



Universidad de Sevilla
Facultad de Odontología

Trabajo Fin de Máster

**EVALUACIÓN TRIDIMENSIONAL
DE LA VÍA AÉREA SUPERIOR TRAS
TRATAMIENTO CON EXPANSIÓN
BIMAXILAR**

Departamento de Estomatología

Máster en odontología infantil

Curso académico 2022/2023

Alumna: Gema M^a Lozano Espejo

Tutora: Beatriz Solano Mendoza



CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE MÁSTER

Departamento de Estomatología

DRA. BEATRIZ SOLANO MENDOZA, PROFESORA SUSTITUTA INTERINA DE ODONTOPEDIATRÍA DEL DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA ADSCRITO A LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA, COMO DIRECTORA DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER OFICIAL DE ODONTOLOGÍA INFANTIL

CERTIFICA:

QUE EL PRESENTE TRABAJO TITULADO “EVALUACIÓN TRIDIMENSIONAL DE LA VÍA AÉREA SUPERIOR TRAS TRATAMIENTO CON EXPANSIÓN BIMAXILAR”

HA SIDO REALIZADO POR GEMA MARÍA LOZANO ESPEJO BAJO MI DIRECCIÓN Y CUMPLE A MI JUICIO, TODOS LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA SER PRESENTADO Y DEFENDIDO COMO TRABAJO DE FIN DE MÁSTER.

Y PARA QUE ASÍ CONSTE Y A LOS EFECTOS OPORTUNOS, FIRMO EL PRESENTE CERTIFICADO, EN SEVILLA A DÍA 25 DE MAYO DEL 2023.

D.ª

TUTORA



Facultad de Odontología



D/Dña. (Apellidos y Nombre)

...Gema.Mª.Lozano.Espejo.....

con DNI...14632650G..... alumno/a del Máster Oficial

...en Odontología Infantil.....

de la Facultad de Odontología (Universidad de Sevilla), autor/a del Trabajo Fin de Máster titulado:

“Evaluación tridimensional de la vía aérea superior tras tratamiento con expansión bimaxilar”

DECLARO:

Que el contenido de mi trabajo, presentado para su evaluación en el Curso ...2022/2023....., es original, de elaboración propia, y en su caso, la inclusión de fragmentos de obras ajenas de naturaleza escrita, sonora o audiovisual, así como de carácter plástico o fotográfico figurativo, de obras ya divulgadas, se han realizado a título de cita o para su análisis, comentario o juicio crítico, incorporando e indicando la fuente y el nombre del autor de la obra utilizada (Art. 32 de la Ley 2/2019 por la que se modifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, BOE núm. 53 de 2 de Marzo de 2019)

APERCIBIMIENTO:

Quedo advertido/a de que la inexactitud o falsedad de los datos aportados determinará la calificación de **NO APTO** y que **asumo las consecuencias legales** que pudieran derivarse de dicha actuación.

Sevilla...25....de...Mayo.....de 20.23...

(Firma del interesado)

Fdo.:

LOZANO
ESPEJO
GEMA
MARIA -
14632650G

Firmado digitalmente por
LOZANO ESPEJO
GEMA MARIA -
14632650G
Fecha: 2023.05.25
23:45:14 +02'00'

AGRADECIMIENTOS:

A mi tutora Beatriz Solano Mendoza, por su esfuerzo y tiempo. A mis padres, hermanos y amigos por apoyarme de manera incondicional y ayudarme en todo este camino.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	4
3. HIPÓTESIS DE ESTUDIO	4
Hipótesis nula.....	4
Hipótesis alternativa.....	4
4. OBJETIVOS	5
General	5
Específicos	5
5. MATERIAL Y MÉTODO	5
Registros radiográficos de CBCT y protocolo de escaneo	6
Preparación de la imagen y evaluación de la vía aérea (volumen)	6
Evaluación de los efectos transversales de la expansión dentoalveolar	8
Análisis estadístico	9
6. RESULTADOS	10
7. DISCUSIÓN	12
8. CONCLUSIONES	20
9. BIBLIOGRAFÍA	21

Abreviaturas:

- **SAOS:** Síndrome de apnea obstructiva del sueño
- **QH:** Quad Helix
- **BH:** Bi Helix
- **TC:** Tomografía computacional
- **CBCT:** Tomografía computarizada de haz cónico
- **HU:** Unidades Hounsfield
- **DICOM:** Imágenes digitales y comunicaciones en medicina
- **RME:** Expansión maxilar rápida
- **SME:** Expansión maxilar lenta
- **MCP:** Mordida cruzada posterior
- **MCA:** Área mínima de la sección transversal
- **AIM:** Anchura intermolar

Resumen

Objetivo: La obstrucción de la vía respiratoria superior y el SAOS durante la infancia conducen a un importante deterioro físico y neuropsicomotor del niño. La expansión maxilar es un procedimiento común de ortodoncia para tratar deficiencias transversales, que pueden ser de origen dentoalveolar o esquelético. Además, un beneficio concomitante y atribuible a este procedimiento es la mejora del volumen nasal que facilita la respiración nasal. Sin embargo, el efecto de la expansión maxilar en las dimensiones de la vía aérea superior es todavía una cuestión debatida. El objetivo de este estudio consiste en evaluar la repercusión del tratamiento ortodóncico temprano mediante expansión bimaxilar, en la vía aérea superior, centrándonos en el uso de quad-helix (QH) más bi-helix (BH) y realizando una medición volumétrica de la vía aérea superior antes y después del tratamiento, a partir de los datos obtenidos mediante CBCT.

Material y método: este análisis observacional retrospectivo incluyó una muestra de exploraciones de CBCT de 16 niños sanos, 10 niñas y 6 niños, de entre 7-11 años, obtenidas antes y después del tratamiento de ortodoncia. La muestra final estuvo compuesta por pacientes con compresión maxilar transversa que usaron quad-helix y bi-helix como aparatos de primera fase en el tratamiento de ortodoncia. Se midieron el volumen y el ancho intermolar (AIM) antes y después del tratamiento.

Resultados: no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre ambos momentos (T0-T1) ($t=-0,001$; $p=0,999$), teniendo una media de volumen de la vía aérea superior similar después del uso de los aparatos (media=14,018; dt=4,064) y al principio del estudio (media=14,019; dt=3,273) para el grupo completo de pacientes. El *valor de p* > 0,005 significa que la hipótesis nula es cierta e indica que el resultado no tiene importancia clínica. Para la AIM si hubo una diferencia estadísticamente significativa entre ambos momentos en el maxilar ($t=10,217$; $p<0.001$) y en la mandíbula ($t=7,134$; $p<0.001$) teniendo un ancho intermolar significativamente mayor después del estudio en maxilar (media=42,153; dt=2,513) y mandíbula (media=37,703; dt=2,391) que al principio del estudio en maxilar (media=39,133; dt=2,656) y en mandíbula (media=35,477; dt=2,636).

Conclusión: la expansión bimaxilar con QH+BH no mejora el volumen de la vía aérea superior. Hay que realizar futuros estudios insistiendo en la importancia de una correcta instrucción al paciente en el momento de la adquisición de imágenes CBCT y teniendo en cuenta el factor de crecimiento propio de la edad para determinar realmente la relevancia clínica de estos procedimientos sobre la vía respiratoria en niños.

Abstract

Objective: Upper airway obstruction and OSAS during infancy lead to significant physical and neuropsychomotor impairment of the child. Maxillary expansion is a common orthodontic procedure to treat transverse deficiencies, which may be of dentoalveolar or skeletal origin. In addition, a concomitant and attributable benefit of this procedure is the improvement of nasal volume that facilitates nasal breathing. However, the effect of maxillary expansion on upper airway dimensions is still a matter of debate. The aim of this study is to evaluate the impact of early orthodontic treatment with bimaxillary expansion on the upper airway, focusing on the use of quad-helix (QH) plus bi-helix (BH) and performing a volumetric measurement of the upper airway before and after treatment, based on CBCT data.

Methods: This retrospective observational analysis included a sample of CBCT scans of 16 healthy children, 10 girls and 6 boys, aged 7-11 years, obtained before and after orthodontic treatment. The final sample consisted of patients with transverse maxillary compression who used quad-helix and bi-helix as first-stage appliances in orthodontic treatment. Volume and intermolar width (IW) were measured before and after treatment.

Results: No statistically significant difference was found between the two time points (T0-T1) ($t=-0.001$; $p=0.999$), with a similar mean upper airway volume after appliance use (mean=14.018; dt=4.064) and at the beginning of the study (mean=14.019; dt=3.273) for the whole group of patients. The value of $p>0.005$ means that the null hypothesis is true and indicates that the result has no clinical significance. For the AIM there was a statistically significant difference between both moments in the maxilla ($t=10.217$; $p<0.001$) and in the mandible ($t=7.134$; $p<0.001$). 001) having a significantly greater intermolar width after the study in maxilla (mean=42.153; dt=2.513) and mandible (mean=37.703; dt=2.391) than at the beginning of the study in maxilla (mean=39.133; dt=2.656) and mandible (mean=35.477; dt=2.636).

Conclusion: Bimaxillary expansion with QH+BH does not improve upper airway volume. Future studies should insist on the importance of correct patient instruction at the time of CBCT image acquisition and taking into account the age-specific growth factor to really determine the clinical relevance of these procedures on the airway in children.

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación de la vía aérea y sus interacciones con el crecimiento y desarrollo craneofacial, son materia de interés en otorrinolaringología, fonoaudiología, pediatría y odontología (1); ya que la obstrucción de las vías respiratorias superiores es un problema frecuente y potencialmente grave.

La respiración tiene por objeto permitir un intercambio de gases entre la sangre venosa y el aire atmosférico. La función respiratoria tiene como órgano esencial los pulmones, situados en las partes laterales del tórax, a cada lado del corazón y de los grandes vasos. Para llegar a los pulmones, el aire atmosférico sigue un largo trayecto, la vía aérea, que comprende en su origen, las fosas nasales y accesoriamente la boca, y luego está formado sucesivamente por la faringe, la laringe, la tráquea y los bronquios. La vía aérea superior está constituida por las fosas nasales y la faringe (nasofaringe, orofaringe e hipofaringe), estando por tanto relacionada con la cavidad oral (1). La respiración, además de ser una función constante e indispensable para la vida, también condiciona el desarrollo del sistema estomatognático. Sin embargo, la fisiología de la respiración muchas veces se ve afectada por distintas causas, provocando que el ciclo respiratorio no sólo se inicie por la nariz, sino también por la boca. Lo que se denomina respiración oral (2).

El manejo de las vías respiratorias es fundamental en la población pediátrica, ya que los problemas de las vías respiratorias se observan con frecuencia en los departamentos de emergencias pediátricas y generales. La dificultad respiratoria es la cuarta queja principal más común en los niños que acuden al servicio de urgencias.

Las obstrucciones en la vía aérea superior dificultan la respiración nasal, que se tiene que ver compensada mediante respiración oral. Sus principales causas en los niños son: la rinitis alérgica, la hipertrofia de las adenoides, el agrandamiento de las amígdalas palatinas y la desviación obstructiva del tabique nasal (3).

La respiración bucal introduce aire frío, seco y cargado de polvo a la boca y la faringe; se pierde el calentamiento, la humidificación y la filtración del aire que normalmente tienen lugar en la nariz. Esto causa irritación de la mucosa bucal y faríngea y la cantidad de oxígeno que pasa a la sangre es insuficiente. Los senos maxilares muestran escaso crecimiento, a largo plazo se alteran el macizo nasomaxilar, los labios se separan, la mandíbula desciende y la lengua, que normalmente debe estar sobre el paladar, también desciende acompañando a la mandíbula y pierde contacto con el maxilar (4).

Existe una patología, el síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS) en niños, que consiste en la aparición de episodios repetidos de obstrucción parcial prolongada u obstrucción completa intermitente de la vía respiratoria superior durante el sueño, que alteran la ventilación normal durante el mismo y el patrón de sueño normal. Las manifestaciones clínicas del SAOS en la infancia incluyen los ronquidos nocturnos, que constituyen la manifestación más frecuente del SAOS infantil, la agitación durante el sueño con despertares frecuentes o sin ellos, la enuresis nocturna, la respiración bucal crónica, la hiperactividad y el déficit de atención. La causa de base en los niños más común es el agrandamiento de las adenoides y las amígdalas (5).

Otro motivo de consulta, de los más frecuentes en ortodoncia, es el llamado

síndrome de cara larga o facies adenoidea que está muy asociado a la respiración oral infantil y que por su especial relevancia en nuestro campo describiremos con más detalle.

La obstrucción de la vía aérea superior generalmente altera la respiración fisiológica, las presiones ocasionadas por el flujo de aire y las ejercidas por músculos tan activos como la lengua, lo que va a tener un impacto significativo en el desarrollo de las estructuras craneofaciales provocando deficiencias en el crecimiento transversal maxilar, así como también favoreciendo un crecimiento rotacional posterior de la mandíbula. Existe una clara interacción entre la función y la forma de estas estructuras que se condicionan mutuamente. (2). Estas anomalías requieren una detección precoz.

Hay diferentes teorías del crecimiento craneofacial, siendo la de las matrices funcionales, de Melvin Moss (1969), la que mejor ejemplifica la teoría genético-ambiental. Esta defiende que los factores ambientales son los que determinan el crecimiento sin olvidar la predeterminación genética y el papel que desempeña el tipo facial. El concepto de matriz funcional establece que el crecimiento del hueso responde a una relación funcional determinada por los tejidos blandos que actúan en asociación con él. Es necesario conocer que el crecimiento óseo no es un evento aislado, sino que constituye una parte de un todo. Así, el hueso crece, pero quien guía el crecimiento del mismo son las fuerzas ejercidas por las partes blandas en su interacción con el desarrollo óseo. Ningún componente craneofacial se desarrolla de forma autónoma. De esta forma, el principal determinante del crecimiento maxilar y mandibular es el aumento de las cavidades nasal y oral en respuesta a las necesidades funcionales (6).

La asociación entre la respiración oral y las maloclusiones dentales ha sido reportada previamente (3), de modo que este tipo de respiración patológica es un factor etiológico de anomalías faciales, esqueléticas y dentarias, entre las que destaca por su frecuencia y repercusión, la denominada facies adenoidea o síndrome de cara larga. Son niños con respiración bucal, insuficiencia ventilatoria nasal e hipertrofia adenoidea (7). Lo cual condiciona los rasgos típicos de la facies adenoidea: cara estrecha y larga, boca entreabierta en estado relajado, nariz pequeña y respingona con narinas pequeñas, poco desarrolladas y orientadas hacia el frente, labio superior corto e incompetente junto con un labio inferior grueso y evertido, mejillas flácidas y aparición de ojeras. No siempre están presentes todos estos signos y a menudo se ven respiradores orales en los que faltan la mayoría de ellos (7).

En relación a las anomalías dento-esqueléticas propias de este síndrome, Ricketts las describió como un cuadro específico de maloclusión, que denominó “síndrome de obstrucción respiratoria” y que presenta las siguientes características (7)(3):

1. Déficit de desarrollo transversal del maxilar superior que se traduce en mordida cruzada posterior, uni o bilateral.
2. Mordida abierta anterior debido al aumento de la altura facial inferior.
3. Depresión mandibular que radiográficamente se manifiesta por una rotación posterior y aumento de la hiperdivergencia.
4. Posición baja de la lengua, con avance anterior e interposición de la lengua entre los incisivos.
5. Presencia de hábitos secundarios (deglución atípica, interposición labial) que agravan la posición de los incisivos.

6. Posición más enderezada de la cabeza
7. Resalte aumentado
8. Maloclusión de clase II.

En el estudio realizado por Alves M. et al., evalúan el espacio de la vía aérea faríngea en relación a diferentes patrones esqueléticos y concluyen que anomalías de las vías respiratorias durante el desarrollo pueden influir en el crecimiento dentofacial normal alterando el patrón esquelético (braqui, meso o dolicofacial) del individuo (8).

Así, la alteración de las estructuras esqueléticas causada por la respiración oral dificulta la respiración nasal al reducir el espacio dinámico respiratorio y por tanto potencia dicha respiración anómala (9). Por otro lado, existen procedimientos de ortodoncia y ortopedia que además de conseguir mejoras en la dentición y oclusión, pueden regularizar el flujo nasal, invirtiendo el patrón respiratorio, oral por nasal, disminuyendo las infecciones respiratorias: reducción del 40% de flora patógena, descendiendo la sintomatología alérgica e incluso mejorando algunos trastornos respiratorios del sueño (10).

Hoy en día, los ortodoncistas juegan un papel importante en el tratamiento de los ronquidos, el SAOS y la respiración oral, pudiendo mejorar mucho la calidad de vida del paciente. A pesar de la existencia de una amplia literatura, la respiración oral aún permanece poco explorada en términos de diagnóstico, tratamiento y alivio final del hábito. Se ha observado comúnmente que el hábito persiste incluso después de la eliminación exitosa de causas obstructivas como adenoides y amígdalas agrandadas. Esta persistencia del hábito se ha atribuido a la deficiencia transversa del maxilar, que causa una alteración en la morfología de las vías respiratorias superiores. Los investigadores han establecido una correlación entre la respiración por la boca y la constricción maxilar, siendo cada uno causa y consecuencia de que el otro forme un círculo vicioso (11). El tratamiento temprano de ortodoncia con expansión rápida maxilar en los niños reduce los síntomas del SAOS, mejora la resistencia nasal y consigue transformar la respiración patológica oral por nasal, con una excelente tolerabilidad del tratamiento. Esta técnica consiste en realizar una disyunción, es decir, aplicar fuerza ortopédica sobre la sutura palatina media y provocar su apertura (9). Esta área está compuesta principalmente de hueso compacto lateralmente y tejido fibroso con fibras de colágeno, fibroblastos y vasos sanguíneos centralmente. La expansión rápida maxilar ensancha el hueso maxilar por distracción osteogénica. La distracción ósea a nivel de la sutura ensancha el maxilar, aumentando la sección transversal, así como el espacio volumétrico de la cavidad nasal (12).

La sutura media palatina es un sitio con gran potencial de crecimiento en el maxilar superior, no solamente en edades tempranas, sino aún durante todo el tiempo de desarrollo de la dentición permanente. El crecimiento de esta sutura en sentido transversal continúa hasta la edad de 16 años en niñas y 18 en niños. Es por ello que la disyunción se realiza en pacientes de 5 a 15 años casi en un éxito del 100% (13).

Son varias las técnicas que pueden emplearse para el aumento del perímetro de arcada mandibular y maxilar, en función de donde se encuentre el problema a tratar, dependiendo si es a nivel óseo o dentario, teniendo ambos como objetivo corregir el problema transversal (maxilar o mandibular) o resolver el apiñamiento dental.

El objetivo de esta investigación consiste en evaluar la repercusión del tratamiento ortodóncico temprano mediante expansión bimaxilar, en la vía aérea superior, centrándonos en el uso de quad-helix más bi-helix y realizando una medición volumétrica de la vía aérea superior antes y después del tratamiento, a partir de los datos obtenidos mediante CBCT. Por tanto, el estudio se realizará en pacientes con problema transversal a nivel dentoalveolar.

Desde que fue desarrollada en 1990, la tomografía computarizada de haz cónico ha sido una tecnología muy difundida en el diagnóstico del área maxilofacial, ya que proporciona una representación de las estructuras en tres dimensiones a bajo costo y con una dosis de radiación efectiva mucho menor comparada con la tomografía computacional. Aunque la CBCT es inferior a la tomografía computacional (TC) en la discriminación de los tejidos blandos, define los límites entre estos y los espacios vacíos con gran resolución espacial (1). Además, diversos estudios han demostrado que es confiable y precisa en la evaluación de la vía aérea superior (14)(15).

2. JUSTIFICACIÓN

Existen numerosos estudios que relacionan la vía aérea superior con el crecimiento y desarrollo craneofacial. La ortodoncia y la ortopedia están familiarizadas con la mejora potencial de la respiración fisiológica que ayuda a mejorar la calidad de vida del paciente. La existencia de esta relación es para nosotros de gran interés práctico a la hora de realizar diagnósticos y tratamientos multidisciplinarios y es por ello que consideramos importante seguir realizando más estudios que cuantifiquen la realidad de esta mejora.

La expansión maxilar efectiva en la dimensión de las vías respiratorias superiores es todavía un tema debatido debido a la variedad de resultados. Evidenciar de forma cuantificable las diferencias cefalométricas de la vía aérea superior puede ser difícil. Sin embargo, sus alteraciones deben ser evaluadas y para ello contamos con diferentes métodos: radiografías laterales de cráneo en 2D y CBCT. Consideramos el análisis 3D un método de vanguardia, por lo que lo elegimos como método diagnóstico para realizar la evaluación de la vía aérea superior en nuestro estudio tras realizar el tratamiento ortodóncico.

3. HIPÓTESIS DE ESTUDIO

Hipótesis nula

El uso conjunto del aparato quad-helix más bi-helix para el tratamiento de la compresión bimaxilar no producirá un aumento en el volumen de la vía aérea superior mayor del que cabría esperar por el crecimiento en niños en dentición mixta primera y segunda fase.

Hipótesis alternativa

El uso conjunto del aparato quad-helix más bi-helix para el tratamiento de la compresión bimaxilar producirá un aumento en el volumen de la vía aérea superior mayor del que cabría esperar por el crecimiento en niños en dentición mixta primera y segunda fase.

4. OBJETIVOS

General

Determinar y comparar los cambios dentarios y de volumen de la vía aérea superior tras la expansión dentoalveolar con quad-helix más bi-helix en pacientes sanos con compresión maxilar en dentición mixta primera y segunda fase.

Específicos

1. Evaluar el volumen de la vía aérea superior en pacientes con compresión bimaxilar antes de iniciar el tratamiento y tras su finalización con mediciones fiables a partir de CBCT.
2. Asociar los cambios dentarios antes y después del tratamiento.
3. Comparar los resultados de nuestro estudio con otras técnicas de expansión palatina.

5. MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó un análisis observacional analítico retrospectivo de una muestra de exploraciones de CBCT de 16 niños sanos, 10 niñas y 6 niños, de entre 7-11 años (edad media de $8,86 \pm 1,28$), obtenidas antes y después del tratamiento de ortodoncia. La muestra final estuvo compuesta por pacientes con compresión maxilar transversa que usaron quad-helix y bi-helix como aparatos de primera fase en el tratamiento de ortodoncia. En algunos casos estos aparatos se combinaron con aparatología fija multibrackets en la zona de incisivos para su alineamiento.

Para ser seleccionados los pacientes debían cumplir los siguientes *criterios de inclusión*:

- Niños de ambos sexos.
- Edad comprendida entre 6 a 11 años, ambos inclusive.
- Primeros molares superiores e inferiores erupcionados.
- Compresión maxilar y/o mordida cruzada de origen dentoalveolar.
- Sin asimetrías faciales clínicamente evidentes.
- Sin cirugía previa en cabeza y cuello.
- Registros radiográficos de CBCT antes y después de la primera fase del tratamiento de ortodoncia.

Los *criterios de exclusión* fueron:

- Pacientes con alguna alteración neurológica o congénita, síndromes genéticos, malformaciones craneofaciales, enfermedades sistémicas graves, alergias respiratorias, Síndrome de Apnea Obstructiva del Sueño (SAOS) o asma.
- Pacientes intervenidos con algún tipo de cirugía en la vía aérea superior.
- Pacientes que hubiesen sido sometidos a procedimientos ortodóncicos u ortopédicos previos o en el momento de la evaluación.
- Pacientes con compresión maxilar y/o mordida cruzada de origen esquelético con necesidad de expansión mediante disyunción.

Registros radiográficos de CBCT y protocolo de escaneo

Los registros radiográficos fueron recogidos de un centro odontológico localizado en Sevilla: COINSOL CLINIC, que empleó el escáner radiográfico i-CAT® de Kavo modelo 1723 flat panel, estableciendo los siguientes parámetros y calibración.

Se establecieron parámetros determinados para la toma de los CBCTs en los dos momentos T1 y T2 (CbctT1 y Cbct2, respectivamente) que fueron los siguientes: 37mA; 120 kV; y 26 segundos de tiempo de escaneado, con un tamaño del voxel de 0.2 mm y un campo de visión de 10x14 cm FOV (cervicales incluidas). Los parámetros fueron seleccionados siguiendo el principio de ALARA con el objetivo de emplear la menor radiación posible con una afectación mínima de la calidad de la imagen. Para su realización el paciente se dispuso sentado, con la cabeza en posición natural orientando el plano de Frankfurt paralelo al suelo, apoyando el mentón evitando cualquier movimiento de la cabeza durante la toma de la radiografía. Los datos de cada paciente fueron reconstruidos con un grosor de corte de 0,5 mm.

Preparación de la imagen y evaluación de la vía aérea (volumen)

Los datos DICOM (Imágenes digitales y comunicaciones en medicina) se procesaron utilizando un software de terceros (NemoStudio, NemoFab versión 2022).

Antes de emplear CBCT para evaluar cuantitativamente las vías respiratorias, es crucial que establezcamos su confiabilidad como herramienta de medición. Si bien los programas de software contemporáneos ofrecen una evaluación cuantitativa semiautomática de las vías respiratorias, el examinador debe procesar inicialmente el archivo DICOM a través de varios pasos, incluida la orientación de la imagen y la selección del umbral de sensibilidad antes de realizar las mediciones. Estos pasos tienen el potencial de introducir un nivel de subjetividad y afectar negativamente la confiabilidad del análisis de las vías respiratorias. El valor de sensibilidad umbral es importante para que el software discrimine el tejido blando del espacio aéreo, de modo que el software pueda rellenar completamente el espacio de las vías respiratorias, sin llenarlo demasiado o por debajo de lo normal.

Antes de la evaluación de las vías respiratorias, se evaluaron preliminarmente las bases de datos CBCT para determinar el valor de umbral más adecuado para el análisis de las vías respiratorias superiores en este estudio. Tras realizar varias pruebas con diferentes valores de umbral, el valor de umbral fijado automáticamente representaba adecuadamente la vía aérea superior, en función de los valores de la escala de grises, por lo que no se modificó manualmente.

Posteriormente, todos los conjuntos de datos CBCT fueron evaluados por separado por un investigador de este estudio (GMLE), dividiendo a los participantes en inicio del tratamiento (T0) y final del tratamiento (T1). Además, una muestra aleatoria de 15 pacientes fue reevaluada por separado por el investigador una semana después de la primera evaluación con el objetivo de establecer el error intra-observador. Se utilizaron hojas de cálculo separadas para registrar la primera y la segunda medición con el fin de evitar el sesgo de análisis de los primeros resultados. La vía aérea se evaluó de acuerdo con el siguiente protocolo:

Primero se reorientó el escaneo en tres planos:

- **Vista coronal:** de modo que el plano horizontal sea paralelo y tangente al nivel más inferior del suelo nasal al nivel del primer molar donde se visualiza la longitud total de la raíz palatina y la corona.
- **Plano sagital:** de modo que el plano horizontal una la espina nasal anterior con la espina nasal posterior.
- **Plano axial:** se toma como referencia la sutura palatina media de modo que la línea que une la espina nasal anterior con la espina nasal posterior quede en la misma vertical.

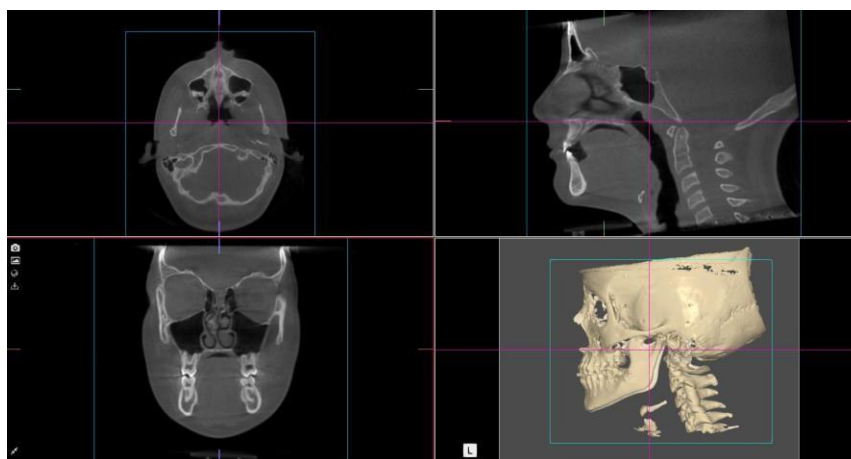


Fig. 1. Cortes de reconstrucción coronal, sagital y axial después de la orientación de la cabeza.

Después, los márgenes se delinearón en el plano sagital medio. El plano sagital medio se identificó como el corte sagital que incluía la espina nasal anterior y el canal incisivo y se confirmó visualmente usando la imagen renderizada de volumen tridimensional.

El **proceso de segmentación** de las vías respiratorias se sistematizó de la siguiente manera: primero el investigador delimitó los límites de la vía aérea superior desde la nasofaringe hasta la hipofaringe dibujando un prisma. Después, se colocó un marcador virtual para la definición de la región de interés, denominado en el software "punto semilla", en la región de las vías respiratorias inmediatamente anterior a C2ia (la región más inferior-anterior. El software calculó el volumen total de las vías respiratorias (cm^3) y el área transversal total (mm^2) automáticamente. Los límites anatómicos fueron establecidos por el autor según la experiencia clínica y trabajos previos. Los límites técnicos se determinaron con el objetivo de definir límites reproducibles basados en puntos de referencia cefalométricos anatómicos confiables que sean fácilmente identificables en los estudios CBCT. Luego se evaluaron la vista coronal y transversal para garantizar que el valor umbral definido fuera correcto y que no hubiera extensión de la segmentación de las vías respiratorias hacia los tejidos blandos. La Tabla 1 detalla los límites anatómicos y técnicos de la región de la vía aérea superior. La figura 2 ejemplifica la evaluación tridimensional de dicha área.

Tabla 1***Límites anatómicos y técnicos de la vía aérea superior***

Región	Límites	Anatómico	Técnico
Vía aérea total	Anterior	Contorno de tejido blando de la pared faríngea	Línea que se extiende desde la raíz del clivus hasta la ENP y hasta la base de la epiglotis y entrada al esófago a nivel de C4ai
	Posterior	Contorno de tejido blando de la pared faríngea	Línea que se extiende desde la raíz del clivus hasta C2sp hasta la base de la epiglotis a nivel de C4ai
	Superior	Contorno de tejido blando de la pared faríngea	Raíz del clivus
	Más bajo	Plano paralelo a FH que conecta la base de la epiglotis con la entrada al esófago	Plano paralelo a FH que conecta la base de la epiglotis con C4ai.

FH: horizontal de Frankfurt; ENP: espina nasal posterior; C2sp: extremo superior-posterior de la apófisis odontoides de C2; C4ai: punto más anterior-inferior del cuerpo de C4.

**Fig. 2. Evaluación de la vía aérea superior.*****Evaluación de los efectos transversales de la expansión dentoalveolar***

La duración de la fase de expansión dependía del grado de compresión maxilar. La duración media del tratamiento de ortodoncia de primera fase fue de $1,25 \pm 0,26$ años.

Para poder cuantificar la expansión realizada en cada individuo, se procedió al cálculo del ancho del arco tanto maxilar como mandibular en ambos tiempos (T0 y T1) del tratamiento. La expansión dentoalveolar se calculó mediante el análisis radiográfico del *ancho intermolar* (AIM) de acuerdo con el método propuesto por Ngan et al. 2018 (16) (Fig. 3). La AIM se define como la distancia horizontal entre la punta de la cúspide palatina del primer molar derecho e izquierdo. Es evaluada en un corte transversal en el plano coronal, a nivel de la furca en la mitad del primer molar.

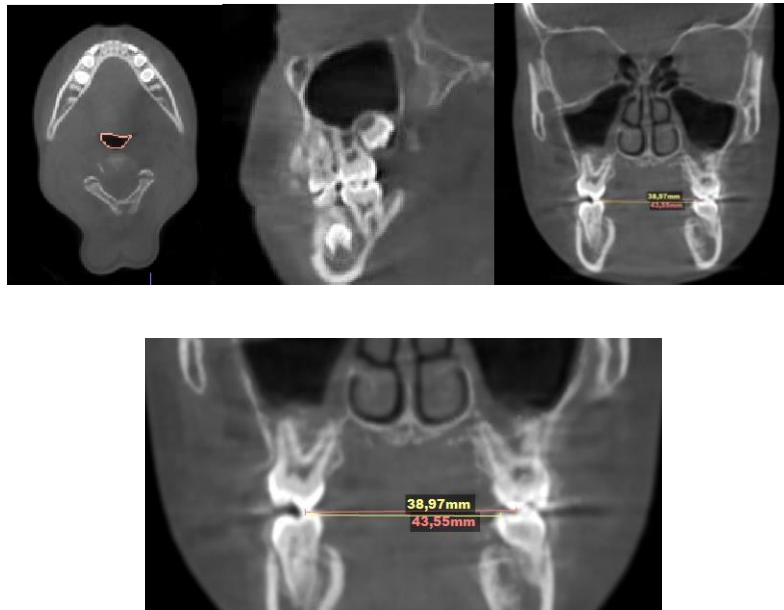


Fig. 3. Medición de la anchura intermolar. Orientación y detección de la furca en la mitad del primer molar.

Análisis estadístico

Todas las mediciones se registraron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel (Microsoft, Redmond, WA, EE. UU.) y se analizaron con el software estadístico SPSS (IBM SPSS Statistics) considerándose *valores de p* inferiores a 0,05 estadísticamente significativos.

Para el cálculo del error intra-observador, se utilizó el *Índice Kappa de Cohen* para determinar el grado de concordancia entre dos mediciones diferentes en dos momentos diferentes.

Para analizar las variables cualitativas de género y aparato se utilizaron las tablas de frecuencias y porcentajes. Para analizar las variables cuantitativas, de edad, tiempo, volumen y anchura intermolar como medida de tendencia central se utilizó la media y medida de variabilidad la desviación típica

Previa a la utilización de las pruebas, se comprobó la normalidad en los grupos mediante la prueba de Shapiro-Will.

Para contrastar la diferencia entre los dos momentos de medida del volumen y de la anchura intermolar en el total del grupo, se utilizó la prueba de la t de Student para dos muestras relacionadas si se cumplía la normalidad de los datos, y en su defecto la prueba no paramétrica de Wilcoxon.

En el caso de utilización de pruebas paramétricas las gráficas utilizadas fueron las barras de error.

6. RESULTADOS

Cálculo del error intra-observador: Índice Kappa de Cohen

Para poder detectar el error intraobservador de las mediciones volumétricas, se realizaron mediciones dobles por una misma operadora (GMLE) sobre los registros de 15 pacientes seleccionados aleatoriamente. Una semana después se realizó la segunda medición. Se realizó el *Índice Kappa de Cohen* dando una concordancia de 0,93, por lo que al ser mayor de 0,80 se consideró que existe muy buena concordancia.

En lo que respecta al error intraobservador en la medición del aumento del transverso, de nuevo la misma operadora realizó mediciones dobles del ancho intermolar de los registros de 15 pacientes aleatorios realizando la segunda medición también una semana después. Tras realizar el *Índice Kappa de Cohen* se consideraron los resultados como aceptables tras obtener una buena concordancia de 0,73.

Análisis descriptivo

La muestra estaba formada por 16 pacientes, siendo el 37,5% (n=6) hombres, frente al 62,5% (n=10) mujeres.

Tabla 2

SEXO	n	%
MASCULINO	6	37,500
FEMENINO	10	62,500

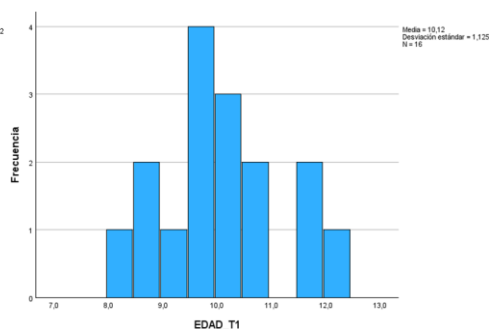
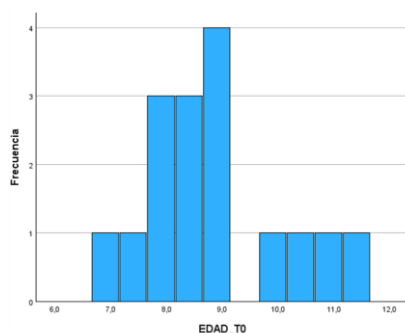
La edad al principio del estudio para los participantes tiene una media de $8,862 \pm 1,282$, con una edad mínimo de 6,9 años y una máxima de 11,6 años.

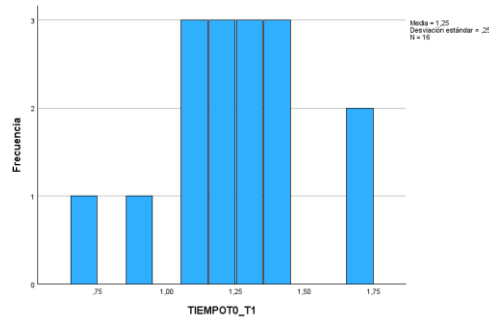
La edad al final del estudio para los participantes tiene una media de $10,125 \pm 1,124$, con una edad mínimo de 8,2 años y una máxima de 12 años.

El tiempo transcurrido del estudio tiene una media de $1,25 \pm 0,256$, con un tiempo mínimo de 0,7 años y una máxima de 1,7 años.

Tabla 3

Estadísticos descriptivos	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
EDAD T0	6,9	11,6	8,862	1,282
EDAD T1	8,2	12	10,125	1,124
TIEMPO ENTRE T0-T1	0,7	1,7	1,25	0,256





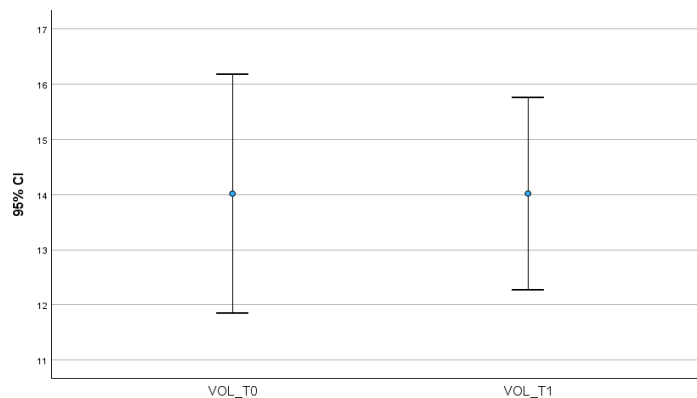
Análisis inferencial

Para analizar los volúmenes antes y después del tratamiento en el grupo completo se utilizó la prueba de la t de Student para dos muestras relacionadas o apareadas, ya que en ambas mediciones se comprobó la normalidad de los datos.

Tabla 4

	Antes		Después		t	p-valor
	Media	DT	Media	DT		
Volumen (cmt)	14,018	4,064	14,019	3,273	-0,001	0,999

Como podemos observar en la tabla 4, no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre ambos momentos (T0-T1) ($t=-0,001$; $p=0,999$), teniendo una media de volumen de la vía aérea superior similar después del uso de los aparatos (media=14,018; dt=4,064) y al principio del estudio (media=14,019; dt=3,273) para el grupo completo de pacientes. El *valor de p* > 0,005 significa que la hipótesis nula es cierta e indica que el resultado no tiene importancia clínica

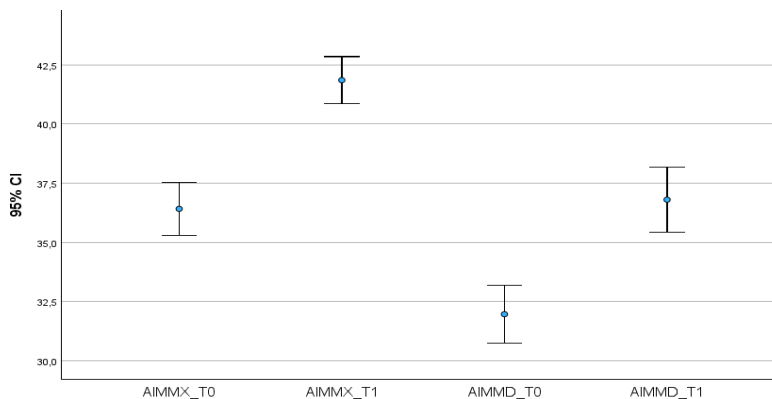


Para evaluar la anchura intermolar maxilar y mandibular antes y después del tratamiento en el grupo completo se utilizó la prueba de la t de Student para dos muestras relacionadas o apareadas, ya que en todos los grupos de mediciones se comprobó la normalidad de los datos

Tabla 6

	Antes		Después		t	p-valor
	Media	DT	Media	DT		
AIM MX (mm)	36,418	2,087	41,851	1,875	10,217	< 0,001
AIM MD (mm)	31,973	2,297	36,806	2,292	7,134	< 0,001

Como podemos observar en la tabla 6, si hubo una diferencia estadísticamente significativa entre ambos momentos en el maxilar ($t=10,217$; $p<0.001$) y en la mandíbula ($t=7,134$; $p < 0.001$) teniendo un ancho intermolar significativamente mayor después del estudio en maxilar (media=42,153; dt=2,513) y mandíbula (media=37,703; dt=2,391) que al principio del estudio en maxilar (media=39,133; dt=2,656) y en mandíbula (media=35,477; dt=2,636).



7. DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar y comparar el volumen de la vía aérea superior mediante CBCT tras realizar una expansión bimaxilar con los aparatos QH y BH. Es importante mencionar que la mayoría de los estudios realizados para evaluar la vía aérea superior en pacientes pediátricos con compresión maxilar, se han enfocado en el uso de la expansión rápida maxilar, y es poca la literatura encontrada con el uso de expansión dentoalveolar. Por lo tanto, es importante aclarar los efectos de los diferentes protocolos de expansión en el volumen y dimensión de la vía aérea y en consecuencia en los efectos de la resistencia nasal y la respiración oral.

Actualmente, la CBCT se ha convertido en el método de elección para el análisis de la vía aérea superior. Investigaciones recientes han confirmado su precisión y confiabilidad para esta indicación en particular (15).

El diagnóstico de los cambios de densidad en todas las técnicas radiográficas extraorales habituales se basa en la oscuridad y el brillo de las imágenes, expresados con la Unidad Hounsfield en la tomografía computarizada y con la escala de grises en la CBCT. En CBCT, el grado de atenuación de rayos X se muestra en escala de grises (valor

de vóxel o umbral). Aunque los fabricantes de CBCT y los proveedores de software presentan escalas de grises como HU (unidades Hounsfield), es importante tener en cuenta que estas medidas no son verdaderas HU. La escala de grises se utiliza en casos como la determinación del tipo de hueso en la colocación de implantes dentales, lesiones patológicas, evaluación de las vías respiratorias y determinación de la estabilidad del implante (17).

El proceso de obtención de imágenes tridimensionales y volúmenes a partir de cortes bidimensionales obtenidos con CBCT se logra después de un proceso complejo, que involucra el uso de programas computacionales especialmente diseñados con este objetivo. En el caso de la visualización y reconstrucción volumétrica de la vía aérea superior, estos programas deben permitir la correcta ubicación de los límites de la faringe y fosas nasales (segmentación), a través de un proceso que puede ser manual, automático o semiautomático (1).

Los parámetros medidos más comunes de las vías respiratorias son el volumen total y el área mínima de la sección transversal, seguidos del área y la medición lineal (dimensiones lateral y anteroposterior) en ciertas ubicaciones anatómicas como por ejemplo C2, C3, paladar duro o blando) (18).

Aunque el análisis 3D es preciso y confiable, es necesario abordar ciertos obstáculos que son importantes de conocer. El principal factor de confusión para los estudios CBCT que evalúan las vías respiratorias es la posición del cuerpo, de la cabeza y la mandíbula en el momento de la adquisición de la exploración, ya que pueden tener una gran influencia en la dimensión de las vías respiratorias superiores. Otros factores de confusión incluyen la fase respiratoria y la postura de la lengua durante la adquisición de imágenes, ya que pueden afectar cualitativa y cuantitativamente el tamaño y la forma de las vías respiratorias orofaríngeas. Para controlar estas variables, se sugiere instruir al paciente para que evite tragar y realizar cualquier otro movimiento durante la exploración CBCT y que respire suavemente y mantenga la mandíbula en una posición reproducible, ya sea de máxima intercuspidación o relación céntrica (14).

En el estudio de Zimmerman JN et. al, se permitió la orientación manual, la selección de cortes del plano sagital medio de las imágenes CBCT y la selección del umbral de sensibilidad por parte de los examinadores en los protocolos del estudio, ya que estos pasos están cargados de subjetividad y tienen el potencial de afectar la confiabilidad. Son un requisito obligatorio para cualquier análisis de las vías respiratorias que utilice un software contemporáneo. Este fue el primer estudio que determinó la confiabilidad de la evaluación de las vías respiratorias superiores mediante CBCT que considera las limitaciones anteriores, combinadas con la experiencia/calificaciones del examinador y los protocolos de escaneo rápido versus lento (14).

En nuestro estudio se controlaron estos factores de confusión y subjetividad para conseguir unas mediciones lo más confiables y precisas posibles. Sin embargo, a pesar de instruir correctamente a los pacientes para la toma de las imágenes CBCT, 8 pacientes de la muestra de este estudio presentaron confusión en los datos de volumen registrados, que obtuvieron resultados de volumen menores después del tratamiento. Por lo tanto, la fiabilidad y la repetibilidad del registro CBCT del compartimento de las vías respiratorias puede ser cuestionable en nuestro estudio. Se debe seguir un protocolo más estricto de

instrucción al paciente en su posición postural, de la lengua y de la fase respiratoria durante la adquisición de imágenes.

Una de las características del síndrome de la obstrucción respiratoria es la mordida cruzada posterior. Mediante ortodoncia y ortopedia podemos corregirla e interrumpir el desarrollo anormal de la respiración. Por ello, en nuestro estudio nos hacemos la siguiente pregunta investigadora "¿Puede la expansión maxilar dentoalveolar modificar la dimensión y función de las vías aéreas superiores en pacientes en crecimiento?"

La deficiencia transversa maxilar es uno de los defectos esqueléticos más comunes en la región craneofacial, con una prevalencia que oscila entre el 2,7% y el 23,3%. Entre los múltiples factores etiológicos, los trastornos miofuncionales asociados a hábitos orales negativos como la succión digital son los más prevalentes. Sin embargo, la formación transversal del hueso maxilar no solo se ve afectada por la actividad muscular circundante, sino también por el patrón de respiración individual durante el desarrollo craneofacial. Por ejemplo, la respiración bucal como resultado de reacciones alérgicas, adenoides hipertróficas y/o amígdalas agrandadas se ha asociado con constricción transversal maxilar (19).

Una dimensión transversal reducida del maxilar superior suele ir acompañada de una relación invertida de los dientes posteriores (mordida cruzada posterior). Otras características frecuentemente reportadas de un maxilar constreñido son bóveda palatina alta, disminución de la permeabilidad nasal y elevación del piso nasal (13). Además, el maxilar transversal reducido podría determinar una dimensión más estrecha de las cavidades nasales y una disminución en el flujo de las vías respiratorias nasales, lo que lleva a un modo predominante de respiración bucal asociado con una posición baja de la lengua (20).

La mordida cruzada posterior (MCP) puede ser unilateral o bilateral y puede desarrollarse durante la dentición mixta. Actualmente, se recomienda el tratamiento precoz de las mordidas cruzadas posteriores mediante la expansión maxilar para redirigir los dientes en erupción a sus posiciones normales y eliminar los contactos oclusales prematuros, favoreciendo así los cambios dentoesqueléticos beneficiosos durante los períodos de crecimiento (21). Más del 90% de los niños con MCP son unilaterales en oclusión céntrica. En la oclusión habitual, el niño desplaza la mandíbula hacia un lado, lo que se denomina desplazamiento funcional, lo que da como resultado la MCP unilateral en oclusión céntrica. Los niños con MCP unilateral presentan una oclusión y posición condilar asimétrica y, después del tratamiento, mejora la simetría. Por el contrario, los adultos con MCP unilateral no tratada tienen asimetría esquelética, lo que indica que la MCP unilateral no tratada en un niño podría conducir a un desarrollo mandibular asimétrico en adultos. El tratamiento temprano de esta maloclusión tiene como objetivo expandir el maxilar, eliminar el cambio funcional y restaurar la simetría condilar y facial para un desarrollo oclusal normal. Por lo tanto, la MCP generalmente se considera una indicación para el tratamiento temprano (22).

Para tratar la deficiencia transversal tenemos que recurrir a diferentes técnicas dependiendo de si su origen es de problema dentoalveolar leve o moderado o si es un problema más grave de base ósea. Cuando el origen es esquelético, existe una afectación

en la base ósea, encontrándose disminuida y los dientes pueden encontrarse en una posición correcta o con una inclinación coronovestibular compensando el problema transversal. Para solventar dichos problemas, tendremos que acudir a una disyunción de la base ósea, corrigiendo el problema dentario previamente en el caso de que sea necesario. Cuando ésta es de origen dentoalveolar, existe una buena dimensión transversal de las bases óseas, pero existe una compresión a nivel de los procesos dentoalveolares en el sector posterior junto con una inclinación coronolingual de los dientes implicados en la mordida cruzada. Con una corrección de torque de estos dientes y una expansión simétrica de los procesos dentoalveolares corregiremos el problema (23)(24).

La modalidad de expansión más popular es la expansión maxilar rápida (RME). La RME generalmente se define como 2 vueltas por día (expansión de 0,5 mm) y tiene una fuerza acumulada de aproximadamente 100 N en la sutura palatina media. En teoría, la RME aplica fuerzas a los dientes posteriores sin dar suficiente tiempo para que ocurra el movimiento dental, de modo que la fuerza se transfiere a la sutura palatina, lo que da como resultado una mayor apertura de la sutura que expansión dental. Una modalidad diferente es la expansión maxilar lenta (SME). La SME se define como 1 vuelta (0,25 mm de expansión) cada dos días para un aparato Haas o hyrax, o 1 activación de ancho molar para una hélice cuádruple, con 5-20 N de fuerza. La teoría es que la principal resistencia a la apertura de la sutura palatina media no es la sutura en sí, sino los tejidos circundantes, como las estructuras circunmaxilares y las suturas de la cara media. En pacientes jóvenes, se dice que la SME proporciona la velocidad máxima a la que se pueden adaptar las suturas del tercio medio facial, con un mínimo de desgarro y hemorragia en comparación con RME (22). Los tratamientos realizados con expansión lenta en edades tempranas han demostrado tener mejor estabilidad y resultados que aquellos que emplean la expansión rápida (25). Por tanto, la disyunción se puede realizar con técnicas de RME o SME con aparatos como el de Haas o hyrax y la expansión dentoalveolar se realiza mediante SME con aparatos como el Quad-helix, donde los movimientos dentarios a través de la cresta alveolar tienden a ser mayores que los efectos ortopédicos (26).

El impacto de la disyunción en la vía aérea superior ha sido estudiado por multitud de autores con resultados variables, frente a la expansión dentoalveolar donde la vía aérea no se ha evaluado. Según Farronato G y colaboradores, el impacto de la RME con disyuntor en las vías aéreas nasofaríngeas está relacionado con el movimiento transversal de las paredes laterales nasales durante el procedimiento de expansión. Es por ello que el efecto de la RME se extiende hasta la cavidad nasal, provocando un ensanchamiento del piso nasal y la mejora de la distancia entre las paredes nasales y el tabique, proporcionando un aumento general en la dimensión de la cavidad nasal, así como aumento de volumen (27). Esto provoca una reducción de la resistencia al flujo de aire, una mejora de la permeabilidad nasal y una disminución de los problemas respiratorios (13)(27)(28). La dimensión vertical de la cavidad nasal podría mejorar también después de la disyunción debido a la rotación del paladar y a la corrección del tabique nasal (29). Además, la expansión maxilar también puede influir en la posición de la mandíbula inferior, que a su vez puede afectar el tamaño y el volumen de las vías respiratorias orofaríngeas (27).

Sin embargo, el papel de la RME en el volumen faríngeo continúa siendo una controversia. Ciertos autores afirman obtener un aumento resultante en el volumen

nasofaríngeo y orofaríngeo debido al espacio palatino agrandado, la postura de la lengua alta y la posición mandibular, mientras que otros no informan cambios en los volúmenes faríngeos. A pesar de la inmensa investigación realizada hasta la fecha para evaluar las consecuencias de la RME en el volumen de las vías respiratorias superiores, su papel en la corrección de la respiración bucal aún no está claro (28).

Según el metaanálisis de Balasubramanian S et al., se han evaluado los efectos de la RME en diferentes regiones de las vías respiratorias superiores (cavidad nasal, nasofaringe y orofaringe). Los ensayos mostraron un aumento constante en el volumen de la cavidad nasal después de la RME, mientras que el volumen nasofaríngeo y orofaríngeo mostraron resultados mixtos. El volumen de la cavidad nasal mostró un aumento estadísticamente significativo después de RME y también mantuvo el aumento después del período de retención (p -valor < 0.00001). La expansión maxilar promueve la mejora de las dimensiones nasales tanto horizontal como verticalmente, lo que contribuye al aumento general del volumen de la cavidad nasal. Sin embargo, el volumen nasofaríngeo no mostró un aumento estadísticamente significativo tras la RME en ninguno de los estudios incluidos excepto en el estudio realizado por Izuka et al. (30). El tercer componente, es decir, el volumen orofaríngeo, no mostró un aumento significativo después de la expansión activa ni tampoco después de la retención ($valor p > 0,05$) (28). Sobre la base de esta revisión sistemática, se puede concluir que la RME provoca un aumento significativo del volumen de la cavidad nasal, pero su efecto sobre el volumen nasofaríngeo y orofaríngeo no fue estadísticamente significativo en la mayoría de los estudios.

Otro estudio como el del autor Korayem MA, no encontró diferencias significativas en el volumen de la vía aérea superior después de la RME. Este autor evaluó en su estudio un grupo de 52 personas con RME, con un grupo control de 52 pacientes sanos. Se obtuvieron variaciones estadísticamente significativas en el análisis intragrupo tanto en el grupo de control como en el grupo RME en T0 y T1 con respecto al volumen y MCA (área mínima de la sección transversal). En el análisis intergrupar, sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos. Además, analizó el ancho intermolar: produciéndose variaciones estadísticamente significativas en el análisis intragrupo tanto en el grupo control como en el grupo RME en T0 y T1. Con base en el análisis intergrupar, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos (31). De esta forma, la RME no afecta el volumen de las vías respiratorias superiores ni de la MCA en los niños en comparación con los controles.

Centrándonos en la función respiratoria, se puede suponer que a medida que la expansión maxilar crea espacio adicional en la cavidad oral, la lengua puede posicionarse espontáneamente más cerca del techo del paladar implementando la respiración nasal en lugar de la respiración oral (13). Según el estudio de Bucci R y colaboradores, la expansión maxilar con disyuntor es un procedimiento efectivo para corregir discrepancias transversales dentales y esqueléticas; como consecuencia, esta terapia muestra resultados prometedores de efectividad en la dimensión de la vía aérea, tanto a corto como a largo plazo. En particular, se informa un aumento significativo en el ancho y el volumen de la cavidad nasal con métodos radiográficos bidimensionales y tridimensionales y se observa una reducción en la resistencia nasal con exámenes funcionales.

Según varios estudios, después de la expansión maxilar se reduce la obstrucción nasal y se puede conseguir una normalización de la postura de la lengua en una posición alta sobre el paladar en sujetos en crecimiento y así agrandar las vías respiratorias faríngeas. Este resultado indica que la postura baja de la lengua cambia cuando se expande el ancho intermolar (32). Esto podría mejorar la estabilidad de dicha expansión al equilibrar la presión bucal y permitir un crecimiento armonioso del patrón de crecimiento maxilar (33). Según el autor Susan S et al, después de la RME se produce un aumento transitorio de la altura facial y, en algunos pacientes de clase II, incluso una reubicación hacia adelante de la mandíbula (34). Así, la obstrucción crónica de las vías respiratorias superiores suele estar asociada con una posición retrognática de la mandíbula y una postura baja de la lengua. Se podría pensar que en nuestro estudio se conseguiría una posición alta de la lengua y una mejora en la posición mandibular respecto al maxilar con la consiguiente mejora en la permeabilidad de la vía aérea superior. Sin embargo, se obtuvieron resultados estadísticamente no significativos en cuestión a un mayor volumen de la vía aérea superior después del tratamiento que podrían deberse a un incorrecto protocolo durante el escaneo y a un número pequeño de muestra.

En este estudio, decidimos evaluar los efectos de la expansión dentoalveolar maxilar y mandibular en la vía aérea superior. Se excluyen a pacientes con apnea obstructiva del sueño o pacientes con diagnóstico de trastornos respiratorios. Esta elección se debe al hecho de que los trastornos respiratorios a menudo se asocian con una serie de condiciones y comorbilidades locales y sistémicas (como la obesidad, la hipertrofia de las adenoides, la movilidad del paladar blando) que requieren un tratamiento multidisciplinario específico y, a menudo, farmacológico.

En nuestro estudio, se realiza una expansión dentoalveolar con el aparato quad-helix acompañado de bi-helix para expandir también la mandíbula y se evalúa la vía aérea superior. El QH es un aparato de expansión fijo que permite a nivel molar un movimiento más controlado de presión, torque y rotación. Esta aparatología a dos bandas es empleada en su mayoría en dentición mixta o permanente joven. El rango de actividad es largo, con múltiples variantes, por lo que produce una expansión lenta que consigue movimientos fundamentalmente alveolodentarios, diferenciándolo del concepto de disyunción rápida, con movimientos esqueléticos (35)(36). Sin embargo, la fuerza continua, suave y lenta que ejerce puede producir cambios ortopédicos además de ortodóncicos dependiendo de la edad del paciente. La mayor parte de la expansión obtenida es debido al movimiento alveolodentario, pero podría separar la sutura palatina media a la vez que se forma nuevo hueso de forma secundaria (25). Está indicado para una expansión del perímetro de arcada de 1-2 mm. Solano y cols describieron en su estudio, un aumento de la distancia intermolar de 4,12 mm; destacando que la expansión interpremolar en dentición mixta fue mayor que en dentición permanente alcanzando valores de 6,08 mm frente a 5,27 mm respectivamente (37). El BH es una variante del QH para la expansión de la arcada inferior, el cual presenta dos hélices a nivel de molares y el resto de la estructura se compone de un arco lingual siempre presente y dos brazos laterales que se extienden hasta los incisivos. Este tipo de aparatología se encuentra indicada para realizar expansión dentaria en la arcada inferior, enderezar sectores laterales que se encuentran en posición corono-lingual y en casos de compresión bimaxilar con colapso posterior (38). Maki y

cols en el año 2006 desarrollaron un estudio sobre la expansión del arco mandibular utilizando el BH. El ensayo aportó una muestra de 16 pacientes en edad entre 7 a 11 años, los cuales presentaban un apiñamiento en la arcada inferior. Los resultados que obtuvieron fueron de una expansión generalizada de 2,0 mm cada 3 meses (39).

A medida que aumenta la edad se incrementa la resistencia a la expansión, debido a una interdigitación mecánica de las suturas alrededor de los 12 a 13 años. Estudios realizados indican que el resultado esquelético de mayor magnitud y estabilidad con la expansión lenta es antes del pico de crecimiento puberal (estado 1 a 3 del método de maduración de vértebras cervicales), y cambios principalmente a nivel dentoalveolar cuando la terapia es realizada después del pico de crecimiento (estadios 4 a 6 del método de maduración de vértebras cervicales) (40).

En nuestro estudio se incluyeron pacientes con edades de un rango de los 7 a los 11 años ya que son pacientes en crecimiento, considerándose edades tempranas en las que la sutura media palatina posee un gran potencial de crecimiento. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el incremento de volumen entre T0-T1 en el análisis intragrupo de este estudio. Dado que el tratamiento de expansión maxilar se realiza en niños en crecimiento, es recomendable relacionar los cambios del volumen que podrían producirse por el tratamiento con los cambios del volumen debidos al crecimiento. Sin embargo, en el presente estudio no se incluyó un grupo de control de compresión maxilar o bimaxilar. La razón detrás de esto es que el estudio actual consideró de manera más importante las cuestiones éticas con respecto a la obtención de escaneos 3D de pacientes con deficiencia transversa no tratados. Esto limitó la inclusión de una muestra de control de la misma edad. En otros estudios, se plantean sujetos con maloclusión de clase I con leve necesidad de tratamiento de ortodoncia como grupo control. A partir de ellos, se han recopilado datos tridimensionales de la vía aérea superior como referencia normativa para la comprensión del factor del crecimiento fisiológico de la edad. En el estudio de Schendel SA et al. evaluaron el crecimiento de las vías respiratorias utilizando análisis tridimensionales y datos CBCT desde los 6 años hasta la vejez, en 1300 individuos normales. Los resultados fueron que el tamaño y la longitud de las vías respiratorias aumentan hasta los 20 años, momento en el que se produce un período variable de estabilidad. A continuación, las vías respiratorias al principio disminuyen lentamente de tamaño y luego, después de los 40 años, más rápidamente. Así, el volumen total y la longitud aumentaron y luego disminuyeron con la edad (41).

Según el estudio de Abdalla Y et al. en el que evalúan la vía aérea tras el tratamiento con un aparato funcional, concretamente el aparato de Herbst; el aumento del volumen de las vías respiratorias y de la sección mínima del área transversal a lo largo del tiempo en el grupo de control fue de 1473 mm^3 (12 %) y $13,3 \text{ mm}^2$ (10 %), respectivamente. En el grupo del aparato funcional, el aumento fue de $5659,18 \text{ mm}^3$ (54%) y $68,72 \text{ mm}^2$ (61%), respectivamente (42). Con estos estudios podemos observar que existe un porcentaje de aumento del volumen de la vía aérea con respecto al crecimiento y desarrollo fisiológico de los pacientes.

Trasladando esta información a nuestro estudio, en un tiempo medio de tratamiento de 1,25 años podría haber un aumento del volumen de la vía aérea superior producido por el propio crecimiento fisiológico de los niños. Sin embargo, el resultado estadísticamente

no significativo entre la diferencia de volumen antes y después del tratamiento indican una limitación en este estudio por el laxo protocolo en la instrucción del paciente para la adquisición de CBCTs. Esta limitación hay que tenerla en cuenta para futuros estudios y habría que discernir si realmente existe un aumento de volumen producido por una expansión dentoalveolar realizada con los aparatos QH+BH o si se ha producido por el desarrollo normal de la vía aérea con la edad.

Además, es importante tener en cuenta la cantidad de expansión realizada, ya que esta determinará el impacto del tratamiento sobre el ancho nasal y la vía aérea superior. La medida usada con más frecuencia para determinar la dimensión del arco posterior después de realizar la expansión es la anchura intermolar (43). En nuestro estudio hay una diferencia estadísticamente significativa entre ambos momentos en el maxilar y en la mandíbula respecto al ancho intermolar. En T0 la media del ancho intermolar para el maxilar fue de 36,418 mm y para la mandíbula de 31,973 mm, con una media de aumento de 5,431 mm para el maxilar y de 4,833 mm para la mandíbula, resultando en una media del ancho intermolar en T1 para el maxilar de 41,851 mm y para la mandíbula de 36,806 mm. Es necesario realizar más estudios para comprobar si con esta cantidad de expansión realmente se conseguiría un aumento del volumen nasal y de la vía aérea superior y compararla después con la expansión producida con aparatos de disyunción, ya que estos aparatos consiguen un mayor aumento transversal maxilar debido a su acción a nivel de la base ósea. Según los estudios, la cantidad de expansión esquelética y la estabilidad de dicha expansión son variables. Los resultados del estudio de Raed Moussa et al. con un aparato expansor palatino de tejidos blandos para el ancho intermolar fueron: el aumento para el maxilar fue de $6,7 \pm 4,1$ mm durante el tratamiento y la disminución fue de $1,2 \pm 1,7$ mm después de la retención. Esto dio como resultado un aumento neto de $5,5 \pm 4,0$ mm (44). En el 2001 Bacceti y cols. llevaron a cabo un estudio retrospectivo en el que evaluaron los cambios dentarios con el uso de un aparato de Hass comparándolos con un grupo de control. Los resultados demostraron que la anchura intermolar incrementó aproximadamente 9 mm (45). Es por ello que la RME está relacionada con un mayor aumento del ancho y del volumen de la cavidad nasal al tener un aumento significativo en su ancho intermolar y maxilar (19).

Estos hallazgos indican una influencia positiva de la expansión maxilar esquelética sobre el volumen de la vía aérea. Sin embargo, en nuestro estudio a pesar de tener un aumento estadísticamente significativo del ancho intermolar no hubo un aumento significativo de volumen de la vía aérea superior. Es por ello que se necesitan más estudios a largo plazo para investigar las modificaciones del patrón de respiración y la estabilidad de los resultados obtenidos por dichos aparatos de expansión y disyunción.

8. CONCLUSIONES

En base a los resultados de este estudio, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- 1.** No existen diferencias significativas en el volumen de la vía aérea superior entre T0-T1 para los pacientes a los que se les aplicó expansión dentoalveolar con QH+BH.
- 2.** La expansión lenta maxilar con QH+BH produce mayores cambios a nivel dentoalveolar que a nivel óseo, al no presentarse cambios significativos en el aumento de volumen de la vía aérea superior.
- 3.** Después de realizar la expansión con los aparatos QH+BH en niños con compresión bimaxilar se produjo un aumento estadísticamente significativo en la anchura intermolar.
- 4.** El cumplimiento de un estricto protocolo de instrucción al paciente para la adquisición de imágenes 3D para la evaluación de la vía aérea superior es un factor clave para la elección de la CBCT como un instrumento de medida adecuado, siendo esto una limitación en el estudio.
- 5.** El crecimiento fisiológico por la edad en niños es un factor de confusión que hay que tener en cuenta en el volumen de la vía aérea superior.
- 6.** El diagnóstico y tratamiento en edades tempranas favorece el proceso de crecimiento y desarrollo equilibrado dento-maxilo-facial y de la vía aérea superior, evitando problemas mayores en el futuro.
- 7.** Los odontólogos, pediatras y otorrinolaringólogos deben estar familiarizados con la mejora potencial que proporciona la expansión maxilar, pero aun así este tratamiento no puede estar indicado únicamente con fines de mejora de la respiración, ya que la relevancia clínica de los resultados no está bien establecida.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Rojas E, Corvalán R, Messen E, Sandoval P. Evaluación de la Vía Aérea superior en Ortodoncia. Revisión Narrativa Upper airway assessment in Orthodontics: a review. 2017;XIX:30.
2. Lee JW, Park KH, Kim SH, Park YG, Kim SJ. Correlation between skeletal changes by maxillary protraction and upper airway dimensions. *Angle Orthod.* 2011;81(3):426–32.
3. Festa P, Mansi N, Varricchio AM, Savoia F, Calì C, Marraudino C, De Vincentiis GC GA. Association between upper airway obstruction and malocclusion in mouth-breathing children. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 2021;41(5):436-.
4. Sonbolestan S, Mirmohammadsadeghi M, Rogha M, Nemati S. Prevalence of dental occlusal patterns and their association with obstructive upper airway diseases in primary school children, Isfahan, Iran. *J Res Med Sci* 2005;10:349-54. *J Res Med Sci.* 2005;10(6):349–54.
5. Villa Asensi JR, De Miguel Díez J, Romero Andújar F, Campelo Moreno O, Sequeiros González A, Muñoz-Codoceo R. Utilidad del índice de Brouillette para el diagnóstico del síndrome de apnea del sueño infantil. *An Esp Pediatr.* 2000;53(6):547–52.
6. AC. SED y M de. Mecanismos de crecimiento cráneo facial. *Rev Española Ortod.* 1986;16:19-35.
7. Canut Brusola JA. Ortodoncia clínica y terapéutica, 2ª. ed. Barcelona: Masson. 2005. 535 p.
8. Alves M, Franzotti ES, Baratieri C, Nunes LKF, Nojima LI, Ruellas ACO. Evaluation of pharyngeal airway space amongst different skeletal patterns. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2012;41(7):814–9.
9. Villa MP, Malagola C, Pagani J, Montesano M, Rizzoli A, Guilleminault C, et al. Rapid maxillary expansion in children with obstructive sleep apnea syndrome: 12-month follow-up. *Sleep Med.* 2007;8(2):128–34.
10. Cobo Plana J, de Carlos Villafranca F. Sleep-disordered breathing and dentofacial development. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2010;61(SUPPL. 1):33–9.
11. Calvo-Henriquez C, Capasso R, Chiesa-Estomba C, Liu SY, Martins-Neves S, Castedo E, et al. The role of pediatric maxillary expansion on nasal breathing. A systematic review and metanalysis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2020;135(May):110139.
12. B M. Histological analysis of the postnatal development of the nasal septum. *Angle Orthod.* 1977;47(2):83–96.
13. Mattar SEM, Anselmo-Lima WT, Valera FCP, Matsumoto MAN. Skeletal and occlusal characteristics in mouth-breathing pre-school children. *J Clin Pediatr Dent.* 2004;28(4):315–8.
14. Zimmerman JN, Vora SR, Pliska BT. Reliability of upper airway assessment using CBCT. *Eur J Orthod.* 2019;41(1):101–8.
15. Guijarro-Martínez R, Swennen GRJ. Three-dimensional cone beam computed

- tomography definition of the anatomical subregions of the upper airway: A validation study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2013;42(9):1140–9.
16. Ngan P, Nguyen UK, Nguyen T, Tremont T, Martin C. Skeletal, Dentoalveolar, and Periodontal Changes of Skeletally Matured Patients with Maxillary Deficiency Treated with Microimplant-assisted Rapid Palatal Expansion Appliances: A Pilot Study. *APOS Trends Orthod*. 2018;8:71–85.
 17. Razi T, Niknami M, Alavi Ghazani F. Relationship between Hounsfield Unit in CT Scan and Gray Scale in CBCT. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2014;8(2):107–10.
 18. Alsufyani NA, Al-Saleh MAQ, Major PW. CBCT assessment of upper airway changes and treatment outcomes of obstructive sleep apnoea: A systematic review. *Sleep Breath*. 2013;17(3):911–23.
 19. Bucci R, Montanaro D, Rongo R, Valletta R, Michelotti A, D’Antò V. Effects of maxillary expansion on the upper airways: Evidence from systematic reviews and meta-analyses. *J Oral Rehabil*. 2019;46(4):377–87.
 20. Kiliç N, Oktay H. Effects of rapid maxillary expansion on nasal breathing and some naso-respiratory and breathing problems in growing children: A literature review. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2008;72(11):1595–601.
 21. Godoy F, Godoy-Bezerra J, Rosenblatt A. Treatment of posterior crossbite comparing 2 appliances: A community-based trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2011;139(1):e45–52.
 22. Huynh T, Kennedy DB, Joondeph DR, Bollen AM. Treatment response and stability of slow maxillary expansion using Haas, hyrax, and quad-helix appliances: A retrospective study. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2009;136(3):331–9.
 23. Solano Reina E MMA. Tratamiento temprano de la maloclusión. Barbería Leache E, Boj Quesada JR, Catalá Pizarro M, García Ballesta C, Mendoza Mendoza A *Odontopediatría Barcelona* Editor Masson SA. 1995
 24. Castañer-Peiro A. Interceptive orthodontics: the need for early diagnosis and treatment of posterior crossbites. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2006;11(2):210–4.
 25. Corbridge JK, Campbell PM, Taylor R, Ceen RF, Buschang PH. Transverse dentoalveolar changes after slow maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2011;140(3):317–25.
 26. Vizzotto MB, De Araújo FB, Dias Da Silveira HE, Boza AA, Closs LQ. The quad-helix appliance in the primary dentition - Orthodontic and orthopedic measurements. *J Clin Pediatr Dent*. 2007;32(2):165–70.
 27. Farronato G, Giannini L, Galbiati G, Maspero C. Sagittal and vertical effects of rapid maxillary expansion in Class I, II, and III occlusions. *Angle Orthod*. 2011;81(2):298–303.
 28. Balasubramanian S, Kalaskar R, Kalaskar A. Rapid Maxillary Expansion and Upper Airway Volume: Systematic Review and Meta-analysis on the Role of Rapid Maxillary Expansion in Mouth Breathing. *Int J Clin Pediatr Dent*.

2022;15(5):617–30.

29. Haralambidis A, Ari-Demirkaya A, Acar A, Küçükkeleş N, Ateş M, Özkaya S. Morphologic changes of the nasal cavity induced by rapid maxillary expansion: A study on 3-dimensional computed tomography models. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2009;136(6):815–21.
30. Izuka EN, Feres MFN, Pignatari SSN. 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(3):43–9.
31. Korayem MA. Effects of Rapid Maxillary Expansion on Upper Airway Volume in Growing Children: A Three-Dimensional Cone-Beam Computed Tomography Study. *Cureus.* 2023;i(1):1–7.
32. Iwasaki T, Saitoh I, Takemoto Y, Inada E, Kakuno E, Kanomi R, et al. Tongue posture improvement and pharyngeal airway enlargement as secondary effects of rapid maxillary expansion: A cone-beam computed tomography study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2013;143(2):235–45.
33. Ozbek MM, Toygar Memikoglu UT, Altug-Atac AT, Lowe AA. Stability of maxillary expansion and tongue posture. *Angle Orthod.* 2008;79(2):214–20.
34. Guest SS, Jr JAM, Baccetti T, Franchi L. Improving Class II malocclusion as a side-effect of rapid maxillary expansion: A prospective clinical study Susan. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 138(5):582–91.
35. Cuoghi OA, De Mendonca RM, Miranda Zamalloa YM, Moreira Alves JR, Tokamoto AC, Shirakashi DJ et al. Quad-helix vs Placa Removible con tornillo de expansión. *Acta Odont Venez.* 2011.
36. RA B. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1982;81:32–7.
37. E SR. Expansiones bimaxilares. *Orthod Esp.* 1992;33:288–95.
38. Guidance SKD. The current status of crowded case and mandibular expansion in the mixed dentition(III). *the Quintessence.* 2003;22:187-99.
39. Maki K, Sorada Y, Ansai T, Nishioka T, Braham RL, Konoo T. Expansion of the mandibular arch in children during the mixed dentition period - A clinical study. *J Clin Pediatr Dent.* 2006;30(4):329–32.
40. Oscandar F, Malinda Y, Azhari H, Murniati N, Yeh Ong S, Subiyanto, et al. An Improved Version of the Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Mandibular Growth in Deutero-Malay Sub Race. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng.* 2018;300(1).
41. Schendel SA, Jacobson R, Khalessi S. Airway growth and development: A computerized 3-dimensional analysis. *J Oral Maxillofac Surg.* 2012;70(9):2174–83.
42. Abdalla Y, Brown L, Sonnesen L. Effects of a fixed functional appliance on upper airway volume: A 3-dimensional cone-beam computed tomography study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2020;158(1):40–9.
43. A. Baysal, I. Veli, F. Uçar, Murat Eruz, T. Özer TU. Changes in mandibular

- transversal arch dimensions after rapid maxillary expansion procedure assessed through cone-beam computed tomography. *Korean J Orthod.* 2011;41(3):200–10.
44. Moussa R, O'Reilly MT, Close JM. Long-term stability of rapid palatal expander treatment and edgewise mechanotherapy. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1995;108(5):478–88.
 45. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA. Treatment Timing for Rapid Maxillary Expansion. *Angle Orthod.* 2001;71(5):343–50.