

**EFFECTO DEL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA EN VÍAS AÉREAS SUPERIORES, EN JÓVENES Y  
ADULTOS: REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**Leidy Vanessa Montoya Ramírez**

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE  
PROGRAMA DE ORTODONCIA - FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
BOGOTÁ DC. JULIO 2022**

## HOJA DE IDENTIFICACION

<b>Universidad</b>	El Bosque
<b>Facultad</b>	Odontología
<b>Programa</b>	Ortodoncia
<b>Título:</b>	Efecto del tratamiento de ortodoncia en vías aéreas superiores, en jóvenes y adultos: Revisión Sistemática
<b>Grupo de Investigación:</b>	Unidad de Manejo Integral de Malformaciones Craneofaciales-UMIMC
<b>Línea de investigación:</b>	Oclusión, patrones funcionales del sistema estomatognático y Disfunción Temporo-mandibular
<b>Tipo de investigación:</b>	Posgrado / Grupo
<b>Estudiante:</b>	Leidy Vanesa Montoya Ramírez
<b>Director:</b>	Dra. Sandra Patricia Castaño Duque
<b>Codirector:</b>	Dra. Ingrid Isabel Mora Díaz

## DIRECTIVOS UNIVERSIDAD EL BOSQUE

<b>OTTO BAUTISTA GAMBOA</b>	Presidente del Claustro
<b>JUAN CARLOS LÓPEZ TRUJILLO</b>	Presidente Consejo Directivo
<b>MARIA CLARA RANGEL GALVIS</b>	Rector(a)
<b>NATALIA RUÍZ ROGERS</b>	Vicerrector(a) Académico
<b>RICARDO ENRIQUE GUTIÉRREZ MARÍN</b>	Vicerrector Administrativo
<b>GUSTAVO SILVA CARRERO</b>	Vicerrectoría de Investigaciones.
<b>CRISTINA MATIZ MEJÍA</b>	Secretaria General
<b>JUAN CARLOS SANCHEZ PARIS</b>	División Postgrados
<b>MARIA ROSA BUENAHORA TOVAR</b>	Decana Facultad de Odontología
<b>MARTHA LILIANA GOMEZ RANGEL</b>	Secretaria Académica
<b>DIANA MARIA ESCOBAR JIMENEZ</b>	Director Área Bioclínica
<b>ALEJANDRO PERDOMO RUBIO</b>	Director Área Comunitaria
<b>JUAN GUILLERMO AVILA ALCALÁ</b>	Coordinador Área Psicosocial
<b>INGRID ISABEL MORA DIAZ</b>	Coordinador de Investigaciones Facultad de Odontología
<b>IVAN ARMANDO SANTACRUZ CHAVES</b>	Coordinador Postgrados Facultad de Odontología
<b>GABRIEL EDUARDO RESTREPO TORRES</b>	Director del programa de Ortodoncia
<b>MARIA INÉS LEMOS TORRES</b>	Coordinador del programa de Ortodoncia

**“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.**

## GUÍA DE CONTENIDO

<b>Resumen</b>	
<b>Abstract</b>	
	<b>Pág.</b>
<b>1. Introducción</b>	
<b>2. Antecedentes</b>	<b>5</b>
<b>3. Objetivos</b>	<b>12</b>
<b>Objetivo general</b>	<b>12</b>
<b>Objetivos específicos</b>	<b>12</b>
<b>4. Metodología para el desarrollo de la revisión</b>	<b>13</b>
<b>a. Tipo de estudio</b>	<b>13</b>
<b>b. Métodos</b>	<b>13</b>
<b>1. Pregunta(s) orientadoras</b>	<b>13</b>
<b>2. Estructura de la revisión</b>	<b>13</b>
<b>3. Búsqueda de información</b>	<b>14</b>
<b>a. Selección de palabras claves por temática</b>	<b>14</b>
<b>b. Estructuración de estrategia de búsqueda por temática</b>	<b>15</b>
<b>c. Resultados de aplicación de estrategia de búsqueda por temática en bases de datos</b>	<b>16</b>
<b>d. Preselección de artículos por temática</b>	<b>17</b>
<b>4. Selección de artículos por temática</b>	<b>26</b>
<b>5. Proceso de extracción de información de artículos por temática</b>	<b>26</b>
<b>5. Consideraciones en Propiedad Intelectual</b>	<b>29</b>
<b>a. Sustento legal</b>	<b>29</b>
<b>6. Resultados</b>	<b>30</b>
<b>a. Resumen de proceso de búsqueda de información</b>	<b>30</b>
<b>b. Medición de resultados</b>	<b>30</b>
<b>c. Estrategia de búsqueda</b>	<b>31</b>
<b>d. Resultados del proceso de extracción de la información</b>	<b>31</b>
<b>e. Selección de estudios y extracción de datos</b>	<b>31</b>
<b>f. Evaluación de la calidad metodológica de los estudios observacionales incluidos</b>	<b>31</b>
<b>7. Discusión</b>	<b>51</b>
<b>8. Conclusiones</b>	<b>54</b>
<b>9. Referencias bibliográficas</b>	<b>55</b>

## RESUMEN

### EFFECTO DEL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA EN VÍAS AÉREAS SUPERIORES, EN JÓVENES Y ADULTOS: REVISIÓN SISTEMÁTICA

**Antecedentes:** La vía aérea superior siempre ha sido motivo de investigación y con mayor interés en los niños, ya que la orofaringe y la nasofaringe juegan un papel fundamental en el crecimiento y desarrollo del complejo craneofacial. La mayoría de los estudios se han centrado en evaluar las asociaciones entre la vía aérea y las estructuras esqueléticas y tejidos blandos, pero los efectos del tratamiento de ortodoncia en esta estructura y en población sin crecimiento, han generado conclusiones inconsistentes. **Objetivo:** Identificar los efectos de los tratamientos de ortodoncia en las dimensiones de las vías aéreas superiores en jóvenes y adultos; a través de una revisión sistemática. **Materiales y Métodos:** Se usaron bases de datos electrónicas como PubMed, EMBASE, Scopus, Registro Central Cochrane, Web of Science, LILACS y Google Scholar desde 2000 hasta diciembre de 2021. Los criterios de selección incluyeron estudios que evaluaron las dimensiones de las vías aéreas superiores en jóvenes y adultos después del tratamiento de ortodoncia, las vías aéreas fueron medidas con radiografías cefálicas lateral o CBTC. Para la evaluación de la calidad de los estudios se utilizó una versión adaptada de la escala de Newcastle-Ottawa. **Resultados:** Dieciocho artículos cumplieron con los criterios de selección. Se dividieron en tres grupos; trece artículos para tratamientos con exodoncias, de los cuales 7 (53.84%) reportaron disminución de las dimensiones de la vía aérea y en 5 (38.46%) no hubo cambios y 1 artículo reporta aumento de las vías aéreas; tres artículos con expansión maxilar, coincidieron en el aumento de las dimensiones y dos artículos evaluaron las vías aéreas superiores al generar rotación anterior mandibular; presentando en uno aumento y en el otro disminución. **Conclusión:** La expansión rápida palatina puede estar asociada con un aumento en las dimensiones de las vías aéreas a corto plazo en pacientes jóvenes y adultos. Sin embargo, se necesitan estudios adicionales para confirmarlo. Las extracciones seguidas de retracción máxima de los dientes anteriores en casos de protrusión bimaxilar en adultos podrían conducir a una disminución de las vías aéreas superiores. **Palabras clave:** Ortodoncia, exodoncias, rotación mandibular, expansión maxilar, vías aéreas superiores

## ABSTRACT

### EFFECT OF ORTHODONTIC TREATMENT ON UPPER AIRWAYS OF YOUNGSTERS AND ADULTS; SYSTEMATIC REVIEW

**Background:** The upper airway has been a research topic on children because the oropharynx and nasopharynx are fundamental for the growth and development of the cranio-facial complex. Most studies have been centred on associations between airway and skeletal structures and soft tissues, but the effects of orthodontic treatment on this structure and population without growth have generated inconsistent conclusions. **Objective:** to identify the effect of orthodontic treatment on the upper airway dimensions of youngsters and adults.

**Materials and methods:** Databases such as PubMed, EMBASE, Scopus, Cochrane Central Register, Web of Science, LILACS and Google Scholar between 2000 and December 2021. Selection criteria included studies which evaluated upper airway dimensions in said populations after orthodontic treatment and measured with lateral cephalic radiographs or CBTC. Study quality was done with an adapted version of the Newcastle-Ottawa scale. **Results:** The search yielded 18 articles which complied with the inclusion criteria which were divided in three groups: 13 for exodontia, from which seven (53.84 %) reported reduction of the airway dimensions, five (38.46 %) had no change and one reported an increase; three articles with maxillary expansion coincided with dimension increase and two assessed upper airways, with anterior mandibular rotation with one increment and another reduction. Three articles with maxillary expansion coincided with an increase in dimensions and two evaluated upper airways generating anterior mandibular rotation, presenting increment in one and reduction in another.

**Conclusion:** Rapid palate expansion may be associated with a short-term increase of airway dimensions in youngsters and adults. However, further studies are required. Exodontia followed by maximum retraction of anterior teeth in cases of bimaxillary protrusion in adults could lead to a reduction of the upper airways.

**Key words:** orthodontics, exodontia, mandibular rotation, maxillary expansion, upper airways.

## 1. INTRODUCCIÓN

La vía aérea superior es una estructura que realiza varias funciones fisiológicas como la vocalización, deglución, y respiración. Está conformada por la **nasofaringe** parte superior del sistema respiratorio; (zona entre los cornetes nasales y paladar duro), **la orofaringe** se extiende desde la segunda hasta la cuarta vértebra; el extremo superior es el paladar blando y el inferior es la cara lingual de la epiglotis y la **laringofaringe** se une a la orofaringe a nivel del pliegue faringo-epiglótico y del hioides y continúa hasta la sexta vértebra;(comprende la región desde la base de la lengua hasta la laringe). Ahora bien, al comparar estas zonas la orofaringe es la más estrecha y susceptible a efectos adversos posterior a un tratamiento ortodóntico. (Richard *et al.*,1998)

En referencia a las dimensiones de normalidad de las vías aéreas, McNamara, [1984] establece un método de evaluación cefalométrico para medirlas utilizando la medición del ancho faríngeo posterior que consiste en el punto medio del paladar blando al punto más cercano de la pared posterior de la faringe el cual tiene un valor de normalidad de 17.4mm en hombres y mujeres. Otra medida que utiliza el autor es el ancho faríngeo inferior que comprende la intersección del borde inferior del cuerpo de la mandíbula a la pared posterior de la faringe, donde el valor de normalidad que corresponde en mujeres es de 11.3mm con una desviación estándar de +/- 3.3mm y en hombres 13.5 mm con una desviación estándar de +/- 4.3mm. (McNamara ,1984; Richard *et al.*,1998)

Además, Shendel *et al.*, [2012] investigaron los cambios de las vías aéreas en normalidad, durante el crecimiento; utilizando CBCT (tomografía de haz cónico). Ellos encontraron que a partir de los 15 años en adelante las dimensiones de las vías aéreas eran muy similares y después permanecieron estables hasta los 50 años. Reportaron que el volumen de la vía aérea promedio en los grupos de edad de 15-17 fue de 14.83 cm<sup>3</sup> , en los grupos de edad de 18 -20 fue de: 14.9 cm<sup>3</sup> y de 21 a 25 fue de 14.77 cm<sup>3</sup>.(Shendel *et al.*, 2012)

También se ha encontrado en algunos estudios que el crecimiento de la vía aérea superior comprende en las edades de 0 a 5 años, de 6 a 9 años y de 12 a 16 años. Es decir que para los pacientes adolescentes el volumen de las vías aéreas aumenta por el crecimiento craneofacial y en cambio en los pacientes adultos la vía aérea cesa su crecimiento. (Zhiai *et al.*, 2015; Jing *et al.*,

2019). En consecuencia, la falta de permeabilidad de la vía aérea superior puede provocar trastornos respiratorios como la apnea obstructiva del sueño (AOS), conduciendo a desmejorar la calidad de vida y mortalidad de las personas.

En cuanto, a la apnea obstructiva del sueño (AOS) es una disfunción respiratoria crónica asociada con el sueño, produciendo el cese de flujo de aire por el colapso de las vías aéreas superiores. Con respecto al método de elección para su diagnóstico es la polisomnografía que evalúa la cantidad y calidad del sueño y revisa las vías respiratorias. La mayoría de los pacientes con apnea obstructiva del sueño (AOS) tienen características de una maloclusión clase II relacionada con una vía aérea superior estrecha, retrognatismo mandibular, desplazamiento posterior de la lengua y el hueso hioides. (Indrikson *et al.*, 2014; Serra *et al.*, 2016; Mohamed *et al.*, 2020). Shendel *et al.*, [2012] encontró que la probabilidad de AOS es alta en pacientes con vías aéreas menores de 52 mm<sup>2</sup>, es intermedia si las vías aéreas son de 52 a 110mm<sup>2</sup> y baja si las vías aéreas son mayores a 110mm<sup>2</sup>.(Shendel y Jacobson,2012). En cuanto al Gold estándar para la terapéutica de pacientes con apnea obstructiva es el CPAP (presión positiva continua en la vía aérea) este dispositivo permite estabilizar la vía aérea superior evitando que se colapse durante el sueño; también el CPAP se ha comparado con los aparatos orales (AO) estos aparatos generan un desplazamiento anterior de la mandíbula aumentando el diámetro de las vías aéreas superiores; la evidencia que compara el CPAP con los dispositivos de avance mandibular ha encontrado mayores beneficios a favor del CPAP en cuanto a la somnolencia y el estado de salud, aunque también se evidencian molestias relacionadas al ruido de la máquina CPAP, dificultad en su uso e incomodidad en el paciente. También se reportan como efectos adversos congestión nasal, y sequedad de la mucosa. (Giles *et al.*,2006; Schwartz *et al.*,2018)

Otro punto son los dispositivos de avance mandibular (MAD); los más comúnmente utilizados son el activador de Headgear, Twin block, Herbst y el Forsus. Cuando la maloclusión esquelética clase II se diagnostica tempranamente, la mejor opción de tratamiento es el uso de aparatos funcionales permitiendo el crecimiento anterior de la mandíbula y evitando el colapso de las vías aéreas superiores. Pero, esta terapéutica depende de la colaboración del paciente para ser efectiva. (Serra *et al.*, 2016; Ng *et al.*,2019). En cuanto a la eficacia de los MAD algunos estudios reportan un aumento significativo en las vías aéreas superiores posterior al tratamiento de

pacientes con maloclusión clase II esquelética con Twin block, otros estudios reportan disminución de los ronquidos y somnolencia nocturna. (Ozdemir *et al.*,2014; Mohamed *et al.*, 2020). Por otro lado, los efectos adversos causados por los aparatos de avance mandibular (MAD) han sido el aumento de la salivación, sequedad en la boca, mal gusto y cambios oclusales que fueron evaluados en algunos pacientes que usaron los dispositivos por más tiempo, aunque estos efectos adversos no persistieron por más de 3 meses. En cuanto a los aparatos de avance mandibular fabricados en acrílico se presentaron fracturas del mismo o daños en el alambre y los dispositivos fabricados en cromo cobalto, eran más aceptados por el paciente y amables con los tejidos blandos. (Ozdemir *et al.*,2014)

Otro tipo de terapéuticas en ortodoncia que puede cambiar las dimensiones de las vías aéreas es la expansión rápida maxilar, en un estudio realizado por Akram *et al.*, [2020]encontraron que la expansión rápida maxilar no quirúrgica puede mejorar la respiración e incrementar la geometría de la cavidad nasal en los pacientes. (Akram *et al.*, 2020)

Por lo consiguiente los efectos de los aparatos dentales y las exodoncias con fines ortodónticos en las vías aéreas superiores han sido motivo de investigación ya que muchos de estos tratamientos pueden alterar la permeabilidad de las vías aéreas. Además, pueden existir cambios dento-faciales significativos después de tratamientos de exodoncia, incluidos cambios en la estructura esquelética, perfil de tejidos blandos, angulación incisiva que podrían alterar la vía faríngea. (Hu *et al.*,2015; Mohamed *et al.*, 2020)

Hu *et al.*, [2015] encontraron que, durante el tratamiento de ortodoncia con exodoncias de premolares, la retracción de los dientes anteriores generaba reducción de las dimensiones de las vías aéreas superiores mientras que el movimiento mesial de los molares parecía aumentar las dimensiones. (Hu *et al.*,2015)

En correlación con el estudio anterior Cakan *et al.*, [2011] evidenciaron una disminución de 2,1-1,5 mm en el espacio medio de la vía aérea y de 3,8 – 3,3 mm en la vía aérea zona inferior en el grupo de máximo anclaje después de la exodoncia de premolares por tratamiento de ortodoncia (Cakan *et al.*, 2011)

Otros estudios han evaluado los efectos de las exodoncias en el desarrollo de una apnea obstructiva del sueño: Larsen *et al.*, [2015] encontraron que las exodoncias de premolares por motivos ortodónticos no es un factor significativo en generar AOS; sin diferencias entre pacientes con exodoncias por ortodoncia y los grupos control. (Larsen *et al.*, 2015)

Por lo tanto, es fundamental tener en cuenta el potencial de crecimiento de las pacientes al analizar los efectos de las vías aéreas en algún procedimiento ortodóntico, para lograr tasas de confiabilidad en los resultados; por esta razón se va a estudiar los efectos de las vías aéreas en la población de jóvenes y adultos y no en la población de pacientes en crecimiento, teniendo en cuenta que son las dos poblaciones de estudio en la que no se evidencian cambios en las dimensiones de las vías aéreas superiores.

Ahora bien, Siendo la ortodoncia una ciencia enfocada en el tratamiento de las anomalías de forma, posición, relación y función de las estructuras dento-maxilofaciales con objetivos en mejorar la oclusión y estética del paciente, teniendo en cuenta que esta puede cambiar las dimensiones de las vías aéreas y en muchas ocasiones no se tiene en cuenta la evaluación de las vías aéreas a la hora de realizar los objetivos del tratamiento convencional. (Hu *et al.*,2015; Mohamed *et al.*, 2020). De acuerdo a lo anterior surge la necesidad de plantear un estudio de revisión sistemática que permita revisar los artículos con la mejorar calidad metodológica que analicen los efectos del tratamiento de ortodoncia en la vía aérea superior, es decir tratamientos de aumento y con los procedimientos que la disminuyen; Hay pocos estudios que evalúen y hagan una revisión que integre los tratamientos de ortodoncia y sus efectos en las vías aéreas superiores tanto aumento como disminución de estas vías por lo tanto el desarrollo de este proyecto de investigación aportará nuevo conocimiento al ya existente y establecerlo orientará los enfoques terapéuticos en pacientes adultos y jóvenes ,los hallazgos permitirán definir el pronóstico individual en el tratamiento de cada paciente mediante el análisis de la vía aérea superior, apoyando así la planificación de tratamientos más eficientes para los pacientes.

## 2. ANTECEDENTES

La vía aérea superior siempre ha sido motivo de investigación ya que la orofaringe y la nasofaringe juegan un papel fundamental en el crecimiento y desarrollo del complejo craneofacial. La mayoría de los estudios se han centrado en evaluar las asociaciones entre la vía aérea y las estructuras esqueléticas, tejidos blandos pero los efectos del tratamiento de ortodoncia en las vías aéreas superiores han generado conclusiones inconsistentes. (Valiathan *et al.*,2010)

En relación a las ayudas radiográficas, éstas juegan un rol fundamental en la evaluación de la vía aérea superior. Las radiografías más utilizadas para la evaluación de la anatomía y el volumen de las vías aéreas superiores son la radiografía cefálica lateral, imágenes de resonancia magnética (MRI) y la tomografía computarizada (TC). Sin embargo, la tomografía computarizada por su reconstrucción tridimensional (3D), y precisión para realizar las mediciones de la vía aérea superior tiene ventaja en comparación con la cefálica lateral. Aunque las imágenes de resonancia magnética (IRM) se pueden realizar sin el uso de una radiación ionizante se necesita un tiempo de funcionamiento más prolongado y como consecuencia genera una disminución en la calidad de la imagen de las vías aéreas. (Valiathan *et al.*,2010) Con la introducción de la tomografía de haz cónico (CBCT) eliminó las desventajas de la tomografía convencional como su alta dosis de radiación y tiempo de exposición más prolongado además de una mejor evaluación de la anatomía de la vía aérea superior. (Valiathan *et al.*,2010; Stefanovic *et al.*, 2013; Park *et al.*, 2018; Joy *et al.*, 2020)

También, la evaluación en 3D de la vía aérea por medio de la tomografía de haz cónico (CBCT) permite una mejor evaluación de las dimensiones de la vía aérea y la sección transversal volumétrica. Una desventaja de las mediciones cefalométricas es que el paciente se encuentra en postura vertical y esta no es la postura que naturalmente se adopta para dormir, sabiendo que los eventos de AOS se presentan cuando el paciente se encuentra en posición supina. El dispositivo Newton que es la única CBCT que registra imágenes en pacientes en posición supina es fundamental para evaluar AOS. (Guijarro *et al.*,2011)

Por otra parte, Angle confirmó un estrechamiento de las vías aéreas superiores en niños con deformidad dentofacial clase II en el año de 1907 y otros estudios han establecido que ciertos patrones craneofaciales están asociados con un menor tamaño de la vía aérea superior; como una mandíbula deficiente y un plano mandibular empinado. Se ha evidenciado que los individuos clase II con plano mandibular empinado tienen las vías aéreas superiores más reducidas en tamaño y con mayor riesgo de sufrir de apnea obstructiva crónica; sobre todo en la población asiática. (Zhang *et al.*, 2015)

En efecto, los individuos clase II y un patrón esquelético hiperdivergente, frecuentemente presentan un perfil convexo y esta suele ser su queja principal. La cirugía ortognática puede mejorar los perfiles anormales y el estrechamiento de las vías aéreas superiores, sin embargo, muchos pacientes rechazan estos tratamientos por ser tan invasivos. El tratamiento de camuflaje en ortodoncia puede contribuir a mejorar el perfil en pacientes con discrepancias esqueléticas de leves a moderadas mediante las exodoncias dentales y el anclaje máximo. Sin embargo, la afectación de las vías aéreas al realizar tratamiento de ortodoncia con exodoncias sigue siendo debatido. (Zhang *et al.*, 2015)

Por lo que se refiere a los efectos del tratamiento de ortodoncia con y sin extracciones, y al evaluar las características anatómicas de la vía aérea superior en pacientes adultos algunos estudios reportan efectos diferentes sobre la nasofaringe o las regiones retro palatinas de la orofaringe entre los tratamientos de exodoncia y no exodoncia. (Pliska *et al.*, 2016)

Así pues, Zhang *et al.*, [2015] evaluaron pacientes adultos con maloclusión clase II, patrón esquelético hiperdivergente utilizando tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT); en los resultados encontraron que los cambios del volumen, la altura y la sección transversal de las vías aéreas después del tratamiento ortodóntico con exodoncias de premolares y máximo anclaje, no fueron significativos en pacientes adultos clase II e hiperdivergentes. Estos hallazgos fueron similares a los de Park *et al.*, [2018] También se reportó que los cambios en las dimensiones de las vías aéreas en dirección sagital posterior a las exodoncias por motivos ortodónticos fueron significativos en la parte media e inferior de la vía aérea superior y no se presentaron diferencias estadísticamente significativas en el tamaño de las vías respiratorias entre los pacientes

postratamiento y los controles; lo que coincide con Cho *et al.*, [2021] (Zhang *et al.*, 2015; Park *et al.*, 2018; Cho *et al.*, 2021)

Por su parte, Pliska *et al.*, [2016] evaluaron las medidas volumétricas y transversales en las vías aéreas respiratorias y se compararon los grupos de extracción de premolares con los grupos de no extracción. De acuerdo a la población de estudio se incluyeron pacientes clase I y clase II, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas en los cambios observados por el tratamiento en las regiones de la nasofaringe, o retropalatal y retroglotal de la orofaringe. De igual forma, Park *et al.*, [2019] reportó resultados similares. (Pliska *et al.*, 2016; Park *et al.*, 2019)

También, Maaitah *et al.*, [2012] realizaron un estudio para investigar las dimensiones de las vías respiratorias en pacientes con protrusión bimaxilar quienes les realizaron exodoncias de premolares, ellos encontraron un aumento significativo en el ancho intercanino después de la exodoncia de los premolares; el ancho intermolar se redujo en un promedio de 0,97 mm, esto puede ser generado por el movimiento mesial de los dientes y en el arco inferior el ancho intermolar se redujo después del tratamiento. Ellos concluyeron que la reducción de las dimensiones del arco al realizar el tratamiento de exodoncias no afecta las dimensiones de la vía aérea. Estos hallazgos están en concordancia con los estudios de Patel *et al.*, [2017] en los que no encontraron cambios significativos en las dimensiones de las vías aéreas o posición del hioides a pesar de los cambios dentoalveolares. (Maaitah *et al.*, 2012; Patel *et al.*, 2017)

Aunque los primeros premolares son los dientes más indicados para extraer en casos de protrusión bimaxilar, elegir extraer los segundos premolares puede ser un tratamiento alternativo si resulta en menos cambios dimensionales de las vías aéreas. Algo semejante ocurre con Aldosari *et al.*, [2019] en su estudio encontraron que la distancia entre la espina nasal posterior (SNP) y la base de la epiglotis que representa la longitud de la vía aérea faríngea (VAR) aumentó de forma significativa comparando las mediciones pre tratamiento posterior a las exodoncias de los segundos premolares, pero no causa alteraciones significativas en las dimensiones de las vías aéreas, Este estudio concuerda con Maaitan *et al.*, [2012] y Patel *et al.* [2017] En cuanto al cierre de espacios que se realizó de forma recíproca, permite el movimiento

mesial de los molares lo que explica el aumento de la longitud de la vía aérea vertical. (Aldosari *et al.*, 2019)

Por el contrario, otros estudios son inconsistentes con los hallazgos de Maaitan *et al.*, [2012] como el descrito por Chen *et al.*, [2012] donde se reporta cambios significativos en la hipofaringe al realizar exodoncias de los cuatro premolares y retracción de incisivos con máximo anclaje (mini tornillos). Además, se encontró una correlación entre la cantidad de retracción de los incisivos y la retracción del hueso hioides y el cambio del área transversal de la hipofaringe, por ello la reducción de la hipofaringe corresponde a la retracción del hioides que es causada por la retracción de los incisivos. (Chen *et al.*, 2012) Similares hallazgos a los de Wang *et al.*, [2012] y Zheng *et al.*, en ambos estudios confirmaron que la retracción de los incisivos con anclaje máximo influye en las dimensiones de las vías aéreas de pacientes adultos y el movimiento en sentido posterior e inferior del hueso hioides. (Wang *et al.*, 2012). Inclusive, En el estudio de Zheng se evalúan las características del flujo de aire en la vía aérea superior en pacientes adultos clase I con protrusión bimaxilar posterior al tratamiento de extracción encontrando que al reducirse la sección transversal faríngea llevó a una presión negativa y mayor velocidad del flujo de aire y la presión de los tejidos circundantes hizo que la vía aérea fuera más colapsable.

También, otros estudios evalúan los efectos de la no extracción y extracción de premolares usando tratamientos con diferentes anclajes evaluando también las dimensiones de las vías aéreas como el estudio de Cakan *et al.*, todos los pacientes tenían maloclusión clase I y fueron divididos en 3 grupos de acuerdo al tratamiento, el grupo 1 fue tratado con anclaje mínimo y extracción de los cuatro premolares, lo que resultó en un movimiento mesial de los molares después de resolverse el apiñamiento anterior. Las dimensiones de la vía aérea en cuanto al espacio superior posterior (SPA) y el espacio medio (MAS) aumentaron 1.5 mm después de la terapéutica. Y puede deberse a el aumento del espacio posterior de la lengua después del movimiento mesial de los molares. Estos hallazgos coinciden con el estudio de Aldosari *et al.*, [2020] Maaitan *et al.*, [2012] y Patel *et al.*, [2017] (Maaitan *et al.*, 2012; Patel *et al.*, 2017; Aldosari *et al.*, 2020)

En el segundo grupo se realizó la terapéutica sin exodoncias y con ARS para corregir el apiñamiento y se evidencio un movimiento mesial del molar mínimo de 0,7mm, pero sin cambios significativos en las dimensiones de las vías aéreas y en el grupo 3 se realizó en pacientes con protrusión bimaxilar y la terapéutica consistió en las exodoncias de los cuatro premolares con máximo anclaje usando una barra botón (barra transpalatina con un botón de nance) y un Headgear que fue implementado si era necesario. Posterior al tratamiento el promedio de espacio medio de la vía aérea (MAS) y el espacio inferior de la vía aérea (IAS) se redujo en 3mm, esto puede deberse a un estrechamiento del espacio de la lengua después de la retracción incisiva, coincidiendo estos hallazgos con los de Bathia *et al.*, que también confirmaron que la vía aérea faríngea se reduce después de la retracción de los incisivos y ellos también utilizaron en su estudio como medio de anclaje la barra botón y el Headgear. Además, los hallazgos del estudio de Germec *et al.*, [2010] coincidieron con los de Chen *et al.*, [2012] y Wang *et al.*, [2012] aunque estos autores utilizaron como método de anclaje los mini tornillos. (Germec *et al.*, 2010)

En cuanto a la expansión rápida maxilar (RME), esta terapéutica tiene como objetivo mejorar las deficiencias transversales maxilares, corregir mordidas cruzadas posteriores y crear espacio suficiente en el arco para mejorar el apiñamiento. Los beneficios reportados para las vías aéreas superiores son aumentar la permeabilidad nasal, también se han evidenciado buenos resultados en el tratamiento de trastornos respiratorios pediátricos del sueño incluido la apnea obstructiva del sueño (AOS). Al incrementar el espacio palatino también pueden permitir una mejor postura de la lengua facilitando el incremento de las vías respiratorias en la zona de la orofaringe. Se ha evidenciado en algunos estudios que la RME en pacientes en crecimiento con constricción del maxilar puede relacionarse con un aumento a corto plazo en el volumen de las vías aéreas, induciendo una buena respuesta de la mucosa respiratoria y mejora de la calidad de vida de los pacientes respiradores bucales; también disminuyen la resistencia las vías respiratorias en niños y adolescentes. (Buck *et al.*, 2016; Akram *et al.*, 2020)

Por otro lado, los pacientes jóvenes y adultos sin potencial de crecimiento, que presentan la sutura palatina media con fusión ósea aumentando la resistencia a la expansión, la RME tradicional puede ser más compleja y se ha reportado en la evidencia como tratamiento

alternativo el MARPE que es la expansión rápida palatina asistida por micro implantes. (Yi *et al.*, 2020)

Así mismo, Yi *et al.*, [2020] reportó en un estudio los cambios de las dimensiones de la vía aérea en un grupo de pacientes entre los 15-29 años con deficiencia transversal tratados con MARPE; en cuanto a los resultados el ancho nasal lateral (NLW) aumento después del tratamiento con MARPE con diferencias estadísticamente significativas. También el volumen de la nasofaringe (1938,28 mm<sup>3</sup>) posterior al tratamiento aumentó en 502 mm<sup>3</sup>; sin embargo, no hubo cambios significativos en el volumen orofaríngeo y palatofaríngeo en comparación con el pretratamiento. Ellos concluyeron que el MARPE además de producir expansión ósea transversal en pacientes adultos puede mejorar la ventilación de las vías aéreas. Lo que coincide con Li *et al.*, [2020] y Tang *et al.*, [2021] conduciendo a un aumento de las dimensiones transversales y el volumen de la cavidad nasal y nasofaringe después del MARPE (Expansión rápida del maxilar con mini implantes). (Yi *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2020; Tang *et al.*, 2021)

Con respecto al uso de la tracción cervical, esta terapéutica induce el desplazamiento de la mandíbula hacia adelante y se ha utilizado en pacientes con protrusión maxilar y retrognatismo mandibular. Así, Hiyama *et al.*, [2001] examinaron los cambios de la posición de la mandíbula y las estructuras orofaríngeas al usar la tracción cervical durante el sueño en pacientes adultos. En los resultados se encontró que el desplazamiento anteroposterior de la mandíbula no fue significativo, solo se observó una rotación antihoraria mandibular y la dimensión sagital de la vía aérea superior se disminuyó significativamente, también el hueso hioides y la tercera vértebra cervical se movieron anteriormente. Estos hallazgos fueron diferentes a los resultados de otro estudio realizado por el mismo autor en el que la tracción cervical si genero un desplazamiento anterior mandibular, pero fue realizado en pacientes despiertos, estas diferencias pueden ser debidas a la disminución de la actividad muscular durante el sueño. (Hiyama *et al.*, 2001)

También la evidencia reporta procedimientos ortodónticos dirigidos a pacientes con mordidas abiertas y el cierre de la mordida puede conducir a la rotación antihoraria de la mandíbula e inducir a aumentar las dimensiones de las vías aéreas como en el estudio de Chen *et al.*, [2018] ellos examinaron las dimensiones de las vías aéreas en pacientes con mordida abierta anterior

que fueron tratados con aparatos de anclaje temporal para intruir los dientes posteriores superiores. Ellos encontraron un aumento significativo en las vías respiratorias del área retroglosa (AWS: 1.7mm +- 2.7mm) se reportó 44% de aumento y la vía aérea inferior (IAS) de (1.7mm+- 2,7 mm) con un 31% de aumento. También se encontró que el volumen de la vía retropalatal y retroglosa aumentaron posterior al tratamiento con una rotación mandibular en sentido antihorario. Además, la vía aérea se volvió menos elíptica después del cierre de la mordida. la razón del aumento en las dimensiones puede ser por el cambio en la postura de la lengua y posición mandibular. (Chen *et al.*, 2018)

Otro punto son, los pacientes con apnea obstructiva del sueño (AOS) varios estudios sugieren una relación entre la AOS y el tamaño y posición de las estructuras del tejido blando y duro del complejo orofacial; como el tamaño de la lengua, el tamaño de las amígdalas, la longitud y grosor del paladar blando, posición del hueso hioides, longitud mandibular corta, altura facial vertical larga, ángulo del plano mandibular alto y maloclusión clase II ; otros estudios confirman que los cambios en el volumen de las vías aéreas tratados con cirugía ortognática o tratamiento de ortodoncia pueden reducir el espacio de las vías respiratorias y contribuir a AOS. (Ng *et .al*, 2019)

También se ha evidenciado que las exodoncias de premolares pueden predisponer a los pacientes a la AOS y como consecuencia generando una profundidad de arco reducida resultando en una disminución del volumen de la cavidad oral, desplazamiento posterior de la lengua y el paladar blando. Sin embargo, la reducción de la profundidad de arco puede ser importante en pacientes con subtipos de clase II y la disminución del espacio de las vías respiratorias puede agravar los ronquidos y la AOS. Fukuda *et al.*, [2001] evidenciaron un índice de apnea e hipoapnea (IAH) más alto en pacientes con exodoncias por motivos ortodónticos en comparación con los pacientes control. Por el contrario, Larsen *et al.*, [2015] no evidenciaron diferencias entre los pacientes con exodoncias de premolares por motivos ortodónticos y el grupo control confirmando que las exodoncias de los cuatro premolares no aumentan la incidencia de AOS. Esta falta de consenso puede ser las diferencias en las edades de los pacientes y las indicaciones de las exodoncias. Además, las extracciones por motivos ortodónticos y sus efectos en las vías aéreas en pacientes en crecimiento pueden mejorar con el crecimiento faríngeo. (Ng *et al.*, 2019)

### **3. OBJETIVOS**

#### *Objetivo general*

Identificar los efectos de los tratamientos de ortodoncia en las dimensiones de las vías aéreas superiores a través de una revisión sistemática.

#### *Objetivos específicos*

- Determinar el efecto del tratamiento de ortodoncia con exodoncias en las dimensiones de las vías aéreas.
- Establecer el efecto del tratamiento de ortodoncia con expansión rápida maxilar en las dimensiones de las vías aéreas.
- Describir el efecto del tratamiento de ortodoncia con rotación mandibular en las dimensiones de las vías aéreas.

#### 4. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA REVISIÓN

##### a. Tipo de estudio

Revisión sistemática con el objetivo de encontrar la mejor evidencia y resolver la pregunta de cuáles son los efectos del tratamiento de ortodoncia en las dimensiones de las vías aéreas superiores.

##### b. Métodos

###### 1. Pregunta de la revisión

¿Cuáles son los efectos del tratamiento de ortodoncia en las dimensiones de las vías aéreas superiores?

###### 2. Estructura de la revisión

- Introducción / objetivo
- Metodología de búsqueda de la información
  - Protocolo y registro
  - Criterios de selección
  - Medición de resultados
  - Estrategia de búsqueda
  - Selección de estudios y extracción de datos
  - Evaluación de la calidad metodológica de los estudios
  - Síntesis de datos
- Resultados
  - Resultados de la búsqueda
  - Estudios incluidos
  - Evaluación de estudios
  - Determinar el efecto del tratamiento de ortodoncia con (exodoncias, expansión rápida maxilar o rotación mandibular) en las dimensiones de las vías aéreas.
- Discusión y conclusiones

###### 3. Búsqueda de la información

##### **Protocolo y registro**

Esta revisión se realizó de acuerdo con las directrices de PRISMA, Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions y el Check Review checklist. El protocolo fue registrado en el Instituto Nacional de Investigación en Salud PRÓSPERO. Número de registro: CRD42020220739

### Estrategia de búsqueda

Se utilizaron palabras claves para la estrategia de búsqueda de cada una de las temáticas propuestas, como términos MeSH para inglés y términos DeCs para español, utilizando los operadores booleanos AND y OR. Se usaron bases de datos electrónicas como PubMed, EMBASE (base de datos Excerpta Medica), Scopus, Registro Central Cochrane, Web of Science, LILACS y Google Scholar, sin restricción de idioma, desde 2010 hasta diciembre del 2021; para lo cual se diligenció la tabla 1.

#### a. Selección de palabras clave por temática

Tabla 1a.- SELECCIÓN DE PALABRAS CLAVES POR TEMÁTICA DE REVISIÓN		
<b>Temática</b>	Determinar los efectos de los tratamientos ortodónticos (exodoncias) en las dimensiones de las vías aéreas.	
<b>Variable</b>	<b>Palabras claves</b>	
EXTRACCIÓN DENTAL	Palabra clave	Extracción dental
	Términos [MeSH] inglés	Tooth Extraction
	Términos [DeSC] español/ inglés/ portugués	Tooth Extraction , Extraction Dental, Extração Dentária
	Sinónimos / Términos relacionados	Extraction, Tooth, Extractions,

Tabla 1.b SELECCIÓN DE PALABRAS CLAVES POR TEMÁTICA DE REVISIÓN		
<b>Temática</b>	Determinar los efectos de los tratamientos ortodónticos (expansión) en las dimensiones de las vías aéreas.	
<b>Variable</b>	<b>Palabras claves</b>	
EXPANSION MAXILAR	Palabra clave	Expansión maxilar rápida

Tabla 1.b SELECCIÓN DE PALABRAS CLAVES POR TEMÁTICA DE REVISIÓN		
<b>Temática</b>	Determinar los efectos de los tratamientos ortodónticos (expansión) en las dimensiones de las vías aéreas.	
<b>Variable</b>	<b>Palabras claves</b>	
	Términos [MeSH] inglés	Maxillary Expansion
	Términos [DeSC] español/ inglés/ portugués	Palatal Expansion Technique Técnica de expansión palatina Técnica de Expansão Palatina
	Sinónimos / Términos relacionados	Técnica de expansión palatina

Tabla 1. c SELECCIÓN DE PALABRAS CLAVES POR TEMÁTICA DE REVISIÓN		
<b>Temática</b>	Determinar los efectos de los tratamientos ortodónticos (rotación mandibular) en las dimensiones de las vías aéreas	
<b>Variable</b>	<b>Palabras claves</b>	
ROTACIÓN MANDIBULAR	Palabra clave	Mandibular Advancement
	Términos [MeSH] inglés	Mandibular Advancement
	Términos [DeSC] español/ inglés/ portugués	<b>Mandibular Advancement</b> <b>Avance mandibular</b> <b>Avanço Mandibular</b>
	Sinónimos / Términos relacionados	Adelantamiento mandibular, avanzamiento mandibular

***b. Estructuración de estrategia de búsqueda por temática***

A partir de la tabla 2 se seleccionaron las palabras claves más pertinentes para estructurar los algoritmos de las estrategias de búsqueda por temática.

Tabla 2. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA
---------------------------------

<b>Temática</b>	Determinar los efectos de los tratamientos ortodónticos (exodoncias, expansión maxilar, rotación mandibular) en las dimensiones de las vías aéreas
<b>#1</b>	# 1 Orthodontic AND (Tooth Extraction OR (Extraction, Tooth OR Extractions, Tooth OR Tooth Extractions) AND (airway OR Airway Obstructions O OR Obstruction, Airway OR Obstructions, Airway)
<b>#2</b>	# 2 Airway Obstruction OR Airway Obstructions OR Choking OR Obstruction, Airway OR Obstructions, Airway) AND (Mandibular Advancement Devices OR Advancement Device, Mandibular OR twin block appliance
<b>#3</b>	# 3 Orthodontic AND (Tooth Extraction OR (Extraction, Tooth OR Extractions, Tooth OR Tooth Extractions) AND (airway OR Airway Obstructions O OR Obstruction, Airway OR Obstructions, Airway) AND Airway Obstruction OR Airway Obstructions OR Choking OR Obstruction, Airway OR Obstructions, Airway) AND (Mandibular Advancement Devices OR Advancement Device, Mandibular OR twin block appliance
<b>#4</b>	Orthodontic AND (Tooth Extraction OR (Extraction, Tooth OR Extractions, Tooth OR Tooth Extractions) AND (airway OR Airway Obstructions O OR Obstruction, Airway OR Obstructions, Airway) AND Airway Obstruction OR Airway Obstructions OR Choking OR Obstruction, Airway OR Obstructions, Airway) AND (Mandibular Advancement Devices OR Advancement Device, Mandibular OR twin block appliance AND (Maxillary Expansion) AND (Extraoral Traction Appliances OR Appliance Extraoral Traction OR Appliances, Extraoral Traction)

**c. Resultados de aplicación de estrategia de búsqueda en bases de datos**

Se aplica la estrategia de búsqueda por temática en las diferentes bases de datos (PubMed-Embase) y se registraron los resultados en la tabla 3

<b>Tabla 3. Resultados aplicación de Estrategia de búsqueda por temática PubMed, EMBASE, Science Direct, Google Scholar Sort by: Relevance Fecha: 2010-2022</b>			
<b>Temática</b>	Determinar los efectos de los tratamientos ortodónticos (exodoncias, expansión maxilar, rotación mandibular) en las dimensiones de las vías aéreas		
<b>Búsqueda</b>	<b>Algoritmos</b>	<b>Cantidad de artículos encontrados</b>	<b>Cantidad seleccionada por Título/ abstract</b>

#1	Orthodontic AND (Tooth Extraction OR (Extraction, Tooth OR Extractions, Tooth OR Tooth Extractions) AND (airway OR Tooth Extractions) AND (airway OR Airway Obstructions O OR Obstruction, Airway OR Obstructions, Airway)	460	
#2	Airway Obstruction OR Airway Obstructions OR Choking OR Obstruction, Airway OR Obstructions, Airway) AND (Mandibular Advancement Devices)	605	
#3	Orthodontic AND (Tooth Extraction OR (Extraction, Tooth OR Extractions, Tooth OR Tooth Extractions) AND (airway OR Airway Obstructions O OR Obstruction, Airway OR Obstructions, Airway) AND Airway Obstruction OR Airway Obstructions OR Choking OR Obstruction, Airway OR Obstructions, Airway) AND (Mandibular Advancement Devices OR Advancement Device, Mandibular OR twin block appliance	598	
#4	Orthodontic AND (Tooth Extraction OR (Extraction, Tooth OR Extractions, Tooth OR Tooth Extractions) AND (airway OR Airway Obstructions O OR Obstruction, Airway OR Obstructions, Airway) AND Airway Obstruction OR Airway Obstructions OR Choking OR Obstruction, Airway OR Obstructions, Airway) AND (Mandibular Advancement Devices OR Advancement Device, Mandibular OR twin block appliance AND (Maxillary Expansion) AND (Extraoral Traction Appliances OR Appliance Extraoral Traction OR Appliances, Extraoral Traction)	15	

**d. Preselección de artículos por temática**

<b>TABLA 4. PRESELECCIÓN DE ARTÍCULOS POR TEMÁTICA</b>	
<b>TEMÁTICA</b>	Determinar los efectos de los tratamientos ortodónticos (exodoncias, expansión maxilar, rotación mandibular) en las dimensiones de las vías aéreas
<b>BASE DE DATOS</b>	<b>PubMed, EMBASE, Science Direct, Google Scholar</b>
<b>ALGORITMO FINAL</b>	Orthodontic AND (Tooth Extraction OR (Extraction, Tooth OR Extractions, Tooth OR Tooth Extractions) AND (airway OR Airway Obstructions O OR

	Obstruction, Airway OR Obstructions, Airway) AND Airway Obstruction OR Airway Obstructions OR Choking OR Obstruction, Airway OR Obstructions, Airway) AND (Mandibular Advancement Devices OR Advancement Device, Mandibular OR twin block appliance
<b>Artículos preseleccionados</b> Referencia -estilo Vancouver y abstract	
<b>ARTÍCULOS RELACIONADOS ENCONTRADOS</b>	
<p><b>Al Maaitah, E., El Said, N., &amp; Abu Alhaja, E. S. (2012). First premolar extraction effects on upper airway dimension in bimaxillary proclination patients. <i>The Angle Orthodontist</i>, 82(5), 853-859.</b></p> <p>ABSTRACT</p> <p>Objective: To examine changes in the airway and cephalometric measurements associated with orthodontic treatment of adults with and without premolar extractions. The study investigated whether extractions had a direct or indirect effect on the airway and examined selected skeletal and dental features.</p> <p>Materials and Methods: This retrospective study used pre- (T1) and posttreatment (T2) conebeam computed tomography scans of 83 adult patients matched for age and sex. A total of 15 airway and 10 skeletal and dental measures were analyzed by means of repeated-measures analysis of variance.</p> <p>Results: There were no results showing that extractions affected airway dimensions that could not be accounted for as reflections of measurement error. There was no evidence that extractions affected the airway indirectly through skeletal and dental changes. There were strong and consistent findings that patients with small airways showed larger ones after treatment and that patients with large airways showed smaller ones later. These effects were independent of whether or not extractions were part of treatment. The measurement phenomena of regression toward the mean and of differential unfolding of natural changes over time could have accounted for the results observed.</p> <p>Conclusions: There was no evidence that extractions in nongrowing patients have negative consequences on the size of various airway measures in the nasopharynx, retropalatal, or retroglossal regions. (<i>Angle Orthod.</i> 0000;00:000–000.) KEY WORDS: Airway change; Premolar extraction; Adults; CBCT; MCA; Incisor retraction</p>	
<p><b>Zhang, J., Chen, G., Li, W., Xu, T., &amp; Gao, X. (2015). Upper airway changes after orthodontic extraction treatment in adults: a preliminary study using cone beam computed tomography. <i>PLoS One</i>, 10(11), e0143233.</b></p> <p>Objective Whether the orthodontic treatment with premolar extraction and maximum anchorage in adults will lead to a narrowed upper airway remains under debate. The study aims to investigate the airway changes after orthodontic extraction treatment in adult patients with Class II and hyperdivergent skeletal malocclusion.</p> <p>Materials and Methods This retrospective study enrolled 18 adults with Class II and hyperdivergent skeletal malocclusion (5 males and 13 females, 24.1 ± 3.8 years of age, BMI 20.33 ± 1.77 kg/m<sup>2</sup> ). And 18 untreated controls were matched 1:1 with the treated patients for age, sex, BMI, and skeletal pattern. CBCT images before and after treatment were obtained. DOLPHIN 11.7 software was used to reconstruct and measure the airway size, hyoid position, and craniofacial structures. Changes in the airway and craniofacial parameters from pre to post treatment were assessed by Wilcoxon signed rank test. Mann-Whitney U test was used in comparisons of the airway parameters between the treated patients and the untreated controls. Significant level was set at 0.05.</p> <p>Results The upper and lower incisors retracted 7.87 mm and 6.10 mm based on the measurement of U1-VRL and L1-VRL (P &lt; 0.01), while the positions of the upper and lower molars (U6- VRL, and L6-VRL) remained stable. Volume, height, and cross-sectional area of the airway were not significantly changed after treatment,</p>	

while the sagittal dimensions of SPP-SPPW, U-MPW, PAS, and V-LPW were significantly decreased ( $P < 0.05$ ), and the morphology of the cross sections passing through SPP-SPPW, U-MPW, PAS, and V-LPW became anteroposteriorly compressed ( $P < 0.001$ ). No significant differences in the airway volume, height, and cross-sectional area were found between the treated patients and untreated controls.

**Conclusions:** The airway changes after orthodontic treatment with premolar extraction and maximum anchorage in adults are mainly morphological changes with anteroposterior dimension compressed in airway cross sections, rather than a decrease in size.

**Pliska, B. T., Tam, I. T., Lowe, A. A., Madson, A. M., & Almeida, F. R. (2016). Effect of orthodontic treatment on the upper airway volume in adults. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 150(6), 937-944.**

**Introduction:** The aim of this study was to examine the effects of orthodontic treatment with and without extractions on the anatomic characteristics of the upper airway in adults.

**Methods:** For this retrospective study, the pretreatment and posttreatment cone-beam computed tomography scans of 74 adult patients meeting defined eligibility criteria were analyzed. Imaging software was used to segment and measure upper airway regions including the nasopharynx, the retropalatal, and retroglossal areas of the oropharynx, as well as the total airway. The Wilcoxon signed rank test was used to compare volumetric and minimal cross-sectional area changes from pretreatment to posttreatment.

**Results:** The reliability values were high for all measurements, with intraclass correlation coefficients of 0.82 or greater. The volumetric treatment changes for the extraction and nonextraction groups were as follows: total airway, 1039.6 6 3674.3 mm<sup>3</sup> vs 1719.2 6 4979.2 mm<sup>3</sup>; nasopharynx, 136.1 6 1379.3 mm<sup>3</sup> vs 36.5 6 1139.8 mm<sup>3</sup>; retropalatal, 412.7 6 3042.5 mm<sup>3</sup> vs 399.3 6 3294.6 mm<sup>3</sup>; and retroglossal, 412.5 6 1503.2 mm<sup>3</sup> vs 1109.3 6 2328.6 mm<sup>3</sup>. The treatment changes in volume or minimal cross-sectional area for all airway regions examined were not significantly ( $P > 0.05$ ) different between the extraction and nonextraction groups. **Conclusions:** Orthodontic treatment in adults does not cause clinically significant changes to the volume or the minimally constricted area of the upper airway. These results suggest that dental extractions in conjunction with orthodontic treatment have a negligible effect on the upper airway in adults. (Am J Orthod Dentofacial Orthop 2016;150:937-44)

**Al Maaitah, E., El Said, N., & Abu Alhaja, E. S. (2012). First premolar extraction effects on upper airway dimension in bimaxillary proclination patients. The Angle Orthodontist, 82(5), 853-859.**

**Abstract**

**Objective:** To determine how orthodontic treatment with first premolar teeth extracted and the associated arch dimensional changes in bimaxillary proclination patients affect the upper airway dimensions.

**Materials and Methods:** Pre- and postorthodontic treatment cephalograms and dental casts of 40 bimaxillary proclination patients (ages ranged between 18 and 23 years) were used for this study. Patients were all treated with extraction of the four first premolars. Cephalometric radiographs were used to measure airway dimensions, and dental casts were used to measure the changes in the arch dimensions. A paired t-test was used to detect differences at  $P < .05$ .

**Results:** The results showed statistically significant reductions in tongue length ( $P < .05$ ), posterior adenoids thickness (AD2-H) ( $P < .05$ ), upper and lower incisor inclination, and lower incisor to A-Pog line ( $P < .001$ ). Considering the dental cast results, statistically significant reductions in upper arch length, lower arch length, and lower intermolar width were also found ( $P < .001$ ). The only statistically significant increase was recorded for the upper intercanine width ( $P < .001$ ).

**Conclusions:** Extraction of the first premolars for the treatment of bimaxillary proclination does not affect upper airway dimensions despite the significant reduction in tongue length and arch dimensions. (Angle Orthod. 2012;82:853-859.)

**KEY WORDS:** Bimaxillary proclination; Airway dimension

**Patel, P., Nagarag, K., Jain, A., Doshi, D., & Ringane, A. (2017). Assessment of cephalometric changes in pharyngeal airway involving first premolar extractions in Class II Division 1 Patients and Class I bimaxillary protrusion patients treated with fixed mechanotherapy: a Retrospective Study. IJODR, 3(1), 31-36.**

Abstract

Introduction: Since the recent paradigm shift is towards the soft tissue considerations, pharyngeal airway evaluation is an important aspect of orthodontic diagnosis as well as treatment planning. Less is known about the effects of extraction of premolars on the pharyngeal airway dimensions in different malocclusions.

Aims and Objectives: To evaluate and compare the effects of first premolar extractions on changes in pharyngeal airway in Class II division 1 patients and Class I Bimaxillary protrusion patients treated with fixed mechanotherapy.

Methodology: Pre- and Post- orthodontic treatment lateral cephalograms of 40 patients with Class I Bimaxillary Protrusion and Class II Division 1 Malocclusion were chosen and various cephalometric linear and angular measurements were made.

Results: All the pharyngeal airway dimensional changes and hyoid bone positions in both the groups were non-significant. Among the other variables, skeletal parameters were not statistically significant but significant findings were found in dentoalveolar measurement indicating the amount of retraction of the anterior teeth.

Conclusions: The pharyngeal airway in Class II Division 1 Malocclusion and Class I Bimaxillary Protrusion Malocclusion is not affected by the extractions of the premolars. Further studies by 3-D imaging and dynamic airway resistance studies are required to validate these results

**Zheng, Z., Liu, H., Xu, Q., Wu, W., Du, L., Chen, H., ... & Liu, D. (2017). Computational fluid dynamics simulation of the upper airway response to large incisor retraction in adult class I bimaxillary protrusion patients. Scientific Reports, 7(1), 1-8.**

The changes of the upper airway after large retraction of the incisors in adult class I bimaxillary protrusion patients were assessed mainly focused on the anatomic variation and ignored the functional changes. This study aimed to investigate the changes of the upper airway in adult class I bimaxillary protrusion patients after extraction treatment using the functional images based on computational fluid dynamics (CFD). CFD was implemented after 3D reconstruction based on the CBCT of 30 patients who have completed extraction treatment. After treatment, pressure drop in the minimum area, oropharynx, and hypopharynx increased significantly. The minimum pressure and the maximum velocity mainly located in the hypopharynx in pre-treatment while they mostly occurred in the oropharynx after treatment. Statistically significant correlation between pressure drop and anatomic parameters, pressure drop and treatment outcomes was found. No statistical significance changes in pressure drop and volume of nasopharynx was found. This study suggested that the risk of pharyngeal collapsing become higher after extraction treatment with maximum anchorage in bimaxillary protrusion adult patients. Those adverse changes should be taken into consideration especially for high risk patients to avoid undesired weakening of the respiratory function in clinical treatment.

**Wang, Q., Jia, P., Anderson, N. K., Wang, L., & Lin, J. (2012). Changes of pharyngeal airway size and hyoid bone position following orthodontic treatment of Class I bimaxillary protrusion. The Angle Orthodontist, 82(1), 115-121.**

Abstract

Objectives: To test the hypothesis that the sagittal position of the anterior teeth has no effect on pharyngeal airway dimension or hyoid bone position and to investigate the influence of orthodontic retraction of the anterior teeth on each section of pharynx and hyoid position.

Materials and Methods: Forty-four Class I bimaxillary protrusion adults, treated with preadjusted appliances and maximum anchorage after extraction of four premolars, were divided into two groups according to their vertical craniofacial skeletal patterns. Pretreatment and posttreatment variables were compared using paired t-test, and the relationship between pharyngeal airway size and dentofacial variables was analyzed using

Pearson correlation coefficient. The changes of pharyngeal airway size and hyoid position after treatment were compared between two groups using independent t-test.

Results: Upon retraction of the incisors, the upper and lower lips were retracted by 2.60 mm and 3.87 mm, respectively. The tip of the upper incisor was retracted by 6.84 mm and lower incisor retracted by 4.95 mm. There was a significant decrease in SPP-SPPW, U-MPW, TB-TPPW, V-LPW, VAL, C3H, and SH (P , .05). No statistically significant different changes were observed in the dentofacial structures, pharyngeal airway, and hyoid position between the two groups after the treatment. There was a significant correlation between the retraction distance of the lower incisor and the airway behind the soft palate, uvula, and tongue.

Conclusions: The pharyngeal airway size became narrower after the treatment. Extraction of four premolars with retraction of incisors did affect velopharyngeal, glossopharyngeal, hypopharyngeal, and hyoid position in bimaxillary protrusive adult patients. (Angle Orthod. 2012;82:115–121.)

**Germec-Cakan, D., Taner, T., & Akan, S. (2011). Uvulo-glossopharyngeal dimensions in non-extraction, extraction with minimum anchorage, and extraction with maximum anchorage. The European Journal of Orthodontics, 33(5), 515-520.**

#### Summary

The aim of this study was to investigate upper respiratory airway dimensions in non-extraction and extraction subjects treated with minimum or maximum anchorage. Lateral cephalograms of 39 Class I subjects were divided into three groups (each containing 11 females and 2 males) according to treatment procedure: group 1, 13 patients treated with extraction of four premolars and minimum anchorage; group 2, 13 cases treated non-extraction with air-rotor stripping (ARS); and group 3, 13 bimaxillary protrusion subjects treated with extraction of four premolars and maximum anchorage. The mean ages of the patients were  $18.1 \pm 3.7$ ,  $17.8 \pm 2.4$ , and  $15.5 \pm 0.88$  years, respectively. Tongue, soft palate, hyoid position, and upper airway measurements were made on pre- and post-treatment lateral cephalograms and the differences between the mean measurements were tested using Wilcoxon signed-ranks test. Superior and middle airway space increased significantly ( $P < 0.05$ ) in group 1. In group 2, none of the parameters showed a significant change, while in group 3, middle and inferior airway space decreased ( $P < 0.01$ ). The findings show that extraction treatment using maximum anchorage has a reducing effect on the middle and inferior airway dimensions.

**Aldosari, M. A., Alqasir, A. M., Alqahtani, N. D., Almosa, N. A., Almoammar, K. A., & Albarakati, S. F. (2020). Evaluation of the airway space changes after extraction of four second premolars and orthodontic space closure in adult female patients with bimaxillary protrusion—A retrospective study. The Saudi dental journal, 32(3), 142-147.**

Abstract Background & objectives: Previous studies have found that first premolar extractions during orthodontic treatment may alter the upper airway dimensions. The objective of this study is to investigate the effects of second premolar extraction during orthodontic treatment on the dimensions of the upper airway in a sample of female adults.

Methods: Twenty-nine female adult patients with ages between 18 and 30 years old and incisor bimaxillary protrusion were included in this study. They were treated with comprehensive orthodontic treatment which included the extraction of four second premolars. Pre and post cephalometric radiographs were analyzed using Dolphin imaging software for changes in tongue length and height, soft palate thickness and length, the superior, middle, and inferior airway space, and vertical airway length. Descriptive statistics were used to characterize measurements. Student's paired t-test was preformed to compare the pre- and post-test mean values of the dimensions.

Results: A significant increase in the vertical airway length was observed after the extraction of the second premolars ( $p = 0.02$ ). The soft palate length showed a tendency towards an increase that did not reach statistical significance ( $p = 0.053$ ). No other significant changes in the airway soft tissue measurements were observed. The proclination and protrusion of the upper and lower incisors were significantly decreased compared to pre-treatment measurements.

**Cho, H. N., Yoon, H. J., Park, J. H., Park, Y. G., & Kim, S. J. (2021). Effect of extraction treatment on upper airway dimensions in patients with bimaxillary skeletal protrusion relative to their vertical skeletal pattern. Korean Journal of Orthodontics, 51(3), 166-178.**

Abstract

Objective: To investigate dimensional changes in regional pharyngeal airway spaces after premolar extraction in bimaxillary skeletal protrusion (BSP) patients according to vertical skeletal pattern, and to further identify dentoskeletal risk factors to predict post treatment pharyngeal changes.

Methods

Fifty-five adults showing BSP treated with microimplant anchorage after four premolar extractions were included in this retrospective study. The subjects were divided into two groups according to the mandibular plane steepness hyperdivergent (Frankfort horizontal plane to mandibular plane [FH-MP]  $\geq 30$ ) and non hyperdivergent groups (FH-MP  $< 30$ ). The control group consisted of 20 untreated adults with skeletal Class I normodivergent pattern and favorable profile. Treatment changes in cephalometric variables were evaluated and compared. The association between posttreatment changes in the dentoskeletal and upper airway variables were analyzed using linear regression analysis.

Results

The BSP patients showed no significant decrease in the pharyngeal dimensions to the lower level in comparison with controls, except for middle airway space (MAS,  $p < 0.01$ ). The upper airway variable representing greater decrease in the hyperdivergent group than in the nonhyperdivergent group was the MAS ( $p < 0.01$ ). Posttreatment changes in FH-MP had negative correlation with changes in MAS ( $\beta = -0.42$ ,  $p < 0.01$ ) and inferior airway space ( $\beta = -0.52$ ,  $p < 0.01$ ) as a result of multivariable regression analysis adjusted for sagittal skeletal relationship.

Conclusions

Decreased pharyngeal dimensions after treatment in BSP patients showed no significant difference from the normal range of pharyngeal dimensions. However, the glossopharyngeal airway space may be susceptible to treatment when vertical dimension increased in hyperdivergent BSP patients.

**Bhatia, S., Jayan, B., & Chopra, S. S. (2016). Effect of retraction of anterior teeth on pharyngeal airway and hyoid bone position in Class I bimaxillary dentoalveolar protrusion. Medical Journal Armed Forces India, 72, S17-S23.**

Background: To test the hypothesis that the retraction of anterior teeth has no effect on the dimensions of pharyngeal airway and to evaluate the retraction of anterior teeth on each parameter of pharyngeal airway.

Methods: Twenty-two adult patients of Class I bimaxillary protrusion requiring first premolar extractions with maximum anchorage requirements were selected. The pharyngeal airway and dentofacial parameters of the patients were compared using pre- and posttreatment lateral cephalograms with the help of Student's paired t-test ( $P < 0.05$ ). The relationship between airway size and dentofacial parameters was also evaluated using Pearson correlation coefficient. Results: The upper and lower lips were retracted by 2.25 and 5.4 mm after retraction of the incisors. The tips of upper and lower incisors were retracted by 7.75 and 7.15 mm, respectively. There was a statistically significant decrease in SPP-SPPW ( $P < 0.05$ ), U-MPW ( $P < 0.001$ ), TB-TPPW ( $P < 0.001$ ), and change in HRGN ( $P < 0.01$ ). A significant correlation was observed between the amount of retraction of lower incisor and decrease in the pharyngeal airway posterior to soft palate ( $r = 0.102$ ), tongue ( $r = 0.322$ ), and change in HRGN ( $r = 0.265$ ).

Conclusions: The size of the pharyngeal (velopharyngeal and glossopharyngeal) airway reduced and hyoid bone position changed after retraction of the incisors in extraction space in bimaxillary protrusive adult patients.

**Chen, Y., Hong, L., Wang, C. L., Zhang, S. J., Cao, C., Wei, F., ... & Liu, D. X. (2012). Effect of large incisor retraction on upper airway morphology in adult bimaxillary protrusion patients: Three-dimensional multislice computed tomography registration evaluation. The Angle Orthodontist, 82(6), 964-970.**

Abstract

Objective: To evaluate, using multislice computed tomography (MSCT), the morphologic changes in the upper airway after large incisor retraction in adult bimaxillary protrusion patients. Materials and Methods: Thirty adult patients with bimaxillary protrusion had four first premolars extracted, and then miniscrews were placed to provide anchorage. A CT scan was performed before incisor retraction and again posttreatment. Three-dimensional (3D) reconstruction of the pre- (T1) and post- (T2) CT data was used to assess for morphological changes of the upper airway. A paired t-test was used to compare changes from T1 to T2. The relationship among the three variables (upper incisor retraction amount, upper airway size, and hyoid position) was analyzed by Pearson correlation coefficient. Results: The amounts of upper incisor retraction at the incisal edge and apex were 7.64 ± 1.68 mm and 3.91 ± 2.10 mm, respectively. The hyoid was retracted 2.96 ± 0.54 mm and 9.87 ± 2.92 mm, respectively, in the horizontal and vertical directions. No significant difference was observed in the mean cross-sectional area of the nasopharynx ( $P > .05$ ) between T1 and T2, while significant differences between T1 and T2 were found in the mean cross-sectional areas of the palatopharynx, glossopharynx, and hypopharynx ( $P < .05$ ); these mean cross-sectional areas were decreased by 21.02% ± 7.89%, 25.18% ± 13.51%, and 38.19% ± 5.51%, respectively. The largest change in the cross-sectional area is always noted in the hypopharynx. There was a significant correlation among the retraction distance of the upper incisor at its edge, the retraction distance of the hyoid in the horizontal direction, and the decrease of the hypopharynx. Conclusion: Large incisor retraction leads to narrowing of the upper airway in adult bimaxillary protrusion patients. (*Angle Orthod.* 2012;82:964–970.)

**Park, J. H., Kim, S., Lee, Y. J., Bayome, M., Kook, Y. A., Hong, M., & Kim, Y. (2018). Three-dimensional evaluation of maxillary dentoalveolar changes and airway space after distalization in adults. *The Angle Orthodontist*, 88(2), 187-194.**

Abstract

Objectives: To evaluate the changes in position of the maxillary dentition and the airway space after distalization using a modified C-palatal plate (MCPP) in adult patients through CBCT images and to analyze the relationship between the amount of distalization and the changes in the airway space. Materials and Methods: CBCT images of 33 adult Class II patients (22.2 ± 4.0 years old; 27 women and 6 men) treated by total maxillary arch distalization using the MCPP were evaluated before and after distalization. The patients were divided into nonextraction and extraction groups. The changes in the airway space as well as the changes in the positions of the maxillary dentition were evaluated. The distalization effects were calculated and assessed using paired t-tests. Results: After distalization, the first molar showed significant distalization and intrusion ( $P < .001$ ) with no significant rotation of the crown and no significant buccal displacement of its root in the transverse dimension. There were no significant changes in the airway volume or the minimum cross-sectional area of the oropharynx. Conclusions: The application of the MCPP resulted in significant total arch distalization without a significant effect on the transverse dimensions or changes in the oropharynx airway space. The MCPP can be considered a viable treatment option for patients with Class II malocclusion. (*Angle Orthod.* 0000;00:000–000.)

**Tang, H., Liu, P., Xu, Q., Hou, Y., & Guo, J. (2021). A comparative analysis of aerodynamic and anatomic characteristics of upper airway before and after mini-implant–assisted rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 159(4), e301-e310.**

Introduction: The objective of this research was to observe changes in aerodynamics and anatomic characteristics of the upper airway after mini-implants assisted rapid maxillary expansion and to evaluate the correlation between the 2 changes of the upper airway in young adults. Methods: Thirty consecutive patients (mean age, 23.82 ± 3.90 years; median, 24.5 years; 9 males, 21 females) were involved. Cone-beam computed tomography was taken before activation and over 3 months. Three-dimensional models of the upper airway were reconstructed on the basis of cone-beam computed tomography. The anatomic characteristics of the upper airway, including volume, area, transverse, and sagittal diameter, were measured. The aerodynamic

characteristics of the upper airway were calculated on the basis of 3-dimensional models using computational fluid dynamics. The correlation between the changes in aerodynamics and anatomic characteristics of the upper airway was explored.

Results: The enlargements of the volume of the total pharynx, nasopharynx, and oropharynx were found (9.99%, 20.7%, and 8.84%, respectively). The minimum cross-sectional area increased significantly (13.6%). The airway resistance (R) and maximum velocity (Vmax) decreased significantly in both the inspiration and expiration phase (inspiration: R, 26.8%, Vmax, 15.7%; expiration: R, 24.7%, Vmax, 16.5%). The minimum wall shear stress reduced significantly only in the inspiration phase (26.3%). The correlations between decreased R and increased volume and minimum cross-sectional area were observed.

Conclusions: Mini-implants assisted rapid maxillary expansion is an effective device for improving anatomic characteristics represented by the total volume of the upper airway and minimum cross-sectional area, which contributed to the respiratory function depending on the favorable changes of aerodynamic characteristics including resistance, velocity, and minimum wall shear stress. (Am J Orthod Dentofacial Orthop 2021;159:e301-e310)

**Yi, F., Liu, S., Lei, L., Liu, O., Zhang, L., Peng, Q., & Lu, Y. (2020). Changes of the upper airway and bone in microimplant-assisted rapid palatal expansion: A cone-beam computed tomography (CBCT) study. Journal of X-ray science and technology, 28(2), 271-283.**

Abstract.

Objective: To evaluate the changes of maxillary expansion and upper airway structure after microimplant assisted rapid 13 palatal expansion (MARPE) using cone-beam computed tomography (CBCT). METHODS: This retrospective study included 19 subjects (15 females and 4 males) aged 15–29 years old (mean, 19.95 ± 4.39 15 years) with maxillary transverse deficiency treated with MARPE. CBCT was performed at the initial diagnosis and 3 months 16 after MARPE treatment. Measurements were taken to evaluate the amount of total expansion, skeletal expansion, and dental 17 expansion at the maxillary first premolar (P1), second premolar (P2), first molar (M1), second molar (M2) regions and upper 18 airway changes. 19 RESULTS: After MARPE treatment, the maxillary skeletal base expansion, skeletal expansion, alveolar expansion and 20 dental expansion were achieved at the P1, P2, M1, M2 region. The nasopharyngeal volume significantly increased 8.48% 21 after MARPE treatment compared with that before the treatment (P < 0.05). The change of nasal lateral width (NLW) was 22 also significantly different before and after MARPE (P < 0.05). However, there were no statistically significant change in the 23 oropharyngeal, palatopharyngeal, glossopharyngeal and airway total volume (all P > 0.05). 24

CONCLUSIONS: MARPE can produce more transverse bone expansion, relieve maxillary transverse deficiency and improve 25 upper airway ventilation.

**Li, Q., Tang, H., Liu, X., Luo, Q., Jiang, Z., Martin, D., & Guo, J. (2020). Comparison of dimensions and volume of upper airway before and after mini-implant assisted rapid maxillary expansion. The Angle Orthodontist, 90(3), 432-441.**

Abstract

Objectives: To evaluate changes in dimensions and volume of upper airway before and after miniimplant assisted rapid maxillary expansion (MARME) and observe correlations between changes of upper airway and vertical skeletal pattern in young adults.

Materials and Methods: In this retrospective study, 22 patients (mean age, 22.6 6 4.5 years; 4 male 18 female) with transverse discrepancy underwent MARME. Cone beam computed tomography was taken before and 3 months after expansion. Vertical and horizontal dimensions and volume of the nasal cavity, nasopharyngeal, retroalatal, retroglossal and hypopharyngeal airway were compared before and after MARME. Correlations between changed volume and dimensions were explored, as well as the vertical skeletal pattern. Results: Nasal osseous width, maxillary width, volume of the nasal cavity and nasopharynx increased significantly (P, .05). Enlarged nasopharyngeal volume correlated with increased nasal width at the PNS plane (P, .05). There were no correlations between expanded volume and maxillary width. No measurements except nasal cavity

volume had a correlation with Sum angle. Increased maxillary width correlated negatively with hard palate thickness ( $P < .05$ ).

Conclusions: (1) MARME caused an increase in volume of the nasal cavity and nasopharynx, with expansion of nasal osseous width and maxillary width. (2) Enlarged nasal width at the PNS plane contributed to the increase in nasopharynx volume. Enlarged maxillary width showed no direct relation with increased volume. (3) In this study, it was unclear about the association between changes of the upper airway and vertical skeletal pattern because of complex structures. (4) Palate thickness affected skeletal expansion of the maxilla in MARME. (Angle Orthod. 0000;00:000–000.)

**Chen, Y. J., Chen, H. H., Hsu, L. F., Wang, S. H., Chen, Y. J., Lai, E. H. H., ... & Yao, C. C. J. (2018). Airway increase after open bite closure with temporary anchorage devices for intrusion of the upper posteriors: Evidence from 2D cephalometric measurements and 3D magnetic resonance imaging. *Journal of Oral Rehabilitation*, 45(12), 939-947.**

#### Abstract

**Objective:** The aim of this study was to analyze morphological changes in the upper airways in patients with anterior open bite treated with temporary anchorage devices for intrusion of upper posterior teeth.

**Materials and Methods:** Twelve non-obese (body mass index:  $<25$ ) anterior open bite patients between the ages of 19 and 44 years (mean age:  $22.83 \pm 8.19$  years) were recruited for this study. Cephalometric radiographs and magnetic resonance imaging (MRI) scans before and after anterior bite closure without bracketing on anterior teeth were used to measure the upper airway, which was divided into retropalatal and retroglossal regions.

**Results:** The mandibular plane angle and lower facial height were significantly reduced by intrusion of the upper posteriors and autorotation of the mandible. The retroglossal airway width (AW2) and retroglossal area (RG area) measured on cephalometric radiographs both increased significantly after treatment. Retroglossal volume increased and the retroglossal width/length ratio decreased significantly in MRI analysis. All other measurements were not significantly changed. However, no statistically significant correlations were observed between all measurements in 2D and 3D images, with the exception of the AW2 linear measurement in 2D images correlating with the AP length in MRI axial view images ( $r=0.56$ ,  $p=0.0430$ ).

**Conclusion:** Counterclockwise rotation of the mandible after anterior open bite closed using orthodontic treatment changed the airway morphology. Retroglossal volume significantly increased and the airway shape became less elliptical after bite closure.

**Hiyama, S., Ono, T., Ishiwata, Y., & Kuroda, T. (2001). Changes in mandibular position and upper airway dimension by wearing cervical headgear during sleep. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 120(2), 160-168.**

We previously reported that the wearing of cervical headgear induced forward displacement of the mandible in awake subjects. However, it was unclear whether such mandibular displacement also occurred during sleep. The purpose of this study was to examine changes in mandibular position and oropharyngeal structures that were induced by the wearing of cervical headgear during sleep. Ten healthy adults (7 male and 3 female) who gave their informed consent were included in this study. A pair of lateral cephalograms was taken with the patient in the supine position with and without cervical headgear at end-expiration during stage 1 to 2 non-rapid-eye-movement sleep. The Wilcoxon signed-rank test was used for a statistical analysis. The amount of jaw opening was significantly decreased by the wearing of the cervical headgear ( $P < .05$ ), although no significant anteroposterior mandibular displacement was induced. The sagittal dimension of the upper airway was significantly reduced ( $P < .05$ ); however, no significant changes were observed in the vertical length of the upper airway. Although the hyoid bone and the third cervical vertebra moved significantly forward by the wearing of the cervical headgear ( $P < .05$ ), the relationship among the mandibular symphysis, the hyoid bone, and the third cervical vertebra did not change. These results suggest that cervical headgear significantly reduced the sagittal dimension of the upper airway during sleep, although there was no significant anteroposterior displacement of the mandible. (*Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;120:160-8)

#### 4. Selección final de artículos por temática (criterios de selección e inclusión de artículos)

Los artículos preseleccionados se obtuvieron en texto completo y se les aplicaron los siguientes criterios de selección de los artículos de acuerdo con cada temática para la revisión final.

##### **Criterios de inclusión**

- Esta revisión sistemática utilizó artículos en donde se analizaron pacientes con dentición permanente, que hayan recibido tratamiento ortodóntico y se midan las dimensiones de las vías aéreas
- Estudios observacionales de cohorte retrospectivo, casos y controles y corte transversal.
- Sin restricciones de idioma.
- Pacientes jóvenes y adultos (15 - 25 años)
- Exámenes radiográficos CONE BEAM o Cefálicas laterales

##### **Criterios de exclusión de artículos**

- Estudios en pacientes con tratamientos quirúrgicos
- Con síndromes craneofaciales o alteraciones temporomandibulares
- Pacientes en crecimiento.
- Pacientes diagnosticados con Apnea obstructiva del sueño

#### 5. Proceso de extracción de información de artículos por temática

Dos revisores independientes (V.M.R y S.C.D) analizaron los títulos, resúmenes y textos completos de los artículos, El desacuerdo entre los revisores se resolvió mediante discusión. Cuando no se llegó a un acuerdo, se consultó a un tercer revisor (I.M.D). Si faltaban datos importantes para la revisión, se estableció el contacto con los autores. En la recopilación y síntesis de datos se extrajo participantes, diseño de estudio, métodos diagnósticos, parámetro clínico, resultados, cambios de las vías aéreas y conclusiones.

##### **Evaluación de la calidad metodológica**

Para la evaluación de la calidad metodológica de estudios observacionales, se empleó la versión adaptada de la escala Newcastle-Ottawa. (Chambrone et al., 2013a, 2013b 2013c) La calidad metodológica se clasificó de acuerdo a los siguientes parámetros: Se otorgaron estrellas para cada criterio de calidad metodológica, un estudio podía recibir un máximo de 14 estrellas. Los estudios entre 11-14 estrellas (aproximadamente el 80% o más de los ítems cumplidos satisfactoriamente) se consideraron de alta calidad; los estudios que tuvieron de 8 a 10 estrellas son de calidad media y los estudios con menos de 8 estrellas son de baja calidad metodológica.

<b>Tabla 5.</b> Listado de chequeo para la evaluación de la calidad metodológica de los estudios- versión adaptada (Chambrone et al., 2013a, 2013b 2013c) de la escala Newcastle-Ottawa <b>Variables a evaluar</b>	
<b>SELECCIÓN</b> (7 puntos)	1. Cálculo del tamaño de la muestra
	2. Representatividad de los pacientes con exodoncias y ortodoncia /pacientes con otras mecánicas ortodónticas
	3. Selección de los pacientes sin exodoncias y con tratamiento ortodóntico /pacientes con otras mecánicas ortodónticas
	4. Determinación / evaluación del tratamiento de las condiciones de las vías aéreas
	5. Descripción clara del procedimiento ortodóntico
	6. Capacitación / calibración de los evaluadores de los resultados clínicos y radiográficos / Tomografías / cefálicas
	7. Recolección prospectiva o no de datos y descripción clara de criterios de inclusión / exclusión
<b>COMPARACIÓN</b> (2 puntos)	1. Comparabilidad de grupos (pacientes) sobre la base del diseño o análisis del estudio
	2. Manejo de factores de confusión (recopilación de datos adicionales como hábitos condiciones sistémicas, AOS) informa un análisis estadístico para controlar variable de confusión
<b>RESULTADOS</b> (3 puntos)	1. Evaluación de las vías aéreas después del tratamiento ortodóntico con o sin exodoncias
	2. Determinación / criterios aplicados para evaluar las de las vías aéreas
	3. Adecuado seguimiento a los pacientes

<b>ESTADÍSTICA</b> (2 puntos)	1 pertinencia - apropiado/ validez del análisis estadístico
	2. Unidad de análisis (tasa de respuesta) registrada en el modelo estadístico

## **5. CONSIDERACIONES EN PROPIEDAD INTELECTUAL**

### *a. Sustento legal*

Este proyecto tiene en cuenta las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud según la resolución 008430 capítulo I artículo 11, expedida por el ministerio de salud en 1993, el cual regula los aspectos éticos de la investigación. Según este, el estudio se considera sin riesgo porque no hay intervención en humanos ni en animales.

## 6. RESULTADOS

### a. Resumen de proceso de búsqueda de la información

La estrategia de búsqueda arrojó un total de 1663 artículos en todas las bases de datos. De estas publicaciones 1610 fueron excluidas después de la revisión de los títulos y resúmenes. Los artículos elegidos en texto completo fueron 28, pero solo 18 fueron elegibles para su inclusión en la revisión.

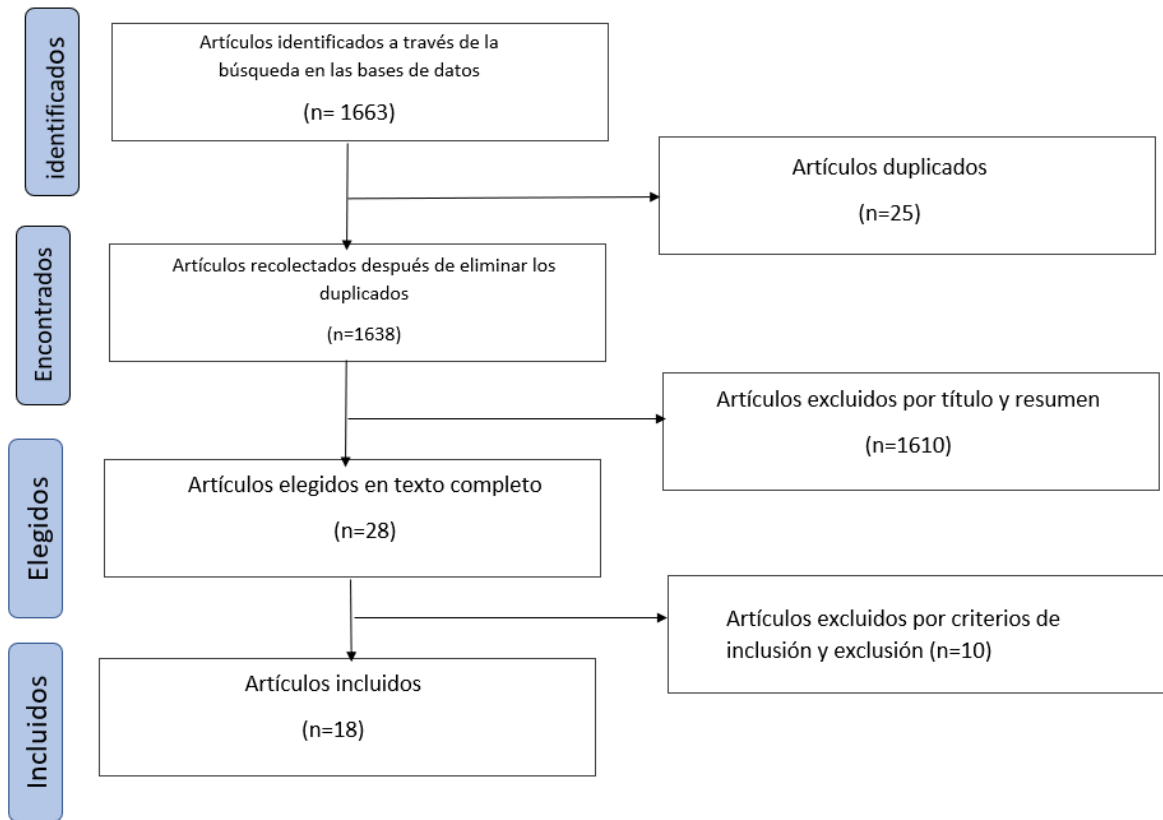


Figura 1. Diagrama de flujo

### b. Medición de resultados

Esta revisión evaluó las siguientes variables: 1. El efecto del tratamiento de ortodoncia con exodoncias en las dimensiones de las vías aéreas. 2. efecto del tratamiento de ortodoncia con expansión rápida maxilar en las dimensiones de las vías aéreas. 3. efecto del tratamiento de ortodoncia con rotación mandibular en las dimensiones de las vías aéreas.

### **c. Estrategia de búsqueda**

La estrategia de búsqueda se estructuró con el uso de las palabras claves para poder elaborar estrategias de búsqueda de cada una de las temáticas propuestas, como términos MeSH para inglés y términos DeCs para español, utilizando los operadores booleanos AND y OR. Se utilizaron bases de datos como Pubmed, Embase, Scopus, Registro Central Cochrane, Web of Science, LiLacs desde 2010.

### **d. Resultados del proceso de extracción de la información**

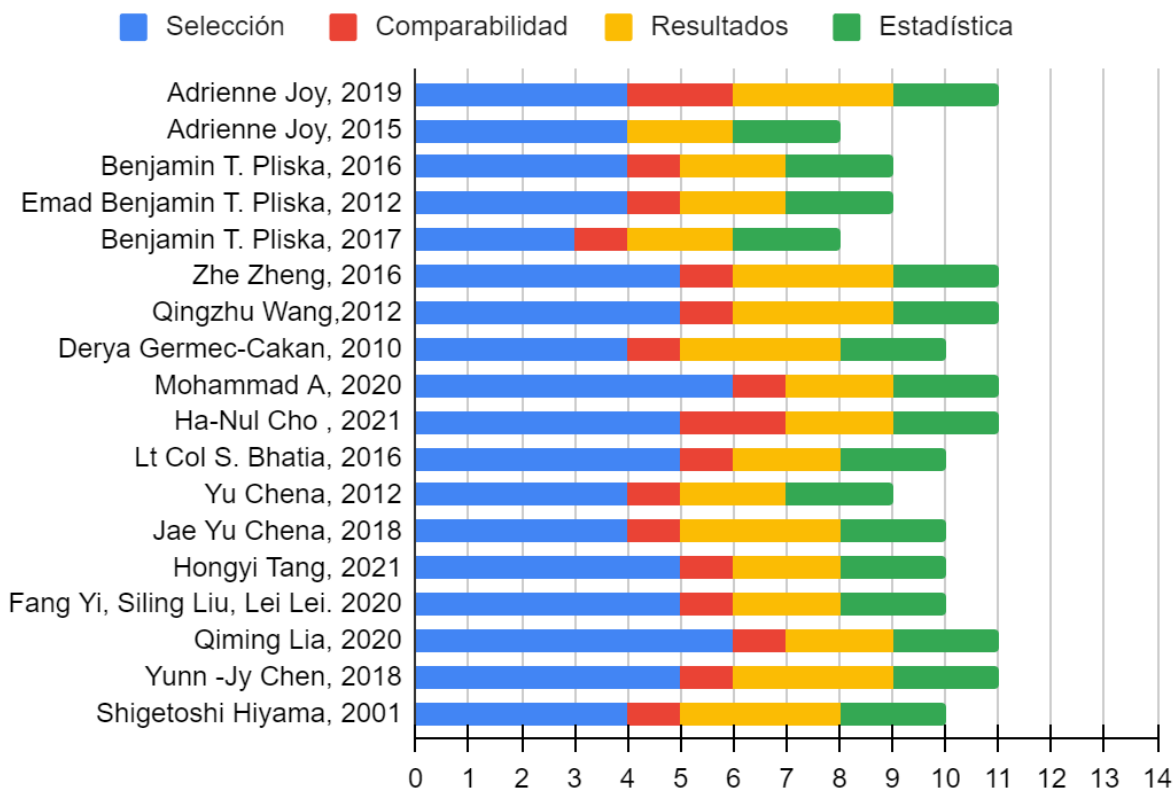
Los datos se agruparon en tablas de evidencia y se realizó un resumen descriptivo para determinar la cantidad de datos y estudiar las variaciones al analizar los efectos del tratamiento de ortodoncia en las dimensiones de las vías aéreas.

### **e. Selección de estudios y extracción de datos**

Dos revisores independientes (V.M.R y S.C.D) analizaron los títulos, resúmenes y textos completos de los artículos, El desacuerdo entre los revisores se resolvió mediante discusión. Cuando no se llegó a un acuerdo, se consultó a un tercer revisor. (I.M.D). Si faltaban datos importantes para la revisión, se estableció el contacto con los autores. En la recopilación y síntesis de datos se extrajo el autor, revista, año de publicación, diseño del estudio, características de los participantes, medidas de resultados y conclusiones.

### **f. Evaluación de la calidad metodológica de los estudios observacionales incluidos**

De los 18 artículos de esta revisión, siete estudios presentaron calidad metodológica alta (Adrienne Joy, 2019; Zhe Zheng, 2016; Qingzhu Wang, 2012; Mohammad A, 2020; Ha-Nul Cho, 2021; QimingLia,2020; Yunn -Jy Chen, 2018) y once artículos con calidad metodológica moderada (Adrienne Joy, 2015; Benjamin T. Pliska, 2016; Benjamin T. Pliska, 2017; Derya Germec-Cakan, 2010; Lt Col S. Bhatia, 2016; Yu Chena, 2012; Jae Yu Chena, 2018; Fang Yi, Siling Liu, Lei Lei. 2020; Shigetoshi Hiyama, 2001) El ítem que mejor puntuación obtuvo fue estadística. Sin embargo, los ítems que obtuvieron menor puntaje fue el de comparabilidad ya que algunos artículos no evaluaron adecuadamente los factores de confusión y el ítem de resultados al incluir estudios retrospectivos no hubo seguimiento de los pacientes.



**Figura 2.** Calidad metodológica de los estudios observacionales incluidos

Anexo 1. Evaluación de la calidad metodológica

Variables		Adrienne Joy, 2019	Adrienne Joy, 2015	Benjamin T. Pliska, 2016	Emad Benjamin T. Pliska, 2012	Benjamin T. Pliska, 2017	Zhe Zheng, 2016	Qingzhu Wang, 2012	Derya Germec-Cakan, 2010	Mohamad A, 2020	Ha-Nul Cho, 2021	Lt Col S. Bhatia, 2016	Yu Chena, 2012	Jae Yu Chena, 2018	Hongyi Tang, 2021	Fang Yi, Siling Liu, Lei. 2020	Qiming Lia, 2020	Yunn -Jy Chen, 2018	Shigetoshi Hiyama, 2001	
Selección	1. Cálculo del tamaño de la muestra									★							★			
	2. Representatividad de los pacientes con exodoncias y ortodoncia/ pacientes con otras mecánicas ortodónticas	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	
	3. Selección de los pacientes sin exodoncias y con tratamiento ortodóntico/ pacientes con otras mecánicas ortodónticas/ pacientes antes del tratamiento ortodóntico	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
	4. Determinación / evaluación del tratamiento de las condiciones de las vías aéreas																			
	5. Capacitación/calibración de los evaluadores de los resultados clínicos y radiográficos/ tomografías/ cefálicas							★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
	6. Capacitación/calibración de los evaluadores de los resultados clínicos y	★	★	★	★			★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★

	radiográficos/ tomografías/ cefálicas																			
	7. Descripción clara de criterios de inclusión / exclusión	★	★	★	★	★	★	★		★	★	★			★	★	★	★		
<b>Comparabilidad</b>	1. Comparabilidad de grupos	★			★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
	2. Manejo de factores de confusión	★		★							★									
<b>Resultados</b>	1. Evaluación de las vías aéreas después del tratamiento ortodóntico con o sin exodoncias	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
	2. Determinación / criterios aplicados para evaluar las dimensiones de las vías aéreas	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
	3. Adecuado seguimiento a los pacientes	★					★	★	★					★					★	★
<b>Estadística</b>	1. Pertinencia - apropiado/ validez del análisis estadístico	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
	2. Unidad de análisis ( tasa de respuesta) registrada en el modelo estadístico	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
<b>Total</b>		11	8	9	9	8	11	11	10	11	11	10	9	10	10	10	11	11	10	

## Síntesis de datos

Los datos se agruparon en tablas de evidencia y se desarrolló un resumen descriptivo y cualitativo a través de tres tablas de extracción de datos, dependiendo del objetivo al que estaba enfocado. En estas tablas se incluyó información de los participantes (número de sujetos, sexo, edad) diseño de los estudios observacionales (de cohorte, casos y controles y corte transversal), el método, es decir, como fueron evaluadas las vías aéreas (con tomografía computarizada o radiografía cefálica lateral), los parámetros clínicos: que planos se tuvieron en cuenta para medir las vías aéreas, si midieron el flujo de aire y en que posición se evaluó. También se incluyó los resultados, si había cambios en las vías aéreas, es decir, si aumentaban o disminuían y las conclusiones.

Tabla 6a. Características de los estudios incluidos que evaluaron el efecto del tratamiento de ortodoncia con exodoncias en las dimensiones de las vías aéreas.									
Participantes / Diseño del estudio		Métodos diagnósticos	Parámetro clínico (Planos, medidas, flujo aéreo, supino)	Resultados	Cambios de las vías aéreas			Conclusiones	
					Aumentaron	Disminuyeron	Sin cambios		
<b>Adrienne Joy et al, 2019</b>									
83 adultos		Tomografía Cone Beam	Regiones de la vía aérea nasofaringe , región retropalatal de la orofaringe región retroglotal de la orofaringe Se midió: -A-P mm: longitud sagital -Lat, mm: Ancho lateral - Xsec: Área de sección transversal (mm2) -Volumen total de la vía aérea se calculó en centímetros cúbicos La postura de la toma radiográfica fue en posición vertical, sentados.	-5 de 15 casos, los pacientes en el grupo de extracción mostraron valores más grandes de las vías aéreas. - Los casos de extracción como los de no extracción inicialmente menores de 100mm2 tendieron a aumentar y los casos de más de 200mm2 tendían a disminuir de tamaño durante el tratamiento.			X	- No hubo evidencia que las extracciones en los adultos tengan resultados negativos en las dimensiones de las vías aéreas. - No hay evidencia que la extracción cambie las distancias sagitales o área transversal mínima, o el volumen de las vías aéreas en las regiones nasofaríngea, retropalatina o retroglotal	
Prospectivo (T1- T2)									
H:20 M: 21 Grupo extracción H:22 M: 20 Grupo de la no extracción									
Edad	Grupo extracción (n:41)								Grupo no extracción (n:42)
<20	8								7
20-30	26								26
>30	7	9							

Población de estudio: pacientes clase I, II, III Tipo de tratamiento fue con ortodoncia o alineadores							
<b>Jingjing Zhang et.al, 2015</b>							
18 adultos con maloclusión clase II y patrón esquelético hiperdivergente	Tomografía Cone Beam	Regiones de la vía aérea: Nasofaringe (desde la parte superior de la vía aérea al plano que pasa por la espina nasal posterior Velofaringe: (desde la espina nasal posterior hasta la punta del paladar blando) Hipofaringe (a nivel del punto C3) Se midió: -Volumen de la vía aérea (mm3)	El volumen, la altura y el área transversal de la vía aérea no cambiaron significativamente en T0 a T1. Las dimensiones sagitales de SSP- SPW, U-MPW, PAS, y V-LPW disminuyeron significativamente en T1. La morfología del área transversal a través de SPP-SPPW, U-MPW,		x		Los cambios en el volumen, la altura y el área de sección transversal de la vía aérea después del tratamiento no fueron significativos Los cambios en las dimensiones sagitales después del tratamiento fueron significativos en las partes medias e inferiores de la vía aérea superior. Cambios morfológicos con compresión en la dimensión anteroposterior, en las secciones transversales de las vías aéreas en lugar de disminución de tamaño.
Retrospectivo (T1-T2)							
Edades promedio: 18 -33							
Tratamiento: Exodoncias de los cuatro premolares con máximo anclaje (mini tornillos)							

H: 5, M: 13		<p>-Altura de la vía aérea (mm)          -Área mínima transversal (mm<sup>2</sup>)          - Diámetro A-P (mm)          - Diámetro lateral (mm)          -Radio: relación anteroposterior y diámetro lateral (mm)          Dimensiones sagitales de la vía aérea:          PNS-R (intersección entre la pared posterior faríngea y la línea PNS-Hor          PNS- UPW distancia entre PNS-UPW (punto localizado en la intersección entre faríngeo posterior y la línea PSN- Ba          Distancia entre SPP- SPPW: SPP (punto de intersección de la línea desde el centro del paladar blando perpendicular a la pared faríngea posterior) SPPW (punto de intersección de la línea desde el centro del paladar blando perpendicular a la pared faríngea posterior)          U-MPW: distancia entre U (punta del paladar blando) y el MPW (punto del piso en la parte posterior de la faringe)          PAS: Ancho de la vía aérea a lo largo de la línea Go- B.          V-LPW: distancia entre V (base de la epiglotis) LPW (punto en la parte posterior de la pared faríngea de la línea perpendicular desde el punto V          -Postura de la toma: supina</p>	<p>PAS y V-LPW se comprimió anteroposteriormente          -El volumen, la altura y el área transversal de la vía aérea superior en los pacientes tratados en T 1 no fue significativamente diferente de los controles no tratados.</p>				
<b>Benjamin T. Pliska et.al 2016</b>							
74 adultos	CBCT	Regiones de la vía aérea:	- No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los volúmenes iniciales y finales de las vías respiratorias entre los ángulos del plano mandibular			x	No hubo efectos diferentes sobre la nasofaringe, región retroglotal, retropalatal de la orofaringe en los grupos de extracción y no extracción
Retrospectivo		Nasofaringe: Límite anterior: línea desde la Silla (S) hasta la espina nasal posterior (PNS)					
H: 25 M: 49							

Grupo de la no extracción	Grupo de la extracción						
H: 17 M:31	H: 8 M: 18						
Edad promedio: 30.4 +- 11.4							
Clase I esquelética: 38 pacientes							
Clase II esquelética: 36 pacientes							
Plano mandibular con ángulo bajo (< 27°): 15 pacientes							
Plano mandibular con ángulo normal (27°- 38°) 45 pacientes							
		<p>Límite posterior: línea desde S a la posterior superior vía faríngea</p> <p>Límite superior: Silla</p> <p>Límite inferior: línea desde PNS a la posterior superior vía faríngea (SP)</p> <p>Retropalatal : Límite superior : línea desde PNS a el punto más posterior inferior del paladar blando. Límite posterior: Línea desde SP a la vía faríngea media posterior (MP)</p> <p>Límite superior : línea desde PNS a SP</p> <p>Límite inferior: línea desde el punto posterior del paladar blando a MP</p> <p>Retroglosal:</p> <p>Límite superior: Línea desde el punto posterior inferior del paladar blando hasta la punta de la epiglotis.</p> <p>Límite posterior: Línea desde MPA a la vía faríngea posterior inferior (IP)</p> <p>Límite superior: línea desde IP del paladar blando al MP.</p> <p>Límite inferior: Línea desde la punta de la epiglotis al IP.</p> <p>Total de la vía aérea: límite superior: Línea desde S a PNS.</p> <p>Límite posterior: línea desde S a SP a IP.</p> <p>Límite superior: Silla</p> <p>Límite inferior: línea desde la punta de la epiglotis a IP</p> <p>-Volumen de la vía aérea: mm3.</p> <p>El área axial de mayor constricción (MCA): mm2</p>	<p>(alto, normal y bajo), relaciones esqueléticas (clase I, II) y los sexos.</p> <p>- Los volúmenes iniciales y finales y el área mínima de constricción no fueron significativamente diferentes en nasofaringe, retropalatal, retroglosal y el total de la vía aérea entre el grupo de la extracción y sin extracción.</p> <p>- el volumen total de la vía aérea disminuyó en un 6.6% (1704,1mm3) y 6.8 % (1366,3 mm3) para el grupo de la no extracción y extracción, la diferencia no fue significativa.</p> <p>- El área de sección transversal mínima para la vía aérea de 13.1% ( 32.3mm2) para el grupo de no extracción y de 16.0 % ( 33.1mm2) en pacientes con extracciones y las diferencias no fueron significativas para todas las regiones de las vías respiratorias.</p>				
<b>Emad Al Maaitah et. al 2012</b>							
40 pacientes							
M: 27 H: 13	Cefálica lateral	<p>Medición de las dimensiones de las vías aéreas</p> <p>PNS- AD1: grosor de la vía aérea inferior, distancia entre PNS y el</p>	<p>La reducción de la longitud de la lengua se dio como resultado del tratamiento de ortodoncia, la reducción media fue de 1.75 mm</p>			x	<p>El tratamiento de ortodoncia con exodoncias de primeros premolares superiores e inferiores para pacientes con proinclinación bimaxilar no afecta las dimensiones de las vías aéreas</p>

Retrospectivo		<p>más cercano tejido adenoide medido a través de la línea PNS-Ba (AD1)</p> <p>AD1 -Ba: grosor de los adenoides inferiores descrita como el grosor del tejido blando en la pared posterior de la nasofaringe a través de la línea PNS- Ba</p> <p>PNS-AD2: grosor de la vía aérea superior, distancia entre PNS y el tejido adenoide más cercano medido a través de una línea perpendicular a S- Ba de PNS (AD2)</p> <p>AD2-H: grosor los adenoides superiores definidas como el grosor de tejido blando en la pared posterior de la nasofaringe a través de la línea PNS-H (H, hormion, punto ubicado en la intersección entre la línea perpendicular a S-Ba desde SNP y la base del cráneo.</p> <p>PNS-Ba: profundidad sagital inferior total de la nasofaringe ósea</p> <p>Ptm- Ba: profundidad sagital posterior de la nasofaringe ósea</p> <p>PNS-H: Espesor total de la vía aérea superior</p> <p>McNamara's upper pharynx dimensión: distancia mínima entre el paladar blando superior y el punto más cercano en la pared posterior de la faringe</p> <p>McNamara's lower pharynx dimensión: Distancia mínima entre el punto donde el contorno posterior de la lengua cruza la mandíbula y el punto más cercano en la pared posterior de la faringe.</p> <p>TGL: longitud de la lengua</p> <p>TGH: altura de la lengua (máxima altura de la lengua a lo largo de la línea perpendicular de la línea Eb-TT al dorso de la lengua</p>	<p>La reducción media en la adenoide superior medida (AD2-H) como resultado del tratamiento fue de 1,01 mm +- 2.36 , esto fue estadísticamente significativo.</p>				<p>La reducción de las dimensiones del arco como resultado de las exodoncias no afecta las dimensiones de las vías aéreas</p>
Exodoncias de los primeros premolares superiores e inferiores							
-Proinclinación bimaxilar de los incisivos (IMAX: > 115°, IMPA: > 99°)							
Promedio de edad 19,21 +- 1.46 años							

		<p>PNSP: longitud del paladar blando (PNS-P)</p> <p>MPT: espesor del paladar blando (máximo espesor del paladar blando medido en la línea perpendicular a la línea PNS-P)</p> <p>SPAS: espacio de la vía aérea superior posterior (ancho de la vía aérea detrás del paladar blando a lo largo de la línea paralela a la línea de Go- B)</p> <p>MAS: espacio medio de la vía aérea (ancho de la vía aérea a lo largo de la línea paralela a la línea Go- B a través de P)</p> <p>IAS: espacio inferior de la vía aérea (ancho del espacio de la vía aérea a lo largo de la línea Go- B)</p> <p>VAL: longitud vertical de la vía aérea (distancia entre PNS y Eb)</p> <p>MPH: distancia perpendicular al hueso hioides al plano mandibular</p> <p>HH1: distancia perpendicular desde el hioides a la línea que conecta C3 y RGN</p> <p>C3H: distancia entre el hioides y C3</p> <p>HRGN: distancia entre el hioides y RGN</p>				
--	--	---	--	--	--	--

**Priyanka Patel et al. AI 2017**

40 pacientes			Cefálica lateral	<p>Regiones de la vía aérea:</p> <p>La nasofaringe: está por encima de la línea del SNP</p> <p>La orofaringe: está entre SNP y las líneas gonion</p> <p>Hipofaringe: está debajo de la línea gonion</p> <p>SPA: espacio faríngeo superior de la vía aérea</p> <p>MAS: espacio medio de la vía aérea</p> <p>IAS: espacio inferior de la vía aérea</p> <p>VAL: dimensión vertical de la vía aérea</p> <p>SH: posición vertical del hueso hioides</p>	<p>Todos los cambios en las dimensiones de las vías aéreas y posición del hueso hioides en (SPAS, MAS, IAS, VAL, C3H, SH) en los pacientes clase II div 1 no fueron significativos</p>	X	<p>- Las exodoncias de premolares en clase II div I y clase I con protrusión bimaxilar no causaron cambios dimensionales de la vía aérea o posición del hueso hioides a pesar de los cambios significativos en las medidas dentoalveolares</p> <p>- La disminución de la vía aérea inferior (IAS) fue más significativa en clase II div I que en clase I protrusión bimaxilar</p>
Clase II div 1	Clase I bimaxilar protrusión						
H: 4 M: 16	H: 6 M: 14						
Promedio de edad: 18.2 +- 3.08 años	Promedio de edad 17.45 +- 2.06						

Retrospectivo		C3H: posición horizontal del hueso hioides					
Tratamiento de ortodoncia con exodoncias de los primeros premolares superiores							
<b>Zhe Zheng 2017</b>							
30 pacientes M: 19 H: 11	CBCT	<p>2 planos :</p> <p>Una línea pasando desde la espina nasal anterior a la espina nasal posterior y una línea pasando desde el borde anterosuperior de la cuarta vértebra cervical al mentón .</p> <p>Se divide la faringe en : (nasofaringe, orofaringe e hipofaringe) se calculó:</p>	<p>- Se observa una disminución significativa entre en el pre y postratamiento en el volumen y el valor de A min y A min/ A mean de la orofaringe e hipofaringe.</p> <p>- El máximo ME del volumen faríngeo y aérea medida fue de 0.15mm3 y de 0.31 mm2.</p> <p>- Después del tratamiento de extracción , la presión de aire disminuyó de la coana a la hipofaringe y la presión mínima y</p>		X		<p>La orofaringe y la hipofaringe aumenta la resistencia al flujo y el riesgo de colapso de la faringe comienza hacer alto después del tratamiento de las exodoncias con máximo anclaje en pacientes con protrusión bimaxilar.</p>
Edad promedio: 25 .87 +- 0.78 años							
Clase I con protrusión bimaxilar							
Pacientes con exodoncias de los 4 premolares y máximo anclaje (mini implantes )							

Estudio : prospectivo		<p>volúmenes de : (cm<sup>3</sup>)nasofaringe (V<sub>na</sub>), orofaringe (V<sub>or</sub>) e hipofaringe (V<sub>hy</sub>).</p> <p>La mínima área de sección transversal A (min) (cm<sup>2</sup>)</p> <p>-El promedio del área transversal (A mean): fue determinada por el radio del volumen de la faringe y la longitud de la faringe ( V/L)</p> <p>-Amin/ A mean : fue obtenido evaluando los cambios de la sección transversal.</p> <p>-la caída de la presión promedio por área desde choana hasta el área mínima ( AP max): se cuantifica el efecto del estrechamiento de las vías respiratoria</p> <p>- las caídas de presión del flujo de aire de la nasofaringe (Δ P<sub>na</sub>) , orofaringe (Δ P<sub>or</sub>) y laringofaringe (Δ P<sub>hy</sub>) se contaron po ΔP: P<sub>max</sub>-P<sub>min</sub></p> <p>- la resistencia de la vía aérea (R ) se obtuvo mediante las formula: R: Q/ΔP (Q era la tasa de flujo de volumen de entrada</p>	<p>velocidad máxima se produjeron en la orofaringe.</p> <p>- la corriente principal del flujo de aire con alta velocidad fluyó a lo largo de la pared posterior y fue menor la velocidad de flujo en la zona anterior</p> <p>- El valor de AP max, orofaringe (Δ P<sub>or</sub>) y laringofaringe (Δ P<sub>hy</sub>) aumentaron significativamente luego de las extracciones</p>				
<b>Qingzhu Wang et ,al 2012</b>							
44 pacientes M: 36 H: 8	Cefálica lateral	<p>La faringe consistió de 4 secciones: nasofaringe, velofaringe, glosofaringe, e hipofaringe</p> <p>PNS-R: Distancia entre PNS (espina nasal posterior) y R( punto de intersección de la línea desde Hor a PNS y posterior a la vía faríngea.</p> <p>PNS- Ad1: Distancia entre PNS- Ad1 (Ad1: punto de intersección de la vía faríngea posterior y la línea P<sub>tm</sub>- Ba)</p> <p>SPP-SPPW: distancia entre SPP (punto de intersección desde la línea desde el centro del paladar blando, perpendicular a la pared faríngea posterior y margen posterior del paladar blando. y</p>	<p>Los resultados muestran una disminución significativa en SPP-SPPW , U-MPW, TB-TPPW, V-LPW, VAL y SH. Mientras los cambios en PNS-R, PNS-Ad1, HRGN, y HH1 no mostraron diferencias significativas</p> <p>La velofaringe, glosofaringe e hipofaringe se redujeron significativamente después del tratamiento.</p> <p>El hueso hioides se movió en dirección posterior e inferior</p>		X		<p>Después de la retracción de los incisivos la velofaringe, glosofaringe, e hipofaringe de la vía aérea se estrecharon</p>
La edad preoperatoria media fue de 21,19 años con un rango general de 16 a 34 años							
Clase I esquelética con protrusión bimaxilar grupo normodivergente grupo hiperdivergente							
Tratamiento de ortodoncia con exodoncias de premolares Maximo anclaje con headgears o minimplantes							

Estudio prospectivo		<p>SPPW( punto de intersección desde la línea desde el centro del paladar blando perpendicular a la pared faríngea posterior.)  U-MPW: Distancia entre U ( la punta de la úvula) y MPW( perpendicular desde el punto U hasta la pared faríngea posterior.  TB-TPPW: distancia entre TB (punto de intersección de la base de la lengua y se extiende desde la línea B-Go. TPPW (punto de intersección posterior de la posterior vía faríngea y la extensión de la línea B-Go  V-LPW: distancia entre V ( el más posteroinferior punto de la base de la lengua) y LPW ( perpendicular desde el punto V a la pared faríngea posterior  VAL: longitud vertical de la vía aérea distancia entre PNS y V</p>					
<b>Germec- Cakan , 2010</b>							
<p>39 pacientes  Todos los grupos estaban conformados por :  H: 2  M: 11</p>	Cefálica lateral	<p>SPAS (mm): Espacio superior de la vía aérea  MAS (mm):Espacio medio de la vía aérea  IAS: (mm) espacio inferior de la vía aérea</p>	<p>En el grupo I: espacio medio y superior de la vía aérea tuvo un incremento significativo, el promedio de SPAS fue de (1.7 +- 2.4mm) y en MAS (: 1.0 +- 2.2mm)  En el grupo II: No hubieron cambios estadísticamente significativos en las dimensiones de la nasofaringe  En el grupo III: después del tratamiento el promedio de( MAS) y (IAS) disminuyó (-2.1 +- 1.5 y 3.8 +- 3.3mm)</p>		X		<p>Incremento en el tamaño del espacio superior y medio de la vía aérea, en pacientes tratados con mínimo anclaje y exodoncias</p> <p>En los pacientes tratados sin exodoncias y ARS no hubieron cambios significativos en las dimensiones de las vías aéreas</p> <p>Tamaño de la vía aérea media e inferior reducido en pacientes tratados con exodoncias y máximo anclaje.</p>
<p>Pacientes clase I  Grupo I: 13 pacientes tratados con 4 exodoncias y mínimo anclaje  Grupo II: 13 casos tratados sin extracciones y técnica de (ARS)  Grupo III: 13 casos de protrusión bimaxilar tratados con 4 exodoncias y máximo anclaje.</p>							
<p>El promedio de edad fue de 18.1 +- 3.7, 17.8 +- 2.4 y 15.5 +- 0.9 años en los grupos 1, 2 y 3</p>							

Tipo de estudio: prospectivo							
<b>Mohammad A, et, al 2020</b>							
29 mujeres edad: entre los 18 - 30 años	Cefálica lateral	<p>SPAS: espacio superior posterior de la vía aérea ( medida desde el punto medio dorsal del paladar blando hasta la superficie faríngea posterior adyacente a la línea Go-B.</p> <p>MAS: espacio medio de la vía aérea (línea que pasa a través de P( punta de la úvula) a la superficie posterior faríngea paralelo a la línea Go-B</p> <p>IAS: Espacio inferior de la vía aérea. La profundidad de la vía aérea a lo largo de la línea Go-B</p> <p>VAL: longitud vertical de la vía aérea ( La distancia entre PNS (la punta posterior de la espina nasal del hueso palatino que comprende el paladar duro y EpB</p>	Se observó un aumento significativo de la longitud de la vía aérea vertical después del tratamiento con exodoncias de segundos premolares	X			El tratamiento de exodoncias de segundos premolares aumentó la distancia faríngea entre la base de la lengua y la la espina nasal posterior. Pero no causa alteraciones significativas en las dimensiones de la vía aérea superior.
-Clase I con protrusión bimaxilar -Exodoncias de los 4 segundos premolares							
Estudio retrospectivo							
<b>Ha- Nul Cho et,al 2021</b>							
55 pacientes M: 45 H: 10 edades promedio de 23.4 +- 5.1 años	Cefálica lateral	<p>-El espacio nasofaríngeo por encima del plano palatino fue representado por PNS - Ad1, PNS- Ad2: (Espina nasal posterior, punto adenoideo 1 y 2)</p> <p>-El espacio velofaríngeo está representado por el espacio superior posterior de la vía aérea (SPAS)</p> <p>- Espacio glosofaríngeo, detrás de la base de la lengua, se describe como espacio de la vía aérea media ( MAS) y espacio de la vía aérea inferior (IAS</p>	<p>- Los espacios nasofaríngeos y la longitud vertical de la vía aérea no mostraron cambios significativos.</p> <p>- se evidenció disminución significativa del espacio de la vía aérea media (MAS) la diferencia fue de 1.53mm con el grupo control.</p> <p>- MAS en el grupo hiperdivergente representó una mayor disminución que en el grupo no hiperdivergente</p>	X			Posterior al tratamiento con las exodoncias los pacientes mostraron reducciones de las dimensiones faríngeas que no fueron significativas con el rango normal de las dimensiones faríngeas, pero el espacio glosofaríngeo puede ser susceptible cuando la dimensión vertical aumenta en pacientes hiperdivergentes.
-Pacientes con protrusión bimaxilar -Exodoncias de los 4 premolares -anclaje con mini implantes							
Se dividió en 2 grupos : -grupo hiperdivergente : 27 pacientes (ángulo de 30° o más) grupo no hiperdivergente: 28 pacientes (ángulo menor de 30°)							

Tipo de estudio: prospectivo							
<b>Lt Col S. Bhatia et, al 2016</b>							
22 pacientes H: 9 M:13 Tipo de estudio retrospectivo	Cefálica lateral	La faringe fue dividida en: nasofaringe, velofaringe, glosofaringe e hipofaringe. La vía aérea se midió en mm. -PNS-R: distancia entre PNS y R -PNS-Ad1: distancia entre PNS y Ad1 -SPP-SPPW: distancia entre SPP y SPW - U-MPW: distancia entre U- MPW - TB-TPPW: distancia entre TB y TPPW. - V- LPW: distancia entre V y LPW. - VAL: longitud vertical de la vía aérea, distancia entre PNS y V	Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la disminución de SPP-SPPW, U- MPW, TB-TPPW. La velofaringe y glosofaringe se redujeron significativamente después del tratamiento La reducción porcentual media del tamaño de la vía aérea fue: SPP- SPPW (16,72%) TB-TPPW ( 19.56%) y UMPW (22.27%)		X		Las dimensiones de la vía aérea se redujeron posterior a la retracción de los dientes anteriores. En la zona de la velofaringe y glosofaringe especialmente
Edad mínima de 17 años							
Patrón esquelético clase I y clase I molar y canina protrusión bimaxilar							
se utilizaron 2 tipos de anclaje: botón de nance con tracción vertical (19 casos) barra transpalatina con tracción vertical (3 casos)							
<b>Yu Chen et al, 2012</b>							
30 pacientes adultos con protrusión bimaxilar	CBCT	La faringe fue dividida en nasofaringe, palatofaringe, glosofaringe e hipofaringe.	Se encontró disminución significativa entre T1 y T2 en el área transversal media de la palatofaringe (21,02%), glosofaringe (25.18%), e hipofaringe (38.19%)		X		La gran retracción de los incisivos puede conducir a un estrechamiento de la parte superior de la vía aérea
Se utilizó anclaje con mini implantes		CSA (T1 y T2): cambios en las aéreas de la sección transversal faringea en cada corte sagital.(se midió en mm <sup>2</sup>					
Tipo de estudio: retrospectivo							
<b>Jae Hyun Park, 2018</b>							
33 pacientes M: 27 H: 6	CBCT	Posición sentado en la toma de la tomografía. La orofaringe fue dividida en: velofaringe y glosofaringe. volumen superior de la vía aérea en cm <sup>3</sup> MCA de la vía aérea superior mm <sup>2</sup> volumen inferior de la vía aérea en cm <sup>3</sup> MCA inferior de la vía aérea en mm <sup>2</sup>	No hubo cambios significativos en el volumen de la vía aérea o el área de sección transversal mínima de la orofaringe.			X	El uso del arco de distalización no generó un efecto significativo en las dimensiones transversales o cambios en el espacio de las vías aéreas
Edad promedio: 22.18 +/- 3.99 años							
Pacientes, clase II, tratados con un arco de distalización en el maxilar							
Tipo de estudio: prospectivo							

Fueron divididos en 2 grupos:  Extracción: (16 sujetos) -No extracción: (17 sujetos)		Volumen total cm <sup>3</sup> y MCA en mm <sup>2</sup>					
---	--	--	--	--	--	--	--

**Tabla 6 b. Características de los estudios incluidos que evaluaron el efecto del tratamiento de ortodoncia con expansión en las dimensiones de las vías aéreas.**

Participantes / Diseño del estudio	Métodos diagnósticos	Parámetro clínico	Resultados	Cambios de las vías aéreas			Conclusiones
		(Planos, medidas, flujo aéreo, supino)		Aumentaron	Disminuyeron	Sin cambios	
<b>Hongyi Tang et al, 2021</b>							
30 pacientes con deficiencia transversal del maxilar , tratados con MARME	Tomografía cone-beam	La vía aérea fue dividida en nasofaringe, orofaringe e hipofaringe. parámetros de medida: <b>CSA min</b> : la mínima área de sección transversal de la vía aérea. <b>Diámetro transversal de CSA min</b> : la línea transversal, en la gran dimensión transversal al CSA min. <b>Sagital diámetro de</b>	El aumento del volumen total de la faringe, nasofaringe e hipofaringe fue de ( 9,99%, 20%, 8.84%) la mínima área de sección transversal incrementó significativamente (13%)	X			La expansión maxilar rápida asistida por mini implantes mejora las características anatómicas , representadas por el volumen total de la vía aérea superior y el área transversal mínima.
Promedio de edad : 23.82+/- 3.9 años							
Hombres: 9, Mujeres :21							
Tipo de estudio : retrospectivo							

		<p><b>CSA min:</b> La línea sagital en la mayor dimensión sagital en CSA min . <b>Volumen total :</b> El borde anterior es la línea que pasa por PNS y S; el borde inferior es la línea paralela a la FHP que pasa por C4 y el borde posterior es la pared posterior faríngea.</p> <p><b>Volumen nasofaríngeo:</b> el borde anterior es la línea que pasa por PNS y S, el borde inferior es la línea paralela a la FHP que pasa a través de PNS y el borde posterior es la pared posterior de la faringe. <b>Volumen orofaríngeo:</b> El borde superior es la línea paralela a la FHP que pasa por PNS, el borde inferior es la línea paralela a la FHP que pasa por la parte superior de la epiglotis y el borde posterior es la pared posterior faríngea.</p> <p><b>Volumen hipofaríngeo:</b> el borde superior es la línea paralela a la FHP que pasa por la parte superior de la epiglotis , el borde inferior es la línea paralela a la FHP que pasa a través de C4 y el borde posterior, es la pared posterior faríngea.</p>				
<b>Fang Yi et al, 2020</b>						
19 sujetos , Hombres: 4; Mujeres : 15	CBCT	Las tomas fueron en posición vertical , la vía aérea consistió en tres partes: nasofaringe, orofaringe, y laringofaringe; la orofaringe fue dividida en palatofaríngeo y glosofaringe. El límite anterior de la nasofaringe fue la línea que unía el punto	El volumen nasofaríngeo presentó un incremento significativo del 8.48% después del tratamiento con MARPE	X		eL MARPE puede mejorar la deficiencia transversal y ventilación de las vías respiratorias superiores
Pacientes con deficiencia transversal , tratados con MARPE						
Edad de 15 a 29 , promedio 19.95 +/- 4.39 años.						

Tipo de estudio: retrospectivo		silla (S) y la espina nasal posterior (PNS) los límites inferiores eran el plano paralelo al plano FH (plano de frankfort) que unía las espinas nasales posteriores (PNS) a la vértebra cervical paralelo al plano de FH, llamado paladar PNS. se midió el volumen de la vía aérea en nasofaringe, orofaringe, palatofaringe, glosofaringe y total de la vía aérea en (mm3) ; el área de sección transversal de cada una de las partes de la vía aérea en mm2				
<b>Quiming Li et al, 2020</b>						
22 pacientes ; hombres: 4, Mujeres 18	CBCT	Los pacientes fueron escaneados en posición supina. Se midió: <b>Volumen de la vía aérea nasofaríngea (V-NPA):</b> La línea que pasa por PNS y S es el borde anterior, la línea paralela al plano de frankfort (FHP) que pasa por el punto SNP es el borde inferior. <b>Volumen de la vía aérea retropalatal ( V-RPA):</b>	Nasofaringe incrementó significativamente , el aumento del volumen de la nasofaringe se correlaciona con el incremento del ancho nasal en el plano PNS	X		El MARME provocó un aumento del volumen de la cavidad nasal y la nasofaringe, el ancho nasal agrandado en el plano SNP contribuyó al aumento del volumen de la nasofaringe.
Promedio de edad: 22.6 +/- 4.5 años						
Tipo de estudio: retrospectivo						
Pacientes con deficiencia transversal, usando MARME						

		<p>La línea paralela a FHP que pasa por la punta de la úvula es el borde inferior. <b>Volumen de la vía aérea retroglosal (V-RGA):</b> La línea paralela a la FHP que pasa por la parte superior de la epiglotis es su borde inferior.</p> <p><b>Volumen de la vía aérea hipofaringea ( H-HPA):</b> La línea paralela al FHP que pasa por el punto anteroinferior de CV4 es su borde inferior. <b>MCA: área transversal mínima de la vía aérea superior, altura de (nasofaringe, retropalatal, retroglosal, hipofaringe)</b></p>					
--	--	--	--	--	--	--	--

**Tabla 6 c. Características de los estudios incluidos que evaluaron el efecto del tratamiento de ortodoncia con rotación mandibular en las dimensiones de las vías aéreas.**

Participantes / Diseño del estudio	Métodos diagnósticos	Parámetro clínico	Resultados	Cambios de las vías aéreas			Conclusiones
		(Planos, medidas, flujo aéreo, supino)		Aumentaron	Disminuyeron	Sin cambios	
<b>Yunn -Jy Chen et al, 2018</b>							
12 sujetos con mordida abierta anterior Edades: 19- 44 años ; promedio (22.83+/- 8.19) Tratamiento con anclaje esquelético por minitornillos, para intruir los dientes posteriores Tipo de estudio : Estudio prospectivo	Cefálica lateral	Posición supina para la toma radiográfica. Se midió: el volumen de la vía aérea(mm3), el área mínima de sección transversal (CSA) en (mm2) de Retropalatal, Retroglosal, y total de las regiones. La longitud y el ancho de la sección transversal de la vía aérea se midieron en la distancia A-P axial más corta.	El ancho de la vía aérea retroglosa (AW2) y el área retroglosa aumentó significativamente posterior al tratamiento , el volumen retroglosal aumentó	X			La rotación mandibular antihoraria posterior al cierre de mordida abierta anterior usando un tratamiento ortodóntico con anclaje esquelético aumenta el volumen retroglosal significativamente
<b>Shigetoshi Hiyama et al, 2001</b>							

10 adultos ; hombres: 7; mujeres: 3 Estudio prospectivo	Cefálica lateral	Posición de toma radiográfica , supina. fue medida la dimensión sagital media faríngea de la vía aérea (MPS); la dimensión sagital superior de la vía aérea ( SPPS) y la inferior (IPS), longitud vertical de la vía aérea ( PNS-Eb)	La dimensión sagital media de la vía aérea faríngea (MPS)fue significativamente reducida en (2.0 +/- 1.8 mm) usando la tracción cervical		X		La tracción cervical redujo significativamente la dimensión sagital de la vía aérea superior durante el sueño, pero no encontraron cambios significativos en el desplazamiento anteroposterior de la mandíbula
Utilizando una tracción cervical que induce desplazamiento anterior de la mandíbula							
Edad promedio: 25.9 +/- 2.5 años							

## **7. DISCUSIÓN**

### **a. Resumen de los principales resultados**

Dieciocho artículos cumplieron con los criterios de selección, con una calidad metodológica de alta (7 artículos) a moderada (11 artículos); 11 retrospectivos, 7 prospectivos, publicados entre 2001 y diciembre de 2021. Se dividieron en tres grupos de acuerdo a las terapéuticas integradas con el tratamiento de ortodoncia, trece artículos para tratamientos con exodoncias, de los cuales 7 (53.84%) reportaron disminución de las dimensiones de la vía aérea (3 con CBCT). (Cakan *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2012; Wang *et al.* 2012; Zhang *et al.* 2015; Zheng *et al.* 2017; Bhatia *et al.*, 2016) y en 5 (38.46%) no hubo cambios (3 con CBCT) (Maaitah *et al.*, 2012; Pliska *et al.*, 2016; Patel *et al.*, 2017; Park *et al.*, 2018; Joy *et al.*, 2019) y 1 artículo reporta aumento de las vías aéreas. (Aldosari *et al.*, 2020) tres artículos con expansión maxilar y evaluados con CBCT, coincidieron en el aumento de las dimensiones (Hongyi *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2020; Tang *et al.*, 2021) y dos artículos evaluaron las vías aéreas superiores al generar rotación anterior mandibular; presentando en uno aumento y en la otra disminución. (Hiyama *et al.*, 2001; Chen *et al.*, 2018) En total, se examinaron 648 sujetos en los artículos seleccionados.

### **b. Calidad de la evidencia y resultados**

La evaluación de la calidad de la evidencia se realizó de acuerdo con los criterios contemplados en la tabla 6. Los artículos fueron evaluados principalmente por el tamaño de la muestra, evaluación de las condiciones de las vías aéreas, criterios de selección, calibración de evaluadores, manejo de factores de confusión y seguimiento a los pacientes. En total, 7 artículos obtuvieron una calidad metodológica alta y 11 artículos una calidad metodológica moderada.

### **c. Posibles sesgos en el proceso de revisión**

El efecto del tratamiento de ortodoncia en las vías aéreas es un tema que ha sido siempre motivo de investigación sin embargo la evidencia que se encuentra es limitada. En esta revisión se encontró baja cantidad de artículos donde evaluaron la expansión maxilar rápida y rotación mandibular y pudo estar relacionado por la población de estudio que era la población sin crecimiento, actualmente se puede encontrar más evidencia en la población infantil y alteraciones de las vías aéreas por el efecto con las exodoncias o aparatos dentales con fines

ortodónticos. También, en todos los artículos de esta revisión sólo en 2 artículos hubo cálculo del tamaño de muestra y de los 18 artículos, 11 fueron retrospectivos. Además el diseño del estudio fue observacional; a pesar que los ensayos clínicos controlados aleatorizados son los que mejor calidad metodológica tienen y hay menor riesgo de sesgo, no es posible realizar estos ensayos ya que el tratamiento de un paciente se establece de forma individual, relacionado con un diagnóstico y plan de tratamiento exclusivo para el paciente, buscando la mejor alternativa terapéutica para el mismo. Por otro lado, los estudios retrospectivos son fundamentales como parte de la evidencia científica y aportan conocimiento a la temática de estudio. (Hongyi *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2020; Tang *et al.*, 2021; Hiyama *et al.*, 2001; Chen *et al.*, 2018)

Con respecto al tiempo que se evaluaron los artículos de expansión palatina, solo se evaluaron durante 3 meses en los 3 artículos. Esto hace que el tiempo de seguimiento sea muy corto. Por lo tanto, los efectos a largo plazo del tratamiento de ortodoncia en las vías aéreas pueden arrojar resultados diferentes. Tampoco se evaluaron las vías aéreas funcionalmente antes y después. Aunque todavía no hay una relación clara en las dimensiones aéreas disminuidas y en los problemas respiratorios.

#### **d. Acuerdos y desacuerdos**

Hu *et al.*, [2015] informaron que existe una asociación entre la vía aérea superior y los patrones esqueléticos. (Hu *et al.*, 2015) Es decir que en patrones esqueléticos hiperdivergentes se ha evidenciado vías aéreas más estrechas que los patrones normodivergentes. Esto muestra una relación entre las vías aéreas y la posición mandibular. Estos hallazgos fueron similares con los de Tarkar *et al.*, [2016] y Freitas *et al.*, [2006] en los que encontraron que los pacientes con maloclusiones clase II y crecimiento vertical tienen dimensiones más estrechas que los pacientes con crecimiento horizontal. (Freitas *et al.*, 2006; Tarkar *et al.*, 2016) Algo semejante ocurre con Wang *et al.*, [2014] donde reportaron que el patrón esquelético vertical tiene un efecto significativo en las dimensiones de las vías aéreas, mostrando una reducción de las mediciones en pacientes con ángulo alto. También Ucar *et al.*, [2011] encontraron que en pacientes clase I el área nasofaríngea aumentaba en sujetos con ángulo bajo, además el espacio lingual fue mayor en pacientes con ángulo alto y coincide también con los hallazgos de Hasbell *et al.*, [2014]. (Ucar

*et al.*, 2011 Hasbell *et al.*, 2014). El presente estudio concuerda con los autores anteriormente mencionados y reporta reducción de las dimensiones de las vías aéreas en pacientes hiperdivergentes donde concluyen que el espacio glossofaríngeo podría ser susceptible posterior a un tratamiento de ortodoncia con exodoncias de premolares cuando el ángulo del plano mandibular se incrementa durante el tratamiento. (Freitas *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2014; Hu *et al.*, 2015; Cho *et al.*, 2021). En cuanto a las poblaciones de niños y el efecto de las dimensiones de las vías aéreas Kim *et al.*, [2010] encuentra que el volumen de la vía aérea en pacientes retrognáticos fue más reducido que los pacientes con relaciones esqueléticas anteroposteriores normales. Con respecto a los estudios mencionados anteriormente se puede decir que tanto en la población infantil y adulta el patrón hiperdivergente puede estar asociado con la reducción de las dimensiones de las vías aéreas. (Kim *et al.*, 2010)

Con respecto al tratamiento de ortodoncia con exodoncias de premolares, algunos estudios han reportado aumento de las dimensiones de las vías aéreas en las poblaciones infantiles con maloclusiones clase I, II y III, y esto está dado por el potencial de crecimiento. Como se mencionó inicialmente, algunas investigaciones han encontrado que el crecimiento de la vía aérea está comprendido en edades de 0 a 5 años, de 6 a 9 años y de 12 a 16 años; con un pico de crecimiento a los 13 años (Valiathan *et al.*, 2010; Stefanovic *et al.*, 2012 ;Zhiai *et al.*, 2015; Jing *et al.*, 2019) sin embargo los resultados del presente estudio en las poblaciones de pacientes jóvenes (edades entre los 15 a 18 años) y adultos (mayores de 18 años), con protrusión bimaxilar y exodoncias de premolares se reportó disminución de las dimensiones de las vías aéreas y esto corrobora con lo planteado al inicio; que en las poblaciones sin crecimiento que son a partir de los 15 años en adelante las dimensiones no cambian, se mantienen similares lo que difiere de las poblaciones infantiles en las cuales las vías aéreas continúan creciendo. Además, estos resultados pueden estar errados debido a las variaciones de las vías aéreas durante las etapas de crecimiento, por eso en esta revisión se seleccionaron poblaciones sin crecimiento para evitar sesgos o posibles factores de confusión en los resultados. (Cakan *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2012, Wang *et al.*, 2012; Bathia *et al.*, 2016)

Igualmente en esta revisión sistemática se encontró que en algunas poblaciones de pacientes clase I, II en los que realizaron tratamiento de ortodoncia con exodoncias de premolares, no se

afectaban las vías aéreas; como en el artículo de Joy *et al.*, [2019], en el cual obtuvieron una muestra de 83 individuos con edades comprendidas desde los 18 años, quienes no encontraron cambios de las vías aéreas posterior al tratamiento de exodoncias de premolares y que pudo estar relacionado por no utilizar métodos de anclaje durante la retracción anterior, se menciona también que utilizaron en un caso tratamiento con alineadores. (Joy *et al.*, 2019) También otros autores como Patel *et al.*, [2017], Park *et al.*, [2018], Maaitah *et al.*, [2012] y Pliska *et al.*, [2016] tuvieron hallazgos similares; Pliska *et al.*, [2016] reportaron que el tratamiento de ortodoncia con exodoncias en la población de adultos no genera cambios significativos en el volumen o el área mínima de constricción de la vía aérea, debido a que el anclaje utilizado no era uniforme y esto pudo afectar los resultados, además se reportaron variaciones en las medidas de las vías aéreas inicialmente. (Maaitah *et al.*, 2012; Pliska *et al.*, 2016; Patel *et al.*, 2017; Park *et al.*, 2018; Joy *et al.*, 2019) Sin embargo estos hallazgos difieren con los de Chen *et al.*, [2012] en los cuales la población de estudio eran pacientes con protrusión bimaxilar que también realizaron exodoncias de los premolares y estos pacientes, presentaron disminución de las dimensiones de las vías aéreas, debido al uso de anclaje máximo durante el cierre de espacios que en este caso fue con mini tornillos. También autores como Zhang *et al.*, [2015] Zhen *et al.*, Cho *et al.*, Bathia *et al.*, [2016] y Cakan *et al.*, [2010] están en acuerdo con los resultados de Chen *et al.* [2012]. Es decir que el tipo de anclaje puede influir en las dimensiones de las vías aéreas, ya que la pérdida de anclaje puede generar una reducción del nivel de retracción de los dientes anteriores y la reducción de la vía faríngea puede depender de la cantidad de retracción incisiva. (Cakan *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2012; Wang *et al.*, 2012; Zhang *et al.*, 2015; Bathia *et al.*, 2016)

Por otro lado, Cakan *et al.*, [2010] tuvieron una muestra de 39 pacientes, con edades a partir de los 15 años en adelante y dividieron la población de estudio con tres terapéuticas; se encontró un incremento de la zona superior y media de la vía aérea en pacientes tratados con mínimo anclaje y exodoncias lo que concuerda con los resultados Aldosari *et al.*, [2020], en los que reportan que al realizar tratamiento de ortodoncia con exodoncias de los segundos premolares en pacientes con protrusión bimaxilar se evidenció un aumento de la longitud vertical de la vía aérea y esto es debido al cierre recíproco de los espacios, generando un movimiento mesial de los molares explicando el aumento vertical de las dimensiones de las vías aéreas. También en el

estudio de Cakan *et al.*, [2010] en el grupo de pacientes sin exodoncias y ARS no se encontraron cambios significativos de las dimensiones y en el tercer grupo el tamaño de la vía aérea media e inferior fue reducido en pacientes con exodoncias y máximo anclaje. (Cakan *et al.*, 2010; Aldosari *et al.*, 2020)

Con relación al tratamiento de ortodoncia con expansión maxilar; En una revisión sistemática Buck *et al.*, [2016], evaluaron los efectos del tratamiento con expansión rápida maxilar en las vías aéreas; ellos lo realizaron en una población en crecimiento, y encontraron que al realizar este tratamiento se incrementaron las dimensiones de las vías aéreas en la población de niños. ( Buck *et al.*, 2016) hallazgos similares reporta Chang *et al.*, [2013] con una muestra de 14 pacientes con edades promedio de 12 años, presentaban mordida cruzada posterior unilateral o bilateral y utilizaron el Hyrax para la expansión maxilar, ellos confirmaron que el área de la sección transversal de la vía aérea en la zona posterior al paladar duro aumentó significativamente. (Chang *et al.*, 2013) También resultados similares obtuvieron Kim *et al.*, [2018] quienes evaluaron la expansión rápida maxilar en una población de adultos, pacientes mayores de 18 años, ellos presentaban constricción maxilar y utilizaron MARME como dispositivo para la expansión rápida maxilar, también encontraron que el volumen de la cavidad nasal y nasofaringe aumentaron después del MARME. (Kim *et al.*, 2018) Estos hallazgos coinciden con los de la presente revisión, donde se evidenció que pacientes con discrepancia transversal del maxilar y tratados con expansión rápida maxilar asistido por mini implantes se aumentó el volumen nasofaríngeo. Por otro lado aunque se ha mencionado en la literatura que las dimensiones de las vías aéreas pueden cambiar según la postura para la toma radiográfica en el presente estudio tuvo hallazgos diferentes; Li *et al.*, [2020] y Tang *et al.*, [2021] utilizaron la postura supina para realizar los estudios y Fang *et al.*, [2020] por el contrario utilizó posición vertical; en los tres estudios se reportó de igual manera incremento de las dimensiones de las vías aéreas, es decir que la postura puede no modificar los resultados. (Li, *et al* 2020; Liu *et al.*, 2020; Tang *et al.*, 2021)

La mayoría de la evidencia encontrada se refiere al tratamiento de ortodoncia con exodoncias, pero hay muy poca información sobre los efectos de tratamientos en ortodoncia que pueden generar una rotación mandibular como el cierre de mordida con mini implantes o el uso del Headgear y sus efectos en las vías aéreas. Chen *et al.*, [2018] evaluaron los efectos de las vías

aéreas en pacientes con mordida abierta anterior y que fueron tratados con ortodoncia y mini implantes con el fin de realizar intrusión en dientes posteriores para el cierre de la mordida y reportaron incremento de las vías aéreas en el área retroglosa tanto en la resonancia magnética como en la cefálica lateral. También justifican que el incremento se debe a los cambios en la postura de la lengua y la posición mandibular lográndose una rotación mandibular en sentido contrario a las manecillas del reloj, es decir una posición más anterior mandibular aumentando por esta razón el volumen de las dimensiones de las vías aéreas.(Chen *et al.*, 2018)En acuerdo con Chen, autores como Valdés *et al.*, [2013] y Glupker *et al.*, [2015] manifestaron que la postura baja de la lengua puede aumentar las dimensiones de las vías aéreas en comparación con la postura palatina de la misma y además la posición anterior mandibular parece influir en los cambios orofaríngeos.(Valdes *et al.*, 2013; Glupker *et al.*, 2015) Por otro lado Hyama et al ., [2001] realizaron un estudio en pacientes adultos con relaciones oclusales normales utilizando la tracción cervical durante el sueño, encontrando reducción significativa de las vías aéreas. Ellos mencionan que en un estudio anterior en pacientes despiertos con la misma terapéutica de la tracción cervical lograron un desplazamiento anterior de la mandíbula, también afirman que el tono muscular reduce durante el sueño y esto explica por qué no se presentó un desplazamiento significativo anterior de la mandíbula. Hallazgos similares se reportaron en otros estudios con el uso de la tracción cervical en pacientes adolescentes y niños, con maloclusión clase II donde han aumentaron las dimensiones de las vías aéreas en el área retropalatina. Por lo tanto, al comparar las poblaciones de niños y adultos con el uso de la tracción cervical se puede evidenciar que a pesar de las diferencias de edad hubo un aumento de las dimensiones, en posición vertical. Sin embargo, los resultados en el presente estudio indican que debido a la baja evidencia no se puede concluir si la rotación mandibular influye en las dimensiones de las vías aéreas; a pesar que la postura en los dos estudios fue diferente y arrojó diferentes resultados aún no se puede determinar si este tipo de terapéuticas influye en la postura; se requieren más estudios para comprobarlo. (Battagel et al., 1999; Hyama *et al.*, 2001; Kirjavainen, & Kirjavainen, 2007; Hanggi et al., 2008; Julku et al., 2018; Godt et al., 2011;)



## **8. CONCLUSIONES**

- ✓ Las extracciones seguidas de retracción máxima de los dientes anteriores en casos de protrusión bimaxilar en adultos podrían conducir a una disminución de las vías aéreas superiores.
- ✓ La expansión rápida palatina puede estar asociada con un aumento en las dimensiones de las vías aéreas a corto plazo en pacientes jóvenes y adultos. Sin embargo, se necesitan estudios adicionales para confirmarlo.
- ✓ Ninguno de los estudios evaluados en esta revisión tuvo una evaluación funcional real de la respiración.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Al Maaitah, E., El Said, N., & Abu Alhaija, E. S. (2012). First premolar extraction effects on upper airway dimension in bimaxillary proclination patients. *The Angle Orthodontist*, 82(5), 853-859.
2. Alwadei, A. H., Galang-Boquiren, M. T. S., Kusnoto, B., Viana, M. G. C., Lin, E. Y., Obrez, A., ... & Masoud, A. I. (2018). Computerized measurement of the location and value of the minimum sagittal linear dimension of the upper airway on reconstructed lateral cephalograms compared with 3-dimensional values. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 154(6), 780-787
3. Battagel, J. M., Johal\*, A., L'Estrange\*\*, P. R., Croft, C. B., & Kotecha, B. (1999). Changes in airway and hyoid position in response to mandibular protrusion in subjects with obstructive sleep apnoea (OSA). *The European Journal of Orthodontics*, 21(4), 363-376.
4. Buck, L. M., Dalci, O., Darendeliler, M. A., Papageorgiou, S. N., & Papadopoulou, A. K. (2017). Volumetric upper airway changes after rapid maxillary expansion: a systematic review and meta-analysis. *European journal of orthodontics*, 39(5), 463-473.
5. Bhatia, S., Jayan, B., & Chopra, S. S. (2016). Effect of retraction of anterior teeth on pharyngeal airway and hyoid bone position in Class I bimaxillary dentoalveolar protrusion. *Medical Journal Armed Forces India*, 72, S17-S23.
6. Chang, Y., Koenig, L. J., Pruszynski, J. E., Bradley, T. G., Bosio, J. A., & Liu, D. (2013). Dimensional changes of upper airway after rapid maxillary expansion: a prospective cone-beam computed tomography study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 143(4), 462-470.
7. Chen, Y. U., Hong, L., Wang, C. L., Zhang, S. J., Cao, C., Wei, F., ... & Liu, D. X. (2012). Effect of large incisor retraction on upper airway morphology in adult bimaxillary protrusion patients: Three-dimensional multislice computed tomography registration evaluation. *The Angle orthodontist*, 82(6), 964-970

8. Cho, H. N., Yoon, H. J., Park, J. H., Park, Y. G., & Kim, S. J. (2021). Effect of extraction treatment on upper airway dimensions in patients with bimaxillary skeletal protrusion relative to their vertical skeletal pattern. *Korean Journal of Orthodontics*, 51(3), 166-178.
9. De Felippe, N. L., Bhushan, N., Da Silveira, A. C., Viana, G., & Smith, B. (2009). Long-term effects of orthodontic therapy on the maxillary dental arch and nasal cavity. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 136(4), 490-e1.
10. Germec-Cakan, D., Taner, T., & Akan, S. (2011). Uvulo-glossopharyngeal dimensions in non-extraction, extraction with minimum anchorage, and extraction with maximum anchorage. *The European Journal of Orthodontics*, 33(5), 515-520.
11. Glupker, L., Kula, K., Parks, E., Babler, W., Stewart, K., & Ghoneima, A. (2015). Three-dimensional computed tomography analysis of airway volume changes between open and closed jaw positions. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 147(4), 426-434.
12. Guijarro-Martínez, R., & Swennen, G. (2011). Cone-beam computerized tomography imaging and analysis of the upper airway: a systematic review of the literature. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 40(11), 1227-1237.
13. Godt, A., Koos, B., Hagen, H., & Göz, G. (2011). Changes in upper airway width associated with Class II treatments (headgear vs activator) and different growth patterns. *The Angle Orthodontist*, 81(3), 440-446.
14. Hänggi, M. P., Teuscher, U. M., Roos, M., & Peltomäki, T. A. (2008). Long-term changes in pharyngeal airway dimensions following activator-headgear and fixed appliance treatment. *The European Journal of Orthodontics*, 30(6), 598-605.
15. Haskell, J. A., Haskell, B. S., Spoon, M. E., & Feng, C. (2014). The relationship of vertical skeletofacial morphology to oropharyngeal airway shape using cone beam computed tomography: possible implications for airway restriction. *The Angle Orthodontist*, 84(3), 548-554.
16. Hiyama, S., Ono, T., Ishiwata, Y., & Kuroda, T. (2001). Changes in mandibular position and upper airway dimension by wearing cervical headgear during sleep. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 120(2), 160-168.

17. Hu, Z., Yin, X., Liao, J., Zhou, C., Yang, Z., & Zou, S. (2015). The effect of teeth extraction for orthodontic treatment on the upper airway: a systematic review. *Sleep and Breathing*, 19(2), 441-451
18. Indriksone, I., & Jakobsone, G. (2014). The upper airway dimensions in different sagittal craniofacial patterns: a systematic review. *Stomatologija*, 16(3), 109-17.
19. Johnston, C. H., & Richardson, A. (1999). Cephalometric changes in adult pharyngeal morphology. *The European Journal of Orthodontics*, 21(4), 357-362
20. Joy, A., Park, J., Chambers, D. W., & Oh, H. (2020). Airway and cephalometric changes in adult orthodontic patients after premolar extractions. *The Angle Orthodontist*, 90(1), 39-46.
21. Julku, J., Pirilä-Parkkinen, K., & Pirttiniemi, P. (2018). Airway and hard tissue dimensions in children treated with early and later timed cervical headgear—a randomized controlled trial. *European journal of orthodontics*, 40(3), 285-295.
22. Kim, S. Y., Park, Y. C., Lee, K. J., Lintermann, A., Han, S. S., Yu, H. S., & Choi, Y. J. (2018). Assessment of changes in the nasal airway after nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion in young adults. *The Angle Orthodontist*, 88(4), 435-441.
23. Kim, Y. J., Hong, J. S., Hwang, Y. I., & Park, Y. H. (2010). Three-dimensional analysis of pharyngeal airway in preadolescent children with different anteroposterior skeletal patterns. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 137(3), 306-e1.
24. Kirjavainen, M., & Kirjavainen, T. (2007). Upper airway dimensions in Class II malocclusion: effects of headgear treatment. *The Angle Orthodontist*, 77(6), 1046-1053.
25. Larsen, A. J., Rindal, D. B., Hatch, J. P., Kane, S., Asche, S. E., Carvalho, C., & Rugh, J. (2015). Evidence supports no relationship between obstructive sleep apnea and premolar extraction: an electronic health records review. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 11(12), 1443-1448.
26. Li, Q., Tang, H., Liu, X., Luo, Q., Jiang, Z., Martin, D., & Guo, J. (2020). Comparison of dimensions and volume of upper airway before and after mini-implant assisted rapid maxillary expansion. *The Angle Orthodontist*, 90(3), 432-441
27. McNamara Jr, J. A. (1984). A method of cephalometric evaluation. *American journal of orthodontics*, 86(6), 449-469.

- 28.** Mohamed, R. N., Basha, S., & Al-Thomali, Y. (2020). Changes in Upper Airway Dimensions Following Orthodontic Treatment of Skeletal Class II Malocclusion with Twin Block Appliance: A Systematic Review. *Turkish Journal of Orthodontics*, 33(1), 59.
- 29.** Ng, J. H., Song, Y. L., & Yap, A. U. (2019). Effects of bicuspid extractions and incisor retraction on upper airway of Asian adults and late adolescents: A systematic review. *Journal of oral rehabilitation*, 46(11), 1071-1087.
- 30.** Ozdemir, F., Ulkur, F., & Nalbantgil, D. (2014). Effects of fixed functional therapy on tongue and hyoid positions and posterior airway. *The Angle Orthodontist*, 84(2), 260-264.
- 31.** Park, J. H., Kim, S., Lee, Y. J., Bayome, M., Kook, Y. A., Hong, M., & Kim, Y. (2018). Three-dimensional evaluation of maxillary dentoalveolar changes and airway space after distalization in adults. *The Angle Orthodontist*, 88(2), 187-194.
- 32.** Patel, P., Nagarag, K., Jain, A., Doshi, D., & Ringane, A. (2017). Assessment of cephalometric changes in pharyngeal airway involving first premolar extractions in Class II Division 1 Patients and Class I bimaxillary protrusion patients treated with fixed mechanotherapy: a Retrospective Study. *IJODR*, 3(1), 31-36
- 33.** Pliska, B. T., Tam, I. T., Lowe, A. A., Madson, A. M., & Almeida, F. R. (2016). Effect of orthodontic treatment on the upper airway volume in adults. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 150(6), 937-944.
- 34.** Schwab, R. J. (1998). Upper airway imaging. *Clinics in chest medicine*, 19(1), 33-54.
- 35.** Schwartz, M., Acosta, L., Hung, Y. L., Padilla, M., & Enciso, R. (2018). Effects of CPAP and mandibular advancement device treatment in obstructive sleep apnea patients: a systematic review and meta-analysis. *Sleep and Breathing*, 22(3), 555-568.
- 36.** Serra-Torres, S., Bellot-Arcís, C., Montiel-Company, J. M., Marco-Algarra, J., & Almerich-Silla, J. M. (2016). Effectiveness of mandibular advancement appliances in treating obstructive sleep apnea syndrome: a systematic review. *The Laryngoscope*, 126(2), 507-514.
- 37.** Shi, X., Chen, H., Lobbezoo, F., Berkhout, E., de Lange, J., Guo, J., & Aarab, G. (2021). Effects of miniscrew-assisted orthodontic treatment with premolar extractions on upper airway dimensions in adult patients with Class II high-angle malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 159(6), 724-732.

- 38.** Schendel, S. A., Jacobson, R., & Khalessi, S. (2012). Airway growth and development: a computerized 3-dimensional analysis. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 70(9), 2174-2183.
- 39.** Stefanovic, N., El, H. A. K. A. N., Chenin, D. L., Glisic, B., & Palomo, J. M. (2013). Three-dimensional pharyngeal airway changes in orthodontic patients treated with and without extractions. *Orthodontics & craniofacial research*, 16(2), 87-96
- 40.** Tang, H., Liu, P., Xu, Q., Hou, Y., & Guo, J. (2021). A comparative analysis of aerodynamic and anatomic characteristics of upper airway before and after mini-implant–assisted rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 159(4), e301-e310.
- 41.** Tarkar, J. S., Parashar, S., Gupta, G., Bhardwaj, P., Maurya, R. K., Singh, A., & Singh, P. (2016). An evaluation of upper and lower pharyngeal airway width, tongue posture and hyoid bone position in subjects with different growth patterns. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 10(1), ZC7
- 42.** Ucar, F. I., & Uysal, T. (2011). Orofacial airway dimensions in subjects with Class I malocclusion and different growth patterns. *The angle orthodontist*, 81(3), 460-468.
- 43.** Valdes, C., Gutiérrez, M., Falace, D., Astaburuaga, F., & Manns, A. (2013). The effect of tongue position and resulting vertical dimension on masticatory muscle activity. A cross-sectional study. *Journal of Oral Rehabilitation*, 40(9), 650-656.
- 44.** Valiathan, M., El, H., Hans, M. G., & Palomo, M. J. (2010). Effects of extraction versus non-extraction treatment on oropharyngeal airway volume. *The Angle Orthodontist*, 80(6), 1068-1074.
- 45.** Wang, Q., Jia, P., Anderson, N. K., Wang, L., & Lin, J. (2012). Changes of pharyngeal airway size and hyoid bone position following orthodontic treatment of Class I bimaxillary protrusion. *The Angle Orthodontist*, 82(1), 115-121.
- 46.** Wang, T., Yang, Z., Yang, F., Zhang, M., Zhao, J., Chen, J., & Li, Y. (2014). A three-dimensional study of upper airway in adult skeletal Class II patients with different vertical growth patterns. *PLoS One*, 9(4), e95544.

- 47.** Yi, F., Liu, S., Lei, L., Liu, O., Zhang, L., Peng, Q., & Lu, Y. (2020). Changes of the upper airway and bone in microimplant-assisted rapid palatal expansion: a cone-beam computed tomography (CBCT) study. *Journal of X-ray science and technology*, 28(2), 271-283.
- 48.** Zhang, J., Chen, G., Li, W., Xu, T., & Gao, X. (2015). Upper airway changes after orthodontic extraction treatment in adults: a preliminary study using cone beam computed tomography. *PLoS One*, 10(11), e0143233.
- 49.** Zheng, Z., Liu, H., Xu, Q., Wu, W., Du, L., Chen, H., ... & Liu, D. (2017). Computational fluid dynamics simulation of the upper airway response to large incisor retraction in adult class I bimaxillary protrusion patients. *Scientific reports*, 7(1), 1-8..