

T. Verse¹ · R. Bodlaj² · R. de la Chaux³ · A. Dreher³ · C. Heiser⁴ · M. Herzog⁵ · W. Hohenhorst⁶ · K. Hörmann⁴ · O. Kaschke⁷ · T. Kühnel⁸ · N. Mahl⁹ · J.T. Maurer⁴ · W. Pirsig¹⁰ · K. Rohde¹ · A. Sauter⁴ · M. Schedler¹¹ · R. Siegert⁹ · A. Steffen¹² · B.A. Stuck⁴ · ArGe Schlafmedizin der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie

¹ Abteilung für HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie, Asklepios-Klinik Harburg, Hamburg; ² -, Lichtenfels; ³ Klinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie, Ludwig-Maximilians-Universität München; ⁴ Universitäts-HNO-Klinik Mannheim; ⁵ Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen-, Ohrenkrankheiten, Kopf- und Halschirurgie, Universitätsklinikum Greifswald; ⁶ Kliniken St. Antonius, Wuppertal; ⁷ Abteilung Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Plastische Gesichts- und Halschirurgie, St.-Gertrauden-Krankenhaus Berlin; ⁸ HNO-Klinik und Poliklinik der Universität Regensburg; ⁹ Klinik für HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie, Prosper-Hospital, Recklinghausen; ¹⁰ -, Ulm; ¹¹ German-American Hospital Ramstein; ¹² Klinik für HNO-Heilkunde, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Lübeck

Leitlinie: Therapie der obstruktiven Schlafapnoe des Erwachsenen

1 Ziel und Hintergrund

Die Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e. V. (DG HNO KHC) hat zuletzt 2004 ihre wissenschaftliche Leitlinie zur Therapie der obstruktiven Schlafapnoe (OSA) des Erwachsenen [1] überarbeitet und veröffentlicht. Seither hat sich das Wissen um die Therapie der OSA weiter vermehrt, sodass es an der Zeit ist, die Empfehlungen zu aktualisieren.

In Deutschland existieren verschiedene Leitlinien unterschiedlicher Fachgesellschaften zum Thema schlafbezogene Atmungsstörungen. Die umfassendste dieser Leitlinien stellt die S2-Leitlinie „Der nicht-erholsame Schlaf“ [2] der Deutschen Gesellschaft für Schlaforschung und Schlafmedizin (DGSM) dar, welche auch durch Mitarbeit der DG HNO KHC entstanden ist. Den Empfehlungen und Ausführungen in dieser S2-Leitlinie „Der nicht-erholsame Schlaf“ der DGSM [2] bezüglich der Diagnostik schlafbezogener Atmungsstörungen schließt sich die ArGe Schlafmedizin der

DG HNO KHC in vollem Umfang an. Diese bestehende Leitlinie wird derzeit wieder unter Mitarbeit der DG HNO KHC aktualisiert.

Im Folgenden wird zur Therapie der obstruktiven Schlafapnoe (OSA) des Erwachsenen detaillierter und spezifischer aus Hals-Nasen-Ohren-ärztlicher Sicht Stellung bezogen. Die Leitlinie richtet sich in erster Linie an klinisch tätige Hals-Nasen-Ohren-Ärzte, die schlafmedizinisch tätig sind.

Auftraggeber dieser neu überarbeiteten Leitlinie ist die DG HNO KHC. Erstellt wurde diese Leitlinie von der Arbeitsgemeinschaft (ArGe) Schlafmedizin der DG HNO KHC 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 finanzielle Unterstützung bei der Erstellung der Leitlinie gab es nicht. Abhängigkeiten oder Interessenkonflikte mit genannten Medizinprodukten oder

deren Herstellern bestehen weder für die Arbeitsgemeinschaft Schlafmedizin noch für die DG HNO KHC als solche. Eine Liste finanzieller Verflechtungen einzelner Autoren mit Herstellern von genannten Medizinprodukten findet sich im Anhang (■ **Anlage A**). Die Leitlinie wurde mittels eines formalen Konsensusverfahrens nach den Richtlinien der Leitlinien-Kommission der AWMF im Sinne einer „S2e-Leitlinie“ erstellt [3].

Grundlage der nachstehenden Empfehlungen ist jeweils eine Literaturrecherche der zum jeweiligen Thema vorhandenen Literatur bis einschließlich Dezember 2008. Die gefundenen deutsch- und englischsprachigen Arbeiten wurden gemäß den Empfehlungen des Oxford Centre for Evidence-based Medicine (OCEBM; [4]), welche eine Weiterentwicklung der ursprünglichen, kanadischen EBM-Kriterien darstellen, bezüglich ihres wissenschaftlichen Wertes analysiert. Aus diesen Tabellen resultiert ein Grad der Empfehlung, wobei Grad A durch Studien mit höchster Evidenz und Grad D durch Studien mit geringster Evidenz abgesichert

Hier steht eine Anzeige.



Tab. 1 Evidenzgrade und Empfehlungsgrade gemäß Vorschlag der OCEBM vom 23.11.1999, hier ins Deutsche übersetzt. (Original s. <http://www.uni-duesseldorf.de/AWMF/II/017-069.htm>)

Empfehlungsgrad	Evidenzgrad	Therapie/Prävention, Ätiologie/Schädigung
A	1a	Systematische Übersichtsarbeit über (homogene) randomisierte kontrollierte Studien
	1b	Einzelne randomisierte kontrollierte Studie (mit engem Konfidenzintervall)
	1c	„Alle oder keiner“
B	2a	Systematische Übersichtsarbeit über (homogene) Kohortenstudien
	2b	Einzelne Kohortenstudie (einschließlich randomisierter kontrollierter Studien niedriger Qualität; z. B. <80% Nachbeobachtung)
	2c	„Ergebnisforschung“
	3a	Systematische Übersichtsarbeit über (homogene) Fall-Kontroll-Studien
	3b	Einzelne Fall-Kontroll-Studie
C	4	Fallserien (und Kohorten- sowie Fall-Kontroll-Studien schlechter Qualität)
D	5	Expertenmeinung ohne explizite kritische Würdigung oder auf der Basis der Physiologie, der Grundlagenforschung oder von Grundprinzipien

ist, wobei in begründeten Fällen von dieser Zuordnung abgewichen werden kann (■ **Tab. 1**).

1.1 Therapieformen

In der Vielzahl der heute verfügbaren Behandlungsformen für schlafbezogene Atmungsstörungen (SBAS) können konservative, apparative und chirurgische Verfahren unterschieden werden. Konservative und apparative Therapieverfahren sind im Gegensatz zu operativen Verfahren abhängig von der Compliance des Patienten und daher in ihrer klinischen Effektivität grundsätzlich entsprechend eingeschränkt. Operative Verfahren können in ihrer Wirksamkeit langzeitinstabil sein. Die Therapieformen können grundsätzlich im Sinne einer bimodalen oder multimodalen Therapie kombiniert werden.

2 Konservative Therapie

Konservative Methoden umfassen die Gewichtsreduktion, die Optimierung der Schlafhygiene, die Konditionierung in Bezug auf die Schlafposition und verschiedene medikamentöse Ansätze.

2.1 Gewichtsreduktion

Übergewicht gilt als Hauptrisikofaktor für SBAS [5]. Den meisten betroffenen Patienten gelingt es jedoch nicht, ihr Gewicht in ausreichendem Maße und dauerhaft zu reduzieren [6]. Aber auch in den Fällen, in denen zunächst durch alleinige Gewichtsreduktion eine Heilung gelingt, kann im 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, in 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 einer OSA führen [7].

Eine Gewichtsreduktion ist grundsätzlich wichtig und vereinfacht die Therapie der OSA, allerdings ist sie nur selten in der Lage, eine OSA ohne weitere Therapiemaßnahmen zu beseitigen (EBM-Empfehlungsgrad B).

Empfehlung. Bei adipösen oder übergewichtigen Patienten mit einer OSA wird eine Gewichtsreduktion als begleiten-

de Maßnahme grundsätzlich empfohlen (EBM-Empfehlungsgrad B).

2.2 Schlafhygiene

Die Einhaltung einer angemessenen 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.

Empfehlung. Trotz weitgehend fehlender Evidenz wird aus allgemeinen schlafmedizinischen Gesichtspunkten die Einhaltung einer angemessenen Schlafhygiene grundsätzlich empfohlen (EBM-Empfehlungsgrad C).

2.3 Rückenlageverhinderung

Bei der sog. lageabhängigen OSA treten die Atmungsereignisse ausschließlich oder überwiegend in Rückenlage auf. In Rückenlage fällt die Zunge infolge des im Schlaf abnehmenden Muskeltonus der Schwerkraft nach hinten. Bei Patienten mit entsprechenden anatomischen oder funktionellen Gegebenheiten verschließt die Zunge dabei den oberen Luftweg. Es wird als Minimalkriterium von allen Autoren gefordert, dass der Apnoe-Hypopnoe-Index (AHI) in Rückenlage bei der lageabhängigen OSA 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 eingenähter Ball oder eine Weste bzw. ein Rucksack eingesetzt. Rucksack und Weste konnten die Rückenlage sicher vermeiden, durch verbale Instruktion gelingt dies hingegen nur in 48% der Fälle. Im Mittel konnte der AHI durch Rucksack und Weste um 55% reduziert werden. Leider gibt es auch hierzu keine Langzeitergebnisse, allerdings kontrollierte Studien. Insgesamt liegen Daten von 83 Patienten vor [8, 9, 10, 11, 12, 13]. Die durchschnittliche Erfolgsquote in diesen Arbei-

ten liegt bei 68,7%, die Langzeit-Compliance scheint eingeschränkt. Nach 13,7±15,9 Monaten wird sie mit 27,6% angegeben [13]. In einer randomisierten Cross-over-Studie [8] wurde zwar ein signifikant besserer AHI unter CPAP als unter Verwendung eines Rucksacks gefunden, allerdings war die Schläfrigkeit und Leistungsfähigkeit am Tage mit beiden Behandlungen gleich gut.

Die Verhinderung der Rückenlage kann darüber hinaus in Einzelfällen auch genutzt werden, um das Ergebnis einer Beatmungstherapie oder einer operativen Maßnahme zu optimieren [14].

Empfehlung. Die Vermeidung der Rückenlage ist bei lageabhängiger Schlafapnoe sinnvoll, wenn die Atmung in Seitenlage regelrecht ist (EBM-Empfehlungsgrad B). Die Vermeidung der Rückenlage wird in diesen Fällen zur Optimierung einer Beatmungstherapie oder operativen Maßnahme empfohlen (EBM-Empfehlungsgrad B).

2.4 Medikamente

Ein neuerer Cochrane-Review zum Thema medikamentöse Therapie der OSA [15] kommt zum Ergebnis, dass sich aus den vorliegenden Daten keine Wirksamkeit für eine medikamentöse Therapie der OSA ableiten lässt (EBM-Empfehlungsgrad A).

Empfehlung. Eine Pharmakotherapie kann nicht empfohlen werden. (EBM-Empfehlungsgrad A).

3 Apparative Therapie

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

3.1 Nasale Beatmungstherapie

Die i. d. R. über eine Nasenmaske applizierte CPAP- (Continuous-positive-airway-pressure-)Beatmung nach Sullivan [16] scheint den gesamten oberen Luftweg pneumatisch vom Naseneingang bis

Zusammenfassung · Abstract

HNO 2009 · 57:1136–1156 DOI 10.1007/s00106-009-2013-1
© Springer Medizin Verlag 2009

T. Verse · R. Bodlaj · R. de la Chaux · A. Dreher · C. Heiser · M. Herzog · W. Hohenhorst · K. Hörmann · O. Kaschke · T. Kühnel · N. Mahl · J.T. Maurer · W. Pirsig · K. Rohde · A. Sauter · M. Schedler · R. Siegert · A. Steffen · B.A. Stuck · ArGe Schlafmedizin der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie

Leitlinie: Therapie der obstruktiven Schlafapnoe des Erwachsenen

Zusammenfassung

In der vorliegenden Leitlinie wird die konservative und operative Therapie der obstruktiven Schlafapnoe (OSA) des Erwachsenen aus Hals-Nasen-Ohren-ärztlicher Sicht dargestellt. Auftraggeber dieser neu überarbeiteten Leitlinie ist die DG HNO KHC, erarbeitet wurde sie von der Arbeitsgemeinschaft (ArGe) Schlafmedizin der DG HNO KHC. Die Leitlinie wurde mittels eines formalen Konsensusverfahrens nach den Richtlinien der Leitlinien-Kommission der AWMF im Sinne einer „S2e-Leitlinie“ erstellt. Grundlage der Empfehlungen ist eine Literaturrecherche der zum Thema vor-

handenen Literatur bis einschließlich Dezember 2008. Die Bewertung der gefundenen Arbeiten erfolgte gemäß den Empfehlungen des Oxford Centre for Evidence-based Medicine (OCEBM). Daraus resultiert ein Grad der Empfehlung. Grad A ist dabei durch Studien mit höchster Evidenz und Grad D durch Studien mit geringster Evidenz abgesichert.

Schlüsselwörter

Obstruktive Schlafapnoe · Leitlinie · Erwachsene · Konsensusverfahren · EBM-Empfehlung

Guideline: Treatment of obstructive sleep apnea in adults

Abstract

The current guideline discusses conservative and surgical therapy of obstructive sleep apnea (OSA) in adults from the perspective of the ear, nose and throat specialist. The revised guideline was commissioned by the German Society of Ear-Nose-Throat, Head-Neck Surgery (DG HNO KHC) and compiled by the DG HNO KHC's Working Group on Sleep Medicine. The guideline was based on a formal consensus procedure according to the guidelines set out by the German Association of Scientific Medical Societies (AWMF) in the form of a "S2e guideline". Research of the literature available on the subject up to

and including December 2008 forms the basis for the recommendations. Evaluation of the publications found was made according to the recommendations of the Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (OCEBM). This yielded a recommendation grade, whereby grade A represents highly evidence-based studies and grade D those with a low evidence base.

Keywords

Obstructive sleep apnea · Guideline · Adults · Consensus procedure · EBM recommendation

zur Trachea. Die Darstellung der Anpassung sowie der zahlreichen Modifikationen würde den Rahmen dieser Übersicht sprengen, weshalb auf die entsprechende Literatur verwiesen wird [17]. Die CPAP-Beatmung reduziert bzw. verbessert die Atmungsstörung, das Schnarchen, die Tagessymptomatik und das kardiovaskuläre Risiko. Zwei exzellente Studien (EBM 1b) belegen die Wirksamkeit der Methode [18, 19] ebenso wie ein systematischer Cochrane-Review [20].

Mit einer primären Erfolgsrate von 98% ist die CPAP-Therapie neben der Tracheotomie das erfolgreichste Verfahren in der Therapie der SBAS. Nur diese beiden Behandlungsmodalitäten erreichen auch bei extrem Übergewichtigen und sehr schwer betroffenen Schlafapnoikern höchste Erfolgsraten. Im Vergleich zur Tracheotomie ist die CPAP-Beatmung in Bezug auf die Lebensqualität deutlich überlegen. In Bezug auf Lebensqualität und Risiko für Verkehrsunfälle wurde kürzlich eine Kosteneffektivität der CPAP-Therapie bestätigt [21]. Stellvertretend für viele neue Erkenntnisse sei auf die Arbeit von Drager et al. [22] verwiesen, welche nach bereits 4 Monaten CPAP-Therapie im Vergleich zur Nulltherapie eine signifikante Veränderung der Intimadicke, der Pulswellengeschwindigkeit, des C-reaktiven Proteins und der Katecholamine im Serum nachweisen konnten. Ein neuer Review [23] belegt die Effektivität von CPAP im Vergleich zu Placebo auf die arterielle Hypertonie anhand von 572 Patienten aus 12 randomisierten Studien.

Leider liegen die Raten für eine Langzeitakzeptanz bei unter 70% [24], auch wenn die Kriterien für eine Akzeptanz mit nur 5 Nutzungstagen/Woche und 5 h Nutzung/Nacht als erfüllt gelten. Die durchschnittliche Nutzung liegt bei etwa 4 h/Nacht. Da die Patienten häufig nach der 1. Nachthälfte ohne CPAP weiterschlafen, liegt die CPAP-Nutzung bezogen auf die Schlafzeit durchschnittlich bei 60% [25]. Hinsichtlich der CPAP-Compliance gibt es einige Prädiktoren. Frauen haben stärkere Probleme, die CPAP-Therapie zu akzeptieren, als Männer. Ein Body-mass-Index (BMI) unter 30 kg/m², ein AHI unter 30/h, weniger schläfrige Patienten mit einem Wert in der Epworth Sleepiness Scale unter 15 von 24 möglichen Punkten

und höhere CPAP-Drücke verschlechtern die CPAP-Compliance [26]. Grundsätzlich sinkt die Bereitschaft zur Beatmungstherapie auch mit sinkendem Lebensalter und mit abnehmendem subjektivem Therapieerfolg [27]. Folglich lehnen viele Patienten 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 Therapie zugeführt werden [28].

Empfehlung. Die CPAP-Beatmung ist die Standardbehandlung in der Therapie der mittel- bis schwergradigen OSA (EBM-Empfehlungsgrad A).

Bei leichtgradiger OSA stehen bei entsprechender Anatomie und bei fehlenden kardiovaskulären Begleiterkrankungen insbesondere aufgrund einer eingeschränkten Compliance mit den Unterkieferprotrusionsschienen und mit operativen Verfahren andere Therapieverfahren als primäre Alternative zur CPAP-Therapie zur Verfügung (EBM-Empfehlungsgrad B).

Die Therapieakzeptanz und -treue der CPAP-Therapie muss regelmäßig überprüft werden, um Therapieversager und eine mangelnde Compliance zu erkennen, und um diese einer alternativen Behandlung zuführen zu können (EBM-Empfehlungsgrad B).

3.2 Orale Hilfsmittel

Unter den oralen Hilfsmitteln haben sich die Unterkieferprotrusionsschienen weitgehend durchsetzen können. Für die leichte bis mittelschwere OSA werden bei entsprechend selektioniertem Patientengut Erfolgsraten von 50–70% berichtet (neue Übersicht bei [29]). Positive Prädiktoren für einen Behandlungserfolg sind in diesem Sinne eine rückenlagebetonte OSA, ein guter Unterkiefervorschub und eine Obstruktion auf Zungengrundniveau (passende Anatomie). Die Akzeptanz der Unterkieferprotrusionsschienen wird zwischen 40 und 80% angegeben [30]. Wichtigste Nebenwirkungen bei bis zu 80% der Patienten sind Hypersalivation, Xerostomie, Schmerzen im Kiefergelenk, dentale Beschwerden, Druckstellen an den oralen

Schleimhäuten und permanente Zahnfehlstellungen mit Malokklusion [31]. Ein systematischer Cochrane-Review empfiehlt die Unterkieferprotrusionsschienen zur Behandlung der leichten und mittelschweren OSA [32]. Des Weiteren sei an dieser Stelle auf das Positionspapier der Deutschen Gesellschaft Zahnärztliche Schlafmedizin (DGZS) verwiesen [33].

Empfehlung. Unterkieferprotrusionsschienen sind bei passender Anatomie zur Behandlung der leichten und mittelschweren OSA geeignet (EBM-Empfehlungsgrad B).

3.3 Nasale Hilfsmittel

Nasale Hilfsmittel können in interne und externe Dilatoren 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 [34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43]. Der durchschnittliche AHI betrug ohne nasales Hilfsmittel 30,5 und mit 29,7.

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

3.4 Elektrostimulation

Die Elektrostimulation des Mundbodens wird derzeit für die Anwendung über Oberflächen Elektroden am Kinn bzw. am Mundboden kommerziell angeboten. Erste Ergebnisse belegen eine Wirksamkeit in der Behandlung des primären Schnarchens, nicht aber der OSA [44, 45]. Langzeitergebnisse fehlen.

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

4 Operative Therapie

Unterschieden wird im Folgenden zwischen invasiven und minimalinvasiven

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 interstitielle Radiofrequenztherapie (RFT) von Nasenmuschel, Weichgaumen, Gaumenmandeln und Zungengrund sowie die Weichgaumenimplantate. Nur mit Einschränkung erfüllen ablative Operationsverfahren am Weichgaumen, wie etwa die laserassistierte Weichgaumenchirurgie, die Radiofrequenz-Uvulopalatoplastik und die Uvulakappung diese Bedingungen, da diese Verfahren einen nennenswerten postoperativen Wundschmerz verursachen.

Des Weiteren wird zwischen primärer, sekundärer und adjuvanter Indikation für eine Operation unterschieden. Eine Operation als Therapie der 1. Wahl wird zumindest als gleichwertig im Vergleich zu konservativen und apparativen Verfahren angesehen, eine Therapie der 2. Wahl sollte erst nach erfolgloser konservativer/apparativer Behandlung indiziert werden, und eine adjuvante Operation unterstützt eine andersartige primäre Therapie.

Im Folgenden werden die einzelnen Operationsverfahren besprochen. Operativer Erfolg wird dabei entsprechend den Vorschlägen von Sher et al. [46] als Reduktion des AHI um mindestens die Hälfte *und* unter einen Wert von 20 definiert (oder analog, falls nur der Apnoe-Index (AI) angegeben ist: $AI < 10$ *und* AI -Reduktion $> 50\%$).

Grundsätzlich gilt für alle im Folgenden besprochenen Operationsverfahren zur Behandlung der OSA, dass der operative Erfolg in Bezug auf den AHI mit steigendem BMI und mit steigendem Ausgangs-AHI nachlässt. Darüber hinaus ist bei jeder Operationsindikation der Allgemeinzustand des Patienten zu berücksichtigen. Insbesondere kardiovaskuläre Begleiterkrankungen sprechen für die Durchführung einer apparativen Therapie und gegen einen primär chirurgischen Therapieansatz.

Letztlich soll betont werden, dass die im Folgenden besprochenen operativen Eingriffe in individuellen Fällen auch mit nichtoperativen Therapiemaßnahmen, wie z. B. einer Unterkieferprotrusionsschiene, der Gewichtsreduktion, einer Rückenlageverhinderungsweste u. a., kombiniert werden können, um den Therapieeffekt zu optimieren.

4.1 Nase

In der Literatur finden sich polysomnographische Daten von insgesamt 344 Patienten. Mit einer Ausnahme [47] bestehen diese sämtlich aus unkontrollierten Fallserien (EBM 4), bei denen ausschließlich eine rhinochirurgische Maßnahme (Nasenseptumplastik, Nasenmuschelplastik, Septorhinoplastik und Nasennebenhöhlenoperation; Mehrfachnennung möglich) ohne weitere Chirurgie im oberen Luftweg durchgeführt wurde [47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63]. Es handelt sich überwiegend um Kurzzeitdaten. Der durchschnittliche AHI sinkt von präoperativ 32,5 auf postoperativ 31,4. Eine isolierte Nasenoperation ist für sich allein schwerlich in der Lage, eine OSA effektiv zu behandeln.

Nasenoperationen können indiziert sein, um eine Beatmungstherapie zu optimieren bzw. überhaupt möglich zu machen [52]. So werden niedrigere effektive CPAP-Drücke nach operativer Verbesserung der Nasenluftpassage beschrieben [56, 61, 64, 65, 66, 67].

Empfehlung. Bei Nasenatmungsbehinderung und entsprechendem pathologisch-anatomischem Korrelat empfiehlt sich eine Nasenoperation (EBM-Empfehlungsgrad B). Eine isolierte Nasenoperation führt allerdings i. d. R. nicht zu einer ausreichenden Absenkung des AHI. Allerdings kann eine Nasenoperation in einer Verbesserung der CPAP-Therapie und einer Reduktion des erforderlichen Therapiedrucks resultieren (EBM-Empfehlungsgrad C).

4.2 Nasopharynx

Bei Erwachsenen kommt eine komplette Verlegung des Nasopharynx selten vor. Donnelly et al. [68] beschrieben zuletzt ei-

nen 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.

Empfehlung. Bezüglich der Chirurgie im Nasopharynx bei Erwachsenen kann an dieser Stelle mangels Daten keine Empfehlung ausgesprochen werden.

Im Sinne einer Expertenmeinung wird jedoch die endoskopische Erfassung pathologischer Veränderungen im Nasenrachen im Rahmen einer schlafmedizinischen Diagnostik empfohlen (EBM-Empfehlungsgrad D).

4.3 Tonsillen

In letzter Zeit haben die Tonsillotomie und verschiedene interstitielle Verfahren zur Gewebereduktion an Bedeutung in der Tonsillenchirurgie gewonnen. Da die interstitielle Gewebereduktion mit Radiofrequenzenergie einen anderen Therapieansatz darstellt, wird sie im folgenden Kapitel eigenständig abgehandelt.

4.3.1 Tonsillektomie und Tonsillotomie

Eine substanziale Tonsillenhypertrophie wird im Erwachsenenalter entweder über einen intertonsillären Restspalt bei Mundöffnung unter 5 mm [69] oder nach dem Friedman-Score [70] über das Maß der Obstruktion des oropharyngealen Isthmus definiert (Grad 3: 50–75% Obstruktion, Grad 4: 75–100% Obstruktion). Eine solche substanziale Tonsillenhypertrophie ist im Erwachsenenalter seltener als bei Kindern. Trotzdem finden sich 95 polysomnographische Datensätze aus Fallserien (EBM 4) zur Tonsillektomie in der Literatur [48, 51, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77]. Der durchschnittliche AHI sinkt hierbei nach Tonsillektomie von präoperativ 49,5 auf postoperativ 7,8. Dieser Unterschied ist statistisch hoch signifikant ($p < 0,0001$). Nach den Erfolgskriterien von Sher [46] ergibt sich in diesem selektierten Patientenkollektiv eine chirurgische Erfolgsrate von 80,0%. Besonders an diesen Daten ist die Tatsache, dass der Therapieerfolg bei substanzialer Tonsillenhypertrophie un-

abhängig vom BMI (bis maximal 46,9 kg/m²) und vom Ausgangs-AHI (bis maximal 100) beschrieben wurde.

Die Tonsillektomie ist zur Behandlung der OSA bei hyperplastischen Tonsillen im Erwachsenenalter daher fast so erfolgreich wie im Kindesalter.

Empfehlung. Bei nicht tonsillektomierten Patienten, bei denen eine chirurgische Behandlung der OSA erfolgen soll, ist die Tonsillektomie indiziert (EBM-Empfehlungsgrad C).

Bei einer substanzialen Tonsillenhypertrophie kann die alleinige Tonsillektomie dem Patienten unabhängig vom AHI und BMI empfohlen werden, da in der Mehrzahl der Fälle eine Beseitigung, zumindest jedoch eine klinisch relevante Besserung der OSA erzielt werden kann (Empfehlungsgrad C). Das patientenspezifische Operationsrisiko muss berücksichtigt werden.

Für die Tonsillotomie im Erwachsenenalter gibt es noch keine Daten. Allerdings gehen die Autoren von einer ähnlichen Wirksamkeit wie bei der Tonsillektomie 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 [78].

Empfehlung. Eine vorsichtige Anwendungsempfehlung für die Tonsillotomie im Erwachsenenalter kann ausgesprochen werden (Empfehlungsgrad D). Es sollte dabei auf eine möglichst große Volumenreduktion der Tonsillen hingearbeitet werden.

4.3.2 Interstitielle RFT der Tonsillen

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. Im Rahmen der chirurgischen Behandlung von SBAS wird diese Technik an den Nasenmuscheln, am Weichgaumen, an den Tonsillen und am Zungengrund eingesetzt.

Die durchschnittliche Volumenreduktion der Tonsillen wird zwischen 40% [79] und 75% [80] 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 [81]. Zur Effektivität der RFT der Tonsillen bei OSA gibt es nur Veröffentlichungen, die Ergebnisse bei Kindern beschreiben [80, 82, 83]. Daten für Erwachsene fehlen bisher.

Empfehlung. Bezüglich der interstitiellen Radiofrequenztherapie der Tonsillen bei Erwachsenen kann an dieser Stelle mangels Daten keine sichere Empfehlung ausgesprochen werden.

4.4 Weicher Gaumen

4.4.1 Uvulopalato-pharyngoplastik (UPPP)

Die klassische Weichgaumenoperation wird seit 1981 zur Therapie der OSA meist in Kombination mit einer Tonsillektomie eingesetzt. Zu Anfang wurde die UPPP von einigen Chirurgen zu radikal durchgeführt. Es kam zu bleibenden Funktionsstörungen, sodass diese Operationsmethode in Verruf geraten ist. Radikale Chirurgie zerstört die Funktion des Weichgaumens (Schluckakt, Phonation, Würgen, Spielen von Blasinstrumenten, Pfeifen, Husten) nachhaltig. Solche Komplikationen können mit einer muskelchonenden Operationstechnik zuverlässig vermieden werden [84, 85]. Das Prinzip besteht in der Entfernung überschüssiger Schleimhaut im Bereich des Weichgaumens und der Uvula, ohne die Muskulatur, insbesondere die Muskulatur des vorderen Gaumenbogens, zu schädigen. Weiterhin soll die Funktion des Weichgaumens erhalten bleiben. Da der Resonanzraum durch die UPPP verändert wird, sollte diese Operationsform daher bei professionellen Sängern und Spielern von Blasinstrumenten besonders zurückhaltend indiziert werden.

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 zusätzlich zur kurzfristigen Therapiekontrolle eine postoperative Kontrolle im Schlaflabor nach 1–3 Jahren erforderlich.

Für die Kurzzeitergebnisse liegt ein Evidenzniveau 2a vor, dank eines systematischen Reviews [46]. Im nichtselektierten 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. Positive Prädiktoren für einen Therapieerfolg im Sinne der hier angesprochenen Selektion sind hyperplastische Tonsillen, Schleimhautüberschuss an Weichgaumen und Uvula, eine Längsfältelung der Schleimhaut an der Rachenhinterwand und die Beobachtung einer Weichgaumenobstruktion in der Schlafendoskopie.

Daten über Kurzzeitergebnisse (Follow-up 3–12 Monate) und Langzeitergebnisse (Follow-up 3–10 Jahre) im identischen Patientengut finden sich in 6 Studien [86, 87, 88, 89, 90, 91]. Diese belegen, dass der Effekt der UPPP auf den Schweregrad der OSA mit den Jahren nachlassen kann. Die Langzeiterfolgsrate wird gemäß den Erfolgskriterien nach Sher et al. [46] mit 47,6% angegeben. Im Kurzzeit-Follow-up lag der Wert noch bei 60,5%. 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, konnte keine erhöhte Mortalität nachgewiesen werden [92]. Diese Daten belegen einen positiven Effekt der UPPP auf die Mortalität bei Schlafapnoikern. Keenan et al. [93] beobachteten ihre Schlafapnoepatienten über einen Zeitraum von 6 Jahren nach. Die ei-

Tab. 2 Modifikationen der klassischen UPPP

Autor	n	Technik	Zusätzliche Eingriffe	Follow-up (Monate)	AHI prä-operativ	AHI post-operativ	Erfolg (%)	ESS prä-operativ	ESS post-operativ	EBM
Hörmann et al. 2001 [97]	30	Flap	Keine	1,5	19,2	8,2	46,7	5,5	3	4
Neruntarat 2003 [98]	31	Flap	GA HS	8	48,2	14,5	73,7	14,9	8,2	4
Neruntarat 2003 [99]	32	Flap	HS	8,1	44,5	15,2	78	14,1	8,2	4
Neruntarat 2003 [100]	49	Flap	GA HS	39,4	47,9	18,6	65,2	15,9	6,2	4
Li et al. 2003 [101]	33	EUPF	Keine	6	41,6	12,5	81,8	k. A.	k. A.	4
Cahali 2003 [102]	10	Lat. PP	Keine	6	41,6	15,5	53,3	14	4	4
Friedman et al. 2004 [103]	25	ZPP	RFTTB	6	41,8	20,9	68	12,5	8,3	2b
Cahali et al. 2004 [104]	15	lat. PP	Nasen-Op.	7,9	41,6	15,5	53,3	14	4	2b
Li et al. 2004 [105]	105	EUPF	Keine	12	43,8	15	80	k. A.	k. A.	4
Li et al. 2004 [106]	55	EUPF	Keine	6	43,6	21,1	82	11,8	7,5	4
Li et al. 2004 [107]	84	EUPF	Keine	6	46,5	14,6	k. A.	11	7,2	4
Li et al. 2004 [108]	12	EUPF	MLG	6	53,5	30,4	41,7	k. A.	k. A.	3b
Li et al. [109]	50	EUPF	Keine	6	44,5	13,4	84	k. A.	k. A.	4
Hsieh et al. 2005 [110]	6	EUPF	MLG	6	50,7	11,6	k. A.	k. A.	k. A.	4
Lin et al. 2006 [111]	55	EUPF	Keine	6	43,6	12,1	k. A.	11,8	7,3	3b
Baisch et al. 2006 [112]	83	Flap	RFTTB, HS	1	36,4	19,4	59,7	9,7	6,4	4
Verse et al. 2006 [113]	45	Flap	RFTTB, HS	4,3	38,9	20,7	51,1	9,4	7,2	3b
Verse et al. 2006 [113]	15	Flap	RFTTB	5,9	27,8	22,9	40	9,1	4,1	3b
Pang u. Woodson 2007 [114]	23	ESP	Keine	6,5	44,2	12	82,6	k. A.	k. A.	2b
Huang u. Cheng 2008 [115]	50	MEUP	Keine	6	37,9	6,1	80	9,8	5,2	4
Gesamt	808			8,24	41,92	15,61	70,10	11,55	6,68	B

AHI Apnoe-Hypopnoe-Index; ESS Epworth Sleepiness Scale; EBM „evidence based medicine“, evidenzbasierte Medizin; Flap uvulopalatolateraler Flap; EUPF „extended uvulopalatal flap“; lat. PP „lateral pharyngoplasty“; ZPP „Z-palatoplasty“; ESP „expansion sphincter palatoplasty“; MEUP „microdebrider-assisted extended uvulopalatoplasty“; GA Genioglossus-Advancement; HS Hyoidsuspension; RFT Radiofrequenztherapie; TB „tongue base“, Zungengrund; MLG „midline laser glossectomy“; k.A. keine Angabe.

ne Gruppe erhielt eine CPAP-Beatmung, die andere eine UPPP. Es ergab sich kein Unterschied bezüglich der Langzeitüberlebensrate zwischen beiden Gruppen.

Die UPPP ist die bislang einzige Operation bei OSA, für die eine Reduktion des Unfallsrisikos [94, 95] und eine Normalisierung der erhöhten CRP-Werte im Serum [96] nachgewiesen wurde.

Empfehlung. Die UPPP mit Tonsillektomie wird bei entsprechendem pathoanatomischem Befund zur Therapie der OSA empfohlen (EBM-Empfehlungsgrad B).

4.4.2 Modifikationen der UPPP

In den letzten Jahren wurden zunehmend Modifikationen der klassischen UPPP publiziert, die entweder sog. uvulopalatolaterale Flaps genannt werden oder aber die laterale Pharynxwand in die Operation mit einbeziehen. Diese Techniken zeigen z. T. deutlich bessere Kurzzeitergebnisse als die konventionelle UPPP, allerdings ist die vorhandene Datenlage i. d. R. auf den Erstbeschreiber der Methode limitiert, und teilweise sind die Ergebnisse

durch die zusätzliche Durchführung weiterer Operationstechniken innerhalb derselben Operation schwer zu beurteilen. Die nachfolgende Tabelle stellt die vorhandenen Daten zusammen (■ Tab. 2).

Empfehlung. Die vorhandenen Daten zu neuen Modifikationen der UPPP legen eine verbesserte Wirksamkeit im Vergleich zur klassischen UPPP nahe, sind aber so limitiert, dass noch keine abschließende Empfehlung möglich ist (EBM-Empfehlungsgrad C).

4.4.3 Schleimhautresezierende Verfahren ohne plastische Nähte (z. B. laserassistierte UPP)

Eine wesentliche Modifikation der konventionellen UPPP stellen resezierende Techniken am Weichgaumen ohne plastische Nähte dar. Diese können mit dem Laser, der Elektrochirurgie, dem Mikrodebrider (Shaver) oder anderen technischen Hilfsmitteln ausgeführt werden. Je nach Operationsschema gibt es einzeitige und mehrzeitige Techniken, die i. d. R. ambulant und in örtlicher Betäu-

bung durchgeführt werden. Die meisten wissenschaftlichen Daten gibt es für die sog. laserassistierte Uvulopalatoplastik (LAUP), weshalb diese stellvertretend für andere vergleichbare Techniken im Folgenden dargestellt wird.

Heute lassen sich 13 Studien (4 davon randomisiert) identifizieren, die Erfolgskriterien nach Sher [46] verwenden [116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128]. Dabei wurde jeweils nur die neueste Arbeit jeder Arbeitsgruppe aufgenommen, um zu verhindern, dass einzelne Individuen mehrfach in die Auswertung eingehen. Insgesamt finden sich polysomnographische Daten von 392 Patienten. Die durchschnittliche Erfolgsquote liegt bei 31,2%. Im Vergleich zur UPPP liegt sie damit um knapp 20% niedriger. Grund hierfür ist, dass der Verzicht auf plastische Nähte eine unkontrollierte Narbenbildung im Weichgaumen mit konsekutiver Verengung der velopharyngealen Klappe und damit eine Verschärfung der Obstruktion bedingen kann. Bei längerer Nachbeobachtung (>8 Monate) sinkt die Erfolgsquote auf unter 20%. Diese Da-

ten bestätigen die Ergebnisse der Arbeitsgruppe um Finkelstein [123, 125], nach denen die Wirksamkeit der laserassistierten Chirurgie am Weichgaumen bei OSA mit der Zeit abnimmt. Kontrollierte Studien [124, 125, 126, 127] implizieren, dass die Laserchirurgie möglicherweise mehr bewirkt als eine Nulltherapie, dass sie aber weniger effektiv ist als die konventionelle UPPP.

Die hier zusammengefassten Daten unterstützen die Einschätzung der American Academy of Sleep Medicine [129], nach der die Laserchirurgie am Weichgaumen und vergleichbare Techniken, die andere Hilfsmittel für die Resektion verwenden, keine geeignete Therapie der OSA darstellt, mehr noch, sie wird als kontraindiziert angesehen.

Empfehlung. Diese schleimhautresezierenden Verfahren am Weichgaumen ohne plastische Nähte (z. B. LAUP) sind bei der Behandlung der OSA kontraindiziert (EBM-Empfehlungsgrad B).

4.4.4 Interstitielle RFT des Weichgaumens

Die heute etablierten Radiofrequenzsysteme kommen am Weichgaumen i. d. R. mit 3–6 (maximal 12) Applikationen pro Therapiesitzung aus. Bis zu 4 Therapiesitzungen sind notwendig, um den maximalen Effekt zu erzielen. Operiert wird üblicherweise ambulant und in Lokalanästhesie.

Derzeit gibt es nur 3 Arbeiten (eine davon randomisiert und kontrolliert; EBM 2b), die sich mit der Wirksamkeit der isolierten RFT am Weichgaumen bei OSA beschäftigen [130, 131, 132]. Diese ergeben erste Hinweise auf eine Wirksamkeit bei der leichten und weniger bei der mittelschweren Schlafapnoe. Die Datenlage für die interstitielle RFT des Weichgaumens bei OSA muss als vorläufig bezeichnet werden. Erste Trends lassen eine Wirksamkeit bei leichter OSA vermuten.

Empfehlung. Die Methode kann derzeit nur mit Einschränkungen und nur für die leichte OSA empfohlen werden (EBM-Empfehlungsgrad B).

4.4.5 Weichgaumenimplantate

Ein weiteres minimalinvasives Verfahren stellt die Implantation von zylindrischen

Stiften aus Polyethylenterephthalat in den Weichgaumen dar [133]. Insgesamt 3 stäbchenförmige Implantate werden in den Weichgaumen eingebracht. Durch diese Implantate und die induzierte Vernarbung wird der Weichgaumen versteift. Dies soll die Atemwegobstruktion reduzieren bzw. beseitigen. Es handelt sich 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 inzwischen 8 Studien [134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141] mit insgesamt 248 Patientendatensätzen. Alle Studien beinhalten Patienten mit einem BMI $<32 \text{ kg/m}^2$ und einem AHI (meist) <30 , die keine anatomischen Auffälligkeiten aufwiesen oder bereits eine UPPP erhalten hatten [134]. Der durchschnittliche AHI reduzierte sich von präoperativ 17,2 auf postoperativ 14,9 bei einer chirurgischen Erfolgsrate von 28,4% nach Sher [46]. Die beiden randomisierten und kontrollierten Studien [140, 141] zeigen, dass die Weichgaumenimplantate gegenüber der Placebooperation überlegen sind, allerdings ist der Effekt auf den AHI moderat.

Empfehlung. Die Weichgaumenimplantate können ob ihres minimalinvasiven Charakters bei leichter OSA ohne anatomische Auffälligkeiten empfohlen werden (EBM-Empfehlungsgrad A).

4.4.6 Andere Verfahren

Uvulakappung. Die schlichte Kappung der Uvula kann nicht als adäquate Methode zur Behandlung der OSA angesehen werden. Wie bereits ausgeführt, gibt es keine Rechtfertigung für Muskelresektionen am Weichgaumen. Mortimore und Kollegen [142] 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.

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

„Cautery-assisted palatal stiffening operation“ (CAPSO). Die orale Mukosa des Weichgaumens lässt sich z. B. mit einer elektrischen, monopolaren Nadel abtragen. In der Folge kommt es zu einer narbigen Versteifung des weichen Gaumens. Diese Technik wird „cautery-assisted palatal stiffening operation“ genannt. Mair u. Day [143] entfernen damit einen 2 cm breiten Mukosastreifen in der Mittellinie des Weichgaumens in Lokalanästhesie. Die palatale Muskulatur bleibt intakt. Die Versteifung entwickelt sich innerhalb von 2–3 Wochen durch Vernarbung. Zwei Fallserien (EBM 4) mit insgesamt 33 Patienten untersuchten bisher die Technik bei OSA [144, 145]. Der AHI sank von präoperativ 22,0 auf postoperativ 13,8, die chirurgische Erfolgsrate nach Sher et al. [46] bei 48,5%.

Empfehlung. Bei nur 2 Fallserien mit nur 33 Patienten gibt es bislang keine ausreichende Evidenz (EBM-Empfehlungsgrad C), um diese Methode für die Indikation OSA zu empfehlen.

„Injection snoreplasty“. Das Operationsprinzip besteht in der Injektion sklerosierender Agenzien in den Weichgaumen. In der Folge entsteht eine Vernarbung mit konsekutiver Versteifung des Gaumensegels [146]. Polysomnographische Ergebnisse zur Anwendung bei OSA liegen nicht vor.

Empfehlung. Das Verfahren wird derzeit für die Anwendung bei OSA nicht empfohlen (EBM-Empfehlungsgrad D).

„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 vorn verlagert wird. Hierfür wird die Hinterkante des harten Gaumens teilreseziert. Operiert wird in Vollnarkose. Insgesamt wurden die Ergebnisse von 12 Patienten nach isolierter TAP vorgestellt (Fallserien, EBM 4). Die Erfolgsrate nach Sher wird mit 66,6% bzw 50% angegeben [147, 148]. Die neueste Arbeit [149] vergleicht die klassische UPPP (n=30) mit der TAP (n=44). Bei vergleichbarem Ausgangskol-

Hier steht eine Anzeige.



ektiv zeigte sich die TAP der UPPP überlegen (EBM 3b).

Die TAP ist wegen ihrer Invasivität nur eine Behandlungsoption für Patienten, bei denen eine Enge in posteroanteriorer Ausdehnung auf Höhe des Hartgaumens besteht. Woodson selbst empfiehlt diese Technik auch nur für die höhergradige OSA. Es ist nicht bekannt, ob sich bei einer evtl. postoperativ noch erforderlichen CPAP-Beatmung Probleme wegen einer insuffizienten oropharyngealen Abdichtung ergeben.

Empfehlung. Die TAP scheint wirksam bei Schlafapnoikern mit entsprechender Pathologie (EBM-Empfehlungsgrad C). Aufgrund der wenigen vorhandenen Daten sollte die Indikation aber noch zurückhaltend gestellt werden.

4.5 Zungengrund und Hypopharynx

4.5.1 RFT des Zungengrunds

Die RFT des Zungengrunds lässt sich gut in Lokalanästhesie mit Sedierung durchführen [150]. Mit den entsprechenden Nadelelektroden werden pro Therapie-sitzung je nach Größe des Zungengrunds und des verwendeten Systems zwischen 4 und 16 Läsionen erzeugt. Mehrere Therapiesitzungen sind erforderlich. Die RFT des Zungengrunds erfüllt die Kriterien der minimalen Invasivität.

Heute liegen Daten aus 6 Veröffentlichungen [151, 152, 153, 154, 155, 156] vor, eine davon randomisiert (EBM 2b).

Im Durchschnitt ergibt sich für insgesamt 117 Patienten (ohne die Arbeit von Li et al. [154], da identische Patienten wie bei Powell et al. [151]) unter Verwendung von Sher-Kriterien eine operative Kurzzeiterfolgsrate von 33,2% bei durchschnittlich mittelschwerer OSA.

Die Daten deuten auf eine Wirksamkeit der RFT des Zungengrunds bei der leichten bis mittelschweren Schlafapnoe hin. Die Morbidität und Komplikationsrate ist als gering einzustufen. Trotz der geringen Anzahl der publizierten Studien erscheint die Anwendung allein oder in Kombination mit weiteren Verfahren in den Fällen gerechtfertigt, in denen eine retrolinguale Obstruktion vermutet werden kann und keine allge-

meinen oder speziellen Kontraindikationen vorliegen. 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.

Empfehlung. Die Methode wird als Monotherapie nur zur Behandlung der leichten und mittelgradigen OSA empfohlen (EBM-Empfehlungsgrad B).

4.5.2 Hyoidsuspension, Hyoidthyreopexie

Ziel der Hyoidsuspension ist die Vorverlagerung des Zungenbeins mit der daran befestigten Zungenmuskulatur. Somit soll der obere Atemweg auf Zungengrundebene erweitert und stabilisiert werden. Bereits Anfang der 1980er-Jahre konnte eine Erweiterung des oberen Luftwegs nach Hyoidsuspension zunächst im Tiermodell [157] und später am Menschen [158] 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 [159]. Operiert wird i. d. R. in Vollnarkose [160], obwohl die Hyoidsuspension als isolierter Eingriff auch in Lokalanästhesie durchgeführt werden kann [99].

Es gibt nur wenige Daten über eine isolierte Anwendung, da die Hyoidsuspension fast immer im Rahmen verschiedener Multi-Level-Konzepte durchgeführt wird.

Lediglich 3 Arbeiten [159, 161, 162] stellten bisher Ergebnisse nach isolierter Hyoidsuspension an insgesamt 60 Patienten vor (alle Studien EBM 4). Die Erfolgsrate nach Sher-Kriterien kann aus diesen Daten mit 49,5% errechnet werden. Darüber hinaus gibt es Berichte, nach denen sich die Hyoidsuspension im Rahmen verschiedener Multi-Level-Konzepte als effektiver Bestandteil erwiesen hat [112, 113].

Empfehlung. Die Methode ist als isolierte Maßnahme bei OSA mit vermuteter Obstruktion im Zungengrundbereich indiziert (EBM-Empfehlungsgrad C). Überwiegend wird sie in Kombination mit anderen Eingriffen sekundär nach erfolgloser oder abgebrochener Beatmungstherapie eingesetzt (s. Kap. 4.7).

4.5.3 Andere Verfahren

Teilresektionen des Zungengrunds.

Schon lange gibt es mehrere operative Ansätze zur Volumenreduktion der Zunge durch offene Resektionen. Sofern Muskelresektionen am Zungenmuskel vorgenommen werden, ist je nach Operationstechnik eine passagere Tracheotomie zur Sicherung des oberen Luftwegs notwendig. Ein weiteres Problem stellen schmerzhafte Schluckstörungen dar, die 3 Wochen und mehr anhalten können. 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. Deutlich weniger invasiv ist die isolierte Abtragung der Zungengrundtonsille ohne Verletzung des Muskelkörpers der Zunge.

Operiert wird in Vollnarkose. In der Regel wird ein transoraler Zugang verwendet, aber auch ein transcollares Vorgehen wurde publiziert [163]. Insgesamt gibt es 9 Studien mit insgesamt 158 Patienten [163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171]. Für alle 158 Patienten ließ sich der AHI von präoperativ 49,4 auf postoperativ 24,5 senken. Die Erfolgsrate nach Sher errechnet sich mit 53,8% (25–80%). Eingeschränkt wird die Aussagekraft dieser Zahlen jedoch durch die Tatsache, dass die Operationstechniken sehr unterschiedlich waren und dass 4 Studien zusätzlich eine UPPP in gleicher Sitzung vorgenommen haben. Nur eine Studie ist kontrolliert (EBM 3b), indem sie die Ergebnisse von je 48 Patienten nach Abtragung der Zungengrundtonsille und nach RFT des Zungengrunds vergleicht [171]. Dabei zeigte sich die Abtragung der Zungengrundtonsille in Bezug auf die Effektivität der RFT überlegen, brachte aber mehr Morbidität und Komplikationen mit sich.

Empfehlung. Resektionen am Zungenrund sind wirksam in der Behandlung der OSA (EBM-Empfehlungsgrad B). Die Resektionen am Zungenmuskel sollten ob deren Invasivität nur in Ausnahmefällen und nur sekundär nach erfolgloser oder abgebrochener Beatmungstherapie eingesetzt werden (EBM-Empfehlungsgrad C).

Die isolierten Resektionen der Zungenrundtonsille sind deutlich weniger invasiv und können daher großzügiger indiziert werden.

Zungenligatur. Bereits 1992 wurde eine sog. Glossopexie vorgeschlagen, bei der der Zungenrund durch eine Gewebeschlinge aus autologer Fascia lata am Kinn fixiert wurde [172], um das „Nach-hinten-Fallen“ der Zunge im Schlaf zu verhindern. Diese Technik konnte sich ob der aufwendigen Präparation und der Notwendigkeit der Gewinnung von Fascia lata nicht durchsetzen. Erst mit der Einführung des Repose® Systems (Influ-ENT, USA) hat die Methode wieder Verbreitung gefunden [173]. Es handelt sich hierbei um einen chirurgischen Instrumentensatz, welcher u. a. nichtresorbierbares, monophiles Nahtmaterial enthält, das durch den Zungenrund geführt wird und diesen mittels einer Schraube an der inneren Kortikalis der Mandibula in der Mittellinie aufhängt. Im Gegensatz zur RFT des Zungenrunds handelt es sich beim Repose®-System um einen Eingriff in Vollnarkose, weshalb die Technik nicht als minimalinvasiv anzusehen ist.

Es finden sich Studiendaten zur Anwendung bei OSA von 37 Patienten in 3 Veröffentlichungen ([173, 174, 175]; alle EBM 4). Die angegebenen Durchschnittswerte für den prä- und postoperativen AHI (33,6 vs. 19,8) sowie für die chirurgische Erfolgsrate nach Sher (28,6%) ähneln denen nach isolierter RFT am Zungenrund. Beide Techniken werden bei gleicher Indikation, nämlich klinisch evidenter Obstruktion auf Zungenrundniveau, eingesetzt, und beide Techniken scheinen bezüglich ihrer Effektivität vergleichbar.

Nachteilig am Repose®-System ist die Notwendigkeit einer Vollnarkose zum Einbringen des Systems und die Tatsache, dass sich der Faden mit der Zeit durch den Zungenmuskel arbeiten kann und

die Wirkung damit nachlässt. Daher sind derzeit neue Systeme der Zungenligatur in der Erprobung.

Empfehlung. Die Methode kann zur Behandlung der leichten bis schweren OSA eingesetzt werden (EBM-Empfehlungsgrad C).

4.6 Kieferchirurgische Verfahren

4.6.1 Genioglossus-Advancement (GG-A)

Die inferiore, sagittale Osteotomie der Mandibula mit Vorverlagerung des M. genioglossus wurde erstmals 1986 von der Arbeitsgruppe aus Stanford als Behandlungsmethode für die OSA vorgestellt [176]. 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 vorn 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.

Erstaunlicherweise gibt es aber bis heute keinen einzigen Bericht über die isolierte Anwendung dieser Methode bei Schlafapnoikern. Das Verfahren wird überwiegend in Kombination mit anderen Eingriffen im Rahmen der Multi-Level-Chirurgie eingesetzt (s. 4.7).

Empfehlung. Mangels Studien kann der isolierte Einsatz des Genioglossus-Advancements derzeit nicht empfohlen werden (EBM-Empfehlungsgrad D).

4.6.2 Maxillomandibuläre Umstellungsosteotomie (MMO)

Kieferchirurgische Eingriffe zur Korrektur von Fehlstellungen des Ober- und des Unterkiefers wurden erstmals von Kuo et al. [177] 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 und Zunge sowie Straffung der Pharynxseitenwände.

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 [178].

Die MMO ist nach der Tracheotomie das erfolgreichste Operationsverfahren zur Behandlung der OSA. In mehreren kontrollierten Studien [179, 180, 181] und Fallserien [182, 183, 184, 185, 186] konnten nach MMO und unter CPAP vergleichbare Reduktionen des AHI gezeigt werden. Darüber hinaus wurde eine ebenfalls im Vergleich zu CPAP gleichwertige Optimierung der Schlafarchitektur nach MMO mitgeteilt [187]. Der Therapieerfolg scheint über längere Zeit erhalten zu bleiben. So weisen die Arbeiten aus Stanford eine Kurzzeiterfolgsrate nach 6 Monaten von 97% [179] und eine Langzeiterfolgsrate nach 51 Monaten von 90% [188] aus.

Grundsätzlich kann unter bestimmten skelettalen Voraussetzungen eine MMO empfohlen werden, insbesondere wenn auch kosmetisch relevante Dismorphien oder entsprechende Dysgnathien vorliegen. Auch bei Patienten ohne diese Dismorphien ist eine MMO möglich ist, hier müssen aber die kosmetischen Konsequenzen berücksichtigt werden.

Empfehlung. Die MMO ist bei allen Schweregraden der OSA grundsätzlich indiziert (EBM-Empfehlungsgrad B). Allerdings handelt es sich um ein invasives Operationsverfahren mit entsprechender Morbidität und Komplikationsrate, weshalb es entweder als sekundäre Therapie oder als primäre Therapie nur bei schwerer OSA eingesetzt werden sollte. Kosmetische Konsequenzen sind zu berücksichtigen.

4.6.3 Distraktionsosteogenese (DOG)

Seit ihrer Einführung in die Kieferchirurgie durch McCarthy et al. [189] im Jahre 1992 hat sich die DOG zu einem anerkannten Operationsverfahren bei schwerer, syndromaler und nichtsyndromaler maxillomandibulärer 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 osteosynthetische Ergebnisse befürchtet werden. Das gilt insbesondere bei Neugeborenen und Kleinkindern [190].

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 4–10 Wochen. Anschließend werden die Distractionplatten wieder entfernt.

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

Langzeitergebnisse gibt es 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 evtl. neuerlicher OSA im Laufe der Jahre zu rechnen. In jedem Fall gehören Nachsorgetermine und ggf. weitere Mittelgesichtseingriffe zum Therapiekonzept.

Empfehlung. Ob der Vergleichbarkeit von MMO und DOG wird eine Indikation für die DOG bei OSA gesehen. Es gelten dieselben Einschränkungen wie für die MMO (EBM-Empfehlungsgrad D).

4.7 Multi-Level-Chirurgie

Ein Multi-Level-Konzept zur chirurgischen Therapie der OSA wurde erstmals 1989 von Waite et al. [182] vorgestellt. Die Einteilung der potenziellen Obstruktions-

orte in verschiedene Level geht auf Fujita zurück [191]. Er unterschied zwischen ausschließlich retropalatalem (Typ I), kombiniert retropalatal-retrolingualem (Typ II) sowie isoliert retrolingualem Obstruktionsort (Typ III). Basierend auf dieser Einteilung begründeten Riley et al. [192] 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.

4.7.1 Minimalinvasive Multi-Level-Chirurgie

Die interstitielle RFT ist am Zungengrund das einzige minimalinvasive Verfahren. Insofern kann jegliche Kombination mit einem anderen minimalinvasiven Verfahren an Weichgaumen oder Tonsillen als minimalinvasive Multi-Level-Chirurgie bezeichnet werden. Bislang liegen 5 Studien mit insgesamt 203 Patienten zur minimalinvasiven Multi-Level Therapie vor [193, 194, 195, 196, 197].

Aus diesen wenigen Ergebnissen lassen sich 2 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 leichten OSA mit einem AHI von maximal 20 zu beschränken.

Empfehlung. Eine Indikation für die minimalinvasive Multi-Level-Chirurgie wird daher nur für die leichte OSA gesehen (EBM-Empfehlungsgrad B).

4.7.2 Invasive Multi-Level-Chirurgie

Invasivere Therapieschemata umfassen auf Höhe des Weichgaumens entweder eine Tonsillektomie plus UPPP oder plus Uvulaflap. Zur Therapie der hypopharyngealen Enge werden unterschiedliche Verfahren aus dem in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten Operationsspektrum empfohlen.

Die vorhandenen Daten umfassen 1640 Patienten aus retrospektiven Studien und aus prospektiven Fallserien [98, 99, 100, 108, 110, 112, 113, 165, 184, 186, 192, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228]. Der durchschnittliche AHI lag präoperativ bei 43,9 und postoperativ bei 20,3. Die Erfolgsrate nach Sher liegt bei 53,8%. Es handelte sich damit bei den vorliegenden Daten um eine im Durchschnitt schwere OSA. Die Datenlage reicht aus, um eine generelle Wirksamkeit der Multi-Level-Chirurgie bei schwerer OSA anzunehmen (EBM-Empfehlungsgrad B). Dagegen kann derzeit noch nicht abgesehen werden, welche Kombination von Eingriffen überlegen ist.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass die Multi-Level-Chirurgie hinter den Ergebnissen der nasalen CPAP-Therapie zurückbleibt, weshalb die Beatmungstherapie als primäre Standardtherapie für die Behandlung der mittelschweren und der schweren OSA anzusehen ist.

Empfehlung. Die invasive Multi-Level-Chirurgie ist als sekundäre Therapie bei den Patienten, die einer Beatmungstherapie nicht oder nicht mehr zugänglich sind, wirksam und indiziert (EBM-Empfehlungsgrad B).

4.8 Larynx und Trachea

4.8.1 Laryngeale Chirurgie

Im Erwachsenenalter ist die isolierte laryngeale OSA selten. Mögliche Ursachen können in einer Malformation der Epiglottis begründet sein. Hierbei kann eine sog. „floppy epiglottis“ vorliegen, die fast ausschließlich beim älteren männlichen Erwachsenen beobachtet wird [229, 230, 231, 232]. Die Diagnose erfolgt endoskopisch, wobei sich die Schlafendoskopie im medikamentös induzierten Schlaf praktisch sehr bewährt hat. Der Kehldeckel ist in diesen Fällen weich, fällt bei der Inspiration dem Sog folgend nach hinten und verschließt (teilweise) den Kehlkopfeingang. Die „floppy epiglottis“ ist einer Beatmungstherapie nur bedingt zugänglich, da der CPAP-Druck das Problem der mangelnden Steifigkeit der Epiglottis bei Inspiration nicht lösen kann. Die The-

rapie besteht in der (laser)chirurgischen Teilresektion der Epiglottis bzw. Straffung des Ligaments der Plica glossoepiglottica mediana [232, 233]. Liegt eine V-förmige Epiglottis vor, die in sich kollabiert, ist eine Teilresektion einer Epiglottishälfte sinnvoll.

Weitere seltene Fälle einer laryngealen OSA des Erwachsenen wurden in Zusammenhang mit folgenden Erkrankungen beschrieben: Tumorerkrankungen des oberen Aerodigestivtrakts [230, 233, 234, 235], nach perkutaner Radiotherapie [236, 237], Larynxtrauma [230], Sarkoidose [238, 239], Akromegalie [240], Mastzellpharyngitis [241], neurologischen Erkrankungen [242, 243] und Stimmbandpareesen [240, 244, 245].

Empfehlung. Die isolierte laryngeale OSA ist selten. Die Therapie sollte sich differenziert nach dem laryngealen Kollapsmechanismus bzw. der vorliegenden Erkrankung des Larynx richten (EBM-Empfehlungsgrad D).

4.8.2 Tracheotomie

Die Tracheotomie war die erste erfolgreiche Behandlungsoption der OSA [246, 247, 248] und wird auch heute noch als Ultima ratio in ausgewählten Fällen eingesetzt. Leider gibt es nur wenige polysomnographische Daten über insgesamt 159 Patienten in der Literatur [249, 250, 251, 252]. Die meisten Studien können bei einer Erfolgsquote von 100% als „All-or-none-Studien“ entsprechend einem EBM-Level 1c angesehen werden.

Die durchschnittliche Erfolgsrate beträgt 96,2%. Die Nonresponder nach Tracheotomie in der Studie von Kim et al. [250] zeigten alle eine kardiopulmonale Dekompensation infolge der OSA. Thatcher u. Maisel [252] beobachteten ihre Patienten bis zu 13 Jahren nach und beschreiben 16 Tracheostomaverschlüsse (20,3%). Fünf Patienten entschieden sich für CPAP, 3 bekamen eine erfolgreiche UPPP, 3 tolerierten ihr Tracheostoma nicht länger, 2 konnten eine substanzielle Gewichtsreduktion erreichen und bei den restlichen 3 war der Grund der Dekompensation unklar.

Empfehlung. Die Tracheotomie ist eine der erfolgreichsten chirurgischen Thera-

pieoptionen bei allen Schweregraden der OSA (EBM-Empfehlungsgrad A). Wegen der mit ihr verbundenen Einbuße an Lebensqualität ist die Indikation jedoch streng zu stellen.

4.8.3 Tracheostomaverschluss

Der operative Verschluss eines Tracheostomas gehört nicht zu den Therapieoptionen der OSA. Nichtsdestoweniger gibt es erste Hinweise, dass eine OSA vermehrt nach Verschluss eines passageren Tracheostomas neu auftritt [253, 254]. Insofern profitiert ein Risikopatient vor Tracheostomaverschluss von einer Polygraphie oder Polysomnographie mit abgeklebtem Tracheostoma. Bei positivem Befund sollte mit dem Patienten besprochen werden, ob das Tracheostoma offen gelassen werden soll oder postoperativ eine CPAP-Therapie angestrebt werden sollte.

Empfehlung. Beim Vorliegen entsprechender Risikofaktoren wird vor einem Tracheostomaverschluss eine schlafmedizinische Diagnostik mit abgeklebtem Tracheostoma empfohlen (EBM-Empfehlungsgrad C).

4.9 Adipositaschirurgie

Neben Pathologien im oberen Luftweg stellt das Übergewicht den wesentlichen Kofaktor in der Pathogenese der OSA dar. Insbesondere bei krankhaftem Übergewicht (BMI >35 kg/m²) kommen außer einer Tracheotomie operative Methoden am oberen Atemweg zur Behandlung der OSA wegen des erhöhten intra- und perioperativen Risikos [255] praktisch nicht mehr in Betracht. Die Langzeiterfolgsrate einer rein diätischen Körpergewichtsnormalisierung sind ernüchternd [256]. Hier gewinnt ein neues operatives Feld an Bedeutung, nämlich die chirurgische Therapie zur Gewichtsreduktion. Verwendet werden Verkleinerungen des Magenvolumens entweder durch die endoskopische Einlage von Ballons oder durch ein Magenband von außen. Bei höhergradigem Übergewicht hilft i. d. R. aber nur die Verkürzung der Resorptionsstrecke z. B. durch einen Roux-Y-Bypass des Magens (Übersicht bei [257]). Erste polysomnographische Ergebnisse liegen in 14 Studien

mit insgesamt 331 Patienten vor [258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271]. Der BMI sinkt von durchschnittlich 54,5 kg/m² auf postoperativ 38,4 kg/m². Der AHI wurde von 57,9 auf 14,8 gesenkt. Die Nachbeobachtungsintervalle sind überwiegend noch kurz, lassen aber das Potenzial dieser Behandlungsmethode durchaus erkennen. Einschränkend muss hervorgehoben werden, dass die eingesetzten Operationstechniken sehr unterschiedlich sind. Möglicherweise hängt die Art der zu empfehlenden Chirurgie vom Ausgangs-BMI ab.

Empfehlung. Bei krankhaftem Übergewicht und Adipositas ist eine Beratung des Patienten durch einen Adipositaschirurgen angezeigt. Allerdings bringt dieses Patientengut aufgrund der häufig vorhandenen Komorbiditäten ein erhebliches perioperatives Risiko mit, weshalb die Op.-Indikation in Absprache der behandelnden Ärzte sorgfältig gestellt werden muss. Grundsätzlich kann die Adipositaschirurgie bei entsprechendem Übergewicht empfohlen werden (EBM-Empfehlungsgrad C).

5 Nachsorge

In jedem Fall bedarf eine Therapie der OSA einer Kontrolle des Therapieeffekts mit schlafmedizinischen Methoden, also zumindest mit einer ambulanten Polygraphie. Dazu gehört auch die Erfassung des subjektiven Therapieerfolgs mit entsprechenden Fragebögen. Diese Therapiekontrolle sollte insbesondere nach operativer Therapie erst nach Abschluss der Wundheilung, also frühestens 8 Wochen postoperativ, durchgeführt werden.

Darüber hinaus sollte ein besonderes Augenmerk auf Nebenwirkungen bzw. Komplikationen der durchgeführten Therapien gelegt werden. Für den Fall eines sich als erfolglos erweisenden Verfahrens kann in diesen Fällen ein Alternativkonzept erarbeitet werden.

Empfehlung. Jede Therapie der OSA bedarf der Überprüfung ihrer Effektivität mit schlafmedizinischen Mitteln. Nach Operationen sollte die Wundheilung abgewartet werden (EBM-Empfehlungsgrad D).

Fazit für die Praxis

Aus den in dieser Leitlinie zusammengestellten Daten lassen sich folgende Indikationsgebiete für operative Maßnahmen zur Behandlung der OSA ableiten.

1. Die Verbesserung der Nasenluftpassage vereinfacht bzw. ermöglicht eine notwendige Ventilationstherapie und wird als Therapiemaßnahme bei bestehender Nasenatmungsbehinderung empfohlen (EBM-Empfehlungsgrad B). In Bezug auf die OSA besteht eine adjuvante Op.-Indikation.
2. Minimalinvasive Operationsverfahren sind, sofern sie nicht mit anderen Operationsverfahren kombiniert werden, nur für die Behandlung der leichten OSA (AHI <20) indiziert. Sie können bei leichter OSA als primäre Therapieoption eingesetzt werden (EBM-Empfehlungsgrad B).
3. Die Therapiecompliance der Ventilationstherapie nimmt ab, je niedriger der AHI und die begleitende Tages-symptomatik sind. Gleichzeitig steigt die chirurgische Erfolgsrate mit sinkendem AHI. Deshalb besteht bei leichter und mit Einschränkung bei der mittelschweren OSA eine Indikation für die invasive Chirurgie sowohl als primärer wie auch als sekundärer Therapieansatz (EBM-Empfehlungsgrad A–D, je nach Operationstechnik). Die Auswahl der geeigneten Verfahren richtet sich nach der Pathoanatomie des oberen Luftwegs und den in dieser Leitlinie abgegebenen Empfehlungen.
4. Oberhalb eines AHI von 30 sollten operative Verfahren nur dann erfolgen, wenn eine CPAP-Therapie nicht möglich ist, nicht erfolgreich ist oder vom Patienten nicht akzeptiert wird. Bei diesen Patienten hat die Multi-Level-Chirurgie ihre Indikation als sekundäre Therapieoption (EBM-Empfehlungsgrad B).
5. Bei krankhaftem Übergewicht und Adipositas permagna ist eine Beratung des Patienten durch einen Adipositaschirurgen angezeigt. Grundsätzlich kann die Adipositaschirurgie bei entsprechendem Übergewicht empfohlen werden (EBM-Empfehlungsgrad C).

6. Die Tracheotomie ist eine der erfolgreichsten chirurgischen Therapieoptionen bei allen Schweregraden der OSA (EBM-Empfehlungsgrad A). Wegen der mit ihr verbundenen Einbuße an Lebensqualität ist die Indikation jedoch streng zu stellen.

Für die Indikationsgebiete 2–4 gelten Übergewicht und die Schwere der OSA als negative Prädiktoren für einen chirurgisch erzielbaren Behandlungserfolg. Bei kardiovaskulären Begleiterkrankungen, die mit einem erhöhten operativen Risiko einhergehen, sollte der Ventilations-therapie auch unterhalb eines AHI von 30 der Vorzug gegeben werden. Oberhalb eines BMI von 32 kg/m² sinken die chirurgischen Erfolgszahlen mit Ausnahme der Tracheotomie und der Tonsillektomie bei substanzialer Tonsillenhypertrophie ab, sodass die Indikation für operative Maßnahmen am oberen Luftweg bei OSA oberhalb eines BMI von 32 kg/m² zurückhaltender gestellt werden sollte. Bei Adipositas kommt der Gewichtsreduktion auch unter Verwendung der Adipositaschirurgie eine zunehmende Bedeutung zu.

Zwischenzeitlich gibt es eine breite Palette an Verfahren zur Therapie der OSA. Keine Indikation bei OSA gibt es nach den vorgestellten Daten für die medikamentöse Therapie, die Elektrostimulationstherapie, die schleimhautresezierenden Weichgaumenverfahren ohne plastische Nähte (z. B. laserassistierte Uvulopalatoplastik), die Uvulakappung und für die „injection snoreplasty“.

Für folgende Therapieverfahren ist mangels fehlender wissenschaftlicher Daten für die Anwendung bei OSA bei Erwachsenen keine Empfehlung möglich: Eingriffe am Nasenrachenraum, „cautery assisted palatal stiffening operation“ (CAPSO) und das isolierte Genioglossus-Advancement. Dies gilt das auch für die interstitielle RFT der Tonsillen und die Distraktionsosteoneogenese. Für Erstere konnten bereits eine erhebliche Volumenreduktion und gute Ergebnisse bei Kindern gezeigt werden. Letztere unterscheidet sich nur unwesentlich von der maxillomandibulären Umstellungsosteotomie, sodass die Autoren im Sinne einer Expertenmeinung (EBM-Empfehlungs-

grad D) von einer Wirksamkeit bei OSA ausgehen.

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 scheint für alle verwendeten Verfahren am Weichgaumen zu gelten. Demgegenüber scheinen die Ergebnisse nach Operationen in anderen anatomischen Regionen über die Zeit konstant zu bleiben.

Folgende Therapieverfahren vereinfachen die weitere Therapie der OSA, ohne allein für sich ausreichend wirksam zu sein (adjuvante Therapieoptionen): Gewichtsreduktion, die Vermeidung der Rückenlage, Optimierung der Schlafhygiene, nasale Hilfsmittel und operative Verbesserung der Nasenluftpassage.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. T. Verse

Abteilung für HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie, Asklepios-Klinik Harburg
Eißendorfer Pferdeweg 52, 21075 Hamburg
t.verse@asklepios.com

Interessenkonflikt. Die Autoren versichern, dass diese Leitlinie ohne Abhängigkeiten von und ohne Interessenkonflikte mit Herstellern von Medizingeräten oder -produkten entstanden ist. Des Weiteren werden folgende finanzielle Verflechtungen mit Herstellern von Medizingeräten oder -produkten offen gelegt (Anlage A).

Literatur

1. Verse T, de la Chau R, Dreher A et al (2008) ArGe Schlafmedizin der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie. Leitlinie: Therapie der obstructiven Schlafapnoe des Erwachsenen. Laryngorhinotologie 87:192–204
2. Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM) (2001) S2-Leitlinie: Der nicht-erholsame Schlaf. Somnologie (Suppl 3):258 Seiten
3. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) (o J) Erarbeitung von Leitlinien für Diagnostik und Therapie. Methodische Empfehlungen. http://www.uni-duesseldorf.de/WWW/AWMF/II/II_metho.html
4. Oxford Centre for Evidence-based Medicine (OCEBM) (o J) Appendix 3. http://www.grade-workinggroup.org/publications/APPENDIX_3_OCEBM-system.pdf

Anlage A Anhang zum Interessenkonflikt	
Name	Finanzielle Verflechtung
Prof. Dr. Thomas Verse HNO-Abteilung, Asklepios-Klinik Harburg, Hamburg	Prof. Verse hat von den folgenden Firmen finanzielle Zuwendungen in Form von Vortragshonoraren, Beraterhonoraren, Reisekostenzuschüssen oder Forschungsförderungen erhalten: Celon AG, Aspire Medical, Apneon Medical, Resmed GmbH, MPV Truma GmbH
Dr. Robert Bodlaj Bamberger Str. 7, 96215 Lichtenfels	Dr. Bodlaj hat von den folgenden Firmen finanzielle Zuwendungen in Form von Vortragshonoraren, Beraterhonoraren, Reisekostenzuschüssen oder Forschungsförderungen erhalten: Olympus/Celon AG, Neuwirth Medical Products, Karl Storz, Leica, Arthrocare
Dr. Richard de la Chaux Universitäts-Klinik für HNO-Heilkunde, Klinikum Großhadern, München	Dr. de la Chaux hat von den folgenden Firmen finanzielle Zuwendungen in Form von Vortragshonoraren, Beraterhonoraren, Reisekostenzuschüssen oder Forschungsförderungen erhalten: Celon AG
Dr. Alfred Dreher Universitäts-Klinik für HNO-Heilkunde, Klinikum Großhadern, München	Dr. Dreher hat von den folgenden Firmen finanzielle Zuwendungen in Form von Vortragshonoraren, Beraterhonoraren, Reisekostenzuschüssen oder Forschungsförderungen erhalten: Celon AG
Dr. Clemens Heiser Universitäts-HNO-Klinik Mannheim	Keine
Dr. Michael Herzog Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen-, Ohrenkrankheiten, Kopf- und Halschirurgie Universitätsklinikum Greifswald	Keine
Prof. Dr. Karl Hörmann Universitäts-HNO-Klinik Mannheim	Prof. Hörmann hat von den folgenden Firmen finanzielle Zuwendungen in Form von Vortragshonoraren, Beraterhonoraren, Reisekostenzuschüssen oder Forschungsförderungen erhalten: Celon AG, Sutter Medizintechnik, Neuwirth Medical Products, Aspire Medical, Restore Medical, Fisher & Paykel
Dr. Winfried Hohenhorst Kliniken St. Antonius, Wuppertal	Dr. Hohenhorst hat von den folgenden Firmen finanzielle Zuwendungen in Form von Vortragshonoraren, Beraterhonoraren, Reisekostenzuschüssen oder Forschungsförderungen erhalten: Celon, Olympus, Apneon, Apsara, MedEl
Dr. Kerstin Rohde HNO-Abteilung, Asklepios-Klinik Harburg, Hamburg	Dr. Rohde hat von den folgenden Firmen finanzielle Zuwendungen in Form von Vortragshonoraren, Beraterhonoraren, Reisekostenzuschüssen oder Forschungsförderungen erhalten: Celon AG, Aspire Medical, Apneon Medical, Resmed GmbH
Prof. Dr. Thomas Kühnel HNO-Klinik und Poliklinik der Universität Regensburg	Restore Medical, Sutter Medizintechnik, NMP Neuwirth Medical Products GmbH
Prof. Dr. Oliver Kaschke Abteilung Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Plastische Gesicht- und Halschirurgie, St.-Gertrauden-Krankenhaus Berlin	Keine
Dr. Nicola Mahl Klinik für HNO-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie, Prosper-Hospital, Recklinghausen	Keine
Dr. Joachim T. Maurer Universitäts-HNO-Klinik Mannheim	Dr. Maurer hat von den folgenden Firmen finanzielle Zuwendungen in Form von Vortragshonoraren, Beraterhonoraren, Reisekostenzuschüssen oder Forschungsförderungen erhalten: Celon AG, Sutter Medizintechnik, Neuwirth Medical Products, Weinmann GmbH, Restore Medical, Atmos GmbH, Heinen & Löwenstein, MPV Truma GmbH, Fachlabor Dr. Klee, Pfizer GmbH, Medtronic GmbH, Resmed GmbH
Prof. Dr. Wolfgang Pirsig. Mozartstr. 22/1; 89075 Ulm	Keine
Dr. Alexander Sauter Universitäts-HNO-Klinik Mannheim	Keine
Dr. Michael Schedler	Dr. Schedler hat von den folgenden Firmen finanzielle Zuwendungen in Form von Vortragshonoraren, Beraterhonoraren, Reisekostenzuschüssen oder Forschungsförderungen erhalten: Vitalair
Prof. Dr. Dr. Ralf Siegert Klinik für HNO-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie, Prosper-Hospital, Recklinghausen	Keine
Dr. Armin Steffen Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Klinik für HNO-Heilkunde	Dr. Steffen hat von den folgenden Firmen finanzielle Zuwendungen in Form von Vortragshonoraren, Beraterhonoraren, Reisekostenzuschüssen oder Forschungsförderungen erhalten: Resmed GmbH
Prof. Dr. Boris A. Stuck Universitäts-HNO-Klinik Mannheim	Prof. Stuck hat von den folgenden Firmen finanzielle Zuwendungen in Form von Vortragshonoraren, Beraterhonoraren, Reisekostenzuschüssen oder Forschungsförderungen erhalten: Celon AG, Sutter Medizintechnik, Neuwirth Medical Products, Aspire Medical, Restore Medical, Fisher & Paykel

5. Browman CP, Sampson MG, Yolles FS et al (1984) Obstructive sleep apnea and body weight. *Chest* 85:435–438
6. Poirier P, Giles TD, Bray GA et al (2006) Obesity Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism. Obesity and cardiovascular disease: pathophysiology, evaluation and effect of weight loss: an update of the 1997 American Heart Association Scientific Statement on Obesity and Heart Disease from the Obesity Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism. *Circulation* 113:898–918
7. Barvaux VA, Aubert G, Rodenstein DO (2000) Weight loss as a treatment for obstructive sleep apnoea. *Sleep Med Rev* 4:435–452
8. Jokic R, Klimaszewski A, Crossley M et al (1999) Positional treatment vs continuous positive airway pressure in patients with positional obstructive sleep apnea syndrome. *Chest* 115:771–781
9. Cartwright RD, Lloyd S, Lillie J, Kravitz H (1985) Sleep position training as treatment for sleep apnea syndrome: a preliminary study. *Sleep* 8:87–94
10. Kavey NB, Blitzer A, Gidro-Frank S, Korstanje K (1985) Sleeping position and sleep apnea syndrome. *Am J Otolaryngol* 6:373–377
11. Cartwright R, Ristanovic R, Diaz F et al (1991) A comparative study of treatments for positional sleep apnea. *Sleep* 14:546–552
12. Maurer JT, Stuck BA, Hein G et al (2003) Schlafapnoetherapie mit einer neuartigen Rückenlage-Verhinderungsweste. *Dtsch Med Wochenschr* 128:71–75
13. Wenzel S, Smith E, Leiaccker R, Fischer Y (2007) Effektivität und Langzeit-Compliance der Therapie mit Rückenlage-Verhinderungsweste bei obstruktiver Schlafapnoe. *Laryngorhinootologie* 86:579–583
14. Maurer JT, Hirth K, Mattinger C, Hörmann K (2001) Combined surgical and prosthetic therapy of severe obstructive sleep apnea – a case report. *Laryngorhinootologie* 80:278–281
15. Smith I, Lasserson T, Wright J (2006) Drug therapy for obstructive sleep apnoea in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 19:CD003002
16. Sullivan CE, Issa FG, Berthon-Jones M, Eves L (1981) Reversal of obstructive sleep apnoea by continuous positive airway pressure applied through the nares. *Lancet* 1:862–865
17. Dobrowski JM, Ahmed M (2002) Positive airway pressure for obstructive sleep apnea. In: Fairbanks DNF, Mickelson SA, Woodson BT (eds) *Snoring and obstructive sleep apnea*, 3rd edn. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, p 95–106
18. Jenkinson C, Davies RJO, Stradling JR (1999) Comparison of therapeutic and subtherapeutic nasal continuous positive airway pressure for obstructive sleep apnoea: a randomised prospective parallel trial. *Lancet* 353:2100–2105
19. Ballester E, Badia JR, Hernandez L et al (1999) Evidence of the effectiveness of continuous positive airway pressure in the treatment of sleep apnea/hypopnea syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 159:495–501
20. Giles TL, Lasserson TJ, Smith BH et al (2006) Continuous positive airways pressure for obstructive sleep apnoea in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 19:CD 001106
21. Ayas NT, FitzGerald JM, Fleetham JA et al (2006) Cost-effectiveness of continuous positive airway pressure therapy for moderate to severe obstructive sleep apnea/hypopnea. *Arch Intern Med* 166:977–984
22. Drager LF, Bortolotto LA, Figueiredo AC et al (2007) Effects of continuous positive airway pressure on early signs of atherosclerosis in obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med* 176:706–712
23. Haentjens P, van Meerhaeghe A, Moscardelli A et al (2007) The impact of continuous positive airway pressure on blood pressure in patients with obstructive sleep apnea syndrome: evidence from a meta-analysis of placebo-controlled randomized trials. *Arch Intern Med* 167:757–764
24. McArdle N, Derveureux G, Heidarnejad H et al (1999) Long-term use of CPAP therapy for sleep apnea / hypopnea syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 159:1108–1114
25. Grote L, Hedner J, Grunstein R, Kraicz H (2000) Therapy with nCPAP: incomplete elimination of sleep related breathing disorder. *Eur Respir J* 16:921–927
26. Pelletier-Fleury N, Rakotonanahary D, Fleury B (2001) The age and other factors in the evaluation of compliance with nasal continuous positive airway pressure for obstructive sleep apnea syndrome. A Cox's proportional hazard analysis. *Sleep Med* 2:225–232
27. Janson C, Nöges E, Svedberg-Brandt S, Lindberg E (2000) What characterizes patients who are unable to tolerate continuous positive airway pressure (CPAP) treatment? *Respir Med* 94:145–149
28. Souter MA, Stevenson S, Sparks B, Drennan C (2004) Upper airway surgery benefits patients with obstructive sleep apnoea who cannot tolerate nasal continuous positive airway pressure. *J Laryngol Otol* 118:270–274
29. Chan AS, Lee RW, Cistulli PA (2007) Dental appliance treatment for obstructive sleep apnea. *Chest* 132:693–699
30. Ferguson KA, Ono T, Lowe AA et al (1996) A randomized crossover study of an oral appliance vs nasal-continuous positive airway pressure in the treatment of mild-moderate obstructive sleep apnea. *Chest* 109:1269–1275
31. Pantin CC, Hillman DR, Tennant M (1999) Dental side effects of an oral device to treat snoring and obstructive sleep apnea. *Sleep* 22:237–240
32. Lim J, Lasserson TJ, Fleetham J, Wright J (2004) Oral appliances for obstructive sleep apnoea. *Cochrane Database Syst Rev* 18:CD004435; Update in *Cochrane Database Syst Rev* 2006; 20:CD004435
33. Schwarting S, Huebers U, Heise M et al (2007) Position paper on the use of mandibular advancement devices in adults with sleep-related breathing disorders. A position paper of the German Society of Dental Sleep Medicine (Deutsche Gesellschaft Zahnärztliche Schlafmedizin, DGZS). *Sleep Breath* 11:125–126
34. Höjjer U, Ejnell H, Hedner J et al (1992) The effects of nasal dilation on snoring and obstructive sleep apnea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 118:281–284
35. Metes A, Cole P, Hoffstein V, Miljeteig H (1992) Nasal airway dilation and obstructed breathing in sleep. *Laryngoscope* 102:1053–1055
36. Kerr P, Millar T, Buckle P, Kryger M (1992) The importance of nasal resistance in obstructive sleep apnea syndrome. *J Otolaryngol* 21:189–195
37. Hoffstein V, Mateika S, Metes A (1993) Effect of nasal dilation on snoring and apneas during different stages of sleep. *Sleep* 16:360–365
38. Schönhofer B, Franklin KA, Brunig H et al (2000) Effect of nasal-valve dilation on obstructive sleep apnea. *Chest* 118:587–590
39. Schönhofer B, Wenzel M, Barchfeld T et al (1997) Wertigkeit verschiedener intra- und extraoraler Therapieverfahren für die Behandlung der obstruktiven Schlafapnoe und des Schnarchens. *Med Klin* 92:167–174
40. Todorova A, Schellenberg R, Hofmann HC, Dimpfel W (1998) Effect of the external nasal dilator Breathe Right on snoring. *Eur J Med Res* 3:367–379
41. Bahammam AS, Tate R, Manfreda J, Kryger MH (1999) Upper airway resistance syndrome: effect of nasal dilation, sleep stage and sleep position. *Sleep* 22:592–598
42. Gosepath J, Amedee RG, Romantschuck S, Mann WJ (1999) Breathe Right nasal strips and the respiratory disturbance index in sleep related breathing disorders. *Am J Rhinol* 13:385–389
43. Djupesland PG, Skatvedt O, Borgersen AK (2001) Dichotomous physiological effects of nocturnal external nasal dilation in heavy snorers: the answer to a rhinologic controversy? *Am J Rhinol* 15:95–103
44. Randerath WJ, Galetke W, Domanski U et al (2004) Tongue-muscle training by intraoral electrical neurostimulation in patients with obstructive sleep apnea. *Sleep* 27:254–259
45. Verse T, Schwab J, Hörmann K et al (2003) Transkutane, submentale Elektrostimulationstherapie zur Behandlung der obstruktiven Schlafapnoe. *HNO* 51:966–970
46. Sher AE, Schechtman KB, Piccirillo JF (1996) The efficacy of surgical modifications of the upper airway in adults with obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep* 19:156–177
47. Koutsourelakis I, Georgouloupoulos G, Perraki E et al (2008) Randomised trial of nasal surgery for fixed nasal obstruction in obstructive sleep apnoea. *Eur Respir J* 31:110–117
48. Rubin AHE, Eliaschar I, Joachim Z et al (1983) Effects of nasal surgery and tonsillectomy on sleep apnea. *Bull Eur Physiopathol Respir* 19:612–615
49. Dayal VS, Phillipson EA (1985) Nasal surgery in the management of sleep apnea. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 94:550–554
50. Caldarelli DD, Cartwright R, Lillie JK (1985) Obstructive sleep apnea: variations in surgical management. *Laryngoscope* 95:1070–1073
51. Aubert-Tulkens G, Hamoir M, van den Eeckhout J, Rodenstein DO (1989) Failure of tonsil and nose surgery in adults with long-standing severe sleep apnea syndrome. *Arch Intern Med* 149:2118–2121
52. Sériès F, Pierre S St, Carrier G (1992) Effects of surgical correction of nasal obstruction in the treatment of obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 146:1261–1265
53. Sériès F, Pierre S St, Carrier G (1993) Surgical correction of nasal obstruction in the treatment of mild sleep apnoea: importance of cephalometry in predicting outcome. *Thorax* 48:360–363
54. Utley DS, Shin EJ, Clerk AA, Terris DJ (1997) A cost-effective and rational surgical approach to patients with snoring, upper airway resistance syndrome, or obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 107:726–734
55. Verse T, Pirsig W, Kroker BA (1998) Obstruktive Schlafapnoe und Polyposis nasi. *Laryngorhinootologie* 77:150–152
56. Friedman M, Tanyeri H, Lim JW et al (2000) Effect of nasal breathing on obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 122:71–74

57. Kalam I (2002) Objective assessment of nasal obstruction in snoring and obstructive sleep apnea patients: experience of a Police Authority Hospital. *Ann Saudi Med* 22:158–162
58. Verse T, Maurer JT, Pirsig W (2002) Effect of nasal surgery on sleep related breathing disorders. *Laryngoscope* 112:64–68
59. Kim ST, Choi JH, Jeon HG et al (2004) Polysomnographic effects of nasal surgery for snoring and obstructive sleep apnea. *Acta Otolaryngol* 124:297–300
60. Balcerzak J, Przybylowski T, Bielicki P et al (2004) Functional nasal surgery in the treatment of obstructive sleep apnea [in Polish]. *Pneumonol Alergol Pol* 72:4–8
61. Nakata S, Noda A, Yagi H et al (2005) Nasal resistance for determinant factor of nasal surgery in CPAP failure patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Rhinology* 44:296–299
62. Virkkula P, Bachour A, Hytönen M et al (2006) Snoring is not relieved by nasal surgery despite improvement in nasal resistance. *Chest* 129:81–87
63. Li HY, Lin Y, Chen NH et al (2008) Improvement in quality of life after nasal surgery alone for patients with obstructive sleep apnea and nasal obstruction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 134:429–433
64. Mayer-Brix J, Müller-Marschhausen U, Becker H, Peter JH (1989) Wie häufig sind pathologische HNO-Befunde bei Patienten mit obstruktivem Schlaf-Apnoe-Syndrom? *HNO* 37:511–516
65. Dorn M, Pirsig W, Verse T (2001) Postoperatives Management nach rhinochirurgischen Eingriffen bei Patienten mit schwerer obstruktiver Schlafapnoe: eine Pilotstudie. *HNO* 49:642–645
66. Masdon JL, Magnuson JS, Youngblood G (2004) The effects of upper airway surgery for obstructive sleep apnea on nasal continuous positive airway pressure settings. *Laryngoscope* 114:205–207
67. Zonato AI, Bittencourt LR, Martinho FL et al (2006) Upper airway surgery: the effect on nasal continuous positive airway pressure titration on obstructive sleep apnea patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 263:481–486
68. Donnelly LF, Surdulescu V, Chini BA et al (2003) Upper airway motion depicted at cine MR imaging performed during sleep: comparison between young patients with and those without obstructive sleep apnea. *Radiology* 227:239–245
69. Verse T, Kroker B, Pirsig W, Brosch S (2000) Tonsillectomy for treatment of obstructive sleep apnea in adults with tonsillar hypertrophy. *Laryngoscope* 110:1556–1559
70. Friedman M, Ibrahim H, Bass L (2002) Clinical staging for sleep-disordered breathing. *Otolaryngol Head Neck Surg* 127:13–21
71. Orr WC, Martin RJ (1981) Obstructive sleep apnea associated with tonsillar hypertrophy in adults. *Arch Intern Med* 141:990–992
72. Moser RJ, Rajagopal KR (1987) Obstructive sleep apnea in adults with tonsillar hypertrophy. *Arch Intern Med* 147:1265–1267
73. Houghton DJ, Camilleri AE, Stone P (1997) Adult obstructive sleep apnoea syndrome and tonsillectomy. *J Laryngol Otol* 111:829–832
74. Miyazaki S, Itasaka Y, Tada H et al (1989) Effectiveness of tonsillectomy in adult sleep apnea syndrome. *Psychiatry Clin Neurosci* 52:222–223
75. Martinho FL, Zonato AI, Bittencourt LR et al (2006) Obese obstructive sleep apnea patients with tonsil hypertrophy submitted to tonsillectomy. *Braz J Med Biol Res* 39:1137–1142
76. Nakata S, Noda A, Yanagi E et al (2006) Tonsil size and body mass index are important factors for efficacy of simple tonsillectomy in obstructive sleep apnoea syndrome. *Clin Otolaryngol* 31:41–45
77. Nakata S, Miyazaki S, Ohki M et al (2007) Reduced nasal resistance after simple tonsillectomy in patients with obstructive sleep apnea. *Am J Rhinol* 21:192–195
78. Hultcrantz E, Linder A, Markstrom A (2005) Long-term effects of intracapsular partial tonsillectomy (tonsillotomy) compared with full tonsillectomy. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 69:463–469
79. Pfaar O, Spielhauer M, Schirkowski A et al (2007) Treatment of hypertrophic palatine tonsils using bipolar radiofrequency-induced thermotherapy (RFITT). *Acta Otolaryngol* 127:1176–1181
80. Nelson LM (2003) Temperature-controlled radiofrequency tonsil reduction in children. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 129:533–537
81. Nelson LM (2001) Temperature-controlled radiofrequency tonsil reduction: extended follow-up. *Otolaryngol Head Neck Surg* 125:456–461
82. Friedman M, LoSavio P, Ibrahim H, Ramakrishnan V (2003) Radiofrequency tonsil reduction: safety, morbidity and efficacy. *Laryngoscope* 113:882–887
83. Cotichia JM, Yun RD, Nelson L, Koempel J (2006) Temperature-controlled radiofrequency treatment of tonsillar hypertrophy for reduction of upper airway obstruction in pediatric patients. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 132:425–430
84. Pirsig W, Schäfer J, Yildiz F, Nagel J (1989) Uvulopalatopharyngoplastik ohne Komplikationen. Eine Modifikation nach Fujita. *Laryngorhinootologie* 68:585–590
85. Brosch S, Matthes C, Pirsig W, Verse T (2000) Uvulopalatopharyngoplasty changes fundamental frequency of voice – a prospective study. *J Laryngol Otol* 114:113–118
86. Larsson LH, Carlsson-Nordlander B, Svanborg E (1994) Four-year follow-up after uvulopalatopharyngoplasty in 50 unselected patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 104:1362–1368
87. Lu SJ, Chang SY, Shiao GM (1995) Comparison between short-term and long-term post-operative evaluation of sleep apnea after uvulopalatopharyngoplasty. *J Laryngol Otol* 109:308–312
88. Perello-Scherdel E, Quesada P, Lorente J et al (1995) 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*. Kugler, Amsterdam, New York, pp 261–262
89. Janson C, Gislason T, Bengtsson H et al (1997) Long-term follow-up of patients with obstructive sleep apnea treated with uvulopalatopharyngoplasty. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 123:257–262
90. Hultcrantz E, Johansson K, Bengtsson H (1999) The effect of uvulopalatopharyngoplasty without tonsillectomy using local anaesthesia: a prospective long-term follow-up. *J Laryngol Otol* 113:542–547
91. Boot H, van Wegen R, Poulblon RML et al (2000) Long-term results of uvulopalatopharyngoplasty for obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 110:469–475
92. Lysdahl M, Haraldson PO (2000) 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* 126:1136–1140
93. Keenan SP, Burt H, Ryan CF, Fleetham JA (1994) Long-term survival of patients with obstructive sleep apnea treated by uvulopalatopharyngoplasty or nasal CPAP. *Chest* 105:155–159
94. Haraldson PO, Carenfelt C, Persson HE et al (1991) Simulated long-term driving performance before and after uvulopalatopharyngoplasty. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 53:106–110
95. Haraldsson PO, Carenfelt C, Lysdahl M, Tingvall C (1995) Does uvulopalatopharyngoplasty inhibit automobile accidents? *Laryngoscope* 105:657–661
96. Kinoshita H, Shibano A, Sakoda T et al (2006) Uvulopalatopharyngoplasty decreases levels of C-reactive protein in patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Am Heart J* 152:692.e1–692.e5
97. Hörmann K, Erhard T, Hirth K, Maurer JT (2001) Der modifizierte Uvulalappen zur Therapie schlafbezogener Atmungsstörungen. *HNO* 49:361–366
98. Neruntarat C (2003) Genioglossus advancement and hyoid myotomy under local anesthesia. *Otolaryngol Head Neck Surg* 129:85–91
99. Neruntarat C (2003) Hyoid myotomy with suspension under local anesthesia for obstructive sleep apnea syndrome. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 260:286–290
100. Neruntarat C (2003) Genioglossus advancement and hyoid myotomy: short-term and long-term results. *J Laryngol Otol* 117:482–486
101. Li HY, Li KK, Chen NH, Wang PC (2003) Modified uvulopalatopharyngoplasty: The extended uvulopalatal flap. *Am J Otolaryngol* 24:311–316
102. Cahali MB (2003) Lateral pharyngoplasty: a new treatment for obstructive sleep apnea hypopnea syndrome. *Laryngoscope* 113:1961–1968
103. Friedman M, Ibrahim HZ, Vidyasagar R et al (2004) Z-palatoplasty (ZPP): a technique for patients without tonsils. *Otolaryngol Head Neck Surg* 131:89–100
104. Cahali MB, Formigoni GG, Gebrim EM, Miziara ID (2004) Lateral pharyngoplasty versus uvulopalatopharyngoplasty: a clinical, polysomnographic and computed tomography measurement comparison. *Sleep* 27:942–950
105. Li HY, Chen NH, Lee LA et al (2004) Use of morphological indicators to predict outcomes of palatopharyngeal surgery in patients with obstructive sleep apnea. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 66:119–123
106. Li HY, Chen NH, Shu YH, Wang PC (2004) Changes in quality of life and respiratory disturbance after extended uvulopalatal flap surgery in patients with obstructive sleep apnea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 130:195–200
107. Li HY, Huang YS, Chen NH et al (2004) Mood improvement after surgery for obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 114:1098–1102
108. Li HY, Wang PC, Hsu CY et al (2004) Same-stage palatopharyngeal and hypopharyngeal surgery for severe obstructive sleep apnea. *Acta Otolaryngol* 124:820–826
109. Li HY, Li KK, Chen NH et al (2005) Three-dimensional computed tomography and polysomnography findings after extended uvulopalatal flap surgery for obstructive sleep apnea. *Am J Otolaryngol* 26:7–11

110. Hsieh TH, Fang TJ, Li HY, Lee SW (2005) Simultaneous midline laser glossectomy with palatopharyngeal surgery for obstructive sleep apnoea syndrome. *Int J Clin Pract* 59:501–503
111. Lin SW, Chen NH, Li HY et al (2006) A comparison of the long-term outcome and effects of surgery or continuous positive airway pressure on patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 116:1012–1016
112. Baisch A, Maurer JT, Hörmann K (2006) The effect of hyoid suspension in a multilevel surgery concept for obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 134:856–861
113. Verse T, Baisch A, Maurer JT et al (2006) Multilevel surgery for obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 134:571–577
114. Pang KP, Woodson BT (2007) Expansion sphincter pharyngoplasty: a new technique for the treatment of obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 137:110–114
115. Huang TW, Cheng PW (2008) Microdebrider-assisted extended uvulopalatoplasty: an effective and safe technique for selected patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 134:141–145
116. Lauretano AM, Khosla RK, Richardson G et al (1997) Efficacy of laser-assisted uvulopalatoplasty. *Lasers Surg Med* 21:109–116
117. Utley DS, Shin EJ, Clerk AA, Terris DJ (1997) A cost-effective and rational surgical approach to patients with snoring, upper airway resistance syndrome, or obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 107:726–734
118. Mickelson SA, Ahuja A (1999) Short-term objective and long-term subjective results of laser-assisted uvulopalatoplasty for obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 109:362–367
119. Pribitkin EA, Schutte SL, Keane WM et al (1998) Efficacy of laser-assisted uvulopalatoplasty in obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 119:643–647
120. Walker RP, Grigg-Damberg MM, Gopalsami C (1999) Laser-assisted uvulopalatopharyngoplasty for the treatment of mild, moderate and severe obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 109:79–85
121. Ryan CF, Love LL (2000) Unpredictable results of laser assisted uvulopalatoplasty in the treatment of obstructive sleep apnoea. *Thorax* 55:399–404
122. Seemann RP, DiToppa JC, Holm MA, Hanson J (2001) Does laser-assisted uvulopalatoplasty work? An objective analysis using pre- and post-operative polysomnographic studies. *J Otolaryngol* 30:212–215
123. Finkelstein Y, Stein G, Ophir D et al (2002) Laser-assisted uvulopalatoplasty for the management of obstructive sleep apnea. Myths and facts. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 128:429–434
124. Ferguson KA, Heighway H, Ruby RRF (2003) A randomized trial of laser-assisted uvulopalatoplasty in the treatment of mild obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med* 167:15–19
125. Berger G, Stein G, Ophir D, Finkelstein Y (2003) Is there a better way to do laser-assisted uvulopalatoplasty? *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 129:447–453
126. Kern RC, Kutler DI, Reid KJ et al (2003) Laser-assisted uvulopalatoplasty and tonsillectomy for the management of obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 113:1175–1181
127. Larrosa F, Hernandez L, Morello A et al (2004) Laser-assisted uvulopalatoplasty for snoring: does it meet the expectations? *Eur Respir J* 24:66–70
128. Macdonald A, Drinnan M, Johnston A et al (2006) Evaluation of potential predictors of outcome of laser-assisted uvulopalatoplasty for snoring. *Otolaryngol Head Neck Surg* 134:197–203
129. Littner M, Kushida CA, Hartse K et al (2001) Practice parameters for the use of laser-assisted uvulopalatoplasty: an update for 2000. *Sleep* 24:603–619
130. Brown DJ, Kerr P, Kryger M (2001) Radiofrequency tissue reduction of the soft palate in patients with moderate sleep-disordered breathing. *J Otolaryngol* 30:193–198
131. Blumen MB, Dahan S, Fleury B et al (2002) Radiofrequency ablation for the treatment of mild to moderate obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 112:2086–2092
132. Bassiouny A, El Salamawy A, Abd El-Tawab M, Atef A (2007) Bipolar radiofrequency treatment for snoring with mild to moderate sleep apnea: a comparative study between the radiofrequency assisted uvulopalatoplasty technique and the channeling technique. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 264:659–667
133. Maurer JT, Verse T, Stuck BA et al (2005) Palatal implants for primary snoring: short-term results of a new minimally invasive surgical technique. *Otolaryngol Head Neck Surg* 132:125–131
134. Friedman M, Schalch P, Joseph NJ (2006) Palatal stiffening after failed uvulopalatopharyngoplasty with the Pillar Implant System. *Laryngoscope* 116:1956–1961
135. Friedman M, Vidyasagar R, Bliznikas D, Joseph NJ (2006) Patient selection and efficacy of pillar implant technique for treatment of snoring and obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg* 134:187–196
136. Walker RP, Levine HL, Hopp ML et al (2006) Palatal implants: a new approach for the treatment of obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 135:549–554
137. Nordgård S, Stene BK, Skjødast KW (2006) Soft palate implants for the treatment of mild to moderate obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 134:565–570
138. Nordgård S, Hein G, Stene BK et al (2007) One-year results: palatal implants for the treatment of obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 136:818–822
139. Goessler UR, Hein G, Verse T et al (2007) Soft palate implants as a minimally invasive treatment for mild to moderate obstructive sleep apnea. *Acta Otolaryngol* 127:527–531
140. Friedman M, Schalch P, Lin HC et al (2008) Palatal implants for the treatment of snoring and obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg* 138:209–216
141. Steward DL, Huntley TC, Woodson BT, Surdulescu V (2008) Palate implants for obstructive sleep apnea: multi-institution, randomized, placebo-controlled study. *Otolaryngol Head Neck Surg* 139:506–510
142. Mortimore IL, Bradley PA, Murray JA, Douglas NJ (1996) Uvulopalatopharyngoplasty may compromise nasal CPAP therapy in sleep apnea syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 154:1759–1762
143. Mair EA, Day RH (2000) Cautery-assisted palatal stiffening operation. *Otolaryngol Head Neck Surg* 122:547–555
144. Wassmuth Z, Mair E, Loube D, Leonhard D (2000) Cautery-assisted palatal stiffening operation for the treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg* 122:547–555
145. Pang KP, Terris DJ (2007) Modified cautery-assisted palatal stiffening operation: new method for treating snoring and mild obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 136:823–826
146. Brietzke SE, Mair EA (2001) Injection snoreplasty: How to treat snoring without all the pain and expense. *Otolaryngol Head Neck Surg* 124:503–510
147. Woodson BT, Toohill RJ (1993) Transpalatal advancement pharyngoplasty for obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 103:269–276
148. Woodson BT (1997) Retropalatal airway characteristics in uvulopalatopharyngoplasty compared with transpalatal advancement pharyngoplasty. *Laryngoscope* 107:735–740
149. Woodson BT, Robinson S, Lim HJ (2005) Transpalatal advancement pharyngoplasty outcomes compared with uvulopalatopharyngoplasty. *Otolaryngol Head Neck Surg* 133:211–217
150. Stuck BA, Maurer JT, Hörmann K (2001) Die Zungengrundreduktion mit Radiofrequenzenergie bei schlafbezogenen Atmungsstörungen. Postoperative Morbidität und Komplikationen. *HNO* 49:530–537
151. Powell NB, Riley RW, Guilleminault C (1999) Radiofrequency tongue base reduction in sleep-disordered breathing: a pilot study. *Otolaryngol Head Neck Surg* 120:656–664
152. Woodson BT, Nelson L, Mickelson S et al (2001) A multi-institutional study of radiofrequency volumetric tissue reduction for OSAS. *Otolaryngol Head Neck Surg* 125:303–311
153. Stuck BA, Maurer JT, Verse T, Hörmann K (2002) Tongue base reduction with temperature-controlled radiofrequency volumetric tissue reduction for treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Acta Otolaryngol* 122:531–536
154. Li KK, Powell NB, Riley RW, Guilleminault C (2002) Temperature-controlled radiofrequency tongue base reduction for sleep-disordered breathing: Long-term outcomes. *Otolaryngol Head Neck Surg* 127:230–234
155. Riley RW, Powell NB, Li KK et al (2003) An adjunctive method of radiofrequency volumetric tissue reduction of the tongue for OSAS. *Otolaryngol Head Neck Surg* 129:37–42
156. den Herder C, Cox D, van Tinteren H, de Vries N (2006) Bipolar radiofrequency induced thermotherapy of the tongue base: Its complications, acceptance and effectiveness under local anesthesia. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 263:1031–1040
157. Patton TJ, Thawley SE, Water RC et al (1983) Expansion hyoid-plasty: a potential surgical procedure designed for selected patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Experimental canine results. Laryngoscope* 93:1387–1396
158. Kaya N (1984) Sectioning the hyoid bone as a therapeutic approach for obstructive sleep apnea. *Sleep* 7:77–78
159. Riley RW, Powell NB, Guilleminault C (1994) Obstructive sleep apnea and the hyoid: a revised surgical procedure. *Otolaryngol Head Neck Surg* 111:717–721
160. Hörmann K, Hirth K, Erhardt T et al (2001) Die Hyoidsuspension zur Therapie der obstructiven Schlafapnoe. *Laryngorhinootologie* 80:517–521
161. den Herder C, van Tinteren H, de Vries N (2005) Hyoidthyroidpexia: a surgical treatment for sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 115:740–745
162. Stuck BA, Neff W, Hörmann K et al (2005) Anatomic changes after hyoid suspension for obstructive sleep apnea – an mri study. *Otolaryngol Head Neck Surg* 133:397–402
163. Chabolle F, Wagner I, Blumen M et al (1999) Tongue base reduction with hyoepiglottoplasty: a treatment for severe obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 109:1273–1280

164. Fujita S, Woodson BT, Clark JL, Wittig R (1991) Laser midline glossectomy as a treatment for the obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 101:805–809
165. Djupesland G, Schrader H, Lyberg T et al (1992) Palatopharyngoglossoplasty in the treatment of patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Acta Otolaryngol Suppl* 492:50–54
166. Woodson BT, Fujita S (1992) Clinical experience with lingualplasty as part of the treatment of severe obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 107:40–48
167. Miljeteig H, Tvinnereim M (1992) Uvulopalatopharyngoglossoplasty (UPPGP) in the treatment of the obstructive sleep apnea syndrome. *Acta Otolaryngol Suppl* 492:86–89
168. Mickelson SA, Rosenthal L (1997) Midline glossectomy and epiglottidectomy for obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 107:614–619
169. Robinson S, Lewis R, Norton A, McPeake S (2003) Ultrasound-guided radiofrequency submucosal tongue-base excision for sleep apnoea: a preliminary report. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 28:341–345
170. Robinson S (2009) Minimally invasive submucosal glossectomy. In: Friedman M (ed) *Sleep apnea and Snoring: Surgical and Non-surgical therapy*. Saunders Elsevier, Philadelphia, p 248–257
171. Friedman M, Soans R, Gurpinar B et al (2008) Evaluation of submucosal minimally invasive lingual excision technique for treatment of obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg* 139:378–384
172. Faye-Lund H, Djupesland G, Lyberg T (1992) Glossopexia – Evaluation of a new surgical method for treating obstructive sleep apnea syndrome. *Acta Otolaryngol Suppl* 492:46–49
173. DeRowe A, Günther E, Fibbi A et al (2000) 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* 122:100–103
174. Woodson BT, deRowe A, Hawke M et al (2000) Pharyngeal suspension suture with Repose bone screw for obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 122:395–401
175. Woodson BT (2001) A tongue suspension suture for obstructive sleep apnea and snorers. *Otolaryngol Head Neck Surg* 124:297–303
176. Riley RW, Powell NB, Guilleminault C (1986) Inferior sagittal osteotomy of the mandible with hyoid myotomy-suspension: a new procedure for obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 94:589–593
177. Kuo PC, West RA, Bloomquist DS, McNeil RW (1979) The effect of mandibular osteotomy in three patients with hypersomnia sleep apnea. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 48:385–392
178. Prinsell JR (2000) Maxillomandibular advancement (MMA) in a site-specific treatment approach for obstructive sleep apnea: a surgical algorithm. *Sleep Breath* 4:147–154
179. Riley RW, Powell NB, Guilleminault C (1990) Maxillofacial surgery and nasal CPAP. A comparison of treatment for obstructive sleep apnea syndrome. *Chest* 98:1421–1425
180. Hochban W, Conradt R, Brandenburg U et al (1997) Surgical maxillofacial treatment of obstructive sleep apnea. *Plast Reconstr Surg* 99:619–626
181. Prinsell JR (1999) Maxillomandibular advancement surgery in a site-specific treatment approach for obstructive sleep apnea in 50 consecutive patients. *Chest* 116:1519–1529
182. Waite PD, Wooten V, Lachner JH, Guyette RF (1989) Maxillomandibular advancement surgery in 23 patients with obstructive sleep apnea syndrome. *J Oral Maxillofac Surg* 47:1256–1261
183. Li KK, Riley RW, Powell NB, Guilleminault C (2000) Maxillomandibular advancement for persistent obstructive sleep apnea after phase I surgery in patients without maxillomandibular deficiency. *Laryngoscope* 110:1684–1688
184. Bettega G, Pepin JL, Veale D et al (2000) Obstructive sleep apnea syndrome. Fifty-one consecutive patients treated by maxillofacial surgery. *Am J Respir Crit Care Med* 162:641–649
185. Goh YH, Lim KA (2003) Modified maxillomandibular advancement for the treatment of obstructive sleep apnea: a preliminary report. *Laryngoscope* 113:1577–1582
186. Dattilo DJ, Drooger SA (2004) Outcome assessment of patients undergoing maxillofacial procedures for the treatment of sleep apnea: comparison of subjective and objective results. *J Oral Maxillofac Surg* 62:164–168
187. Conradt R, Hochban W, Heitmann J et al (1998) Sleep fragmentation and daytime vigilance in patients with OSA treated by surgical maxillomandibular advancement compared to CPAP therapy. *J Sleep Res* 7:217–223
188. Li KK, Powell NB, Riley RW et al (2000) Long-term results of maxillomandibular advancement surgery. *Sleep Breath* 4:137–139
189. McCarthy JG, Schreiber J, Karp N et al (1992) Lengthening the human mandible by gradual distraction. *Plast Reconstr Surg* 89:1–10
190. Bell RB, Turvey TA (2001) Skeletal advancement for the treatment of obstructive sleep apnea in children. *Cleft Palate Craniofac J* 38:147–154
191. Fujita S (1987) Pharyngeal surgery for obstructive sleep apnea and snoring. In: Fairbanks DNF (ed) *Snoring and obstructive sleep apnea*. Raven Press, New York, pp 101–128
192. Riley RW, Powell NB, Guilleminault C (1993) Obstructive sleep apnea syndrome: A review of 306 consecutively treated surgical patients. *Otolaryngol Head Neck Surg* 108:117–125
193. Fischer Y, Khan M, Mann WJ (2003) Multilevel temperature-controlled radiofrequency therapy of soft palate, base of tongue and tonsils in adults with obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 113:1786–1791
194. Woodson BT, Steward DL, Weaver EM, Javaheri S (2003) A randomized trial of temperature-controlled radiofrequency, continuous positive airway pressure and placebo for obstructive sleep apnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg* 128:848–861
195. Stuck BA, Starzak K, Verse T et al (2002) Morbidität und Komplikationen der kombinierten Radiofrequenz-Chirurgie des Weichgaumens und Zungengrundes. *Somnologie* 6:19–25
196. Steward DL (2004) Effectiveness of multilevel (tongue and palate) radiofrequency tissue ablation for patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 114:2073–2084
197. Friedman M, Lin HC, Gurpinar B, Joseph NJ (2007) Minimally invasive single-stage multilevel treatment for obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. *Laryngoscope* 117:1859–1863
198. Riley RW, Powell NB, Guilleminault C (1989) Inferior mandibular osteotomy and hyoid myotomy suspension for obstructive sleep apnea: a review of 55 patients. *J Oral Maxillofac Surg* 47:159–164
199. Johnson NT, Chinn J (1994) Uvulopalatopharyngoplasty and inferior sagittal mandibular osteotomy with genioglossus advancement for treatment of obstructive sleep apnea. *Chest* 105:278–283
200. Ramirez SG, Loube DI (1996) Inferior sagittal osteotomy with hyoid bone suspension for obese patients with sleep apnea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 122:953–957
201. Powell N, Riley R, Guilleminault C, Troell R (1996) A reversible uvulopalatal flap for snoring and sleep apnea syndrome. *Sleep* 19:593–599
202. Elasmfour A, Miyazaki S, Itasaka Y et al (1998) Evaluation of uvulopalatopharyngoplasty in treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Acta Otolaryngol Suppl* 537:52–56
203. Lee NR, Givens CD, Wilson J, Robins RB (1999) Staged surgical treatment of obstructive sleep apnea syndrome: a review of 35 patients. *J Oral Maxillofac Surg* 57:382–385
204. Hsu PP, Brett RH (2001) Multiple level pharyngeal surgery for obstructive sleep apnoea. *Singapore Med J* 42:160–164
205. Hendler BH, Costello BJ, Silverstein K et al (2001) A protocol for uvulopalatoplasty, mortised genioplasty and maxillomandibular advancement in patients with obstructive sleep apnea: an analysis of 40 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 59:892–897
206. Nelson LM (2001) Combined temperature-controlled radiofrequency tongue reduction and UPPP in apnea surgery. *Ear Nose Throat J* 640–644
207. Terris DJ, Kunda LD, Gonella MC (2002) Minimally invasive tongue base surgery for obstructive sleep apnoea. *J Laryngol Otol* 116:716–721
208. Vilaseca I, Morello A, Montserrat JM et al (2002) Usefulness of uvulopalatopharyngoplasty with genioglossus and hyoid advancement in the treatment of obstructive sleep apnea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 128:435–440
209. Miller FR, Watson D, Malis D (2002) Role of the tongue base suspension suture with The Repose System bone screw in the multilevel surgical management of obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 126:392–398
210. Friedman M, Ibrahim H, Lee G, Joseph NJ (2003) Combined uvulopalatopharyngoplasty and radiofrequency tongue base reduction for treatment of obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg* 129:611–621
211. Sorrenti G, Piccin O, Latini G et al (2003) Tongue suspension technique in obstructive sleep apnea: personal experience [in Italian]. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 23:274–280
212. Thomas AJ, Chavoya M, Terris DJ (2003) Preliminary findings from a prospective, randomized trial of two tongue-base surgeries for sleep-disordered breathing. *Otolaryngol Head Neck Surg* 129:539–546
213. Sorrenti G, Piccin O, Scaramuzzino G et al (2004) Tongue base reduction with hyoepiglottoplasty for the treatment of severe OSA. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 24:204–210
214. Miller FR, Watson D, Boseley M (2004) The role of genial bone advancement trephine system in conjunction with uvulopalatopharyngoplasty in the multilevel management of obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 130:73–79
215. Hörmann K, Maurer JT, Baisch A (2004) Schnarchen / Schlafapnoe-chirurgisch heilbar? *HNO* 52:807–813

216. Verse T, Baisch A, Hörmann K (2004) Multi-Level-Chirurgie bei obstruktiver Schlafapnoe. Erste objective Ergebnisse. *Laryngorhinootologie* 83:516–522
217. Omur M, Ozturan D, Elez F et al (2005) Tongue base suspension combined with UPPP in severe OSA patients. *Otolaryngol Head Neck Surg* 133:218–223
218. Bowden MT, Kezirian EJ, Utley D, Goode RL (2005) Outcomes of hyoid suspension for the treatment of obstructive sleep apnea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 131:440–445
219. Liu SA, Li HY, Tsai WC, Chang KM (2005) Associated factors to predict outcomes of uvulopalatopharyngopalatoplasty plus genioglossal advancement for obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 115:2046–2050
220. Jacobowitz O (2006) Palatal and tongue base surgery for surgical treatment of obstructive sleep apnea: a prospective study. *Otolaryngol Head Neck Surg* 135:258–264
221. Vicente E, Marin JM, Carrizo S, Naya MJ (2006) Tongue-base suspension in conjunction with uvulopalatopharyngoplasty for treatment of severe obstructive sleep apnea: long-term follow-up results. *Laryngoscope* 116:1223–1227
222. Teitelbaum J, Diminuto M, Comiti S et al (2007) Lateral cephalometric radiography of the upper airways for evaluation of surgical treatment of obstructive sleep apnea syndrome [in French]. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 108:13–20
223. Stripf EA, Kühnemund M, Selivanova O, Mann WJ (2007) Practicability of a surgical multilevel therapy in patients with obstructive sleep apnea [in German]. *HNO* 55(Suppl 1):E1–E6
224. Yin SK, Yi HL, Lu WY et al (2007) Genioglossus advancement and hyoid suspension plus uvulopalatopharyngoplasty for severe OSAHS. *Otolaryngol Head Neck Surg* 136:626–631
225. Richard W, Kox D, den Herder C et al (2007) One stage multilevel surgery (uvulopalatopharyngoplasty, hyoid suspension, radiofrequent ablation of the tongue base with/without genioglossus advancement), in obstructive sleep apnea syndrome. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 264:439–444
226. van den Broek E, Richard W, van Tinteren H, de Vries N (2008) UPPP combined with radiofrequency thermotherapy of the tongue base for the treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 265:1361–1365
227. Eun YG, Kim SW, Kwon KH et al (2008) Single-session radiofrequency tongue base reduction combined with uvulopalatopharyngoplasty for obstructive sleep apnea syndrome. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 265:1495–1500
228. Sun X, Yi H, Cao Z, Yin S (2008) Reorganization of sleep architecture after surgery for OSAHS. *Acta Otolaryngol* 128:1242–1247
229. Andersen APD, Alving J, Lildholdt T, Wulff CH (1987) Obstructive sleep apnea initiated by a lax epiglottis. *Chest* 91:621–623
230. Woo P (1992) Acquired laryngomalacia: epiglottis prolapse as a cause of airway obstruction. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 101:314–320
231. Catalfumo FJ, Golz A, Westerman T et al (1998) The epiglottis and obstructive sleep apnoea syndrome. *J Laryngol Otol* 112:940–943
232. Verse T, Pirsig W (1999) Age-related changes in the epiglottis causing failure of nasal continuous positive airway pressure therapy. *J Laryngol Otol* 113:1022–1025
233. Golz A, Goldenberg D, Netzer A et al (2001) Epiglottic carcinoma presenting as obstructive sleep apnea. *J Otolaryngol* 30:58–59
234. Rombaux P, Hamoir M, Plouin-Gaudon I et al (2000) Obstructive sleep apnea syndrome after reconstructive laryngectomy for glottic carcinoma. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 257:502–506
235. Walsh P, Smith D, Coakeley D et al (2002) Sleep apnoea of unusual origin. *J Laryngol Otol* 116:138–139
236. Herlihy JP, Whitlock WL, Dietrich RA, Shaw T (1989) Sleep apnea syndrome after irradiation of the neck. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 115:1467–1469
237. Chetty KG, Kadifa F, Berry RB, Mahutte CK (1994) Acquired laryngomalacia as a cause of obstructive sleep apnea. *Chest* 106:1898–1899
238. Fuso L, Maiolo C, Tramaglino LM et al (2001) Orolaryngeal sarcoidosis presenting as obstructive sleep apnoea. *Sarcoidosis Vasc Diffuse Lung Dis* 18:85–90
239. Shah RN, Mills PR, George PJ, Wedzicha JA (1998) Upper airway sarcoidosis presenting as obstructive sleep apnoea. *Thorax* 53:232–233
240. Anonsen C (1990) Laryngeal obstruction and obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 100:775–778
241. Butterfield JH, Marcoux JP, Weiler D, Harner SG (1988) Mast cell pharyngitis as a cause of supraglottic edema. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 245:88–91
242. Gillespie MB, Flint PW, Smith PL et al (1995) Diagnosis and treatment of obstructive sleep apnea of the larynx. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 121:335–339
243. Kavey NB, Whyte J, Blitzer A, Gidro-Frank S (1989) Sleep-related laryngeal obstruction presenting as snoring or sleep apnea. *Laryngoscope* 99:851–854
244. Hoffstein V, Taylor R (1985) Rapid development of obstructive sleep apnea following hemidiaphragmatic and unilateral vocal cord paralysis as a complication of mediastinal surgery. *Chest* 88:145–147
245. Wiest GH, Ficker JH, Lehnert G, Hahn EG (1998) Sekundäres obstruktives Schlafapnoesyndrom bei Trachealstenose und beidseitiger Recurrensparese. *Dtsch Med Wochenschr* 123:522–526
246. Kuhlo W, Doll E, Franck MC (1969) Erfolgreiche Behandlung des Pickwick-Syndroms durch eine Dauertrachealkanüle. *Dtsch Med Wochenschr* 94:1286–1290
247. Rybak LP, Maisel RH (1979) Endoscopic findings in sleep apnea syndrome. *J Otolaryngol* 8:487–493
248. Simmons FB (1979) Tracheotomy in obstructive sleep apnea patients. *Laryngoscope* 89:1702–1703
249. Guilleminault C, Simmons FB, Motta J et al (1981) Obstructive sleep apnea syndrome and tracheostomy. Long-term follow-up expertise. *Arch Intern Med* 141:985–988
250. Kim SH, Eisele DW, Smith PL et al (1998) Evaluation of patients with sleep apnea after tracheotomy. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 124:996–1000
251. Haapaniemi JJ, Laurikainen EA, Halme P, Antila J (2001) Long-term results of tracheostomy for severe obstructive sleep apnea syndrome. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 63:131–136
252. Thatcher GW, Maisel RH (2003) The long-term evaluation of tracheostomy in the management of severe obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 113:201–204
253. Verse T, Pirsig W, Zimmermann E (2000) Obstruktive Schlafapnoe bei älteren Patienten nach Tracheostomaverschluss. *Dtsch Med Wochenschr* 125:137–141
254. Steffen A, Graefe H, Gehrking E et al (2008) Sleep apnoea in patients after treatment of head and neck cancer. *Acta Otolaryngol* Epub ahead of print
255. Hwang D, Shakir N, Limann B et al (2008) Association of sleep-disordered breathing with post-operative complications. *Chest* 133:1128–1134
256. Sampol G, Muñoz X, Sagalés MT et al (1998) Long-term efficacy of dietary weight loss in sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Eur Respir J* 12:1156–1159
257. Fritscher LG, Mottin CC, Canani S, Chatkin JM (2007) Obese and obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome: the impact of bariatric surgery. *Obes Surg* 17:95–99
258. Peiser J, Lavie P, Ovnat A, Charuzi I (1984) Sleep apnea syndrome in the morbidly obese as an indication for weight reduction surgery. *Ann Surg* 199:112–115
259. Charuzi I, Fraser D, Peiser J et al (1987) Sleep apnea syndrome in the morbidly obese undergoing bariatric surgery. *Gastroenterol Clin North Am* 16:517–519
260. Charuzi I, Ovnat A, Peiser J et al (1985) The effect of surgical weight reduction on sleep quality in obesity-related sleep apnea syndrome. *Surgery* 97:535–538
261. Summers CL, Stradling JR, Baddeley RM (1990) Treatment of sleep apnoea by vertical gastropylasty. *Br J Surg* 77:1271–1272
262. Sugerman HJ, Fairman RP, Sood RK et al (1992) Long-term effects of gastric surgery for treating respiratory insufficiency of obesity. *Am J Clin Nutr* 55(2 Suppl):597S–601S
263. Pillar G, Peled R, Lavie P (1994) Recurrence of sleep apnea without concomitant weight reduction increase 7.5 years after weight reduction surgery. *Chest* 106:1702–1704
264. Scheuller M, Weider D (2001) Bariatric surgery for treatment of sleep apnea syndrome in 15 morbidly obese patients: long-term results. *Otolaryngol Head Neck Surg* 125:299–302
265. Rasheid S, Banasiak M, Gallagher SF et al (2003) Gastric bypass is an effective treatment for obstructive sleep apnea in patients with clinically significant obesity. *Obes Surg* 13:58–61
266. Guardiano S, Scott JA, Ware JC, Schechner SA (2003) The longterm results of gastric bypass on indexes of sleep apnea. *Chest* 124:1615–1619
267. Valencia-Flores M, Orea A, Herrera M et al (2004) Effect of bariatric surgery on obstructive sleep apnea and hypopnea syndrome, electrocardiogram and pulmonary arterial pressure. *Obes Surg* 14:755–762
268. Busetto L, Enzi G, Inelmen EM et al (2005) Obstructive sleep apnea syndrome in morbid obesity: effects of intragastric balloon. *Chest* 128:618–623
269. Dixon JB, Schachter LM, O'Brien PE (2005) Polysomnography before and after weight loss in obese patients with severe sleep apnea. *Int J Obes (Lond)* 29:1048–1054
270. Fritscher LG, Canani S, Mottin CC et al (2007) Bariatric surgery in the treatment of obstructive sleep apnea in morbidly obese patients. *Respiration* 74:647–652
271. Haines KL, Nelson LG, Gonzalez R et al (2007) Objective evidence that bariatric surgery improves obesity-related obstructive sleep apnea. *Surgery* 141:354–358