

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung ... 119
- 2 Schlafbezogene Atmungsstörungen ... 119
- 3 Wiederherstellende Verfahren konservativer Art ... 121
- 4 Wiederherstellende Verfahren apparativer Art ... 121
- 5 Wiederherstellende Verfahren operativer Art ... 122
 - 5.1 Nasopharynx ... 122
 - 5.2 Tonsillen ... 122
 - 5.2.1 Tonsillektomie und Tonsillotomie ... 122
 - 5.2.2 Radiofrequenz-Chirurgie (RFQ) ... 123
 - 5.3 Weicher Gaumen ... 123
 - 5.3.1 Uvulopalatopharyngoplastik (UPPP) ... 123
 - 5.3.2 Laser-assistierte Verfahren ... 124
 - 5.3.3 Radiofrequenz-Chirurgie (RFQ) ... 124
 - 5.3.4 Andere Verfahren ... 125
 - 5.4 Zungengrund und Hypopharynx ... 127
 - 5.4.1 Radiofrequenz-Chirurgie (RFQ) des Zungengrunds ... 127
 - 5.4.2 Hyoidsuspension ... 127
 - 5.4.3 Andere Verfahren ... 127
 - 5.5 Kieferchirurgische Verfahren ... 128
 - 5.6 Multi-Level-Chirurgie ... 129
- 6 Schlussfolgerung ... 129

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

Zusammenfassung

Die vorliegende Übersicht befasst sich mit Atmungsstörungen, deren pathophysiologische Ursache im Pharynx liegt. Derartige Atmungsstörungen manifestieren sich überwiegend im Schlaf. Diese so genannten obstruktiven schlafbezogenen Atmungsstörungen umfassen drei unterschiedliche Diagnosen, das primäre Schnarchen, das Upper Airway Resistance Syndrom (UARS) und die obstruktive Schlafapnoe (OSA). Jede dieser Störungen wird unterschiedlich behandelt.

Das primäre Schnarchen ist eine Befindlichkeitsstörung und besitzt keinen eigenen Krankheitswert für den Patienten selbst, wenngleich häufig sekundär soziale Probleme durch die störenden Atmungsgeräusche entstehen. Adäquate konservative Behandlungsmöglichkeiten stellen Bisschienen dar. Auch die transkutane Elektrostimulationstherapie mit Oberflächenelektroden hat sich als nützlich erwiesen. Operative Verfahren bestehen bei Kindern in der Adenotomie, der Tonsillektomie oder der Tonsillotomie. Bei Erwachsenen hat sich die Radiofrequenztherapie der Tonsillen, des Weichgaumens und des Zungengrundes etabliert. Des Weiteren kommen die Uvulopalatopharyngoplastik (UPPP), laser-assistierte Verfahren am Weichgaumen (LAUP) und Weichgaumenimplantate erfolgreich zur Anwendung.

Das UARS und die milde OSA können sehr gut mit Bisschienen behandelt werden. Die nasale Überdruckbeatmung (nasal continuous positive airway pressure, nCPAP) ist eine sehr erfolgreiche Behandlungsoption, erreicht aber bei dieser Indikationsgruppe nur mäßige Therapieakzeptanz, da insbesondere bei der milden OSA die Tagessymptomatik oft nur gering ausgeprägt ist. An chirurgischen wiederherstellenden Verfahren kommen die UPPP,

Institutsangaben

Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde der Universitätskliniken des Saarlandes
(kommissarischer Direktor: Priv.-Doz. Dr. med. Thomas Verse)

Korrespondenzadresse

Priv.-Doz. Dr. med. Thomas Verse · Universitäts-HNO-Klinik Homburg · 66421 Homburg ·
E-mail: thomas.verse@uniklinik-saarland.de

Bibliografie

Laryngo-Rhino-Otol 2005; 84 Supplement 1: 118–129 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York ·
ISSN 0935-8943 · DOI 10.1055/s-2005-861130

die Radiofrequenzchirurgie des Zungengrundes, die Hyoidsuspension, die Unterkieferosteotomie mit Vorverlagerung des M. genioglossus entweder isoliert oder in unterschiedlichen Kombinationen als sog. Multi-Level-Chirurgie-Konzepte erfolgreich zur Anwendung.

Goldstandard in der Behandlung der mittelschweren und der schweren OSA ist die nCPAP-Therapie. Alle Patienten mit einer mittelschweren oder schweren OSA sollten zumindest einen nCPAP-Therapieversuch unterlaufen. Chirurgische Verfahren sollten hier nur sekundär im Falle eines nCPAP-Therapieversagens eingesetzt werden, welches in gut 30% der Fälle zu beobachten ist. Erfolgreiche Verfahren sind die Adenotomie, Tonsillektomie oder Tonsillotomie bei Kindern und bei Erwachsenen darüber hinaus die Hyoidsuspension, die Unterkieferosteotomie mit Vorverlagerung des M. genioglossus, verschiedene Multi-Level-Chirurgie-Konzepte oder Umstellungsosteotomien des Ober- und Unterkiefers. Letztere können bei entsprechenden kraniofazialen Fehlstellungen auch primär indiziert sein.

Schlüsselwörter

Primäres Schnarchen · Upper Airway Resistance Syndrome · obstruktive Schlafapnoe · Schlafatmungsstörungen

1 Einleitung

Beeinträchtigungen der pharyngealen Atmung treten überwiegend im Schlaf auf. Im Wachzustand können Tumore, lokale Infektionen und allergische Entzündungen, allen voran das angioneurotische Ödem, die Atemwege verlegen. Spezifische rekonstruktive Verfahren im Bereich des Pharynx existieren nicht. Die Darstellung der Grundzüge der Chirurgie des Oro- und des Hypopharynxkarzinoms würde den Rahmen dieser Übersicht sprengen. Daher konzentriert sich diese Übersicht auf die Abhandlung der wiederherstellenden Verfahren bei schlafbezogenen Atmungsstörungen. Im Vordergrund der Darstellung steht die Diskussion der Effektivität der Verfahren für die jeweiligen Indikationen primäres Schnarchen einerseits und UARS bzw. OSA andererseits.

2 Schlafbezogene Atmungsstörungen

Die internationale Klassifikation der Schlafstörungen unterscheidet 80 verschiedene Diagnosen als Ursachen für einen nicht-erholsamen Schlaf. Eine Untergruppe stellen die schlafbezogenen Atmungsstörungen (SBAS) dar. Innerhalb dieser Gruppe wird wiederum zwischen solchen mit und solchen ohne Obstruktion unterschieden. Erstere haben ihre Ursache im oberen Luftweg, während letztere (primäre und sekundäre Hypoventilation, zentrale Schlafapnoe) zentrale Ursachen haben.

Die SBAS mit Obstruktion umfassen drei Diagnosen, nämlich das primäre Schnarchen, das Upper Airway Resistance Syndrom (UARS) und die obstruktive Schlafapnoe (OSA). Heute werden diese drei Störungen als unterschiedliche Ausprägungsgrade ein und derselben pathophysiologischen Störung interpretiert [1], die jedoch wegen unterschiedlicher therapeutischer Ansätze sorgsam voneinander unterschieden werden müssen.

Schnarchen entsteht durch die Vibration von Weichgewebe an anatomischen Engstellen. Per definitionem geht das primäre Schnarchen nicht mit einer Beeinträchtigung der Atmung im Schlaf einher. Auch besteht keine Tagesschläfrigkeit, die auf das Schnarchen zurückgeführt werden kann. Entsprechend besitzt das primäre Schnarchen keinen Krankheitswert für den Patienten selbst, wenngleich die lästigen Schlafatmungsgeräusche natürlich häufig zu sozialen Spannungen führen.

Drei Kräfte bestimmen im Schlaf die Weite des oberen Luftweges im Pharynx. Einige Muskeln, allen voran der M. genioglossus, erweitern den Pharynx, während der inspiratorische Sog und der umliegende Gewebedruck verengend auf den Pharynx einwirken. Im Gegensatz zum primären Schnarchen kommt es bei der OSA im Schlaf zu einer Verschiebung dieses Gleichgewichts zwischen den Pharynx erweiternden und verengenden Kräften zugunsten der letzteren und damit zum kompletten Kollaps mit konsekutivem Atemstillstand (Apnoe) bzw. zur Verengung des oberen Luftweges mit konsekutiver Minderatmung (Hypopnoe) [2, 3]. Die OSA tritt ausschließlich im Schlaf auf. Der Grund hierfür liegt im physiologischen Abfall des Muskeltonus der Willkürmotorik insbesondere im Traumschlaf. Beide Atmungsereignisse (Apnoe und Hypopnoe) stellen bei ausreichender Länge eine Notfallsituation für den Körper dar. Dieser reagiert einerseits mit einer Erhöhung des zentralen Erregungszustands (Weckreaktion oder Arousal) und andererseits über eine Ausschüttung von Katecholaminen mit einer Erhöhung des Sympathikotonus mit konsekutiv vermehrter Belastung des kardiovaskulären Systems.

Beim UARS reicht der Muskeltonus im Schlaf noch aus, um ein pharyngeales Restlumen zu erhalten. Apnoen oder Hypopnoen können nicht registriert werden. Allerdings bedingt die schon vorhandene Einengung des oberen Luftweges eine erhöhte Atemarbeit infolge Erhöhung des Atemwegwiderstandes. Dieser kann mit Ösophagusdrucksonden gemessen werden. Die erhöhte Atemarbeit kann ihrerseits auch ohne Apnoen oder Hypopnoen zentrale Weckreaktionen (Arousals) bedingen, welche wiederum die gesunde Schlafarchitektur alterieren [4].

Im Gegensatz zum primären Schnarchen können UARS und OSA verschiedene Gesundheitsstörungen bei den Betroffenen auslösen. Kardinalsymptome der OSA sind intermittierendes, unrythmisches Schnarchen (94%), Tagesschläfrigkeit (78%) und verminderte intellektuelle Leistungsfähigkeit (58%). Weitere Symptome sind Persönlichkeitsveränderungen (48%), Impotenz im Sinne von Erektionsstörungen (48%), morgendliche Kopfschmerzen (36%) und Enuresis nocturna (30%) [5].

Die OSA gehört neben der arteriellen Hypertonie und dem Diabetes mellitus zu den drei häufigsten Volkskrankheiten in westlichen Industrienationen mit einer Prävalenz von bis zu 10,9% bei Männern und 6,3% bei Frauen [6, 7]. Die OSA geht mit einem erhöhten Risiko für verschiedene Erkrankungen einher wie z.B. Herzinfarkt [8], Zerebralinsult [9], arterielle Hypertonie [10] und Verkehrsunfällen infolge Müdigkeit [11].

Mit anderen Worten, das primäre Schnarchen stellt eine Befindlichkeitsstörung dar, während OSA und UARS Krankheiten mit im Vergleich zur Normalbevölkerung signifikant erhöhter Morbidi-

tät und Mortalität darstellen. Das bedeutet, dass je nach Diagnose unterschiedliche Therapieziele verfolgt werden müssen. Die notwendige Diagnostik umfasst die Erhebung der Krankengeschichte unter Verwendung spezifischer Fragebögen, die körperliche und hno-ärztliche Untersuchung sowie eine Schlaflaboruntersuchung. Zwecks weiterer Details sei an dieser Stelle auf die entsprechende Literatur verwiesen [12–13].

Der Schweregrad der SBAS ist essenziell für die Auswahl der geeigneten Therapie. Beim primären Schnarchen geht es darum, die Dauer und die Intensität der Schlafatmungsgeräusche auf ein sozial verträgliches Maß abzusinken. Da der Patient, wie ausgeführt, im Grunde nicht selbst krank ist, muss bei der Wahl der Behandlungsmodalität beachtet werden, dass 1. die Therapie dem Patienten nicht schaden darf, 2. dass nur behandelt werden darf, wenn der Patient eine Behandlung ausdrücklich wünscht und 3. nach jeder Art der Therapie eine nCPAP-Beatmung grundsätzlich noch möglich bleiben muss [14]. Dieser letzte Aspekt ist deshalb von Bedeutung, weil die Inzidenz der OSA mit Alter und Körpergewicht zunimmt [15]. Insbesondere nach aggressiver Weichgaumenchirurgie bei primären Schnarchern wurden Fälle beschrieben, bei denen infolge einer postoperativen Nasopharynxstenose oder einer velopharyngealen Inkompetenz eine neu aufgetretene OSA nicht mehr mittels nCPAP-Therapie therapiert werden konnte [16]. Diese Fälle haben die Weichgaumenchirurgie bei SBAS vielerorts zurecht in Misskredit gebracht.

Das Therapieziel bei OSA und UARS besteht in einer möglichst vollständigen Beseitigung von Apnoen, Hypopnoen, Arousals, Schnarchen und anderen vergesellschafteten Symptomen – und das möglichst in allen Körperlagen und in allen Schlafstadien. Auch bei OSA und UARS sollte die Therapie dem Patienten möglichst nicht schaden, allerdings erscheinen zur Beseitigung der bestehenden Gesundheitsstörungen invasive oder belastendere Verfahren gerechtfertigt als das beim primären Schnarchen der Fall ist.

Im Allgemeinen wird der Schweregrad der SBAS in der Anzahl der Atmungsereignisse (AHI=Anzahl der Apnoen und Hypopnoen pro Stunde Schlaf) gemessen. Leider korreliert der AHI insbesondere bei der milden OSA nur schlecht mit der Tagessymptomatik der Patienten. Außerdem ist der AHI altersabhängig. Bei Kindern besteht ein weitgehender Konsens dahingehend, dass ein $AHI \geq 2$ als pathologisch anzusehen ist. Neugeborene sollten gar keine Apnoen haben. Bei Erwachsenen fehlt ein solcher Konsens. He et al. [17] konnten zeigen, dass das Mortalitätsrisiko oberhalb eines Apnoe-Index von 20 signifikant zunimmt. In unserem Schlaflabor und im Folgenden wird daher die nachstehende Schweregradeinteilung verwendet:

- milde OSA $10 \leq AHI < 20$
- mittelschwere OSA $20 \leq AHI < 40$
- schwere OSA $40 \leq AHI$.

Unterhalb eines AHI von 10 muss zwischen einem harmlosen primären Schnarchen und einem UARS unterschieden werden. Auch muss beachtet werden, dass die oben angegebene Einteilung für 30-Jährige gilt. Bei älteren Patienten können auch AHI-Werte bis 15 ohne Therapie toleriert werden, wenn der Betroffene keine Tagessymptomatik verspürt. Neben dem AHI spielen wie immer in der Medizin die Beschwerden des Patienten eine

wesentliche Rolle bei der Therapieentscheidung. Das bedeutet, dass ein Patient mit einem UARS mit einem AHI von deutlich unter 10 aber einer ausgeprägten Tagessymptomatik behandelt werden muss, während ein älterer Patient mit einem AHI von 15, aber fehlender Symptomatik, nicht zwingend therapiert gehört.

Natürlich müssen auch die vorhandenen Nebendiagnosen in die Überlegungen eingeschlossen werden. Da SBAS das Risiko kardiovaskulärer Erkrankungen erhöhen, müssen Patienten mit eben solchen Vorerkrankungen schnell und suffizient behandelt werden. Da in diesen Fällen häufig ein erhöhtes Narkoserisiko besteht, sind diese Fälle Domäne der nCPAP-Beatmungstherapie. Auch Verkehrsunfälle infolge Müdigkeit am Steuer sollten an eine SBAS denken lassen und zügig zur Diagnostik und Therapie führen.

Moderne Therapiekonzepte sehen das primäre Schnarchen einerseits und die schwere OSA andererseits als Maximalvarianten ein und derselben pathophysiologischen Störung [1]. Aus der Abb. 1 können zwei wichtige Prinzipien für die Therapiefindung bei SBAS abgeleitet werden. Einerseits bestimmt die Schwere der Erkrankung die zu rechtfertigende Invasivität einer operativen Maßnahme. Für das primäre Schnarchen sollte, wenn chirurgisch therapiert wird, ein minimal-invasives Verfahren mit minimaler Morbidität und Komplikationsrate gewählt werden. Bei der mittelschweren und der schweren OSA sind minimal-invasive Verfahren nicht ausreichend wirksam. Hier sollte ab einem AHI von 30 primär der Beatmungsbehandlung der Vorzug gegeben werden. Chirurgische Verfahren kommen erst sekundär nach erfolglosem CPAP-Therapieversuch zum Einsatz. Dann sind allerdings invasivere Verfahren gerechtfertigt [18].

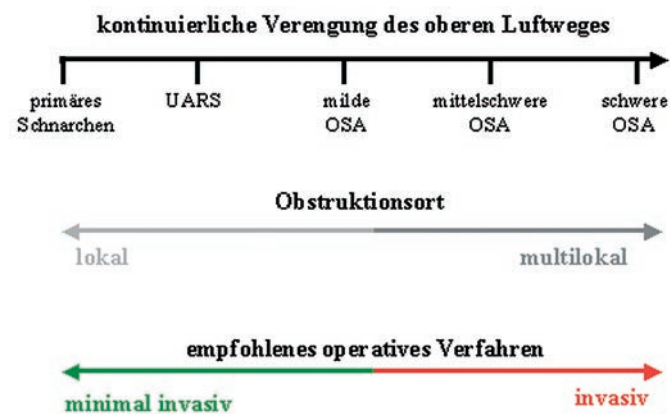


Abb. 1 Kontinuierliche Verengung des oberen Luftweges. Modifiziert nach Moore [1].

Das zweite Prinzip besteht darin, dass SBAS häufig den gesamten oberen Luftweg, aber insbesondere den Abschnitt zwischen Choane und Glottis betreffen. Viele Jahre wurde ein nach Ansicht des Autors zu mechanistisches Konzept verfolgt, nach welchem die Kollapsorte entweder hinter dem Weichgaumen (Fujita Typ I), hinter der Zunge (Fujita Typ II) oder in beiden Regionen (Fujita Typ III) zu suchen war [19]. Zur Suche des/der Kollapsorte wurde eine ganze Palette von Untersuchungsmethoden propagiert, deren Vor- und Nachteile Tab. 1 zusammenfasst.

Tab. 1 Gebräuchliche Techniken in der Topodiagnostik des Kollapsortes

Technik	im Schlaf	quantitativ	Nachteile	klinische Routine
Druckmessungen	+	+	SE, limitierte Haltbarkeit der teuren Sonden	+
flexible Nasopharyngoskopie	+	(+)	SE, mom	+
Analyse der Schlafatmungsgeräusche	+	+	SE	(+)
Cinefluoroskopie	+	+	rad, mom	-
schnelles CT	+	+	rad, mom	-
Radiozephelometrie	-	+	rad, mom	+
akustische Reflexion	+	+	SE	(+)
schnelles MRT	+	+	mom (bis zu 1 Stunde)	-

SE: Spezielle Erfahrung nötig; mom: beurteilt nur eine kurze Schlafperiode; rad: Strahlenexposition.

Hinter dieser Topodiagnostik steht die Idee, dass sich die Erfolgsquote z.B. der Weichgaumenchirurgie durch die präoperative Identifizierung der geeigneten Kandidaten mit ausschließlich retrovelarem Kollapstyp deutlich steigern lässt. Leider ist es aber bis heute nicht gelungen, die Erfolgsquote der UPPP deutlich über 50% zu steigern, weshalb die Einteilung in die genannten drei Kollapstypen vermutlich zu einfach ist. Wenn überhaupt, dann scheint diese Einteilung für die ganz milden Formen der SBAS, also das primäre Schnarchen und vielleicht das UARS zu funktionieren, wie die Diskussion anlässlich des letztjährigen Deutschen HNO-Kongresses in Bad Reichenhall zeigte.

Ab einem AHI von etwa 20 sollte aber davon ausgegangen werden, dass der gesamte obere Luftweg im angesprochenen Segment von der Choane bis zum Larynx betroffen ist. Das erklärt auch die deutliche Überlegenheit der nCPAP-Therapie, die den gesamten Bereich pneumatisch schient. Wenn dennoch operiert wird, sollten so genannte Multi-Level-Konzepte (siehe 5.6) bevorzugt werden, die verschiedene Eingriffe in zumindest Oro- und Hypopharynx kombinieren.

Im Folgenden werden die verschiedenen Therapiekonzepte besprochen. Die Diskussion der Effektivität nach den Kriterien der Evidence Based Medicine (EBM) [20, 21] für die einzelnen Indikationen steht dabei im Vordergrund. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den operativen Verfahren, da im Grunde nur diese als rekonstruktive Verfahren im Sinne des Themas dieses Verhandlungsberichtes eingestuft werden können.

3 Wiederherstellende Verfahren konservativer Art

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

Übergewicht gilt als Hauptrisikofaktor für SBAS [22]. Verschiedene Arbeiten konnten zeigen, dass sich der AHI mittels Körpergewichtsreduktion kurzfristig signifikant senken lässt. Langfristig

liegen die Erfolgsraten der alleinigen Körpergewichtsreduktion jedoch nur bei 3% [23].

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

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 folgend nach hinten. Bei Patienten mit entsprechenden anatomischen Gegebenheiten (Zungen[-grund]hyperplasie oder Mikrogenie) verschließt die Zunge dabei den oberen Luftweg. Diesen Patienten kann durch die konsequente Vermeidung der Rückenlage geholfen werden. Leider gibt es auch hierzu keine Langzeitergebnisse. Kurzfristig werden Erfolgsraten bis zu 75% bei milder und mittelschwerer, lageabhängiger OSA beschrieben [24].

Kürzlich wurde eine Übersicht über 43 verschiedene Pharmaka bezüglich ihrer Wirksamkeit bei SBAS publiziert [25]. Bislang konnte noch kein Medikament als wirksam in der Behandlung der SBAS bezeichnet werden.

4 Wiederherstellende Verfahren apparativer Art

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

Die in der Regel über eine Nasenmaske applizierte CPAP-Beatmung nach Sullivan [26] schient den gesamten oberen Luftweg pneumatisch vom Naseneingang bis zur Glottis. Die Darstellung der Anpassung sowie der zahlreichen Modifikationen würde den Rahmen dieser Übersicht sprengen, weshalb auf die entsprechende Literatur verwiesen wird [27]. Die CPAP-Beatmung reduziert oder beseitigt Schnarchen, Tagessymptomatik und das kardiovaskuläre Risiko. Zwei exzellente Studien, welche die Kriterien der evidence based medicine (EBM Grad 1) erfüllen, belegen die Wirksamkeit der Methode [28, 29]. Mit einer primären Erfolgsrate von 98% ist die CPAP-Therapie neben der Tracheotomie das erfolgreichste Verfahren überhaupt in der Therapie der SBAS.

Leider liegen die Raten für eine Langzeitakzeptanz bei unter 70% [30]. Grundsätzlich sinkt die Bereitschaft zur Beatmungstherapie mit sinkendem Lebensalter und mit abnehmendem subjektiven Therapieerfolg [31]. Mit anderen Worten, je mehr ein Patient bezüglich seiner Tagessymptomatik von einer CPAP-Therapie profitiert, desto größer ist seine Compliance, das Gerät ausreichend regelmäßig zu benutzen. Folglich lehnen viele Patienten mit einer milden oder mittelschweren OSA trotz initial erfolgreicher CPAP-Einstellung eine dauerhafte Beatmungstherapie ab, obwohl eine Behandlung medizinisch notwendig wäre. Diese Patienten müssen einer anderen, häufig chirurgischen Therapie zugeführt werden [32].

Unter den oralen Hilfsmitteln (Bisschienen) haben sich in den letzten 5 Jahren die Unterkieferprotrusionsschienen durchsetzen können. Für die milde bis mittelschwere OSA werden Erfolgsraten von 50–70% berichtet [33,34]. Leider lassen sich der individuelle Erfolg und die Compliance nicht vorhersagen. Die Akzeptanz der Unterkieferprotrusionsschienen wird zwischen 40 und 80% angegeben [35,36]. Wichtigste Nebenwirkungen in bis zu 80% der Patienten sind Hypersalivation, Xerostomie, Schmerzen im Kiefergelenk und dentale Beschwerden [37].

Die Elektrostimulation des Mundbodens wird derzeit für die Anwendung über Oberflächenelektroden am Kinn bzw. am Mundboden kommerziell angeboten. Erste Ergebnisse belegen eine Wirksamkeit in der Behandlung des primären Schnarchens, nicht aber der OSA [38,39]. Langzeitergebnisse fehlen.

5 Wiederherstellende Verfahren operativer Art

5.1 Nasopharynx

Im Kindesalter führen häufig vergrößerte Adenoide zur Entwicklung von SBAS. Die kindliche OSA kommt etwa gleich häufig bei beiden Geschlechtern vor [40]. Es konnte gezeigt werden, dass die Größe der Adenoide streng mit dem Schweregrad der kindlichen OSA korreliert [41,42]. Eine positive Korrelation zwischen Schnarchen und Größe der Adenoide war bereits vor mehr als 20 Jahren beschrieben worden [43].

Einige Fallberichte belegen eine Schlafatmungsstörung bei Kindern, die nach Adenotomie reversibel war [40,51]. Allerdings scheinen sowohl die isolierte Tonsillektomie als auch die kombinierte Adenotonsillektomie eine höhere Erfolgsrate zu besitzen. Nichtsdestoweniger verbessert sich die mentale Leistungsfähigkeit und Entwicklung nach Adenotomie [52].

Neben vergrößerten Adenoiden kann eine kindliche OSA auch durch Choanalpolypen hervorgerufen werden. Einige wenige Fallberichte für kindliches Schnarchen [44,45] und vier gut dokumentierte Fälle einer kindlichen OSA infolge Choanalpolypen finden sich in der Literatur [46–49].

Bei Erwachsenen kommt eine komplette Verlegung des Nasopharynx naturgemäß seltener vor. Donnelly et al. [50] beschrieben aber kürzlich einen im Vergleich zu gesunden Kontrollen verengten Nasenrachenraum bei 16 jungen erwachsenen Schlafapnoikern.

5.2 Tonsillen

5.2.1 Tonsillektomie und Tonsillotomie

Es gilt als gesichert, dass die Tonsillenhypertrophie einer der Hauptgründe für die Entwicklung einer kindlichen OSA darstellt [53,54]. Entsprechend weist die kombinierte Adenotonsillektomie eine hohe Erfolgsrate bei kindlicher OSA auf. Weniger klar ist jedoch, inwieweit eine Tonsillenhypertrophie auch beim Erwachsenen zur Entwicklung von SBAS beitragen kann und inwieweit die Tonsillektomie auch beim Erwachsenen erfolgreich ist. Deshalb soll das Thema für Erwachsene und Kinder getrennt dargestellt werden.

In letzter Zeit haben die Tonsillotomie [55] wieder und verschiedene interstitielle Verfahren zur Gewebereduktion [56] erstmals an Bedeutung in der Tonsillenchirurgie gewonnen. Da die interstitielle Gewebereduktion mit Radiofrequenzenergie eine komplett andere Technik darstellt, wird sie im folgenden Abschnitt eigenständig abgehandelt.

a) Kinder

Effektivität bei primärem Schnarchen

Überraschenderweise finden sich kaum Studien, die sich mit dem Effekt der Tonsillektomie bei primärem Schnarchen befassen. Es existieren Daten von 265 Kindern aus 5 Studien [55,57–60]. Der Therapieerfolg wird mit durchschnittlich 91% (88 bis 100%) angegeben.

Herauszuheben ist die Studie von Hultcranz u. Mitarb. [55], die randomisiert die Effektivität der Tonsillotomie verglichen mit der Tonsillektomie untersucht haben. Die konventionelle Tonsillektomie zeigte sich tendenziell der Tonsillotomie überlegen. Die postoperative Morbidität der Kinder nach Tonsillotomie war aber signifikant gegenüber der bei konventionell operierten Kindern vermindert.

In einer weiteren kontrollierten Studie untersuchten Stradling et al. [61] 61 Kinder vor und 6 Monate nach Adenotonsillektomie sowie 31 gesunde, alters-gematchte Kinder zu Beginn der Studie und nach weiteren 6 Monaten. In der Gruppe der operierten Kinder normalisierten sich postoperativ sowohl die nächtliche Sauerstoffsättigung als auch verschiedene subjektive Parameter auf das Niveau der unbehandelten, gesunden Kinder.

Darüber hinaus konnten mehrerer Untersuchungen belegen, dass schnarchende Kinder schlechter in der Schule abschneiden als ihre nicht schnarchenden Mitschüler [62,63]. Dieser Unterschied verschwand nach Adenotonsillektomie [64].

Effektivität bei OSA

Die spontane Heilungsrate der kindlichen OSA infolge adenotonsillärer Hyperplasie liegt bei nur 9% [58]. Nicht zuletzt deshalb ist die Adenotonsillektomie die häufigste Operation bei Kindern überhaupt [53,54,65].

Insgesamt 9 Studien präsentieren sowohl prä- als auch postoperative Schlaflaboraten von insgesamt 221 Kindern [40,57,65–72]. Die Erfolgsrate im Sinne eines postoperativen AHI unter 5 errechnet sich mit 85,8%. Damit ergeben sich ausreichend Daten, um eine Wirksamkeit der Adenotonsillektomie bei kindlicher OSA anzunehmen. Kudoh und Sanai [73] konnten sogar bei krankhaft übergewichtigen Kindern eine Effektivität der Adenotonsillektomie bei OSA nachweisen. Bei einigen Kindern wurde allerdings ein Wiederauftreten der OSA Jahre nach initial erfolgreicher Adenotonsillektomie beschrieben [74,75].

b) Erwachsene

Effektivität bei primärem Schnarchen

Es gibt in der Literatur keinerlei suffiziente Ergebnisse zur Effektivität der isolierten Tonsillektomie beim primären Schnarchen des Erwachsenen.

Effektivität bei OSA

Eine substanzielle Tonsillenhyperplasie ist im Erwachsenenalter seltener als bei Kindern. Trotzdem finden sich insgesamt 28 komplette Datensätze von Schlafapnoikern, die ausschließlich mit einer Tonsillektomie behandelt wurden [76–81]. Der durchschnittliche AHI sank von präoperativ 45,2 auf postoperativ 13,1. Dieser Unterschied ist statistisch hoch signifikant ($p < 0,0001$). Nach den Erfolgskriterien von Sher [82] ergibt sich in diesem selektierten Patientenkollektiv eine Heilungsrate von 78,6%.

Eine massive Tonsillenhyperplasie im Erwachsenenalter ist zwar selten, liegt sie aber vor, so ist die Tonsillektomie zur Behandlung der OSA fast so erfolgreich wie im Kindesalter.

5.2.2 Radiofrequenz-Chirurgie (RFQ)

Die Radiofrequenztechnik verwendet hochfrequente elektrische Energie, um Weichteilgewebe entweder zu schneiden oder zu koagulieren. Durch die interstitielle Applikation von Radiofrequenzenergie wird eine thermische Läsion erzeugt, welche nachfolgend vernarbt. Dieser Vorgang resultiert in einer Versteifung und Schrumpfung des Gewebes. Im Rahmen der chirurgischen Behandlung von SBAS wird diese Technik an den Nasenmuscheln [83] am Weichgaumen [84] und am Zungengrund [85] eingesetzt. Weniger ist bisher über den Einsatz an den Gaumenmandeln bekannt.

Zwischenzeitlich sind verschiedene Radiofrequenzsysteme auf dem Markt. Diese unterscheiden sich durch die Art der Energieabgabe ins Gewebe, der entweder kontrolliert und unkontrolliert erfolgt. Zu den kontrollierten Verfahren gehören u.a. die so genannte Somnoplastie (Somnus, Gyrus ENT, USA), welche die Energieabgabe über die Messung der Gewebetemperatur kontrolliert, und das Celon-System (Celon AG Medical Instruments, Teltow, Deutschland), welches den Gewebewiderstand als Kontrollgröße verwendet. Darüber hinaus gibt es zahlreiche nicht-kontrollierte Systeme, bei denen solange Energie abgegeben wird, wie der Operateur seinen Fuß auf dem Fußschalter belässt.

In der Regel werden Radiofrequenzeingriffe an der Tonsille in örtlicher Betäubung durchgeführt. Die Nadelelektrode wird in das lymphatische Gewebe eingestochen und eine thermische Läsion gesetzt. Je nach Größe der Tonsillen sind 4 bis 8 Läsionen pro Seite erforderlich. Oft führt die initiale inflammatorische Gewebereaktion zu einer weiteren Größenzunahme der Mandeln, weshalb Patienten mit Kissing Tonsills stationär überwacht werden sollten. Die Schrumpfung der Tonsillen tritt dann innerhalb von ein bis drei Wochen postoperativ ein.

Effektivität bei SBAS

Die durchschnittliche Volumenreduktion der Tonsillen wird zwischen 51% [86] und 75% [87] angeben. 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 [88]. Bei Kindern beschreibt derselbe Autor eine Verbesserung mehrerer Lebensqualitätparameter ein Jahr nach Radiofrequenzbehandlung der Tonsillen.

Zur Effektivität der RFQ der Tonsillen bei OSA gibt es nur zwei Veröffentlichungen [86,89]. Leider lassen diese Arbeiten keine

Rückschlüsse auf den Effekt der isolierten Anwendung von RFQ-Energie an den Tonsillen zu, da jeweils noch andere Operationschritte durchgeführt wurden.

5.3 Weicher Gaumen**5.3.1 Uvulopalatopharyngoplastik (UPPP)**

Über kein Operationsverfahren zur Behandlung der SBAS gibt es mehr Literatur als zur Uvulopalatopharyngoplastik (UPPP). Seit der ersten UPPP durch Ikematsu 1963 sind mehrere Verfahren publiziert worden, die zum Ziele haben, die überschüssigen Gewebekomponenten des weichen Gaumens zu reduzieren, ohne dass die Funktionen des Weichgaumens beim Schlucken und Sprechen beeinträchtigt werden. Vermehrte Radikalität verbessert nicht die chirurgische Erfolgsquote, erhöht aber die Komplikationsrate [90]. So werden nach aggressiver UPPP bleibende velopharyngeale Inkompetenzen in bis zu 24% der Fälle [91], Nasopharynxstenosen in bis zu 4% der Fälle [92] und CPAP-Intoleranzen infolge oronasalen Luftlecks [16] beschrieben.

Seit 15 Jahren wird in Deutschland daher eine muskelschonende Modifikation [93] der ursprünglich von Fujita 1981 angegebenen Technik [94] favorisiert. Mit dieser Technik wurden bei inzwischen über 600 Fällen keine schweren Komplikationen mehr beobachtet. Heute gibt es keine Rechtfertigung mehr für aggressive Operationstechniken am Weichgaumen.

Effektivität bei primärem Schnarchen

Zur Wirksamkeit der isolierten UPPP beim primären Schnarchen sind unzählige Arbeiten erschienen. Die Definitionen des Operationserfolges variieren so sehr, dass im Folgenden nur Arbeiten mit Langzeitdaten zusammengestellt sind. Als Langzeitdaten werden dabei nur Nachbeobachtungszeiträume von mindestens 3 Jahren angesehen. Mehrere Studien [96,101,102] beschreiben ein Nachlassen des Kurzzeit-Operationserfolges mit zunehmendem Nachbeobachtungsintervall.

Fasst man die Werte für „Schnarchen verbessert“ bzw. „kein Schnarchen mehr“ zusammen, so ergibt sich für die isolierte UPPP basierend auf den Daten für insgesamt 868 Patienten [95–102] eine Langzeit-Erfolgsrate von 69,2% in der Behandlung des primären Schnarchens. Diese Zahl ist allerdings vorsichtig zu gebrauchen, da die Beurteilungskriterien sehr heterogen sind. Entsprechend variiert die Erfolgsangabe in den zitierten Studien zwischen 44% und 91%.

Objektiv konnte eine Reduktion der alpha-EEG-Arousals nach UPPP beim nicht-apnoischen Schnarchen gesichert werden [103]. Janson et al. [104] stellten eine Reduktion von Tagesschläfrigkeit und -müdigkeit bei 155 primären Schnarchern nach UPPP fest.

Vergleich verschiedener Operationstechniken am weichen Gaumen

Chabolle und Kollegen [97] haben in derselben Nachuntersuchung auch Patienten nach laser-assistierter Weichgaumenoperation eingeschlossen. Die Gruppen waren in Bezug auf Alter, Geschlechterverteilung und BMI vergleichbar. Die Erfolgsrate war in beiden Gruppen mit 44% genau gleich. Allerdings lag die generelle Zufriedenheit mit der Operation in der UPPP-Gruppe signifikant höher.

Eine objektive Analyse der Schlafatmungsgeräusche ergab sowohl kurz- (2–11 Monate) als auch langfristig (29–56 Monate) nach UPPP bzw. nach LAUP eine vergleichbare Erfolgsrate für beide Operationstechniken [105,106].

Lysdahl und Haraldson [107] verglichen die konventionelle UPPP mit einer laser-assistierten Variante bei 121 Patienten. Die konventionelle Technik zeigte sich hierbei in allen Parametern der Laserchirurgie überlegen. Diese Überlegenheit wurde inzwischen von einer anderen Arbeitsgruppe bestätigt [99].

Effektivität bei OSA

Es liegen nur wenige prospektive Arbeiten über Langzeitergebnisse bis zu 9 Jahren nach UPPP vor. Die Vergleichbarkeit dieser Daten wird wie bei anderen Techniken durch unterschiedliche Erfolgskriterien erschwert. Fast übereinstimmend finden alle Autoren eine Diskrepanz zwischen guter subjektiver Besserung ihrer Beschwerden und kaum veränderten objektiven Schlafparametern nach UPPP. Deshalb ist eine postoperative Kontrolle im Schlaflabor nach einem bis drei Jahren erforderlich. Die hervorragende Übersicht von Sher et al 1996 [82] sollte von jedem Operateur genau studiert werden. Diese Autoren verwenden als Erfolgskriterien einen AHI < 20 und eine Reduktion des AHI um mindestens 50% (oder analog: AI < 10 und AI-Reduktion > 50%). Im nicht-selektierten Patientengut ergab diese Metaanalyse einen Operationserfolg nach UPPP von 40,7%. In der selektierten Gruppe mit klinisch vermuteter Obstruktion ausschließlich in Höhe des Weichgaumens ergab sich eine Erfolgsrate von 52,3%. Diese Daten basieren überwiegend auf Kurzzeitergebnissen.

Aus den heute vorhandenen Langzeitdaten [98,108–112] geht eindrücklich hervor, dass auch der Effekt der UPPP auf den Schweregrad der OSA mit den Jahren nachlässt. Deshalb sollten Patienten längerfristig nach UPPP schlafmedizinisch kontrolliert werden. Fasst man die vorhandenen Langzeitdaten zusammen, die vergleichbare Erfolgskriterien verwenden, wie von Sher et al. [82] vorgeschlagen, so ergibt sich eine Langzeit-Erfolgsrate von 49,5%. Damit kann heute mit Recht eine positive Langzeitwirkung der isolierten UPPP ggf. mit Tonsillektomie bei OSA angenommen werden.

Entsprechend konnte in einer Gruppe von 400 Patienten mit SBAS, die eine UPPP oder Laser-UPP bekommen hatten, verglichen mit 744 nicht-schnarchenden Kontrollpersonen keine erhöhte Mortalität nachgewiesen werden [113]. Diese Daten belegen den positiven Effekt der UPPP auf die Mortalität bei Schlafapnoikern. Keenan et al. [114] beobachteten ihre Schlafapnoe-Patienten über einen Zeitraum von 6 Jahren nach. Die eine Gruppe bekam eine CPAP-Beatmung, die andere eine UPPP. Es ergab sich kein Unterschied bezüglich der Langzeit-Überlebensrate zwischen beiden Gruppen. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass sich nach UPPP einerseits das Abschneiden im Langzeit-Fahrsimulator verbessert [115] und dass sich andererseits die Anzahl der Autounfälle innerhalb eines Zeitraums von 5 Jahren nach der Operation signifikant senken lässt [116].

5.3.2 Laser-assistierte Verfahren

Eine wesentliche Modifikation der konventionellen UPPP stellen die laser-chirurgischen Weichgaumen-Operationen dar. Diverse solche Techniken wurden bislang vorgestellt. Im Wesentlichen

lassen sich 3 verschiedene Grundtypen unterscheiden [117–121]. Nach eigener Erfahrung liegen die meisten Vorteile in einer muskelschonenden Modifikation der ursprünglichen Kamami-Technik [117]. Wie bei der UPPP ist es essenziell, muskelschonend zu operieren. Andernfalls riskiert man schwere Komplikationen.

Effektivität bei primärem Schnarchen

Bis heute gibt es keine allgemein anerkannte Methode, das Schnarchen objektiv zu quantifizieren. Die meisten Studien behelfen sich entweder mit visuellen Analog-Skalen (VAS), die der Bettpartner ausfüllt, oder mit dem Schnarchindex (SI), den die meisten Schlaflaborsysteme ausgeben. Da diese Schnarchindices auf unterschiedlichen Algorithmen basieren, sind nur solche Untersuchungen vergleichbar, die mit demselben System prä- und postoperativ gearbeitet haben. Die folgende Tab. 2 fasst alle relevanten Daten aus prospektiven Untersuchungen zusammen, die visuelle Analogskalen verwenden. Sehr unterschiedliche Definitionen des Operationserfolges zwischen den einzelnen Studien erschweren die Interpretation der Ergebnisse.

Grundsätzlich lassen sich keine Unterschiede in der Wirksamkeit zwischen den 3 Grundtechniken erkennen. Etwa drei Viertel der untersuchten Patienten zeigten sich bei der kurzfristigen Nachuntersuchung zufrieden mit dem Operationsergebnis. Allerdings lässt die Wirksamkeit, vergleichbar wie bei der UPPP, mit der Zeit nach [121,131–134]. Suffiziente Langzeitdaten fehlen noch. Lediglich Osam et al. [106] beschreiben einen signifikanten Langzeiteffekt 29 bis 56 Monate nach LAUP mittels objektiven Analysen der Schlafatmungsgeräusche.

Die vergleichbaren Ergebnisse nach UPPP und Laserchirurgie am Weichgaumen wurden bereits dargestellt. Auch im Vergleich zur RFQ-Therapie am Weichgaumen werden vergleichbare Ergebnisse mitgeteilt [135–138], wobei die Laserchirurgie deutlich stärkere postoperative Schmerzen verursacht.

Effektivität bei OSA

Im Jahr 2000 haben wir eine Metaanalyse zum Thema durchgeführt [139]. Damals gab es noch keine Langzeitergebnisse. Heute finden sich insgesamt polysomnographische Daten von 321 Patienten aus 9 Publikationen [140–148]. Die mittlere Erfolgsquote liegt bei enttäuschenden 27,7%. Bei längerer Nachbeobachtung (> 8 Monate) ist die Erfolgsquote sogar noch schlechter. Die Wirksamkeit der laser-assistierten Weichgaumenchirurgie bei OSA nimmt mit der Zeit ab [149]. Kontrollierte Studien [146,147] implizieren, dass die Laserchirurgie zwar mehr bewirkt als eine Nulltherapie, dass sie aber weniger effektiv ist als die konventionelle UPPP. Die hier zusammengefassten Daten unterstützen die Empfehlung der American Academy of Sleep Medicine [150], nach der die Laserchirurgie am Weichgaumen keine geeignete Therapie der OSA darstellt.

5.3.3 Radiofrequenz-Chirurgie (RFQ)

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

Tab. 2 Effektivität der laser-assistierten Weichgaumen-Chirurgie beim primären Schnarchen

Autor	N	Follow-up (Monate)	VAS	Erfolg (%)	Def. des Erfolgs	Laser	EBM
LUPP							
Albu et al. [122]	90	k. A.	0 bis 10	80	VAS < 4	Nd:YAG	II-3
Carenfelt [118]	60 (36)	3–4	1 bis 4	85 (89)	Red. > 1	CO ₂	II-1
Wennmo et al. [123]	10	2–36	1 bis 3	80	VAS ≤ 1	CO ₂	II-3
alle	160	2–36		83,4			
MST							
Ellis [121]	14	3 (15–18)	1 bis 10	87,5 (66)	VAS < 4	Nd:YAG	II-3
Shehab et Robin [124]	24 (27)	3–52	1 bis 10	79,2 (81,5)	Red. > 2	CO ₂	II-1
Morar et al. [125]	25	6	1 bis 100	24 (68)	Red > 90% (Red ≥ 25%)	CO ₂	II-3
alle	85	3–18		76,8 (60,4)			
LAUP							
Hanada et al. [126]	35	1	1 bis 10	51,4	Red > 50%	Nd:YAG	II-3
Vukovic et Hutchings [127]	25	6	0 bis 12	84	VAS ≤ 6	CO ₂	II-3
Walker et al. [128]	105	1,5	0 bis 100	60	Red > 70%	CO ₂	II-3
Astor et al. [129]	38	k. A.	0 bis 7	76,3	VAS < 4 and Red > 2	CO ₂	II-3
Schlieper et al. [130]	152	12	1 bis 6	88	VAS ≤ 3	CO ₂	II-3
alle	355	1–12		74,6			

VAS: visuelle Analogskala; Red: Reduktion; k. A.: keine Angabe.

Effektivität beim primären Schnarchen

Erstmals berichteten Powell et al. [84] über die interstitielle Anwendung von Radiofrequenzchirurgie am Weichgaumen. Seither haben verschiedene Arbeitsgruppen die Wertigkeit des Verfahrens am Weichgaumen in identischer oder ähnlicher Art untersucht. Wir haben die vorhandenen Ergebnisse kürzlich in einer Metaanalyse zusammengefasst [151]. Wie bei der LAUP verwenden einige Studien visuelle Analogskalen [84,137,154,157,158,161–163,165–169], andere den SI [152,153,55,160,164,170]. Erster wurden insgesamt bei 505 Patienten eingesetzt. Der nach Anzahl der jeweiligen Patienten gewichtete durchschnittliche Score lag präoperativ bei 8,2 und sank nach der Operation auf 3,7. Der mittlere Behandlungseffekt liegt damit bei 4,5. Für insgesamt 167 Patienten liegen Daten zum SI vor. Hier lagen die Indizes bei präoperativ 8,1 und postoperativ 3,3. Der durchschnittliche Behandlungseffekt lag bei 4,8. Die Unterschiede der beiden Gruppen waren jeweils statistisch hoch signifikant.

Wie bei den anderen Formen der Weichgaumen-Chirurgie auch, ließ der Therapieeffekt mit der Zeit spürbar nach. Hiervon waren 11 bis 41% der Patienten betroffen [158,163,169]. Im Gegensatz zur UPPP und zur LAUP bietet die RFQ des Weichgaumens für diese Patienten aber die potenzielle Möglichkeit zur erneuten Behandlung.

Terris et al. [166] verglichen die interstitielle RFQ-Therapie des Weichgaumens prospektiv und randomisiert mit der LAUP. Die LAUP erzielte eine marginal bessere Wirksamkeit, verursachte aber deutlich mehr postoperative Beschwerden als die RFQ-Therapie.

Wir haben gerade eine eigene prospektive, plazebo-kontrollierte Studie zur RFQ-Therapie am Weichgaumen abgeschlossen. Jeweils 15 Patienten erhielten entweder eine isolierte RFQ-Behandlung des Weichgaumens in 2 Sitzungen oder eine Plazebo-

Operation, bei der der Applikator zwar in den Weichgaumen eingestochen, aber keine Energie zugeführt wurde. Für die gesamte Gruppe der 30 Patienten ergab sich eine vergleichbare Reduktion des subjektiven Schnarchens wie bei den oben zitierten Arbeiten. Allerdings ergab sich beim Vergleich der beiden Gruppen keine statistisch signifikante Überlegenheit für die RFQ-Operation im Vergleich zur Nulltherapie. Diese neuesten Ergebnisse werfen natürlich die Frage auf, ob es sich bei den signifikanten Studienergebnissen unserer Metaanalyse [151] nicht um einen Plazeboeffekt handelt. Bevor hierüber abschließend geurteilt werden kann, sollten aber weitere plazebo-kontrollierte Ergebnisse abgewartet werden.

Effektivität bei OSA

Derzeit gibt es nur zwei Arbeiten, die sich mit der Wirksamkeit der isolierten RFQ-Therapie am Weichgaumen bei OSA beschäftigen [171,172]. Zwar werden signifikante Verbesserungen des AHI beschrieben, die Datenlage reicht aber noch nicht aus, um eine Wirksamkeit der RFQ-Therapie am Weichgaumen bei OSA zu postulieren.

5.3.4 Andere Verfahren

Uvulaflap

Die Uvulopalatopharyngoplastik (UPPP) ist auch bei ausreichender chirurgischer Erfahrung und Übung eine relativ zeitaufwendige Operation. Nicht zuletzt aus diesem Grund hat 1996 eine Modifikation aus Stanford – the uvulopalatal flap – Aufmerksamkeit erregt [173]. Heute wird vielfach eine Modifikation der ursprünglichen Technik mit lateraler Ausdehnung auf das Tonsillenbett verwendet, welche durch ihre einfache und schnelle Durchführbarkeit besticht, ohne auf die Vorteile der UPPP zu verzichten [174].

Zur Wirksamkeit des Uvulaflaps in der Behandlung schlafbezogener Atmungsstörungen sind bisher kaum Daten veröffentlicht.

Nur eine Publikation befasst sich mit der Therapie des primären Schnarchens [175]. 14 Monate postoperativ konnte sowohl eine subjektive als auch eine objektive Verminderung der Schnarchgeräusche nachgewiesen werden.

Etwas mehr Daten gibt es in Bezug auf die Wirksamkeit des Uvulaflaps zur Behandlung der OSA [174,176]. Im Vergleich zur UPPP ist die Datenlage bescheiden. Ob der großen Ähnlichkeit der beiden Operationstechniken kann aber vermutlich von einer vergleichbaren Wirksamkeit ausgegangen werden.

Palatal Implants

Als neues minimal-invasives Verfahren wurde kürzlich die Implantation von zylindrischen Stiften aus Polyethylenterephthalat in den Weichgaumen vorgestellt [177]. Dieses Material wird u. a. auch als Gefäßendoprothese, als Mesh in der Bauchchirurgie und als Zirkumferenz für Herzklappen benutzt. Insgesamt 3 stäbchenförmige Implantate werden in den Weichgaumen eingebracht. Durch diese Implantate wird der Weichgaumen versteift und damit das Schnarchen reduziert bzw. beseitigt.

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

Bisher gibt es nur einen Kongressbericht zum Thema [178]. Das Verfahren konkurriert für die Indikation primäres Schnarchen mit der RFQ-Therapie ob der vergleichbar geringen postoperativen Morbidität. Welches Verfahren hier zu bevorzugen ist, kann derzeit aber noch nicht beurteilt werden. Für die Indikation OSA gibt es bis heute noch gar keine veröffentlichten Daten.

Uvulakappung

Die schlichte Kappung der Uvula kann nicht als adäquate Methode zur Behandlung von SBAS angesehen werden. Wie bereits ausgeführt gibt es keine Rechtfertigung für Muskelresektionen am Weichgaumen. Mortimore et al. [16] konnten sogar zeigen, dass bereits die Uvulakappung zu messbaren oronasalen Luftlecks bei einer CPAP-Beatmung führt. Die Problematik wurde bereits diskutiert.

Palatal Stiffening Operation (CAPSO)

Ellis et al. [179] untersuchten die Mechanik beim Schnarchen unter Laborbedingungen. Die Autoren fanden heraus, dass verschiedene Faktoren zum Schnarchen beitragen, von denen das Flattern des Weichgaumens der Wichtigste zu sein scheint. Zum Flattern wiederum tragen Länge und Steifigkeit des Gaumensegels bei. Da der Kürzung des Gaumensegels durch die Gefahr der postoperativen nasopharyngealen Inkompetenz Grenzen gesetzt sind, entwickelten die Autoren eine Methode, das Gaumensegel zu versteifen. Mit dem CO₂-Laser vaporisierten sie Teile der oralen Mukosa des Weichgaumens. Die Ergebnisse dieser Technik (MST = mucosal strip technique) wurden bereits mit den anderen Laser-assistierten Verfahren besprochen.

Andere Arbeitsgruppen haben diese Idee aufgegriffen, indem sie statt des Lasers die monopolare Elektrochirurgie verwenden. Mair und Day [180] entfernen einen 2 cm breiten Mukosastreifen

in der Mittellinie des Weichgaumens in Lokalanästhesie. Die palatale Muskulatur bleibt intakt. Die Versteifung entwickelt sich innerhalb von 2 bis 3 Wochen durch Vernarbung.

Die Technik wird sowohl für das primäre Schnarchen als auch für die milde OSA empfohlen [180,181]. Der Kurzzeiterfolg beim primären Schnarchen wird mit 92% angegeben. Nach 6 bis 36 Monaten sank die Erfolgsquote im identischen Patientengut auf 77% ab. Die Erfolgsrate bei OSA [181] wird mit 48% etwas niedriger als nach konventioneller UPPP angegeben.

Injection Snoreplasty

Die sog. „injection snoreplasty“ wurde erstmals 2001 als Behandlungsmethode für das primäre, palatale Schnarchen vorgestellt [182]. Das Operationsprinzip besteht in der Injektion sklerosierender Agentien in den Weichgaumen. In der Folge entsteht eine Vernarbung, über eine Versteifung des Gaumensegels. Als wirksames Agens wurde von den Autoren zunächst 3% Natriumtetradecylsulfat (STS) verwendet. Diese Substanz ist in Europa für diese Anwendung nicht zugelassen, weshalb es aus Europa keine Erfahrungsberichte gibt. In einer kürzlichen Publikation wurden weitere Agentien auf ihre Wirksamkeit hin untersucht [183]. Keine der getesteten Substanzen zeigte bessere Ergebnisse als das STS. Lediglich 50%iges Ethanol war vergleichbar bei allerdings erhöhter Komplikationsrate im Sinne von durchgehenden Weichgaumendefekten.

Die Effektivität dieser Methode wird nach durchschnittlich 1,8 Therapiesitzungen mit 92% im Kurzzeit-Follow-up und mit 75% nach 19 Monaten angegeben [182,184]. Bis heute gibt es nur Daten dieser einen Arbeitsgruppe, so dass eine abschließende Beurteilung nicht möglich ist.

Transpalatal Advancement Pharyngoplasty (TAP)

Untersuchungen der pharyngealen Anatomie mittels Computertomographie und akustischer Rhinometrie vor und nach UPPP konnten eine Vergrößerung des naso- und oropharyngealen Querschnitts und eine Reduktion der Kollapsibilität in diesen Bereichen nachweisen. Größere Veränderungen waren mit höherem Operationserfolg assoziiert [185]. Basierend auf diesen Ergebnissen entwickelten Woodson und Toohill [186] die sog. transpalatal advancement pharyngoplasty (TAP).

Das Operationsprinzip besteht darin, dass nicht nur die kaudale Kante des Weichgaumens im Sinne einer UPPP verändert, sondern auch der Ansatz des Weichgaumens am harten Gaumen nach vorne verlagert wird. Hierfür wird die Hinterkante des harten Gaumens teilreseziert. Operiert wird in Vollnarkose. Insgesamt wurden die Ergebnisse von 10 Patienten nach isolierter TAP vorgestellt. Die Erfolgsrate nach Sher wird mit 70% angegeben [186,187]. Die TAP ist ob ihrer Invasivität nur eine Behandlungsoption für die OSA und hier speziell für Patienten, bei denen nach UPPP immer noch eine Enge auf der oropharyngealen Ebene besteht.

5.4 Zungengrund und Hypopharynx

5.4.1 Radiofrequenz-Chirurgie (RFQ) des Zungengrundes

Die RFQ Therapie des Zungengrundes lässt sich sehr gut in Lokalanästhesie mit Sedierung durchführen [189]. Mit den entsprechenden Nadelelektroden werden je nach Größe des Zungen-

grundes pro Therapiesitzung zwischen 8 und 16 Läsionen gesetzt. Eine bis zwei Therapiesitzungen sind erforderlich.

Effektivität beim primären Schnarchen

Bisher liegen keine Ergebnisse zum Einsatz der Zungengrund-RFQ beim primären Schnarchen vor. Allerdings konnte zumindest im Rahmen der Behandlung milder Schlafapnoiker eine signifikante Reduktion des Schnarchens beobachtet werden [190].

Effektivität bei OSA

Während noch 2001 die RFQ-Behandlung des Zungengrundes als nicht ausreichend untersucht eingestuft wurde, liegen heute suffiziente Daten vor. Die applizierten Gesamtenergiemengen variieren von 7915 J [85,192] bis 13394 J [191], ohne dass sich eine klare Tendenz der applizierten Gesamtenergiemenge auf das Operationsergebnis erkennen lässt.

Polysomnographische Daten von insgesamt 108 Patienten [85,190–193] liegen vor. Unter Verwendung von Sher-Kriterien ergibt sich eine operative Kurzzeit-Erfolgsrate von 33,5% für die RFQ des Zungengrundes bei durchschnittlich mittelschwerer OSA. Jedoch müssen die Daten vorsichtig interpretiert werden, da sich bei den RFQ-Studien das Studiendesign grundlegend unterscheidet. Bei allen anderen Verfahren wird vor und nach der Therapie eine Schlaflaboruntersuchung gemacht. Bei den RFQ-Untersuchungen wird solange weiter therapiert, bis sich in der Polysomnographie ein zufrieden stellendes Ergebnis zeigt. Hier liegt die Problematik, denn die Polysomnographie weist eine hohe Nacht-zu-Nacht-Variabilität auf, die sich bei den RFQ-Studien ausschließlich im positiven Sinne beim Operationsergebnis einbringt [194,195]. Mit anderen Worten, es ist unsicher, ob sich die dargestellten Ergebnisse bei einem im Voraus festgelegten Therapieschema mit definierter Anzahl an Sitzungen, Läsionen und zugeführter Energie bestätigen lassen.

Bei genauem Studium der Rohdaten in den zitierten Arbeiten kann man herauslesen, dass sich vor allem die milde OSA für eine Therapie mit RFQ am Zungengrund eignet. Mit der RFQ-Technik steht damit erstmals ein minimal-invasives Therapieverfahren für die Anwendung am Zungengrund zur Verfügung. Die postoperative Morbidität ist beeindruckend gering, weshalb die RFQ-Chirurgie das Therapiespektrum für diesen Obstruktionslevel wesentlich bereichert.

5.4.2 Hyoidsuspension

Der gedankliche Ansatz, durch eine Suspension des Zungenbeins den Kollaps der im Schlaf erschlafften Zungenmuskulatur nach dorsal in den oberen Luftweg zu verhindern, ist nicht neu. Bereits Anfang der 80er-Jahre konnte eine Erweiterung des oberen Luftwegs nach Hyoidsuspension zunächst im Tiermodell [196] und später am Menschen [197] gezeigt werden. Initial wurde versucht, das Hyoid am Kinn zu fixieren.

Zwischenzeitlich wird von einigen Autoren die Suspension am Schildknorpel favorisiert. Diese Modifikation erfordert weniger Präparationsarbeit und hat sich als gleichermaßen sicher und effektiv wie die Originaltechnik erwiesen [198]. Operiert wird in der Regel in Vollnarkose [199], obwohl die Hyoidsuspension als isolierter Eingriff auch in Lokalanästhesie durchgeführt werden kann [200].

Effektivität bei SBAS

Die Hyoidsuspension ist eine Operationstechnik, die bisher nur für Behandlung der OSA angegeben worden ist. Erfahrungen über einen Einsatz beim primären Schnarchen gibt es bislang nicht.

Auch für den Einsatz zur Therapie der OSA sind Daten über eine isolierte Hyoidsuspension rar, da die Hyoidsuspension fast immer zusammen mit einer sagittalen Unterkieferosteotomie mit Genioglossus-Advancement (GA) eingesetzt wird. Lediglich Riley et al. [198] stellten bisher Ergebnisse nach isolierter Hyoidsuspension vor. Die Erfolgsrate nach Sher-Kriterien wird mit 53,3% angegeben. Darüber hinaus gibt es Berichte, nach denen sich die Hyoidsuspension im Rahmen verschiedener Multi-Level-Konzepte als effektiver Bestandteil erwiesen hat [201].

5.4.3 Andere Verfahren

Teilresektionen des Zungengrunds

Bevor Mitte der 90er-Jahre mit der RFQ erstmals eine minimal-invasive Operationsmethode am Zungengrund zur Verfügung stand, gab es bereits mehrere operative Ansätze zur Volumenreduktion der Zunge durch offene Resektionen. Sofern am Zungengrund operiert wurde, war in vielen Fällen eine passagere Tracheotomie zur Sicherung des oberen Luftweges erforderlich. Ein weiteres Problem stellten schmerzhafte Schluckstörungen dar, die häufig 3 Wochen und mehr anhielten. Deshalb waren diese Operationsverfahren schon immer den schweren Fällen einer OSA vorbehalten, die einer Beatmungstherapie nicht zugänglich waren. Auch heute noch gibt es Einzelfälle, bei denen ein solch invasives Vorgehen noch angezeigt sein kann.

Operiert wird in Vollnarkose. In der Regel wird ein transoraler Zugang verwendet [202], die meisten Autoren verwenden den CO₂-Laser [203–205]. Lediglich Chabolle u. Mitarb. [206] bevorzugen eine transcollare Operationstechnik.

Ob der geschilderten Invasivität verwundert es nicht, dass in der Literatur ausschließlich Daten zur Behandlung der schweren OSA zu finden sind. Es fällt auf, dass die Ergebnisse zwischen 25% und 80% Erfolgsrate (nach Sher-Kriterien) schwanken. Insgesamt stehen nur Daten von 68 Patienten zur Verfügung, von denen 22 Datensätze aus retrospektiven Analysen stammen. Die Datenlage kann somit nur als vorläufig betrachtet werden und lässt nur einen vorsichtigen Schluss zu. Es scheint so, als ob einige Patienten mit schwerer OSA infolge hypopharyngealem Kollaps durchaus von einer Zungenteilresektion profitieren, insbesondere wenn klinisch eine Makroglossie vorliegt [205].

Zungenligatur

Die retrolinguale Obstruktion wird beim Fehlen anderer anatomischer Besonderheiten, wie etwa skelettalen Fehlbildungen oder Zungengrundtumoren durch ein Nach-Hinten-Fallen der Zunge im Schlaf hervorgerufen. Tagsüber verhindert die Willkürmotorik dieses Phänomen. Basierend auf dieser Beobachtung wurde bereits 1992 eine sog. Glossopexie vorgeschlagen, bei der der Zungengrund durch eine Gewebsschlinge aus autologer Fascia lata am Kinn fixiert wurde [207] (Abb. 2).

Diese Technik konnte sich ob der aufwändigen Präparation und der Notwendigkeit der Gewinnung von Fascia lata nicht durch-

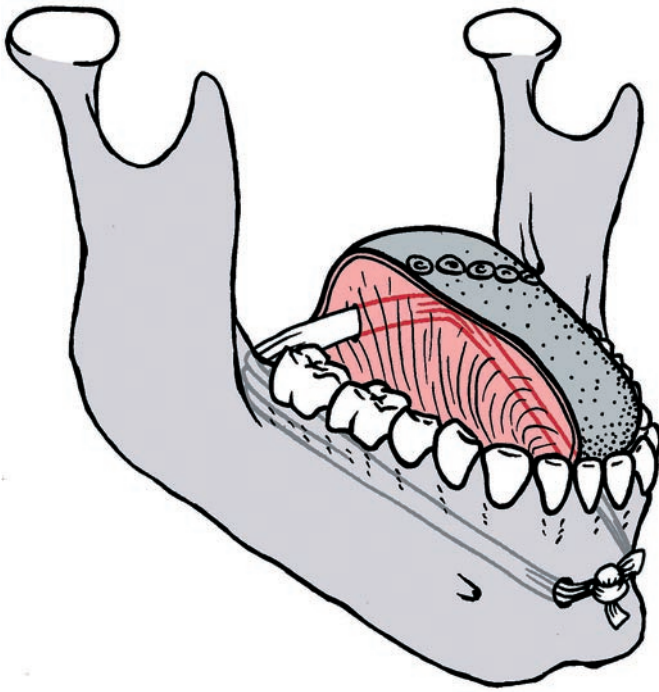


Abb. 2 Originaltechnik der Glossopexie mit Fascia lata modifiziert nach Faye-Lund et al. [207].

setzen. Erst mit der Einführung des als minimal-invasiv bezeichneten *Repose*[®]-Systems (Influ-ENT, USA) hat die Methode wieder Verbreitung gefunden [208]. Es handelt sich hierbei um einen chirurgischen Kit, welcher neben chirurgischen Instrumenten nicht-resorbierbares Nahtmaterial enthält, welches durch den Zungengrund geführt wird und diesen mittels einer Schraube an der inneren Kortikalis der Mandibula in der Mittellinie aufhängt. Im Gegensatz zur RFQ-Therapie des Zungengrundes handelt es sich beim *Repose*[®]-System um einen Eingriff in Vollnarkose, weshalb die Technik nur bedingt als minimal-invasiv anzusehen ist.

Daten für das primäre Schnarchen stammen aus zwei Multizenterstudien [209,210], die offenbar teilweise dieselben Patientendaten enthalten. Nach diesen Studien ergibt sich eine Wirksamkeit bei primärem Schnarchen mit vermuteter pharyngealer Enge auf Höhe des Zungengrundes. Es handelt sich um Kurzzeitdaten.

Zur OSA gibt es Daten über 43 Patienten aus 4 Studien. Die angegebenen Durchschnittswerte für den prä- und postoperativen AHI sowie für die chirurgische Erfolgsrate nach Sher gleichen fast exakt denen nach isolierter Radiofrequenztherapie am Zungengrund. Beide Techniken werden bei gleicher Indikation, nämlich klinisch evidenter Obstruktion auf Zungengrundniveau, eingesetzt, und offenbar sind beide Techniken bezüglich ihrer Effektivität vergleichbar.

Leider weist das *Repose*-System gegenüber der RFQ-Therapie zwei grundsätzliche Nachteile auf. Einerseits bedarf es zum Einbringen der Naht einer Vollnarkose. Zum anderen ist es schwierig, die korrekte Spannung zu erzielen. Es muss immer eine Gratwanderung zwischen ausreichender Effektivität in Bezug auf den Schweregrad der SBAS einerseits und einer ungestörten Funktion

der Zunge am Tage andererseits vollführt werden. Eventuell notwendige Nachkorrekturen erfordern eine weitere Vollnarkose.

5.5 Kieferchirurgische Verfahren

Genioglossus Advancement

Die inferiore, sagittale Osteotomie der Mandibula mit Vorverlagerung des M. genioglossus wurde erstmals 1986 von der Stanford-Gruppe als Behandlungsmethode für die OSA vorgestellt [212]. Seither ist das sog. Genioglossus-Advancement (GA) Bestandteil vieler Multi-Level-Chirurgie-Konzepte geworden. Erstaunlicherweise gibt es aber bis heute keinen einzigen Bericht über die isolierte Anwendung dieser Methode bei Schlafapnoikern.

Der M. genioglossus entspringt an der Innenseite der Mandibula. Das Operationsprinzip besteht darin, den gesamten Bereich dieser Muskelinsertation durch eine entsprechende Osteotomie des Kinns zu mobilisieren und nach vorne zu verlagern. In dieser neuen Position wird das Knochensegment osteosynthetisch fixiert. Um ein kosmetisch störendes Vorstehen des Kinns zu vermeiden, werden äußere Kortikalis und Spongiosa abgeschliffen.

Maxillo-Mandibuläre Umstellungsosteotomie (MMO)

Kieferchirurgische Eingriffe zur Korrektur von Fehlstellungen des Ober- und des Unterkiefers wurden erstmals von Kuo et al [215] als Alternative zur Tracheotomie bei OSA vorgeschlagen. Die Grundidee dieser Therapieform liegt in der Erweiterung sowohl des Naso-, Oro- und Hypopharynx durch gleichzeitige Vorverlagerung von Weichgaumen, Zunge und Pharynxseitenwänden. Obwohl die MMO heute als Standardeingriff angesehen werden kann, bleibt sie doch technisch anspruchsvoll und erfordert ein chirurgisches Team, eine Vollnarkose und eine stationäre Nachbehandlung [216].

Das MMO ist nach der Tracheotomie das erfolgreichste Operationsverfahren zur Behandlung der OSA. In mehreren kontrollierten Studien konnten nach MMO und unter CPAP vergleichbare Reduktionen des AHI gezeigt werden [217–224]. Außerdem wurde eine ebenfalls im Vergleich zu CPAP gleichwertige Optimierung der Schlafarchitektur nach MMO mitgeteilt [225]. Der Therapieerfolg scheint über längere Zeit erhalten zu bleiben. So weisen die Stanford-Arbeiten eine Kurzzeit-Erfolgsrate nach 6 Monaten von 97% [218] und eine Langzeit-Erfolgsrate nach 51 Monaten von 90% [226] aus.

Heute hat sich das MMO als erfolgreichstes Operationsverfahren nach der Tracheotomie etabliert. Allerdings handelt es sich um ein invasives Operationsverfahren mit entsprechender Morbidisierung und Komplikationsrate, weshalb es als primäre Therapie überwiegend bei Patienten mit entsprechenden Dysmorphien des Gesichtsschädels zum Einsatz kommt. Für Schlafapnoiker ohne Kieferfehlstellungen hat sich allgemein das Stanford-2-Phasen-Konzept durchgesetzt, welches in Phase 1 eine Multi-Level-Chirurgie an Weichgaumen und Zungengrund durchführt und erst in zweiter Linie den Therapieversagern aus Phase 1 ein MMO als Phase 2 anbietet.

Distractionsosteogenese (DOG)

Seit ihrer Einführung in die Kieferchirurgie durch McCarthy et al. [227] im Jahre 1992 hat sich die DOG zu einem anerkannten Ope-

rationsverfahren bei schwerer, syndromaler und nicht-syndromaler 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 Ergebnisse befürchtet werden. Das gilt insbesondere bei Neugeborenen und Kleinkindern [228].

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 in der Regel die Vermeidung einer Tracheotomie angestrebt. Diesbezüglich hat sich die DOG als sehr effektives Verfahren erwiesen. Langzeitergebnisse stehen noch aus.

5.6 Multi-Level-Chirurgie

Ein Multi-Level-Konzept zur chirurgischen Therapie der OSA wurde erstmals 1989 von Waite u. Mitarb. [217] vorgestellt. Diese Autoren kombinierten einen Naseneingriff mit einer UPPP, einem Zungeneingriff, einem Genioglossus-Advancement und einer maxillomandibulären Umstellungsosteotomie. Die Einteilung der potenziellen Obstruktionsorte in verschiedene Level geht auf Fujita zurück [19]. 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. [229] den Begriff der Multi-Level-Chirurgie. Seither sind praktisch alle denkbaren Kombinationen von Eingriffen am oberen Luftweg vorgeschlagen worden.

Die Multi-Level-Chirurgie wird auch bei Kindern mit schwerer OSA auf der Basis verschiedener Grundkrankheiten erfolgreich eingesetzt, um eine ansonsten notwendige Tracheotomie zu vermeiden [230 – 232].

Chirurgische Konzepte

Effektivität minimal-invasiver Multi-Level-Chirurgie bei milder OSA

Als minimal-invasiv kann von den vorgeschlagenen Konzepten ausschließlich die reine RFQ-Therapie angesehen werden. Von den bisher vorhandenen Daten [89,233] lassen sich zwei Trends ableiten. Zum einen scheint die kombinierte Behandlung von Zungengrund plus Weichgaumen die Ergebnisse der alleinigen Zungengrundbehandlung in Hinblick auf den AHI nicht wesentlich zu verbessern. Zweitens scheint sich der Operationserfolg auf Patienten mit einer milden OSA mit einem AHI von maximal 20 zu beschränken. Bestätigt wird dieser Trend durch die Ergebnisse der derzeit einzigen plazebo-kontrollierten Studie zum Thema [234].

Effektivität der Multi-Level-Chirurgie bei mittelschwerer und schwerer OSA

Invasivere Therapieschemata umfassen auf Höhe des Weichgaumens entweder eine UPPP oder einen Uvulaflap jeweils mit Tonsillektomie. Zur Therapie der hypopharyngealen Enge werden unterschiedliche Verfahren empfohlen.

Insgesamt liegen Daten von 764 Patienten aus retrospektiven Studien und aus prospektiven Fall-Kontrollstudien vor [200,202, 222,224,229,235 – 246]. Damit ergibt sich für die aktuelle Studienlage nach den Kriterien der Canadian Task Force on Periodic Health Examination eine Graduierung der Evidenz Grad III. Die Erfolgsrate nach Sher liegt bei 53%. Es handelte sich mit Ausnahme der Studie von Nelson [241] um eine im Durchschnitt schwere OSA. Die Datenlage reicht aus, um die Wirksamkeit der Multi-Level-Chirurgie bei schwerer OSA zu belegen.

Dagegen kann derzeit noch nicht abgesehen werden, welche Kombination von Eingriffen überlegen ist. Vermutlich bleibt es jedem Chirurgen selbst überlassen festzustellen, mit welchen Verfahren er die besten Ergebnisse erzielt.

6 Schlussfolgerung

Zwischenzeitlich gibt es eine breite Palette an wiederherstellenden Verfahren zur Therapie schlafbezogener Atemstörungen. Abb. 3 bündelt die Ergebnisse dieser Übersicht in einem Indikationsschema in Abhängigkeit vom Schweregrad der SBAS.

Keine Indikation dagegen gibt es nach den vorgestellten Daten für folgende Verfahren: Uvulakappung, Injection Snoreplasty, Cautery Assisted Palatal Stiffening Operation, Transpalatal Advancement Pharyngoplasty sowie Zungengrundteilresektionen. Streng nach den Kriterien der EBM gilt das auch für den Uvulaflap und die Weichgaumenimplantate. Weitere Studien müssen hier für Klarheit sorgen.

Im Bereich des Weichgaumens muss mit einem Nachlassen der Wirksamkeit mit wachsender Nachbeobachtungszeit gerechnet werden. Das gilt unabhängig für alle verwendeten Verfahren. Demgegenüber scheinen die Ergebnisse nach Operationen in anderen anatomischen Regionen über die Zeit konstant zu bleiben.

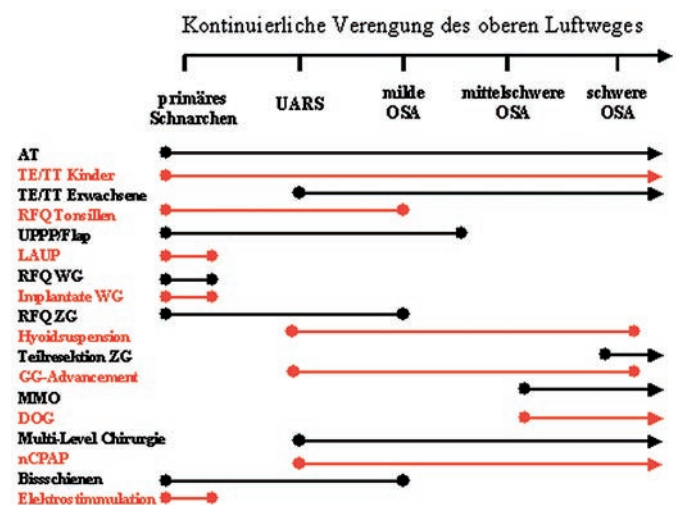


Abb. 3 Indikationsbereich für verschiedene wiederherstellende Verfahren am oberen Luftweg in Abhängigkeit von der Schwere der schlafbezogenen Atemstörung.

Literatur

- 1 Moore K. Site specific versus diffuse treatment/presenting severity of obstructive sleep apnea. *Sleep Breath* 2000; 4: 145 – 146
- 2 Remmers JE, de Groot WJ, Sauerland EK, Anch AM. Pathogenesis of the upper airway occlusion during sleep. *J Appl Physiol* 1978; 44: 931 – 938
- 3 Phillipson EA. Control of breathing during sleep. *Am Rev Respir Dis* 1978; 118: 909 – 939
- 4 Guilleminault C, Stoohs R, Clerk J, Simmons J, Labanowski M. A cause of excessive daytime sleepiness: the upper airway resistance syndrome. *Chest* 1993; 104: 781 – 787
- 5 Guilleminault C, van den Hoed J, Mitler MM. Clinical overview of sleep apnea syndromes. In: Guilleminault C, Dement WC. *Sleep apnea syndromes*. New York: Alan R. Liss Inc, 1978: 1 – 12
- 6 Jennum P, Hein HO, Suadicani P, Gyntelberg F. Cardiovascular risk factors in snorers. A cross sectional study of 3323 men aged 54 to 74 years: the Copenhagen Mal Study. *Chest* 1992; 102: 1371 – 1376
- 7 Young T, Palat M, Dempsey J, Skatrud J, Weber S, Badr S. The occurrence of sleep-disordered breathing among middle-aged adults. *N Engl J Med* 1993; 328: 1230 – 1235
- 8 Hung J, Whitford EG, Parsons RW, Hillman DR. Association of sleep apnoea with myocardial infarction in men. *Lancet* 1990; 336: 261 – 264
- 9 Dyken ME, Sommers VK, Yamada T, Ren ZY, Zimmerman MB. Investigating the relationship between stroke and obstructive sleep apnea. *Stroke* 1996; 27: 401 – 407
- 10 Peppard P, Young T, Palta M, Skatrud J. Prospective study of the association between sleep disordered breathing and hypertension. *N Engl J Med* 2000; 342: 1378 – 1384
- 11 Teran-Santos J, Jimenez-Gomez A, Cordero-Guevara J. The association between sleep apnea and the risk of traffic accidents. Cooperative Group Burgos-Santander. *N Engl J Med* 1999; 340: 847 – 851
- 12 American Sleep Disorders Association. Practice parameters for the indications for polysomnography and related procedures. *Sleep* 1997; 20: 406 – 422
- 13 Fischer J, Mayer G, Hermann J, Riemann D, Sitter H. Untersuchungsstandards im medizinischen Zentrum. *Somnologie* 2001; 5 (Suppl 3): 41 – 59
- 14 American Sleep Disorders Association. Practice parameters for the treatment of obstructive sleep apnea in adults: the efficacy of surgical modifications of the upper airway. *Sleep* 1996; 19: 152 – 155
- 15 Lugaresi E, Cirignotta F, Gerardi R, Montagna P. Snoring and sleep apnea: Natural history of heavy snorers disease. In: Guilleminault C, Partinen M (eds). *Obstructive sleep apnea syndrome: Clinical research and treatment*. New York: Raven Press, 1990: 25 – 36
- 16 Mortimore IL, Bradley PA, Murray JA, Douglas NJ. Uvulopalatopharyngoplasty may compromise nasal CPAP therapy in sleep apnea syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 154: 1759 – 1762
- 17 He J, Kryger MH, Zorick FJ, Conway W, Roth T. Mortality and apnea index in obstructive sleep apnea: Experience in 385-male patients. *Chest* 1988; 94: 9 – 14
- 18 Pirsig W, Hörmann K, Siegert R, Maurer J, Verse T. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie „Obstruktive Schlafapnoe“. *HNO* 1998; 46: 730
- 19 Fujita S. Pharyngeal surgery for obstructive sleep apnea and snoring. In: Fairbanks DNF (ed). *Snoring and obstructive sleep apnea*. New York: Raven Press, 1987: 101 – 128
- 20 Canadian Task Force on the Periodic Health Examination. The periodic health examination: 2. 1987 update. *Can Med Assoc J* 1988; 138: 618 – 626
- 21 Canadian Task Force on the Periodic Health Examination. *The Canadian guide to clinical preventive health care*. Ottawa: Minister of Supply and Services, Canada 1994
- 22 Browman CP, Sampson MG, Yolles FS, Gujavarti KS, Weiler SJ, Walsleben JA, Hahn PM, Mitler MM. Obstructive sleep apnea and body weight. *Chest* 1984; 85: 435 – 438
- 23 Sampol G, Munoz X, Sagalés MT, Marti S, Roca A, Dolores de la Calzada M, Lloberes P, Morell F. Long-term efficacy of dietary weight loss in sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Eur Respir J* 1998; 12: 1156 – 1159
- 24 Maurer JT, Hein G, Stuck BA, Verse T, Hörmann K. Schlafapnoetherapie mit einer neuartigen Rückenlage-Verhinderungs-Weste. *DMW* 2003; 128: 71 – 75
- 25 Hein H, Magnussen H. Wie steht es um die medikamentöse Therapie bei schlafbezogenen Atmungsstörungen? *Somnologie* 1998; 2: 77 – 88
- 26 Sullivan CE, Issa FG, Berthoin-Jones M, Eves L. Reversal of obstructive sleep apnoea by continuous positive airway pressure applied through the nares. *Lancet* 1981; 1: 862 – 865
- 27 Dobrowski JM, Ahmed M. Positive airway pressure for obstructive sleep apnea. In: Fairbanks DNF, Mickelson SA, Woodson BT. *Snoring and obstructive sleep apnea*. 3rd edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002: 95 – 106
- 28 Jenkinson C, Davies RJO, Stradling JR. Comparison of therapeutic and subtherapeutic nasal continuous positive airway pressure for obstructive sleep apnea: a randomised prospective parallel trial. *Lancet* 1999; 353: 2100 – 2105
- 29 Ballester E, Badia JR, Hernandez L, Carrasco E, de Pablo J, Fornas C, Rodriguez-Roisin R, Montserrat JM. Evidence of the effectiveness of continuous positive airway pressure in the treatment of sleep apnea/hypopnea syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 495 – 501
- 30 McArdle N, Dervereux G, Heidarnejad H, Engleman HM, Mackay TW, Douglas NJ. Long-term use of CPAP therapy for sleep apnea/hypopnea syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 1108 – 1114
- 31 Janson C, Nöges E, Svedberg-Brandt S, Lindberg E. What characterizes patients who are unable to tolerate continuous positive airway pressure (CPAP) treatment? *Resp Med* 2000; 94: 145 – 149
- 32 Souter MA, Stevenson S, Sparks B, Drennan C. Upper airway surgery benefits patients with obstructive sleep apnoea who cannot tolerate nasal continuous positive airway pressure. *J Laryngol Otol* 2004; 118: 270 – 274
- 33 Schmidt-Nowara W, Lowe A, Wiegand L, Cartwright R, Perez-Guerra F, Menn S. Oral appliances for the treatment of snoring and obstructive sleep apnea: a review. *Sleep* 1995; 18: 501 – 510
- 34 Menn SJ, Loube DI, Morgan TD, Mitler MM, Berger JS, Erman MK. The mandibula repositioning device: role in the treatment of obstructive sleep apnea. *Sleep* 1996; 19: 794 – 800
- 35 Clark GT, Blumenfeld I, Yoffe N, Peled E, Lavie P. A crossover study comparing the efficacy of continuous positive airway pressure with anterior mandibular positioning devices on patients with obstructive sleep apnea. *Chest* 1996; 109: 1477 – 1483
- 36 Ferguson KA, Ono T, Lowe AA, Keenan SP, Fleetham JA. A randomized crossover study of an oral appliance vs nasal-continuous positive airway pressure in the treatment of mild-moderate obstructive sleep apnea. *Chest* 1996; 109: 1269 – 1275
- 37 Pantin CC, Hillman DR, Tennant M. Dental side effects of an oral device to treat snoring and obstructive sleep apnea. *Sleep* 1999; 22: 237 – 240
- 38 Randerath WJ, Galetke W, Domanski U, Weitkunat R, Rühle KH. Tongue-muscle training by intraoral electrical neurostimulation in patients with obstructive sleep apnea. *Sleep* 2004; 27: 254 – 259
- 39 Verse T, Schwab J, Hörmann K, Stuck BA, Maurer JT. Transkutane, submentale Elektrostimulationstherapie zur Behandlung der obstruktiven Schlafapnoe. *HNO* 2003; 51: 966 – 970
- 40 Nieminen P, Tolonen U, Löppönen H. Snoring and obstructive sleep apnea in children. A 6-month follow-up study. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 126: 481 – 486
- 41 Jain A, Sahni JK. Polysomnographic studies in children undergoing adenoidectomy and/or tonsillectomy. *J Laryngol Otol* 2002; 116: 711 – 715
- 42 Brooks LJ, Stephens BM, Bacevice AM. Adenoid size is related to severity but not the number of episodes of obstructive apnea in children. *J Pediatr* 1998; 132: 682 – 686
- 43 Hibbert J, Stell P. Adenoidectomy. An evaluation of the indications. *Arch Dis Child* 1978; 53: 910 – 911
- 44 Chen JM, Schloss MD, Azouz ME. Antro-choanal polyp: a 10-year retrospective study in the pediatric population with a review of the literature. *J Otolaryngol* 1989; 18: 168 – 172
- 45 Orvidas LJ, Beatty CW, Weaver AL. Antrochoanal polyps in children. *Am J Rhinol* 2001; 15: 321 – 325
- 46 Rodgers GK, Chan KH, Dahl RE. Antral choanal polyp presenting as obstructive sleep apnea syndrome. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1991; 117: 914 – 916
- 47 Salib RJ, Sadek SA, Dutt SN, Pearman K. Antrochoanal polyp presenting with obstructive sleep apnoea and cachexia. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2000; 54: 163 – 166
- 48 Brausewetter F, Hecht M, Pirsig W. Antrochoanal polyp and obstructive sleep apnoea in children. *J Laryngol Otol* 2004; 118: 453 – 458

- 49 Crampette L, Mondain M, Rombaux P. Sphenochanal polyp in children. Diagnosis and treatment. *Rhinology* 1995; 33: 43–45
- 50 Donnelly LF, Surdulescu V, Chini BA, Casper KA, Poe SA, Amin RS. Upper airway motion depicted at cine MR imaging performed during sleep: comparison between young patients with and those without obstructive sleep apnea. *Radiology* 2003; 227: 239–245
- 51 Khalifa MS, Kamel RH, Abu Zikry M, Kandil TM. Effect of enlarged adenoids on arterial blood gases in children. *J Laryngol Otol* 1991; 105: 436–438
- 52 Paditz E, Knauth H, Baerthold W. Effect of adenotomy on mental performance of children with adenoid vegetations [in German]. *Wien Med Wochenschr* 1996; 146: 327–328
- 53 Guilleminault C, Eldridge FL, Simmons FB, Dement WC. Sleep apnea in eight children. *Pediatrics* 1976; 58: 23–30
- 54 Konno A, Hoshino T, Togawa K. Influence of upper airway obstruction by enlarged tonsils and adenoids upon recurrent infection of the lower airway in childhood. *Laryngoscope* 1980; 90: 1709–1716
- 55 Hultcrantz E, Linder A, Markström A. Tonsillectomy or tonsillotomy? – a randomized study comparing postoperative pain and long-term effects. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1999; 51: 171–176
- 56 Nelson LM. Radiofrequency treatment for obstructive tonsillar hypertrophy. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 126: 736–740
- 57 Agren K, Nordlander B, Linder-Aronsson S, Zettergren-Wijk L, Svanborg E. Children with nocturnal upper airway obstruction: postoperative orthodontic and respiratory improvement. *Acta Otolaryngol* 1998; 118: 581–587
- 58 Ahlquist-Rastad J, Hultcrantz E, Svanholm H. Children with tonsillar obstruction: indications for and efficacy of tonsillectomy. *Acta Paediatr Scand* 1988; 77: 831–835
- 59 Helling K, Abrams J, Bertram WK, Hohner S, Scherer H. Laser tonsillectomy – a method for treating tonsillar hyperplasia in early childhood [in German]. *HNO* 2002; 50: 410–414
- 60 Swift AC. Upper airway obstruction, sleep disturbance and adenotonsillectomy in children. *J Laryngol Otol* 1988; 102: 419–422
- 61 Stradling JR, Thomas G, Earley ARH, Williams P, Freeland A. Effect of adenotonsillectomy on nocturnal hypoxaemia, sleep disturbance, and symptoms in snoring children. *Lancet* 1990; 335: 249–253
- 62 Urschitz MS, Guenther A, Eggebrecht E, Wolf J, Urschitz-Duprat PM, Schlaud M, Poets CF. Snoring, intermittent hypoxia and academic performance in primary school children. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 168: 464–468
- 63 Blunden S, Lushington K, Kennedy D, Martin J, Dawson D. Behavior and neurocognitive performance in children aged 5–10 years who snore compared to normal controls. *J Clin Exp Neuropsychol* 2000; 22: 554–568
- 64 Friedman BC, Hendeles-Amitai A, Kozminsky E, Leiberman A, Friger M, Tarasiuk A, Tal A. Adenotonsillectomy improves neurocognitive function in children with obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep* 2003; 26: 999–1005
- 65 Frank Y, Krevath RE, Pollak CP, Weitzman ED. Obstructive sleep apnea and its therapy: clinical and polysomnographic manifestations. *Pediatrics* 1983; 71: 737–742
- 66 Bar A, Tarasiuk A, Segev Y, Phillip M, Tal A. The effect of adenotonsillectomy on serum insulin-like growth factor-I and growth in children with obstructive sleep apnea syndrome. *J Pediatr* 1999; 135: 76–80
- 67 Helfaer MA, McColley SA, Pyzik PL, Tunkel DE, Nichols DG, Baroody FM, April MM, Maxwell LG, Loughlin GM. Polysomnography after adenotonsillectomy in mild pediatric obstructive sleep apnea. *Am J Resp Crit Care Med*. 1996; 24: 1232–1327
- 68 Shintani T, Asakura K, Kataura A. The effect of adenotonsillectomy in children with OSA. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1998; 44: 51–58
- 69 Suen JS, Arnold JE, Brooks LJ. Adenotonsillectomy for treatment of obstructive sleep apnea in children. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1995; 121: 525–530
- 70 Wiet GJ, Bower C, Seibert R, Griebel M. Surgical correction of obstructive sleep apnea in the complicated pediatric patient documented by polysomnography. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1997; 41: 133–143
- 71 Zucconi M, Strambi LF, Pestalozza G, Tessitore E, Smire S. Habitual snoring and obstructive sleep apnea syndrome in children: effect of early tonsil surgery. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1993; 26: 235–243
- 72 Nandapalan V, McCormick MS, Jones TM, Gibson H. Does adenotonsillectomy cure hypoxaemia in children with sleep apnoea and congenital cardiac pathology?. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1999; 50: 55–62
- 73 Kudoh F, Sanai A. Effect of tonsillectomy and adenoidectomy on obese children with sleep-associated breathing disorders. *Acta Otolaryngol* 1996; Suppl 523: 216–218
- 74 Guilleminault C, Partinen M, Praud JP, Quera-Salva MA, Powell N, Riley R. Morphometric facial changes and obstructive sleep apnea in adolescents. *J Pediatr* 1989; 114: 997–999
- 75 Guilleminault C, Korobkin R, Winkle R. A review of 50 children with obstructive sleep apnea syndrome. *Lung* 1981; 159: 275–287
- 76 Aubert-Tulkens G, Hamoir M, van den Eeckhaut J, Rodenstein DO. Failure of tonsil and nose surgery in adults with long-standing severe sleep apnea syndrome. *Arch Intern Med* 1989; 149: 2118–2121
- 77 Houghton DJ, Camilleri AE, Stone P. Adult obstructive sleep apnoea syndrome and tonsillectomy. *J Laryngol Otol* 1997; 111: 829–832
- 78 Moser RJ, Rajagopal KR. Obstructive sleep apnea in adults with tonsillar hypertrophy. *Arch Intern Med*. 1987; 147: 1265–1267
- 79 Orr WC, Martin RJ. Obstructive sleep apnea associated with tonsillar hypertrophy in adults. *Arch Intern Med* 1981; 141: 990–992
- 80 Rubin AH, Eliaschar I, Joachim Z, Alroy G, Lavie P. Effects of nasal surgery and tonsillectomy on sleep apnea. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1983; 19: 612–615
- 81 Verse T, Kroker B, Pirsig W, Brosch S. Tonsillectomy for treatment of obstructive sleep apnea in adults with tonsillar hypertrophy. *Laryngoscope* 2000; 110: 1556–1559
- 82 Sher AE, Schechtman KB, Piccirillo JF. The efficacy of surgical modifications of the upper airway in adults with obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep* 1996; 19: 156–177
- 83 Li KK, Powell NB, Riley RW, Troell RJ, Guilleminault C. Radiofrequency volumetric tissue reduction for treatment of turbinate hypertrophy: a pilot study. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1998; 119: 569–573
- 84 Powell NB, Riley RW, Troell RJ, Li K, Blumen MB, Guilleminault C. Radiofrequency volumetric tissue reduction of the palate in subjects with sleep disordered breathing. *Chest* 1998; 113: 1163–1174
- 85 Powell NB, Riley RW, Guilleminault C. Radiofrequency tongue base reduction in sleep-disordered breathing: a pilot study. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1999; 120: 656–664
- 86 Friedman M, Lo Savio P, Ibrahim H, Ramakrishnan V. Radiofrequency tonsil reduction: safety, morbidity, and efficacy. *Laryngoscope* 2003; 113: 882–887
- 87 Nelson LM. Temperature-controlled radiofrequency tonsil reduction in children. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 129: 533–537
- 88 Nelson LM. Temperature-controlled radiofrequency tonsil reduction: extended follow-up. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 125: 456–461
- 89 Fischer Y, Khan M, Mann WJ. Multilevel temperature-controlled radiofrequency therapy of soft palate, base of tongue, and tonsils in adults with obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 2003; 113: 1786–1791
- 90 Verse T, Pirsig W. Laser-assistierte Uvulopalatoplastik in der Behandlung der obstruktiven Schlafapnoe. *HNO aktuell* 2000; 8: 195–202
- 91 Haavisto L, Suonpaa J. Complications of uvulopalatoplasty. *Clin Otolaryngol* 1994; 19: 243–247
- 92 Katsantonis GP, Friedman WH, Krebs FJ, Walsh JK. Nasopharyngeal complications following uvulopalatopharyngoplasty. *Laryngoscope* 1987; 97: 309–314
- 93 Pirsig W, Schäfer J, Yildiz F, Nagel J. Uvulopalatopharyngoplastik ohne Komplikationen. Eine Modifikation nach Fujita. *Laryngo-Rhino-Otol* 1989; 68: 585–590
- 94 Fujita S, Conway W, Zorick F. Surgical correction of anatomic abnormalities in obstructive sleep apnea syndrome: Uvulopalatopharyngoplasty. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1981; 89: 923–934
- 95 Macnab T, Blokmanis A, Dickson RI. Long-term results of uvulopalatopharyngoplasty for snoring. *J Otolaryngol* 1992; 21: 350–354
- 96 Levin BC, Becker GD. Uvulopalatopharyngoplasty for snoring: long-term results. *Laryngoscope* 1994; 104: 1150–1152
- 97 Chabolle F, de Dieuleveult T, Cabanes J, Séquert C, Dahan S, Drwesi P, Engalenc D. Résultats a long terme de la pharyngotomie chirurgicale classique (uvulo-palato-pharyngoplastie) versus Laser (LAUP) CO₂ en ambulatoire dans le traitement de la ronchopathie simple. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 1998; 115: 196–201
- 98 Hultcrantz E, Johansson K, Bengtson H. The effect of uvulopalatopharyngoplasty without tonsillectomy using local anaesthesia: a prospective long-term follow-up. *J Laryngol Otol* 1999; 113: 542–547

- ⁹⁹ Hager B, Wahren LK, Wikblad K, Ödkvist L. Patients' and cohabitants' reports on snoring and daytime sleepiness, 1–8 years after surgical treatment of snoring. *ORL J Otolaryngol Relat Spec* 1999; 61: 19–24
- ¹⁰⁰ Pasche P, Pellanda A, Jaques B. Obstructive sleep apnea syndrome and snoring: what is the role of surgery? *Otorhinolaryngol Nova* 2000; 10: 127–137
- ¹⁰¹ Hicklin LA, Tostevin P, Dasan S. Retrospective survey of long-term results and patient satisfaction with uvulopalatopharyngoplasty for snoring. *J Laryngol Otol* 2000; 114: 675–681
- ¹⁰² Hassid S, Afrapoli AH, Decaestecker C, Choufani G. UPPP for snoring: long-term results and patient satisfaction. *Acta Otorhinolaryngol Belg* 2002; 56: 157–162
- ¹⁰³ Boudewyns A, de Cock W, Willemsen M, Wagemans M, de Backer W, van de Heyning PH. Influence of uvulopalatopharyngoplasty on alpha-EEG arousals in nonapneic snorers. *Eur Respir J* 1997; 10: 129–132
- ¹⁰⁴ Janson C, Hillerdal G, Larsson L, Hultcrantz E, Lindholm CE, Bengtsson H, Hetta J. Excessive daytime sleepiness and fatigue in nonapnoeic snorers: improvement after UPPP. *Eur Respir J* 1994; 7: 845–849
- ¹⁰⁵ Osman EZ, Osborne JE, Hill PD, Lee BWV, Hammad Z. Uvulopalatopharyngoplasty versus laser assisted uvulopalatoplasty for the treatment of snoring: an objective randomized clinical trial. *Clin Otolaryngol* 2000; 25: 305–310
- ¹⁰⁶ Osman EZ, Abo-Khatwa MM, Hill PD, Lee BWV, Osborne J. Palatal surgery for snoring: objective long-term evaluation. *Clin Otolaryngol* 2003; 28: 257–261
- ¹⁰⁷ Lysdahl M, Haraldson PO. Uvulopalatopharyngoplasty versus laser uvulopalatoplasty: prospective long-term follow-up of self-reported symptoms. *Acta Otolaryngol* 2002; 122: 752–757
- ¹⁰⁸ Perello-Scherdel E, Quesada P, Lorente J, Lao J, Prades J. Long-term follow-up of partial resection of the palate as a surgical treatment for obstructive sleep apnea syndrome. In: Tos M, Thomsen J, Balle V (eds). *Rhinology – a state of the art*. Amsterdam, New York: Kugler, 1995: 261–262
- ¹⁰⁹ Lu SJ, Chang SY, Shiao GM. Comparison between short-term and long-term post-operative evaluation of sleep apnea after uvulopalatopharyngoplasty. *J Laryngol Otol* 1995; 109: 308–312
- ¹¹⁰ Larsson LH, Carlsson-Nordlander B, Svanborg E. Four-year follow-up after uvulopalatopharyngoplasty in 50 unselected patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 1994; 104: 1362–1368
- ¹¹¹ Janson C, Gislason T, Bengtsson H, Eriksson G, Lindberg E, Lindholm CE, Hultcrantz E, Hetta J, Boman G. Long-term follow-up of patients with obstructive sleep apnea treated with uvulopalatopharyngoplasty. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1997; 123: 257–262
- ¹¹² Boot H, van Wegen R, Poublon RML, Bogaard JM, Schmitz PIM, van der Meche FGA. Long-term results of uvulopalatopharyngoplasty for obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 2000; 110: 469–475
- ¹¹³ Lysdahl M, Haraldson PO. Long-term survival after uvulopalatopharyngoplasty in nonobese heavy snorers: a 5- to 9-year follow-up of 400 consecutive patients. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 126: 1136–1140
- ¹¹⁴ Keenan SP, Burt H, Ryan CF, Fleetham JA. Long-term survival of patients with obstructive sleep apnea treated by uvulopalatopharyngoplasty or nasal CPAP. *Chest* 1994; 105: 155–159
- ¹¹⁵ Haraldson PO, Carenfelt C, Persson HE, Sachs C, Tornros J. Simulated long-term driving performance before and after uvulopalatopharyngoplasty. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 1991; 53: 106–110
- ¹¹⁶ Haraldsson PO, Carenfelt C, Lysdahl M, Tingvall C. Does uvulopalatopharyngoplasty inhibit automobile accidents? *Laryngoscope* 1995; 105: 657–661
- ¹¹⁷ Verse T, Pirsig W. Laser-assisted uvulopalatoplasty. A metaanalysis. In: Fabiani M, Saponara M (eds). *Surgery for snoring and obstructive sleep apnea syndrome*. Amsterdam: Kugler Publications, 2003: 463–474
- ¹¹⁸ Carenfelt C. Laser uvulopalatopharyngoplasty in treatment of habitual snoring. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1991; 100: 451–454
- ¹¹⁹ Kamami YV. Laser CO₂ for snoring: preliminary results. *Acta Otorhinolaryngol Belg* 1990; 44: 451–456
- ¹²⁰ Coleman JA. Laser-assisted uvulopalatoplasty: Long-term results with a treatment for snoring. *Ear, Nose & Throat J* 1998; 77: 22–34
- ¹²¹ Ellis PDM. Laser palatoplasty for snoring due to palatal flutter: a further report. *Clin Otolaryngol* 1994; 19: 350–351
- ¹²² Albu S, de Min G, Forti A, Babighian G. Nd:YAG laser-assisted uvulopalatoplasty for snoring. *Acta Otolaryngol Belg* 1998; 52: 69–73
- ¹²³ Wennmo C, Olsson P, Flisberg K, Paulsson B, Luttrup S. Treatment of snoring – with and without carbon dioxide laser. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1992; 492 Suppl: 152–155
- ¹²⁴ Shehab ZP, Robin PE. Comparison of the effectiveness of uvulopalatopharyngoplasty and laser palatoplasty for snoring. *Clin Otolaryngol* 1997; 22: 158–161
- ¹²⁵ Morar P, Nandapalan V, Lesser THJ, Swift AC. Mucosal-strip/uvulectomy by the CO₂ laser as a method of treating simple snoring. *Clin Otolaryngol* 1995; 20: 308–311
- ¹²⁶ Hanada T, Furuta S, Tateyama T, Uchizono A, Seki D, Ohyama M. Laser-assisted uvulopalatoplasty with Nd:YAG laser for sleep disorders. *Laryngoscope* 1996; 106: 1531–1533
- ¹²⁷ Vukovic L, Hutchings J. Patient evaluation of Laser-assisted uvulopalatoplasty. *J Otolaryngol (Toronto)* 1996; 25: 404–407
- ¹²⁸ Walker RP, Grigg-Damberger MM, Gopalsami C, Totten MC. Laser-assisted uvulopalatoplasty for snoring and obstructive sleep apnea: Results in 170 patients. *Laryngoscope* 1995; 105: 938–943
- ¹²⁹ Astor FC, Hanft KL, Benson C, Amaranath A. Analysis of short-term outcome after office-based laser-assisted uvulopalatoplasty. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1998; 118: 478–480
- ¹³⁰ Schlieper J, Brinkmann B, Karmeier A, Pakusa T. Erfolgsrate und Komplikationen der primären, laserassistierten Uvulopalatoplastik (LAUP) bei Patienten mit Rhonchopathie. *Mund Kiefer Gesichts Chir* 2002; 6: 146–152
- ¹³¹ Sharp HR, Mitchell DB. Long-term results of laser-assisted uvulopalatoplasty for snoring. *J Laryngol Otol* 2001; 115: 897–900
- ¹³² Neruntarat C. Laser-assisted uvulopalatoplasty: short-term and long-term results. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 124: 90–93
- ¹³³ Berger G, Finkelstein Y, Stein G, Ophir D. Laser-assisted uvulopalatoplasty for snoring: medium- to long-term subjective and objective analysis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 127: 412–417
- ¹³⁴ Kyrmizakis DE, Chimona TS, Papadakis CE, Bizakis JG, Velegrakis GA, Schiza S, Sifakas NM, Helidonis ES. Laser-assisted uvulopalatoplasty for the treatment of snoring and mild obstructive sleep apnea syndrome. *J Otolaryngol* 2003; 32: 174–179
- ¹³⁵ Uppal S, Nadig S, Jones C, Nicolaidis AR, Coatesworth AP. A prospective single-blinded randomized-controlled trial comparing two surgical techniques for the treatment of snoring: laser palatoplasty versus uvulectomy with punctate palatal diathermy. *Clin Otolaryngol* 2004; 29: 254–263
- ¹³⁶ Troell RJ, Powell NB, Riley RW, Li KK, Guilleminault C. Comparison of postoperative pain between laser-assisted uvulopalatoplasty, uvulopalatopharyngoplasty, and radiofrequency volumetric tissue reduction of the palate. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 122: 402–409
- ¹³⁷ Blumen MB, Dahan S, Wagner I, de Dieuleveult T, Chabolle F. Radiofrequency versus LAUP for the treatment of snoring. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2002; 126: 67–73
- ¹³⁸ Rombaux P, Hamoir M, Bertrand B, Aubert G, Liistro G, Rodenstein D. Postoperative pain and side effects after uvulopalatopharyngoplasty, laser-assisted uvulopalatoplasty, and radiofrequency tissue volume reduction in primary snoring. *Laryngoscope* 2003; 113: 2169–2173
- ¹³⁹ Verse T, Pirsig W. Metaanalyse zur laserassistierten Uvulopalatopharyngoplastik. Was ist bisher klinisch relevant? *Laryngo-Rhino-Otol* 2000; 79: 273–284
- ¹⁴⁰ Utley DS, Shin EJ, Clerk AA, Terris DJ. A cost-effective and rational surgical approach to patients with snoring, upper airway resistance syndrome, or obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 1997; 107: 726–734
- ¹⁴¹ Mickelson SA, Ahuja A. Short-term objective and long-term subjective results of laser-assisted uvulopalatoplasty for obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 1999; 109: 362–367
- ¹⁴² Walker RP, Grigg-Damberger MM, Gopalsami C. Laser-assisted uvulopalatopharyngoplasty for the treatment of mild, moderate, and severe obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 1999; 109: 79–85
- ¹⁴³ Ryan CF, Love LL. Unpredictable results of laser assisted uvulopalatoplasty in the treatment of obstructive sleep apnoea. *Thorax* 2000; 55: 399–404
- ¹⁴⁴ Seemann RP, Di Toppa JC, Holm MA, Hanson J. Does laser-assisted uvulopalatoplasty work? An objective analysis using pre- and post-operative polysomnographic studies. *J Otolaryngol* 2001; 30: 212–215
- ¹⁴⁵ Finkelstein Y, Stein G, Ophir D, Berger R, Berger G. Laser-assisted uvulopalatoplasty for the management of obstructive sleep apnea. Myths and facts. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2002; 128: 429–434

- 146 Ferguson KA, Heighway H, Ruby RRF. A randomized trial of laser-assisted uvulopalatoplasty in the treatment of mild obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 167: 15–19
- 147 Berger G, Stein G, Ophir D, Finkelstein Y. Is there a better way to do laser-assisted uvulopalatoplasty? *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 129: 447–453
- 148 Kern RC, Kutler DI, Reid KJ, Conley DB, Herzon GD, Zee P. Laser-assisted uvulopalatoplasty and tonsillectomy for the management of obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 2003; 113: 1175–1181
- 149 Berger G, Finkelstein Y, Ophir D. Histopathologic changes in the soft palate after laser-assisted uvulopalatoplasty. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1999; 125: 786–790
- 150 Littner M, Kushida CA, Hartse K, McDowell Anderson W, Davila D, Johnson SF, Wise MS, Hirshkowitz M, Woodson BT (Standards of Practice Committee American Academy of Sleep Medicine). Practice parameters for the use of laser-assisted uvulopalatoplasty: an update for 2000. *Sleep* 2001; 24: 603–619
- 151 Stuck BA, Maurer JT, Hein G, Hörmann K, Verse T. Radiofrequency surgery of the soft palate in the treatment of snoring – a review of the literature. *Sleep* 2004; 27: 551–555
- 152 Boudewyns A, Van De Heyning P. Temperature-controlled radiofrequency tissue volumetric reduction of the soft palate (Somnoplasty®) in the treatment of habitual snoring: Results of an European multicenter trial. *Acta Otolaryngol* 2000; 120: 981–985
- 153 Cartwright R, Venkatesan TK, Caldarelli D, Diaz F. Treatments for snoring: A comparison of somnoplasty and an oral appliance. *Laryngoscope* 2000; 110: 1680–1683
- 154 Coleman SC, Smith TL. Midline radiofrequency tissue reduction of the palate for bothersome snoring and sleep disordered breathing: A clinical trial. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 122: 387–394
- 155 Emery BE, Flexon PB. Radiofrequency volumetric tissue reduction of the soft palate: A new treatment for snoring. *Laryngoscope* 2000; 110: 1092–1098
- 156 Fischer Y, Hafner B, Mann WJ. Die Radiofrequenzablation des weichen Gaumens (Somnoplastik). Ein neues Verfahren der Gewebevolumenreduktion bei primärer und obstruktiver Rhonchopathie. *HNO* 2000; 48: 33–40
- 157 Hukins CA, Mitchell IC, Hillman DR. Radiofrequency tissue volume reduction of the soft palate in simple snoring. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 126: 602–606
- 158 Li KK, Powell NB, Riley RW, Troell RJ, Guilleminault C. Radiofrequency volumetric tissue reduction of the palate: An extended follow-up study. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 122: 410–414
- 159 Taliaferro C. Submucosal radiosurgical uvulopalatoplasty for the treatment of snoring: is the monitoring of tissue impedance and temperature necessary? *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 124: 46–50
- 160 Back L, Palomaki M, Piilonen A, Ylikoski J. Sleep-disordered breathing: Radiofrequency thermal ablation is a promising new treatment possibility. *Laryngoscope* 2001; 111: 464–471
- 161 Ferguson M, Smith TL, Zanation AM, Yarbrough WG. Radiofrequency tissue volume reduction. Multilesion vs single-lesion treatments for snoring. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 127: 312–318
- 162 Sher AE, Flexon PB, Hillman D, Emery B, Swieca J, Smith TL, Cartwright R, Dierks E, Nelson L. Temperature-controlled radiofrequency tissue volume reduction in the human soft palate. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 125: 312–318
- 163 Back LJ, Tervahartiala PO, Piilonen AK, Partinen MM, Ylikoski JS. Bipolar radiofrequency thermal ablation of the soft palate in habitual snorers without significant desaturations assessed by magnetic resonance imaging. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 865–871
- 164 Haraldsson PO, Karling J, Lysdahl M, Svanborg E. Voice quality after radiofrequency volumetric tissue reduction of the soft palate in habitual snorers. *Laryngoscope* 2002; 112: 1260–1263
- 165 Johnson JT, Pollack GL, Wagner RL. Transoral radiofrequency treatment of snoring. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2002; 127: 235–237
- 166 Terris DJ, Coker JF, Thomas AJ, Chavoya M. Preliminary findings from a prospective, randomized trial of two palatal operations for sleep-disordered breathing. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2002; 127: 315–323
- 167 Trotter MI, D'Souza AR, Morgan DW. Medium-term outcome of palatal surgery for snoring using the Somnus™ unit. *J Laryngol Otol* 2002; 116: 116–118
- 168 Tatla T, Sandhu G, Croft CB, Kotecha B. Celon radiofrequency thermoablative palatoplasty for snoring – a pilot study. *J Laryngol Otol* 2003; 117: 801–806
- 169 Said B, Strome M. Long-term results of radiofrequency volumetric tissue reduction of the palate for snoring. *Ann Otol Laryngol* 2003; 112: 276–279
- 170 Fang TJ, Li HY, Shue CW, Lee LA, Wang PC. Efficacy of radiofrequency volumetric tissue reduction of the soft palate in the treatment of snoring. *Int J Clin Pract* 2003; 57: 769–772
- 171 Blumen MB, Dahan S, Fleury B, Hausser-Hauw C, Chabolle F. Radiofrequency ablation for the treatment of mild to moderate obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 2002; 112: 2086–2092
- 172 Brown DJ, Kerr P, Kryger M. Radiofrequency tissue reduction of the soft palate in patients with moderate sleep-disordered breathing. *J Otolaryngol* 2001; 30: 193–198
- 173 Powell NB, Riley R, Guilleminault C, Troell R. A reversible uvulopalatal flap for snoring and sleep apnea syndrome. *Sleep* 1996; 19: 593–599
- 174 Hörmann K, Erhard T, Hirth K, Maurer JT. Der modifizierte Uvulopalappen zur Therapie schlafbezogener Atmungsstörungen. *HNO* 2001; 49: 361–366
- 175 Neruntarat C. Uvulopalatal flap for snoring on an outpatient basis. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 129: 353–359
- 176 Li HY, Chen NH, Shu YH, Wang PC. Changes in quality of life and respiratory disturbance after extended uvulopalatal flap surgery in patients with obstructive sleep apnea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2004; 130: 195–200
- 177 Maurer JT, Verse T, Stuck BA, Hörmann K, Hein G. Palatal implants for primary snoring: Short-term results of a new minimally invasive surgical technique. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005; 132: 125–131
- 178 Maurer JT, Hein G, Verse T, Stuck BA, Hörmann K. Anti-Snoring-Device®: short-term results of a new minimally invasive surgical technique. Abstract. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 129: P201
- 179 Ellis PDM, Williams JE, Shneerson JM. Surgical relief of snoring due to palatal flutter: a preliminary report. *Ann R Coll Surg Engl* 1993; 75: 286–290
- 180 Mair EA, Day RH. Cautery-assisted palatal stiffening operation. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 122: 547–555
- 181 Wassmuth Z, Mair E, Loube D, Leonhard D. Cautery-assisted palatal stiffening operation for the treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 122: 547–555
- 182 Brietzke SE, Mair EA. Injection snoreplasty: How to treat snoring without all the pain and expense. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 124: 503–510
- 183 Brietzke SE, Mair EA. Injection snoreplasty: Investigation of alternative sclerotherapy agents. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2004; 130: 47–50
- 184 Brietzke SE, Mair EA. Extended follow-up and new objective data. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 128: 605–615
- 185 Wright S, Haight J, Zamel N, Hoffstein V. Changes in pharyngeal properties after uvulopalatopharyngoplasty. *Laryngoscope* 1989; 99: 62–65
- 186 Woodson BT, Toohill RJ. Transpalatal advancement pharyngoplasty for obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 1993; 103: 269–276
- 187 Woodson BT. Retropalatal airway characteristics in uvulopalatopharyngoplasty compared with transpalatal advancement pharyngoplasty. *Laryngoscope* 1997; 107: 735–740
- 188 Powell NB, Riley RW, Troell RJ, Blumen MB, Guilleminault C. Radiofrequency volumetric reduction of the tongue: a porcine pilot study for the treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Chest* 1997; 111: 1348–1355
- 189 Stuck BA, Maurer JT, Hormann K. Die Zungengrundreduktion mit Radiofrequenzenergie bei schlafbezogenen Atmungsstörungen. Postoperative Morbidität und Komplikationen. *HNO* 2001; 49: 530–537
- 190 Stuck BA, Maurer JT, Verse T, Hörmann K. Tongue base reduction with temperature-controlled radiofrequency volumetric tissue reduction for treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Acta Otolaryngol* 2002; 122: 531–536
- 191 Woodson BT, Nelson L, Mickelson S, Huntley T, Sher A. A multi-institutional study of radiofrequency volumetric tissue reduction for OSAS. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 125: 303–311
- 192 Li KK, Powell NB, Riley RW, Guilleminault C. Temperature-controlled radiofrequency tongue base reduction for sleep-disordered breathing: Long-term outcomes. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2002; 127: 230–234
- 193 Riley RW, Powell NB, Li KK, Weaver EM, Guilleminault C. An adjunctive method of radiofrequency volumetric tissue reduction of the tongue for OSAS. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 129: 37–42

- ¹⁹⁴ Mendelson WB. Use of sleep laboratory in suspected sleep apnea syndrome: Is one night enough? *Cleve Clin J Med* 1994; 61: 299–303
- ¹⁹⁵ Meyer TJ, Eveloff SE, Kline LR, Millman RP. One negative polysomnogram does not exclude obstructive sleep apnea. *Chest* 1993; 103: 756–760
- ¹⁹⁶ Patton TJ, Thawley SE, Water RC, Vandermeer PJ, Ogura JH. Expansion hyoid-plasty: a potential surgical procedure designed for selected patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Experimental canine results. Laryngoscope* 1983; 93: 1387–1396
- ¹⁹⁷ Kaya N. Sectioning the hyoid bone as a therapeutic approach for obstructive sleep apnea. *Sleep* 1984; 7: 77–78
- ¹⁹⁸ Riley RW, Powell NB, Guilleminault C. Obstructive sleep apnea and the hyoid: a revised surgical procedure. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1994; 111: 717–721
- ¹⁹⁹ Hörmann K, Hirth K, Erhardt T, Maurer JT, Verse T. Die Hyoidsuspension zur Therapie der obstruktiven Schlafapnoe. *Laryngo-Rhino-Otol* 2001; 80: 517–521
- ²⁰⁰ Neruntarat C. Hyoid myotomy with suspension under local anesthesia for obstructive sleep apnea syndrome. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2003; 260: 286–290
- ²⁰¹ Verse T, Baisch A, Hörmann K. Multi-Level-Chirurgie bei obstruktiver Schlafapnoe. Erste objektive Ergebnisse. *Laryngo-Rhino-Otol* 2004; 83: 516–522
- ²⁰² Djupesland G, Schrader H, Lyberg T, Refsum H, Lilleas F, Godtlibsen OB. Palatopharyngoglossoplasty in the treatment of patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Acta Otolaryngol* 1992; Suppl 492: 50–54
- ²⁰³ Fujita S, Woodson BT, Clark JL, Wittig R. Laser midline glossectomy as a treatment for the obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 1991; 101: 805–809
- ²⁰⁴ Woodson BT, Fujita S. Clinical experience with lingualplasty as part of the treatment of severe obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1992; 107: 40–48
- ²⁰⁵ Mickelson SA, Rosenthal L. Midline glossectomy and epiglottidectomy for obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 1997; 107: 614–619
- ²⁰⁶ Chabolle F, Wagner I, Blumen M, Séquert C, Fleury B, de Dieuleveult T. Tongue base reduction with hyoepiglottoplasty: a treatment for severe obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 1999; 109: 1273–1280
- ²⁰⁷ Faye-Lund H, Djupesland G, Lyberg T. Glossopelexia – Evaluation of a new surgical method for treating obstructive sleep apnea syndrome. *Acta Otolaryngol* 1992; Suppl 492: 46–49
- ²⁰⁸ DeRowe A, Günther E, Fibbi A, Lehtimäki K, Vahatalo K, Maurer J, Ophir D. Tongue-base suspension with a soft tissue-to-bone anchor for obstructive sleep apnea: preliminary clinical results of a new minimally invasive technique. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 122: 100–103
- ²⁰⁹ Woodson BT, deRowe A, Hawke M, Wenig B, Ross EB, Katsantonis GP, Mickelson SA, Bonham RE, Benbadis S. Pharyngeal suspension suture with repose bone screw for obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 122: 395–401
- ²¹⁰ Woodson BT. A tongue suspension suture for obstructive sleep apnea and snorers. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 124: 297–303
- ²¹¹ Sorrenti G, Piccin O, Latini G, Scaramuzzino G, Mondini S, Rinaldi Ceroni A. Tongue suspension technique in obstructive sleep apnea: personal experience [in Italian]. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2003; 23: 274–280
- ²¹² Riley RW, Powell NB, Guilleminault C. Inferior sagittal osteotomy of the mandible with hyoid myotomy-suspension: a new procedure for obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1986; 94: 589–593
- ²¹³ Riley RW, Powell NB, Guilleminault C. Inferior mandibular osteotomy and hyoid myotomy suspension for obstructive sleep apnea: a review of 55 patients. *J Oral Maxillofac Surg* 1989; 47: 159–164
- ²¹⁴ Fibbi A, Ameli F, Brocchetti F, Peirano M, Garaventa G, Presta A, Baricalla F. Avanzamento combinato del muscolo genioglosso (ACMG): osteotomia infero-sagittale mandibolare con avanzamento muscolo genioglosso e sua stabilizzazione con sutura in pazienti con OSAS. Risultati clinici preliminari *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2002; 22: 153–157
- ²¹⁵ Kuo PC, West RA, Bloomquist DS, McNeil RW. The effect of mandibular osteotomy in three patients with hypersomnia sleep apnea. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 1979; 48: 385–392
- ²¹⁶ Prinsell JR. Maxillomandibular advancement (MMA) in a site-specific treatment approach for obstructive sleep apnea: a surgical algorithm. *Sleep Breath* 2000; 4: 147–154
- ²¹⁷ Waite PD, Wooten V, Lachner JH, Guyette RF. Maxillomandibular advancement surgery in 23 patients with obstructive sleep apnea syndrome. *J Oral Maxillofac Surg* 1989; 47: 1256–1261
- ²¹⁸ Riley RW, Powell NB, Guilleminault C. Maxillofacial surgery and nasal CPAP. A comparison of treatment for obstructive sleep apnea syndrome. *Chest* 1990; 98: 1421–1425
- ²¹⁹ Hochban W, Conrad R, Brandenburg U, Heitmann J, Peter JH. Surgical maxillofacial treatment of obstructive sleep apnea. *Plast Reconstr Surg* 1997; 99: 619–626
- ²²⁰ Prinsell JR. Maxillomandibular advancement surgery in a site-specific treatment approach for obstructive sleep apnea in 50 consecutive patients. *Chest* 1999; 116: 1519–1529
- ²²¹ Li KK, Riley RW, Powell NB, Guilleminault C. Maxillomandibular advancement for persistent obstructive sleep apnea after phase I surgery in patients without maxillomandibular deficiency. *Laryngoscope* 2000; 110: 1684–1688
- ²²² Bettiga G, Pepin JL, Veale D, Deschoux C, Raphael B, Levy P. Obstructive sleep apnea syndrome. Fifty-one consecutive patients treated by maxillofacial surgery. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 162: 641–649
- ²²³ Goh YH, Lim KA. Modified maxillomandibular advancement for the treatment of obstructive sleep apnea: a preliminary report. *Laryngoscope* 2003; 113: 1577–1582
- ²²⁴ Dattilo DJ, Drooger SA. Outcome assessment of patients undergoing maxillofacial procedures for the treatment of sleep apnea: comparison of subjective and objective results. *J Oral Maxillofac Surg* 2004; 62: 164–168
- ²²⁵ Conrad R, Hochban W, Heitmann J, Brandenburg U, Cassel W, Penzel T, Peter JH. Sleep fragmentation and daytime vigilance in patients with OSA treated by surgical maxillomandibular advancement compared to CPAP therapy. *J Sleep Res* 1998; 7: 217–223
- ²²⁶ Li KK, Powell NB, Riley RW, Troell RJ, Guilleminault C. Long-term results of maxillomandibular advancement surgery. *Sleep Breath* 2000; 4: 137–139
- ²²⁷ McCarthy JG, Schreiber J, Karp N, Thorne CH, Grayson BH. Lengthening the human mandible by gradual distraction. *Plast Reconstr Surg* 1992; 89: 1–10
- ²²⁸ Bell RB, Turvey TA. Skeletal advancement for the treatment of obstructive sleep apnea in children. *Cleft Palate Craniofac J* 2001; 38: 147–154
- ²²⁹ Riley RW, Powell NB, Guilleminault C. Obstructive sleep apnea syndrome: A review of 306 consecutively treated surgical patients. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1993; 108: 117–125
- ²³⁰ Burstein FD, Cohen SR, Scott PH, Teague GR, Montgomery GL, Kattos AV. Surgical therapy for severe refractory sleep apnea in infants and children: application of the airway zone concept. *Plast Reconstr Surg* 1995; 96: 34–41
- ²³¹ Cohen SR, Lefavre JF, Burstein FD, Simms C, Kattos AV, Scott PH, Montgomery GL, Graham LR. Surgical treatment of obstructive sleep apnea in neurologically compromised patients. *Plast Reconstr Surg* 1997; 99: 638–646
- ²³² Cohen SR, Simms C, Burstein FD, Thomsen J. Alternatives to tracheostomy in infants and children with obstructive sleep apnea. *J Pediatr Surg* 1999; 34: 182–187
- ²³³ Stuck BA, Starzak K, Verse T, Hörmann K, Maurer JT. Morbidität und Komplikationen der kombinierten Radiofrequenz-Chirurgie des Weichgaumens und Zungengrundes. *Somnologie* 2002; 6: 19–25
- ²³⁴ Woodson BT, Steward DL, Weaver EM, Javaheri S. A randomized trial of temperature-controlled radiofrequency, continuous positive airway pressure, and placebo for obstructive sleep apnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 128: 848–861
- ²³⁵ Johnson NT, Chinn J. Uvulopalatopharyngoplasty and inferior sagittal mandibular osteotomy with genioglossus advancement for treatment of obstructive sleep apnea. *Chest* 1994; 105: 278–283
- ²³⁶ Ramirez SG, Loube DI. Inferior sagittal osteotomy with hyoid bone suspension for obese patients with sleep apnea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1996; 122: 953–957
- ²³⁷ Elasmfour A, Miyazaki S, Itasaka Y, Yamakawa K, Ishikawa K, Togawa K. Evaluation of uvulopalatopharyngoplasty in treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Acta Otolaryngol* 1998; Suppl 537: 52–56
- ²³⁸ Lee NR, Givens CD, Wilson J, Robins RB. Staged surgical treatment of obstructive sleep apnea syndrome: a review of 35 patients. *J Oral Maxillofac Surg* 1999; 57: 382–385

- ²³⁹ Hsu PP, Brett RH. Multiple level pharyngeal surgery for obstructive sleep apnoea. *Singapore Med J* 2001; 42: 160–164
- ²⁴⁰ Hendler BH, Costello BJ, Silverstein K, Yen D, Goldberg A. A protocol for uvulopalatoplasty, mortised genioplasty, and maxillomandibular advancement in patients with obstructive sleep apnea: an analysis of 40 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 2001; 59: 892–897
- ²⁴¹ Nelson LM. Combined temperature-controlled radiofrequency tongue reduction and UPPP in apnea surgery. *Ear Nose Throat J* 2001; 80: 640–644
- ²⁴² Vilaseca I, Morello A, Montserrat JM, Santamaria J, Iranzo A. Usefulness of uvulopalatopharyngoplasty with genioglossus and hyoid advancement in the treatment of obstructive sleep apnea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2002; 128: 435–440
- ²⁴³ Neruntarat C. Genioglossus advancement and hyoid myotomy: short-term and long-term results. *J Laryngol Otol* 2003; 117: 482–486
- ²⁴⁴ Friedman M, Ibrahim H, Lee G, Joseph NJ. Combined uvulopalatopharyngoplasty and radiofrequency tongue base reduction for treatment of obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 129: 611–621
- ²⁴⁵ Miller FR, Watson D, Boseley M. The role of genial bone advancement trephine system in conjunction with uvulopalatopharyngoplasty in the multilevel management of obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2004; 130: 73–79
- ²⁴⁶ Verse T, Baisch A, Maurer JT, Stuck BA, Hörmann K. Multi-level surgery for obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg*, manuscript submitted