

Cephalometric Assessment of Pharyngeal Airway Space Changes in Patients Undergoing Simultaneous Orthognathic Surgery: A Pre- and Postoperative Comparison of Mandibular Setback and Maxillary Advancement

J. Mohammadi (DDS, MS)¹ , A. Gosili (DDS, MS)² , A. Asalforush Rezaiye (DDS, MS)¹ ,
P. Mohammadi (DDS, MS)^{*3,4} 

1.Department of Oral and Maxillofacial Surgery, TeMS.c., Islamic Azad University, Tehran, I.R.Iran.

2.Department of Orthodontics, School of Dentistry, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, I.R.Iran.

3.School of Dentistry, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, I.R.Iran.

4.Department of Periodontology, School of Dentistry, Gilan University of Medical Sciences, Rasht, I.R.Iran.

*Corresponding Author: P. Mohammadi (DDS, MS)

Address: Department of Periodontology, School of Dentistry, Gilan University of Medical Sciences, Rasht, I.R.Iran.

Tel: +98 (13) 33486421. E-mail: parisa.mohammadi1376@gmail.com

Article Type ABSTRACT

Research Paper

Background and Objective: The upper airway and its related muscles are directly or indirectly connected to the maxilla or mandible. The displacement and position of the jaws in orthognathic surgeries affect their position. As a result, it seems necessary to evaluate airway changes after surgical treatments. The aim of this study was to investigate the effects of orthognathic surgeries on airway dimensions in operated patients using cephalograms prepared from them.

Methods: In this cross-sectional study, cephalometric images of 24 patients with Class III malocclusion who had undergone simultaneous mandibular setback and maxillary advancement surgery were evaluated. The patients' airways were assessed using the Arnett-Gunson analysis at three levels—nasopharynx, oropharynx, and hypopharynx—to determine potential changes. Additionally, the mean and standard deviation of various distances—including Aa–Ap, S1a–S1p, and Ba–Bp—were analyzed before and after surgery. Finally, the A+B outcome was measured on the patients' cephalostats, and the correlation of A+B outcome changes with the nasopharynx, oropharynx, and hypopharynx was assessed.

Findings: The mean airway dimensions in the nasopharynx, oropharynx, and hypopharynx before surgery were 12.97 ± 3.93 , 9.16 ± 2.85 , and 14.45 ± 4.81 mm, respectively. After surgery, these values were 15.83 ± 4.09 , 10.66 ± 2.46 , and 10.08 ± 2.76 mm, respectively ($p < 0.001$, $p < 0.045$, and $p < 0.001$). The results indicated an increase in the airway space at the nasopharynx and oropharynx levels and, in contrast, a decrease in the airway space at the hypopharynx level following bimaxillary surgery. The correlation results of the studied variables showed that there was a positive and significant correlation between the A+B outcome and the Ba–Bp variable, and a negative and significant correlation was also observed between the A+B outcome and the Aa–Ap and S1a–S1p variables.

Conclusion: The results of the study showed that simultaneous mandibular setback and maxillary advancement surgeries result in an increase in the airway space in the nasopharynx and oropharynx, while the airway space in the hypopharynx decreases.

Keywords: Cephalometry, Orthognathic Surgery, Mandibular Setback, Maxillary Advancement, Airway Obstruction.

Received:

Mar 9th 2025

Revised:

Jun 18th 2025

Accepted:

Aug 5th 2025

Cite this article: Mohammadi J, Gosili A, Asalforush Rezaiye A, Mohammadi P. Cephalometric Assessment of Pharyngeal Airway Space Changes in Patients Undergoing Simultaneous Orthognathic Surgery: A Pre- and Postoperative Comparison of Mandibular Setback and Maxillary Advancement. *Journal of Babol University of Medical Sciences*. 2026; 28: e55.

ارزیابی سفالومتريک تغییرات فضای راه هوایی حلقی در بیماران تحت جراحی همزمان ارتوگناتیک: مقایسه پیش و پس از عقب بردن فک پایین و جلو آوردن فک بالا

جلال محمدی (DDS, MS)^۱، آرمین گسیلی (DDS, MS)^۲، امین عسل فروش رضاییه (DDS, MS)^۱،
پریسا محمدی (DDS, MS)^۳ *^۴

۱. گروه جراحی دهان و فک و صورت، واحد تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. گروه ارتودنسی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران

۳. دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران

۴. گروه پرودنتولوژی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران

نوع مقاله	چکیده
مقاله پژوهشی	سابقه و هدف: راه های هوایی و عضلات مربوطه به طور مستقیم یا غیرمستقیم به فک بالا یا پایین متصل هستند. جابجایی و موقعیت فک ها در جراحی های ارتوگناتیک بر موقعیت آن ها تأثیر می گذارد. بنابراین، ارزیابی تغییرات راه هوایی پس از درمان های جراحی ضروری به نظر می رسد. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر جراحی های ارتوگناتیک بر ابعاد راه هوایی در بیماران جراحی شده با استفاده از سفالوگرام های تهیه شده از آن ها می باشد. مواد و روش ها: در این مطالعه مقطعی، تصاویر سفالومتريک ۲۴ بیمار مبتلا به مل اکلوزن کلاس III که جراحی همزمان جابجایی فک پایین به عقب و جلو بردن فک بالا را انجام داده بودند، ارزیابی شدند. راه های هوایی این بیماران با استفاده از آنالیز Arnett-Gunson در سه سطح نازوفارنکس، اوروفارنکس و هیپوفارنکس برای تعیین تغییرات احتمالی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین، مقادیر میانگین و انحراف معیار فواصل مختلف از جمله فاصله های Aa-Ap، S1a-S1p و Ba-Bp پیش و پس از جراحی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در نهایت، برآیند A+B در سفالواستات های بیماران اندازه گیری گردید و همبستگی تغییرات برآیند A+B نسبت به نازوفارنکس، اوروفارنکس و هیپوفارنکس ارزیابی شد. یافته ها: میانگین فضای نازوفارنکس، اوروفارنکس و هیپوفارنکس قبل از جراحی به ترتیب ۱۲/۹۷±۳/۹۳، ۹/۱۶±۲/۸۵ و ۱۴/۴۵±۴/۸۱ میلی متر بود. این مقادیر بعد از جراحی به ترتیب ۱۵/۸۳±۴/۰۹، ۱۰/۶۶±۲/۴۶ و ۱۰/۰۸±۲/۷۶ میلی متر شد (<۰/۰۰۱، <۰/۰۴۵ و <۰/۰۰۱). نتایج حاکی از افزایش فضای راه هوایی در نازوفارنکس و اوروفارنکس و در مقابل، کاهش فضای راه هوایی در هیپوفارنکس پس از جراحی دو فک بود. نتایج همبستگی متغیرهای مورد مطالعه نشان داد که بین برآیند A+B با متغیر Ba-Bp همبستگی مثبت و معنی داری وجود داشت و همچنین همبستگی منفی و معنی داری بین برآیند A+B با متغیرهای Aa-Ap و S1a-S1p دیده شد. نتیجه گیری: نتایج مطالعه نشان داد که جراحی های همزمان جابجایی مندیبل به عقب و جابجایی ماگزिला باعث افزایش فضای راه هوایی در نازوفارنکس و اوروفارنکس می شود، در حالی که فضای راه هوایی در هیپوفارنکس کاهش می یابد. واژه های کلیدی: سفالومتري، جراحی ارتوگناتیک، عقب بردن مندیبل، جلو بردن ماگزिला، انسداد راه هوایی.
دریافت:	۱۴۰۳/۱۲/۱۹
اصلاح:	
پذیرش:	۱۴۰۴/۳/۲۸
واژه های کلیدی:	۱۴۰۴/۵/۱۴

استناد: جلال محمدی، آرمین گسیلی، امین عسل فروش رضاییه، پریسا محمدی. ارزیابی سفالومتريک تغییرات فضای راه هوایی حلقی در بیماران تحت جراحی همزمان ارتوگناتیک: مقایسه پیش و پس از عقب بردن فک پایین و جلو آوردن فک بالا. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بابل. ۱۴۰۵؛ ۲۸: ۵۵۵.

مقدمه

پیشرفت‌های اخیر در جراحی ارتوگناتیک دامنه روش‌های اصلاحی که به ناهنجاری‌های دندانی-صورت پرداخته، را گسترش داده است و در حال حاضر علاقه فزاینده‌ای به تأثیرات این جراحی‌ها بر روی مورفولوژی مجاری هوایی وجود دارد. مطالعات سفالومتریک متعدد نشان داده‌اند که جابجایی عناصر اسکلتی صورت، به ویژه عقب نشینی مندیبل و جلو بودن ماگزایلا، به طرز قابل توجهی بر فضای مجاری تنفسی حلقی تأثیر می‌گذارد. به طور کلی، ساختار صورت تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی در طول رشد قرار می‌گیرد. اگر ساختار صورت غیرطبیعی یا نامناسب رشد کند، بروز ناهنجاری‌های دندانی و صورتی اجتناب ناپذیر است. این ناهنجاری‌ها می‌توانند ناشی از تروما، عفونت و دیگر عوامل خارجی باشد (۱). علاوه بر این، ناهنجاری‌های دندانی-صورت می‌توانند بر جویدن و گفتار تأثیرگذار باشند (۲و۳).

ناهنجاری‌های دندانی-صورتی را می‌توان با استفاده از درمان‌های ترکیبی ارتودنسی و جراحی ارتوگناتیک اصلاح کرد. جراحی ارتوگناتیک یکی از روش‌های رایج برای اصلاح این ناهنجاری‌ها به شمار می‌رود و طی ۳۰ تا ۴۰ سال گذشته، محبوبیت قابل توجهی در حوزه جراحی فک و صورت یافته است (۴). درمان ارتودنسی پیش از جراحی با هدف اصلاح بهم‌ریختگی دندانی انجام می‌شود. بنابراین، ارتودنسی پیش‌نیاز جراحی است و ارتودنسی پس از جراحی نیز برای هماهنگی بیشتر بین دو فک اصلاح شده، بهبود ردیف دندان‌ها، اصلاح چرخش‌های دندانی و تثبیت نتایج جراحی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر فک بالای بیمار عقب باشد، این وضعیت به عنوان «کمبود فک بالا» (Maxillary deficiency) شناخته می‌شود و بیمار باید تحت جراحی جلو بردن فک بالا (Maxillary advancement) قرار گیرد. در صورتی که فک بالا جلو آمده باشد یا بیمار دچار «پیش‌آمدگی فک بالا» (Maxillary protrusion) باشد، لازم است فک بالا به عقب برده شود که این عمل با عنوان «عقب‌بردن فک بالا» (Maxillary setback) شناخته می‌شود. همچنین، اگر فک پایین عقب باشد یا بیمار دچار «کمبود فک پایین» (Mandibular deficiency) باشد، فک پایین باید از طریق جراحی به سمت جلو آورده شود که به آن «جلو بردن فک پایین» (Mandibular advancement) گفته می‌شود (۵و۶). در صورتی که بیمار دارای فک پایین جلوآمده باشد، یا دچار «پیش‌آمدگی فک پایین» (Mandibular prognathism) باشد، تحت عمل جراحی عقب‌بردن فک پایین (Mandibular setback) قرار می‌گیرد (۷).

با وجود آنکه برخی مطالعات نشان داده‌اند که تغییرات فضای راه هوایی حلقی (Pharyngeal Airway Space= PAS) پس از جراحی ارتوگناتیک تفاوت معنی‌داری ندارند (۸)، اما مطالعات دیگر حاکی از آن هستند که در بیماران با مال‌اکلوژن کلاس II، تغییرات PAS در تمامی نقاط مرجع مورد بررسی پس از جراحی ارتوگناتیک قابل مشاهده است (۹). برخی مطالعات نیز گزارش داده‌اند که پس از جراحی جلو بردن فک بالا و عقب بردن فک پایین، تغییرات قابل توجهی در نقاط مرجع PAS رخ می‌دهد (۱۰و۱۱). پژوهش‌های Shi و همکاران و Kraivijitkul و همکاران نشان داده‌اند که جراحی عقب بردن فک پایین ممکن است منجر به کاهش حجم اوروفارنکس شده و خطر ابتلا به آپنه انسدادی خواب (Obstructive Sleep Apnea= OSA) را افزایش دهد. در حالی که جلو بردن فک بالا به بهبود راه هوایی نازوفارنکس کمک می‌کند (۱۲و۱۳). مطالعات جدیدتر، از جمله مطالعات Hussain و همکاران و Honglertnapakul و همکاران، تأکید کرده‌اند که تغییر در فضای راه هوایی پس از جراحی هم‌زمان عقب بردن فک پایین و جلو بردن فک بالا، تحت تأثیر عوامل آناتومیک مختلفی نظیر جابه‌جایی استخوان هایوئید، موقعیت زبان و سازگاری بافت نرم قرار دارد. با این حال این سوال مطرح است که آیا مزایای اصلاح اسکلتی از نظر زیبایی و عملکرد، نسبت به مخاطرات احتمالی در عملکرد راه هوایی، به‌ویژه در بیماران با مال‌اکلوژن کلاس III برتری دارد یا خیر (۱۴و۱۵). یافته‌ها نشان داده‌اند که جراحی ارتوگناتیک ممکن است منجر به کاهش فضای راه هوایی شده و بیماران را مستعد ابتلا به آپنه خواب کند (۱۶). بر اساس این یافته‌ها، به نظر می‌رسد که تغییرات در اسکلت صورت می‌تواند موجب اختلال در عملکرد راه هوایی فرد شود. بنابراین، یکی از نگرانی‌های جراحی‌های ارتوگناتیک، احتمال اختلال در عملکرد طبیعی راه هوایی حلقی است (۱۷). از آنجا که جراحی ارتوگناتیک ممکن است منجر به تغییرات آناتومیک در ساختار اسکلتی صورت شود و این تغییرات می‌توانند منجر به اختلالات عملکردی و غیرقابل تطابق در راه هوایی شده و فرد را مستعد اختلالات تنفسی مرتبط با خواب کنند یا آن‌ها را تشدید نمایند، ارزیابی تغییرات راه هوایی پس از درمان جراحی ضرورت دارد (۱۸).

یکی از روش‌های ارزیابی راه هوایی فوقانی، لترال سفالومتری است که از ابزارهای کلیدی در ارتودنسی محسوب می‌شود (۱۹). ارزیابی مورفومتریک فضای راه هوایی حلقی معمولاً با استفاده از فیلم‌های سفالومتریک استاندارد از طریق شناسایی نقاط مرجع خاص و اندازه‌گیری طول‌ها و مساحت‌های مختلف در ناحیه حلق انجام می‌شود (۲۰و۲۱). سفالومتری لترال امکان مشاهده ساختارهای سخت و نرم بافت را برای ارزیابی ناهنجاری‌ها فراهم می‌آورد (۲۲). با این حال، محدودیت این روش، ماهیت دوبعدی آن است. برای ارزیابی سه‌بعدی راه هوایی می‌توان از روش تصویربرداری توموگرافی کامپیوتری با پرتو مخروطی (Cone Beam Computed Tomography= CBCT) استفاده کرد، اما برخلاف روش‌های سفالومتریک این تکنیک هزینه بالاتری دارد (۲۳). با این وجود، مطالعات متعددی نشان داده‌اند که تکنیک لترال سفالومتری با CBCT در ارزیابی راه هوایی در بیماران تحت جراحی ارتوگناتیک قابل اعتمادتر است (۲۴-۲۶). نتایج یک مطالعه نشان داد که جراحی ارتوگناتیک منجر به تقارن صورتی شد، چرا که تفاوتی از این لحاظ میان دو گروه مشاهده نشد. همچنین

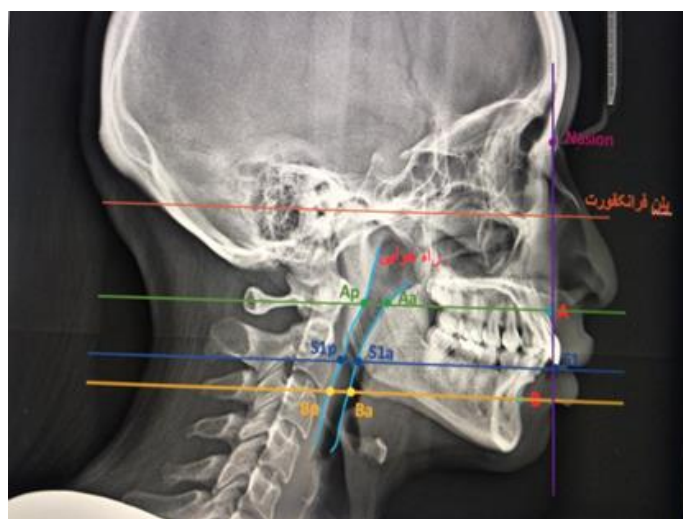
مواد و روش ها

برای هر رادیوگرافی، یک کد اختصاص داده شد. کاغذ شفاف ردیابی (Acetat Great Lake) به ابعاد ۱۰×۸ سانتی‌متر، در فاصله ۱ سانتی‌متری از لبه چپ قرار داده شد و با سه تکه نوار چسب به رادیوگراف متصل گردید. با مداد مشکی به‌صورت دستی خطوط محیطی بافت نرم و سخت رسم شد و نقاط مرجع مربوطه مشخص شد. از کاغذهای ترسیم شده کپی تهیه شد و نقاط A, S1, B, و همچنین Orbital Point و Porion علامت‌گذاری شدند. خطوطی موازی با صفحه فرانکفورت (Po-Or) از میان نقاط A, B و S1 ترسیم گردید. در این طراحی، نازوفارنکس به‌صورت فاصله خطی بین نقطه قدامی A و نقطه خلفی A تعریف شد، اوروفارنکس فاصله خطی بین نقطه قدامی S1 و نقطه خلفی S1، و هیپوفارنکس فاصله خطی بین نقطه قدامی B و نقطه خلفی B در نظر گرفته شد. مجموع متغیر A+B بر روی سفالوستات بیماران اندازه‌گیری گردید. مراحل به صورت شماتیک در شکل ۲ نشان داده شدند. یک خط عمود بر محور فرانکفورت از طریق نقطه Nasion ترسیم شد و جابجایی نقاط A و B پیش و پس از جراحی نسبت به این خط اندازه‌گیری گردید. نتیجه A+B محاسبه و همبستگی این متغیر با سه پارامتر راه هوایی، مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول ۱. نقاط مرجع سفالومتری

نقطه	توضیح
قدامی A	دیواره قدامی نازوفارنکس که از نقطه اسکلتی A عبور می کند.
خلفی A	دیواره خلفی نازوفارنکس که از نقطه اسکلتی A عبور می کند.
قدامی S1	دیواره قدامی اوروفارنکس که از نوک دندان پیشین بالایی (S1) عبور می کند.
خلفی S1	دیواره خلفی اوروفارنکس که از نوک دندان پیشین بالایی (S1) عبور می کند.
قدامی B	دیواره قدامی هیپوفارنکس که از نقطه اسکلتی B عبور می کند.
خلفی B	دیواره خلفی هیپوفارنکس که از نقطه اسکلتی B عبور می کند.

تعاریف نقاط اسکلتی: نقطه اسکلتی A: داخلی ترین نقطه در نمای قدامی استخوان پره ماگزینا (پیش فک بالا)، واقع بین خار بینی قدامی (anterior nasal spine) و دندان های پیشین فک بالا. نقطه اسکلتی B: داخلی ترین نقطه در نمای قدامی استخوان فک پایین، واقع بین دندان های پیشین فک پایین و چانه (Menton). نقطه ارییتال (Orbital Point): پایین ترین نقطه در لبه تحتانی حفره چشم (اربیت). نقطه پوریون (Porion Point): نقطه مرکزی در لبه فوقانی کانال شنوایی خارجی.



شکل ۲. نحوه اندازه گیری متغیر A+B

برای جمع آوری داده ها از رادیوگرافی های لترال سفالومتری استفاده شد. برای تحلیل تغییرات پیش و پس از جراحی از آزمون تی زوجی (Paired T-Test) استفاده شد و به منظور بررسی رابطه بین متغیرها، آزمون همبستگی پیرسون (Pearson's correlation test) به کار رفت. کلیه تحلیل های آماری با استفاده از نرم افزارهای R نسخه ۴/۰۱ و SPSS انجام شد و $p < 0.05$ معنی دار در نظر گرفته شد.

یافته ها

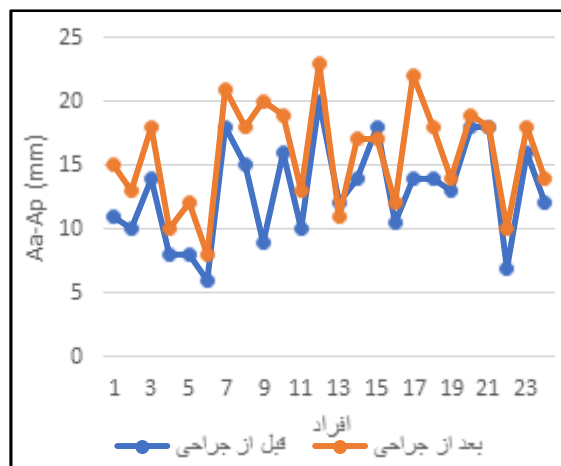
تغییرات میانگین، انحراف معیار و مقادیر p مربوط به پارامترهای مختلف اندازه گیری شده پیش و پس از جراحی در جدول ۲ خلاصه شده است. میانگین فاصله Aa-Ap (فاصله دیواره قدامی و خلفی نازوفارنکس در نقطه A) به طور معنی داری از $12/97 \pm 3/93$ میلی متر پیش از جراحی به $15/83 \pm 4/09$ میلی متر پس از جراحی افزایش یافت. پارامتر S1a-S1p (فاصله دیواره قدامی و خلفی اوروفارنکس در نقطه S1) نیز تغییر معنی داری را نشان داد، به طوری که میانگین آن از $9/16 \pm 2/85$ میلی متر قبل از جراحی به $10/66 \pm 2/46$ میلی متر بعد از جراحی افزایش یافت. در مقابل، متغیر Ba-Bp (فاصله دیواره قدامی و خلفی هیپوفارنکس در نقطه B) کاهش معنی داری داشت و از $14/45 \pm 4/81$ میلی متر پیش از جراحی به $10/08 \pm 2/76$ میلی متر پس از جراحی کاهش یافت.

جدول ۲. مقایسه میانگین متغیرهای Aa-Ap، S1a-S1p و Ba-Bp قبل و پس از جراحی در افراد مورد مطالعه

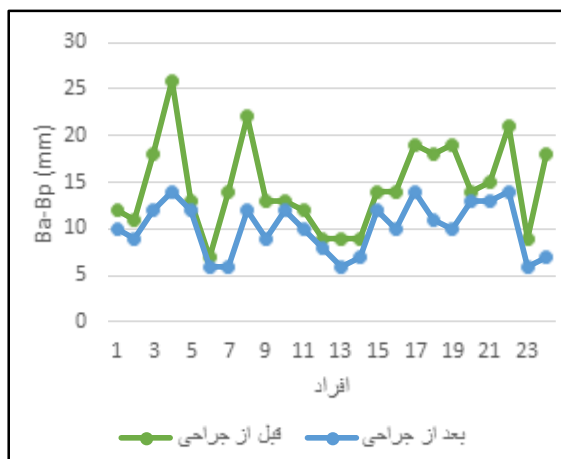
متغیر	تعداد	قبل از جراحی Mean±SD	قبل از جراحی (حداکثر)	قبل از جراحی (حداقل)	بعد از جراحی Mean±SD	بعد از جراحی (حداکثر)	بعد از جراحی (حداقل)	p-value*
Aa-Ap	۲۴	۱۲/۹۷±۳/۹۳	۲۰	۶	۱۵/۸۳±۴/۰۹	۲۲	۸	<۰/۰۰۱
S1a-S1p	۲۴	۹/۱۶±۲/۸۵	۱۳	۴	۱۰/۶۶±۲/۴۶	۱۵	۶	<۰/۰۴۵
Ba-Bp	۲۴	۱۴/۴۵±۴/۸۱	۲۵	۷	۱۰/۰۸±۲/۷۶	۱۴	۶	<۰/۰۰۱

* مقادیر p نشان‌دهنده تفاوت آماری معنی‌دار بین مقادیر قبل و بعد از جراحی هستند ($p < 0.05$)

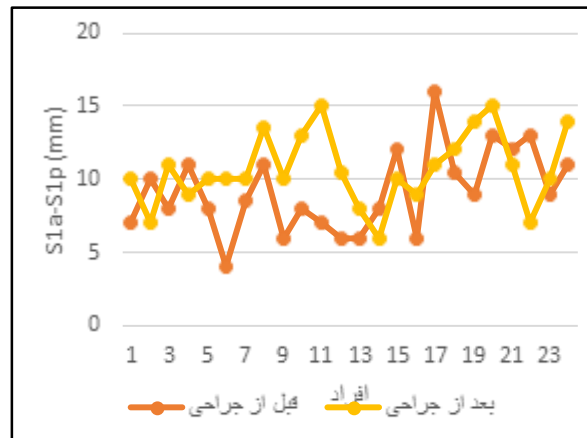
تحلیل آماری نشان داد که مقدار p برای متغیرهای Aa-Ap (شکل ۳) و Ba-Bp (شکل ۴) برابر با $0.001 < p$ بوده که نشان‌دهنده تفاوت بسیار معنی‌دار بین مقادیر پیش و پس از جراحی است. همچنین، متغیر S1a-S1p نیز افزایش آماری معنی‌داری را نشان داد ($p = 0.045$) (شکل ۵). با این حال، میزان این تغییر نسبت به سایر متغیرها کمتر بوده است. میزان تغییرات در افراد مختلف مورد مطالعه متفاوت بود. به عنوان مثال در فرد شماره ۱۷ میزان Aa-Ap قبل از جراحی ۱۴ میلی‌متر بوده و بعد از جراحی به ۲۲ میلی‌متر افزایش یافت و در فرد شماره ۱۲ میزان S1a-S1p بعد از جراحی ۵ میلی‌متر افزایش داشته و در فرد شماره ۳ میزان Ba-Bp قبل از جراحی ۱۷ میلی‌متر و بعد از جراحی به ۱۴ میلی‌متر کاهش یافته است.



شکل ۳. میزان تغییرات Aa-Ap در افراد مورد مطالعه قبل و بعد از عمل جراحی

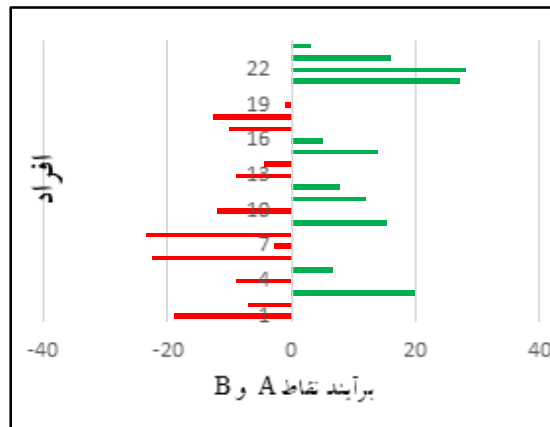


شکل ۴. میزان تغییرات Ba-Bp در افراد مورد مطالعه قبل و بعد از عمل جراحی

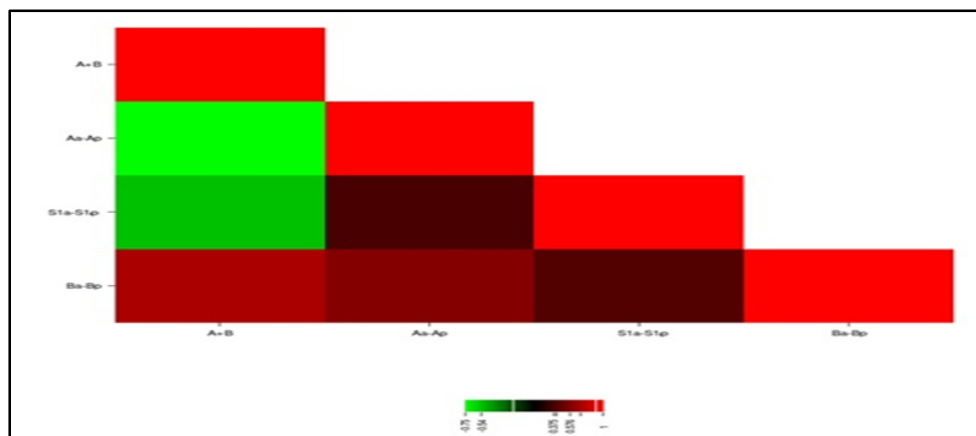


شکل ۵. میزان تغییرات S1a-S1p در افراد مطالعه مورد قبل و بعد از عمل جراحی

ضریب همبستگی پیرسون با استفاده از نرم‌افزار SPSS محاسبه شد و نقشه حرارتی (heat map) آن با نرم‌افزار R ترسیم گردید (شکل ۶). نتایج همبستگی متغیرهای مورد مطالعه نشان داد که بین برآیند A+B با متغیر Ba-Bp همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد وجود داشت. به طوری که هر چه مقدار برآیند منفی‌تر بود، میزان Ba-Bp کمتر شد. همچنین همبستگی منفی و معنی‌داری بین برآیند A+B با متغیرهای Aa-Ap و S1a-S1p دیده شد (شکل ۷).



شکل ۶. برآیند نقاط A و B برای افراد مورد مطالعه بعد از عمل جراحی



شکل ۷. همبستگی متغیر پیامد A+B با سه متغیر Aa-Ap، S1a-S1p و Ba-Bp در افراد مورد مطالعه، پیش و پس از جراحی

بحث و نتیجه گیری

مهم‌ترین یافته در این پژوهش، افزایش فضای راه هوایی در نازوفارنکس و اوروفارنکس به طور معنی‌دار و در مقابل، کاهش فضای راه هوایی در هیپوفارنکس پس از جراحی دو فک شامل جلو بردن ماگزینا و عقب بردن مندیبل بود. این موضوع نشان می‌دهد که حرکات جراحی تأثیرات متفاوتی بر بخش‌های مختلف راه هوایی دارند. نتایج نشان داده است جراحی ارتوگناتیک می‌تواند تأثیرات مثبتی بر مجاری تنفسی فوقانی داشته باشد و حتی با وجود تفاوت‌های تکنیکی در روش‌های جراحی، تغییرات در موقعیت فک‌ها به طور مستقیم بر فضای راه هوایی تأثیر گذار باشد. در واقع، این تغییرات می‌تواند باعث بهبود فضای نازوفارنکس و اوروفارنکس و در نتیجه تسهیل تنفس شود؛ به‌ویژه در بیمارانی که از اختلالات تنفسی مانند آپنه خواب رنج می‌برند، می‌تواند تأثیرات قابل توجهی در کیفیت زندگی و عملکرد تنفسی آن‌ها داشته باشد و موجب کاهش خطرات ناشی از مشکلات تنفسی در خواب شود (۲۸). بنابراین، جراحی‌های ارتوگناتیک نه‌تنها برای اصلاح مشکلات زیبایی‌شناسی فک‌ها و دندان‌ها بلکه برای بهبود عملکرد تنفسی و کیفیت زندگی بیماران با اختلالات تنفسی مفید هستند.

در مطالعات پیشین نتایج متفاوتی در ارتباط با تغییرات راه هوایی به دنبال جراحی‌های دو فکی مشاهده شده است، به‌طوری‌که مطالعه Turnbull و همکاران نشان داد جراحی جلو بردن فک بالا و جراحی عقب بردن فک پایین به طور معنی‌داری باعث تغییر در فضای راه هوایی بیماران می‌گردد، به‌طوری‌که فضای راه هوایی در بیماران به دنبال جراحی افزایش می‌یابد (۲۹) که احتمالاً به این علت است که میزان جلو آوردن مگزینا طی جراحی بیشتر از عقب بردن مندیبل می‌باشد. از طرفی برخی از مطالعات نشان داده‌اند جراحی‌های ارتوگناتیک دوفکی با تغییری در فضای راه هوایی همراه نیستند. مطالعات Panou و همکاران و Aydemir و همکاران نشان دادند که به دنبال جراحی‌های ارتوگناتیک دو فکی تغییری در فضای راه هوایی در اوروفارنکس و هیپوفارنکس ایجاد نمی‌کنند (۳۰ و ۳۱). Tepecik و همکاران نیز نشان دادند که به دنبال جراحی دو فکی، فضای راه هوایی تنها در اوروفارنکس کاهش یافته، در صورتی که فضای راه هوایی در نازوفارنکس و هیپوفارنکس تغییر معنی‌داری نداشته است (۳۲). بر طبق مطالعه Chen و همکاران، بیمارانی که تحت جراحی دو فکی قرار می‌گیرند، فضای راه هوایی در طولانی مدت تغییری نشان نمی‌دهد (۳۳). که احتمالاً به این علت است که جابه‌جایی مگزینا و مندیبل در طی جراحی به گونه‌ای است که اثر همدیگر را خنثی می‌کنند و جلو بردن فک بالا اثر جراحی عقب بردن فک پایین را جبران می‌کند.

در مقابل، در این مطالعه کاهش معنی‌داری در فضای هیپوفارنکس مشاهده شد که با یافته‌های Dain و همکاران و Chen و همکاران مطابقت دارد (۳۳ و ۱۶). احتمالاً به علت جابه‌جایی خلفی و تحتانی استخوان هایوئید و ساختارهای حنجره‌ای مرتبط در پی جراحی عقب‌بردن فک پایین است. نتایج مطالعه ما نشان داد فضای راه هوایی در نازوفارنکس، اوروفارنکس و هیپوفارنکس در بیماران تحت جراحی همزمان دوفک به طور معنی‌داری تغییر یافته به گونه‌ای که فضا در نازوفارنکس و اوروفارنکس افزایش و در هیپوفارنکس کاهش می‌یابد و با توجه به اینکه جراحی جلو بردن ماگزینا احتمالاً تأثیر کمی بر روی هیپوفارنکس دارد بنابراین در نتایج مطالعه ما با توجه به مطلب فوق نشان داده شد که به دنبال جراحی دو فک به دلیل عقب بردن مندیبل، فضای راه هوایی هیپوفارنکس همچنان کاهش خواهد یافت.

در این مطالعه همچنین از برآیند حرکت دو فک (A+B) به عنوان شاخصی برای کمی‌سازی جابه‌جایی اسکلتی طی جراحی استفاده شد که از نقاط قوت مطالعه ما بود. زمانی که این برآیند منفی شود؛ یعنی میزان عقب‌بردن فک پایین بیشتر از جلو بردن فک بالا بوده است و متعاقباً کاهش بیشتری در فضای هیپوفارنکس مشاهده شده است. در مقابل، مقادیر مثبت A+B نشان‌دهنده غلبه حرکت فک بالا به سمت جلو بوده است در نتیجه با کاهش کمتر فضای هیپوفارنکس همراه بوده است. بنابراین بیشترین همبستگی بین برآیند دو فک در هیپوفارنکس مشاهده شد. این یافته‌ها بر اهمیت ارزیابی دقیق الگوی حرکت فک‌ها پیش از جراحی تأکید می‌کنند و نشان می‌دهند که در صورت امکان، باید از عقب بردن بیش از حد فک پایین اجتناب شود تا از عوارض منفی آن بر باز بودن مسیر هوایی جلوگیری گردد.

یکی از محدودیت‌های مهم این مطالعه، استفاده از رادیوگرافی لترال سفالومتري دوبعدی برای ارزیابی راه هوایی است. با توجه به اینکه راه هوایی فوقانی در سه قسمت گفته شده؛ ساختاری پیچیده و سه‌بعدی است، توصیه می‌شود در مطالعات آینده از روش‌های تصویربرداری سه‌بعدی مانند CBCT یا MRI برای آنالیز دقیق‌تر حجم فضای راه هوایی استفاده شود که قابل اعتمادتر می‌باشند. علاوه بر این انجام مطالعات بر روی بیماران با مشکلات تنفسی مزمن و ارزیابی نحوه تأثیر جراحی دو فک بر این بیماران می‌تواند مفید واقع شود. پیشنهاد می‌شود پس از جراحی نیز پرسشنامه‌ای تهیه شده و میزان رضایت بیماران در رابطه با بهبود یا عدم آن، تحت نظرسنجی قرار گیرد.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که جراحی دو فک شامل عقب بردن فک پایین و جلو بردن فک بالا منجر به افزایش فضای راه هوایی در نازوفارنکس و اوروفارنکس شده، در حالی که فضای هیپوفارنکس کاهش می‌یابد. این یافته‌ها نقش جبرانی فک بالا در کاهش اثر منفی عقب‌بردن فک پایین بر راه هوایی را نیز برجسته می‌کنند.

تضاد منافع: نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافع مالی، علمی یا شخصی در ارتباط با انجام این پژوهش وجود ندارد.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی زنجان به جهت حمایت از تحقیق، همچنین از تیم جراحی بیمارستان بوعلی تهران به دلیل حمایت‌ها و همکاری ارزشمندشان در انجام این پژوهش قدردانی می‌گردد.

References

1. Grippaudo C, Paolantonio EG, Antonini G, Saulle R, La Torre G, Deli R. Association between oral habits, mouth breathing and malocclusion. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 2016;36(5):386-94.
2. He J, Wang Y, Hu H, Liao Q, Zhang W, Xiang X, et al. Impact on the upper airway space of different types of orthognathic surgery for the correction of skeletal class III malocclusion: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg.* 2017;38:31-40.
3. Lee CH, Park HH, Seo BM, Lee SJ. Modern trends in Class III orthognathic treatment: A time series analysis. *Angle Orthod.* 2017;87(2):269-78.
4. Jandali D, Barrera JE. Recent advances in orthognathic surgery. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2020;28(4):246-50.
5. Abbassi S, Tajbakhsh N. Prevalence of Dental Anomalies in Adult Orthodontic Patients with Oral Radiological Point: A Systematic Review. *Sudan J Med Sci.* 2025;20(1):99-111.
6. Reyneke JP, Ferretti C. Diagnosis and treatment planning for orthognathic surgery. In: Andersson L, Krishnan DG, Peacock ZS, editors. *Oral and maxillofacial surgery*, 2nd ed. Wiley; 2025. p. 927-64.
7. Kim CS, Lee SC, Kyung HM, Park HS, Kwon TG. Stability of mandibular setback surgery with and without presurgical orthodontics. *J Oral Maxillofac Surg.* 2014;72(4):779-87.
8. Göymen M, Mourad D, Güleç A. Evaluation of Airway Measurements in Class II Patients Following Functional Treatment. *Turk J Orthod.* 2019;32(1):6-10.
9. do Vale F, Rodrigues ML, Francisco I, Roseiro A, Santos I, Caramelo F, et al. Short-term pharyngeal airway space changes after mandibular advancement surgery in Class II patients-a two-dimensional retrospective study. *Orthod Craniofac Res.* 2019;22(2):81-6.
10. Yamashita AL, Iwaki LCV, Pinto GNS, Gerke BA, Chicarelli M, Iwaki Filho L. Accuracy of two-dimensional pharyngeal airway space prediction for bimaxillary orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg.* 2018;22(2):197-202.
11. Pereira-Filho VA, Castro-Silva LM, de Moraes M, Gabrielli MF, Campos JA, Juergens P. Cephalometric evaluation of pharyngeal airway space changes in class III patients undergoing orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69(11):e409-15.
12. Shi X, Lobbezoo F, Chen H, Rosenmöller BRAM, Berkhout E, de Lange J, et al. Effects of mandibular advancement devices on upper airway dimensions in obstructive sleep apnea: responders versus non-responders. *Clin Oral Investig.* 2023;27(9):5649-60.
13. Kraivijitkul S, Rochanavibhata S, Changsiripun C, Sinpitaksakul P, Chirakalwasan N, Kongsong W. The effects of mandibular setback surgery on the upper airway and sleep quality in skeletal Class III patients and comparison with control subjects: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2025;54(7):607-16.
14. Hussain R, Chen I, Hsu JT, Huang PW, Chen YC, Yu JH, et al. Alterations in upper airway dimensions following bimaxillary and mandibular setback surgery in skeletal Class III patients: A cone-beam computed tomography study. *J Dent Sci.* 2025;20(3):1673-80.
15. Honglertnapakul Y, Peanchitlertkajorn S, Likitkulthanaporn A, Saengfai NN, Chaweewannakorn C, Boonpratham S. Impacts of mandibular setback with or without maxillary advancement for class III skeletal correction on sleep-related respiratory parameters: A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res.* 2024;27(6):839-52.
16. Dain CP, Thomas JP. The Bioadaptive Changes in the Pharyngeal Airway and Hyoid Position Following Mandibular Setback Surgery: A Cephalometric Study. *J Sleep Disord Ther.* 2020;9(6):321.

17. 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.
18. Sahoo NK, Agarwal SS, Datana S, Bhandari SK. Quantifying Upper Airway Changes Following Mandibular Orthognathic Surgery. *J Craniofac Surg.* 2021;32(2):569-73.
19. Devereux L, Moles D, Cunningham SJ, McKnight M. How important are lateral cephalometric radiographs in orthodontic treatment planning? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139(2):e175-81.
20. Arun T, Isik F, Sayinsu K. Vertical growth changes after adenoidectomy. *Angle Orthod.* 2003;73(2):146-50.
21. Martin O, Muelas L, Viñas MJ. Nasopharyngeal cephalometric study of ideal occlusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(4):436.e1-9.
22. Yamashita AL, Iwaki Filho L, da Silva MC, Takeshita WM, Iwaki LC. Effect of orthognathic surgery on pharyngeal airway space: a cephalometric evaluation using Dolphin Imaging software. *Acta Scientiarum Health Sci.* 2015;37(2):205-9.
23. Van Sofie C, Okkerse W, Brijs G, De Beule M, Braem M, Verhegghe B. 3D cephalometry: a new approach for landmark identification and image orientation. In: Sloten J, Verdonck P, Nyssen M, Haueisen J, editors. 4th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering 23-27 November 2008, Antwerp, Belgium. Berlin, Heidelberg: Springer; 2009. p. 1442-5.
24. Marşan G, Vasfi Kuvat S, Oztaş E, Cura N, Süsal Z, Emekli U. Oropharyngeal airway changes following bimaxillary surgery in Class III female adults. *J Craniomaxillofac Surg.* 2009;37(2):69-73.
25. Giap HV, Shin JW, Chae HS, Kim YH, Paeng JY, Choi HW. Pharyngeal Airway Morphology in Skeletal Class III With Mandibular Asymmetry is Improved After Bimaxillary Orthognathic Surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2021;79(5):1107-21.
26. Candido MS, Monnazzi MS, Gabrielli MA, Spin-Neto R, Gabrielli MF, Pereira-Filho VA. Pharyngeal airway space cephalometric evaluation in transverse maxillary deficient patients after SARME. *Braz J Oral Sci.* 2014;13(4):288-91.
27. Manni A, Pasini M, Giuca MR, Morganti R, Cozzani M. A retrospective cephalometric study on pharyngeal airway space changes after rapid palatal expansion and Herbst appliance with or without skeletal anchorage. *Prog Orthod.* 2016;17(1):29.
28. Giralt-Hernando M, Valls-Ontañón A, Haas Junior OL, Masià-Gridilla J, Hernández-Alfaro F. What are the Surgical Movements in Orthognathic Surgery That Most Affect the Upper Airways? A Three-Dimensional Analysis. *J Oral Maxillofac Surg.* 2021;79(2):450-62.
29. Turnbull NR, Battagel JM. The effects of orthognathic surgery on pharyngeal airway dimensions and quality of sleep. *J Orthod.* 2000;27(3):235-47.
30. Panou E, Motro M, Ateş M, Acar A, Erverdi N. Dimensional changes of maxillary sinuses and pharyngeal airway in Class III patients undergoing bimaxillary orthognathic surgery. *Angle Orthod.* 2013;83(5):824-31.
31. Aydemir H, Memikoğlu U, Karasu H. Pharyngeal airway space, hyoid bone position and head posture after orthognathic surgery in Class III patients. *Angle Orthod.* 2012;82(6):993-1000.
32. Tepecik T, Ertaş Ü, Akgün M. Effects of bimaxillary orthognathic surgery on pharyngeal airway and respiratory function at sleep in patients with class III skeletal relationship. *J Craniomaxillofac Surg.* 2018;46(4):645-53.
33. Chen F, Terada K, Hua Y, Saito I. Effects of bimaxillary surgery and mandibular setback surgery on pharyngeal airway measurements in patients with Class III skeletal deformities. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(3):372-7.