

# Leitlinie: Therapie der obstruktiven Schlafapnoe des Erwachsenen

## Guideline: Treatment of Adult Obstructive Sleep Apnea

### Autoren

T. Verse<sup>1</sup>, R. de la Chaux<sup>2</sup>, A. Dreher<sup>2</sup>, Y. Fischer<sup>3</sup>, T. Grundmann<sup>4</sup>, K. Hecksteden<sup>5</sup>, K. Hörmann<sup>6</sup>, W. Hohenhorst<sup>7</sup>, F. Ilgen<sup>8</sup>, T. Kühnel<sup>9</sup>, N. Mahl<sup>10</sup>, J. T. Maurer<sup>6</sup>, W. Pirsig<sup>3</sup>, B. Roth<sup>11</sup>, R. Siegert<sup>10</sup>, B. A. Stuck<sup>6</sup>  
ArGe Schlafmedizin der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie  
(Vorsitzender: Prof. Dr. med. Thomas Verse)

### Institute

Die Institutsangaben sind am Ende des Beitrags gelistet.

### Bibliografie

DOI 10.1055/s-2007-966213  
Online-Publikation: 26. 4. 2007  
Laryngo-Rhino-Otol 2008; 87; 192–204 © Georg Thieme  
Verlag KG Stuttgart · New York  
ISSN 0935-8943

### Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. med. Thomas Verse**  
Klinik für HNO-Heilkunde  
Asklepios Klinik Harburg  
Eißenendorfer Pferdeweg 52  
21075 Hamburg  
thomas.verse@ak-haenburg.  
lbk-hh.de

### Einleitung

Die Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie hat zuletzt 1998 zwei wissenschaftliche Leitlinien zur obstruktiven Schlafapnoe [1] und zum primären Schnarchen [2] erarbeitet und veröffentlicht. Seither hat sich das Wissen um die Therapie beider Störungen so sehr vermehrt, dass es an der Zeit ist, neue Empfehlungen aufzustellen.

In Deutschland existieren verschiedene Leitlinien unterschiedlicher Fachgesellschaften zum Thema schlafbezogene Atmungsstörungen. Die umfassendste dieser Leitlinien stellt die S2-Leitlinie „Der nicht-erholsame Schlaf“ [3] der Deutschen Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin dar, welche auch durch Mitarbeit der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie entstanden ist. Den Empfehlungen und Ausführungen in dieser S2-Leitlinie „Der nicht-erholsame Schlaf“ [3] bezüglich der Diagnostik schlafbezogener Atmungsstörungen schließt sich die ArGe Schlafmedizin der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie in vollem Umfang an.

Im Folgenden wird zur Therapie der obstruktiven Schlafapnoe (OSA) des Erwachsenen detaillierter und spezifischer aus HNO-Sicht Stellung bezogen.

Auftraggeber dieser neuen Leitlinie ist die Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie (DGHNOKC). Erstellt wurde diese Leitlinie von der Arbeitsgemeinschaft (ArGe) Schlafmedizin der DGHNOKC unter Leitung ihres Vorsitzenden, Herrn Thomas Verse. Die Autoren sind wissenschaftlich aktive Mitglieder der ArGe Schlafmedizin. Grundsätzlich war jedes Mitglied der ArGe Schlafmedizin aufgefordert, sich an der Erstellung der neuen Leitlinie zu beteiligen. Eine wie auch immer gartete finanzielle Unterstützung bei der Erstellung

der Leitlinie gab es nicht. Eine Liste finanzieller Verflechtungen mit Herstellern von genannten Medizinprodukten findet sich im Anhang (Anlage A). Abhängigkeiten oder Interessenkonflikte mit genannten Medizinprodukten oder deren Herstellern bestehen nicht. Die Leitlinie wurde mittels eines formalen Konsensusverfahrens nach den Richtlinien der Leitlinien-Kommission der AWMF im Sinne einer „S2e“ Leitlinie erstellt [4]. Grundlage der nachstehenden Empfehlungen ist jeweils eine Literaturrecherche der zum jeweiligen Thema vorhandenen Literatur bis einschließlich Juni 2004. Die gefundenen Arbeiten wurden gemäß den Empfehlungen des Oxford Centre for Evidence-based Medicine (OCEBM) [5], welche eine Weiterentwicklung der ursprünglichen, kanadischen EBM-Kriterien darstellen, bezüglich ihres wissenschaftlichen Wertes analysiert. Aus diesen Tabellen resultiert ein Grad der Bewertung, wobei Grad A den höchsten und Grad D den niedrigsten Wert darstellt (☉ Tab. 1).

### Konservative Therapie

In der Vielzahl der heute verfügbaren Behandlungsmodalitäten für schlafbezogene Atmungsstörungen (SBAS) können konservative, apparative und chirurgische Verfahren unterschieden werden. Konservative Methoden umfassen die Gewichtsreduktion, die Optimierung der Schlafhygiene, die Konditionierung in Bezug auf die Schlafposition und verschiedene medikamentöse Ansätze.

### Gewichtsreduktion

Übergewicht gilt als Hauptrisikofaktor für SBAS [6]. Den meisten betroffenen Patienten gelingt es jedoch nicht, ihr Gewicht in ausreichendem Maße und dauerhaft zu reduzieren. Aber auch in den Fällen, in denen zunächst durch alleinige Gewichtsreduktion eine Heilung gelingt, kann im

Grade of Recommendation	Level of Evidence	Therapy/Prevention, Aetiology/Harm
A	1a	Systematic review (with homogeneity) of randomized controlled trials
	1b	Individual randomized controlled trial (with narrow Confidence Interval)
	1c	All or none
B	2a	Systematic review (with homogeneity) of cohort studies
	2b	Individual cohort study (including low quality randomized controlled trials; e. g., < 80% follow-up)
	2c	„Outcomes“ Research
	3a	Systematic review (with homogeneity) of case-control studies
	3b	Individual case-control studies
C	4	Case-series (and poor quality cohort and case-control studies)
D	5	Expert opinion without explicit critical appraisal, or based on physiology, bench research or „first principles“

**Tab. 1** Evidenzgrade und Empfehlungsgrade gemäß Vorschlag der OCEBM vom 23. 11. 1999

weiteren Verlauf wieder eine symptomatische SBAS auftreten, obwohl das Gewicht auf niedrigem Niveau gehalten wird. Dieser Umstand kann so interpretiert werden, dass SBAS multifaktorielle Geschehen sind, bei deren Pathogenese Übergewicht bei vielen Patienten eine große Rolle spielt. Aber auch bei Übergewichtigen liegen meist noch weitere Faktoren vor, die dann zusammen mit der Adipositas zur Ausprägung eines OSAS führen [7]. Eine systematische Übersichtsarbeit zum Thema [8] kommt entsprechend zu dem Ergebnis, dass eine Gewichtsreduktion grundsätzlich wichtig ist und die Therapie der OSA vereinfacht, allerdings nur selten in der Lage ist, eine OSA ohne weitere Therapiemaßnahmen zu heilen (EBM-Empfehlungsgrad B). Dieser Feststellung schließen sich die Autoren an.

### Schlafhygiene

Die Einhaltung einer gewissen Schlafhygiene (Vermeidung von Alkohol und Sedativa, Reduktion von Nikotin und anderen Noxen, Einhaltung eines regelmäßigen Schlafrythmus usw.) gehört zu jeder Standardtherapieempfehlung bei SBAS. Allerdings gibt es keine Langzeitstudien, die den Einfluss der Schlafhygiene belegen.

Bei der sogenannten lageabhängigen OSA treten die Atmungsergebnisse ausschließlich oder überwiegend in Rückenlage auf. In Rückenlage fällt die Zunge infolge des im Schlaf abnehmenden Muskeltonus der Schwerkraft folgend nach hinten. Bei Patienten mit entsprechenden anatomischen oder funktionellen Gegebenheiten verschließt die Zunge dabei den oberen Luftweg. Beim sogenannten Zungengrundschnarchen kommt es infolge desselben Mechanismus zu einer Engstelle retrolingual mit konsekutiver Weichteilvibration. Es wird als Minimalkriterium von allen Autoren gefordert, dass der AHI in Rückenlage mindestens das Doppelte des Wertes in Seitenlage betragen muss. Diesen Patienten kann durch die konsequente Vermeidung der Rückenlage geholfen werden.

Um die Rückenlage zu vermeiden, wurden bisher verbale Instruktionen, ein Rückenlagealarm, ein im Rückenteil des Pyjamas angenähter Ball oder eine Weste bzw. ein Rucksack eingesetzt. Rucksack und Weste konnten die Rückenlage sicher vermeiden, verbale Instruktion hingegen nur in 48% der Fälle. Im Mittel konnte der AHI um 55% reduziert werden. Leider gibt es auch hierzu keine Langzeitergebnisse, allerdings kontrollierte Studien. Insgesamt liegen Daten von 69 Patienten vor [9–13]. Die durchschnittliche Erfolgsquote liegt bei 75%. In einer randomisierten Cross-Over-Studie [9] wurde zwar ein signifikant besserer AHI unter CPAP als mit dem Rucksack gefunden, allerdings

war die Schläfrigkeit und Leistungsfähigkeit am Tage mit beiden Behandlungen gleich gut.

Die Vermeidung der Rückenlage ist bei lageabhängiger Schlafapnoe sinnvoll (EBM-Empfehlungsgrad B). Sie kann auch helfen, das Ergebnis einer Beatmungstherapie oder einer operativen Maßnahme zu optimieren [14].

### Medikamente

Kürzlich wurde eine Übersicht über 43 verschiedene Pharmaka bezüglich ihrer Wirksamkeit bei SBAS publiziert [15]. Bislang kann jedoch kein Medikament als wirksam in der Behandlung der SBAS bezeichnet werden. Auch ein Cochrane Review zum Thema medikamentöse Therapie der OSA [16] kommt zum Ergebnis, dass sich aus den vorliegenden Daten keine Wirksamkeit für eine medikamentöse Therapie der OSA ableiten lässt (EBM-Empfehlungsgrad A).

Die Autoren teilen diese Ansicht. Eine Pharmakotherapie kann nicht empfohlen werden.

### Apparative Therapie

Apparative Behandlungsoptionen bestehen in der nasalen Beatmungstherapie mit Überdruck (nCPAP) in ihren verschiedenen Modifikationen, den Bisssschienen und der Elektrostimulation des Mundbodens.

### Nasale Beatmungstherapie

Die in der Regel über eine Nasenmaske applizierte CPAP (continuous positive airway pressure)-Beatmung nach Sullivan [17] schient den gesamten oberen Luftweg pneumatisch vom Naseneingang bis zur Trachea. Die Darstellung der Anpassung sowie der zahlreichen Modifikationen würde den Rahmen dieser Übersicht sprengen, weshalb auf die entsprechende Literatur verwiesen wird [18]. Die CPAP-Beatmung reduziert oder beseitigt Schnarchen, Tagessymptomatik und das kardiovaskuläre Risiko. Zwei exzellente Studien (EBM 1b) belegen die Wirksamkeit der Methode [19,20] ebenso wie ein systematisches Cochrane Review [21]. Mit einer primären Erfolgsrate von 98% ist die CPAP-Therapie neben der Tracheotomie das erfolgreichste Verfahren überhaupt in der Therapie der SBAS. Nur diese beiden Behandlungsmodalitäten erreichen auch bei extrem Übergewichtigen und sehr schwer betroffenen Schlafapnoikern höchste Erfolgsraten. Wegen der im Vergleich zur Tracheotomie deutlich überlegenen Lebensqualität ist die CPAP-Beatmung die Standardbe-

handlung in der Therapie der OSA und des Upper Airway Resistance Syndroms (UARS) (EBM-Empfehlungsgrad A). Dieser Empfehlung schließen sich die Autoren mit nachfolgender Einschränkung an.

Leider liegen die Raten für eine Langzeitakzeptanz bei unter 70% [22]. Grundsätzlich sinkt die Bereitschaft zur Beatmungstherapie mit sinkendem Lebensalter und mit abnehmendem subjektiven Therapieerfolg [23]. Mit anderen Worten, je mehr ein Patient bezüglich seiner Tagessymptomatik von einer CPAP-Therapie profitiert, desto größer ist seine Compliance, das Gerät ausreichend regelmäßig zu benutzen. Folglich lehnen viele Patienten mit geringerer Tagessymptomatik trotz initial erfolgreicher CPAP-Einstellung eine dauerhafte Beatmungstherapie ab, obwohl eine Behandlung eine Reduzierung des kardiovaskulären Risikos bewirken könnte. Diese Patienten müssen unter Umständen einer anderen, häufig chirurgischen Therapie zugeführt werden [24].

### Bisschienen

Grundsätzlich gibt es drei Arten von oralen Hilfsmitteln (Bisschienen): die Zungenretainer, die Unterkieferprotrusionsschienen und die Zungenextensoren. In den letzten 5 Jahren haben sich die Unterkieferprotrusionsschienen weitgehend durchsetzen können. Für die milde bis mittelschwere OSA werden Erfolgsraten von 50–70% berichtet [25,26]. Die Akzeptanz der Unterkieferprotrusionsschienen wird zwischen 40 und 80% angegeben [27,28]. Wichtigste Nebenwirkungen bei bis zu 80% der Patienten sind Hypersalivation, Xerostomie, Schmerzen im Kiefergelenk, dentale Beschwerden und permanente Zahnfehlstellungen mit Malokklusion [29].

Bisschienen sind zur Behandlung der milden und mittelschweren OSA angezeigt (EBM-Empfehlungsgrad B).

Die Autoren halten auch die thermoplastischen Bisschienen für eine begrüßenswerte Entwicklung [30,31]. Diese sogenannten „boil-and-bite“-Schienen werden in heißem Wasser formbar und können auch vom zahnmedizinischen Laien sofort angepasst werden. Voraussetzung ist ein regelrechter Zahnstatus und ein ausreichender Unterkiefervorschub von mindestens 5 mm. Diese Schienen sind preisgünstig und halten je nach Belastung 3 bis 6 Monate. Diese Zeit reicht aus, um die beiden wesentlichen Fragen zu beantworten, nämlich 1. verträgt der Patient eine Bisschiene und 2. ist die Bisschiene wirksam? Diese thermoplastischen Schienen dürfen aber nur als Provisorien eingesetzt werden. Eine dauerhafte Versorgung muss zur Vermeidung nennenswerter Nebenwirkungen vom Spezialisten vorgenommen werden.

### Nasale Hilfsmittel

Nasale Hilfsmittel können in interne und externe Dilatatoren unterteilt werden. Erstere werden in den Nasenvorhof eingebracht und erweitern das Vestibulum nasi. Letztere sind Pflaster, welche von außen auf die Nasenflügel aufgeklebt werden. Es konnten 10 Studien (alle EBM 4) mit insgesamt 182 Patienten zum Thema identifiziert werden [32–41]. Der durchschnittliche AHI betrug ohne nasales Hilfsmittel 30,5 und mit 29,7.

Daher können nasale Hilfsmittel derzeit nicht für die Therapie der OSA empfohlen werden (EBM-Empfehlungsgrad C). Nasale Hilfsmittel können aber eine Beatmungstherapie erleichtern.

### Elektrostimulation

Die Elektrostimulation des Mundbodens wird derzeit für die Anwendung über Oberflächenelektroden am Kinn bzw. am Mundboden kommerziell angeboten. Erste Ergebnisse belegen eine Wirksamkeit in der Behandlung des primären Schnarchens, nicht aber der OSA [42,43]. Langzeitergebnisse fehlen.

Die Elektrostimulation wird daher für die Behandlung der OSA derzeit nicht empfohlen (EBM-Empfehlungsgrad C).

### Operative Therapie

Unterschieden wird im Folgenden zwischen invasiven und minimal-invasiven Operationsverfahren. Eine Operationsmethode wird im Folgenden als minimal-invasiv angesehen, wenn nachstehende Bedingungen erfüllt sind:

- ▶ Eingriffe in Lokalanästhesie möglich,
- ▶ geringe perioperative Morbidität,
- ▶ ambulante Durchführung möglich,
- ▶ geringe Komplikationsrate,
- ▶ geringe postoperative Morbidität.

Diese Kriterien erfüllen die Radiofrequenzchirurgie von Weichgaumen, Tonsillen und Zungengrund, sowie die Weichgaumenimplantate und die Injection Snoreplasty. Nur mit Einschränkung erfüllen die Laser-assistierte Weichgaumenchirurgie und die Uvulakappung diese Bedingungen, da beide Verfahren einen nennenswerten postoperativen Wundschmerz verursachen.

Im Folgenden werden die einzelnen Operationsverfahren besprochen. Operativer Erfolg wird dabei entsprechend den Vorschlägen von Sher et al. [44] als Reduktion des AHI um mindestens die Hälfte *und* unter einen festen Wert von 20 definiert (oder analog, falls nur der Apnoe-Index (AI) angegeben ist: AI < 10 *und* AI-Reduktion > 50%).

### Nase

In der Literatur finden sich polysomnografische Daten von insgesamt 128 Patienten aus Fall-Serien (EBM 4), bei denen ausschließlich eine rhinochirurgische Maßnahme (Nasenseptumplastik, Nasenmuschelplastik, Septorhinoplastik und Nasennebenhöhlen-Operation; Mehrfachnennung möglich) ohne weitere Chirurgie im oberen Luftweg durchgeführt wurde [45–54]. Es handelt sich überwiegend um Kurzzeitdaten. Der durchschnittliche AHI sinkt von präoperativ 34,1 auf postoperativ 33,3.

Bei einem EBM-Empfehlungsgrad von C zeigen die Daten, dass eine Nasenoperation allein schwerlich in der Lage ist, eine OSA effektiv zu behandeln. Nichtsdestoweniger sind Nasenoperationen oft indiziert, um eine Beatmungstherapie zu optimieren bzw. überhaupt möglich zu machen [49]. So werden niedrigere effektive CPAP-Drücke nach operativer Verbesserung der Nasenluftpassage beschrieben [53,55–57].

### Nasopharynx

Bei Erwachsenen kommt eine komplette Verlegung des Nasopharynx naturgemäß selten vor. Donnelly et al. [58] beschrieben kürzlich einen im Vergleich zu gesunden Kontrollen verengten Nasenrachenraum bei 16 jungen erwachsenen Schlafapnoikern. Allerdings gibt es bislang keine klinischen Studien, die Eingriffe im Bereich des Nasenrachens hinsichtlich ihrer Effektivität bei OSA untersuchen. Insofern kann an dieser Stelle keine Empfehlung ausgesprochen werden.

## Tonsillen

### Tonsillektomie und Tonsillotomie

In letzter Zeit haben die Tonsillotomie [59] wieder und verschiedene interstitielle Verfahren zur Gewebereduktion [60] erstmals an Bedeutung in der Tonsillenchirurgie gewonnen. Da die interstitielle Gewebereduktion mit Radiofrequenzenergie eine komplett andere Technik darstellt, wird sie im folgenden Kapitel eigenständig abgehandelt.

**Effektivität bei OSA.** Eine substanzielle Tonsillenhyperplasie ist im Erwachsenenalter viel seltener als bei Kindern. Trotzdem finden sich 28 polysomnografische Datensätze aus Fallserien zur Tonsillektomie in der Literatur [45,48,61–64]. Der durchschnittliche AHI sinkt von präoperativ 45,2 auf postoperativ 13,1. Dieser Unterschied ist statistisch hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ). Nach den Erfolgskriterien von Sher [44] ergibt sich in diesem selektierten Patientenkollektiv eine Heilungsrate von 78,6%.

Folglich ist die Tonsillektomie zur Behandlung der OSA bei hyperplastischen Tonsillen im Erwachsenenalter fast so erfolgreich wie im Kindesalter. Wird eine OSA chirurgisch behandelt, so ist die Tonsillektomie gerechtfertigt (EBM-Empfehlungsgrad C).

Für die Tonsillotomie gibt es noch keine Daten. Allerdings gehen die Autoren von einer ähnlichen Wirksamkeit aus, da zum einen ein vergleichbarer Volumeneffekt im Pharynx erzielt wird, und zum anderen bei Kindern eine vergleichbare Erfolgsrate zur Tonsillektomie bereits nachgewiesen werden konnte [65].

### Radiofrequenzchirurgie (RFQ)

Die Radiofrequenztechnik verwendet elektrische Energie in Form eines hochfrequenten Wechselstroms, um Weichteilgewebe zu schneiden oder zu koagulieren. Durch die interstitielle Applikation von Radiofrequenzenergie wird eine thermische Läsion erzeugt, welche nachfolgend vernarbt. Dieser Vorgang resultiert in veränderten Gewebeeigenschaften. Zwischenzeitlich sind verschiedene Radiofrequenzsysteme auf dem Markt. Diese unterscheiden sich durch die Art der Energieabgabe ins Gewebe, die entweder kontrolliert oder unkontrolliert, monopolar oder bipolar erfolgt. Im Rahmen der chirurgischen Behandlung von SBAS wird diese Technik an den Nasenmuscheln, am Weichgaumen, an den Tonsillen und am Zungengrund eingesetzt.

**Effektivität bei OSA.** Die durchschnittliche Volumenreduktion der Tonsillen wird zwischen 51% [66] und 75% [67] angegeben. Nelson beschreibt Verbesserungen der Tagesschläfrigkeit in 79% und des subjektiven Schnarchens in 81% seiner Fälle. Diese Kurzzeitergebnisse hatten auch nach 6 und nach 12 Monaten noch Bestand [68]. Zur Effektivität der RFQ der Tonsillen bei OSA gibt es nur eine Veröffentlichung [66], die Ergebnisse bei Kindern beschreibt. Daten für Erwachsene fehlen bisher.

Damit kann die Effektivität der Radiofrequenzchirurgie der Tonsillen bei OSA derzeit noch nicht wissenschaftlich belegt werden. Nachdem es aber erstens Daten gibt, die eine Wirksamkeit der Tonsillektomie beim Erwachsenen belegen, und zweitens eine Volumenreduktion durch die Radiofrequenzchirurgie der Tonsillen gesichert ist, meinen die Autoren, im Sinne einer Expertenmeinung (Empfehlungsgrad D) eine vorsichtige Anwendungsempfehlung für einen Therapieversuch in LA aussprechen zu können.

## Weicher Gaumen

### Uvulopalatopharyngoplastik (UPPP)

Zu keinem Operationsverfahren zur Behandlung der SBAS gibt es mehr Literatur als über die Uvulopalatopharyngoplastik (UPPP). Seit der ersten UPPP durch Ikematsu 1963 sind mehrere Verfahren publiziert worden, die zum Ziele haben, die überschüssigen Gewebekomponenten des weichen Gaumens zu reduzieren, ohne dass die Funktionen des Weichgaumens beim Schlucken und Sprechen beeinträchtigt werden. Vermehrte Radikalität verbessert nicht die chirurgische Erfolgsquote, erhöht aber die Komplikationsrate [69]. Heute gibt es keine Rechtfertigung mehr für aggressive Operationstechniken am Weichgaumen.

**Effektivität bei OSA.** Es liegen nur wenige prospektive Arbeiten über Langzeitergebnisse bis zu 9 Jahren nach UPPP vor. Die Vergleichbarkeit dieser Daten wird wie bei anderen Techniken durch unterschiedliche Erfolgskriterien erschwert. Fast übereinstimmend finden alle Autoren eine Diskrepanz zwischen sehr guter subjektiver Besserung der Beschwerden und weniger stark veränderten objektiven Schlafparametern nach UPPP. Deshalb ist eine postoperative Kontrolle im Schlaflabor nach einem bis drei Jahren erforderlich.

Für die Kurzzeitergebnisse liegt ein Evidenzniveau B vor, dank eines systematischen Reviews (EBM 2a) [44]. Diese Übersicht von Sher und Kollegen sollte von jedem Operateur genau studiert werden. Im nicht-selektierten Patientengut ergab diese Metaanalyse einen Operationserfolg nach UPPP von 40,7%. In der selektierten Gruppe mit klinisch vermuteter Obstruktion ausschließlich in Höhe des Weichgaumens ergab sich eine Erfolgsrate von 52,3%. Dies belegt, dass eine präzise präoperative Differenzialdiagnostik sinnvoll und notwendig ist, um einen maximalen postoperativen Erfolg einschließlich einer hohen Patientenzufriedenheit sicherzustellen.

Daten über Kurzzeitergebnisse (Follow-up 3 bis 12 Monate) und Langzeitergebnisse (Follow-up 3 bis 10 Jahre) im identischen Patientengut finden sich in 6 Studien [70–75]. Diese belegen, dass der Effekt der UPPP auf den Schweregrad der OSA mit den Jahren nachlässt. Die Langzeiterfolgsrate wird gemäß den Erfolgskriterien nach Sher et al. [44] mit 49,5% angegeben. Im Kurzzeit-Follow-up lag der Wert noch bei 65,7%. Damit kann heute eine positive Langzeitwirkung der isolierten UPPP ggf. mit Tonsillektomie bei OSA angenommen werden. Allerdings sollten Patienten nach UPPP längerfristig schlafmedizinisch kontrolliert werden.

In einer Gruppe von 400 Patienten mit SBAS, die eine UPPP oder Laser-UPP bekommen hatten, verglichen mit 744 nicht-schnarchenden Kontrollpersonen, konnte keine erhöhte Mortalität nachgewiesen werden [76]. Diese Daten belegen einen positiven Effekt der UPPP auf die Mortalität bei Schlafapnoikern. Keenan et al. [77] beobachteten ihre Schlafapnoe-Patienten über einen Zeitraum von 6 Jahren nach. Die eine Gruppe erhielt eine CPAP-Beatmung, die andere eine UPPP. Es ergab sich kein Unterschied bezüglich der Langzeit-Überlebensrate zwischen beiden Gruppen. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass sich nach UPPP einerseits das Abschneiden im Langzeit-Fahrsimulator verbessert [78] und dass sich andererseits die Anzahl der Autounfälle innerhalb eines Zeitraums von 5 Jahren nach der Operation signifikant senken lässt [79].

Die UPPP mit Tonsillektomie ist gerechtfertigt zur Therapie der OSA (EBM-Empfehlungsgrad C). Oberhalb eines BMI von 30 und oberhalb eines AHI von 30 sollte sie jedoch nur sekundär nach erfolgloser oder abgebrochener Beatmungstherapie durchgeführt werden.

### Laser-assistierte Verfahren

Eine wesentliche Modifikation der konventionellen UPPP stellen die Laser-chirurgischen Operationen am Weichgaumen dar. Verschiedene Techniken wurden bislang vorgestellt. Im Wesentlichen lassen sich drei verschiedene Grundtypen unterscheiden [80].

Die sogenannte „laser uvulopalatoplasty“ (LUPP) [81] erfordert in der Regel eine Vollnarkose. Vergleichbar der konventionellen UPPP werden beide Gaumenbögen mit chirurgischen Nähten adaptiert. Kamami stellte erstmals eine Modifikation vor, welche ambulant in Lokalanästhesie vorgenommen wird [82]. Diese sogenannte „laser-assisted uvulopalatoplasty“ (LAUP) bestach durch ihre einfache Durchführbarkeit und verbreitete sich seit 1991 rasch in Europa und den USA [83]. Es handelt sich um eine Technik, die häufig mehrere Therapiesitzungen erfordert. Bei der dritten Technik wird lediglich die Mukosa an der oralen Seite des Weichgaumens laserchirurgisch vaporisiert. Durch narbige Schrumpfung entsteht eine Versteifung des Weichgaumens. Diese Technik wird „mucosal strip technique“ (MST) genannt [84].

**Effektivität bei OSA.** Eine Literaturübersicht aus dem Jahr 2000 zeigte, dass damals noch keine Langzeitergebnisse vorlagen [85]. Heute lassen sich 9 Studien (zwei davon randomisiert, EBM 2b) identifizieren, die Erfolgskriterien nach Sher [44] verwenden [86–94]. Dabei wurde jeweils nur die neueste Arbeit jeder Arbeitsgruppe aufgenommen, um zu verhindern, dass einzelne Individuen mehrfach in die Auswertung eingehen. Insgesamt finden sich polysomnografische Daten von 321 Patienten. Die gemeinsame Erfolgsquote liegt im Vergleich zur UPPP bei nur 27,7%. Bei längerer Nachbeobachtung (> 8 Monate) sinkt die Erfolgsquote auf unter 20%. Diese Daten bestätigen die Ergebnisse der Arbeitsgruppe um Finkelstein [91,93], nach denen die Wirksamkeit der Laser-assistierten Chirurgie am Weichgaumen bei OSA mit der Zeit abnimmt. Als mögliche Ursache für das Nachlassen der Wirksamkeit wird eine fortschreitende Vernarbung infolge der hohen Energie des Laserstrahls diskutiert [95]. Kontrollierte Studien [92,93] implizieren, dass die Laserchirurgie zwar mehr bewirkt als eine Nulltherapie, dass sie aber weniger effektiv ist als die konventionelle UPPP.

Die hier zusammengefassten Daten (EBM-Empfehlungsgrad B) unterstützen die Einschätzung der American Academy of Sleep Medicine [96], nach der die Laserchirurgie am Weichgaumen keine geeignete Therapie der OSA darstellt, mehr noch, sie wird als kontraindiziert angesehen. Dieser Einschätzung schließen sich die Autoren an.

### Radiofrequenzchirurgie (RFQ)

Die heute etablierten Radiofrequenzsysteme kommen am Weichgaumen in der Regel mit 3 bis 6 Applikationen pro Therapiesitzung aus. Bis zu 4 Therapiesitzungen sind notwendig, um den maximalen Effekt zu erzielen. Operiert wird üblicherweise ambulant und in Lokalanästhesie.

**Effektivität bei OSA.** Derzeit gibt es nur zwei Arbeiten (EBM 4), die sich mit der Wirksamkeit der isolierten RFQ-Therapie am Weichgaumen bei OSA beschäftigen [97,98]. Diese ergeben Hinweise auf eine Wirksamkeit bei der leichten und weniger bei der mittelschweren Schlafapnoe, weshalb die Methode nur für die milde OSA empfohlen werden kann (EBM-Empfehlungsgrad C).

### Andere Verfahren

**Uvulaplastik.** Die Uvulopalatopharyngoplastik (UPPP) ist auch bei ausreichender chirurgischer Erfahrung und Übung eine relativ zeitaufwändige Operation. Nicht zuletzt aus diesem Grund hat 1996 eine Modifikation aus Stanford – der „uvulopalatal flap“ – Aufmerksamkeit erregt [99]. Heute wird vielfach eine Modifikation der ursprünglichen Technik mit Tonsillektomie verwendet [100,101]. Beide Studien (EBM 4) belegen eine Wirksamkeit bei milder bis schwerer OSA. Die durchschnittliche Erfolgsquote nach Sher-Kriterien liegt bei 52,1 % für insgesamt 85 Patienten. Im Vergleich zur UPPP ist die Datenlage gering. Ob der großen Ähnlichkeit der beiden Operationstechniken gehen die Autoren aber von einer vergleichbaren Wirksamkeit aus. Für den Uvulaflap gelten daher dieselben Empfehlungen wie für die UPPP.

**Weichgaumenimplantate.** Als neues minimal-invasives Verfahren wurde kürzlich die Implantation von zylindrischen Stiften aus Polyethylenterephthalat in den Weichgaumen vorgestellt [102]. Insgesamt drei stäbchenförmige Implantate werden in den Weichgaumen eingebracht. Durch diese Implantate und die induzierte Narbe wird der Weichgaumen versteift und damit das Schnarchen reduziert bzw. beseitigt.

Es handelt sich wie bei der LAUP oder der interstitiellen Radiofrequenzchirurgie des Weichgaumens um eine ambulante Operation im Behandlungsstuhl in örtlicher Betäubung. Die Implantate werden in einer Hohlnadel geliefert. Das gesamte Handstück ist ein Einmalinstrument, das sich nicht wiederverwenden lässt.

Für die Indikation OSA gibt es allerdings noch keine veröffentlichten Daten, weshalb keine Empfehlung ausgesprochen werden kann.

**Uvulakappung.** Die schlichte Kappung der Uvula kann nicht als adäquate Methode zur Behandlung von SBAS angesehen werden. Wie bereits ausgeführt, gibt es keine Rechtfertigung für Muskelresektionen am Weichgaumen. Mortimore et al. [103] konnten sogar zeigen, dass bereits die Uvulakappung zu messbaren oronasalen Luftlecks bei einer CPAP-Beatmung führt. Darüber hinaus liegen keine Daten vor, die eine Wirksamkeit der Therapie belegen.

Die Uvulakappung ist kontraindiziert in der Behandlung der OSA (EBM-Empfehlungsgrad D).

### Cautery-Assisted Palatal Stiffening Operation (CAPSO).

Vergleichbar der laser-chirurgischen Versteifung im Sinne der oben beschriebenen „mucosal-strip technique“ (MST) lässt sich die orale Mukosa des Weichgaumens auch mit der elektrischen, monopularen Nadel abtragen. Diese Technik wird „cautery-assisted palatal stiffening operation“ genannt. Mair und Day [104] entfernten damit einen 2 cm breiten Mukosastreifen in der Mittellinie des Weichgaumens in Lokalanästhesie. Die palatale Muskulatur bleibt intakt. Die Versteifung entwickelt sich innerhalb von 2 bis 3 Wochen durch Vernarbung.

Wassmuth et al. [105] setzten die Technik bei milden Schlafapnoikern ein. Es handelt sich um eine Fallserie von 25 Patienten (EBM 4). Die Erfolgsrate nach den beschriebenen Kriterien nach Sher et al. [44] lag mit 48% etwas niedriger als nach konventioneller UPPP.

Bislang gibt es keine ausreichende Evidenz (EBM-Empfehlungsgrad D), diese Methode für die Indikation OSA zu empfehlen.

**Injection Snoreplasty.** Die sogenannte „injection snoreplasty“ wurde erstmals 2001 als Behandlungsmethode für das primäre, palatale Schnarchen vorgestellt [106]. Das Operationsprinzip besteht in der Injektion sklerosierender Agentien in den Weichgaumen. In der Folge entsteht eine Vernarbung mit konsekutiver

Versteifung des Gaumensegels. Als wirksames Agens wurde von den Autoren zunächst 3% Natrium(Sodium)tetradecylsulfat (STS) verwendet. Diese Substanz ist in Europa für diese Anwendung nicht zugelassen, weshalb es aus Europa keine Erfahrungsberichte gibt. In einer kürzlich erschienenen Publikation wurden weitere Agentien auf ihre Wirksamkeit hin untersucht [107]. Keine der getesteten Substanzen zeigte bessere Ergebnisse als das STS. Lediglich 50%iges Ethanol war vergleichbar bei allerdings erhöhter Komplikationsrate im Sinne von durchgehenden Weichgaumendefekten.

Auch diese Methode wird ambulant in Lokalanästhesie durchgeführt. Etwa 2 ml STS (10 mg/ml Sotradecol, Elkins-Sinn, Cherry Hill, NJ, USA) werden appliziert. Innerhalb von mehreren Wochen tritt eine Versteifung des Gaumensegels durch Vernarbung auf. Bei ausbleibendem Therapieerfolg ist eine zweite Behandlung möglich.

In einer ersten Serie gaben 25 von 27 Patienten (92%) nach durchschnittlich 1,8 Therapiesitzungen an, mit der Reduktion der Schnarchgeräusche zufrieden zu sein [106]. Nach 19 Monaten sank diese Quote beim identischen Patientengut auf 75% ab [108]. Polysomnografische Daten zur Anwendung bei OSA gibt es bislang keine, weshalb das Verfahren derzeit nicht empfohlen werden kann.

#### Transpalatal Advancement Pharyngoplasty (TAP).

Untersuchungen der pharyngealen Anatomie mittels Computertomografie und akustischer Rhinometrie vor und nach UPPP konnten eine Vergrößerung des naso- und oropharyngealen Querschnitts und eine Reduktion der Kollapsibilität in diesen Bereichen nachweisen. Größere Veränderungen waren mit höherem Operationserfolg assoziiert [109]. Basierend auf diesen Ergebnissen entwickelten Woodson und Toohill [110] die sogenannte „transpalatal advancement pharyngoplasty“ (TAP).

Das Operationsprinzip besteht darin, dass nicht nur die kaudale Kante des Weichgaumens im Sinne einer UPPP verändert, sondern auch der Ansatz des Weichgaumens am harten Gaumen nach vorne verlagert wird. Hierfür wird die Hinterkante des harten Gaumens teilreseziert. Operiert wird in Vollnarkose. Insgesamt wurden die Ergebnisse von 10 Patienten nach isolierter TAP vorgestellt (Fallserien, EBM 4). Die Erfolgsrate nach Sher wird mit 70% angegeben [110,111].

Die TAP ist wegen ihrer Invasivität nur eine Behandlungsoption für die OSA, und hier speziell für Patienten, bei denen nach UPPP immer noch eine Enge auf der oropharyngealen Ebene besteht. Woodson selbst empfiehlt diese Technik auch nur für die höhergradige OSA. Kontrollierte Daten, zum Beispiel im Vergleich zur alleinigen UPPP, existieren nicht. Auch ist nicht bekannt, ob sich bei einer eventuell postoperativ noch erforderlichen CPAP-Beatmung Probleme wegen einer insuffizienten oropharyngealen Abdichtung ergeben. Deshalb sollte bei einem EBM-Empfehlungsgrad C die Indikation zurückhaltend gestellt werden.

#### Zungengrund und Hypopharynx

##### Radiofrequenzchirurgie (RFQ) des Zungengrundes

Die RFQ-Therapie des Zungengrundes lässt sich gut in Lokalanästhesie mit Sedierung durchführen [112]. Mit den entsprechenden Nadelelektroden werden je nach Größe des Zungengrundes pro Therapiesitzung zwischen 8 und 16 Läsionen gesetzt. Mehrere Therapiesitzungen sind erforderlich.

**Effektivität bei OSA.** Heute liegen suffiziente Daten aus 5 Veröffentlichungen vor, eine davon randomisiert (EBM 2b). Der Vergleich der genannten Arbeiten [113 – 117] wird dadurch erleichtert, dass alle Arbeitsgruppen mit demselben System gearbeitet

haben. Die applizierten Gesamtenergiemengen variieren von 7915 J [113,114] bis 13 394 J [115], ohne dass sich eine klare Tendenz der applizierten Gesamtenergiemenge auf das Operationsergebnis erkennen lässt.

Im Durchschnitt ergibt sich für insgesamt 108 Patienten (ohne die Arbeit von Li et al. [114], da identische Patienten wie bei Powell et al. [113]) unter Verwendung von Sher-Kriterien eine operative Kurzzeiterfolgsrate von 33,5% bei durchschnittlich mittelschwerer OSA. Jedoch müssen die Daten vorsichtig interpretiert werden, da sich bei den RFQ-Studien das Studiendesign grundlegend unterscheidet. Bei allen anderen Verfahren wird vor und nach der Therapie eine Schlaflaboruntersuchung durchgeführt. Bei den RFQ-Untersuchungen wird solange weiter therapiert, bis sich in der Polysomnografie oder in den subjektiven Angaben des Patienten ein zufriedenstellendes Ergebnis zeigt. Hier liegt die Problematik, denn die Polysomnografie weist eine hohe Nacht-zu-Nacht Variabilität auf, die sich bei den RFQ-Studien ausschließlich im positiven Sinne beim Operationsergebnis einbringt [118,119]. Mit anderen Worten, es ist unsicher, ob sich die dargestellten Ergebnisse bei einem im Voraus festgelegten Therapieschema mit definierter Anzahl an Sitzungen, Läsionen und zugeführter Energie bestätigen lassen.

Die bisherigen Daten deuten auf eine Wirksamkeit der RFQ des Zungengrundes bei der leichten bis mittelschweren Schlafapnoe hin. Trotz der geringen Anzahl der publizierten Studien erscheint die Anwendung alleine oder in Kombination mit weiteren Verfahren in den Fällen gerechtfertigt, in denen eine retrolinguale Obstruktion vermutet werden kann und keine allgemeinen oder speziellen Kontraindikationen vorliegen, wie z. B. eine Hypoglossusparesie. Die geringe postoperative Morbidität und die Möglichkeit der Anwendung in Lokalanästhesie erscheinen als deutlicher Vorteil im Vergleich zu anderen Therapieverfahren am Zungengrund. Weitere, vor allen Dingen prospektive und kontrollierte Studien sind jedoch erforderlich, insbesondere liegen bis dato keine Daten hinsichtlich Langzeitergebnissen vor. Die Methode wird als Monotherapie nur zur Behandlung der milden und mittelgradigen OSA empfohlen (EBM-Empfehlungsgrad B).

##### Hyoidsuspension (Hyoidothyreopexie)

Der gedankliche Ansatz, durch eine Vorverlagerung des Zungenbeins den oberen Luftweg im Schlaf zu stabilisieren, ist nicht neu. Ziel der Hyoidsuspension ist die Vorverlagerung des Zungenbeins mit der daran befestigten Zungenmuskulatur. Somit soll der obere Atemweg auf Zungengrundebeine erweitert und stabilisiert werden. Bereits Anfang der 80er-Jahre konnte eine Erweiterung des oberen Luftwegs nach Hyoidsuspension zunächst im Tiermodell [120] und später am Menschen [121] gezeigt werden. Initial wurde versucht, das Hyoid am Kinn zu fixieren.

Zwischenzeitlich wird von einigen Autoren die Befestigung am Schildknorpel favorisiert. Diese Modifikation erfordert weniger Präparationsarbeit und hat sich als gleichermaßen sicher und effektiv wie die Originaltechnik erwiesen [122]. Operiert wird in der Regel in Vollnarkose [123], obwohl die Hyoidsuspension als isolierter Eingriff auch in Lokalanästhesie durchgeführt werden kann [124].

**Effektivität bei OSA.** Die Hyoidsuspension ist eine Operationstechnik, die bisher nur für die Behandlung der OSA angegeben worden ist. Es gibt nur wenige Daten über eine isolierte Anwendung, da die Hyoidsuspension fast immer im Rahmen verschiedener Multi-Level-Konzepte durchgeführt wird.

Lediglich Riley et al. [122] stellten bisher Ergebnisse nach isolierter Hyoidsuspension vor (EBM 4). Die Erfolgsrate nach Sher-Kriterien wird mit 53,3% angegeben. Darüber hinaus gibt es Berichte, nach denen sich die Hyoidsuspension im Rahmen verschiedener Multi-Level-Konzepte als effektiver Bestandteil erwiesen hat [125].

Die Methode ist als isolierte Maßnahme bei OSA mit vermuteter Obstruktion im Zungengrundbereich indiziert (EBM-Empfehlungsgrad D). Überwiegend wird sie in Kombination mit anderen Eingriffen sekundär nach erfolgloser oder abgebrochener Beatmungstherapie eingesetzt.

### Andere Verfahren

**Teilresektionen des Zungengrunds.** Bevor Ende der 90er-Jahre mit der RFQ erstmals eine minimal-invasive Operationsmethode am Zungengrund zur Verfügung stand, gab es bereits mehrere operative Ansätze zur Volumenreduktion der Zunge durch offene Resektionen. Sofern am Zungengrund operiert wurde, wurde in vielen Fällen eine passagere Tracheotomie zur Sicherung des oberen Luftweges vorgenommen. Ein weiteres Problem stellten schmerzhafte Schluckstörungen dar, die häufig drei Wochen und mehr anhielten. Deshalb waren diese Operationsverfahren schon immer den schweren Fällen einer OSA vorbehalten, die einer Beatmungstherapie nicht zugänglich waren. Auch heute noch gibt es Einzelfälle, bei denen ein solch invasives Vorgehen angezeigt sein kann.

Operiert wird in Vollnarkose. In der Regel wird ein transoraler Zugang verwendet, aber auch ein transcollares Vorgehen wurde publiziert [126].

Da es sich bei den Teilresektionen der Zunge um invasive Operationsmethoden mit teilweise obligater temporärer Tracheotomie handelt, verwundert es nicht, dass in der Literatur ausschließlich Daten zur Behandlung der schweren OSA zu finden sind [126–130].

Die Erfolgsrate (nach Sher-Kriterien) schwankt zwischen 25% und 80%. Insgesamt stehen nur Daten von 68 Patienten zur Verfügung, von denen 22 Datensätze aus retrospektiven Analysen stammen. Die Datenlage kann somit nur als vorläufig betrachtet werden und lässt nur einen vorsichtigen Schluss zu. Es scheint, als ob einige Patienten mit schwerer OSA infolge hypopharyngealem Kollaps durchaus von einer Zungenteilresektion profitieren, insbesondere wenn klinisch eine Makroglossie vorliegt [130]. Inwiefern weniger schwer betroffene Schlafapnoiker bessere Ergebnisse in Bezug auf die chirurgische Erfolgsrate zeigen, kann nur vermutet werden.

Ob der Invasivität des Verfahrens sollte es nur in Ausnahmefällen und nur sekundär nach erfolgloser oder abgebrochener Beatmungstherapie eingesetzt werden (EBM-Empfehlungsgrad C).

**Zungenligatur.** Bereits 1992 wurde eine sogenannte Glossopekie vorgeschlagen, bei der der Zungengrund durch eine Gewebsschlinge aus autologer Faszia lata am Kinn fixiert wurde [131], um das „Nach-hinten-Fallen“ der Zunge im Schlaf zu verhindern.

Diese Technik konnte sich ob der aufwändigen Präparation und der Notwendigkeit der Gewinnung von Fascia lata nicht durchsetzen. Erst mit der Einführung des Repose<sup>R</sup> Systems (Influ-ENT, USA) hat die Methode wieder Verbreitung gefunden [132]. Es handelt sich hierbei um einen chirurgischen Instrumentensatz, welcher u.a. nicht-resorbierbares, monophiles Nahtmaterial enthält, das durch den Zungengrund geführt wird und diesen mittels einer Schraube an der inneren Kortikalis der Mandibula in der Mittellinie aufhängt. Im Gegensatz zur RFQ-Therapie des

Zungengrundes handelt es sich beim Repose<sup>R</sup> System um einen Eingriff in Vollnarkose, weshalb die Technik nicht als minimal-invasiv anzusehen ist.

Es finden sich Studiendaten zur Anwendung bei OSA von 43 Patienten in 4 Veröffentlichungen [132–135] (alle EBM 4). Die angegebenen Durchschnittswerte für den prä- und postoperativen AHI (37,7 vs. 21,7) sowie für die chirurgische Erfolgsrate nach Sher (32,6%) gleichen fast exakt denen nach isolierter Radiofrequenztherapie am Zungengrund. Beide Techniken werden bei gleicher Indikation, nämlich klinisch evidenter Obstruktion auf Zungengrundniveau, eingesetzt, und offenbar sind beide Techniken bezüglich ihrer Effektivität vergleichbar.

Die Methode kann zur Behandlung der milden bis schweren OSA bei CPAP-Incompliance eingesetzt werden (EBM-Empfehlungsgrad C).

### Kieferchirurgische Verfahren Genioglossus Advancement (GG-A)

Die inferiore, sagittale Osteotomie der Mandibula mit Vorverlagerung des M. genioglossus wurde erstmals 1986 von einer Arbeitsgruppe aus Stanford als Behandlungsmethode für die OSA vorgestellt [136]. Der M. genioglossus entspringt an der Innenseite der Mandibula. Das Operationsprinzip besteht darin, den gesamten Bereich dieses Muskelursprungs durch eine entsprechende Osteotomie des Kinns zu mobilisieren und nach vorne zu verlagern. In dieser neuen Position wird das Knochensegment osteosynthetisch fixiert. Um ein kosmetisch störendes Vorstehen des Kinns zu vermeiden, werden äußere Kortikalis und Spongiosa abgeschliffen.

Das GA ist eine Therapie für die OSA und nicht für das einfache Schnarchen. Erstaunlicherweise gibt es aber bis heute keinen einzigen Bericht über die isolierte Anwendung dieser Methode bei Schlafapnoikern, weshalb es derzeit nicht möglich ist, eine Aussage über die Wirksamkeit nach EBM-Kriterien zu treffen. Das Verfahren wird überwiegend in Kombination mit anderen Eingriffen im Rahmen der Multi-Level-Chirurgie eingesetzt.

### Maxillo-Mandibuläre Umstellungsosteotomie (MMO)

Kieferchirurgische Eingriffe zur Korrektur von Fehlstellungen des Ober- und des Unterkiefers wurden erstmals von Kuo et al. [137] als Alternative zur Tracheotomie bei OSA vorgeschlagen. Die Grundidee dieser Therapieform liegt in der Erweiterung sowohl des Naso-, Oro- als auch Hypopharynx durch gleichzeitige Vorverlagerung von Weichgaumen, Zunge und Pharynxseitenwänden.

Obwohl die MMO heute als Standardeingriff angesehen werden kann, bleibt sie doch technisch anspruchsvoll und erfordert ein chirurgisches Team, eine Vollnarkose und eine stationäre Nachbehandlung [138].

Das MMO ist nach der Tracheotomie das erfolgreichste Operationsverfahren zur Behandlung der OSA. In mehreren kontrollierten Studien [139–141] und Fallserien [142–146] konnten nach MMO und unter CPAP vergleichbare Reduktionen des AHI gezeigt werden. Außerdem wurde eine ebenfalls im Vergleich zu CPAP gleichwertige Optimierung der Schlafarchitektur nach MMO mitgeteilt [147]. Der Therapieerfolg scheint über längere Zeit erhalten zu bleiben. So weisen die Arbeiten aus Stanford eine Kurzzeiterfolgsrate nach 6 Monaten von 97% [139] und eine Langzeiterfolgsrate nach 51 Monaten von 90% [148] aus.

Heute hat sich das MMO als erfolgreichstes Operationsverfahren nach der Tracheotomie etabliert. Es ist bei allen Schweregraden der OSA indiziert (EBM-Empfehlungsgrad B). Allerdings handelt

es sich um ein invasives Operationsverfahren mit entsprechend hoher postoperativer Morbidität und Komplikationsrate, weshalb es als primäre Therapie überwiegend bei Patienten mit entsprechenden Dismorphien des Gesichtsschädels zum Einsatz kommt.

### Distractionsosteogenese (DOG)

Seit ihrer Einführung in die Kieferchirurgie durch McCarthy et al. [149] im Jahre 1992 hat sich die DOG zu einem anerkannten Operationsverfahren bei schwerer, syndromaler und nicht-syndromaler maxillo-mandibulärer Deformität entwickelt. Nachdem retropositionierte Unterkiefer oder Mittelgesichter häufig mit einer Einengung des Pharynx einhergehen, leiden diese Patienten oft unter einer OSA. Daher ist die DOG das Verfahren der Wahl bei allen Fällen, in denen eine konventionelle MMO entweder nicht durchgeführt werden kann oder instabile Ergebnisse befürchtet werden. Das gilt insbesondere bei Neugeborenen und Kleinkindern [150].

Bei der DOG wird nach Osteotomie von Mandibula oder Maxilla zunächst 4 Tage abgewartet, bevor die beiden Knochensegmente langsam und sukzessive distrahiert werden. Häufig wird 1 mm pro Tag distrahiert. Auf diese Weise wird das unmineralisierte Gewebe, welches den Bruchspalt ausfüllt, sukzessive ausgedehnt. Nach Beendigung der Distraction bildet sich neuer Knochen innerhalb von 4 bis 10 Wochen. Anschließend werden die Distractionplatten wieder entfernt.

Bisher umfassen die Publikationen bezüglich des Einsatzes der DOG bei OSA nur kleine Fallzahlen, oder es sind Fallberichte. Für Neugeborene und Kinder gibt es praktisch keine schlafmedizinischen Daten. Als primäres Therapieziel wird in der Regel die Vermeidung einer Tracheotomie angestrebt. Diesbezüglich hat sich die DOG als sehr effektives Verfahren erwiesen.

Langzeitergebnisse gibt es ebenfalls noch nicht. Es ist aber zu erwarten, dass die Ergebnisse bei Erwachsenen ähnlich der MMO über die Zeit konstant bleiben, da stabile skelettale Resultate erzielt werden. Auch bei syndromalen Kindern scheint es nur wenig skelettale Rezidive zu geben. Da die betroffenen Mittelgesichter allerdings kaum oder gar kein weiteres Wachstum nach DOG zeigen, ist mit einer neuerlichen Fehlstellung und eventuell neuerlicher OSA im Laufe der Jahre zu rechnen. In jedem Fall gehören Nachsorgetermine und ggf. weitere Mittelgesichtseingriffe zum Therapiekonzept.

Ob der Vergleichbarkeit von MMO und DOG wird eine Indikation für die DOG bei allen Schweregraden der OSA gesehen. Es gelten dieselben Einschränkungen.

### Multi-Level-Chirurgie

Ein Multi-Level-Konzept zur chirurgischen Therapie der OSA wurde erstmals 1989 von Waite et al. [142] vorgestellt. Die Einteilung der potenziellen Obstruktionsorte in verschiedene Level geht auf Fujita zurück [151]. Er unterschied zwischen ausschließlich retropalatalem (Typ I), kombiniert retropalatal-retrolingual (Typ II) sowie isoliert retrolingual Obstruktionsort (Typ III). Basierend auf dieser Einteilung begründeten Riley et al. [152] den Begriff der Multi-Level-Chirurgie. Seither sind praktisch alle denkbaren Kombinationen von Eingriffen am oberen Luftweg vorgeschlagen worden. Im Folgenden wird von einer Multi-Level-Chirurgie gesprochen, wenn mindestens ein Eingriff am Zungengrund/Hypopharynx mit mindestens einem Eingriff an Weichgaumen/Tonsille kombiniert wird.

### Chirurgische Konzepte

**Effektivität minimal-invasiver Multi-Level Chirurgie.** Die Radiofrequenzchirurgie ist am Zungengrund das einzige minimal-invasive Verfahren. Insofern kann jegliche Kombination mit einem minimal-invasiven Weichgaumen- oder Tonsilleneingriff als minimal-invasive Multi-Level-Chirurgie bezeichnet werden. Bislang liegen nur Daten von 33 Patienten für die reine RFQ-Therapie vor [153,154]. Aus diesen wenigen Ergebnissen lassen sich zwei Trends ableiten. Zum einen scheint die kombinierte Behandlung von Zungengrund plus Weichgaumen die Ergebnisse der alleinigen Zungengrundbehandlung in Hinblick auf den AHI nicht wesentlich zu verbessern. Zweitens scheint sich der Operationserfolg auf Patienten mit einer milden OSA mit einem AHI von maximal 20 zu beschränken. Bestätigt wird dieser Trend durch die Ergebnisse der derzeit einzigen Placebo-kontrollierten Studie zum Thema [155].

Eine Indikation für die minimal-invasive Multi-Level-Chirurgie wird daher nur für die milde OSA gesehen (EBM-Empfehlungsgrad C).

**Effektivität der Multi-Level Chirurgie bei mittelschwerer und schwerer OSA.** Invasivere Therapieschemata umfassen auf Höhe des Weichgaumens entweder eine UPPP oder einen Uvulaplastik. Zur Therapie der hypopharyngealen Enge werden unterschiedliche Verfahren empfohlen.

Die vorhandenen Daten umfassen 830 Patienten aus retrospektiven Studien und aus prospektiven Fallserien [124,128,144,146,152,156–168]. Der durchschnittliche AHI lag präoperativ bei 47,1 und postoperativ bei 20,6. Die Erfolgsrate nach Sher liegt bei 54%. Es handelte sich mit Ausnahme der Studie von Nelson [162] um eine im Durchschnitt schwere OSA. Die Datenlage reicht aus, um eine generelle Wirksamkeit der Multi-Level-Chirurgie bei schwerer OSA anzunehmen (EBM-Empfehlungsgrad C). Dagegen kann derzeit noch nicht abgesehen werden, welche Kombination von Eingriffen überlegen ist.

In jedem Fall bleibt die Multi-Level-Chirurgie hinter den Ergebnissen der nasalen CPAP-Therapie zurück, weshalb die Beatmungstherapie als Standardtherapie für die Behandlung der mittelschweren und der schweren OSA angesehen wird. Die Multi-Level-Chirurgie ist aber als sekundäre Therapie bei Patienten, die einer Beatmungstherapie nicht oder nicht mehr zugänglich sind, indiziert.

### Larynx und Trachea

#### Laryngeale Chirurgie

Im Gegensatz zum Kindesalter ist die laryngeale OSA beim Erwachsenen selten.

Eine mögliche Ursache ist die sogenannte „Floppy Epiglottis“, die fast ausschließlich beim älteren männlichen Erwachsenen beobachtet wird [169–172]. Die Diagnose erfolgt endoskopisch. Der Kehldeckel ist weich und fällt bei der Inspiration dem Sog folgend nach hinten und verschließt (teilweise) den Kehlkopfengang. Die „Floppy Epiglottis“ ist einer Beatmungstherapie nicht zugänglich, da der CPAP-Druck das Problem der mangelnden Steifigkeit der Epiglottis bei Inspiration nicht lösen kann. Die Therapie besteht in der (laser-)chirurgischen Teilresektion der Epiglottis [172,173].

Weitere seltene Fälle einer laryngealen OSA des Erwachsenen wurden in Zusammenhang mit folgenden Erkrankungen beschrieben: Tumorerkrankungen des oberen Aerodigestivtraktes [170,173–175], nach perkutaner Radiotherapie [176,177], Larynxtrauma [170], Sarkoidose [178,179], Akromegalie [180], Mast-Zell-Pharyngitis [181], neurologischen Erkrankungen



[182,183], Stimmbandparese [180,184,185] und nach Tracheostomaverschluss [186]. Die Therapie richtet sich nach der Grundkrankheit.

### Tracheotomie

Die Tracheotomie war die erste erfolgreiche Behandlungsoption der OSA [187 – 189] und wird auch heute noch als Ultima ratio in ausgewählten Fällen eingesetzt. Leider gibt es nur wenige polysomnografische Daten über insgesamt 79 Patienten in der Literatur [190–193]. Die durchschnittliche Erfolgsrate beträgt 96,2%. Die Non-Responder nach Tracheotomie in der Studie von Kim et al. [192] zeigten alle eine kardiopulmonale Dekompensation. Thatcher und Maisel [193] beobachteten ihre Patienten bis zu 13 Jahren nach und beschreiben 16 Tracheostomaverschlüsse (20,3%). Fünf Patienten entschieden sich für CPAP, drei bekamen eine erfolgreiche UPPP, drei tolerierten ihr Tracheostoma nicht länger, zwei konnten eine substanzielle Gewichtsreduktion erreichen und bei den restlichen drei war der Grund der Dekanülierung unklar.

Zusammenfassend bleibt trotz eines EBM-Empfehlungsgrads C unstrittig, dass die Tracheotomie eine der erfolgreichsten chirurgischen Therapieoptionen bei OSA darstellt, zu der jedoch ob der damit verbundenen Einbuße an Lebensqualität nur noch selten gegriffen wird. Sie ist erfolgreich bei allen Schweregraden der OSA.

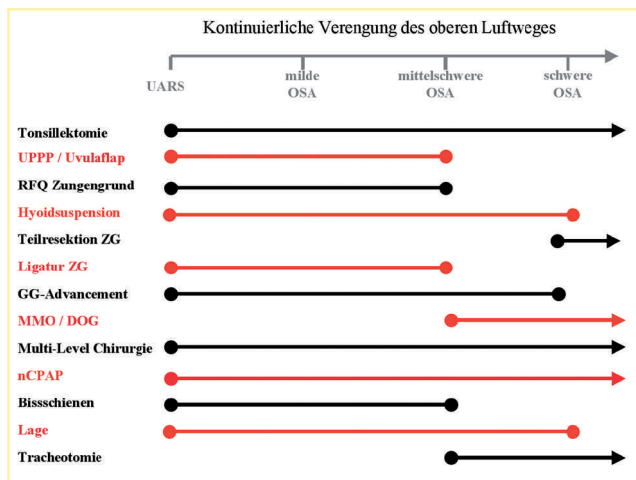
### Schlussbemerkung

Zwischenzeitlich gibt es eine breite Palette an Verfahren zur Therapie der OSA und des UARS. **Abb. 1** bündelt die Ergebnisse dieser Übersicht in einem Indikationsschema in Abhängigkeit vom Schweregrad der Erkrankung.

Für folgende Therapieverfahren fehlen ausreichende wissenschaftliche Daten für die Anwendung bei Patienten mit OSA: Elektrostimulation, Eingriffe am Nasenrachenraum, Radiofrequenzchirurgie der Tonsille, Weichgaumenimplantate, Cautery Assisted Palatal Stiffening Operation (CAPSO), Transpalatal Advancement Pharyngoplasty, isolierte Hyoidsuspension und das isolierte Genioglossus-Advancement. Weitere Studien müssen hier für Klarheit sorgen. Streng nach den Kriterien der Evidence Based Medicine gilt das auch für den Uvulaflap und die Distractionsosteoneogenese. Allerdings unterscheidet sich der Uvulaflap nur unwesentlich von der konventionellen UPPP und die Distractionsosteoneogenese kaum von der maxillomandibulären Umstellungsosteotomie, sodass sehr wahrscheinlich jeweils eine vergleichbare Wirksamkeit unterstellt werden kann.

Keine Indikation bei OSA dagegen gibt es nach den vorgestellten Daten für die medikamentöse Therapie, die Laser-assistierte Weichgaumenchirurgie, die Weichgaumenimplantate, die Uvulakappung und mangels fehlender Zulassung in Europa für die Injection Snoreplasty.

Offene Teilresektionen am Zungengrund sind ob ihrer Invasivität nur in Einzelfällen zu rechtfertigen, bei denen andere Therapieverfahren zuvor nicht erfolgreich waren. Teilresektionen der Epiglottis oder die operative Behandlung anderer Ursachen der laryngealen OSA sind individuell zu treffende Entscheidungen. Als adjuvante Therapieoptionen zusätzlich zu anderen indizierten Verfahren können die Verringerung des Körpergewichts, die Vermeidung der Rückenlage, nasale Hilfsmittel und rhinochirurgische Maßnahmen nachweislich erfolgreich sein. Die alleinige



**Abb. 1** Indikationsbereich für verschiedene wiederherstellende Verfahren am oberen Luftweg in Abhängigkeit von der Schwere der schlafbezogenen Atmungsstörung.

Anwendung dieser Maßnahmen ist in aller Regel nicht ausreichend.

Im Bereich des Weichgaumens ist die Wirksamkeit der UPPP in einer Vielzahl von Studien gut dokumentiert und kann heute als gesichert angesehen werden. Grundsätzlich muss aber mit einem Nachlassen der Wirksamkeit mit wachsender Nachbeobachtungszeit gerechnet werden. Letzteres gilt unabhängig für alle verwendeten Verfahren am Weichgaumen. Demgegenüber scheinen die Ergebnisse nach Operationen in anderen anatomischen Regionen über die Zeit konstant zu bleiben.

### Anmerkung

Die Autoren versichern, dass diese Leitlinie ohne Abhängigkeiten von und ohne Interessenkonflikte mit Herstellern von Medizingeräten oder -produkten entstanden ist. Des Weiteren bestehen keine finanziellen Verflechtungen mit Herstellern von Medizingeräten oder -produkten.

### Institutsangaben

- <sup>1</sup> Klinik für HNO-Heilkunde, Asklepios Klinik Harburg, Hamburg
- <sup>2</sup> Universitäts-Klinik für HNO-Heilkunde, Klinikum Großhadern, München
- <sup>3</sup> Universitätsklinik und Poliklinik für HNO-Heilkunde, Ulm
- <sup>4</sup> Klinik für HNO-Heilkunde, Asklepios Klinik Altona, Hamburg
- <sup>5</sup> Universitäts-HNO-Klinik Freiburg
- <sup>6</sup> Universitäts-HNO-Klinik Mannheim
- <sup>7</sup> Klinik für HNO-Heilkunde, Alfried-Krupp-Krankenhaus, Essen
- <sup>8</sup> HNO-Praxis, Biberach
- <sup>9</sup> HNO-Klinik und Poliklinik der Universität Regensburg
- <sup>10</sup> Klinik für HNO-Heilkunde, Prosper Hospital, Recklinghausen
- <sup>11</sup> Universitäts-HNO-Klinik Hamburg

### Literatur

- 1 Pirsig W, Hörmann K, Siegert R, Maurer J, Verse T. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie „Obstruktive Schlafapnoe“. HNO 1998; 46: 730
- 2 Pirsig W, Hörmann K, Siegert R, Maurer J, Verse T. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie „Primäres Schnarchen“. HNO 1998; 46: 729
- 3 Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM). S2-Leitlinie: Der nicht-erholsame Schlaf. Somnologie 2001; Suppl 3: 1–258

- 4 Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Erarbeitung von Leitlinien für Diagnostik und Therapie. Methodische Empfehlungen. [www.uni-duesseldorf.de/WWW/AWMF/11/11\\_metho.html](http://www.uni-duesseldorf.de/WWW/AWMF/11/11_metho.html)
- 5 Oxford Centre for Evidence-based Medicine (OCEMB). Appendix 3. [www.gradeworkinggroup.org/publications/APPENDIX\\_3\\_OCEBM-system.pdf](http://www.gradeworkinggroup.org/publications/APPENDIX_3_OCEBM-system.pdf)
- 6 Browman CP, Sampson MG, Yolles FS, Gujavarti KS, Weiler SJ, Walsleben JA, Hahn PM, Mitler MM. Obstructive sleep apnea and body weight. *Chest* 1984; 85: 435–438
- 7 Barvaux VA, Aubert G, Rodenstein DO. Weight loss as a treatment for obstructive sleep apnoea. *Sleep Med Rev* 2000; 4: 435–452
- 8 Sampol G, Munoz X, Sagalés MT, Marti S, Roca A, Dolors de la Calzada M, Lloberes P, Morell F. Long-term efficacy of dietary weight loss in sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Eur Respir J* 1998; 12: 1156–1159
- 9 Jokic R, Klimaszewski A, Crossley M, Sridhar G, Fitzpatrick MF. Positional treatment vs continuous positive airway pressure in patients with positional obstructive sleep apnea syndrome. *Chest* 1999; 115: 771–781
- 10 Cartwright RD, Lloyd S, Lillie J, Kravitz H. Sleep position training as treatment for sleep apnea syndrome: a preliminary study. *Sleep* 1985; 8: 87–94
- 11 Kavey NB, Blitzer A, Gidro-Frank S, Korstanje K. Sleeping position and sleep apnea syndrome. *Am J Otolaryngol* 1985; 6: 373–377
- 12 Cartwright R, Ristanovic R, Diaz F, Caldarelli D, Alder G. A comparative study of treatments for positional sleep apnea. *Sleep* 1991; 14: 546–552
- 13 Maurer JT, Stuck BA, Hein G, Verse T, Hörmann K. Schlafapnoetherapie mit einer neuartigen Rückenlage-Verhinderungsweste. *Dtsch Med Wochenschr* 2003; 128: 71–75
- 14 Maurer JT, Hirth K, Mattinger C, Hörmann K. Combined surgical and prosthetic therapy of severe obstructive sleep apnea – a case report. *Laryngorhinootol* 2001; 80: 278–281
- 15 Hein H, Magnussen H. Wie steht es um die medikamentöse Therapie bei schlafbezogenen Atmungsstörungen? *Somnologie* 1998; 2: 77–88
- 16 Smith I, Lasserson T, Wright J. Drug treatments for obstructive sleep apnoea (Cochrane Review). *The Cochrane Library*, Issue 2. Oxford: 2002
- 17 Sullivan CE, Issa FG, Berthon-Jones M, Eves L. Reversal of obstructive sleep apnoea by continuous positive airway pressure applied through the nares. *Lancet* 1981; 1: 862–865
- 18 Dobrowski JM, Ahmed M. Positive airway pressure for obstructive sleep apnea. In: Fairbanks DNF, Mickelson SA, Woodson BT. *Snoring and obstructive sleep apnea*, 3rd edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002: 95–106
- 19 Jenkinson C, Davies RJO, Stradling JR. Comparison of therapeutic and subtherapeutic nasal continuous positive airway pressure for obstructive sleep apnoea: a randomised prospective parallel trial. *Lancet* 1999; 353: 2100–2105
- 20 Ballester E, Badia JR, Hernandez L, Carrasco E, de Pablo J, Fornas C, Rodriguez-Roisin R, Montserrat JM. Evidence of the effectiveness of continuous positive airway pressure in the treatment of sleep apnea/hypopnea syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 495–501
- 21 White J, Cates C, Wright J. Continuous positive airway pressure for obstructive sleep apnoea (Cochrane Review). *The Cochrane Library*, Issue 2. Oxford: 2002
- 22 McArdle N, Derveurex G, Heidarnjad H, Engleman HM, Mackay TW, Douglas NJ. Long-term use of CPAP therapy for sleep apnea/hypopnea syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 1108–1114
- 23 Janson C, Nöges E, Svedberg-Brandt S, Lindberg E. What characterizes patients who are unable to tolerate continuous positive airway pressure (CPAP) treatment? *Resp Med* 2000; 94: 145–149
- 24 Souter MA, Stevenson S, Sparks B, Drennan C. Upper airway surgery benefits patients with obstructive sleep apnoea who cannot tolerate nasal continuous positive airway pressure. *J Laryngol Otol* 2004; 118: 270–274
- 25 Schmidt-Nowara W, Lowe A, Wiegand L, Cartwright R, Perez-Guerra F, Menn S. Oral appliances for the treatment of snoring and obstructive sleep apnea: a review. *Sleep* 1995; 18: 501–510
- 26 Menn SJ, Loube DI, Morgan TD, Mitler MM, Berger JS, Erman MK. The mandibula repositioning device: role in the treatment of obstructive sleep apnea. *Sleep* 1996; 19: 794–800
- 27 Clark GT, Blumenfeld I, Yoffe N, Peled E, Lavie P. A crossover study comparing the efficacy of continuous positive airway pressure with anterior mandibular positioning devices on patients with obstructive sleep apnea. *Chest* 1996; 109: 1477–1483
- 28 Ferguson KA, Ono T, Lowe AA, Keenan SP, Fleetham JA. A randomized crossover study of an oral appliance vs. nasal-continuous positive airway pressure in the treatment of mild-moderate obstructive sleep apnea. *Chest* 1996; 109: 1269–1275
- 29 Pantin CC, Hillman DR, Tennant M. Dental side effects of an oral device to treat snoring and obstructive sleep apnea. *Sleep* 1999; 22: 237–240
- 30 Maurer JT, Hirth K, Mattinger C, Riedel F, Werner B, Hörmann K. Use of an intraoral snoring therapy device of thermolabile plastic. *HNO* 2000; 48: 302–308
- 31 Schönhofer B, Hochban W, Vieregge HJ, Brunig H, Kohler D. Immediate intraoral adaptation of mandibular advancing appliances of thermoplastic material for the treatment of obstructive sleep apnea. *Respiration* 2000; 67: 83–88
- 32 Höijer U, Ejnell H, Hedner J, Petruson B, Eng LB. The effects of nasal dilation on snoring and obstructive sleep apnea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1992; 118: 281–284
- 33 Metes A, Cole P, Hoffstein V, Miljeteig H. Nasal airway dilation and obstructed breathing in sleep. *Laryngoscope* 1992; 102: 1053–1055
- 34 Kerr P, Millar T, Buckle P, Kryger M. The importance of nasal resistance in obstructive sleep apnea syndrome. *J Otolaryngol* 1992; 21: 189–195
- 35 Hoffstein V, Mateika S, Metes A. Effect of nasal dilation on snoring and apneas during different stages of sleep. *Sleep* 1993; 16: 360–365
- 36 Schönhofer B, Franklin KA, Brunig H, Wehde H, Köhler D. Effect of nasal-valve dilation on obstructive sleep apnea. *Chest* 2000; 118: 587–590
- 37 Schönhofer B, Wenzel M, Barchfeld T, Siemon K, Rager H, Kohler D. Wertigkeit verschiedener intra- und extraoraler Therapieverfahren für die Behandlung der obstruktiven Schlafapnoe und des Schnarchens. *Med Klin* 1997; 92: 167–174
- 38 Todorova A, Schellenberg R, Hofmann HC, Dimpfel W. Effect of the external nasal dilator Breathe Right on snoring. *Eur J Med Res* 1998; 3: 367–379
- 39 Bahammam AS, Tate R, Manfreda J, Kryger MH. Upper airway resistance syndrome: effect of nasal dilation, sleep stage, and sleep position. *Sleep* 1999; 22: 592–598
- 40 Gosepath J, Amedee RG, Romantschuck S, Mann WJ. Breathe Right nasal strips and the respiratory disturbance index in sleep related breathing disorders. *Am J Rhinol* 1999; 13: 385–389
- 41 Djupesland PG, Skatvedt O, Borgersen AK. Dichotomous physiological effects of nocturnal external nasal dilation in heavy snorers: the answer to a rhinologic controversy? *Am J Rhinol* 2001; 15: 95–103
- 42 Randerath WJ, Galetke W, Domanski U, Weitkunat R, Ruhle KH. Tongue-muscle training by intraoral electrical neurostimulation in patients with obstructive sleep apnea. *Sleep* 2004; 27: 254–259
- 43 Verse T, Schwab J, Hörmann K, Stuck BA, Maurer JT. Transkutane, submentale Elektrostimulationstherapie zur Behandlung der obstruktiven Schlafapnoe. *HNO* 2003; 51: 966–970
- 44 Sher AE, Schechtman KB, Piccirillo JF. The efficacy of surgical modifications of the upper airway in adults with obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep* 1996; 19: 156–177
- 45 Rubin AHE, Eliaschar I, Joachim Z, Alroy G, Lavie P. Effects of nasal surgery and tonsillectomy on sleep apnea. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1983; 19: 612–615
- 46 Dayal VS, Phillipson EA. Nasal surgery in the management of sleep apnea. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1985; 94: 550–554
- 47 Caldarelli DD, Cartwright R, Lillie JK. Obstructive sleep apnea: variations in surgical management. *Laryngoscope* 1985; 95: 1070–1073
- 48 Aubert-Tulkens G, Hamoir M, van den Eckhout J, Rodenstein DO. Failure of tonsil and nose surgery in adults with long-standing severe sleep apnea syndrome. *Arch Intern Med* 1989; 149: 2118–2121
- 49 Sériès F, St Pierre S, Carrier G. Effects of surgical correction of nasal obstruction in the treatment of obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1992; 146: 1261–1265
- 50 Sériès F, St Pierre S, Carrier G. Surgical correction of nasal obstruction in the treatment of mild sleep apnoea: importance of cephalometry in predicting outcome. *Thorax* 1993; 48: 360–363
- 51 Utley DS, Shin EJ, Clerk AA, Terris DJ. A cost-effective and rational surgical approach to patients with snoring, upper airway resistance

- syndrome, or obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 1997; 107: 726–734
- 52 Verse T, Pirsig W, Kroker BA. Obstruktive Schlafapnoe und Polyposis nasi. *Laryngo-Rhino-Otol* 1998; 77: 150–152
  - 53 Friedman M, Tanyeri H, Lim JW, Landsberg R, Vaidyanathan K, Caldarelli D. Effect of nasal breathing on obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 122: 71–74
  - 54 Verse T, Maurer JT, Pirsig W. Effect of nasal surgery on sleep related breathing disorders. *Laryngoscope* 2002; 112: 64–68
  - 55 Mayer-Brix J, Müller-Marschhausen U, Becker H, Peter JH. Wie häufig sind pathologische HNO-Befunde bei Patienten mit obstruktivem Schlaf-Apnoe-Syndrom? *HNO* 1989; 37: 511–516
  - 56 Dorn M, Pirsig W, Verse T. Postoperatives Management nach rhinochirurgischen Eingriffen bei Patienten mit schwerer obstruktiver Schlafapnoe: eine Pilotstudie. *HNO* 2001; 49: 642–645
  - 57 Biermann E. Nasale CPAP-Therapie beim obstruktiven Schlafapnoe-Syndrom: Verbessert funktionelle Rhinochirurgie die Compliance? *Somnologie* 2001; 5: 59–64
  - 58 Donnelly LF, Surdulescu V, Chini BA, Casper KA, Poe SA, Amin RS. Upper airway motion depicted at cine MR imaging performed during sleep: comparison between young patients with and those without obstructive sleep apnea. *Radiology* 2003; 227: 239–245
  - 59 Hultcrantz E, Linder A, Markström A. Tonsillectomy or tonsillotomy? – a randomized study comparing postoperative pain and long-term effects. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1999; 51: 171–176
  - 60 Nelson LM. Radiofrequency treatment for obstructive tonsillar hypertrophy. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 126: 736–740
  - 61 Orr WC, Martin RJ. Obstructive sleep apnea associated with tonsillar hypertrophy in adults. *Arch Intern Med* 1981; 141: 990–992
  - 62 Moser RJ, Rajagopal KR. Obstructive sleep apnea in adults with tonsillar hypertrophy. *Arch Intern Med* 1987; 147: 1265–1267
  - 63 Houghton DJ, Camilleri AE, Stone P. Adult obstructive sleep apnoea syndrome and tonsillectomy. *J Laryngol Otol* 1997; 111: 829–832
  - 64 Verse T, Kroker B, Pirsig W, Brosch S. Tonsillectomy for treatment of obstructive sleep apnea in adults with tonsillar hypertrophy. *Laryngoscope* 2000; 110: 1556–1559
  - 65 Hultcrantz E, Linder A, Markstrom A. Long-term effects of intracapsular partial tonsillectomy (tonsillotomy) compared with full tonsillectomy. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2005; 69: 463–469
  - 66 Friedman M, LoSavio P, Ibrahim H, Ramakrishnan V. Radiofrequency tonsil reduction: safety, morbidity, and efficacy. *Laryngoscope* 2003; 113: 882–887
  - 67 Nelson LM. Temperature-controlled radiofrequency tonsil reduction in children. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 129: 533–537
  - 68 Nelson LM. Temperature-controlled radiofrequency tonsil reduction: extended follow-up. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 125: 456–461
  - 69 Brosch S, Matthes C, Pirsig W, Verse T. Uvulopalatopharyngoplasty changes fundamental frequency of voice – a prospective study. *J Laryngol Otol* 2000; 114: 113–118
  - 70 Larsson LH, Carlsson-Nordlander B, Svanborg E. Four-year follow-up after uvulopalatopharyngoplasty in 50 unselected patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 1994; 104: 1362–1368
  - 71 Perello-Scherdel E, Quesada P, Lorente J, Lao J, Prades J. Long-term follow-up of partial resection of the palate as a surgical treatment for obstructive sleep apnea syndrome. In: Tos M, Thomsen J, Balle V (eds). *Rhinology – a state of the art*. Amsterdam, New York: Kugler, 1995: 261–262
  - 72 Lu SJ, Chang SY, Shiao GM. Comparison between short-term and long-term post-operative evaluation of sleep apnea after uvulopalatopharyngoplasty. *J Laryngol Otol* 1995; 109: 308–312
  - 73 Janson C, Gislason T, Bengtsson H, Eriksson G, Lindberg E, Lindholm CE, Hultcrantz E, Hetta J, Boman G. Long-term follow-up of patients with obstructive sleep apnea treated with uvulopalatopharyngoplasty. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1997; 123: 257–262
  - 74 Hultcrantz E, Johansson K, Bengtson H. The effect of uvulopalatopharyngoplasty without tonsillectomy using local anaesthesia: a prospective long-term follow-up. *J Laryngol Otol* 1999; 113: 542–547
  - 75 Boot H, van Wegen R, Poulblon RML, Bogaard JM, Schmitz PIM, van der Meche FGA. Long-term results of uvulopalatopharyngoplasty for obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 2000; 110: 469–475
  - 76 Lysdahl M, Haraldson PO. Long-term survival after uvulopalatopharyngoplasty in nonobese heavy snorers: a 5- to 9-year follow-up of 400 consecutive patients. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 126: 1136–1140
  - 77 Keenan SP, Burt H, Ryan CF, Fleetham JA. Long-term survival of patients with obstructive sleep apnea treated by uvulopalatopharyngoplasty or nasal CPAP. *Chest* 1994; 105: 155–159
  - 78 Haraldson PO, Carenfelt C, Persson HE, Sachs C, Tornros J. Simulated long-term driving performance before and after uvulopalatopharyngoplasty. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 1991; 53: 106–110
  - 79 Haraldsson PO, Carenfelt C, Lysdahl M, Tingvall C. Does uvulopalatopharyngoplasty inhibit automobile accidents? *Laryngoscope* 1995; 105: 657–661
  - 80 Verse T, Pirsig W. Laser-assisted uvulopalatoplasty. A metaanalysis. In: Fabiani M, Saponara M (eds). *Surgery for snoring and obstructive sleep apnea syndrome*. Amsterdam: Kugler, 2003: 463–474
  - 81 Carenfelt C. Laser uvulopalatopharyngoplasty in treatment of habitual snoring. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1991; 100: 451–454
  - 82 Kamami YV. Laser CO<sub>2</sub> for snoring: preliminary results. *Acta Otorhinolaryngol Belg* 1990; 44: 451–456
  - 83 Coleman JA. Laser-assisted uvulopalatoplasty: Long-term results with a treatment for snoring. *Ear, Nose & Throat J* 1998; 77: 22–34
  - 84 Ellis PDM. Laser palatoplasty for snoring due to palatal flutter: a further report. *Clin Otolaryngol* 1994; 19: 350–351
  - 85 Verse T, Pirsig W. Metaanalyse zur laserassistierten Uvulopalatopharyngoplastik. Was ist bisher klinisch relevant? *Laryngo-Rhino-Otol* 2000; 79: 273–284
  - 86 Utley DS, Shin EJ, Clerk AA, Terris DJ. A cost-effective and rational surgical approach to patients with snoring, upper airway resistance syndrome, or obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 1997; 107: 726–734
  - 87 Mickelson SA, Ahuja A. Short-term objective and long-term subjective results of laser-assisted uvulopalatoplasty for obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 1999; 109: 362–367
  - 88 Walker RP, Grigg-Damberger MM, Gopalsami C. Laser-assisted uvulopalatopharyngoplasty for the treatment of mild, moderate, and severe obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 1999; 109: 79–85
  - 89 Ryan CF, Love LL. Unpredictable results of laser assisted uvulopalatoplasty in the treatment of obstructive sleep apnoea. *Thorax* 2000; 55: 399–404
  - 90 Seemann RP, DiToppa JC, Holm MA, Hanson J. Does laser-assisted uvulopalatoplasty work? An objective analysis using pre- and postoperative polysomnographic studies. *J Otolaryngol* 2001; 30: 212–215
  - 91 Finkelstein Y, Stein G, Ophir D, Berger R, Berger G. Laser-assisted uvulopalatoplasty for the management of obstructive sleep apnea. Myths and facts. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2002; 128: 429–434
  - 92 Ferguson KA, Heighway H, Ruby RRF. A randomized trial of laser-assisted uvulopalatoplasty in the treatment of mild obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 167: 15–19
  - 93 Berger G, Stein G, Ophir D, Finkelstein Y. Is there a better way to do laser-assisted uvulopalatoplasty? *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 129: 447–453
  - 94 Kern RC, Kutler DI, Reid KJ, Conley DB, Herzon GD, Zee P. Laser-assisted uvulopalatoplasty and tonsillectomy for the management of obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 2003; 113: 1175–1181
  - 95 Berger G, Finkelstein Y, Ophir D. Histopathologic changes in the soft palate after laser-assisted uvulopalatoplasty. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1999; 125: 786–790
  - 96 Littner M, Kushida CA, Hartse K, McDowell Anderson W, Davila D, Johnson SF, Wise MS, Hirshkowitz M, Woodson BT (Standards of Practice Committee American Academy of Sleep Medicine). Practice parameters for the use of laser-assisted uvulopalatoplasty: an update for 2000. *Sleep* 2001; 24: 603–619
  - 97 Blumen MB, Dahan S, Fleury B, Hausser-Hauw C, Chabolle F. Radiofrequency ablation for the treatment of mild to moderate obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 2002; 112: 2086–2092
  - 98 Brown DJ, Kerr P, Kryger M. Radiofrequency tissue reduction of the soft palate in patients with moderate sleep-disordered breathing. *J Otolaryngol* 2001; 30: 193–198
  - 99 Powell NB, Riley R, Guillemainault C, Troell R. A reversible uvulopalatal flap for snoring and sleep apnea syndrome. *Sleep* 1996; 19: 593–599
  - 100 Hörmann K, Erhard T, Hirth K, Maurer JT. Der modifizierte Uvulalappen zur Therapie schlafbezogener Atmungsstörungen. *HNO* 2001; 49: 361–366

- 101 Li HY, Chen NH, Shu YH, Wang PC. Changes in quality of life and respiratory disturbance after extended uvulopalatal flap surgery in patients with obstructive sleep apnea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2004; 130: 195–200
- 102 Maurer JT, Verse T, Stuck BA, Hörmann K, Hein G. Palatal implants for primary snoring: short-term results of a new minimally invasive surgical technique. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005; 132: 125–131
- 103 Mortimore IL, Bradley PA, Murray JA, Douglas NJ. Uvulopalatopharyngoplasty may compromise nasal CPAP therapy in sleep apnea syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 154: 1759–1762
- 104 Mair EA, Day RH. Cautery-assisted palatal stiffening operation. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 122: 547–555
- 105 Wassmuth Z, Mair E, Loube D, Leonhard D. Cautery-assisted palatal stiffening operation for the treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 122: 547–555
- 106 Brietzke SE, Mair EA. Injection snoreplasty: How to treat snoring without all the pain and expense. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 124: 503–510
- 107 Brietzke SE, Mair EA. Injection snoreplasty: Investigation of alternative sclerotherapy agents. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2004; 130: 47–50
- 108 Brietzke SE, Mair EA. Extended follow-up and new objective data. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 128: 605–615
- 109 Wright S, Haight J, Zamel N, Hoffstein V. Changes in pharyngeal properties after uvulopalatopharyngoplasty. *Laryngoscope* 1989; 99: 62–65
- 110 Woodson BT, Toohill RJ. Transpalatal advancement pharyngoplasty for obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 1993; 103: 269–276
- 111 Woodson BT. Retropalatal airway characteristics in uvulopalatopharyngoplasty compared with transpalatal advancement pharyngoplasty. *Laryngoscope* 1997; 107: 735–740
- 112 Stuck BA, Maurer JT, Hörmann K. Die Zungengrundreduktion mit Radiofrequenzenergie bei schlafbezogenen Atmungsstörungen. Postoperative Morbidität und Komplikationen. *HNO* 2001; 49: 530–537
- 113 Powell NB, Riley RW, Guilleminault C. Radiofrequency tongue base reduction in sleep-disordered breathing: a pilot study. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1999; 120: 656–664
- 114 Li KK, Powell NB, Riley RW, Guilleminault C. Temperature-controlled radiofrequency tongue base reduction for sleep-disordered breathing: Long-term outcomes. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2002; 127: 230–234
- 115 Woodson BT, Nelson L, Mickelson S, Huntley T, Sher A. A multi-institutional study of radiofrequency volumetric tissue reduction for OSAS. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 125: 303–311
- 116 Stuck BA, Maurer JT, Verse T, Hörmann K. Tongue base reduction with temperature-controlled radiofrequency volumetric tissue reduction for treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Acta Otolaryngol* 2002; 122: 531–536
- 117 Riley RW, Powell NB, Li KK, Weaver EM, Guilleminault C. An adjunctive method of radiofrequency volumetric tissue reduction of the tongue for OSAS. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 129: 37–42
- 118 Meyer TJ, Eveloff SE, Kline LR, Millman RP. One negative polysomnogram does not exclude obstructive sleep apnea. *Chest* 1993; 103: 756–760
- 119 Mendelson WB. Use of sleep laboratory in suspected sleep apnea syndrome: Is one night enough? *Cleve Clin J Med* 1994; 61: 299–303
- 120 Patton TJ, Thawley SE, Water RC, Vandermeer PJ, Ogura JH. Expansion hyoid-plasty: a potential surgical procedure designed for selected patients with obstructive sleep apnea syndrome. Experimental canine results. *Laryngoscope* 1983; 93: 1387–1396
- 121 Kaya N. Sectioning the hyoid bone as a therapeutic approach for obstructive sleep apnea. *Sleep* 1984; 7: 77–78
- 122 Riley RW, Powell NB, Guilleminault C. Obstructive sleep apnea and the hyoid: a revised surgical procedure. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1994; 111: 717–721
- 123 Hörmann K, Hirth K, Erhardt T, Maurer JT, Verse T. Die Hyoidsuspension zur Therapie der obstruktiven Schlafapnoe. *Laryngo-Rhino-Otol* 2001; 80: 517–521
- 124 Neruntarat C. Hyoid myotomy with suspension under local anesthesia for obstructive sleep apnea syndrome. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2003; 260: 286–290
- 125 Stuck BA, Neff W, Hörmann K, Verse T, Bran G, Baisch A, Düber C, Maurer JT. Anatomic Changes after Hyoid Suspension for Obstructive Sleep Apnea – an MRI Study. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005; 133: 397–402
- 126 Chabolle F, Wagner I, Blumen M, Séquert C, Fleury B, de Dieuleveult T. Tongue base reduction with hyoepiglottoplasty: a treatment for severe obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 1999; 109: 1273–1280
- 127 Fujita S, Woodson BT, Clark JL, Wittig R. Laser midline glossectomy as a treatment for the obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 1991; 101: 805–809
- 128 Djupesland G, Schrader H, Lyberg T, Refsum H, Lilleas F, Godtliebsen OB. Palatopharyngoglossoplasty in the treatment of patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Acta Otolaryngol* 1992; Suppl 492: 50–54
- 129 Woodson BT, Fujita S. Clinical experience with lingualplasty as part of the treatment of severe obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1992; 107: 40–48
- 130 Mickelson SA, Rosenthal L. Midline glossectomy and epiglottidectomy for obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 1997; 107: 614–619
- 131 Faye-Lund H, Djupesland G, Lyberg T. Glossopelexia – Evaluation of a new surgical method for treating obstructive sleep apnea syndrome. *Acta Otolaryngol* 1992; Suppl 492: 46–49
- 132 DeRowe A, Günther E, Fibbi A, Lehtimäki K, Vahatalo K, Maurer J, Ophir D. Tongue-base suspension with a soft tissue-to-bone anchor for obstructive sleep apnea: preliminary clinical results of a new minimally invasive technique. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 122: 100–103
- 133 Woodson BT, deRowe A, Hawke M, Wenig B, Ross EB, Katsantonis GP, Mickelson SA, Bonham RE, Benbadis S. Pharyngeal suspension suture with Repose bone screw for obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 122: 395–401
- 134 Woodson BT. A tongue suspension suture for obstructive sleep apnea and snorers. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 124: 297–303
- 135 Sorrenti G, Piccin O, Latini G, Scaramuzzino G, Mondini S, Rinaldi Ceroni A. Tongue suspension technique in obstructive sleep apnea: personal experience [in Italian]. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2003; 23: 274–280
- 136 Riley RW, Powell NB, Guilleminault C. Inferior sagittal osteotomy of the mandible with hyoid myotomy-suspension: a new procedure for obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1986; 94: 589–593
- 137 Kuo PC, West RA, Bloomquist DS, McNeil RW. The effect of mandibular osteotomy in three patients with hypersomnia sleep apnea. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 1979; 48: 385–392
- 138 Prinsell JR. Maxillomandibular advancement (MMA) in a site-specific treatment approach for obstructive sleep apnea: a surgical algorithm. *Sleep Breath* 2000; 4: 147–154
- 139 Riley RW, Powell NB, Guilleminault C. Maxillofacial surgery and nasal CPAP. A comparison of treatment for obstructive sleep apnea syndrome. *Chest* 1990; 98: 1421–1425
- 140 Hochban W, Conradt R, Brandenburg U, Heitmann J, Peter JH. Surgical maxillofacial treatment of obstructive sleep apnea. *Plast Reconstr Surg* 1997; 99: 619–626
- 141 Prinsell JR. Maxillomandibular advancement surgery in a site-specific treatment approach for obstructive sleep apnea in 50 consecutive patients. *Chest* 1999; 116: 1519–1529
- 142 Waite PD, Wooten V, Lachner JH, Guyette RF. Maxillomandibular advancement surgery in 23 patients with obstructive sleep apnea syndrome. *J Oral Maxillofac Surg* 1989; 47: 1256–1261
- 143 Li KK, Riley RW, Powell NB, Guilleminault C. Maxillomandibular advancement for persistent obstructive sleep apnea after phase I surgery in patients without maxillomandibular deficiency. *Laryngoscope* 2000; 110: 1684–1688
- 144 Bettega G, Pepin JL, Veale D, Deschaux C, Raphael B, Levy P. Obstructive sleep apnea syndrome. Fifty-one consecutive patients treated by maxillofacial surgery. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 162: 641–649
- 145 Goh YH, Lim KA. Modified maxillomandibular advancement for the treatment of obstructive sleep apnea: a preliminary report. *Laryngoscope* 2003; 113: 1577–1582
- 146 Dattilo DJ, Drooger SA. Outcome assessment of patients undergoing maxillofacial procedures for the treatment of sleep apnea: comparison of subjective and objective results. *J Oral Maxillofac Surg* 2004; 62: 164–168
- 147 Conradt R, Hochban W, Heitmann J, Brandenburg U, Cassel W, Penzel T, Peter JH. Sleep fragmentation and daytime vigilance in patients with OSA treated by surgical maxillomandibular advancement compared to CPAP therapy. *J Sleep Res* 1998; 7: 217–223

- 148 Li KK, Powell NB, Riley RW, Troell RJ, Guillemainault C. Long-term results of maxillomandibular advancement surgery. *Sleep Breath* 2000; 4: 137–139
- 149 McCarthy JG, Schreiber J, Karp N, Thorne CH, Grayson BH. Lengthening the human mandible by gradual distraction. *Plast Reconstr Surg* 1992; 89: 1–10
- 150 Bell RB, Turvey TA. Skeletal advancement for the treatment of obstructive sleep apnea in children. *Cleft Palate Craniofac J* 2001; 38: 147–154
- 151 Fujita S. Pharyngeal surgery for obstructive sleep apnea and snoring. In: Fairbanks DNF (ed). *Snoring and obstructive sleep apnea*. New York: Raven Press, 1987: 101–128
- 152 Riley RW, Powell NB, Guillemainault C. Obstructive sleep apnea syndrome: A review of 306 consecutively treated surgical patients. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1993; 108: 117–125
- 153 Stuck BA, Starzak K, Verse T, Hörmann K, Maurer JT. Morbidität und Komplikationen der kombinierten Radiofrequenz-Chirurgie des Weichgaumens und Zungengrundes. *Somnologie* 2002; 6: 19–25
- 154 Fischer Y, Khan M, Mann WJ. Multilevel temperature-controlled radiofrequency therapy of soft palate, base of tongue, and tonsils in adults with obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 2003; 113: 1786–1791
- 155 Woodson BT, Steward DL, Weaver EM, Javaheri S. A randomized trial of temperature-controlled radiofrequency, continuous positive airway pressure, and placebo for obstructive sleep apnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 128: 848–861
- 156 Johnson NT, Chinn J. Uvulopalatopharyngoplasty and inferior sagittal mandibular osteotomy with genioglossus advancement for treatment of obstructive sleep apnea. *Chest* 1994; 105: 278–283
- 157 Ramirez SG, Loubé DJ. Inferior sagittal osteotomy with hyoid bone suspension for obese patients with sleep apnea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1996; 122: 953–957
- 158 Elashfour A, Miyazaki S, Itasaka Y, Yamakawa K, Ishikawa K, Togawa K. Evaluation of uvulopalatopharyngoplasty in treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Acta Otolaryngol* 1998; Suppl 537: 52–56
- 159 Lee NR, Givens CD, Wilson J, Robins RB. Staged surgical treatment of obstructive sleep apnea syndrome: a review of 35 patients. *J Oral Maxillofac Surg* 1999; 57: 382–385
- 160 Hsu PP, Brett RH. Multiple level pharyngeal surgery for obstructive sleep apnoea. *Singapore Med J* 2001; 42: 160–164
- 161 Hendlér BH, Costello BJ, Silverstein K, Yen D, Goldberg A. A protocol for uvulopalatoplasty, mortised genioplasty, and maxillomandibular advancement in patients with obstructive sleep apnea: an analysis of 40 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 2001; 59: 892–897
- 162 Nelson LM. Combined temperature-controlled radiofrequency tongue reduction and UPPP in apnea surgery. *Ear Nose Throat J* 2001; 80: 640–644
- 163 Vilaseca I, Morello A, Montserrat JM, Santamaria J, Iranzo A. Usefulness of uvulopalatopharyngoplasty with genioglossus and hyoid advancement in the treatment of obstructive sleep apnea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2002; 128: 435–440
- 164 Neruntarat C. Genioglossus advancement and hyoid myotomy: short-term and long-term results. *J Laryngol Otol* 2003; 117: 482–486
- 165 Friedman M, Ibrahim H, Lee G, Joseph NJ. Combined uvulopalatopharyngoplasty and radiofrequency tongue base reduction for treatment of obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 129: 611–621
- 166 Miller FR, Watson D, Boseley M. The role of genial bone advancement trephine system in conjunction with uvulopalatopharyngoplasty in the multilevel management of obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2004; 130: 73–79
- 167 Verse T, Baisch A, Maurer JT, Stuck BA, Hörmann K. Multi-level surgery for obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2006; 134: 511–577
- 168 Hörmann K, Maurer JT, Baisch A. Schnarchen/Schlafapnoe – chirurgisch heilbar? *HNO* 2004; 52: 807–813
- 169 Andersen APD, Alving J, Lildholdt T, Wulff CH. Obstructive sleep apnea initiated by a lax epiglottis. *Chest* 1987; 91: 621–623
- 170 Woo P. Acquired laryngomalacia: epiglottis prolapse as a cause of airway obstruction. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1992; 101: 314–320
- 171 Catalfumo FJ, Golz A, Westerman T, Gilbert LM, Joachims HZ, Goldenberg D. The epiglottis and obstructive sleep apnoea syndrome. *J Laryngol Otol* 1998; 112: 940–943
- 172 Verse T, Pirsig W. Age-related changes in the epiglottis causing failure of nasal continuous positive airway pressure therapy. *J Laryngol Otol* 1999; 113: 1022–1025
- 173 Golz A, Goldenberg D, Netzer A, Westerman ST, Joachims HZ. Epiglottic carcinoma presenting as obstructive sleep apnea. *J Otolaryngol* 2001; 30: 58–59
- 174 Rombaux P, Hamoir M, Plouin-Gaudon I, Liistro G, Aubert G, Rodenstein D. Obstructive sleep apnea syndrome after reconstructive laryngectomy for glottic carcinoma. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2000; 257: 502–506
- 175 Walsh P, Smith D, Coakeley D, Dunne B, Timon C. Sleep apnoea of unusual origin. *J Laryngol Otol* 2002; 116: 138–139
- 176 Herlihy JP, Whitlock WL, Dietrich RA, Shaw T. Sleep apnea syndrome after irradiation of the neck. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1989; 115: 1467–1469
- 177 Chetty KG, Kadifa F, Berry RB, Mahutte CK. Acquired laryngomalacia as a cause of obstructive sleep apnea. *Chest* 1994; 106: 1898–1899
- 178 Fuso L, Maiolo C, Tramaglino LM, Benedetto RT, Russo AR, Spadaro S, Pagliari G. Orolaryngeal sarcoidosis presenting as obstructive sleep apnoea. *Sarcoidosis Vasc Diffuse Lung Dis* 2001; 18: 85–90
- 179 Shah RN, Mills PR, George PJ, Wedzicha JA. Upper airway sarcoidosis presenting as obstructive sleep apnoea. *Thorax* 1998; 53: 232–233
- 180 Anonsen C. Laryngeal obstruction and obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 1990; 100: 775–778
- 181 Butterfield JH, Marcoux JP, Weiler D, Harner SG. Mast cell pharyngitis as a cause of supraglottic edema. *Arch Otorhinolaryngol* 1988; 245: 88–91
- 182 Gillespie MB, Flint PW, Smith PL, Eisele DW, Schwartz AR. Diagnosis and treatment of obstructive sleep apnea of the larynx. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1995; 121: 335–339
- 183 Kavey NB, Whyte J, Blitzer A, Gidro-Frank S. Sleep-related laryngeal obstruction presenting as snoring or sleep apnea. *Laryngoscope* 1989; 99: 851–854
- 184 Hoffstein V, Taylor R. Rapid development of obstructive sleep apnea following hemidiaphragmatic and unilateral vocal cord paralysis as a complication of mediastinal surgery. *Chest* 1985; 88: 145–147
- 185 Wiest GH, Ficker JH, Lehnert G, Hahn EG. Sekundäres obstruktives Schlafapnoesyndrom bei Trachealstenose und beidseitiger Recurrensparese. *Dtsch Med Wochenschr* 1998; 123: 522–526
- 186 Verse T, Pirsig W, Zimmermann E. Obstruktive Schlafapnoe beim älteren Patienten nach Tracheostomaverschluss. *DMW* 2000; 125: 137–141
- 187 Kuhlo W, Doll E, Franck MC. Erfolgreiche Behandlung des Pickwick-Syndroms durch eine Dauertrachealkanüle. *Dtsch Med Wschr* 1969; 94: 1286–1290
- 188 Rybak LP, Maisel RH. Endoscopic findings in sleep apnea syndrome. *J Otolaryngol* 1979; 8: 487–493
- 189 Simmons FB. Tracheotomy in obstructive sleep apnea patients. *Laryngoscope* 1979; 89: 1702–1703
- 190 Guillemainault C, Simmons FB, Motta J, Cummiskey J, Rosekind M, Schroeder JS, Dement WC. Obstructive sleep apnea syndrome and tracheostomy. Long-term follow-up expertise. *Arch Intern Med* 1981; 141: 985–988
- 191 Haapaniemi JJ, Laurikainen EA, Halme P, Anttila J. Long-term results of tracheostomy for severe obstructive sleep apnea syndrome. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2001; 63: 131–136
- 192 Kim SH, Eisele DW, Smith PL, Schneider H, Schwartz AR. Evaluation of patients with sleep apnea after tracheostomy. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1998; 124: 996–1000
- 193 Thatcher GW, Maisel RH. The long-term evaluation of tracheostomy in the management of severe obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 2003; 113: 201–204