

## Análise das vias aéreas superiores pós cirurgia ortognática bimaxilar: estudo retrospectivo

*Upper airway analysis after bimaxillary orthognathic surgery: retrospective study*

*Análisis de la vía aérea superior después de la cirugía ortognática bimaxilar: estudio retrospectivo*

### RESUMO

**Objetivo:** O objetivo do presente estudo foi avaliar retrospectivamente as mudanças ocorridas nas vias aéreas superiores (VAS) pós cirurgia ortognática bimaxilar. **Metodologia:** A amostra compreendeu 14 pacientes, que foram divididos em dois grupos, conforme o tipo de movimentação realizada na cirurgia: grupo 1 (n = 6), avanço bimaxilar; grupo 2 (n = 8) cirurgia de avanço de maxila e recuo de mandíbula. Foram realizadas tomografias computadorizadas no pré-operatório (T0) e pós-operatório de 1 ano (T1). Através do software Dolphin Imaging procedeu-se a análise das VAS em três parâmetros: área total (AT), volume total (VT) e área axial mínima (AAM), que foram comparadas entre T0 e T1 em um mesmo grupos pelo Teste de Wilcoxon e entre grupos pelos Teste de Mann-Whitney ( $p < 0.05$ ). **Resultados:** Ambos os grupos apresentaram aumento significativo de AT, VT e AAM entre T0 e T1. Contudo, essas variações foram estatisticamente maiores no grupo 1 quando comparadas ao grupo 2. **Conclusão:** As cirurgias bimaxilares promoveram o aumento da AT, VT e AAM das VAS e essas mudanças foram significativamente superiores nos pacientes submetidos ao avanço bimaxilar. **Palavras-chave:** Cirurgia ortognática; Vias aéreas superiores; Deformidades dentofaciais.

### ABSTRACT

**Objective:** The objective of the present study was to retrospectively evaluate the changes that occurred in the upper airways (UAS) after bimaxillary orthognathic surgery. **Methodology:** The sample comprised 14 patients, who were divided into two groups, according to the type of movement performed in the surgery: group 1 (n = 6), bimaxillary advancement; group 2 (n = 8) maxillary advancement and mandibular setback surgery. Computed tomography scans were performed preoperatively (T0) and 1 year postoperatively (T1). Through the Dolphin Imaging software, the analysis of the UAS was carried out in three parameters: total area (TA), total volume (TV) and minimum axial area (MAA), which were compared between T0 and T1 in the same groups by the Wilcoxon Test and between groups by the Mann-Whitney test ( $p < 0.05$ ). **Results:** Both groups showed a significant increase in TA, TV and MAA between T0 and T1. However, these variations were statistically higher in group 1 when compared to group 2. **Conclusion:** Bimaxillary surgeries promoted an increase in the TA, TV and MAA of the UAS and these changes were significantly higher in patients undergoing bimaxillary advancement. **Keywords:** Orthognathic surgery; Upper airway; Dentofacial deformities.

#### Luana Elisa Eckert

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6646-8613>  
Aluna da graduação de Odontologia,  
Universidade Federal de Santa Catarina,  
Brasil.  
E-mail: luana\_eckert@hotmail.com

#### Luiz Fernando Gil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1423-269X>  
Professor do Departamento de  
Ciências Morfológicas, Universidade  
Federal de Santa Catarina, Brasil.  
E-mail: luiz.gil@ufsc.br

#### José Nazareno Gil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8496-0890>  
Professor do Departamento de  
Odontologia, Universidade Federal  
de Santa Catarina, Brasil.  
E-mail: jose.nazareno.gil@ufsc.br

## RESUMEN

**Objetivo:** El objetivo del presente estudio fue evaluar retrospectivamente los cambios ocurridos en las vías aéreas superiores (VAS) después de la cirugía ortognática bimaxilar. **Metodología:** La muestra estuvo compuesta por 14 pacientes, quienes fueron divididos en dos grupos, según el tipo de movimiento realizado en la cirugía: grupo 1 (n = 6), avance bimaxilar; grupo 2 (n = 8) cirugía de avance maxilar y retroceso mandibular. Las tomografías computarizadas se realizaron antes de la operación (T0) y 1 año después de la operación (T1). A través del software Dolphin Imaging se realizó el análisis de la VAS en tres parámetros: área total (AT), volumen total (VT) y área axial mínima (AAM), los cuales fueron comparados entre T0 y T1 en los mismos grupos por el Prueba de Wilcoxon y entre grupos por la prueba de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ). **Resultados:** Ambos grupos mostraron un aumento significativo de AT, VT y AAM entre T0 y T1. Sin embargo, estas variaciones fueron estadísticamente mayores en el grupo 1 en comparación con el grupo 2. **Conclusión:** Las cirugías bimaxilares promovieron un aumento de la AT, VT y AAM de las VAS y estos cambios fueron significativamente mayores en los pacientes sometidos a avance bimaxilar. **Palabras claves:** Cirugía ortognática; Vía aérea superior; Deformidades dentofaciales.

## INTRODUÇÃO

A cirurgia ortognática (CO) é o procedimento cirúrgico capaz de movimentar os maxilares e corrigir as discrepâncias dento-esqueléticas, restabelecendo, assim, a harmonia facial e a oclusão ideal. Entretanto, as deformidades dento-esqueléticas não comprometem somente a função mastigatória e a estética dos pacientes, mas também, podem levar à diminuição do espaço das vias aéreas, contribuindo para o desenvolvimento de distúrbios respiratórios, como a apneia obstrutiva do sono (AOS)<sup>15</sup>.

Dessa forma, a CO pode ser empregada também para otimizar os resultados funcionais associados às vias aéreas<sup>6</sup>, visto que, a maxila e a mandíbula estão intimamente ligadas à via aérea superior (VAS)<sup>20</sup>. Por consequência, pacientes com deformidades esqueléticas Classe III têm um espaço aéreo mais amplo, em oposição à orientação de pacientes com defeitos esqueléticos Classe II, os quais, apresentam um espaço aéreo mais estreito<sup>2</sup>.

Pacientes classe II geralmente são submetidos à cirurgia de avanço maxilomandibular, que está associada ao aumento do espaço aéreo. Já os pacientes classe III podem ser tratados apenas

com um recuo mandibular ou cirurgia bimaxilar (avanço maxilar e recuo mandibular)<sup>1</sup>. Atualmente, ainda há muita controvérsia sobre se as alterações na via aérea decorrentes da realização da CO em pacientes com má oclusão tipo III esquelética causam ou não a indução da AOS, principalmente em recuos isolados de mandíbula<sup>10</sup>. Outros estudos mostraram que a cirurgia ortognática bimaxilar (avanço de maxila com recuo de mandíbula) é menos propensa a induzir obstrução das vias aéreas em comparação com a cirurgia de recuo mandibular como procedimento autônomo<sup>11</sup>.

Apesar do grande número de estudos publicados acerca do tema nos últimos anos, revisão sistemática recente<sup>18</sup> demonstrou que a evidência é ainda moderada em apontar o avanço bimaxilar como único movimento capaz de alterar positivamente a VAS, uma vez que, devido heterogeneidade dos estudos, não é possível determinar com significância estatística o impacto do recuo de mandíbula na VAS.

Assim, mais estudos são necessários para compreender as mudanças que acontecem nas vias aéreas como um resultado dos movimentos dos maxilares, principalmente no grupo de pacientes classe III<sup>5</sup>. Além disso, a avaliação das mudanças no espaço das VAS, permite ao clínico planejar e prever, com maior precisão, o resultado de todos os procedimentos que envolvem a alteração do componente do seu tecido mole<sup>13</sup>. Assim, este estudo tem como objetivo avaliar retrospectivamente as modificações ocorridas nas

## METODOLOGIA

### SELEÇÃO DA AMOSTRA

Este é um estudo de coorte retrospectivo realizado com o objetivo de comparar as variações das VAS em pacientes submetidos a dois tipos de movimentação em CO. Foi realizada uma busca em banco de dados de pacientes submetidos a este procedimento em clínica privada (Centro Catarinense de Atendimento Odontológico) no período compreendido entre janeiro de 2018 e setembro de 2020. Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (4.608.975).

Os pacientes foram divididos em dois grupos, conforme o tipo de movimentação realizada no ato cirúrgico: grupo 1, pacientes submetidos a cirurgia de avanço bimaxilar; grupo 2, pacientes submetidos a cirurgia de avanço de maxila e recuo de mandíbula. Foram incluídos pacientes ASA I que necessitavam correção de deformidade dento-

facial através de cirurgia ortognática bimaxilar e que possuíam tomografia computadorizada nos períodos de avaliação considerados, obtidas pelo mesmo aparelho. Foram excluídos aqueles com discrepância transversa da maxila concomitante, complicações durante o tratamento ortodôntico-cirúrgico, registros incompletos, história de doença das vias aéreas superiores, síndromes craniofaciais e cirurgias prévias na região de cabeça e pescoço.

## PLANEJAMENTO E PROCEDIMENTO CIRÚRGICO

Os planejamentos dos casos foram realizados de maneira tridimensional através do software Dolphin Imaging® (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, CA, USA), com fabricação de guia cirúrgica através de CAD/CAM.

Todos os procedimentos cirúrgicos foram realizados pelo mesmo cirurgião, utilizando-se anestesia geral e intubação nasotraqueal. A técnica cirúrgica utilizada já foi publicada anteriormente por Gil *et al.* (2011)<sup>8</sup>, demonstrando precisão no reposicionamento dos maxilares.

Demaneirasucinta,ascirurgiasiniciarampela mandíbula, com a execução da osteotomia bilateral do ramo mandibular que, após reposicionamento, foi fixada com parafusos bicorticais 2.0 mm. Em seguida foi realizada Osteotomia Le Fort I, onde a maxila foi reposicionada através do uso de referencia externa, sendo em seguida fixada com placas e parafusos 2.0 mm.

## ANÁLISE TOMOGRÁFICA

As avaliações tomográficas foram realizadas em dois intervalos de tempo distintos: pré-operatório (T0) e pós-operatório de 1 ano (T1). As imagens foram obtidas por tomógrafo i-Cat® (Imaging Science, Hatfield, PA, USA) em formato DICOM e processadas no software Dolphin Imaging®.

O programa dispõe da ferramenta “sinus/airway” onde é necessário delimitar manualmente a região das vias aéreas. Desse modo, utilizou-se o protocolo de delimitação da VAS descrito por Schendel *et al.* (2014)<sup>17</sup> como base, conforme segue:

- 1) Orientação da cabeça considerando o Plano Horizontal de Frankfort paralelo ao solo;
- 2) Seleção do corte sagital mediano tomando como referência a parte central do forame incisivo;
- 3) Demarcação da via aérea superior, considerando seu limite superior uma linha tangente à espinha nasal posterior (ENP) e como limite inferior uma linha tangente à margem superior da quarta vértebra cervical (C IV) (Fig. 1).

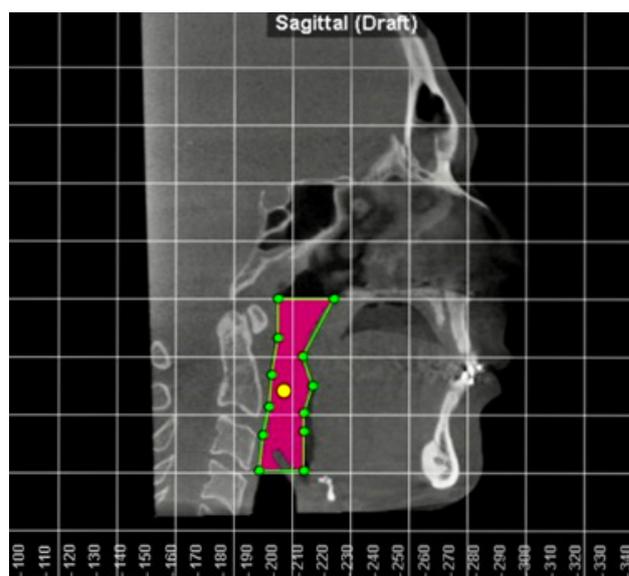
Uma vez delimitada a via aérea superior, o programa calcula automaticamente sua área total

(AT), volume total (VT) e área axial mínima (AAM). Estas três variáveis foram utilizadas na comparação das mudanças ocorridas nas vias aéreas superiores após a CO nos grupos estudados. As avaliações foram realizadas por uma única examinadora, que repetiu previamente ao início do estudo a análise de 5 pacientes com intervalo de 15 dias para calibração.

O tipo de cirurgia realizado e sua quantificação foram obtidos dos dados do software de planejamento virtual. Para o avanço de maxila utilizou-se o ponto da linha média maxilar como referencia. As modificações na posição mandibular foram aferidas no ponto Pog.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

A calibração da examinadora foi avaliada através do coeficiente de correlação intraclassa (ICC). As variáveis quantitativas foram descritas por média e desvio padrão e as variáveis nominais apresentadas como frequência absoluta. Na comparação entre grupos, as diferenças nos parâmetros das VAS entre T0 e T1 foram expressas em porcentagem (%). Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk que demonstrou distribuição não paramétrica dos mesmos. Assim, para a comparação das alterações das variáveis AT, VT e AAM dentro de um mesmo grupo utilizou-se o Teste de Wilcoxon e, para suas comparações entre grupos, bem como para as variáveis idade e avanço da maxila, o Teste de Mann-Whitney. A distribuição entre grupos da variável sexo foi avaliada com o Teste Exato de Fisher. Todas as análises foram conduzidas no SPSS (IBM Corp., Armonk, NY, USA) considerando o nível de significância de  $p < 0.05$ .



**Figura 1** - Protocolo de delimitação da VAS: limite superior, linha tangente à ENP; limite inferior, linha tangente à margem superior de CIV. Fonte: Imagem obtida pela autora (2021)

## RESULTADOS

Análise preliminar detectou 65 pacientes potenciais para o estudo e, após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, a análise final contou com 14 pacientes, 6 distribuídos no grupo 1 e 8 no grupo 2. Na amostra, dois eram do sexo masculino e doze do feminino, com uma média de idade de 36,35 anos, onde foi realizado um avanço médio de maxila de 5,17 mm. A tabela 1 apresenta a análise descritiva das variáveis sexo, idade e de movimentação dos maxilares nos grupos 1 e 2. Análise estatística demonstrou que os mesmos eram homogêneos em relação ao sexo ( $p = 0.16$ ), idade ( $p = 0.09$ ) e magnitude de avanço da maxila ( $p = 0.57$ ), entretanto, diferiram na movimentação mandibular ( $p = 0.002$ ).

**Tabela 1** - Análise descritiva de sexo, idade e movimentação dos maxilares nos grupos estudados.

	Sexo		IDADE	Movimentação MAXILAR	Movimentação Mandibular
	M	F			
Grupo 1	2	4	42,16 ± 12,78	5,65 ± 3,2	5,70 ± 2,72
Grupo 2	0	8	32 ± 8,41	4,82 ± 1,42	-3,07 ± 1,33

(F): feminino; (M): masculino; (-) recuo mandibular.  
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Em relação à calibração da examinadora, o protocolo de avaliação dos parâmetros das vias aéreas superiores denotou excelente reprodutibilidade, com ICC superior a 0,9 (AT = 0,91; VT = 0,97; AAM = 0,91).

Quando avaliados isoladamente os grupos 1 e 2, os três parâmetros utilizados para análise das vias aéreas demonstraram aumento estatisticamente significativo em T1 quando comparado à T0, como ilustra a Tabela 2.

**Tabela 2** - Diferenças pré e pós-operatórias nos parâmetros de avaliação das vias aéreas superiores.

	T0	T1	p*
<b>Grupo 1</b>			
AT (mm2)	518,33 ± 132,33	837,83 ± 198,07	0,028
VT (mm3)	11.237,33 ± 4.386,52	23.834 ± 5.901,38	0,028
AAM (mm3)	79,66 ± 29	252 ± 106,57	0,028
<b>Grupo 2</b>			
AT (mm2)	673,50 ± 109,43	814 ± 151,04	0,017
VT (mm3)	17.563,25 ± 4.143,32	22.489,37 ± 5.407,94	0,012
AAM (mm3)	169,37 ± 54,92	238,50 ± 85,64	0,017

\* Teste de Wilcoxon  
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Considerando a totalidade da amostra, e em relação à percentagem de variação dos parâmetros de avaliação das VAS no pré e pós-operatório, notou-se um acréscimo na AT de 42,82%, no VT de 63,83% e de 118,08% na AAM. Quando comparadas a percentagem de variação desses parâmetros nos grupos 1 e 2 houve melhora estatisticamente significativa dos mesmos nos pacientes submetidos ao avanço bimaxilar (Tabela 3).

**Tabela 3** - Percentagem de variação entre os parâmetros de avaliação das vias aéreas superiores.

	Grupo 1	Grupo 2	p*
AT	80,56 ± 35,76	21,52 ± 19,50	0,03
VT	108,72 ± 59,49	30,15 ± 27,41	0,05
AAM	215,53 ± 100,85	45 ± 43,91	0,03

\*Teste de Mann-Whitney  
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

## DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as mudanças ocorridas nas VAS em pacientes submetidos à CO bimaxilar. Anatomicamente a língua, o palato mole, o osso hióide e a musculatura envolta estão direta ou indiretamente fixados na maxila e na mandíbula, sendo assim, as dimensões da cavidade oral e das vias aéreas faríngeas irão mudar dependendo da direção e magnitude dos movimentos dos maxilares<sup>10</sup>.

Os avanços bimaxilares resultam em um aumento das VAS não apenas no sentido ântero-posterior, mas também no latero-lateral, expandindo o espaço velofaríngeo tridimensionalmente<sup>14</sup>. Além disso, sabe-se que a redução do volume ou a presença de constrições das VAS aumentam a resistência ao fluxo aéreo, o que é considerado um fator de risco para o desenvolvimento da AOS<sup>16</sup>.

Desse modo, as variáveis AT e VT foram escolhidas por serem consideradas de extrema importância na compreensão do processo respiratório, pois ditam a capacidade de armazenamento da VAS. Já a AAM é o local mais estreito do espaço aéreo faríngeo, assim, um aumento neste valor após o tratamento é benéfico para os pacientes submetidos à CO<sup>12</sup>.

Para fazer a análise das modificações no espaço aéreo, o método da tomografia computadorizada de feixe cônico é considerado o mais eficaz, rápido e com baixa dose de radiação atualmente disponível<sup>16</sup>. Ela, especialmente na reconstrução tridimensional, permite excelente visualização da via aérea faríngea sem sobreposição

de tecido duro podendo criar vários tipos de imagens repetidamente<sup>18</sup>. Essa técnica de imagem permite uma avaliação mais apurada das VAS, com possibilidade de mensurações em todas as dimensões, o que é importante no planejamento cirúrgico e acompanhamento pós-operatório.

A utilização dessas imagens em programas computacionais permite um cálculo automatizado de AT, VT e AAM, produzindo informações mais confiáveis clínica e cientificamente. O software Dolphin Imaging® utilizado no presente trabalho é confiável nas mensurações de VT e AAM, apresentando poucos erros (1%)<sup>19</sup>.

Os dados do presente trabalho demonstram que mesmo as cirurgias de avanço de maxila com recuo de mandíbula aumentaram significativamente AT, VT e AAM no pós-operatório. Estes resultados são congruentes com os estudos de Alcalde *et al.* (2019)<sup>1</sup>, Gokce *et al.* (2014)<sup>9</sup>, Burkhard *et al.* (2014)<sup>3</sup>. Entretanto, as repercussões dos recuos de mandíbula, sobretudo em cirurgias bimaxilares, ainda é tópico de discussão, com estudos discordantes dos achados aqui apresentados, como mostrou revisão sistemática recente<sup>18</sup>.

De acordo com Gokce *et al.* (2014)<sup>9</sup>, o avanço da maxila combinado com o recuo de mandíbula compensa o estreitamento do espaço aéreo superior pois o avanço da maxila resulta em um alargamento significativo das vias aéreas nasofaríngea e orofaríngea, o que aumentou o volume total das vias aéreas. Ainda, o avanço maxilar resultante da Osteotomia Le Fort I traciona anteriormente o palato mole, afetando os músculos palatoglosso, aumentando, assim, o suporte da língua, o que reduz o efeito de constrição causado pelo recuo mandibular<sup>4</sup>.

Contudo, ao se estabelecer a comparação entre os grupos 1 (avanço bimaxilar) e 2 (avanço de maxila e recuo de mandíbula) o presente trabalho demonstrou aumento estatisticamente significativo em AT, VT e AAM favoráveis ao primeiro grupo. Estes achados estão de acordo com revisões sistemáticas<sup>18</sup>. As cirurgias de avanço bimaxilar aumentam as VAS em sua totalidade pois tracionam os tecidos fixados à maxila, mandíbula e osso hióide, tensionando a musculatura supra-hióide e velofaríngea<sup>7</sup>, o que resulta em uma VAS menos susceptível ao colapso<sup>4</sup>.

Este estudo possui limitações quanto ao tamanho da amostra, e já se busca aumentar a casuística para obtenção de resultados mais robustos. No entanto, a aplicação de critérios de elegibilidade mais rígidos permitem a formação de uma amostra de maior qualidade. Desse modo, mais estudos com maior amostra, padronização de exames de imagem

e protocolo de delimitação das VAS são necessários para esclarecer o impacto da CO nas VAS, sobretudo a influência dos recuos mandibulares.

## CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo revelam que a CO bimaxilar proporciona um aumento significativo de AT, VT e AAM. No entanto, estes aumentos são significativamente maiores nos pacientes submetidos ao avanço bimaxilar quando comparados àqueles onde foi realizado o avanço de maxila associado ao recuo de mandíbula. Desse modo, deve-se dar preferência ao avanço bimaxilar em casos de pacientes com risco para ou portadores da AOS. No tratamento dos pacientes Classe III a cirurgia de avanço de maxila e recuo de mandíbula deve ser considerada como alternativa ao recuo mandibular isolado, de maneira a diminuir os efeitos deletérios nas VAS.

## REFERÊNCIAS

1. Alcalde LFA, Faria PEP, Nogueira RLM, Chihara L, Sant'Ana E. Computed tomography visualizing alterations in the upper airway after orthognathic surgery. *J Craniomaxillofac Surg.* 2019;47(7):1041-5.
2. AlQahtani F, George JM, Bishawi K, Kuriadom ST. Comparison of oropharyngeal airway dimensional changes in patients with skeletal Class II and Class III malocclusions after orthognathic surgery and functional appliance treatment: A systematic review. *Saudi Dent J.* 2021;33(8):860-8.
3. Burkhard JP, Dietrich AD, Jacobsen C, Roos M, Lübbers HT, Obwegeser JA. Cephalometric and three-dimensional assessment of the posterior airway space and imaging software reliability analysis before and after orthognathic surgery. *J Craniomaxillofac Surg.* 2014;42(7):1428-36.
4. Butterfield KJ, Marks PL, McLean L, Newton J. Pharyngeal airway morphology in healthy individuals and in obstructive sleep apnea patients treated with maxillomandibular advancement: a comparative study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2015;119(3):285-92.13.
5. Dalla Torre D, Burtscher D, Widmann G, Rasse M, Puelacher T, Puelacher W. Long-term influence of mandibular advancement on the volume of the posterior airway in

- skeletal Class II-patients: a retrospective analysis. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2017;55(8):780-6.
6. De Oliveira DL, Calcagnotto T, Vago TM, Filho HN, Valarelli DP, Bellato CP. Tomographic Analysis of the Impact of Mandibular Advancement Surgery on Increased Airway Volume. *Ann Maxillofac Surg.* 2017;7(2):256-9.
  7. Fairburn SC, Waite PD, Vilos G, Harding SM, Bernreuter W, Cure J, et al. Three-dimensional changes in upper airways of patients with obstructive sleep apnea following maxillomandibular advancement. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65(1):6-12.
  8. Gil JN, Campos FE, Claus JD, Gil LF, Marin C, de Freitas SF. Medial canthal region as an external reference point in orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69(2):352-5.
  9. Gokce SM, Gorgulu S, Gokce HS, Bengi AO, Karacayli U, Ors F. Evaluation of pharyngeal airway space changes after bimaxillary orthognathic surgery with a 3-dimensional simulation and modeling program. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;146(4):477-92.
  10. Hernández-Alfaro F, Guijarro-Martínez R, Mareque-Bueno J. Effect of mono- and bimaxillary advancement on pharyngeal airway volume: cone-beam computed tomography evaluation. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69(11):e395-400.
  11. Jang SI, Ahn J, Paeng JY, Hong J. Three-dimensional analysis of changes in airway space after bimaxillary orthognathic surgery with maxillomandibular setback and their association with obstructive sleep apnea. *Maxillofac Plast Reconstr Surg.* 2018;40(1):33.
  12. Louro RS, Calasans-Maia JA, Mattos CT, Masterson D, Calasans-Maia MD, Maia LC. Three-dimensional changes to the upper airway after maxillomandibular advancement with counterclockwise rotation: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2018;47(5):622-9.
  13. Nishanth R, Sinha R, Paul D, Uppada UK, Rama Krishna BV, Tiwari P. Evaluation of Changes in the Pharyngeal Airway Space as a Sequele to Mandibular Advancement Surgery: A Cephalometric Study. *J Maxillofac Oral Surg.* 2020;19(3):407-13.
  14. Okushi T, Tonogi M, Arisaka T, Kobayashi S, Tsukamoto Y, Morishita H, et al. Effect of maxillomandibular advancement on morphology of velopharyngeal space. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69(3):877-84.
  15. Olsen, B. Influência da cirurgia ortognática na via aérea superior: uma avaliação tridimensional retrospectiva. Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas Integradas) – Programa de Pós-graduação em Ensino de stricto sensu Mestrado em Ciências Odontológicas Integradas. Departamento de Pós-Graduação. Universidade de Cuiabá - UNIC. Cuiabá, MT. 2019.
  16. Rosário HD, Oliveira GMS, Freires IA, de Souza Matos F, Paranhos LR. Efficiency of bimaxillary advancement surgery in increasing the volume of the upper airways: a systematic review of observational studies and meta-analysis. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2017;274(1):35-44.
  17. Schendel SA, Broujerdi JA, Jacobson RL. Three-dimensional upper-airway changes with maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;146(3):385-93.
  18. Shokri A, Ramezani K, Afshar A, Poorolajal J, Ramezani N. Upper Airway Changes Following Different Orthognathic Surgeries, Evaluated by Cone Beam Computed Tomography: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Craniofac Surg.* 2021;32(2):e147-e52.
  19. Weissheimer A, Menezes LM, Sameshima GT, Enciso R, Pham J, Grauer D. Imaging software accuracy for 3-dimensional analysis of the upper airway. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;142(6):801-13.
  20. Yang Y, Yang K, Zhao Y. Three-Dimensional Changes in the Upper Airway of Skeletal Class III Patients After Different Orthognathic Surgical Procedures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2018;76(1):155-64.