

Comprehensive review of surgeries for obstructive sleep apnea syndrome

Revisão abrangente sobre tratamento cirúrgico para a síndrome de apneia obstrutiva do sono

Macario Camacho¹, Victor Certal², Robson Capasso³

Keywords:

sleep apnea,
obstructive;
sleep apnea,
obstructive/surgery;
snoring;
therapeutics.

Abstract

There are several surgical treatment modalities utilized for obstructive sleep apnea syndrome (OSAS). OSAS can cause excessive daytime sleepiness as well as cardiovascular morbidity and mortality. Patients who fail medical management often seek surgical treatment. **Objective:** This paper reviews surgical treatment options for obstructive sleep apnea syndrome to include original descriptions as well as outcomes for snoring, apnea-hypopnea indices, and mortality benefits. **Method:** A literature review was performed for OSAS surgical treatment options for soft tissue and skeletal surgeries. Articles with the original descriptions and surgical reviews are included for each procedure. **Results:** A total of twenty-eight surgical treatment modalities for OSAS were identified. Original article authors and year of description were obtained and presented. Polysomnographic data for apnea indices, apnea-hypopnea indices and mortality are presented. **Conclusion:** There is a large amount of variability in outcomes for sleep surgeries, however, in order to maximize success and cure rates, multiple procedures are most often necessary. Sleep surgeons must get familiar with modern surgical concepts and techniques, and participate in multi-disciplinary care in order to maximize treatment outcomes.

Palavras-chave:

apneia obstrutiva
do sono/cirurgia;
ronco apneia
obstrutiva do sono;
tratamento.

Resumo

Existem várias modalidades cirúrgicas utilizadas no tratamento da síndrome de apneia obstrutiva do sono (SAOS). Esta afecção pode causar sonolência diurna excessiva, bem como aumentar o risco de morbidade e mortalidade cardiovascular. Os doentes que não aderem ao tratamento médico convencional são frequentemente encaminhados para tratamento por procedimento cirúrgico. **Objetivo:** Recapitular e descrever as principais opções cirúrgicas, do foro otorrinolaringológico, disponíveis para o tratamento de SAOS, bem como apresentar os resultados em termos de melhoria do índice de apneia/hipopneia e benefícios sobre a mortalidade. **Método:** Revisão bibliográfica acerca dos diferentes tratamentos cirúrgicos, tanto de tecidos moles como de tecidos esqueléticos. Foram apenas incluídos os artigos que apresentavam as descrições originais. Revisões sistemáticas e artigos que apresentavam resultados funcionais das cirurgias também foram incluídos nesta análise. **Resultados:** Vinte e nove modalidades cirúrgicas foram identificadas, tendo sido apresentados os autores dos artigos originais e o seu ano de descrição. Foram, ainda, apresentados dados polissonográficos relativos ao índice de apneia, índice de apneia/hipopneia e dados sobre a mortalidade. **Conclusão:** Existe uma grande heterogeneidade nos resultados da cirurgia no tratamento de SAOS. A combinação de diversos procedimentos cirúrgicos parece melhorar as taxas de sucesso bem como as taxas de cura. A tecnologia neste domínio evolui rapidamente, e os cirurgiões que se dedicam a esta afecções devem manter-se atualizados e integrar equipes multidisciplinares, a fim de maximizar os resultados.

¹ Médico - Consultor Assistente; Professor do Departamento de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço e Cirurgia do Sono.

² Médico - Departamento de Otorrinolaringologia do Hospital São Sebastião, Santa Maria da Feira, Portugal - CINTESIS - Centro de pesquisa em Tecnologias da Saúde e Sistemas de Informação da Universidade do Porto, Portugal.

³ Médico - Professor Assistente do Departamento de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço e Divisão de Cirurgia do Sono - Hospital das Clínicas de Stanford, Stanford, CA, EUA. Stanford Hospitals and Clinics, Stanford, CA.

Endereço para correspondência: Macario Camacho. MD Consulting Assistant Professor Department of Otolaryngology - Head and Neck Surgery Sleep Surgery Division 2nd floor Stanford Hospital and Clinics 450 Broadway St. Redwood City, CA 94063.
Ph: 650-723-6601, Fax: 650-721-3448. E-mail: drcamachoent@yahoo.com

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) do BJORL em 4 de setembro de 2013. cod. 11101.
Artigo aceito em 22 de setembro de 2013.

INTRODUÇÃO

A síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS) se manifesta com sonolência diurna excessiva e os pacientes acometidos podem ser tratados com medicamentos ou cirurgia¹. O tratamento por pressão positiva contínua de ar (CPAP) foi descrito pela primeira vez por Sullivan e colaboradores em 1981, como tratamento altamente eficaz para SAOS². Embora a CPAP tenha elevada eficácia, sua eficiência é limitada, tal como demonstrado por 46%-83% dos pacientes que não aderem ao tratamento (definido como > 4 horas de utilização por noite)³. Os pacientes que não conseguem sucesso com o tratamento clínico, muitas vezes procuram opções de tratamento cirúrgico. A eficácia do tratamento cirúrgico para SAOS é controversa. O tratamento cirúrgico, com adequada seleção de pacientes, aconselhamento e expectativas realistas aumenta a probabilidade de sucesso e satisfação dos pacientes. O objetivo deste trabalho é analisar as abordagens cirúrgicas para o tratamento da SAOS.

MÉTODO

Fizemos uma revisão da literatura com relação ao tratamento cirúrgico da síndrome da apneia obstrutiva do sono no adulto. Revisamos os títulos e resumos para identificar as modalidades de tratamento cirúrgico. Incluímos nesse trabalho os estudos originais descrevendo cada procedimento, e os estudos e revisões que contribuíram de forma significativa e sistemática. As técnicas cirúrgicas são descritas com base em sub-sítios e na ordem em que foram primeiro descritos na literatura, como tratamento para a apneia obstrutiva do sono. A busca foi realizada na base de dados MedLine, desde o início até junho de 2013. Apresentamos os artigos originais, com as descrições de cada procedimento, desde a mais precoce, sendo a uvulopalatofaringoplastia (UPFP) em 1964, à mais recente,

que é a cirurgia robótica transoral (CRTO) para a redução da base da língua, em 2010.

Posteriormente, consultamos os artigos que descrevem os resultados para cada um dos procedimentos. Os artigos que contribuíram substancialmente foram revisados e incluídos. Como revisão da literatura, este estudo é isento da revisão pelo protocolo IRB de Stanford.

RESULTADOS

Os resultados da pesquisa na MedLine produziram as seguintes modalidades cirúrgicas: uvulopalatofaringoplastia, traqueostomia, amigdalectomia, avanço mandibular, avanço do músculo genioglosso, suspensão do hioide, uvuloplastia com cautério, avanço maxilomandibular (AMM), uvuloplastia a laser (LAUP), glossectomia da linha média, redução da aritenóide, epiglotectomia, epiglotopexia, epiglotoplastia, faringoplastia com avanço transpalatino (TPA), uvulopalatoplastia com cautério, cirurgia de endurecimento palatino com cautério (CAPSO), distração mandibular, radiofrequência em palato mole, expansão rápida da maxila (RME)/expansão rápida da maxila cirurgicamente assistida (SARPE), ablação da língua por radiofrequência, suspensão/estabilização da língua, estimulador/implante do nervo hipoglosso (HGNS), cirurgia nasal, faringoplastia lateral, implantes palatais, Z-palatoplastia (ZPP), ablação da base da língua por CO₂, excisão lingual submucosa minimamente invasiva (SMILE), faringoplastia com expansão do esfíncter e cirurgia robótica transoral (TORS).

A Tabela 1 apresenta os procedimentos cronologicamente à medida que foram publicados na MedLine ou referências dos artigos procurados devido à descrição original. Além disso, também incluímos um total de 11 outros artigos que são revisões sistemáticas, meta-análises e resumos abrangentes^{1,4-14}.

Tabela 1. Evolução das cirurgias para apneia do sono, listadas em ordem cronológica com base em uma pesquisa na MedLine e referências dessas buscas.

Modalidade cirúrgica para tratamento de SAOS em pacientes adultos	Ano descrito na Medline (ou referências)	Autores
Uvulopalatofaringoplastia	1964 (Ronco) 1980 (SAOS-Resumo) 1981 (SAOS-artigo)	Ikematsu ¹⁵ Conway, Fujita, Zorick ¹⁶ Fujita, Conway, Zorick, Roth ¹⁷
Traqueostomia/Traqueostomia	1965	Valero & Alroy ¹⁸
Amigdalectomia	1975	Sussman, Podoshin, Alroy ¹⁹
Avanço mandibular	1979	Kuo, West, Bloomquist ²⁰
Avanço do genioglosso	1984	Riley, Guilleminault, Powell ²¹
Suspensão do hioide	1984	Riley, Guilleminault, Powell ²¹
Avanço maxilomandibular (MMA)	1986	Riley, Powell, Guilleminault, Nino-Murcia ²²
Uvuloplastia a laser (LAUP)	1990 (Ronco) 1994 (SAOS)	Ronco: 2 grupos: 1) Kamami, ²³ e 2) Haraldsson e Carenfelt ²⁴ SAOS: Kamami ²⁵

Continuação Tabela 1.

Glossectomia na linha média	1991	Fujita, Woodson, Clark, Wittig ²⁶
Redução da prega ariepiglótica	1991	Fujita, Woodson, Clark, Wittig ²⁶
Epiglotectomia	1991	Fujita, Woodson, Clark, Wittig ²⁶
Cirurgia nasal	1992	Series, St. Pierre, Carrier ²⁷
Faringoplastia com avanço transpalatino (TPA)	1993	Woodson, Toohill ²⁸
Uvulopalatoplastia com cauterio/Cirurgia de enrijecimento palatino com cauterio (CAPSO)	1995 (Ronco) 2000 (SAOS)	Ronco: Blythe, Henrich, Pillsbury ²⁹ OSAS: 2 grupos: 1) Wassmuth, Mair, Loube, Leonard ³⁰ e 2) Mair & Day ³¹
Epiglotopexia/Epiglotoplastia	1998	Chabolle, Wagner, Sequert, Lachiver, Coquille, Fleury, Blumen ³²
Ablação do palato mole por radiofrequência	1998	Powell, Riley, Troell, Li, Blumen, Guillemainault ³³
Expansão maxilar rápida (RME)/Expansão palatina rápida com cirurgia (SARPE)	1996 (Relato de caso) 1998 (Casuística)	Relato de caso: Palmisano, Wilcox, Sullivan, Cistulli ³⁴ Casuística: Cistulli & Palmisano ³⁵
Ablação da língua por radiofrequência	1999	Powell, Riley, Guillemainault ³⁶
Estabilização/Suspensão da língua	2000	DeRowe, Gunther, Fibbi, Lehtimaki, Vahatalo, Maurer, Ophir ³⁷
Implante/estimulador do nervo hipoglosso (HGNS)	2001	Schwartz AR, Bennett ML, Smith PL, De Backer W, Hedner J, Boudewyns A, Van de Heyning P, Ejnell H, Hochban W, Knaack L, Podszus T, Penzel T, Peter JH, Goding GS, Erickson DJ, Testerman R, Ottenhoff F, Eisele DW ³⁸
Distração mandibular	2002	Li, Powell, Riley, Guillemainault ³⁹
Faringoplastia lateral	2003	Cahali ⁴⁰
Implante palatino	2004	Ho, Wei, Chung ⁴¹
Z-palatoplastia (ZPP)	2004	Friedman, Ibrahim, Vidasagar, Pomeranz, Joseph ⁴²
Ablação da base da língua por CO ₂	2005 2006 (Com microlaringoscopia) 2006 (Com endoscópios)	He, Chen, Jin, He, Su, Fan, Yu ⁴³ Robinson, Ettema, Brusky, Woodson ⁴⁴ Matureo & Mair ⁴⁵
Excisão lingual submucosa minimamente invasiva (SMILE)	2006 (Pediatría) 2008 (Adultos)	Matureo & Mair ⁴⁶ Friedman, Soans, Gurpinar, Lin, Joseph ⁴⁷
Faringoplastia com expansão do esfíncter	2007	Pang, Woodson ⁴⁸
Cirurgia robótica transoral (TORS)	2010	Vicini, Dallan, Canzi, Frassinetti, La Pietra, Montevocchi ⁴⁹

Cirurgias nasais

Em 1992, Series et al.²⁷ descreveram 20 adultos submetidos a cirurgias nasais, com melhora significativa na resistência nasal, mas com melhora mínima no índice de distúrbio respiratório (IDR) de $39,8 \pm 6,1/h$ para $36,8 \pm 5,9/h$. Uma recente meta-análise de Li et al.¹⁰, analisou nove artigos com resultados agrupados de IAH, demonstrando uma redução de $35,2 \pm 22,6/h$ para $33,5 \pm 23,8/h$, com uma taxa total de sucesso de 16,7%. Embora os procedimentos nasais não demonstrem melhora estatisticamente significativa como tratamento isolado para SAOS, eles melhoram a respiração nasal e podem ajudar a melhorar a adesão do paciente ao CPAP, e reduzir as pressões de CPAP a partir de uma média de 11,9 até 9,2 centímetros de água de pressão⁵⁰.

Cirurgias palatinas

Uvulopalatofaringoplastia (UPFP)

Ikematsu et al. começaram a fazer cirurgias de uvulopalatofaringoplastia em 1952 e, posteriormente, publicaram os resultados do procedimento para tratamento do ronco em 1964^{15,51}. Ao longo dos anos, foram descritas várias modificações^{40,42,52}. As técnicas iniciais descritas envolviam a remoção de grandes quantidades de tecido palatino e, posteriormente, aumentaram os riscos de sensação de corpo estranho, garganta seca, sensação de globus, frequência fundamental mais baixa para a fala, problemas com catarro, insuficiência velofaríngea e estenose nasofaríngea⁵³⁻⁵⁶. No entanto, descrições mais recentes discutem modificações nas técnicas de modo a

reorganizar e preservar os tecidos⁵². As revisões sistemáticas de cirurgias UPFP demonstraram grande variabilidade entre os resultados de polissonografias. Caples et al.⁴ reuniram dados de 15 estudos que demonstram um IAH pré-operatório de 40,3/h, e IAH pós-operatório de 29,8/h com uma redução de 33 %. Elshaug et al.⁶ agruparam sete estudos e demonstraram uma taxa de sucesso de 51,5% ao atingirem uma redução de 50% no IAH e/ou $\leq 20/h$ ⁶. Franklin et al.⁷ avaliaram complicações e constataram 30 mortes em seis estudos, entre 1989 e 2004.

Uvuloplastia a Laser (LAUP)

O enrijecimento do palato foi inicialmente descrito como um tratamento para o ronco, e o procedimento foi posteriormente aplicado como tratamento para apneia do sono^{23,25}. Kamami²³, depois Haraldsson & Carefelt²⁴, relataram suas experiências iniciais com LAUP em 1990 como uma modalidade de tratamento que é mais facilmente realizada sob anestesia local. Caples et al.⁴ avaliaram dois estudos randomizados controlados e seis estudos observacionais, com uma redução combinada de 32% no IAH. Elshaug et al.⁶ demonstraram uma taxa combinada de sucesso de 48,8% (intervalo de confiança (IC) de 37,6-60). Um problema com a LAUP é que os pacientes muitas vezes exigem vários tratamentos; Kamami^{23,25} descreveu que em média os pacientes foram tratados com quatro sessões cada um.

Faringoplastia com avanço transpalatino (TPA)

Uma vez que os resultados dos procedimentos UPFP estavam inconsistentes, Woodson & Toohill²⁸ desenvolveram a TPA como uma forma de avançar o palato anteriormente de forma mais consistente. A técnica envolve uma incisão em arco gótico de posterior para o alvéolo, continuando à frente na dobra do palatoglossos, o hâmulos é exposto e fraturado, o palato duro posterior é removido, a mucosa redundante é retirada e retalhos laterais são avançados e suturados ao mucoperiósteo alveolar. Um estudo inicial com 6 pacientes descreveu uma redução média de $69,3 \pm 32,1/h$ para $26,6 \pm 25,3/h$ ²⁸. Shine & Lewis⁵³ descreveram uma modificação da TPA, que utiliza uma “incisão em hélice”, que traz menor incidência de fístula oronasal. Shine & Lewis⁵⁴ compararam os pacientes que se submetem à incisão tradicional em arco gótico com aqueles submetidos à mais recente incisão em hélice e descobriram melhora de 31% na taxa de sucesso com a incisão em hélice.

Uvulopalatoplastia assistida por cauterio/Cirurgia de enrijecimento palatino assistida por cauterio (CAPSO)

Inicialmente descrito como um procedimento clínico simples, barato e realizado em uma única sessão para o ronco, o procedimento foi posteriormente descrito como tratamento para a SAOS^{29-31,55}. Quando realizado para tra-

tamento de ronco, Blythe et al.²⁹ descrevem que 83% dos cônjuges relataram ou resolução ou melhora significativa no ronco dos pacientes. Mair & Day³¹ relataram terem tratado 200 pacientes consecutivos, durante um período de 18 meses, com taxas de sucesso de 92%, inicialmente, e uma ligeira redução para 77% após 1 ano. Wassmuth et al.³⁰ mostraram uma diminuição no IAH de $25 \pm 12,9/h$ para $16,6 \pm 15,0/h$ ($p = 0,01$). A modificação introduzida por Pang & Terris⁵⁵ envolve a execução de uma uvulectomia, a retirada de uma tira horizontal de mucosa da porção anterior do palato mole e a criação de trincheiras verticais no palato mole bilateralmente. O CAPSO modificado relata uma melhora no IAH de seus pacientes de 12,3/h para 5,2/h ($p < 0,05$).

Ablação por radiofrequência (ARF) do palato mole

ARF do palato mole foi descrita por Powell et al.³³ em um grupo de 22 homens saudáveis, em 1998. Este estudo inicial demonstrou que o procedimento foi eficaz para o tratamento do ronco (escores de ronco diminuíram em 77 %), melhora no IAH e apenas desconforto discreto para o paciente. Caples et al.⁴ consultaram sete estudos observacionais e demonstraram variação média do IAH de 23,4/h para 14,2/h. Elshaug et al.⁶ demonstraram uma taxa de sucesso de 60% nos dois estudos avaliados (95% IC de 37,6-60).

Faringoplastia lateral

Cahali⁴⁰ descreveu o tratamento da SAOS realizando uma amigdalectomia bilateral, com a elevação do músculo constritor faríngeo superior dentro da fossa amigdalina, e tração ascendente sobre o músculo palatofaríngeo superior, um retalho palatino é criado lateralmente, uma ressecção subtotal do músculo palatofaríngeo é feita e os retalhos são fechados em forma de zetaplastia. Os resultados demonstraram uma melhora no IAH de 41,2/h para 9,5/h ($p = 0,009$).

Implantes palatinos

Houve um ensaio clínico duplo-cego, randomizado, controlado por placebo, que demonstrou uma redução modesta no IAH, de 23,8/h para 15,9/h para o grupo que recebeu o implante palatino *vs.* 20,1/h para 21,0/h para o grupo placebo, demonstrando uma diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos, $p < 0,001$ ⁵⁶. Choi et al.⁵⁷ estudaram dados agrupados de sete estudos e demonstraram uma redução estatisticamente significativa no IAH e uma diferença média padrão de -0,378; IC de 95% de 0,619 para -0,138; $p = 0,02$. Os dados da meta-análise também demonstraram uma taxa de extrusão de 9,3%.

Palatoplastia em Z (ZPP)

A ZPP foi descrita por Friedman et al.⁴² para o tratamento de pacientes com SAOS, que foram submetidas

à amigdalectomia. Nesta técnica, a mucosa ao longo do palato mole e úvula anterior são removidas, expondo o músculo subjacente, seguido de bissecção do palato mole inferior e da úvula com um bisturi. Os retalhos são então rodados lateralmente sobre o palato mole e suturados em posição. Este estudo demonstrou melhores resultados em comparação com o padrão UPFP (25 pacientes em cada braço), com a ZPP diminuindo o IAH de $41,8 \pm 26,4/h$ para $20,9 \pm 19,3/h$.

Faringoplastia com expansão do esfíncter

Pang & Woodson⁴⁸ descreveram uma técnica em que uma incisão horizontal é feita no músculo palatofaríngeo (após amigdalectomia), incisões súpero-laterais são feitas no palato mole, na face inferior do músculo palatofaríngeo, que é então suspenso súpero-lateralmente. Os 45 pacientes tinham um IMC < 30 kg/m², estavam na classificação de Friedman estágios 2 ou 3; tipo 1 de Fujita e apresentavam colapso das paredes faríngeas laterais, com uma melhoria em IAH de $44,2 \pm 10,2/h$, para $12,0 \pm 6,6/h$ ($p < 0,005$).

Amigdalectomia

Enquanto em crianças há uma quantidade significativa de dados, em adultos, os estudos sobre amigdalectomia como tratamento para SAOS são limitados. Sussman et al.¹⁹ descreveram a realização de amigdalectomia em dois pacientes obesos que também tinham hipertrofia tonsilar significativa, e tiveram resolução da sonolência após a amigdalectomia. Um estudo realizado por Stow et al.⁵⁸ envolvendo 13 pacientes que foram submetidos à amigdalectomia (11 com cirurgias nasais adicionais) como tratamento para a SAOS, encontrou uma redução significativa no IAH de $31,7/h$ para $5,5/h$ ($p = 0,0002$). A eficácia deste procedimento depende de vários fatores, incluindo: a anatomia dos pacientes, o IMC, circunferência do pescoço, o tamanho da língua, e a localização anatômica da obstrução apneica durante o sono.

Língua

Ablação por radiofrequência (RFA) da língua

Após a ablação por radiofrequência do palato produzir resultados bastante favoráveis, Powell et al.³⁶ conduziram um estudo piloto em 18 pacientes com distúrbios respiratórios do sono para avaliar a eficácia da RFA da língua em 1999. Este estudo encontrou uma redução média do IAH de $39,6/h$ para $17,8/h$, sem alteração na fala ou deglutição, e apenas um caso de infecção. Kezirian & Goldberg⁹ revisaram 11 estudos sobre os resultados da RFA da língua e demonstraram um amplo número de bons resultados no tocante ao IAH, variando de 20% a 83% de sucesso. A maioria dos estudos demonstrou diminuição da sonolência diurna, melhor qualidade de vida e melhoria na menor saturação de oxigênio.

Estabilização/suspensão da língua

DeRowe et al.³⁷ descreveram o sistema *Repose*, no ano 2000, como um novo procedimento, minimamente invasivo, em que há suspensão da base da língua para reduzir seu colapso. Este estudo inicial com 16 pacientes, demonstrou uma melhora média no IDR de $35/h$ para $17/h$ ($p = 0,001$) e 14 de 16 companheiros (as) de quarto relataram melhora no ronco. Kezirian & Goldberg⁹ revisaram seis estudos e encontraram 20% a 57% de sucesso com o procedimento.

Estimulação do nervo hipoglosso

Pesquisas sobre a fisiologia do músculo genioglosso e estimulação eletrofisiológica começaram com Guillemainault et al.⁵⁹, em 1978. Estudos de estimulação do nervo hipoglosso foram posteriormente conduzidos por alguns grupos, incluindo: 1) Fairbanks & Fairbanks⁶⁰ em 1993, e 2) Eisele et al.⁶¹ em 1997. Em 2001, Schwartz et al.³⁸ descreveram um estudo piloto para a colocação de um dispositivo implantável que estimulasse eletricamente o nervo hipoglosso como tratamento para a SAOS. Neste estudo, um total de oito pacientes com um IAH médio de $52 \pm 20,4/h$ no sono NREM e $48,2 \pm 0,5/h$ no sono REM, exibiram uma diminuição de $22,6 \pm 12,1/h$ em sono NREM e $16,6 \pm 17,1/h$ no sono REM ($p < 0,001$).³⁸ o procedimento atual envolve a implantação de um gerador de impulsos, com um sensor de pressão respiratória e um eletrodo de estimulação, que estimula o nervo hipoglosso durante o sono⁶².

Ablação da base da língua por CO₂

He et al.⁴³ estudaram a UPFP com ablação da base da língua por CO₂ em 112 pacientes com SAOS e aos 12 meses de pós-operatório, 24 pacientes estavam comprovadamente curados (21,4%), 52 pacientes tiveram melhora notável (46,4%), 16 tiveram alguma melhora (14,2%), e 20 pacientes não tiveram nenhum efeito. Robinson et al.⁴⁴ descreveram amigdalectomia lingual em 18 pacientes com hipertrofia tonsilar lingual extensa (N = 10) e moderada (N = 8), com dor moderada (7-10 dias), uma média de 20 mL de perda de sangue durante o procedimento e apenas dois pacientes que necessitam de revisão. Robinson et al.⁴⁴ descreveram o uso da microlaringoscopia com microscópio cirúrgico durante o procedimento, enquanto Maturo & Mair⁴⁵, em uma carta ao editor, descreveram a amigdalectomia lingual por ablação da base da língua por CO₂ utilizando um bloco de mordida de borracha e um endoscópio sinusal de 70 graus inserido de forma transoral, que é técnica atualmente utilizada em muitas instituições.

Excisão lingual submucosa minimamente invasiva (SMILE)

Maturo & Mair⁴⁶ descreveram esta técnica para uso em crianças com bons resultados. O primeiro estudo que avaliou sua eficácia em adultos foi aquele de Friedman et

al.⁴⁷, em 2008, em que demonstraram uma taxa de sucesso de 64,6% ($p = 0,024$); entretanto, houve necessidade maior de controle da dor com medicações opióides ($3,8 \pm 3,8$ dias comparado a $2,4 \pm 3,5$ dias) e mais tempo para voltar a uma dieta normal ($4,9 \pm 4,5$ dias comparado a $2,9 \pm 4,1$ dias) quando comparados aos pacientes que foram submetidos à ablação por radiofrequência da língua, respectivamente.

Cirurgia robótica transoral (TORS)

Em 2010, Vicini et al.⁴⁸ descreveram seus resultados utilizando TORS para SAOS. O estudo relatou 10 pacientes com um IAH médio pré-operatório de 38,3/h que diminuiu para 20,6/h com a cirurgia da base da língua e epiglote usando a cirurgia robótica transoral⁶³. Outros estudos têm demonstrado a eficácia da TORS para tratamento da SAOS, como os de Friedman et al.⁶⁴ de 2012, que demonstraram uma redução do IAH de 54,6/h para 18,6/h ($p < 0,001$) com taxa de sucesso de 66,7% e taxa de cura de 18%.

Suspensão do hioide

A resistência ao fluxo de ar é diretamente proporcional ao comprimento da via respiratória, assim, uma redução do comprimento da via aérea reduzirá tal resistência. A redução no comprimento das vias aéreas pode ser realizada por meio de uma suspensão do hioide, que foi descrita em 1984 por Riley et al.²¹. Kezirian & Goldberg⁹ avaliaram dados de quatro estudos e descobriram que quando a suspensão do hioide é realizada ao mesmo tempo que outra cirurgia, os resultados são melhores, com uma taxa de sucesso de 71%; porém, quando realizada isoladamente após cirurgias prévias malsucedidas, a taxa de sucesso foi de 35%.

Múltiplos procedimentos

Uma vez que os eventos de apneia obstrutiva do sono ocorrem em vários locais das vias aéreas, o resultado do tratamento é melhor quando são abordadas as múltiplas áreas de obstrução, ao invés de realizar a cirurgia em um único sítio. Uma localização anatômica comum de obstrução é a região supraglótica da hipofaringe, e, portanto, remoção ou redução do tecido nesta área pode ajudar a reduzir os eventos obstrutivos. Fujita et al.²⁶ descreveram a glossectomia na linha média em 12 pacientes os quais foram simultaneamente submetidos à amigdalectomia lingual a laser ($N = 7$), redução das dobras ariepiglóticas ($N = 10$), epiglotectomia parcial ($N = 5$) e todos foram submetidos à traqueostomia temporária. Fujita et al.²⁶ publicaram resultados demonstrando uma diminuição de IDR de 60,6/h para 14,5/h naqueles que responderam ao tratamento (42%) e uma redução de 62,6/h para 48,4/h nos que não responderam ($N = 7$). Como parte dessa ampla revisão, não encontramos estudos que avaliassem a redução isolada da dobra ariepiglótica ou a epiglotectomia isolada como tratamento para a SAOS.

Kezirian & Goldberg⁹ revisaram cinco estudos em que múltiplos procedimentos foram realizados e demonstraram um intervalo de sucesso entre 25% e 83%.

Lin et al.¹¹ reuniram 58 estudos nos quais múltiplos procedimentos foram realizados com 1.978 pacientes, com idade média de 46,2 anos, com um IAH pré-operatório de 48/h, e encontraram redução de 60,3% no IAH, correspondendo a 66,4% de sucesso.

Cirurgias ósseas

Avanço mandibular

Kuo et al.⁰ primeiro descreveram a cirurgia de avanço mandibular em 1979 como tratamento para a apneia do sono com hipersonolência diurna (HSA), que agora é chamada de síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS). Eles descreveram três casos de retrognatismo mandibular induzido por trauma, que causava apneia do sono com hipersonolência diurna, e cada um dos pacientes teve resolução do quadro após o avanço mandibular⁶⁵. O avanço mandibular serviu de base para o futuro avanço do complexo maxilomandibular em pacientes sem retrognatismo, como tratamento para a SAOS.

Avanço do Genioglossos/Avanço do Tubérculo Geniano (GTA)

Esta técnica é muitas vezes combinada com outros procedimentos, tais como suspensão do hioide, ou uvulopalatofaringoplastia. Inicialmente descrita por Riley et al.²¹, em combinação com a suspensão do hioide como um novo tratamento para a SAOS em um homem de 24 anos com um IMC de 36,1 kg/m², previamente submetido à cirurgia malsucedida de amigdalectomia e septoplastia. Kezirian & Goldberg⁹ relataram taxa combinada de sucesso do GTA > 60%, com o IAH passando de 60/h para 29/h. Dois fatores-chave que influenciam os resultados foram IMC pré-operatório e IAH; demonstrando que aqueles com IMC < 30 kg/m² tiveram taxa de sucesso de 64% em comparação com aqueles com IMC > 30 kg/m² com uma taxa de sucesso de 41%. O IAH pré-operatório < 50/h provou causar melhores resultados em 71% dos pacientes, enquanto que aqueles com um IAH > 50/h tiveram taxa de sucesso de 32%⁹.

Avanço maxilomandibular (MMA)

O MMA envolve uma osteotomia Le Fort I na maxila e uma osteotomia bipartida sagital bilateral na mandíbula. Este procedimento foi primeiro descrito como realizado simultaneamente a uma suspensão do hioide para tratamento da SAOS por Riley et al.²² em 1986. Holty & Guilleminault⁸ realizaram uma meta-análise em 2012, demonstrando uma diminuição média do IAH de 63,9/h para 9,5/h, $p < 0,001$, com uma taxa de 86% de sucesso cirúrgico e taxa de cura de 43,2%. Percebemos que uma idade mais jovem (45 anos), peso pré-operatório e IAH, um aumento no espaço aéreo posterior > 11,6 milímetros,

um avanço da maxila > 10 mm e um avanço mandibular maior que 11,3 milímetros aumentaram a probabilidade de sucesso. Pirklbauer et al.¹² fizeram uma revisão sistemática e análise de dados e recomendam um grau de A para B em relação aos níveis de medicina baseada em evidências.

Expansão rápida da maxila (RME)/Expansão cirúrgica rápida do palato (SARPE)

Uma publicação inicial de Palmisano & Cistulli³⁴, seguida por uma série de casos publicados por Cistulli et al.³⁵, foi realizada em adultos, e demonstrou uma melhoria no IAH de $19 \pm 4/h$ a $7 \pm 4/h$. Neste estudo, os pacientes apresentavam insuficiência maxilar transversal e a taxa de sucesso foi de 90%, com taxa de cura de 70%³⁵.

Distração osteogênica mandibular

Há pouquíssimos dados sobre a distração osteogênica mandibular como tratamento para SAOS em adultos. Li et al.³⁹ realizaram distrações mandibulares em cinco adultos saudáveis e após 12 meses encontraram uma melhora média do IAH de 49/h para 7/h. Neste estudo, a distração osteogênica avançou as mandíbulas entre 5,5 mm e 12,5 milímetros, com média de 8,1 mm.

Traqueostomia

Valero & Alroy¹⁸ demonstraram a eficácia da traqueostomia (traqueotomia) como tratamento para a apneia obstrutiva do sono em pacientes com micrognatia adquirida (1965). Holty & Guilleminault¹ agruparam nove estudos e descobriram que o índice de apneia diminuiu de 88,4/h para 0,5/h ($p < 0,001$); o IAH durante o sono REM diminuiu de 63,8/h para 26,2/h ($p < 0,001$) e o AHI durante o sono NREM diminuiu de 98,9/h para 21,6/h ($p < 0,001$). Apesar da morbidade cirúrgica, os pacientes que tiveram traqueostomias de longa duração tiveram uma queda significativa na mortalidade^{66,67}. Partinen et al.⁶⁶ avaliaram 198 pacientes tratados com traqueostomia (N = 71) ou perda de peso (N = 127), e não teve mortes depois de cinco anos no grupo de traqueostomia, e 14 mortes entre aqueles no grupo de perda de peso. He et al.⁶⁷ demonstraram que a traqueostomia é equivalente ao CPAP aos 8 anos, sem mortes nesses grupos durante o período de estudo.

DISCUSSÃO

Apesar dos vários tipos de cirurgias realizadas anualmente para tratar a síndrome da apneia obstrutiva do sono (aproximadamente 35 mil/ano), as cirurgias mais frequentemente realizadas nos Estados Unidos são cirurgias palatinas, em um número estimado de 33.000/ano⁶⁸. Outros procedimentos aqui descritos são muito menos frequentes, mas incluem cirurgias na hipofaringe (aprox. 6500/ano), avanço do músculo genioglossos (aprox. 5100/ano), avanço maxilomandibular (aprox.1400/ano) e suspensão do

hioide (aprox. 675/ano)⁶⁸. A experiência da Universidade de Stanford tem envolvido o desenvolvimento ou aplicação de várias técnicas para o tratamento da SAOS, incluindo o avanço maxilomandibular, avanço do músculo genioglossos, suspensão do hioide e ablação por radiofrequência, cada uma das quais foram modificadas ou ampliadas por outros colegas de todo o país e ao redor do mundo^{21,22,36}. Inovação e tecnologia também estão fornecendo melhores resultados, como demonstrado pela aplicação de radiofrequência, ablação da base da língua por CO₂ e cirurgia robótica transoral^{33,36}. Além dos desafios cirúrgicos de manter-se atualizado com a evidência e a tecnologia atual, haverá pacientes que não terão sucesso com a cirurgia do sono. A fim de maximizar o sucesso e as taxas de cura, frequentemente vários procedimentos são necessários. Alguns pacientes podem não ter sucesso com as cirurgias envolvendo as partes moles, e podem ser candidatos a avanços maxilomandibulares ou traqueostomias^{1,8}.

CONCLUSÃO

Há grande variabilidade nos resultados de cirurgias do sono, no entanto, a fim de maximizar o sucesso e as taxas de cura, geralmente são necessários múltiplos procedimentos. A tecnologia está avançando, e os cirurgiões que trabalham com cirurgia do sono devem estar familiarizados com a literatura atual e participar em equipes multidisciplinares, a fim de maximizar os resultados para os pacientes.

REFERÊNCIAS

1. Holty JE, Guilleminault C. Surgical options for the treatment of obstructive sleep apnea. *Med Clin North Am.* 2010;94(3):479-515. PMID: 20451028 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mena.2010.02.001>
2. Sullivan CE, Issa FG, Berthon-Jones M, Eves L. Reversal of obstructive sleep apnoea by continuous positive airway pressure applied through the nares. *Lancet.* 1981;1(8225):862-5. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(81\)92140-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(81)92140-1)
3. Weaver TE, Grunstein RR. Adherence to continuous positive airway pressure therapy: the challenge to effective treatment. *Proc Am Thorac Soc.* 2008;5(2):173-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1513/pats.200708-119MG>
4. Caples SM, Rowley JA, Prinsell JR, Pallanch JF, Elamin MB, Katz SG, et al. Surgical modifications of the upper airway for obstructive sleep apnea in adults: a systematic review and meta-analysis. *Sleep.* 2010;33(10):1396-407.
5. Choi JH, Kim SN, Cho JH. Efficacy of the Pillar implant in the treatment of snoring and mild-to-moderate obstructive sleep apnea: a meta-analysis. *Laryngoscope.* 2013;123(1):269-76. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/lary.23470>
6. Elshaug AG, Moss JR, Southcott AM, Hiller JE. Redefining success in airway surgery for obstructive sleep apnea: a meta analysis and synthesis of the evidence. *Sleep.* 2007;30(4):461-7.
7. Franklin KA, Anttila H, Axelsson S, Gislason T, Maasilta P, Myhre KI, et al. Effects and side-effects of surgery for snoring and obstructive sleep apnea—a systematic review. *Sleep.* 2009;32(1):27-36.
8. Holty JE, Guilleminault C. Maxillomandibular advancement for the treatment of obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev.* 2010;14(5):287-97. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smr.2009.11.003>

9. Kezirian EJ, Goldberg AN. Hypopharyngeal surgery in obstructive sleep apnea: an evidence-based medicine review. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2006;132(2):206-13. PMID: 16490881 DOI: <http://dx.doi.org/10.1001/archotol.132.2.206>
10. Li HY, Wang PC, Chen YP, Lee LA, Fang TJ, Lin HC. Critical appraisal and meta-analysis of nasal surgery for obstructive sleep apnea. *Am J Rhinol Allergy.* 2011;25(1):45-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.2500/ajra.2011.25.3558>
11. Lin HC, Friedman M, Chang HW, Gurpinar B. The efficacy of multilevel surgery of the upper airway in adults with obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. *Laryngoscope.* 2008;118(5):902-8. PMID: 18300704 DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/MLG.0b013e31816422ea>
12. Pirklbauer K, Russmueller G, Stiebellehner L, Nell C, Sinko K, Millesi G, et al. Maxillomandibular advancement for treatment of obstructive sleep apnea syndrome: a systematic review. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69(6):e165-76. PMID: 21605790
13. Sarkhosh K, Switzer NJ, El-Hadi M, Birch DW, Shi X, Karmali S. The impact of bariatric surgery on obstructive sleep apnea: a systematic review. *Obes Surg.* 2013;23(3):414-23. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-012-0862-2>
14. 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(2):156-77.
15. Ikematsu T. Study of snoring, 4th report: therapy. *J Jpn Otol Rhinol Laryngol.* 1964;64:434-5.
16. Conway W, Fujita S, Zorick F, Roth. Uvulo-palato-pharyngoplasty in treatment of upper airway sleep apnea [abstract]. *Am Rev Respir Dis* 1980;121(Suppl):121.
17. Fujita S, Conway W, Zorick F, Roth T. Surgical correction of anatomic abnormalities in obstructive sleep apnea syndrome: uvulopalatopharyngoplasty. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1981;89(6):923-34.
18. Valero A, Alroy G. Hypoventilation in acquired micrognathia. *Arch Intern Med.* 1965;115:307-10. PMID: 14248361 DOI: <http://dx.doi.org/10.1001/archinte.1965.03860150051009>
19. Sussman D, Podoshin L, Alroy G. The Pickwickian syndrome with hypertrophy of tonsils: a re-appraisal. *Laryngoscope.* 1975;85(3):565-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1288/00005537-197503000-00015>
20. 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 Pathol.* 1979;48(5):385-92. PMID: 290935 DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0030-4220\(79\)90063-X](http://dx.doi.org/10.1016/0030-4220(79)90063-X)
21. Riley R, Guilleminault C, Powell N, Derman S. Mandibular osteotomy and hyoid bone advancement for obstructive sleep apnea: a case report. *Sleep.* 1984;7(1):79-82.
22. Riley RW, Powell NB, Guilleminault C, Nino-Murcia G. Maxillary, mandibular, and hyoid advancement: an alternative to tracheostomy in obstructive sleep apnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1986;94(5):584-8.
23. Kamami YV. Laser CO2 for snoring. Preliminary results. *Acta Otorhinolaryngol Belg.* 1990;44(4):451-6. PMID: 2128762
24. Haraldsson PO, Carenfelt C. Laser uvulopalatoplasty in local anaesthesia. A safe approach in the treatment of habitual snoring. *Rhinology.* 1990;28(1):65-6.
25. Kamami YV. Outpatient treatment of sleep apnea syndrome with CO2 laser, LAUP: laser-assisted UPPP results on 46 patients. *J Clin Laser Med Surg.* 1994;12(4):215-9. PMID: 10172096
26. Fujita S, Woodson BT, Clark JL, Wittig R. Laser midline glossectomy as a treatment for obstructive sleep apnea. *Laryngoscope.* 1991;101(8):805-9. PMID: 1865726 DOI: <http://dx.doi.org/10.1288/00005537-199108000-00001>
27. Sériès F, St Pierre S, Carrier G. Effects of surgical correction of nasal obstruction in the treatment of obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis.* 1992;146(5 Pt 1):1261-5. PMID: 1443882
28. Woodson BT, Toohill RJ. Transpalatal advancement pharyngoplasty for obstructive sleep apnea. *Laryngoscope.* 1993;103(3):269-76. PMID: 8441314
29. Blythe WR, Henrich DE, Pillsbury HC. Outpatient uvuloplasty: an inexpensive, single-staged procedure for the relief of symptomatic snoring. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1995;113(1):1-4. PMID: 7603702 DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0194-5998\(95\)70137-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0194-5998(95)70137-0)
30. Wassmuth Z, Mair E, Loube D, Leonard D. Cautery-assisted palatal stiffening operation for the treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2000;123(1 Pt 1):55-60. PMID: 10889482
31. Mair EA, Day RH. Cautery-assisted palatal stiffening operation. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2000;122(4):547-56. PMID: 10740176
32. Chabolle F, Wagner I, Séquert C, Lachiver X, Coquille F, Fleury B, et al. Tongue base reduction with hyoid-epiglottoplasty. A surgical alternative in severe sleep apnea syndromes. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac.* 1998;115(6):322-31. PMID: 9922828
33. 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(5):1163-74. PMID: 9596289 DOI: <http://dx.doi.org/10.1378/chest.113.5.1163>
34. Palmisano RG, Wilcox I, Sullivan CE, Cistulli PA. Treatment of snoring and obstructive sleep apnoea by rapid maxillary expansion. *Aust N Z J Med.* 1996;26(3):428-9. PMID: 8811226 DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1445-5994.1996.tb01941.x>
35. Cistulli PA, Palmisano RG, Poole MD. Treatment of obstructive sleep apnea syndrome by rapid maxillary expansion. *Sleep.* 1998;21(8):831-5.
36. Powell NB, Riley RW, Guilleminault C. Radiofrequency tongue base reduction in sleep-disordered breathing: A pilot study. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1999;120(5):656-64. PMID: 10229589 DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/hn.1999.v120.a6956>
37. DeRowe A, Gunther E, Fibbi A, Lehtimäki K, Vahatalo K, Maurer J, et al. 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(1):100-3. PMID: 10629491
38. Schwartz AR, Bennett ML, Smith PL, De Backer W, Hedner J, Boudewyns A, et al. Therapeutic electrical stimulation of the hypoglossal nerve in obstructive sleep apnea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2001;127(10):1216-23. PMID: 11587602 DOI: <http://dx.doi.org/10.1001/archotol.127.10.1216>
39. Li KK, Powell NB, Riley RW, Guilleminault C. Distraction osteogenesis in adult obstructive sleep apnea surgery: a preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002;60(1):6-10. PMID: 11756997 DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/joms.2002.29049>
40. Cahali MB. Lateral pharyngoplasty: a new treatment for obstructive sleep apnea hypopnea syndrome. *Laryngoscope.* 2003;113(11):1961-8. PMID: 14603056 DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00005537-200311000-00020>
41. Ho WK, Wei WI, Chung KF. Managing disturbing snoring with palatal implants: a pilot study. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2004;130(6):753-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1001/archotol.130.6.753>
42. Friedman M, Ibrahim HZ, Vidyasagar R, Pomeranz J, Joseph NJ. Z-palatoplasty (ZPP): a technique for patients without tonsils. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2004;131(1):89-100. PMID: 15243563 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otohns.2004.02.051>
43. He M, Chen H, Jin W, He Y, Su Z, Fan Y, et al. Uvulopalatopharyngoplasty and tongue base coblation treat the 112 cases of severe obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome. *Lin Chuang Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi.* 2005;19(23):1061-2.
44. Robinson S, Ettema SL, Brusky L, Woodson BT. Lingual tonsillectomy using bipolar radiofrequency plasma excision. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2006;134(2):328-30. PMID: 16455386 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otohns.2005.10.021>
45. Maturro SC, Mair EA. Coblation lingual tonsillectomy. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2006;135(3):487-8. PMID: 16949992 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otohns.2006.04.015>
46. Maturro SC, Mair EA. Submucosal minimally invasive lingual excision: an effective, novel surgery for pediatric tongue base reduction. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2006;115(8):624-30. PMID: 16944662

47. Friedman M, Soans R, Gurpinar B, Lin HC, Joseph N. Evaluation of submucosal minimally invasive lingual excision technique for treatment of obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2008;139(3):378-84. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otohns.2008.06.011>
48. Pang KP, Woodson BT. Expansion sphincter pharyngoplasty: a new technique for the treatment of obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007;137(1):110-4. PMID: 17599576 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otohns.2007.03.014>
49. Vicini C, Dallan I, Canzi P, Frassinetti S, La Pietra MG, Montevocchi F. Transoral robotic tongue base resection in obstructive sleep apnoea-hypopnoea syndrome: a preliminary report. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 2010;72(1):22-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000284352>
50. Poirier J, George C, Rotenberg B. The effect of nasal surgery on nasal continuous positive airway pressure compliance. *Laryngoscope.* 2013; April 10. [Epub ahead of print] DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/lary.24131>
51. Crestinu JM. Intrapalatine resection (IPR) in the treatment of sleep apnea and snoring. *Plast Reconstr Surg.* 1991;87(3):467-9. PMID: 1998017 DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00006534-199103000-00011>
52. Powell N, Riley R, Guilleminault C, Troell R. A reversible uvulopalatal flap for snoring and sleep apnea syndrome. *Sleep.* 1996;19(7):593-9.
53. Shine NP, Lewis RH. The "Propeller" incision for transpalatal advancement pharyngoplasty: a new approach to reduce post-operative oronasal fistulae. *Auris Nasus Larynx.* 2008;35(3):397-400. PMID: 18029127 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anl.2007.09.001>
54. Shine NP, Lewis RH. Transpalatal advancement pharyngoplasty for obstructive sleep apnea syndrome: results and analysis of failures. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2009;135(5):434-8. PMID: 19451461 DOI: <http://dx.doi.org/10.1001/archoto.2009.45>
55. Pang KP, Terris DJ. Modified cautery-assisted palatal stiffening operation: new method for treating snoring and mild obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007;136(5):823-6. PMID: 17478223 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otohns.2006.11.014>
56. Friedman M, Schalch P, Lin HC, Kakodkar KA, Joseph NJ, Mazloom N. Palatal implants for the treatment of snoring and obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2008;138(2):209-16. PMID: 18241718 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otohns.2007.10.026>
57. Choi JH, Kim SN, Cho JH. Efficacy of the Pillar implant in the treatment of snoring and mild-to-moderate obstructive sleep apnea: a meta-analysis. *Laryngoscope.* 2013;123(1):269-76. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/lary.23470>
58. Stow NW, Sale PJ, Lee D, Joffe D, Gallagher RM. Simultaneous tonsillectomy and nasal surgery in adult obstructive sleep apnea: a pilot study. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2012;147(2):387-91. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0194599812444256>
59. Guilleminault C, Hill MW, Simmons FB, Dement WC. Obstructive sleep apnea: electromyographic and fiberoptic studies. *Exp Neurol.* 1978;62(1):48-67. PMID: 729676 DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0014-4886\(78\)90040-7](http://dx.doi.org/10.1016/0014-4886(78)90040-7)
60. Eisele DW, Smith PL, Alam DS, Schwartz AR. Direct hypoglossal nerve stimulation in obstructive sleep apnea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1997;123(1):57-61. PMID: 9006504 DOI: <http://dx.doi.org/10.1001/archotol.1997.01900010067009>
61. Fairbanks DW, Fairbanks DN. Neurostimulation for obstructive sleep apnea: investigations. *Ear Nose Throat J.* 1993;72(1):52-4.
62. Kezirian EJ, Boudewyns A, Eisele DW, Schwartz AR, Smith PL, Van de Heyning PH, et al. Electrical stimulation of the hypoglossal nerve in the treatment of obstructive sleep apnea. *Sleep Med Rev.* 2010;14(5):299-305. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smrv.2009.10.009>
63. Vicini C, Frassinetti S, La Pietra MG, De Vito A, Dallan I, Canzi P. Tongue Base Reduction with Thyro-Hyoido-Pexy (TBRTHP) *vs.* Tongue Base Reduction with Hyo-Epiglottoplasty (TBRHE) in mild-severe OSAHS adult treatment. Preliminary findings from a prospective randomised trial. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 2010;30(3):144-8.
64. Friedman M, Hamilton C, Samuelson CG, Kelley K, Taylor D, Pearson-Chauhan K, et al. Transoral robotic glossectomy for the treatment of obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2012;146(5):854-62. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0194599811434262>
65. Berger KI, Fagondes SC, Giugliani R, Hardy KA, Lee KS, McArdle C, et al. Respiratory and sleep disorders in mucopolysaccharidosis. *J Inher Metab Dis.* 2013;36(2):201-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10545-012-9555-1>
66. Partinen M, Jamieson A, Guilleminault C. Long-term outcome for obstructive sleep apnea syndrome patients. Mortality. *Chest.* 1988;94(6):1200-4. DOI: <http://dx.doi.org/10.1378/chest.94.6.1200>
67. 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(1):9-14. DOI: <http://dx.doi.org/10.1378/chest.94.1.9>
68. Kezirian EJ, Maselli J, Vittinghoff E, Goldberg AN, Auerbach AD. Obstructive sleep apnea surgery practice patterns in the United States: 2000 to 2006. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2010;143(3):441-7. PMID: 20723785 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otohns.2010.05.009>