Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação — REASE

doi.org/10.51891/rease.v12i11.31694

ALTERAÇÕES DAS VIAS AÉREAS SUPERIORES APÓS AVANÇO MAXILOMANDIBULAR EM PACIENTES COM APNEIA OBSTRUTIVA DO SONO: REVISÃO DA LITERATURA

UPPER AIRWAY CHANGES FOLLOWING MAXILLOMANDIBULAR ADVANCEMENT IN PATIENTS WITH OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA: A LITERATURE REVIEW

ALTERACIONES DE LAS VÍAS AÉREAS SUPERIORES TRAS EL AVANCE MAXILOMANDIBULAR EN PACIENTES CON APNEA OBSTRUCTIVA DEL SUEÑO: REVISIÓN DE LA LITERATURA

João Francisco de Oliveira dos Santos[1]
Anna Julia Heberle Bosi[2]
Nairan De Almeida Guedes[3]
João Henrique Rolde[4]
Victor Neves Faria[5]
Sandra Raquel Medeiros Saito[6]

RESUMO: A apneia obstrutiva do sono (AOS) é um distúrbio respiratório do sono frequente e subdiagnosticado, e o avanço maxilomandibular (AMM) figura entre as alternativas cirúrgicas mais eficazes para pacientes que não toleram ou não respondem adequadamente à pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) e aos dispositivos de avanço mandibular. Este artigo teve como objetivo revisar, de forma narrativa, as evidências indexadas no PubMed sobre as alterações morfológicas, volumétricas e funcionais das vias aéreas superiores após o AMM em adultos com AOS. Realizou-se busca estruturada na base PubMed em 13 de outubro de 2026, com recuperação de 29 registros únicos, dos quais 28 tiveram metadados e resumos analisados. Os estudos mostraram aumento consistente do volume da via aérea superior, com ganhos expressivos nas regiões retropalatal e orofaríngea, redução do comprimento faríngeo, deslocamento anterior do palato mole, da língua e do hioide e melhora dos parâmetros aerodinâmicos em simulações computacionais. A magnitude do ganho volumétrico variou entre os estudos, e a relação com a redução do índice de apneia-hipopneia (IAH) não foi estritamente linear, tendo sido descrito um possível platô. Metanálises apontam taxas de sucesso cirúrgico em torno de 85% e de cura próximas de 40%, tendo a parestesia facial como sequela mais frequente. Conclui-se que o AMM promove ampliação multinível da via aérea, associada à melhora polissonográfica, mas estudos prospectivos padronizados ainda são necessários para individualizar a magnitude do avanço.

Palavras-chave: Apneia obstrutiva do sono. Vias aéreas superiores. Cirurgia ortognática. Tomografia computadorizada de feixe cônico.

[1] Cirurgião Dentista pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
[2] Cirurgiã dentista pela Universidade Paranaense.
[3] Cirurgiã dentista pala Universidade cidade de São Paulo.
[4] Cirurgião Dentista pela Universidade Paranaense.
[5] Cirurgião dentista pala Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública.
[6] Discente do curso de Odontologia na Faculdade Centro de Treinamento Acadêmico.

ABSTRACT: Obstructive sleep apnea (OSA) is a common yet underdiagnosed sleep-related breathing disorder. Maxillomandibular advancement (MMA) stands out as one of the most effective surgical options for patients who cannot tolerate or do not respond adequately to continuous positive airway pressure (CPAP) therapy or mandibular advancement devices. This article provides a narrative review of evidence indexed in PubMed regarding the morphological, volumetric, and functional changes in the upper airway following MMA in adults with OSA. A structured search of the PubMed database was conducted on October 13, 2026, yielding 29 unique records, 28 of which underwent analysis of their metadata and abstracts. The studies demonstrated a consistent increase in upper airway volume—with significant gains in the retropalatal and oropharyngeal regions—a reduction in pharyngeal length, an anterior displacement of the soft palate, tongue, and hyoid bone, and an improvement in aerodynamic parameters as shown in computational simulations. The magnitude of volumetric gain varied across studies, and its relationship with the reduction in the apnea-hypopnea index (AHI) was not strictly linear, with a potential plateau effect being described. Meta-analyses indicate surgical success rates of approximately 85% and cure rates near 40%, with facial paresthesia being the most frequent sequela. In conclusion, MMA facilitates a multilevel expansion of the upper airway, which is associated with improvements in polysomnographic findings; however, standardized prospective studies are still required to better tailor the magnitude of the advancement to the individual patient.

Keywords: Obstructive sleep apnea. Upper airways. Orthognathic surgery. Cone-beam computed tomography.

RESUMEN: La apnea obstructiva del sueño (AOS) es un trastorno respiratorio del sueño frecuente y subdiagnosticado; el avance maxilomandibular (AMM) figura entre las alternativas quirúrgicas más eficaces para pacientes que no toleran o no responden adecuadamente a la presión positiva continua en la vía aérea (CPAP) y a los dispositivos de avance mandibular. Este artículo tuvo como objetivo revisar, de forma narrativa, la evidencia indexada en PubMed sobre las alteraciones morfológicas, volumétricas y funcionales de las vías aéreas superiores tras el AMM en adultos con AOS. Se realizó una búsqueda estructurada en la base de datos PubMed el 13 de octubre de 2026, recuperando 29 registros únicos, de los cuales se analizaron los metadatos y resúmenes de 28. Los estudios mostraron un aumento consistente del volumen de la vía aérea superior, con ganancias significativas en las regiones retropalatal y orofaríngea, una reducción de la longitud faríngea, un desplazamiento anterior del paladar blando, la lengua y el hueso hioides, así como una mejora de los parámetros aerodinámicos en simulaciones computacionales. La magnitud del aumento volumétrico varió entre los estudios, y la relación con la reducción del índice de apnea-hipopnea (IAH) no fue estrictamente lineal, observándose un posible efecto meseta. Los metaanálisis indican tasas de éxito quirúrgico de alrededor del 85 % y tasas de curación cercanas al 40 %, siendo la parestesia facial la secuela más frecuente. Se concluye que el AMM promueve una ampliación multinivel de la vía aérea, asociada a una mejora en los resultados polisomnográficos; no obstante, aún son necesarios estudios prospectivos estandarizados para individualizar la magnitud del avance.

Palabras clave: Apnea obstructiva del sueño. Vías aéreas superiores. Cirugía ortognática. Tomografía computarizada de haz cónico.

1 INTRODUÇÃO

A apneia obstrutiva do sono (AOS) é um distúrbio frequente e muitas vezes subdiagnosticado, associado a maior risco de complicações cardiovasculares, metabólicas e neurocognitivas. Por esse motivo, o tratamento adequado da doença ultrapassa a simples redução do ronco e da sonolência diurna, pois envolve a prevenção de desfechos sistêmicos relevantes e a melhora da qualidade de vida dos pacientes (MALAKUTI; FARZAD, 2026).

Do ponto de vista fisiopatológico, a AOS caracteriza-se por obstruções repetidas da via aérea superior durante o sono, que provocam ronco disruptivo e sonolência diurna. O diagnóstico exige evidência polissonográfica de cinco ou mais episódios de apneia ou hipopneia por hora de sono, parâmetro conhecido como índice de apneia-hipopneia (IAH), que também é utilizado para classificar a gravidade da doença e para acompanhar a resposta aos tratamentos (BIANCHI *et al.*, 2014; VEYS *et al.*, 2017).

A pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) nasal é considerada o tratamento de primeira linha da AOS, e a cirurgia representa uma opção válida para os pacientes intolerantes a essa terapia. Entre as abordagens cirúrgicas, as operações sobre partes moles apresentam taxas de sucesso de apenas 40% a 60%, o que motivou o interesse crescente por procedimentos que atuam sobre o esqueleto facial (LI, 2011; BIANCHI *et al.*, 2014).

Os dispositivos de avanço mandibular (DAM) e o avanço maxilomandibular (AMM) têm em comum o objetivo de aumentar o volume da via aérea superior e reduzir sua colapsibilidade. O DAM é um tratamento não invasivo, indicado como primeira etapa em adultos com AOS leve a moderada e naqueles com AOS grave que não aderem ao CPAP, ao passo que o AMM é um procedimento mais invasivo, indicado como segunda etapa em pacientes com AOS moderada a grave, com falha prévia de outras modalidades ou com anormalidades craniofaciais (KNAPPE; SONNESEN, 2018).

O mecanismo de ação do AMM baseia-se na expansão física do arcabouço esquelético facial, que amplia a faringe e a hipofaringe. O deslocamento anterior do complexo maxilomandibular também aumenta a tensão dos tecidos moles, diminuindo a colapsibilidade da musculatura velofaríngea e suprahióidea e melhorando o colapso da parede lateral da faringe, componentes considerados importantes na obstrução das vias aéreas superiores. Assim, são ampliadas as regiões nasofaríngea, retropalatal e hipofaríngea, com redução do colapso faríngeo durante a inspiração (LI, 2011; TANNYHILL III, 2023).

A eficácia clínica do AMM é amplamente documentada. A metanálise de Holty e Guilleminault (2010), com 627 adultos, estimou taxas combinadas de sucesso cirúrgico de 86,0% e de cura (IAH < 5) de 43,2%, e metanálises posteriores confirmaram resultados semelhantes e, em comparação com a cirurgia multinível de partes moles, maior efetividade do AMM, ainda que com maior taxa de complicações (HOLTY; GUILLEMINAULT, 2010; ZAGHI *et al.*, 2016; ZHOU *et al.*, 2021).

O avanço da imagem tridimensional ampliou a compreensão dos efeitos anatômicos da cirurgia. A reconstrução volumétrica por tomografia computadorizada (TC) e por tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) permite medir com precisão o volume, a área de secção transversal, o comprimento e os diâmetros da via aérea, enquanto a dinâmica de fluidos computacional (CFD) possibilita estimar velocidade, queda de pressão e resistência ao fluxo antes e depois da cirurgia (BIANCHI *et al.*, 2014; SCHENDEL; BROUJERDI; JACOBSON, 2014; CHANG *et al.*, 2018).

Apesar desse avanço, persistem lacunas relevantes. As alterações morfológicas, volumétricas, de altura, de área de secção transversal e de diâmetro das vias aéreas após o AMM ainda não são plenamente compreendidas, poucos estudos analisaram sub-regiões da via aérea com limites anatômicos validados, a distância ideal de avanço não está estabelecida (o padrão histórico de 1 cm vem sendo questionado) e há necessidade de ensaios que padronizem as medidas lineares e volumétricas e permitam individualizar a magnitude dos movimentos cirúrgicos (SCHENDEL; BROUJERDI; JACOBSON, 2014; VEYS *et al.*, 2017; GIRALT-HERNANDO *et al.*, 2019).

Nesse contexto, o presente artigo teve como objetivo revisar, de maneira narrativa e com base em estudos indexados no PubMed, as alterações das vias aéreas superiores após o AMM em pacientes com AOS, abordando as mudanças volumétricas globais e regionais, as modificações das estruturas adjacentes, os efeitos aerodinâmicos, a relação dessas alterações com os desfechos polissonográficos e os fatores que modulam a resposta cirúrgica, em consonância com revisões sistemáticas que já demonstraram aumento significativo do volume da via aérea superior após a cirurgia (ROSÁRIO *et al.*, 2016).

2 METODOLOGIA

2.1 Desenho do estudo

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, com busca estruturada em base de dados biomédica, conduzida para sintetizar o conhecimento disponível sobre as alterações das vias aéreas superiores após o avanço maxilomandibular em adultos com AOS. Por se tratar de revisão de literatura baseada em dados publicados, não houve envolvimento direto de seres humanos e não foi necessária a apreciação por comitê de ética em pesquisa.

2.2 Fonte de dados e estratégia de busca

A busca foi realizada na base PubMed/MEDLINE em 13 de outubro de 2026, com resultados ordenados por relevância. Foram utilizadas duas estratégias complementares, em linguagem natural combinada com operadores booleanos, tendo o sistema aplicado a tradução automática dos termos para descritores MeSH e termos livres:

Estratégia 1 (alterações anatômicas): *maxillomandibular advancement obstructive sleep apnea upper airway volume*. A busca identificou 32 registros, dos quais os 20 mais relevantes foram recuperados.

Estratégia 2 (desfechos clínicos e segurança): *maxillomandibular advancement obstructive sleep apnea meta-analysis surgical success*. A busca identificou 12 registros, dos quais os 10 mais relevantes foram recuperados.

2.3 Critérios de elegibilidade

Foram considerados elegíveis estudos que (a) avaliassem adultos com AOS submetidos a AMM ou a avanço bimaxilar, (b) descrevessem alterações dimensionais, volumétricas, morfológicas ou aerodinâmicas da via aérea superior e/ou desfechos clínicos e polissonográficos do procedimento, e (c) estivessem indexados no PubMed com resumo disponível. Foram aceitos estudos observacionais, ensaios clínicos, simulações computacionais, revisões sistemáticas, metanálises e artigos de revisão, sem restrição de idioma. Estudos sobre procedimentos correlatos (genioplastia isolada, distração osteogênica transversa) e sobre dispositivos de avanço mandibular foram mantidos apenas como evidência comparativa ou contextual, devidamente identificados no texto.

2.4 Seleção, extração e síntese dos dados

As duas estratégias retornaram 30 registros, dos quais um estava duplicado, resultando em 29 registros únicos. Para 28 deles foi possível recuperar os metadados completos (título, autores, periódico, ano, desenho, amostra e resumo); um registro (PMID 42473733) não teve os metadados recuperados e foi excluído. Os 28 estudos foram incluídos na síntese. Os dados extraídos incluíram autoria, ano, desenho, tamanho da amostra, método de imagem, principais variáveis de via aérea e desfechos clínicos, sendo organizados em síntese narrativa por eixos temáticos: volume global, alterações regionais, estruturas adjacentes, aerodinâmica, relação com o IAH, fatores moduladores, comparações e desfechos clínicos.

2.5 Limitações metodológicas

A análise baseou-se nos títulos, resumos e metadados disponibilizados pelo PubMed; os textos completos não foram revisados individualmente, e não foi realizada avaliação formal do risco de viés, tampouco metanálise própria. Em consequência, valores numéricos citados correspondem aos reportados nos resumos dos estudos originais, e as interpretações devem ser lidas como síntese narrativa, e não como estimativa quantitativa independente. A busca restrita a uma única base de dados e a ordenação por relevância podem ter deixado de recuperar estudos pertinentes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização das evidências recuperadas

Os 28 estudos incluídos foram publicados entre 2010 e 2026. A maioria dos estudos primários sobre as alterações da via aérea é composta por séries pequenas, retrospectivas ou prospectivas observacionais, com amostras entre 2 e 38 pacientes, que utilizaram TC ou TCFC pré e pós-operatórias, frequentemente associadas à polissonografia. Os estudos de maior nível de evidência são revisões sistemáticas e metanálises, que sintetizam tanto o ganho volumétrico quanto os desfechos clínicos. A Tabela 1 resume os principais estudos que avaliaram diretamente as alterações da via aérea.

Tabela 1 – Principais estudos sobre alterações da via aérea superior após avanço maxilomandibular

Estudo	Desenho / método	Amostra	Principais achados (conforme resumos)
Schendel et al. (2014)	Comparativo; TCFC + PSG	10 pacientes	Volume total da via aérea 2,5 vezes maior; retropalatal 3,5 vezes; retroglossal 1,5 vez; IAH médio de 46 para 4
Hsieh et al. (2014)	Prospectivo; TC + PSG	16 pacientes	Volume +2,3 (velofaringe), +2,1 (orofaringe) e +1,7 cm³ (hipofaringe); comprimento da via aérea −3,1 mm
Bianchi et al. (2014)	Retrospectivo; TC volumétrica	Não informada no resumo	Relação linear entre ganho de volume e melhora do IAH (p = 0,013); platô a partir de aumento ≥ 70%
Veys et al. (2017)	Prospectivo observacional; TCFC	11 pacientes	Aumento significativo em orofaringe (p = 0,002) e hipofaringe (p = 0,02); nasofaringe sem aumento significativo
Chang et al. (2018)	Simulação CFD e FSI	2 pacientes	Maior volume; menor queda de pressão, velocidade máxima e resistência; deformação da via aérea praticamente eliminada
Niskanen et al. (2019)	TCFC + PSG	20 pacientes	Volume +64,1% (média); IAH de 21,4 para 5,8; ODI de 12,3 para 4,0
Christino et al. (2021)	Ensaio clínico prospectivo; TC + PSG	38 pacientes (19 com e 19 sem rotação anti-horária do plano oclusal)	Volume total +45% vs. +30%; IAH −80% vs. −62%
Kongsong et al. (2022)	Retrospectivo; TCFC	26 pacientes	Volume total +66,8% (AMM) e +74,7% (AMM + avanço do tubérculo geniano), sem diferença significativa
Gurgel et al. (2023)	TCFC; AMM vs. DAM	17 AMM + 17 DAM	Maior aumento da orofaringe superior e inferior no AMM; rotação mandibular anti-horária no AMM
Furundarena-Padrones et al. (2024)	Retrospectivo; TC + CFD + PSG	18 pacientes	Volume +43,75%; velocidade máxima −40,3%; correlação com melhora do IAH
Grab et al. (2024)	TC seriada; avanço bimaxilar	31 pacientes	Volume maior aos 6 meses do que no pré e no pós-operatório imediato
Kim et al. (2026)	TCFC; AMM vs. controles	19 AMM + 19 controles	Ampliação importante, porém sem normalização completa das áreas mínimas de secção transversal
Chadha et al. (2026)	Coorte retrospectiva; TCFC	34 pacientes	Volume associado ao avanço maxilar (ANperp, p = 0,003); idade e IMC sem associação com volume
Rosário et al. (2016)	Revisão sistemática e metanálise	83 pacientes na metanálise	Diferença média de volume pós-cirúrgico de 7,86 cm³ (IC 95%: 6,22–9,49)
Giralt-Hernando et al. (2019)	Revisão sistemática e metanálise	8 estudos	Aumento do volume (7,35 cm³) e do espaço aéreo faríngeo (4,75 mm); IAH final médio de 12,9 eventos/h

Fonte: elaborada pelo(a) autor(a) a partir de dados extraídos dos resumos indexados no PubMed. Legenda: TCFC = tomografia computadorizada de feixe cônico; TC = tomografia computadorizada; PSG = polissonografia; CFD = dinâmica de fluidos computacional; FSI = interação fluido-estrutura; IAH = índice de apneia-hipopneia; ODI = índice de dessaturação de oxigênio; DAM = dispositivo de avanço mandibular; IMC = índice de massa corporal.

A heterogeneidade de desenhos, de métodos de segmentação, de limites anatômicos adotados e de populações impõe cautela na comparação direta entre os estudos. Ainda assim, a direção do efeito é uniforme: todos os trabalhos que mediram o volume global da via aérea após o AMM observaram aumento.

3.2 Aumento do volume global da via aérea superior

O achado mais consistente da literatura é o aumento do volume total da via aérea superior após o AMM. Em uma série de dez pacientes consecutivos com AOS moderada a grave e IAH médio pré-operatório de 46 eventos/h, Schendel, Broujerdi e Jacobson (2014) observaram aumento médio de 2,5 vezes no volume total do espaço aéreo, acompanhado de redução do IAH médio para 4 no pós-operatório. Em 20 pacientes finlandeses, Niskanen *et al.* (2019) relataram avanços médios de 4,6 ± 1,9 mm na maxila e de 9,3 ± 1,7 mm na mandíbula, com aumento médio de 64,1% no volume da via aérea, embora com grande variação individual, e redução do IAH de 21,4 ± 13,8 para 5,8 ± 7,2 eventos/h.

Resultados na mesma ordem de grandeza foram descritos por outros grupos. Kongsong, Waite e Alshahrani (2022), em 26 pacientes com AOS moderada a grave, encontraram aumento médio de 66,8% do volume total da via aérea no grupo submetido apenas ao AMM. Christino *et al.* (2021) observaram aumento de 45% do volume total nos pacientes com rotação anti-horária do plano oclusal e de 30% naqueles sem essa rotação. Já Furundarena-Padrones *et al.* (2024), em 18 pacientes, registraram ganho médio de 43,75%. Em termos absolutos, Hsieh *et al.* (2014) descreveram aumentos médios de 2,3 cm^3 na velofaringe, 2,1 cm^3 na orofaringe e 1,7 cm^3 na hipofaringe em 16 pacientes avaliados por TC.

Dois estudos de síntese quantificaram esse efeito. Rosário *et al.* (2016), em revisão sistemática com metanálise de estudos observacionais (83 pacientes na análise quantitativa), encontraram diferença média estatisticamente significativa de 7,86 cm^3 (IC 95%: 6,22–9,49) entre o volume pré e pós-operatório. Giralt-Hernando *et al.* (2019), em metanálise de oito estudos com seguimento mínimo de seis meses, estimaram aumento médio de 7,35 cm^3 (IC 95%: 5,35–9,34) no volume faríngeo e de 4,75 mm (IC 95%: 3,15–6,35) no espaço aéreo faríngeo, com IAH final médio de 12,9 eventos/h, abaixo do limiar de 20 eventos/h.

O comportamento do volume ao longo do tempo também merece atenção. Em 31 pacientes submetidos a avanço bimaxilar e avaliados por TC em decúbito dorsal no pré-operatório, no primeiro dia e aos seis meses de pós-operatório, Grab *et al.* (2024) verificaram que o volume da via aérea não diminuiu logo após o procedimento e continuou aumentando durante o seguimento, sendo significativamente maior aos seis meses do que no pré-operatório (valores médios de 27,3 ± 7,3 contra 22,2 ± 6,4, com unidades não detalhadas no resumo) e do que no pós-operatório imediato (24,2 ± 7,3). Deve-se ressaltar que essa amostra incluiu pacientes submetidos

a avanço bimaxilar no contexto da cirurgia craniomaxilofacial em geral, e não exclusivamente portadores de AOS, de modo que sua extrapolação para essa população exige cautela.

A variabilidade observada (de aproximadamente 44% a 67% de aumento percentual nas séries clínicas) pode refletir diferenças na magnitude do avanço, no tempo entre a cirurgia e o exame de imagem, na posição do paciente durante a aquisição, nos softwares e nos limites anatômicos utilizados para a segmentação, além do pequeno tamanho amostral. Mesmo com essa dispersão, a concordância entre desenhos e países distintos e a confirmação por metanálises sustentam, com boa solidez, a conclusão de que o AMM aumenta o volume da via aérea superior. O ponto que permanece em aberto não é se o volume aumenta, mas quanto aumento é necessário e em quais regiões ele é mais relevante para o controle da doença, questões discutidas nas seções seguintes.

3.3 Alterações regionais e morfológicas da via aérea

A via aérea superior não se expande de maneira uniforme. Para fins de análise, ela costuma ser dividida em nasofaringe, orofaringe (subdividida em regiões retropalatal e retroglossal) e hipofaringe, e a resposta ao AMM varia entre esses segmentos. Em um dos poucos estudos que utilizaram limites tridimensionais anatômicos validados para a análise de sub-regiões em TCFC, Veys *et al.* (2017) observaram, em 11 pacientes consecutivos, aumento significativo do volume da orofaringe ($p = 0{,}002$) e da hipofaringe ($p = 0{,}02$), em contraste com uma redução não significativa do volume da nasofaringe ($p > 0{,}05$). Nesse mesmo estudo, a mediana do IAH ($p = 0{,}03$) e a pontuação na Escala de Sonolência de Epworth ($p = 0{,}004$) diminuíram significativamente, e o procedimento foi associado à melhora da qualidade de vida (VEYS *et al.*, 2017).

A análise de Schendel, Broujerdi e Jacobson (2014) reforça o predomínio do ganho nos níveis posteriores ao palato mole: o espaço retropalatal aumentou 3,5 vezes, enquanto o retroglossal aumentou 1,5 vez. Além do volume, os autores descreveram mudança de forma da via aérea, que passou de arredondada para elíptica, com a maior variação da área de secção transversal ocorrendo no eixo transversal, tanto na região retropalatal quanto na retroglossal. Segundo os autores, essa combinação de ampliação e remodelamento reduz a colapsibilidade do espaço aéreo e, portanto, contribui para a melhora ou a resolução da AOS (SCHENDEL; BROUJERDI; JACOBSON, 2014).

A área mínima de secção transversal, que representa o ponto de maior estreitamento, tem sido considerada um parâmetro de interesse clínico e também apresenta ganhos expressivos. Em ensaio clínico prospectivo com 38 pacientes, Christino *et al.* (2021) relataram que, nos indivíduos submetidos à rotação anti-horária do plano oclusal, a área axial mínima aumentou 92% na região retropalatal e 97% na retrolingual, ao passo que nos indivíduos sem essa rotação os aumentos foram de 76% e 31%, respectivamente. Os volumes retropalatal e retrolingual aumentaram 49% e 4% no primeiro grupo e 43% e 15% no segundo, o que sugere que a rotação favorece de modo particular a região retrolingual quando se considera a área mínima (CHRISTINO *et al.*, 2021).

A comparação entre diferentes segmentos também foi explorada por Kongsong, Waite e Alshahrani (2022). Todas as dimensões da via aérea modificaram-se significativamente após o AMM, com ou sem avanço do tubérculo geniano. Os pacientes submetidos apenas ao AMM tiveram aumento percentual do volume segmentado da via aérea superior de 106,6%, contra 85,3% no grupo com avanço geniano, enquanto o aumento do volume da via aérea inferior foi de 56,3% e 80,1%, respectivamente; nenhuma dessas diferenças foi estatisticamente significativa (KONGSONG; WAITE; ALSHAHRANI, 2022). Na amostra coreana de Kim *et al.* (2026), tanto o AMM convencional quanto o modificado reduziram o comprimento da via aérea, aumentaram o volume nasofaríngeo e elevaram as áreas mínimas de secção transversal retropalatal e retroglossal (KIM *et al.*, 2026).

Em conjunto, os dados indicam que o ganho do AMM é multinível, mas não homogêneo: predomina nas regiões retropalatal e orofaríngea, é variável na hipofaringe e pode ser pequeno ou até ausente na nasofaringe. Essa diferença tem implicação prática, pois sugere que a avaliação pré-operatória deve identificar qual nível é predominantemente obstrutivo, e que as medidas de resultado não devem se limitar ao volume total, que pode mascarar reduções localizadas ou ganhos desiguais. Vale ressaltar que os percentuais citados variam de forma importante entre os estudos, o que reforça a necessidade de padronização dos limites anatômicos utilizados na segmentação (VEYS *et al.*, 2017; KONGSONG; WAITE; ALSHAHRANI, 2022).

3.4 Modificações das estruturas adjacentes e do comprimento da via aérea

Além do aumento de calibre, o AMM modifica a posição das estruturas que circundam a faringe. Em 16 adultos com AOS moderada a grave submetidos a AMM primário, Hsieh *et al.* (2014) avaliaram, por TC de cabeça e pescoço realizada antes e pelo menos seis meses depois da

cirurgia, o calibre da via aérea, o esqueleto facial e as estruturas adjacentes. Além do aumento de volume nas três regiões, o comprimento da via aérea reduziu-se significativamente (em média 3,1 mm), e o palato mole, a língua e o hioide deslocaram-se anteriormente em média 4,4, 7,5 e 5,7 mm, respectivamente, movimentos correlacionados com o avanço maxilomandibular (r = 0,6 a 0,8) (HSIEH *et al.*, 2014).

Essa redução do comprimento da via aérea é relevante do ponto de vista biomecânico, pois a faringe mais curta e mais tensionada tende a ser menos colapsável. Esse achado é coerente com a proposta de que o avanço do complexo maxilomandibular aumenta a tensão dos tecidos moles e diminui a colapsibilidade das paredes faríngeas, em particular da musculatura velofaríngea e suprahióidea (LI, 2011).

O papel da posição do mento e do hioide também aparece em estudos sobre procedimentos correlatos. Em 44 pacientes submetidos a genioplastia óssea isolada, Valls-Ontañón *et al.* (2024) observaram aumento significativo do volume total da via aérea superior (p = 0,014) e da orofaringe (p = 0,004), e verificaram que a movimentação do mento nos planos do espaço e a elevação do hioide influenciavam de maneira distinta os volumes orofaríngeo e hipofaríngeo. Embora esse estudo trate de um procedimento diferente do AMM e não tenha avaliado o IAH, ele reforça a ideia de que a posição tridimensional do mento e do hioide interfere na via aérea (VALLS-ONTAÑÓN *et al.*, 2024).

A rotação mandibular também diferencia as modalidades terapêuticas. Ao comparar 17 pacientes tratados com DAM e 17 tratados com AMM, Gurgel *et al.* (2023) observaram que ambos os grupos apresentaram deslocamento mandibular anterior, mas o DAM produziu rotação horária da mandíbula, ao passo que o AMM produziu rotação anti-horária, com maior ganho em todas as regiões da via aérea. No grupo do AMM, o volume da orofaringe superior correlacionou-se com o deslocamento mandibular anteroposterior e vertical, de modo que maiores avanços mandibulares podem levar a menor ganho nessa região, enquanto maior deslocamento superior da mandíbula associou-se a melhora nela (GURGEL *et al.*, 2023).

Essas evidências indicam que a via aérea responde ao conjunto de movimentos esqueléticos e das estruturas moles associadas, e não apenas ao número de milímetros de avanço. A direção do movimento (incluindo componentes verticais e rotacionais) parece também ser determinante, o que será retomado na seção sobre fatores moduladores da resposta (GURGEL *et al.*, 2023; HSIEH *et al.*, 2014).

3.5 Efeitos aerodinâmicos: dinâmica de fluidos computacional

A dinâmica de fluidos computacional (CFD) permite traduzir as alterações anatômicas em parâmetros funcionais, como velocidade do fluxo, queda de pressão e resistência. Chang *et al.* (2018) analisaram, por meio de CFD e de interação fluido-estrutura (FSI), modelos de via aérea de dois pacientes com AOS gerados a partir de TCFC pré e pós-operatórias, simulando uma taxa de inspiração máxima de 166 mL/s. Em ambos os pacientes, o volume da via aérea aumentou, enquanto a queda de pressão, a velocidade máxima do fluxo e a resistência diminuíram, resultados observados tanto na CFD quanto na FSI. Nas simulações FSI, áreas de acentuada deformação da via aérea presentes antes da cirurgia tornaram-se desprezíveis depois dela, o que, segundo os autores, indica que menor esforço respiratório passa a ser necessário e acompanha a melhora polissonográfica (CHANG *et al.*, 2018).

Em amostra maior, Furundarena-Padrones *et al.* (2024) estudaram 18 pacientes com AOS moderada a grave submetidos a AMM e construíram modelos tridimensionais pré e pós-operatórios para análise por CFD. O AMM aumentou o volume da via aérea em média 43,75% e reduziu a velocidade máxima do fluxo em média 40,3%, havendo correlações significativas entre a melhora do IAH e tanto o ganho de volume quanto a queda da velocidade máxima. Os autores também identificaram que pacientes com velocidade máxima pré-operatória inferior a 7,2 m/s tiveram elevada taxa de falha cirúrgica (43%), sugerindo que a simulação pode auxiliar na seleção de candidatos (FURUNDARENA-PADRONES *et al.*, 2024).

Esses estudos acrescentam uma dimensão funcional que o volume estático não captura. Contudo, o número muito reduzido de pacientes na primeira investigação (apenas dois), o caráter retrospectivo da segunda, o uso de condições de fluxo simplificadas (o primeiro estudo empregou formulações numéricas de regime permanente) e o fato de a simulação se basear em imagens estáticas adquiridas com o paciente acordado limitam a generalização dos achados. O limiar de 7,2 m/s, em especial, deve ser considerado hipótese a ser validada em coortes independentes, e não critério de decisão clínica (CHANG *et al.*, 2018; FURUNDARENA-PADRONES *et al.*, 2024).

3.6 Relação entre as alterações da via aérea e os desfechos polissonográficos

Uma questão central é se o ganho anatômico explica a melhora clínica. Giralt-Hernando *et al.* (2019) conduziram a metanálise com esse propósito e concluíram que o AMM aumenta significativamente tanto o volume quanto o espaço aéreo faríngeo e garante IAH final abaixo

do limiar de 20 eventos/h, embora os autores ressaltem a necessidade de ensaios randomizados para individualizar a magnitude e a direção dos movimentos cirúrgicos e para padronizar as medidas (GIRALT-HERNANDO *et al.*, 2019).

Estudos individuais apontam associações entre anatomia e desfecho. Em Hsieh *et al.* (2014), a melhora do IAH associou-se tanto ao avanço maxilar quanto aos deslocamentos anteriores do palato mole e do hioide (r = 0,6 a 0,7). Em Furundarena-Padrones *et al.* (2024), houve correlação entre a melhora do IAH e o aumento de volume e a queda da velocidade máxima do fluxo. Já Chang *et al.* (2018) relataram que as melhoras aerodinâmicas acompanharam as melhoras polissonográficas observadas nos dois pacientes (HSIEH *et al.*, 2014; CHANG *et al.*, 2018; FURUNDARENA-PADRONES *et al.*, 2024).

O estudo de Bianchi *et al.* (2014) é particularmente importante por questionar a premissa de que "quanto maior o avanço, melhor o resultado". Os autores demonstraram relação linear significativa entre o aumento do volume absoluto da via aérea e a melhora do IAH (p = 0,013), porém aumentos de volume de 70% ou mais não produziram redução adicional do IAH, sugerindo que a melhora clínica atinge um platô e que a expansão adicional seria desnecessária. Essa observação abre perspectiva de planejamento baseado na predição do volume, de modo que o avanço sagital possa ser individualizado, substituindo o padrão de 1 cm, e permite evitar tanto a subexpansão quanto a superexpansão e seus riscos (BIANCHI *et al.*, 2014).

A presença de apneia residual mostra que o volume, isoladamente, não garante a cura. Na série de Niskanen *et al.* (2019), embora o IAH tenha caído de 21,4 para 5,8 eventos/h e a cirurgia possa ser considerada curativa para muitos, observou-se apneia residual em numerosos pacientes. Além disso, o estudo de Kim *et al.* (2026), ao comparar pacientes operados com controles sem AOS, mostrou que o AMM produziu ampliação substancial da via aérea, mas sem normalização completa das áreas mínimas de secção transversal retropalatal e retroglossal, o que sustenta o conceito de que a melhora funcional pode ocorrer sem equivalência dimensional plena com indivíduos normais (NISKANEN *et al.*, 2019; KIM *et al.*, 2026).

O conjunto sugere uma relação dose-resposta positiva, porém não linear, entre o ganho anatômico e a melhora do IAH. Uma interpretação plausível é que, após determinado limiar de abertura e de redução da colapsibilidade, outros fatores (como o tônus muscular, a estabilidade ventilatória e o peso corporal) passem a limitar a resposta. Contudo, essa explicação ultrapassa o que os resumos analisados demonstram diretamente e deve ser considerada hipótese de trabalho (BIANCHI *et al.*, 2014; KIM *et al.*, 2026).

3.7 Fatores que modulam a resposta anatômica e clínica

Diversos fatores cirúrgicos e do paciente foram associados à magnitude da mudança na via aérea ou ao sucesso do tratamento. O primeiro é a magnitude do avanço maxilar. Em 34 pacientes operados na Universidade de Michigan, Chadha *et al.* (2026) mostraram, por regressão multivariada, que a mudança no ponto ANperp (avanço do ponto A) foi a variável significativamente associada ao aumento do volume da via aérea (p = 0,003). Idade e Índice de Massa Corporal (IMC) não se associaram ao volume ou à área de secção transversal, mas menor IMC pré-operatório associou-se a maiores aumentos do espaço aéreo posterior no ponto A (p = 0,04), sugerindo que o AMM é eficaz para expandir a faringe na maioria dos indivíduos com AOS, independentemente da idade (CHADHA *et al.*, 2026). Em consonância, a metanálise de Holty e Guilleminault (2010) identificou que idade mais jovem, menores peso e IAH pré-operatórios e maior grau de avanço maxilar foram preditores de maior sucesso cirúrgico (HOLTY; GUILLEMINAULT, 2010).

O segundo fator é a rotação do plano oclusal. Christino *et al.* (2021) verificaram que cada grau de rotação anti-horária correspondeu a 0,71 mm de avanço mandibular anterior (p < 0,001). Os pacientes submetidos a essa rotação apresentaram redução do IAH de 80%, com valor final de 6,8 eventos/h, contra 62% e 13,0 eventos/h no grupo sem rotação, além de maiores ganhos volumétricos e de área mínima, especialmente na região retrolingual. Para os autores, esse recurso é de grande importância para o planejamento cirúrgico (CHRISTINO *et al.*, 2021).

O terceiro fator é a associação de procedimentos auxiliares. O avanço do tubérculo geniano associado ao AMM não produziu melhora estatisticamente significativa da faringe em comparação com o AMM isolado em 26 pacientes. Quanto à tecnologia de planejamento, a cirurgia virtual 3D com guias de corte e placas personalizadas por CAD/CAM e impressão 3D foi relatada como capaz de aumentar a precisão e a eficiência do AMM, com melhora da aparência, da qualidade do sono e do nível de apneia, embora o estudo seja uma série sem grupo comparador (KONGSONG; WAITE; ALSHAHRANI, 2022; HA *et al.*, 2023).

O quarto fator é a gravidade pré-operatória da doença e a obesidade. Zaghi *et al.* (2016), em metanálise de dados individuais de 518 pacientes de 45 estudos, identificaram que IAH pré-operatório inferior a 60 eventos/h foi o fator mais fortemente associado à maior incidência de cura cirúrgica, embora pacientes com IAH superior a 60 eventos/h tenham obtido melhora líquida expressiva. Em pacientes com obesidade (IMC maior ou igual a 30 kg/m²), a metanálise de Diemer *et al.* (2025), com 143 indivíduos de 14 estudos, mostrou redução média do IAH de

57,3 eventos/h, sucesso cirúrgico de 85,6% e cura de 39,2%, resultados comparáveis aos da população geral, com benefício percentual maior na obesidade classe 3 do que nas classes 1 e 2 (ZAGHI *et al.*, 2016; DIEMER *et al.*, 2025).

A aparente discrepância entre estudos é digna de nota: enquanto Holty e Guilleminault (2010) associaram menor peso a maior sucesso, Diemer *et al.* (2025) encontraram benefício percentual superior na obesidade mais grave, e Chadha *et al.* (2026) não encontraram associação entre IMC e volume, mas sim com o espaço aéreo posterior. Essas diferenças podem decorrer do uso de desfechos distintos (sucesso, cura, redução percentual, medida anatômica) e da maior redução absoluta possível em pacientes com IAH basal mais alto. Isso reforça que o IMC deve ser interpretado em conjunto com outras características, e não como critério isolado de exclusão (HOLTY; GUILLEMINAULT, 2010; DIEMER *et al.*, 2025; CHADHA *et al.*, 2026).

3.8 Comparações com outras modalidades e com indivíduos sem apneia

Comparar o AMM com outras abordagens ajuda a situar a magnitude de seu efeito anatômico. Em relação ao dispositivo de avanço mandibular, Gurgel *et al.* (2023) observaram que ambos os tratamentos aumentaram o volume da orofaringe superior ($p = 0{,}003$), mas o AMM produziu ganho maior ($p = 0{,}010$) e foi o único a aumentar significativamente o volume da orofaringe inferior. O DAM, por sua vez, está associado a taxas de sucesso entre 24% e 72% e permanece inferior ao CPAP na redução do IAH, embora apresente maior adesão e efeitos semelhantes sobre a sonolência subjetiva (GURGEL *et al.*, 2023; KNAPPE; SONNESEN, 2018).

A comparação com indivíduos sem apneia, realizada por Kim *et al.* (2026), mostrou que, após o AMM, o volume e a área média da orofaringe dos pacientes superaram os dos controles, mas as áreas mínimas retropalatal e retroglossal permaneceram menores. Esse resultado sugere que o AMM não "normaliza" a anatomia, mas desloca a via aérea para uma faixa em que a função respiratória durante o sono é restabelecida na maioria dos casos (KIM *et al.*, 2026).

Um contraponto relevante vem da distração osteogênica transversa maxilomandibular. Em sete pacientes com AOS e deficiência transversa, Vinha *et al.* (2019) observaram redução de cerca de 62% do IAH, embora o volume da via aérea tenha apresentado redução média de 10% (sem significância estatística), com aumento do local de menor área da faringe. Apesar de o procedimento e a amostra serem distintos do AMM, o achado sugere que a melhora clínica pode depender mais da área mínima (o ponto crítico de estreitamento) do que do volume total, o que

converge com os resultados de Kim *et al.* (2026) e Christino *et al.* (2021) quanto à relevância das áreas mínimas (VINHA *et al.*, 2019; KIM *et al.*, 2026; CHRISTINO *et al.*, 2021).

3.9 Desfechos clínicos e segurança

Os ganhos anatômicos descritos acompanham desfechos clínicos favoráveis em revisões sistemáticas. Holty e Guilleminault (2010) relataram redução do IAH médio de 63,9 para 9,5 eventos/h, sucesso cirúrgico de 86,0%, cura de 43,2%, taxas de complicações maiores e menores de 1,0% e 3,1% e ausência de óbitos pós-operatórios. Zaghi *et al.* (2016), com dados individuais de 518 pacientes (73,5% deles, entre os com dados disponíveis, previamente submetidos a outras cirurgias para AOS), encontraram redução média do IAH de 47,8 eventos/h, melhora em 98,8% dos pacientes, aumento da saturação mínima de oxigênio de 70,1% para 87,0% e queda da Escala de Epworth de 13,5 para 3,2, com sucesso de 85,5% e cura de 38,5% (HOLTY; GUILLEMINAULT, 2010; ZAGHI *et al.*, 2016).

Na comparação com a cirurgia multinível de partes moles, a metanálise de Zhou *et al.* (2021) relatou, para o AMM, sucesso de 85,0% e cura de 46,3%, contra 65,1% e 28,1% para a cirurgia multinível, porém com taxa de complicações maiores de 3,2% contra 1,1%. John *et al.* (2018) descreveram sucesso de 100% do AMM com base em IAH e IRD em 20 estudos; esse valor, superior ao das demais metanálises, provavelmente reflete critérios de inclusão e definições de sucesso distintos e deve ser interpretado com cautela (ZHOU *et al.*, 2021; JOHN *et al.*, 2018).

Em metanálise mais recente, com 31 estudos e 1.597 pacientes, Walker *et al.* (2025) estimaram redução do IAH de 41,87 eventos/h e identificaram como sequelas mais frequentes a dormência facial inferior precoce (83,40%), a dormência tardia (66,51% com menos de um ano e 32,73% com mais de um ano de seguimento) e a remoção de material de fixação (21,99%), sem complicações maiores nem mortalidade relatadas. Em pacientes com obesidade, o sucesso permaneceu acima de 80% (DIEMER *et al.*, 2025). Revisões descritivas reiteram que o AMM é eficaz, porém altamente invasivo, e indicado como segunda etapa em pacientes com falha de outras modalidades, e que a parestesia facial temporária e a alteração estética são os principais efeitos adversos, embora a maioria dos pacientes relate satisfação com o resultado (WALKER *et al.*, 2025; KNAPPE; SONNESEN, 2018).

Por fim, relatos recentes enfatizam o subaproveitamento do procedimento. Malakuti e Farzad (2026) registram redução do IAH superior a 50% em metanálises e estudos de longo

prazo, com melhora da qualidade de vida e alta satisfação, mas apontam que o AMM segue subutilizado em seu país, e Tannyhill III (2023) reforça sua indicação em pacientes que não toleram o CPAP e têm doença refratária a outras cirurgias (MALAKUTI; FARZAD, 2026; TANNYHILL III, 2023).

3.10 Limitações das evidências e perspectivas

A literatura analisada apresenta limitações recorrentes. Primeiro, a maior parte dos estudos que mensuram a via aérea tem amostras pequenas (de 2 a 38 pacientes), delineamento observacional e frequentemente retrospectivo, sem grupo controle. Segundo, os métodos de aquisição e segmentação variam (TC, TCFC, diferentes softwares e limites anatômicos), e as imagens são obtidas em posições e momentos distintos, em geral com o paciente acordado, o que não reproduz o comportamento dinâmico da faringe durante o sono. Terceiro, os desfechos são heterogêneos (volume em cm^3, percentuais, áreas mínimas, comprimento, parâmetros de CFD), dificultando sínteses quantitativas. Quarto, as definições de sucesso e cura e os tempos de seguimento diferem entre as metanálises (GIRALT-HERNANDO *et al.*, 2019; VEYS *et al.*, 2017; ROSÁRIO *et al.*, 2016).

Para a prática clínica, os dados apontam três direções. A primeira é a individualização do avanço: o platô descrito por Bianchi *et al.* (2014) e a associação do ganho com o avanço maxilar (CHADHA *et al.*, 2026) sugerem que planejar o movimento a partir da predição de volume e de área mínima pode substituir a regra fixa de 1 cm. A segunda é o refinamento da seleção de pacientes, com possível papel da CFD e de variáveis como gravidade basal e IMC (FURUNDARENA-PADRONES *et al.*, 2024; ZAGHI *et al.*, 2016). A terceira é o planejamento digital, que pode aumentar a precisão cirúrgica (HA *et al.*, 2023). Para a pesquisa, são prioritários ensaios randomizados, protocolos de imagem padronizados, avaliação em posição supina e, idealmente, durante o sono, e seguimentos longos que correlacionem anatomia, aerodinâmica e desfechos polissonográficos (GIRALT-HERNANDO *et al.*, 2019).

Cabe, por fim, reconhecer as limitações da presente revisão: a análise foi baseada em resumos, sem avaliação formal do risco de viés, e a busca limitou-se a uma base e a um conjunto restrito de estratégias. Portanto, os achados aqui sintetizados devem ser lidos como panorama narrativo, e a leitura dos textos completos é recomendada antes de qualquer aplicação clínica ou citação de valores específicos.

4 CONCLUSÃO

As evidências indexadas no PubMed indicam que o avanço maxilomandibular promove aumento consistente e clinicamente relevante da via aérea superior em adultos com apneia obstrutiva do sono, com ganhos predominantes nas regiões retropalatal e orofaríngea, remodelamento da secção transversal de um formato arredondado para elíptico, redução do comprimento faríngeo e deslocamento anterior do palato mole, da língua e do hioide. Simulações de fluxo sugerem redução da velocidade máxima, da queda de pressão e da resistência, bem como menor deformação das paredes da via aérea.

Esses efeitos anatômicos e funcionais acompanham a melhora do índice de apneia-hipopneia, da saturação de oxigênio e da sonolência, com taxas de sucesso em torno de 85% e de cura próximas de 40% nas principais metanálises. A relação entre ganho de volume e redução do IAH é positiva, porém não estritamente linear, com possível platô, e a normalização completa das dimensões da via aérea não é necessária para a melhora funcional. A magnitude do avanço maxilar, a rotação anti-horária do plano oclusal, a gravidade basal da doença e o IMC figuram entre os fatores que modulam a resposta. A dormência facial é a sequela mais frequente, geralmente transitória, e complicações maiores são infrequentes.

As limitações dos estudos disponíveis (amostras reduzidas, delineamentos observacionais e heterogeneidade metodológica) exigem cautela na interpretação. Recomendam-se ensaios prospectivos e randomizados, padronização dos métodos de imagem e dos limites anatômicos e estudos que integrem anatomia, aerodinâmica e polissonografia, com o objetivo de individualizar a magnitude do avanço e aprimorar a seleção dos pacientes.

REFERÊNCIAS

BIANCHI, A. *et al.* Volumetric three-dimensional computed tomographic evaluation of the upper airway in patients with obstructive sleep apnoea syndrome treated by maxillomandibular advancement. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, [S. l.], v. 52, n. 9, p. 831-837, 2014. DOI: 10.1016/j.bjoms.2014.07.101.

CHADHA, S. *et al.* Do age and body mass index affect pharyngeal airway changes in subjects undergoing maxillomandibular advancement surgery for obstructive sleep apnea? **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, [S. l.], 2026. DOI: 10.1016/j.joms.2026.06.212.

CHANG, K. K. *et al.* Fluid structure interaction simulations of the upper airway in obstructive sleep apnea patients before and after maxillomandibular advancement surgery. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, [S. l.], v. 153, n. 6, p. 895-904, 2018. DOI: 10.1016/j.ajodo.2017.08.027.

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 for the treatment of obstructive sleep apnea patients. **Sleep and Breathing**, [S. l.], v. 25, n. 4, p. 2307-2313, 2021. DOI: 10.1007/s11325-020-02279-8.

DIEMER, T. J. *et al.* Maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea in patients with obesity: a meta-analysis. **The Laryngoscope**, [S. l.], v. 135, n. 2, p. 507-516, 2025. DOI: 10.1002/lary.31751.

FURUNDARENA-PADRONES, L. *et al.* Correlation between polysomnographic parameters and volumetric changes generated by maxillomandibular advancement surgery in patients with obstructive sleep apnea: a fluid dynamics study. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, [S. l.], v. 20, n. 3, p. 371-379, 2024. DOI: 10.5664/jcsm.10874.

GIRALT-HERNANDO, M. *et al.* Impact of surgical maxillomandibular advancement upon pharyngeal airway volume and the apnoea-hypopnoea index in the treatment of obstructive sleep apnoea: systematic review and meta-analysis. **BMJ Open Respiratory Research**, [S. l.], v. 6, n. 1, e000402, 2019. DOI: 10.1136/bmjresp-2019-000402.

GRAB, P. P. *et al.* The assessment of upper airway volume changes following bimaxillary advancement surgery: a radiological evaluation in the supine position at multiple intervals. **Journal of Clinical Medicine**, [S. l.], v. 13, n. 16, 4588, 2024. DOI: 10.3390/jcm13164588.

GURGEL, M. *et al.* Three-dimensional comparison between the effects of mandibular advancement device and maxillomandibular advancement surgery on upper airway. **BMC Oral Health**, [S. l.], v. 23, n. 1, p. 436, 2023. DOI: 10.1186/s12903-023-03125-5.

HA, S.-H. *et al.* The efficacy of 3D virtual surgery, CAD/CAM, and 3D printing technology for maxillomandibular advancement in obstructive sleep apnea patients. **Journal of Craniofacial Surgery**, [S. l.], v. 34, n. 3, p. e300-e304, 2023. DOI: 10.1097/SCS.0000000000009247.

HOLTY, J.-E. C.; GUILLEMINAULT, C. Maxillomandibular advancement for the treatment of obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. **Sleep Medicine Reviews**, [S. l.], v. 14, n. 5, p. 287-297, 2010. DOI: 10.1016/j.smrv.2009.11.003.

HSIEH, Y.-J. *et al.* Changes in the calibre of the upper airway and the surrounding structures after maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnoea. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, [S. l.], v. 52, n. 5, p. 445-451, 2014. DOI: 10.1016/j.bjoms.2014.02.006.

JOHN, C. R. *et al.* Maxillomandibular advancement is a successful treatment for obstructive sleep apnoea: a systematic review and meta-analysis. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, [S. l.], v. 47, n. 12, p. 1561-1571, 2018. DOI: 10.1016/j.ijom.2018.05.015.

KIM, H. S. W. *et al.* Does maxillomandibular advancement surgery normalize the upper airway dimensions? **Journal of Craniofacial Surgery**, [S. l.], 2026. DOI: 10.1097/SCS.0000000000012731.

KNAPPE, S. W.; SONNESEN, L. Mandibular positioning techniques to improve sleep quality in patients with obstructive sleep apnea: current perspectives. **Nature and Science of Sleep**, [S. l.], v. 10, p. 65-72, 2018. DOI: 10.2147/NSS.S135760.

KONGSONG, W.; WAITE, P. D.; ALSHAHRANI, F. Comparison of airway changes after maxillomandibular advancement with or without genial tubercle advancement in obstructive sleep apnea using cone-beam computed tomography. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, [S. l.], v. 162, n. 5, p. 616-625, 2022. DOI: 10.1016/j.ajodo.2021.05.016.

LI, K. K. Maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, [S. l.], v. 69, n. 3, p. 687-694, 2011. DOI: 10.1016/j.joms.2010.09.014.

MALAKUTI, I.; FARZAD, P. [Maxillomandibular advancement]. **Läkartidningen**, [S. l.], v. 123, 2026. DOI: 10.65868/BOTN7628.

NISKANEN, I. *et al.* Effect of maxillomandibular advancement surgery on pharyngeal airway volume and polysomnography data in obstructive sleep apnea patients. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, [S. l.], v. 77, n. 8, p. 1695-1702, 2019. DOI: 10.1016/j.joms.2019.04.001.

ROSÁRIO, H. D. *et al.* Efficiency of bimaxillary advancement surgery in increasing the volume of the upper airways: a systematic review of observational studies and meta-analysis. **European Archives of Oto-Rhino-Laryngology**, [S. l.], v. 274, n. 1, p. 35-44, 2016. DOI: 10.1007/s00405-016-4015-4.

SCHENDEL, S. A.; BROUJERDI, J. A.; JACOBSON, R. L. Three-dimensional upper-airway changes with maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea treatment. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, [S. l.], v. 146, n. 3, p. 385-393, 2014. DOI: 10.1016/j.ajodo.2014.01.026.

TANNYHILL III, R. J. Treatment of obstructive sleep apnea using maxillomandibular advancement surgery. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, [S. l.], v. 44, n. 6, p. 326-330, 2023. PMID: 37418469.

VALLS-ONTAÑÓN, A. *et al.* Does aesthetic osseous genioplasty impact upper airway volume? **Aesthetic Surgery Journal**, [S. l.], v. 44, n. 4, p. 354-362, 2024. DOI: 10.1093/asj/sjad341.

VEYS, B. *et al.* Three-dimensional volumetric changes in the upper airway after maxillomandibular advancement in obstructive sleep apnoea patients and the impact on quality of life. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, [S. l.], v. 46, n. 12, p. 1525-1532, 2017. DOI: 10.1016/j.ijom.2017.06.020.

VINHA, P. P. *et al.* Effects of transverse maxillomandibular distraction osteogenesis on obstructive sleep apnea syndrome and on the pharynx. **Sleep and Breathing**, [S. l.], v. 24, n. 3, p. 875-884, 2019. DOI: 10.1007/s11325-019-01916-1.

WALKER, A. *et al.* Maxillomandibular advancement safety and effectiveness in obstructive sleep apnea: systematic review and meta-analysis. **Otolaryngology–Head and Neck Surgery**, [S. l.], v. 172, n. 4, p. 1142-1154, 2025. DOI: 10.1002/ohn.1114.

ZAGHI, S. *et al.* Maxillomandibular advancement for treatment of obstructive sleep apnea: a meta-analysis. **JAMA Otolaryngology–Head and Neck Surgery**, [S. l.], v. 142, n. 1, p. 58-66, 2016. DOI: 10.1001/jamaoto.2015.2678.

ZHOU, N. *et al.* Maxillomandibular advancement versus multilevel surgery for treatment of obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. **Sleep Medicine Reviews**, [S. l.], v. 57, 101471, 2021. DOI: 10.1016/j.smrv.2021.101471.