



## ORIGINAL RESEARCH PAPER

### CAMBIOS EN LA VÍA AÉREA SUPERIOR POSTERIOR A EXPANSIÓN RÁPIDA DEL MAXILAR EN NIÑOS DE 12 AÑOS

#### Orthodontics

**KEY WORDS:** RME, upper airway, three-dimensional analyses, orthopedics

**Toledo Pinto X\***

Profesor asistente, Especialidad Ortodoncia, Universidad de Chile, Santiago, Chile. \*Corresponding Author

**Roa Campusano  
Valentina**

Odontología práctica privada, Santiago, Chile.

#### ABSTRACT

Rapid maxillary expansion is often considered the treatment of choice for the correction of maxillary constriction. Several studies highlight the effect of rapid maxillary expansion in increasing nasal length and volume. The aim of this study is quantifying the volumetric changes of the upper airway, the maximum restricted area of the upper airway and the nostrils area, after the intervention of a rapid maxillary expansion using bimaxillary CBCT. A retrospective study was carried out, in which 14 patients of 12 year old with a diagnosis of unilateral or bilateral crossbite and skeletal maxillary constriction were selected. The treatment was carried out with a McNamara-type rapid expansion device and 8 mm of disjunction was planned. An initial bimaxillary CBCT was requested and another 15 days after treatment. Measurements were made at the maxillary level, upper airway and the maximum restricted area and the cross section of the nostril area, using 3D measuring softwares. It was obtained that, for every 1 mm of planned disjunction, 0.65 mm of maxillary disjunction is achieved, an upper airway gain of 0.7 cm<sup>3</sup>, the maximum restricted area gain of the upper airway of 9 mm<sup>2</sup> and a gain in the nostrils area of 7.4 mm<sup>2</sup> on average. In conclusion rapid maxillary expansion generates a significant increase in the volume of the upper airway and its narrower area.

#### INTRODUCCIÓN

La expansión rápida del maxilar (ERM), es muchas veces el tratamiento de preferencia para la corrección de compresiones maxilares. Angell (1) en 1860, fue el primero en introducir la ERM como tratamiento de alteraciones transversales del maxilar y desde entonces se ha convertido en el tratamiento de primera línea cuando las compresiones maxilares, mordidas cruzadas posteriores y discrepancias de arcos se presentan en pacientes en crecimiento.

Actualmente se ha estudiado la influencia que tiene la ERM en la ganancia de espacio para la vía aérea y la mejora en la función respiratoria (2). Aunque las fuerzas de la expansión van dirigidas primariamente a generar una apertura de la sutura palatina media, las suturas faciales adyacentes también se ven afectadas (3). Diversos estudios destacan el efecto de la ERM en el aumento de la longitud y volumen nasal (4,5).

Entre los exámenes actualmente utilizados para la valoración y visualización de los cambios en la vía aérea, la telerradiografía lateral es el examen más utilizado, sin embargo, se cuestiona su confiabilidad, ya que, permite una medición en dos dimensiones de una estructura tridimensional. En el campo de la ortodoncia, la introducción de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), ha logrado establecer mediciones tridimensionales satisfactorias y de precisión para valorizar y visualizar los cambios en la vía aérea superior tanto para el diagnóstico, como para la planificación de tratamiento (6). Además, es de utilidad posterior a la expansión del maxilar, considerándola como una estructura sólida, lo que permite realizar medidas volumétricas con un mínimo margen de error (7).

Los efectos de la ERM en el tamaño y volumen nasal se han investigado con diversos exámenes como radiografías laterales, posteroanteriores, y rinometría acústica. Sin embargo, los recientes avances en CBCT han hecho de esta tecnología el método preferido para la evaluación de la vía aérea, por la menor dosis de radiación en comparación a la tomografía axial computarizada, corto tiempo de exploración y precisión (8).

El objetivo de este estudio fue cuantificar los cambios volumétricos de vía aérea superior en cm<sup>3</sup>, los cambios del área más ampliamente restringida de la vía aérea superior en mm<sup>2</sup> y los cambios del área de entrada aérea (narinas) en

mm<sup>2</sup>, posterior a la intervención de una expansión rápida del maxilar ortopédica utilizando CBCT bimaxilar, en pacientes de 12 años con diagnóstico de mordida cruzada uni o bilateral y compresión maxilar esquelética.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo, en el cual se seleccionaron 14 pacientes entre 12 años 0 meses y 12 años 11 meses, 7 mujeres y 7 hombres, con presencia de mordida cruzada uni o bilateral y diagnóstico de compresión maxilar esquelética. En cada uno de los pacientes se solicitó un CBCT bimaxilar inicial (AVS0), para definir la necesidad de mm de disyunción y un CBCT bimaxilar a los 15 días post tratamiento (AVS1). Estos fueron obtenidos a partir de la base de datos del centro radiológico CIMEX.

La obtención del CBCT se realizó con el paciente en posición natural de cabeza y sin deglutiir. Se utilizó el equipo Kodak 9500 de CarestreamHealth<sup>®</sup>.

Para el tratamiento se utilizó un aparato de disyunción rápida tipo McNamara con tornillo Hyrax y se implementó un régimen de activación de 0.5 mm por día, eligiendo pacientes a los cuales se les había planificado un total de 8 mm de disyunción para el tratamiento. La activación estuvo a cargo del apoderado del paciente y se realizó control clínico cada 1 semana.

El análisis y registro de mediciones se realizó mediante software Nemostudio<sup>®</sup> versión 12.15.0, siguiendo los parámetros de medición de la Universidad de Pensilvania para el análisis de CBCT extrapolando los puntos de Ricketts Mx-Mx (8) para la determinación del ancho a nivel de la base esquelética maxilar (Fig. 1, A). La localización de los puntos a estudiar en el CBCT se realizó en el corte coronal y la medición en el corte axial. Se ejecutaron mediciones a nivel maxilar, vía aérea superior, su área más ampliamente restringida y la sección transversal del área de narinas.

En el maxilar se utilizó el punto yugal (Mx) derecho e izquierdo localizado en los extremos laterales del maxilar en la profundidad de la concavidad de los contornos laterales superiores del maxilar y el contrafuerte cigomático, trazando una línea que une ambos puntos derecho e izquierdo en una horizontal donde se ubica el centro de resistencia de los dientes maxilares (5) (Fig. 1, A y B).

La valoración del volumen total de la vía aérea superior en  $\text{cm}^3$  fue determinado por la configuración de un prisma delimitado por dos planos y dos paredes (9) (Fig.2):

1. Plano superior definido por los puntos ENP y AD2 (Punto en la pared faríngea posterior que pasa por el plano ENP-So). El plano ENP-So fue definido por Linder Aronson (4) para el estudio de la vía aérea.
2. Plano Inferior definido por una paralela al primer plano de referencia (ENP-AD2) que debe ser tangente a la epiglottis.
3. Pared anterior delimitada por el paladar blando, base de la lengua y pared anterior de la faringe.
4. Pared Posterior delimitada por la pared posterior de la faringe.

Una vez definido el prisma, se cuantificó el aire a partir de los valores en escala de grises expresado en unidades de Hounsfield (uH), en un rango de -966 a -552 uH, a partir del cual el Software Nemostudio<sup>®</sup> realizó la reconstrucción tridimensional de la vía aérea, sustrayendo los tejidos duros y blandos y calculó su extensión volumétrica en  $\text{cm}^3$ . La medición fue realizada por un solo operador calibrado para evitar sesgos de procesamiento (Fig.3).

Realizada la reconstrucción tridimensional de la vía aérea superior, el software determina el área de mayor estrechez expresada en  $\text{mm}^2$ . Esta superficie fue determinada debido a que diversos autores han enfatizado que el volumen total de la vía aérea no siempre está relacionado a las áreas de mayor estrechez y que son éstas las que regularmente originan los problemas ventilatorios. (Fig. 4)

Mediante el software Romexis<sup>®</sup>, se obtuvo la sección transversal de las narinas u orificios nasales en  $\text{mm}^2$ . Para esto, se debió posicionar las narinas en relación con la horizontal verdadera y se midió la sección transversal de ambas narinas, mediante el protocolo de Schriever (10) tomando en cuenta el primer corte axial donde la entrada del orificio nasal se puede visualizar completamente. (Fig.5)

Los aspectos éticos de este estudio fueron respetados se acuerdo a los criterios éticos de Ezequiel Emanuel (11), no existiendo conflictos de intereses o financiamiento para el desarrollo de este estudio y los datos han sido resguardando la identidad de los pacientes, mediante la codificación de su identidad. Los pacientes participaron voluntariamente del estudio a través de la utilización de consentimiento informado

## RESULTADOS

La demografía descriptiva de la muestra se expone en las Tablas I, II, III y IV. Del total de la muestra (n=14), 7 fueron de género femenino y 7 de género masculino, con un promedio de edad de 12 años 7 meses.

Para todo el grupo de estudio la disyunción planificada fue de 8 mm y la disyunción lograda fue de  $5.25 \pm 2.11$  mm en promedio. De los datos obtenidos se desprende que la mayor ganancia en mm posterior a la disyunción rápida maxilar (Mx-Mx) obtenida fue de 8.20 mm y la menor fue de 2.10 mm (Tabla I).

Respecto al análisis de la ganancia total de volumen de la vía aérea superior posterior a la expansión rápida del maxilar (VAS), se desprende que en promedio se obtuvo una ganancia de  $3.08 \pm 1.52 \text{ cm}^3$ . La mayor ganancia de VAS fue de  $4.86 \text{ cm}^3$  (P4) y la menor ganancia de VAS fue de  $0.20 \text{ cm}^3$  (P2) (Tabla II).

En el análisis de la ganancia total de  $\text{mm}^2$  en el área más ampliamente restringida de la vía aérea superior posterior a la expansión rápida del maxilar (AMR), se obtuvo en promedio una ganancia de  $37.12 \pm 30.45 \text{ mm}^2$ . La mayor ganancia de AMR fue de  $97.50 \text{ mm}^2$  (P11) y la menor ganancia

de AMR fue un  $3.78 \text{ mm}^2$  (P2) (Tabla III).

En cuanto a la ganancia total de  $\text{mm}^2$  en el área de narinas posterior a la expansión rápida del maxilar, se obtuvo en promedio una ganancia de  $30.79 \pm 18.62 \text{ mm}^2$ . La mayor ganancia fue de  $75 \text{ mm}^2$  (P4) y la menor ganancia fue de  $6 \text{ mm}^2$  (P5) (Tabla IV).

Se obtuvo que, por cada 1 mm de disyunción planificada, se logra  $0.66 \text{ mm}$  de disyunción maxilar lograda, una ganancia de vía aérea superior de  $0.7 \text{ cm}^3$ , una ganancia de área más estrecha de vía aérea superior de  $9 \text{ mm}^2$  y una ganancia en el área de narinas de  $7.4 \text{ mm}^2$  en promedio.

## DISCUSIÓN

Se ha demostrado que la expansión del maxilar al aumentar el espacio en el paladar podría producir una mejora en la postura lingual y por ende facilitar el aumento del espacio aéreo en la orofaringe, sin embargo, los hallazgos de los cambios originados en el volumen de la vía aérea superior por la expansión rápida del maxilar aun son controversiales en la literatura (6).

A partir de los resultados, se puede observar que un aumento proporcional de 1:0.65 en relación con la disyunción planificada y la disyunción lograda (Mx-Mx); generando un aumento en el volumen de la vía aérea con su área más estrecha, y consecuentemente en el área de las narinas.

Los hallazgos obtenidos concuerdan con lo expuesto por Niu y et al (2020), en una revisión sistemática, en donde plantean que la evidencia confirma el efecto de la expansión rápida de maxilar sobre el aumento del volumen de la cavidad nasal y la vía aérea superior (12).

Si bien, en la mayoría de los pacientes de este estudio se observó un aumento del espacio aéreo posterior a la disyunción rápida del maxilar, cabe destacar la discrepancia de las ganancias obtenidas, lo cual se puede atribuir a variantes anatómicas individuales de cada paciente o a una falta de adherencia al tratamiento por parte de los apoderados del paciente al no seguir las instrucciones en casa.

En este estudio todos los CBCT fueron obtenidos con el paciente sentado y en posición natural de cabeza para evitar sesgo, sin embargo, el momento respiratorio (inspiración, descanso, expiración) no fue un parámetro controlado. El tiempo de adquisición del CBCT del equipo utilizado es de 24 segundos, por lo que es altamente probable un cambio en el momento respiratorio. Lowe (6) reportó cambios en las dimensiones de la vía aérea de acuerdo con las fases respiratorias, por lo tanto, variaciones de este tipo que hubiesen ocurrido forman parte de las limitaciones de este estudio.

Los resultados de este estudio pretenden aportar información a los hallazgos ya descritos en la literatura, sin embargo, serían interesantes futuros estudios prospectivos controlados con un tamaño muestral mayor para la confirmación de estos hallazgos y evaluación de la estabilidad a largo plazo.

## EPIGRAFES DE FIGURAS Y TABLAS

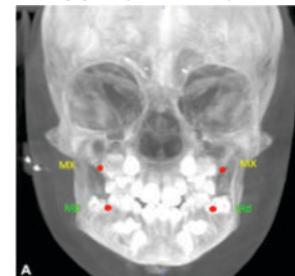




Figura 1

**Figura 1:** Imagen A: corte coronal. Ubicaciones de Mx -Mx, Imagen B: Corte axial. Trazado Mx - Mx a nivel de la furca de los primeros molares superiores.

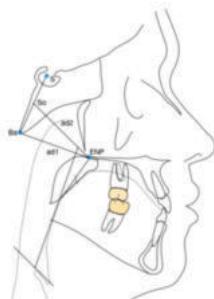
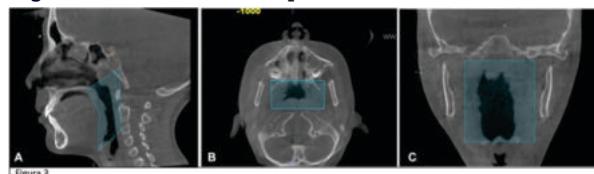
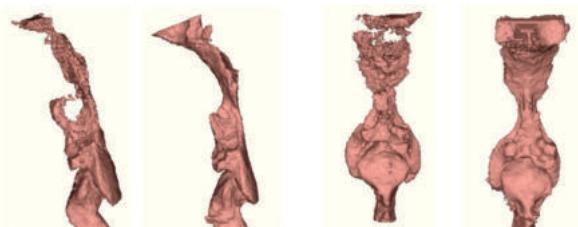


Figura 2

**Figura 2:** Determinación del prisma.



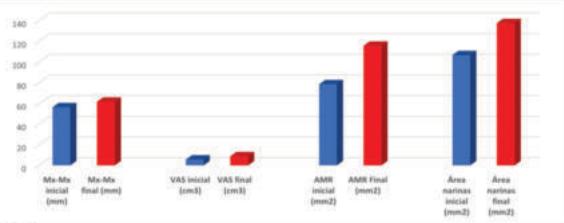
**Figura 3:** Delimitación prisma 3D, en vista Sagital (A), Axial (B) y Coronal (C).



**Figura 4:** Reconstrucción tridimensional de la vía aérea superior. Software Nemostudio®.



**Figura 5:** Delimitación de la sección transversal de ambas narinas en mm<sup>2</sup>.



**Figura 6:** Comparación entre medidas iniciales y finales de Mx-Mx, VAS, AMR y área de narinas.

**Tabla I:** Expresión de la ganancia total de milímetros en el maxilar posterior a una disyunción maxilar. P: pacientes. Mx-Mx: puntos yugales maxilares.

P	Disyunción planificada (mm)	Mx-Mx inicial (mm)	Mx-Mx final (mm)	Disyunción lograda Mx-Mx (mm)	Ganancia Mx-Mx (%)
P1	8.00	55.48	62.40	6.92	12.47%
P2	8.00	57.96	63.63	5.67	9.78%
P3	8.00	56.13	61.12	4.99	8.89%
P4	8.00	53.45	56.85	3.40	6.36%
P5	8.00	52.10	54.20	2.10	4.03%
P6	8.00	53.45	61.50	8.05	15.06%
P7	8.00	54.99	60.30	5.31	9.66%
P8	8.00	58.00	65.00	7.00	12.07%
P9	8.00	60.50	66.20	5.70	9.42%
P10	8.00	59.20	64.00	4.80	8.11%
P11	8.00	56.70	59.00	2.30	4.06%
P12	8.00	55.30	57.40	2.10	3.80%
P13	8.00	56.20	64.40	8.20	14.59%
P14	8.00	57.80	64.70	6.90	11.94%
Prom.	8.00	56.23 ± 2.34	61.48 ± 3.55	5.25 ± 2.11	9.30%

**Tabla II:** Expresión de la ganancia total de volumen en la vía aérea superior posterior a una disyunción rápida maxilar. P: pacientes. Mx-Mx: puntos yugales maxilares. Vía área superior:VAS

P	Disyunción lograda Mx-Mx (mm)	VAS inicial (cm³)	VAS final (cm³)	Ganancia volumen VAS (cm³)	Ganancia de VAS por cada mm de disyunción (cm³)	Ganancia de VAS por cada mm de disyunción (%)
P1	6.92	3.64	7.37	3.73	0.54	14.45%
P2	5.67	2.58	2.78	0.20	0.04	17.64%
P3	4.99	7.81	10.99	3.18	0.64	20.04%
P4	3.40	4.34	9.20	4.86	1.43	29.41%
P5	2.10	3.95	5.32	1.37	0.65	47.62%
P6	8.05	2.76	6.43	3.67	0.46	12.42%
P7	5.31	6.43	9.76	3.33	0.63	18.83%
P8	7.00	5.20	10.00	4.80	0.69	14.29%
P9	5.70	5.00	5.50	0.50	0.09	17.54%
P10	4.80	10.00	13.00	3.00	0.63	20.83%
P11	2.30	7.00	12.00	5.00	2.17	43.48%
P12	2.10	6.20	8.60	2.40	1.14	47.62%
P13	8.20	5.00	9.10	4.10	0.50	12.20%
P14	6.90	9.00	12.00	3.00	0.43	14.49%
Prom.	5.28 ± 2.11	5.64 ± 2.24	8.72 ± 2.94	3.08 ± 1.52	0.72 ± 0.55	23.63%

**Tabla III:** Expresión de la ganancia total de milímetros en el área mas estrecha de la vía aérea superior posterior a una disyunción rápida maxilar. P: pacientes. Mx-Mx: puntos yugales maxilares. AMR: área másivamente restringida de la vía aérea superior.

P	Disyunción lograda Mx-Mx (mm)	AMR inicial (mm²)	AMR Final (mm²)	Ganancia AMR (mm²)	Ganancia de AMR por cada mm de disyunción (mm²)	Ganancia de AMR por cada mm de disyunción (%)
P1	6.92	69.93	119.97	50.04	7.23	14.45%
P2	5.67	15.75	19.53	3.78	0.67	17.64%
P3	4.99	128.79	152.55	23.76	4.76	20.04%
P4	3.40	37.75	134.30	96.55	28.40	29.41%
P5	2.10	91.50	103.20	11.70	5.57	47.62%
P6	8.05	68.30	118.00	49.70	6.17	12.42%
P7	5.31	127.30	151.44	24.14	4.55	18.83%
P8	7.00	72.30	122.00	49.70	7.10	14.29%
P9	5.70	18.30	22.30	4.00	0.70	17.54%
P10	4.80	131.40	155.00	23.60	4.92	20.83%
P11	2.30	40.10	137.60	97.50	42.39	43.48%
P12	2.10	94.50	106.00	11.50	5.48	47.62%
P13	8.20	71.50	121.60	50.10	6.11	12.20%
P14	6.90	130.40	154.00	23.60	3.42	14.49%
Prom.	5.25 ± 2.11	78.42 ± 40.94	115.54 ± 43.67	37.12 ± 30.45	9.10 ± 11.64	23.63%

**Tabla IV:** Expresión de la ganancia total de milímetros en el área de narinas posterior a una disyunción rápida maxilar. Mx-Mx: puntos yugales maxilares.

P	Disyunción lograda Mx-Mx (mm)	Área narinas inicial (mm²)	Área narinas final (mm²)	Ganancia área narinas (mm²)	Ganancia área narinas por cada mm de disyunción (mm²)	Ganancia área narinas por cada mm de disyunción (%)
P1	6.92	93.00	116.00	23.00	3.32	14.45%
P2	5.67	165.00	196.00	31.00	5.47	17.64%
P3	4.99	152.00	174.00	22.00	4.41	20.04%
P4	3.40	66.00	141.00	75.00	22.06	29.41%
P5	2.10	97.00	103.00	6.00	2.86	47.62%
P6	8.05	89.00	114.00	25.00	3.11	12.42%
P7	5.31	69.00	95.00	26.00	4.90	18.83%
P8	7.00	99.00	122.00	23.00	3.29	14.29%
P9	5.70	171.00	216.00	45.00	7.89	17.54%
P10	4.80	141.00	162.00	21.00	4.38	20.83%
P11	2.30	72.00	130.00	58.00	25.22	43.48%
P12	2.10	103.00	123.00	20.00	9.52	47.62%
P13	8.20	95.00	107.00	12.00	1.46	12.20%
P14	6.90	81.00	125.00	44.00	6.38	14.49%
Prom.	5.25 ± 2.11	106.64 ± 35.64	137.43 ± 36.30	30.79 ± 18.62	7.45 ± 7.20	23.63%

**CONCLUSIONES**

1. La disyunción rápida maxilar, genera un aumento significativo en el volumen de la vía aérea superior y de su área mas estrecha a corto plazo.
2. Se sugiere diseñar y realizar estudios prospectivos para evaluar el funcionamiento respiratorio posterior a una disyunción maxilar y su utilidad en la prevención del desarrollo de apneas obstructivas.

**REFERENCIAS**

1. Angell EC. *Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth*. Dent Cosmos. 1860;1:541-4:599-600.
2. Cameron C, Franchi L, Baccetti T, McNamara J. *Long-term effects of rapid maxillary expansion: a posteroanterior cephalometric evaluation*. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2002;121:129-135.
3. Zeng J, Gao X. *A prospective CBCT study of upper airway changes after rapid maxillary expansion*. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2013;77:1805-10.
4. Izuka EN, Feres MF, Pignataro SS. *Immediate impact of rapid maxillary expansion on upper airway dimensions and on the quality of life of mouth breathers*. Dental Press J Orthod. 2015;20:43-49.
5. Bucci LM, Dalci O, Darendeliler MA, Papageorgiou SN, Papadopoulou AK. *Volumetric upper airway changes after rapid maxillary expansion: a systematic review and meta-analysis*. Eur J Orthod. 2017;39:463-473.
6. Di Carlo G, Saccucci M, Ierardo G, Luzzi V, Occarsi F, Zicari AM, et al. *Rapid Maxillary Expansion and Upper Airway Morphology: A Systematic Review on the Role of Cone Beam Computed Tomography*. Biomed Res Int. 2017;5460429.
7. Van Vlijmen O, Kuijpers M, Berge S, et al. *Evidence supporting the use of cone-beam computed tomography in orthodontics*. J Am Dent Assoc. 2012;143:241-252.
8. El H, Palomo JM. *Three-dimensional evaluation of upper airway following rapid maxillary expansion: a CBCT study*. Angle Orthod. 2014;84:265-73.
9. Tamburino RK, Boucher NS, Vanarsdall RL, Secchi A. *The Transverse Dimension: Diagnosis and Relevance to Functional Occlusion*. RWISO J. 2010;2(1):13-22.
10. Schriever VA, Hummel T, Lundström JN, et al. *Size of nostril opening as a measure of intranasal volume*. Physiol Behav. 2013;17:110-111:3-5
11. Emanuel E. *¿Qué hace que la investigación clínica sea ética? Siete requisitos éticos*. Programa Regional de Bioética OPS/OMS. 1999;33-46.
12. Niu X, Di Carlo G, Cornelis MA, Cattaneo PM. *Three-dimensional analyses of short-and long-term effects of rapid maxillary expansion on nasal cavity and upper airway: A systematic review and meta-analysis*. Orthod Craniofac Res. 2020;23 (3):250-276.