Vocal fold augmentation by injection of autologous fascia. *Laryngoscope* 108:51–54
33. Scherl C, Kauffels J, Schützenberger A, Döllinger M, Bohr C, Dürr S, Fietkau R, Haderlein M, Koch M, Traxdorf M, Mantsopoulos K, Müller S, Iro H (2020) Secondary tracheoesophageal puncture after laryngectomy increases complications with shunt and voice prosthesis. *Laryngoscope*. <https://doi.org/10.1002/lary.28517>
34. Schröder U, Eckel HE, Jungehulsing M, Thumfart W (1997) Indikation, Technik und Ergebnisse der rekonstruktiven Kehlkopfteilresektion nach Sedlacek-Kambic-Tucker. *HNO* 45(11):915–922
35. Sittel C, Friedrich G, Zorowka P, Eckel HE (2002) Surgical voice rehabilitation after laser surgery for glottic carcinoma. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 111(6):493–499
36. Succo G, Peretti G, Piazza C, Remacle M, Eckel HE, Chevalier D, Simo R, Hantzakos AG, Rizzotto G, Lucioni M, Crosetti E, Antonelli AR (2014) Open partial horizontal laryngectomies: a proposal for classification by the working committee on nomenclature of the European Laryngological Society. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 271(9):2489–2496. <https://doi.org/10.1007/s00405-014-3024-4>
37. Suzuki R, Kawai Y, Tsuji T, Hiwatashi N, Kishimoto Y, Tateya I, Nakamura T, Hirano S (2017) Prevention of vocal fold scarring by local application of basic fibroblast growth factor in a rat vocal fold injury model. *Laryngoscope* 127(2):E67–E74. <https://doi.org/10.1002/lary.26138>
38. Tucker HM, Benninger MS, Roberts JK, Wood BG, Levine HL (1989) Near-total laryngectomy with epiglottic reconstruction. Long-term results. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 115(11):1341–1344
39. Voigt-Zimmermann S, Arens C (2013) Behandlung von Glottisschlussinsuffizienzen. *HNO* 61(2):117–134. <https://doi.org/10.1007/s00106-012-2653-4>
40. Zeitels SM (2006) Vocal fold medialization. In: Rubin J, Sataloff RT, Korovin G (Hrsg) Diagnosis and treatment of voice disorders. Plural Publishing, San Diego, S 713–726