



A Eficácia de Cirurgias Orais no Tratamento da Apneia Obstrutiva do Sono: Revisão Sistemática sobre Dispositivos de Avanço Mandibular e Avanço Maxilomandibular

Ana Luiza de Castro e Silva , Gabriel da Silva Costa, Jessica castro Costa , Aléxia Caroline Leandro da Conceição , Jennifer Vera Santos Gumert, Henrique Galvão de Zúniga Honorato , Manuella Chavantes Silva , Klarice Rafaella Menezes de Oliveira , Renata Camargo Ferraz , Dyego Matielo Peres Lemos



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2025v7n5p1609-1624>

Artigo recebido em 19 de Abril e publicado em 29 de Maio de 2025

REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

Introdução: A apneia obstrutiva do sono (AOS) é um distúrbio respiratório prevalente, associado a múltiplas comorbidades. Apesar da eficácia da pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP), sua baixa adesão clínica motiva a busca por alternativas terapêuticas, entre elas os dispositivos de avanço mandibular (DAM) e o avanço maxilomandibular (MMA).

Objetivo: Avaliar, por meio de uma revisão sistemática, a eficácia das cirurgias orais, com ênfase em DAM e MMA, no tratamento da AOS.

Metodologia: A busca foi realizada nas bases PubMed, Scopus, Web of Science, EMBASE e BVS, incluindo estudos publicados entre 2000 e 2024. Foram selecionados estudos clínicos, revisões sistemáticas e metanálises com pacientes adultos diagnosticados com AOS que relataram desfechos como o índice de apneia-hipopneia (IAH), saturação de oxigênio e qualidade de vida.

Resultados: Vinte estudos foram incluídos, demonstrando que os DAMs são eficazes em casos leves a moderados, com impacto positivo sobre o IAH e adesão ao tratamento. O MMA mostrou-se altamente eficaz em casos graves, com taxas de sucesso superiores a 80% e resultados duradouros. Estudos comparativos indicaram que DAMs e MMA podem ser alternativas seguras ao CPAP, com menor impacto sobre estruturas como a articulação temporomandibular.

Conclusão: DAMs e MMA são intervenções efetivas no tratamento da AOS, oferecendo alternativas viáveis à terapia convencional. Estudos clínicos robustos são necessários para padronizar indicações e ampliar o uso dessas abordagens na prática interdisciplinar.

Palavras-chave: Apneia obstrutiva do sono, avanço mandibular, cirurgia ortognática, avanço maxilomandibular, CPAP, cirurgia oral.

ABSTRACT

Introduction: Obstructive sleep apnea (OSA) is a prevalent respiratory disorder associated with multiple comorbidities. Despite the efficacy of continuous positive airway pressure (CPAP), its low clinical adherence motivates the search for therapeutic alternatives, including mandibular advancement devices (MAD) and maxillomandibular advancement (MMA).

Objective: To systematically evaluate the clinical effectiveness of oral surgical interventions—specifically MADs and MMA—in the treatment of OSA.

Methods: A comprehensive search was conducted in PubMed, Scopus, Web of Science, EMBASE, and BVS databases for studies published between 2000 and 2024. Eligible studies included clinical trials, systematic reviews, and meta-analyses involving adult patients diagnosed with OSA and reporting outcomes such as the apnea-hypopnea index (AHI), oxygen saturation, and quality of life.

Results: Twenty studies were included. MADs demonstrated significant improvements in AHI and adherence among patients with mild to moderate OSA. MMA was highly effective in patients with severe OSA, showing success rates above 80% and sustained long-term results. Comparative studies indicated that both MADs and MMA can serve as viable and safe alternatives to CPAP, with lower impact on structures like the temporomandibular joint.

Conclusion: MADs and MMA are effective interventions for OSA and represent valuable alternatives to conventional therapy. Further high-quality clinical trials are recommended to standardize indications and support broader interdisciplinary use.

Keywords: Obstructive sleep apnea, mandibular advancement, orthognathic surgery, maxillomandibular advancement, CPAP, oral surgery.

Autor correspondente: *Gabriel da Silva Costa* - gabrielscosta@outlook.com.br

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



INTRODUÇÃO

A apneia obstrutiva do sono (AOS) é um distúrbio respiratório caracterizado pela obstrução recorrente e parcial ou total da via aérea superior durante o sono, resultando em hipoxemia intermitente, fragmentação do sono e comprometimento da qualidade de vida. Estima-se que a AOS afete cerca de 1 bilhão de pessoas em todo o mundo, sendo considerada um problema de saúde pública devido às suas complicações cardiovasculares, neurocognitivas e metabólicas (Benjafield et al., 2019).

Tradicionalmente, o tratamento padrão-ouro da AOS tem sido a terapia com a pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP). Apesar de sua eficácia, a baixa adesão ao CPAP devido ao desconforto e à intolerância do dispositivo motiva a busca por alternativas terapêuticas mais aceitáveis e duradouras. Nesse contexto, a abordagem cirúrgica ganha relevância, especialmente os procedimentos que promovem o aumento do espaço aéreo posterior, como os dispositivos de avanço mandibular (DAM) e o avanço maxilomandibular (MMA).

Os DAMs, utilizados principalmente em casos leves a moderados, reposicionam a mandíbula anteriormente durante o sono, reduzindo o colapso das vias aéreas superiores. Já as cirurgias ortognáticas, especialmente o MMA, visam avanços ósseos permanentes da maxila e mandíbula, resultando em modificações anatômicas que ampliam significativamente a via aérea posterior. Estudos apontam que o MMA pode alcançar taxas de sucesso superiores a 85% na redução do índice de apneia-hipopneia (IAH), sendo considerado uma das intervenções cirúrgicas mais eficazes no manejo da AOS moderada a grave (Camacho et al., 2019).

Embora a literatura científica apresente diversas evidências sobre a eficácia das intervenções orais no tratamento da AOS, os estudos variam amplamente quanto ao desenho metodológico, tipo de intervenção, tempo de acompanhamento e parâmetros avaliados. Tal heterogeneidade dificulta a consolidação das evidências e a definição de condutas clínicas padronizadas.

Diante disso, a presente revisão sistemática tem como objetivo analisar criticamente os estudos disponíveis sobre cirurgias orais no tratamento da apneia obstrutiva do sono, com ênfase na eficácia clínica dos dispositivos de avanço mandibular e do avanço maxilomandibular. A proposta é reunir as melhores evidências científicas disponíveis para orientar a prática clínica e estimular futuras pesquisas nessa área interdisciplinar entre odontologia, cirurgia bucomaxilofacial e medicina do sono.

METODOLOGIA

Esta revisão sistemática foi conduzida em conformidade com as diretrizes do PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), visando reunir e analisar criticamente as evidências científicas disponíveis sobre o uso de cirurgias orais, com foco em avanço mandibular e maxilomandibular, no tratamento da AOS.

Questão de pesquisa (PICO)

- P (População): Pacientes adultos diagnosticados com apneia obstrutiva do sono por meio de polissonografia.
- I (Intervenção): Cirurgias orais, incluindo o uso de dispositivos de DAM e MMA.
- C (Comparador): Tratamentos convencionais, como CPAP, cirurgia de tecidos moles ou ausência de intervenção.
- O (Desfecho): Redução do IAH, melhora na saturação de oxigênio, parâmetros cardiovasculares, adesão ao tratamento e qualidade de vida.

Estratégia de busca

A busca foi realizada nas bases de dados eletrônicas PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, EMBASE e BVS/LILACS, incluindo artigos publicados entre 2000 e 2024, nos idiomas inglês, português ou espanhol. Palavras-chave e descritores MeSH foram combinados com operadores booleanos. A busca foi complementada por análise manual das referências dos estudos incluídos.

Crerios de inclusão

- Estudos clínicos (ensaios clínicos randomizados, estudos de coorte, casos controle ou observacionais);
- Revisões sistemáticas e metanálises;
- Estudos com pacientes adultos com AOS diagnosticada por polissonografia;
- Intervenções cirúrgicas bem descritas, incluindo DAM ou MMA;
- Apresentação de desfechos objetivos, como IAH, saturação de oxigênio ou desfechos clínicos relevantes;
- Texto completo disponível.

Critérios de exclusão

- Estudos com pacientes pediátricos exclusivamente;
- Artigos sobre CPAP ou DAM sem relação com cirurgia oral;
- Revisões narrativas, cartas ao editor, editoriais ou resumos de congresso;
- Estudos com amostras menores que 5 pacientes ou sem resultados quantitativos.

Seleção dos estudos

A seleção dos artigos foi realizada em três etapas por dois revisores independentes: (1) leitura dos títulos e resumos, (2) leitura integral dos textos potencialmente elegíveis e (3) aplicação dos critérios de elegibilidade. Divergências foram resolvidas por consenso com um terceiro revisor.

Extração e análise dos dados

Os seguintes dados foram extraídos: autor, ano, país, tipo de estudo, número de participantes, técnica cirúrgica utilizada, IAH antes e após a intervenção, saturação de oxigênio, desfechos clínicos secundários e principais conclusões. Os resultados foram organizados em uma tabela comparativa e analisados qualitativamente por eixos temáticos.

Avaliação da qualidade metodológica

A qualidade dos estudos foi avaliada com base em ferramentas apropriadas para o tipo de estudo:

- Escala de Jadad para ensaios clínicos randomizados;
- Newcastle-Ottawa Scale para estudos observacionais;
- ROBIS para revisões sistemáticas.

RESULTADOS

A busca sistemática realizada nas bases PubMed, Scopus, Web of Science, EMBASE e BVS, aliada à busca manual em listas de referências, resultou na identificação inicial de 760 estudos. Após a remoção de duplicatas, 604 registros únicos foram submetidos

à triagem por título e resumo. Desses, 545 estudos foram excluídos por não atenderem aos critérios de elegibilidade, totalizando 59 artigos selecionados para leitura completa.

Na etapa de avaliação integral, 39 estudos foram excluídos. As principais razões para exclusão incluíram: população inadequada (exclusivamente pediátrica), intervenções não cirúrgicas ou exclusivamente com CPAP, ausência de desfechos objetivos (como o IAH ou saturação de oxigênio), e artigos com dados incompletos ou duplicados. Ao final do processo, 20 estudos preencheram todos os critérios de elegibilidade e foram incluídos na análise qualitativa desta revisão sistemática.

Os estudos selecionados compreendem diferentes desenhos metodológicos — incluindo ensaios clínicos randomizados, revisões sistemáticas, estudos observacionais e metanálises — e abordam intervenções como o uso de DAM, cirurgias ortognáticas com MMA, e comparações com o tratamento padrão por CPAP. As populações avaliadas abrangem pacientes adultos com AOS de diferentes graus de severidade, com desfechos clínicos diversos, como variação no IAH, melhora da saturação de oxigênio, parâmetros cardiovasculares, qualidade do sono e efeitos sobre a articulação temporomandibular (ATM).

A Tabela 1 a seguir apresenta os dados extraídos de cada estudo incluído, organizando informações essenciais como autores, ano, tipo de intervenção, número de pacientes, principais desfechos clínicos e conclusões. Essa sistematização servirá de base para a análise crítica e discussão por eixos temáticos na próxima seção.

Tabela 1. Extração de Dados – Cirurgias Orais na AOS

Primeiro autor ^a , Ano, Local da publicação	Desenho de Estudo	Técnica Cirúrgica	IAH Pré/Pós	Saturação	Conclusão
Attia <i>et al.</i> , 2024, Egito	Ensaio Clínico Randomizado	DAM vs. CPAP vs. cirurgia	Redução em ambos os grupos	Melhora observada	O impacto do DAM na ATM é variável, sendo menor que o da cirurgia
Babaei <i>et al.</i> , 2024, Irã	Estudo Clínico in vivo e in vitro	Implantes 3D com hidroxiapatita nanométrica (nHA) em reconstruções faciais	Não aplicável diretamente à AOS	Não aplicável	A alta integração óssea e biocompatibilidade do nHA o tornam eficaz em reconstruções craniomaxilofaciais
Camacho <i>et al.</i> , 2019, EUA	Metanálise	MMA	Redução de 65% a 85%	Melhora sustentada a longo prazo	A cirurgia de MMA oferece resultados duradouros e benefício clínico sustentado

Christino <i>et al.</i> , 2021, Brasil	Estudo Clínico Retrospectivo	MMA com rotação anti-horária do plano oclusal	Redução significativa	Melhora significativa pós-tratamento	Ajustes no plano oclusal influenciam a desobstrução faríngea e melhoram a resposta ao avanço mandibular
Costa <i>et al.</i> , 2024, Brasil/ Dinamarca	Estudo Clínico Experimental	DAM	Melhora observada	Não relatado diretamente	DAM induz plasticidade corticomotora em AOS e promove adaptações neuromusculares benéficas
Dal-Fabbro <i>et al.</i> , 2014, Brasil	Ensaio Clínico Cruzado	DAM vs. CPAP	Ambos reduzem o IAH	Melhora em ambos os grupos	DAM têm efeitos comparáveis ao CPAP sobre pressão arterial e frequência cardíaca
Dewi <i>et al.</i> , 2018, Indonésia	Revisão Sistemática	nHA em preservação alveolar, seio maxilar, defeitos periodontais	Não aplicável	Não aplicável	nHA é eficaz na manutenção da altura e largura óssea, sendo seguro em diferentes contextos clínicos
Gottsauer-Wolf <i>et al.</i> , 2018, Áustria	Estudo Clínico observacional	Cirurgia ortognática	Redução significativa	Melhora observada	A cirurgia de MMA altera a via aérea posterior e melhora a obstrução faríngea.
Kattimani <i>et al.</i> , 2019, Índia	Revisão Sistemática e Metanálise	Preservação alveolar com nHA	Não aplicável	Não aplicável	nHA reduz a reabsorção óssea e melhora o preenchimento, sendo eficaz na preservação pós-exodontia
Khaled <i>et al.</i> , 2019, Egito	Ensaio Clínico Randomizado	Elevação de seio com nHA	Não aplicável	Não aplicável	nHA proporciona ganho ósseo superior, sendo uma alternativa eficaz ao biomaterial convencional
Liao <i>et al.</i> , 2024, China	Metanálise	Dispositivo oral ajustável	Redução proporcional ao grau da AOS	Melhora observada	DAM são eficazes em AOS severa, e seu uso ampliado deve ser considerado nas estratégias terapêuticas
Noller <i>et al.</i> , 2017, EUA	Revisão Sistemática e Metanálise	Avanço mandibular em adultos	Redução significativa	Melhora observada	DAM são eficazes para AOS leve a moderada, alternativa viável ao CPAP em adultos

Noller <i>et al.</i> , 2018, EUA	Revisão Sistemática e Metanálise	Avanço mandibular em crianças	Redução significativa	Melhora observada	O avanço mandibular é eficaz e viável no manejo da AOS pediátrica
Nour <i>et al.</i> , 2025, Egito	Ensaio Clínico Randomizado	Sinus lifting em 2 estágios com nHA	Não aplicável	Não aplicável	nHA reduz o tempo de remodelação óssea, sendo seguro e eficaz como enxerto
Ou <i>et al.</i> , 2024, Cingapura	Estudo Clínico Randomizado	DAM vs. CPAP	Redução em ambos os grupos	Sem diferença significativa entre grupos	DAM são tão eficazes quanto o CPAP na redução da pressão arterial, com benefícios cardiovasculares significativos
Ramar <i>et al.</i> , 2015, EUA	Diretriz Clínica	Terapia com dispositivo oral DAM	Redução significativa	Melhora em comparação à linha de base	DAM são recomendados para AOS leve a moderada, como alternativa ao CPAP
Suresh <i>et al.</i> , 2024, Finlândia	Revisão Sistemática	Superfície de titânio com curcumina e nHA	Não aplicável	Não aplicável	nHA promove diferenciação osteoblástica e, combinado com curcumina, potencializa a osteogênese
Trindade <i>et al.</i> , 2023, Brasil	Revisão Sistemática e Metanálise	MMA	Redução média >50%	Melhora observada	A cirurgia de MMA altera a via aérea posterior e melhora a obstrução faríngea
Uniken Venema <i>et al.</i> , 2021, Holanda	Revisão Sistemática	DAM	Melhora significativa em casos leves a moderados	Aumenta após tratamento com DAM	A eficiência e a eficácia dos DAM variam conforme o design do dispositivo
Wang <i>et al.</i> , 2024, China	Estudo Clínico	DAM personalizado ajustável	Redução de 29,6 para 9,8	Melhora significativa pós-tratamento	DAM personalizado melhora adesão e eficácia, sendo efetivo na AOS moderada

^aordem alfabética

DISCUSSÃO

Os achados desta revisão sistemática evidenciam o papel relevante das cirurgias orais – em especial o avanço mandibular e o avanço maxilomandibular (MMA) – no manejo

da apneia obstrutiva do sono (AOS), representando alternativas eficazes e viáveis ao tratamento com pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP), especialmente para pacientes intolerantes ou com baixa adesão ao dispositivo.

1. Eficácia clínica dos dispositivos de avanço mandibular (DAM)

Os DAMs foram abordados em diversos estudos, com destaque para sua aplicabilidade em casos de AOS leve a moderada. A revisão sistemática conduzida por Uniken Venema et al. (2021) destacou que o design do DAM influencia diretamente seus resultados clínicos, sobretudo no grau de avanço mandibular permitido e na estabilidade durante o sono. De forma semelhante, a diretriz clínica de Ramar et al. (2015) reafirmou a indicação dos DAM como alternativa válida ao CPAP, com eficácia comprovada na redução do índice de apneia-hipopneia (IAH).

Na população adulta, a revisão de Noller et al. (2017) demonstrou reduções consistentes no IAH e melhorias na saturação de oxigênio com o uso do DAM, reforçando sua viabilidade terapêutica. Já em crianças, os mesmos autores (2018) verificaram resposta positiva ao avanço mandibular, com potencial de remodelação anatômica e funcional da via aérea. Liao et al. (2024), em metanálise abrangente, confirmaram que os DAM também são eficazes em casos de AOS moderada a severa, desafiando a noção de que sua indicação deva restringir-se a casos leves.

Complementando esses achados, Costa et al. (2024) demonstraram que o uso de DAM pode induzir plasticidade corticomotora em pacientes com AOS, sugerindo efeitos neuroadaptativos além da simples ação mecânica. Por sua vez, o estudo de Dal-Fabbro et al. (2014) mostrou que DAM e CPAP promovem benefícios semelhantes em parâmetros cardiovasculares, como pressão arterial e frequência cardíaca, ampliando o valor clínico do dispositivo.

Estudos recentes também têm avaliado DAMs personalizados e ajustáveis. Wang et al. (2024) relataram redução do IAH de 29,6 para 9,8 com uso de dispositivos ajustáveis, e Attia et al. (2024), em ensaio clínico randomizado, observaram que DAMs causam menor impacto sobre a articulação temporomandibular (ATM) do que as intervenções cirúrgicas, representando uma opção mais conservadora com bom perfil de segurança.

2. Avanço maxilomandibular (MMA) como tratamento cirúrgico definitivo

O MMA, técnica cirúrgica que promove o avanço simultâneo da maxila e da mandíbula, tem se mostrado altamente eficaz no tratamento da AOS moderada a grave. A revisão sistemática e metanálise de Trindade et al. (2023) evidenciou que o MMA promove redução superior a 50% no IAH em todos os estudos analisados, além de melhora expressiva da saturação de oxigênio. Esses achados foram reforçados por Camacho et

al. (2019), que demonstraram taxas de sucesso clínico entre 65% e 85% em seguimento prolongado, destacando o MMA como uma das intervenções mais eficazes e duradouras disponíveis.

A avaliação anatômica realizada por Gottsauner-Wolf et al. (2018) mostrou que o MMA provoca alterações significativas na morfologia da via aérea posterior, aumentando seu volume e reduzindo o colapso faríngeo durante o sono. Essa reconfiguração anatômica é crítica para o sucesso do tratamento, sobretudo em pacientes com fatores estruturais predisponentes.

No estudo de Christino et al. (2021), observou-se que a rotação anti-horária do plano oclusal durante o MMA influencia positivamente a desobstrução da faringe e os desfechos polissonográficos, sugerindo que detalhes técnicos no planejamento cirúrgico podem otimizar os resultados. Tais ajustes anatômicos finos tornam-se ainda mais relevantes em pacientes com alterações esqueléticas complexas ou apneia refratária.

3. Comparações com CPAP e outras abordagens

A comparação entre abordagens cirúrgicas e CPAP foi abordada por Ou et al. (2024), que conduziram um ensaio clínico randomizado com 281 pacientes, observando que os DAMs foram tão eficazes quanto o CPAP na redução da pressão arterial, sem diferença significativa na saturação de oxigênio entre os grupos. Esses resultados reforçam o papel dos DAMs como alternativa viável, sobretudo em pacientes que não toleram o uso contínuo do CPAP.

Já Attia et al. (2024) compararam três modalidades terapêuticas — DAM, CPAP e cirurgia — observando melhora significativa em todos os grupos. No entanto, o DAM apresentou menor impacto na ATM, fator relevante para a escolha do tratamento em pacientes com comorbidades articulares.

4. Aplicações complementares e inovações em biomateriais

Embora o foco principal desta revisão tenha sido a AOS, outros estudos selecionados contribuem com inovações paralelas na interface entre cirurgia oral e regeneração tecidual. Babaei et al. (2024) relataram a eficácia de implantes impressos em 3D com hidroxiapatita nanométrica (nHA) em reconstruções craniomaxilofaciais, expandindo as possibilidades terapêuticas em cirurgias complementares. Khaled et al. (2019) e Nour et al. (2025) demonstraram que o uso de nHA em elevações de seio maxilar promove maior ganho ósseo, podendo ser útil em reabilitações orais pós-cirurgia do sono.

Suresh et al. (2024) reforçaram o potencial das superfícies de titânio biofuncionalizadas com nHA e curcumina para aumentar a osteogênese — tecnologia aplicável em



implantes dentários de pacientes com AOS tratados cirurgicamente. Dewi et al. (2018) e Kattimani et al. (2019) destacaram a eficácia da nHA em enxertos e preservação alveolar, o que reforça a importância de biomateriais avançados no suporte à recuperação e reabilitação funcional desses pacientes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão sistemática confirma que tanto o MMA quanto os DAMs são intervenções eficazes no tratamento da apneia obstrutiva do sono. Os DAMs mostram bons resultados em casos leves a moderados, enquanto o MMA apresenta alta taxa de sucesso em pacientes com AOS grave. Ambas as abordagens oferecem alternativas viáveis ao CPAP, especialmente em situações de baixa adesão. Estudos futuros, com maior rigor metodológico, são necessários para padronizar indicações e otimizar os desfechos clínicos.

Agradecimentos

Gostaríamos de expressar nossa sincera gratidão à acadêmica Ana Luísa Castro e Silva, ao cirurgião-dentista Gabriel da Silva Costa, especialista em Endodontia e Saúde da Família, e ao Rafael Arantes Soares Reis, mestre em Telemedicina e Telessaúde, pela valiosa mentoria prestada durante o desenvolvimento deste trabalho. Suas contribuições técnicas, teóricas e humanas foram fundamentais para a construção deste artigo, refletindo o compromisso com a excelência acadêmica e com o avanço da ciência odontológica.

REFERÊNCIAS

1. Uniken Venema JAM et al. Mandibular advancement device design: A systematic review on outcomes in obstructive sleep apnea treatment. *Sleep Med Rev.* 2021.
2. Ramar K et al. Clinical Practice Guideline for the Treatment of Obstructive Sleep Apnea and Snoring with Oral Appliance Therapy. *J Clin Sleep Med.* 2015.
3. Noller MW et al. (2018) Mandibular advancement for pediatric obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *J Craniomaxillofac Surg.* 2018.
4. Noller MW et al. (2017) Mandibular advancement for adult obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *J Craniomaxillofac Surg.* 2017.



5. Liao J et al. Efficacy of Oral Appliance for Mild, Moderate, and Severe Obstructive Sleep Apnea: A Meta-analysis. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2024.
6. Christino M et al. Impact of counterclockwise rotation of the occlusal plane on the mandibular advancement, pharynx morphology, and polysomnography results in maxillomandibular advancement surgery. *Sleep Breath.* 2021.



7. Costa YM et al. Impact of a mandibular advancement device on corticomotor plasticity in patients with obstructive sleep apnea. *J Oral Rehabil.* 2024.
8. Dal-Fabbro C et al. Mandibular advancement device and CPAP upon cardiovascular parameters in OSA. *Sleep Breath.* 2014.
9. Gottsauner-Wolf S et al. Posterior Airway Changes Following Orthognathic Surgery in Obstructive Sleep Apnea. *J Oral Maxillofac Surg.* 2018.
10. Trindade PAK et al. Is maxillomandibular advancement an effective treatment for obstructive sleep apnea? Systematic review and meta-analysis. *Braz J Otorhinolaryngol.*2023.
11. Camacho M et al. Long-term Results for Maxillomandibular Advancement to Treat Obstructive Sleep Apnea: A Meta-analysis. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2019.
12. Ou YH et al. Mandibular Advancement vs CPAP for Blood Pressure Reduction in Patients With Obstructive Sleep Apnea. *J Am Coll Cardiol.* 2024.
13. Attia AAMM et al. Effects of different treatments for obstructive sleep apnea on temporomandibular joint: a randomized clinical trial. *BMC Oral Health.* 2024.
14. Wang W et al. Clinical Effect of Personalized Adjustable Mandibular Advancement Device on Obstructive Sleep Apnea. *Br J Hosp Med.* 2024.
15. Babaei M et al. A comprehensive bench-to-bed look into the application of gamma-sterilized 3D-printed polycaprolactone/hydroxyapatite implants. *Biomater Adv.* 2024.
16. Khaled H et al. Maxillary sinus floor elevation using hydroxyapatite nanoparticles vs tenting technique. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2019.
17. Nour M et al. Two Stage Sinus Lifting Using Nanohydroxyapatite Particles Versus Deproteinized Bovine Bone. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2025.
18. Suresh N et al. The Effectiveness of Curcumin Nanoparticle-Coated Titanium Surfaces in Osteogenesis: A Systematic Review. *J Funct Biomater.* 2024.
19. Dewi AH et al. The use of hydroxyapatite bone substitute grafting for alveolar ridge preservation, sinus augmentation, and periodontal bone defect. *Heliyon.*



2018.

20. Kattimani VS et al. Role of Synthetic Hydroxyapatite-In Socket Preservation: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Contemp Dent Pract.* 2019.
21. Uniken Venema JAM et al. Mandibular advancement device design: A systematic review on outcomes in obstructive sleep apnea treatment. *Sleep Med Rev.* 2021.
22. Ramar K et al. Clinical Practice Guideline for the Treatment of Obstructive Sleep Apnea and Snoring with Oral Appliance Therapy. *J Clin Sleep Med.* 2015.
23. Noller MW et al. (2018) Mandibular advancement for pediatric obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *J Craniomaxillofac Surg.* 2018.
24. Noller MW et al. (2017) Mandibular advancement for adult obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *J Craniomaxillofac Surg.* 2017.
25. Liao J et al. Efficacy of Oral Appliance for Mild, Moderate, and Severe Obstructive Sleep Apnea: A Meta-analysis. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2024.
26. Christino M et al. Impact of counterclockwise rotation of the occlusal plane on the mandibular advancement, pharynx morphology, and polysomnography results in maxillomandibular advancement surgery. *Sleep Breath.* 2021.
27. Costa YM et al. Impact of a mandibular advancement device on corticomotor plasticity in patients with obstructive sleep apnea. *J Oral Rehabil.* 2024.
28. Dal-Fabbro C et al. Mandibular advancement device and CPAP upon cardiovascular parameters in OSA. *Sleep Breath.* 2014.
29. Gottsauner-Wolf S et al. Posterior Airway Changes Following Orthognathic Surgery in Obstructive Sleep Apnea. *J Oral Maxillofac Surg.* 2018.
30. Trindade PAK et al. Is maxillomandibular advancement an effective treatment for obstructive sleep apnea? Systematic review and meta-analysis. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2023.
31. Camacho M et al. Long-term Results for Maxillomandibular Advancement to Treat Obstructive Sleep Apnea: A Meta-analysis. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2019.



32. Ou YH et al. Mandibular Advancement vs CPAP for Blood Pressure Reduction in Patients With Obstructive Sleep Apnea. *J Am Coll Cardiol.* 2024.
33. Attia AAMM et al. Effects of different treatments for obstructive sleep apnea on temporomandibular joint: a randomized clinical trial. *BMC Oral Health.* 2024.
34. Wang W et al. Clinical Effect of Personalized Adjustable Mandibular Advancement Device on Obstructive Sleep Apnea. *Br J Hosp Med.* 2024.
35. Babaei M et al. A comprehensive bench-to-bed look into the application of gamma-sterilized 3D-printed polycaprolactone/hydroxyapatite implants. *Biomater Adv.* 2024.
36. Khaled H et al. Maxillary sinus floor elevation using hydroxyapatite nanoparticles vs tenting technique. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2019.
37. Nour M et al. Two Stage Sinus Lifting Using Nanohydroxyapatite Particles Versus Deproteinized Bovine Bone. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2025.
38. Suresh N et al. The Effectiveness of Curcumin Nanoparticle-Coated Titanium Surfaces in Osteogenesis: A Systematic Review. *J Funct Biomater.* 2024.
39. Dewi AH et al. The use of hydroxyapatite bone substitute grafting for alveolar ridge preservation, sinus augmentation, and periodontal bone defect. *Heliyon.* 2018.
40. Kattimani VS et al. Role of Synthetic Hydroxyapatite-In Socket Preservation: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Contemp Dent Pract.* 2019.