

## بررسی اثر دستگاه‌های اکسپاندر سریع Haas و Hyrax بر روی ابعاد حفرات بینی

دکتر فریبرز امینی<sup>†\*</sup> - دکتر غلامحسین رمضان<sup>\*\*</sup>

\*دانشیار گروه آموزشی ارتودنتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تهران

\*\*دانشیار گروه آموزشی کودکان دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تهران

**Title:** Comparison of the effect of Haas and Hyrax rapid palatal expanders on nasal cavity dimensions

**Authors:** Amini F. Associate Professor\*, Ramezane GH. Associate Professor\*\*

**Address:** \*Department of Orthodontics, School of Dentistry, Islamic Azad University – Tehran

\*\* Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Islamic Azad University – Tehran

**Background and Aim:** In treatment of posterior crossbite awareness of the effects of Haas and Hyrax rapid maxillary expanders (RME) on nasal cavity will help the clinician to select the better appliance. This study was carried out to compare the effects of Haas and Hyrax expanders on the nasal cavity of patients treated for posterior crossbite.

**Materials and Methods:** A clinical trial study was designed on posteroanterior (PA) cephalograms of 30 subjects to evaluate the nasal cavity width of 14 subjects (8 female & 6 male) with mean chronological age of  $12 \pm 2$  years who received RME with Hyrax type and 16 subjects (9 female & 7 male) with mean chronological age of  $11 \pm 1.6$  years who received Haas type palatal expander. Paired t-test was used to analyze the outcomes of expansion in each group. Student t-test was used to compare Haas and Hyrax groups.

**Results:** The mean value of screw expansion was  $9 \pm 2$  mm in both groups. In Hyrax group nasal cavity width (Nc-cN) increased from  $29.2 \pm 1.94$  mm to  $31.7 \pm 1.93$  mm ( $p = 0.001$ ) and In Haas group it was increased from  $27.75 \pm 2.21$  mm to  $29.35 \pm 2.26$  mm ( $p = 0.043$ ). When two groups were compared to each other, statistically this increase was more significant in Hyrax than in the Haas group ( $p = 0.038$ ).

**Conclusion:** In this study RME affected geometry of the nasal cavity by increasing the nasal cavity width. However In our sample, Hyrax appliance demonstrated better performance over the Haas appliance in all variables.

**Key Words:** RME; Haas; Hyrax; Nasal Cavity

### چکیده

**زمینه و هدف:** آگاهی از میزان اثر دستگاه‌های RME، Haas و Hyrax بر روی ابعاد حفرات بینی متعاقب استفاده آنها در درمان کراس بایت‌های خلفی، انتخاب نوع دستگاه‌ها را آسان‌تر می‌سازد. این مطالعه به منظور تعیین و مقایسه اثر دو دستگاه اکسپاندر سریع Haas و Hyrax بر روی ابعاد حفرات بینی افراد تحت درمان که مبتلابه کراس بایت خلفی بودند انجام شد.

**روش بررسی:** تحقیق به صورت کارآزمایی بالینی و بر روی سفالوگرام‌های تعداد ۳۰ بیمار و در دو گروه انجام شد. گروه اول شامل ۱۴ نفر (۸ دختر و ۶ پسر) در سن  $12 \pm 2$  سال که در درمان آنها از دستگاه Hyrax و گروه دوم شامل ۱۶ نفر (۹ دختر و ۷ پسر) در سن  $11 \pm 1.6$  سال که در درمان آنها از دستگاه Haas استفاده گردیده بود. یافته‌ها در هر گروه با آزمون Paired t-test و در بین دو گروه با آزمون Student t-test مورد قضاوت آماری قرار گرفت.

**یافته‌ها:** میانگین میزان اکسپانشن در هر دو گروه  $9 \pm 2$  میلی‌متر بود. میانگین فاصله عرض حفرات بینی (NC-CN) در گروه Hyrax از  $29.2 \pm 1.94$  میلی‌متر به  $31.7 \pm 1.93$  میلی‌متر ( $p = 0.001$ ) و در گروه Haas از  $27.75 \pm 2.21$  میلی‌متر به  $29.35 \pm 2.26$  میلی‌متر ( $p = 0.043$ ) یافت ( $p = 0.038$ ). اثر دستگاه Hyrax در مقایسه با دستگاه Haas بر روی ابعاد حفره بینی بیشتر و این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار بود ( $p = 0.038$ ).

**نتیجه‌گیری:** دستگاه اکسپاندر سریع Hyrax باعث افزایش بیشتری در ابعاد حفره بینی نسبت به دستگاه Haas می‌گردد.

**کلید واژه‌ها:** RME؛ Haas؛ Hyrax؛ ابعاد حفره بینی

وصول: ۸۷/۰۹/۰۴ اصلاح نهایی: ۸۸/۰۳/۰۱ تأیید چاپ: ۸۸/۰۳/۳۰

† مؤلف مسؤول: نشانی: تهران - خیابان پاسداران بهستان سوم پلاک ۷- واحد ۱۰- کد پستی: ۱۹۴۶۷۱۳۵۱۱

تلفن: ۲۲۵۷۴۰۰۵ نشانی الکترونیک: DRAMINI@hotmail.com

## مقدمه

تعداد زیادی از بیمارانی که دارای مشکل کراس بایت خلفی اسکلتال به دلیل تنگی قوس فکی بالا هستند، از مشکلات تنفسی که به علت تنگی حفره‌های بینی در آنها ایجاد شده است رنج می‌برند (۱). ۹/۵٪ از بیمارانی که دارای مشکل تنگی قوس فک بالا هستند دارای مشکلات تنفسی نیز می‌باشند (۲). Rapid Maxillary Expander (RME) به عنوان یک روش درمانی موثر در درمان بیمارانی که دارای مشکلات و نقایص عرضی ماگزایلا هستند مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳، ۴).

با توجه به اینکه زواید کامی استخوان ماگزایلا تشکیل دهنده استخوان کف بینی بوده و از طرفی به دیواره‌های لاترال استخوان بینی نیز بطور مستقیم متصل می‌باشد، بنابراین هرگونه افزایش در جهت عرضی استخوان ماگزایلا متعاقباً روی ابعاد حفره بینی نیز تاثیر خواهد گذاشت (۵). برای اولین بار در سال ۱۹۶۷، Wertz اثر دستگاه‌های RME را بر روی مقاومت راه هوایی بررسی و گزارش نمود که تنگی راه هوایی که به دلیل گرفتگی در ناحیه قدامی تحتانی بینی باشد متعاقب استفاده از دستگاه RME کاهش می‌یابد (۶).

تا کنون از بین تمام دستگاه‌های اکسپاندر رایج دستگاه‌های Hyrax و Haas از پر استفاده‌ترین نوع دستگاه‌ها اکسپاندر در درمان افراد مبتلا به کراس بایت خلفی می‌باشند. محققین زیادی اثر دستگاه‌های RME را روی عرض حفرات بینی بررسی نموده‌اند (۷، ۸-۱۱). عده‌ای اثر دستگاه‌های RME را در افزایش ابعاد حفره بینی موثر (۷، ۸) و در مقابل، برخی از مطالعات این اثر را بسیار اندک و ناچیز گزارش نموده‌اند (۹، ۱۰).

یکی از فاکتورهای مهمی که میزان اثر دستگاه‌های RME را بر روی کمپلکس کرانیوفاسیال و در نهایت کاهش مقاومت راه هوایی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، نوع دستگاه مورد استفاده است که از نوع Tooth-borne و یا Tissue-borne می‌باشد (۱۲). علیرغم منابع و تحقیقات زیادی که در رابطه با اثر دستگاه‌های Haas و Hyrax بر روی کمپلکس کرانیوفاسیال وجود دارد، تاکنون فقط دو مطالعه اثر این دستگاه‌ها را بر روی ابعاد حفره بینی مقایسه نموده است (۱۲، ۱۳). با توجه به اهمیت موضوع و عدم وجود تحقیقات کافی در این زمینه و یا حداقل عدم گزارش آن، هدف از این تحقیق بررسی و مقایسه اثر دو

دستگاه اکسپاندر سریع Haas و Hyrax بر روی ابعاد حفره‌های بینی متعاقب کاربرد آنها در درمان بیمارانی مبتلا به تنگی فک بالا همراه با کراس بایت خلفی بود.

## روش بررسی

این تحقیق به صورت کار آزمایشی بالینی (Clinical trial) و با استفاده از سفالوگرام‌های PA (Posteroanterior Cephalogram) انجام گرفت. از بین بیمارانی که دارای کراس بایت دو طرفه خلفی بودند و برای درمان ارتودنسی به یک کلینیک خصوصی شهر تهران مراجعه نموده بودند، ۳۲ بیمار (۱۶ دختر و ۱۶ پسر) در محدوده سنی ۱۰ تا ۱۴ سال که حایز شرایط ورود به مطالعه بودند انتخاب و بطور تصادفی به دو گروه ۱۶ تایی (۹ دختر و ۷ پسر) تقسیم گردیدند، سپس نحوه درمان برای بیمارانی و والدین آنها توجیه و در صورت تمایل به درمان پس از کسب رضایت آنها جهت گرفتن کلیشه سفالوگرام PA وارد مطالعه می‌شدند. از بین بیمارانی مراجعه کننده افرادی وارد مطالعه شدند که کراس بایت خلفی دو طرفه داشتند. فاقد هر گونه مشکل تکاملی در ناحیه سر و صورت و یا آنومالی دندانی بودند. هیچ گونه درمان ارتودنسی و یا جراحی حلق و بینی دریافت نکرده بودند. فاقد هرگونه مشکل آناتومی و یا پاتولوژی در ناحیه بینی بودند. از نظر سن و جنس نیز تقریباً مشابه به یکدیگر بودند.

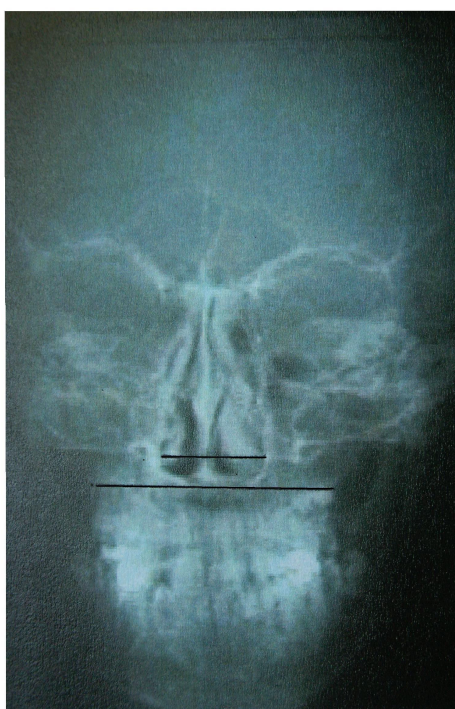
گروه اول شامل ۱۶ نفر (۹ دختر و ۷ پسر) بود که به وسیله دستگاه Hyrax تحت درمان قرار گرفتند و گروه دوم نیز شامل ۱۶ نفر (۹ دختر و ۷ پسر) بود که توسط دستگاه Haas درمان شدند. ۲ نفر یک پسر از گروه Hyrax به دلیل ابراز احساس درد زیاد در ناحیه دندان‌های انکورج (مولر و پره مولر اول) از ادامه همکاری منصرف شد و دستگاه او خارج گردید و سفالوگرام PA یک دختر از گروه Hyrax بعد از اکسپانشن از کیفیت خوبی برخوردار نبود لذا از مطالعه حذف شد و تعداد افراد گروه Hyrax به ۱۴ نفر (۸ دختر و ۶ پسر) کاهش یافت.

دستگاه Haas یک دستگاه Tissue-borne است که در قسمت کام دارای یک صفحه آکریلی و یک پیچ می‌باشد و نیروی باز کننده آن به صورت موازی و از طریق سیم‌های متصل شده به بندهای روی مولرها و پره مولرهای اول دایمی از یک طرف و صفحه آکریلی از طرف دیگر بر هر نیمه استخوان کامی و هم چنین دندان‌ها و زواید آلوئول

درمان و یکی به مجرد خارج ساختن دستگاه RME و قبل از تحویل دستگاه ریتینر تهیه گردید. تمامی سفالوگرام‌ها به روش استاندارد در یک مرکز و تحت شرایط یکسان تهیه گردید (۱۵).

از روی هر یک از سفالوگرام‌های تهیه شده قبل T-1 و بعد از اکسپانشن T-2 شاخص‌های زیر بر روی کاغذ تریسینگ رسم و اندازه‌گیری شد. شاخص (NC-CN): عرض حفره بینی، فاصله بین دیواره داخلی حفره بینی از یک طرف تا دیواره داخلی طرف دیگر بر حسب میلی‌متر (شکل ۳).

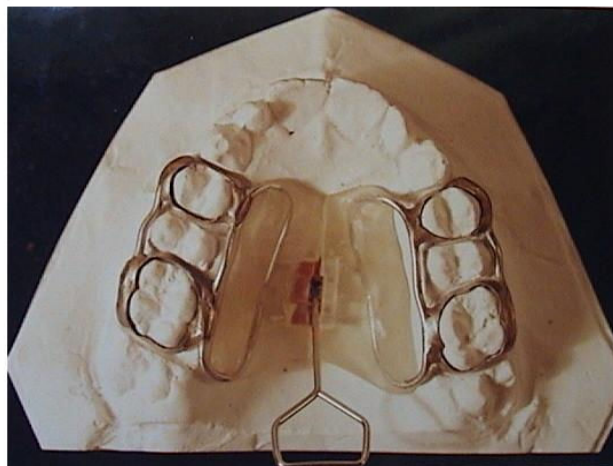
شاخص (JL-JR): فاصله بین توپروزیته‌ها (شکل ۳).



شکل ۳- عرض حفره بینی (NC-CN) و فاصله بین توپروزیته‌ها (JL-JR)

اندازه‌گیری‌ها بر روی کاغذ تریسینگ و با دقت ۰/۵ میلی‌متر انجام گردید. از بین سفالوگرام‌ها ۱۵ سفالوگرام به صورت تصادفی انتخاب و پارامترهای اندازه‌گیری شده توسط همان شخص و در زمان دیگری تریس و اندازه‌گیری شد. ضریب همبستگی با استفاده از فورمول Pearson correlation co-efficient محاسبه گردید. سپس داده‌ها در هر گروه استخراج، طبقه‌بندی و تغییرات ابعاد حفرات بینی در هر گروه (قبل و بعد) با آزمون Paired t-test و در بین دو گروه با آزمون Student t-test مورد قضاوت آماری قرار گرفت.

آنها وارد می‌شود (شکل ۱). دستگاه Hyrax شامل ۴ بند بر روی دندان‌های مولر و پره مولرهای اول دایمی و یک پیچ در وسط کام است دارای سیم‌های زاویه دار ۵۶ هزارم اینچ می‌باشد که به بندها لحیم می‌شوند (شکل ۲).



شکل ۱- دستگاه Haas



شکل ۲- دستگاه Hyrax

به تمامی بیماران در هر دو گروه توصیه شد که دستگاه خود را روزی یک (۳۶٪ بیماران) و یا دو بار (۶۴٪ بیماران) و هر بار به میزان یک چهارم دور فعال نمایند. اکسپانشن زمانی متوقف می‌شد که از نظر کلینیکی ۲ تا ۳ میلی‌متر اور اکسپانشن مشاهده می‌گردید. Sari و همکاران میزان اکسپانشن کافی را زمانی دانستند که کاسپ پالاتال مولر اول بالا روی کاسپ باکال مولر اول پایین قرار گیرد (۱۴). پس از اکسپانشن دستگاه‌های RME از دهان بیمار خارج و یک دستگاه ریتینر Hawley جهت جلوگیری از Relapse داده شد. از تمامی افراد تحت درمان در هر دو گروه دو عدد کلیشه سفالوگرام PA یکی قبل از شروع

جدول ۱- عرض حفرات بینی بر حسب زمان‌های بررسی و به تفکیک نوع دستگاه

p value	میانگین تغییرات	عرض حفرات بینی		دستگاه‌ها
		میزان اولیه برحسب میلی‌متر	میزان ثانویه برحسب میلی‌متر	
۰/۰۰۱	۲/۵۹±۱/۷۷	۳۱/۷±۱/۹۳	۲۹/۲±۱/۹۴	Hyrax (n=۱۴)
۰/۰۴۳	۱/۶±۰/۸۱	۲۹/۳۵±۲/۲۶	۲۷/۷۵±۲/۲۱	Haas (n=۱۶)
		p=۰/۰۳۸	p=۰/۳۵	نتیجه آزمون بین دو گروه

جدول ۲- عرض بین توبرزیتی‌ها بر حسب زمان‌های بررسی و به تفکیک نوع دستگاه

p value	میانگین تغییرات	عرض بین توبرزیتی		دستگاه‌ها
		میزان اولیه برحسب میلی‌متر	میزان ثانویه برحسب میلی‌متر	
۰/۰۰۱	۲/۵±۱/۱۷	۶۸/۰±۲/۱۲	۶۴/۶۵±۲/۵۸	Hyrax (n=۱۴)
۰/۰۳۹	۱/۶±۰/۸	۶۷/۸±۴/۲۵	۶۴/۸±۴/۳۷	Haas (n=۱۶)
		p=۰/۰۴۷	p=۰/۹۳	نتیجه آزمون بین دو گروه

## یافته‌ها

قبل به  $۲/۱۲ \pm ۶۸/۰$  میلی‌متر پس از اکسپانشن افزایش یافته است و این افزایش از نظر آماری معنی‌دار است ( $p=۰/۰۰۱$ ). در گروه Haas شاخص JL-JR افزایش معنی‌داری داشته و از  $۴/۳۷ \pm ۶۴/۸$  میلی‌متر قبل به  $۴/۲۵ \pm ۶۷/۸$  میلی‌متر بعد از اکسپانشن افزایش نشان می‌دهد ( $p=۰/۰۳۹$ ).

یافته‌ها نشان داد که اثر دستگاه Hyrax در افزایش ابعاد حفره‌های بینی در مقایسه با دستگاه Haas بیشتر و این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار است ( $p=۰/۰۳۸$ ) (جدول ۱).

هر دو دستگاه به تنهایی بر روی فاصله بین توبرزیتی (JL-JR) از قبل به بعد از درمان تغییرات آماری معنی‌داری نشان دادند و اختلاف آماری معنی‌داری در اندازه این شاخص در بین دو گروه مشاهده گردید ( $p=۰/۴۷$ )، یافته‌ها نشان داد که اثر دستگاه Hyrax بر روی فاصله بین توبرزیتی در مقایسه با دستگاه Haas بیشتر است (جدول ۲).

## بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این تحقیق نشان داد که استفاده از دستگاه‌های RME، Hyrax و Haas در درمان کراس بایت‌های خلفی موجب افزایش قابل توجهی در ابعاد حفره‌های بینی و فاصله بین توبرزیتی می‌گردند و این افزایش در گروه درمان شده توسط دستگاه Hyrax بیشتر از دستگاه Haas بود. یافته‌های این تحقیق مطابق با یافته‌های Hershey و همکاران (۹)، Dourk و همکاران (۱۶)، Basciftci و همکاران (۵)،

تحقیق بر روی سفالوگرام‌های PA قبل و بعد از درمان ۳۰ نفر که ۱۴ نفر (۸ دختر و ۶ پسر) با میانگین سنی  $۱۲ \pm ۲$  سال توسط دستگاه Hyrax و ۱۶ نفر (۹ دختر و ۷ پسر) با میانگین سنی  $۱۱ \pm ۱/۶$  سال به وسیله دستگاه Haas درمان شده بودند انجام گرفت. میانگین میزان اکسپانشن در هر دو گروه  $۲ \pm ۹$  میلی‌متر بود. میزان میانگین مدت اکسپانشن ۲۱ روز واز ۱۰ تا ۵۲ روز متفاوت بود. این تفاوت به دلیل عدم توانایی والدین در باز کردن پیچ بر اساس برنامه گفته شده، گم شدن کلید و یا عدم توجه به برنامه درمانی خود بود. ضریب همبستگی بین دو زمان اندازه‌گیری شده ۹۰ تا ۹۵٪ و از لحاظ آماری معنی‌دار بود.

عرض حفرات بینی (NC-CN) که به تفکیک دستگاه مورد استفاده در جدول ۱ ارائه گردیده است نشان می‌دهد، در گروه Hyrax از  $۱/۹۴ \pm ۲۹/۲$  میلی‌متر قبل از اکسپانشن به  $۱/۹۳ \pm ۳۱/۷$  میلی‌متر بعد از اکسپانشن افزایش یافته است که این میزان از نظر آماری معنی‌دار بود ( $p=۰/۰۰۱$ ). در گروه Haas نیز شاخص (NC-CN) از  $۲/۲۱ \pm ۲۷/۷۵$  میلی‌متر قبل از اکسپانشن به  $۲/۲۶ \pm ۲۹/۳۵$  میلی‌متر بعد از اکسپانشن افزایش یافته بود که این میزان نیز از نظر آماری معنی‌دار بود ( $p=۰/۰۴۳$ ) (جدول ۱).

فاصله بین توبرزیتی‌ها به تفکیک دستگاه در جدول ۲ ارائه گردیده است و نشان می‌دهد که در گروه Hyrax از  $۲/۵۸ \pm ۶۴/۶۵$  میلی‌متر

محل میدپالاتال سوچرنیز به سمت پایین حرکت می‌نمایند (۲۳). در نتیجه مجموعه حرکات ذکر شده در بالا باعث افزایش ابعاد حفرات بینی در بعد عرضی و عمودی می‌گردد.

اثر بیشتر دستگاه Hyrax بر روی ابعاد حفرات بینی نسبت به دستگاه Haas احتمالاً به دلیل Rigidity بیشتر این دستگاه Tooth-borne (Hyrax) نسبت به دستگاه Tissue-borne (Haas) می‌باشد. با افزایش Rigidity پیچ‌های اکسپاندر و همچنین سیم‌های لحیم شده به بندها، میزان گشتاور (moment) حاصله کاهش می‌یابد که این خود باعث کاهش نسبت گشتاور به نیرو (moment to force ratio) در مرکز مقاومت می‌گردد. این تغییر در نسبت، در ناحیه قدامی فک بالا باعث انتقال مرکز چرخش (center of rotation) به نقطه‌ای بالاتر گردیده و باعث کاهش میزان تیبینگ دندان‌های ساپورت کننده و افزایش اثر اسکلتال از یک طرف و از طرف دیگر انتقال مرکز چرخش به ناحیه خلفی تر می‌شود که این خود نیز میزان جدا شدن مید پالاتال سوچر را افزایش داده و در نتیجه میزان اثر دستگاه Hyrax در ابعاد حفره بینی را به دلیل Rigidity بیشتری که در مقایسه با دستگاه Haas دارد بیشتر خواهد کرد (۲۴). یافته‌های این تحقیق نشان داد که فاصله بین عرض حفرات بینی و توزیعی‌ها در هر دو دستگاه RME، Haas و Hyrax بعد از درمان افزایش قابل توجهی یافته ولی اثر دستگاه Hyrax بر افزایش ابعاد حفره بینی بیشتر از دستگاه Haas می‌باشد. بنابراین با توجه به ساخت آسان‌تر، بهداشتی‌تر بودن، حجم کمتر و از همه مهم‌تر داشتن اثر بیشتر بر افزایش ابعاد حفره بینی میتوان استفاده از اکسپاندر Hyrax را نسبت به دستگاه Haas، در درمان مبتلایان به کراس بایت خلفی بخصوص در افراد بامشکل تنفس دهانی، توصیه نمود.

Garib و همکاران (۱۷) بود. در مقابل Oliveria و همکاران (۱۲) در تحقیق خود گزارش نمودند که تفاوت معنی‌داری بین دستگاه‌های اکسپانشن Hyrax و Haas از نظر اثر بر روی ابعاد حفره بینی وجود ندارد. دلیل مغایرت یافته‌های Oliveria با تحقیق حاضر را می‌توان تعداد کم نمونه‌ها  $N=9$  Haas و  $N=10$  Hyrax و استفاده از t-test در محاسبات آماری در شرایطی که تعداد نمونه‌ها کم است که خود می‌تواند باعث عدم معنی‌دار شدن یافته‌ها گردد (۱۸)، محدوده سنی زیاد (۷/۳ تا ۱۴/۶ سال) و همچنین توزیع ناهمگن جنس بیماران به طوریکه در گروه Hyrax، ۹ دختر و ۱ پسر و در گروه Haas، ۵ پسر و ۴ دختر بیان نمود. Babakan و همکاران گزارش نمودند که اکسپانشن با دستگاه RME به همراه جراحی و بدون جراحی باعث افزایش معنی‌داری در ابعاد حفره بینی می‌گردد (۱۹). Chiari و همکاران بیان نمودند که همبستگی نسبتاً بالایی بین اندازه فضای حلقی بینی و nasal air flow وجود دارد (۲۰). Dourk به وسیله computed tomography و acoustic rhinometry گزارش نمود که دستگاه‌های RME باعث افزایش حجم بینی می‌گردند (۲۱).

بطور کلی اثر دستگاه‌های RME بر افزایش ابعاد حفره بینی را می‌توان چنین توجیه نمود. با توجه به بالا بودن میزان نیروهای وارده توسط دستگاه‌های RME (۱۰ تا ۲۰ پوند)، این نیروها در مدت زمان کوتاهی باعث جدا شدن استخوان‌های کام در ناحیه میدپالاتال سوچر گردیده که نحوه این جدا شدن در بعد عمودی به شکل مثلثی می‌باشد که قاعده آن در کف حفرات بینی و راس آن در ناحیه glabella (فرونتونازال سوچر) می‌باشد (۲۲). با باز شدن میدپالاتال سوچر و حرکت لاترال استخوان ماگزایلا دیواره لاترالی حفرات بینی همراه با conchae نیز به سمت لاترال حرکت می‌نمایند. همزمان استخوان تشکیل دهنده کف بینی (Palatine bone) و زوائد آزاد شده آن در

## منابع:

- 1- Chesters F, Andrew J. Non surgical rapid maxillary expansion in adults. Angle orthod 2000; 79: 129-144.
- 2- Omar G. Rme in the deciduous and mixed dentition evaluated through posteroanterior cephalometric analysis. Am j orthod 1995; 107: 267-275.
- 3- Haas A. Rapid expansion of the maxillary dental arch, nasal cavity by opening the midpalatal suture. Angle orthod 1961; 31: 73-90.
- 4- Davis W. Anatomic changes induced by splitting of the midpalatal suture. Angle orthod 1969; 39: 126-132.
- 5- Basciftci F, Multu k. Does the timing and method of rapid maxillary expansion have an effect on the changes in nasal dimension. Angle orthod 2002; 72: 118-123.
- 6- Wertz R. changes in nasal air flow incident to rapid maxillary expansion. Amj orthod 1967; 38: 1-11.
- 7- Donald W. The nasal airway following maxillary expansion. AmJ orthod 1987; 91: 111-116.
- 8- Cross D, Donald J. Effect of rapid maxillary expansion on skeletal and nasal structures. Post. Ant cephalometric study. EJ orthod 2000; 22: 519-528.

- 9- Hershey HG, Steward BL, Warren DW . Changes in nasal Airway resistance associated with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod* 1976; 69: 274-284.
- ۱۰- اخوان نیای سید اسفندیار - کراس بایتها عوارض و درمان آنها. چاپ اول. تهران. انتشارات دانشگاه تهران: ۱۳۷۵.
- ۱۱- لطفی غوغا، امینی فریبرز، "مقایسه اثر اسکلتال و دنتال اکسپنشن سریع Haas و Hyrax پایان نامه جهت اخذ درجه دکترای عمومی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی سال ۸۱-۸۰.
- 12- Oliveira N, Da Silveira A, Budi k, Grace V. Three dimensional assessments of morphologic changes of the maxilla .A comparison of 2 kinds of palatal expanders. *Am J Orthod* 2004 ; 126 :354-362.
- 13- Oliveira N, Silveira Da. Comparison of nasal effects of Haas versus Hyrax expansion. Hawaii convention center 2004: March 10-13 - top level search.
- 14- Sari Z, Uysal T, Usumez S, Basciftci FA. Rapid maxillary expansion (Is it better in the mixed or in the permanent dentition?). *Angle Orthod.* 2003;73:654-661.
- 15- Huertas D, Ghafari J. New posteroanterior cephalometric norms, A comparison with craniofacial measures of children treated with palatal expansion. *Angle orthod* 2001; 71: 285-292.
- 16- Doruk C, Bicakci AA, Basciftici FA , Babacan H. A comparison of the effects of rapid maxillary expansion and fan type rapid maxillary expansion on dentofacial structures. *Angle orthod* 2004; 74:184-194.
- 17- Garib DG, Henriques JF, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid Maxillary Expansion—Tooth Tissue-Borne Versus Tooth-Borne Expanders. A Computed Tomography Evaluation of Dentoskeletal Effects. *Angle Orthod* 2005;75:548-57.
- 18- Zar JH. Two-sample hypotheses. In: Zar JH, ed. *Biostatistical Analysis*. 3rd ed. New Jersey, NJ: Prentice Hall; 1996: 123-161.
- 19- Babacan H, Sokucu O, Doruk C, Ay S. Rapid Maxillary Expansion and Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion Effects on Nasal Volume. *Angle Orthod* 2006 ; 76: 66-71.
- 20- Chiari S, Romsdorfer P, Swoboda H, Bantleon HP, Freudenthaler J. Effects of rapid maxillary expansion on the airways and ears—a pilot study. *Eur J Orthod*, April 2009; 31: 135 - 141.
- 21- Doruk C, Sökücü O, Biçakçı AA, Yılmaz U, Taş F. A Comparison of nasal volume changes during rapid maxillary expansion using acoustic rhinometry and computed tomography. *Eur J Orthod* 2007; 29: 251 - 255.
- 22- Haas AJ .The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1965; 35: 200-217
- 23- Chung CH, Font B. Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical and transverse dimensions after rapid palatal expansion. *Amj orthod* 2004 ;126: 569-575
- 24- Braun S, Bottrel JA, Lee KG, Lunazzi JJ, Legan HL. The biomechanics of rapid maxillary sutural expansion. *Amj orthod* 2000; 118:257-61.