



Universidad de  
Oviedo

**UNIVERSIDAD DE OVIEDO  
MÁSTER UNIVERSITARIO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA  
DENTOFACIAL**

**POSICION DEL HUESO HOIDES EN RELACIÓN AL VOLUMEN  
DE LA VÍA AÉREA Y CLASE ESQUELÉTICA**

**AMAIA MÚGICA EZCURRA**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**Oviedo, mayo 2024**





Universidad de  
Oviedo

**UNIVERSIDAD DE OVIEDO  
MÁSTER UNIVERSITARIO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA  
DENTOFACIAL**

**POSICION DEL HUESO HOIDES EN RELACIÓN AL VOLUMEN  
DE LA VÍA AÉREA Y CLASE ESQUELÉTICA**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**AMAIA MÚGICA EZCURRA**

**Tutor: Dr. Iván Menéndez**





Universidad de  
Oviedo

**Iván Menéndez**, Doctor en Odontología, adscrito al Departamento de Cirugía y Especialidades Médico Quirúrgicas de la Universidad de Oviedo.

**CERTIFICO:**

Que el trabajo titulado “Posición del hueso hioides en relación al volumen de la vía aérea y Clase esquelética” presentado por Amaia Múgica Ezcurra, ha sido realizado bajo mi dirección y cumple los requisitos para ser presentado como Trabajo de Fin de Máster en Ortodoncia y Ortopedia Dentro Facial.

En Oviedo, abril de 2024



## **RESUMEN Y ABSTRACT**





## RESUMEN

**Objetivo:** Valorar la relación de la posición del hueso hioides con la maloclusión esquelética y volumen de la vía aérea, antes y después del tratamiento ortopédico.

**Material y Método:** Las radiografías laterales de cráneo de 41 pacientes son analizadas para estudiar la posición del hueso hioides y dimensión de la vía aérea superior. Las radiografías se realizaron antes y después del tratamiento ortopédico. El tratamiento consiste en un dispositivo de avance mandibular en los pacientes de Clase II y disyunción con máscara facial en los pacientes de Clase III. Los sujetos se dividen en dos grupos ANB° > 4° (Grupo 1: 16 ♀ / 11 ♂ ) y ANB° ≤ 1° (Grupo 2: 7 ♀ / 7 ♂ ). Todos ellos entre 6-13 años. Las cefalometrías se realizaron con el programa de Orthokit 7.5.3 y los datos son analizados mediante el test t de student o de Wilcoxon. El nivel de significación empleado fue  $p < 0.05$  y el análisis estadístico se efectuó mediante el programa R (R Development Core Team), versión 4.1.3. **Resultados:** Encontramos cambios significativos ( $p < 0.05$ ) en los siguientes valores del Grupo 1: PNS-AD1, PNS-Ba, Zona A, H-FH, H-PNS; H-H, H-C3, H-Y, HNS, PNS-AD1, PNS-Ba, PtmBa, McNamara upper pharyngeal dim., Zona nasofaríngea y Zona orofaríngea. Y en los siguientes valores del Grupo 2: H-H', H-FH, H-Go/Gn, H-Y, H-PNS, PNS-AD1, PNS-Ba, McNamara upper pharyngeal dim., Zona A y AD2-H. **Conclusiones:** Tras el tratamiento correspondiente, el hueso hioides se encuentra en una posición más inferior y anterior y la zona de la nasofaríngeo y orofaríngeo aumenta. En los pacientes de Clase III en cambio, el hueso hioides se posiciona más inferior y la nasofaríngeo aumenta. No encontramos diferencias estadísticamente significativas en la posición vertical del hueso hioides cuando comparamos pacientes de Clase II y III esquelética previo al tratamiento, pero sí en su posición sagital y dimensión de la nasofaríngeo.

## PALABRAS CLAVE

Volumen de la vía aérea, posición del hioides, Clase esquelética II, Clase esquelética III, disyuntor, máscara facial, twin block.



## ABSTRACT

**Objective:** To assess the relationship of the hyoid bone position with skeletal malocclusion and the airway volume, before and after orthopedic treatment. **Material and methods:** The lateral skull radiographs of 41 patients are analyzed to study the position of the hyoid bone and dimension of the upper airway. The radiographs are taken before and after orthopedic treatment: Mandibular advancement device in Class II patients and disjunction with facial mask in Class III patients. The subjects are divided into two groups  $ANB^\circ > 4^\circ$  (Grupo 1: 16♀/11♂) y  $ANB^\circ \leq 1^\circ$  (Grupo 2: 7♀ /7♂). All of them between 6-13 years old. Cephalometric measurements were performed with the Orthokit 7.5.3 program and the data were analyzed using the Student or Wilcoxon t test. The level of significance used was  $p < 0.05$  and the statistical analysis were carried out using the R program (R Development Core Team), version 4.1.3. **Results:** We found significant changes ( $p < 0.05$ ) in the following values of Group 1: PNS-AD1, PNS-Ba, Zone A, H-FH, H-PNS; H-H, H-C3, H-Y, HNS, PNS-AD1, PNS-Ba, PtmBa, McNamara lower pharyngeal dim., Nasopharyngeal zone and Oropharyngeal zone. And in the following values of Group 2: H-H', H-FH, H-Go/Gn, H-Y, H-PNS, PNS-AD1, PNS-Ba, McNamara lower pharyngeal dim., Zone A and AD2-H. **Conclusions:** After the corresponding treatment, the hyoid bone is located in a more inferior and anterior position and the area of the nasopharyngeal and oropharynx increases in Class II patients. The hyoid bone is positioned more inferiorly and the nasopharyngeal area increases in Class III patients. We did not find statistically significant differences in the vertical position of the hyoid bone when we compared skeletal Class II and III patients pre treatment, but we did find them when comparing the sagittal position and dimension of the nasopharynx.

## KEY WORDS

Airway volume, hyoid position, skeletal Class II, skeletal Class III, disyuntor, face mask, twin block



**Índice**

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>15</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>19</b>
<b>3. MÁTERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>23</b>
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>27</b>
<b>5. DISCUSIÓN</b>	<b>31</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>43</b>
<b>7. FUTURA INVESTIGACIÓN</b>	<b>47</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>53</b>
<b>9. ANEXOS</b>	<b>59</b>

**Índice de tablas**

<i>Tabla 1. Puntos cefalométricos del hueso hioides</i>	59
<i>Tabla 2. Puntos cefalométricos de la vía aérea</i>	60
<i>Tabla 3. Resultados estadísticos de los pacientes Clase II y III previo al tratamiento</i>	61
<i>Tabla 4. Resultados estadísticos de los pacientes Clase II antes y después del tratamiento</i>	63
<i>Tabla 5. Resultados estadísticos de los pacientes Clase III antes y después del tratamiento</i>	65

**Índice de Figuras**

<i>Figura 1. Medidas cefalométricas del hueso hioides</i>	66
<i>Figura 2. Medidas cefalométricas de la vía aérea</i>	67
<i>Figura 3. Análisis cefalométrico de un niño de Clase II esquelética</i>	68
<i>Figura 4. Ejemplos de la posición lingual y del hioides en niños de Clase I, II y III</i>	69
<i>Figura 5. Mediciones del tamaño de la orofaringe y posición del hioides</i>	70
<i>Figura 6. Evaluación de la vía aérea superior utilizando la dinámica de fluidos computerizada.</i>	71

---



## **INTRODUCCIÓN**





## 1. INTRODUCCIÓN

La relación entre problemas respiratorios y maloclusiones dentofaciales en niños en crecimiento ha despertado gran interés en la literatura y siempre ha estado muy presente en la ortodoncia. El objetivo de los tratamientos ortodóncicos no solo incluye tratamientos estéticos si no también una buena función coordinada entre el sistema estomatognático y las vías aéreas (1).

La vía aérea faríngea es la parte inicial de la vía aérea superior. En la zona posterior se encuentra la pared posterior de la faringe. En la parte anterior superior, el paladar blando y úvula, en la zona media la base de la lengua y en la parte inferior, la epiglótis. Se divide así en tres partes: Nasofaringe, orofaringe e hipofaringe (2). Su espacio puede estar alterado por la posición sagital del maxilar y mandíbula, por la constricción transversal del maxilar (2), volumen y posición de la lengua (3,4) y posición del hueso hioides (3,4,5). La constricción y retrusión del hueso maxilar y mandibular pueden desarrollar problemas respiratorios como ronquidos y apnea obstructiva del sueño (2,6). La posición del hueso hioides influye en gran medida en la respiración oral, guardando relación con problemas de deglución y malformaciones faciales y dentofaciales (7).

El hueso hioides es un hueso impar que no está sujeto a ningún otro hueso y se encuentra entre la mandíbula y la cintura escapular. Participa en la función del lenguaje, respiración, masticación, deglución y mantiene permeable la zona de la orofaringe (8). Son varios los estudios que han visto un cambio de posición del hueso hioides y dimensión de la vía aérea después de tratar a los pacientes de Clase II esquelética con aparato funcional y pacientes de Clase III esquelética con disyunción y máscara.

Según estudios previos, en aquellos pacientes de Clase II previo al tratamiento, el hioides se encuentra en una posición más posterior disminuyendo así el volumen de la vía aérea (9). Después del tratamiento con aparato funcional, el hioides se encuentra más anterior e inferior por lo que la dimensión de la vía aérea aumenta (10).

En los pacientes de clase III esquelética, sin embargo, el hueso hioides suele estar más anterior y la dimensión de la vía aérea aumentada (9). Después de realizar el tratamiento con disyunción y máscara facial, el hueso hioides sigue en la misma posición (2,5) o más inferior (11), aumentando la dimensión de la naso y orofaringe (5,11,12).



Por lo tanto, el objetivo de este estudio será valorar la relación de la posición del hueso hioides con la maloclusión esquelética y volumen de la vía aérea, antes y después del tratamiento ortopédico.

## **OBJETIVOS**





## **2. OBJETIVOS**

1. Valorar la relación de la posición del hueso hioides con la maloclusión esquelética Clase II y Clase III y su tratamiento ortopédico.
2. Evaluar la vía aérea superior en los pacientes de Clase II y III esquelética.
3. Analizar los efectos que puede tener en la dimensión de la vía aérea superior el tratamiento ortopédico de la Clase II y III.



## **MATERIAL Y MÉTODOS**





### 3. MÁTERIAL Y MÉTODOS

Este estudio clínico retrospectivo cuenta con un total de 41 pacientes.

Los pacientes proceden del área de ortodoncia del Instituto Asturiano de odontología y se dividen en dos grupos según la clase esquelética.  $ANB^\circ > 4^\circ$  (Grupo 1) y  $ANB^\circ \leq 1^\circ$  (Grupo 2). Todos ellos entre 6-13 años con teleradiografías pre y post tratamiento.

Grupo 1: 16 ♀ / 11 ♂ - Grupo 2: 7 ♀ / 7 ♂

El Grupo 1 fue tratado con aparato funcional de avance mandibular, con una duración media de 19 meses y el Grupo 2 en cambio con disyunción y máscara facial (MF). Tuvieron el disyuntor en boca hasta resolver el problema transversal e inmediatamente posterior se colocó la MF con fuerzas de 450-500g/lado durante una media de 14 meses. Las teleradiografías se tomaron entre los años 2015 y 2023 con las siguientes instrucciones: Plano de Frankfurt paralelo al suelo, máxima oclusión, respirando por la nariz, sin tragar saliva y sin mover cabeza ni lengua.

Para poder llevar a cabo este estudio, hemos creado un análisis cefalométrico con diferentes parámetro lineales y angulares. Los parámetros utilizados y su descripción aparecen en las Tablas 1 y 2. Las Figuras 1 y 2 muestran algunos de los puntos de referencia y líneas utilizadas durante el análisis.

Tanto el análisis personificado como las cefalometrías se realizaron con el programa de Orthokit 7.5.3 y los datos obtenidos se mandaron a la Unidad de Consultoría de Estadística del Universidad de Oviedo. Se realizó un análisis descriptivo de cada variable recogida, proporcionando medidas de posición tales como la media, mediana, mínimo, máximo o medidas de dispersión como la desviación típica ante variables de tipo cuantitativo y distribuciones de frecuencias absolutas y relativas para las de tipo cualitativo. Las diferencias de variables cuantitativas entre dos momentos temporales se evalúan a través del test t de Student para muestras relacionadas en función del cumplimiento de la hipótesis de normalidad. Las diferencias de las medidas entre dos grupos, para muestras independientes según se verificase o no la hipótesis de normalidad por grupo, se estudiaron a través del test t de student o de Wilcoxon. El nivel de significación empleado fue 0.05 y el análisis estadístico se efectuó mediante el programa R (R Development Core Team), versión 4.1.3

Para el contenido bibliográfico, se realizaron diferentes búsquedas bibliográficas en Pubmed Advanced, empleando marcadores booleanos como AND y OR y con las siguientes palabras clave: Hyoid bone position, skeletal class, airway volume y obstructive sleep apnea. Finalizamos la búsqueda con un total de 36 artículos.

## **RESULTADOS**





#### 4. RESULTADOS

Al analizar los datos posicionales del hueso hioides previo al tratamiento en ambos grupos, no encontramos diferencias estadísticamente significativas (Test t de Student  $p < 0.05$ ) en las medidas lineales que representa la posición vertical: H-PNS  $p=0.86$ ; H-FH  $p=0.45$ ; H-Go/Gn  $p=0.54$  y posición sagital: H-C3  $p=0.28$ ; H-Me  $p=1$ ; H-Eb  $p=0.49$ . Pero sí en el valor angular de HNS ( $p=0.038$ ). El ángulo HNS aumenta en el grupo de Clase III. Por lo que el hioides en pacientes con Clase III esquelética se encuentra en una posición más anterior. En cuanto a la dimensión de la vía aérea superior, los valores PNS-AD1 ( $p=0.002$ ), PNS-Ba ( $p=0.003$ ) y Zona A ( $p < 0.001$ ) se encuentran aumentados en el grupo de Clase II esquelética, indicando así que la zona de la nasofaringe en el grupo de Clase II esquelética es mayor que en grupo de Clase III esquelética. Los datos aparecen en la Tabla 3.

En el grupo 1 (Tabla 4), cuando comparamos los valores pre y post tratamiento de los pacientes tratados con aparatología funcional, podemos observar cambios esqueléticos estadísticamente significativos (Test t de Student  $p < 0.05$ ) debido a un incremento en el ángulo SNB de  $1.87^\circ$  ( $p < 0.001$ ), incremento en la longitud de C3-Me, de  $2.87\text{mm}$  ( $p = 0.01$ ) y una disminución del ángulo ANB de  $-1.66^\circ$  ( $p < 0.001$ ). La posición sagital del maxilar (SNA) permanece sin cambios  $0.2^\circ$  ( $p=0.4$ ).

En la Tabla 4, podemos ver diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) en los valores de la posición vertical del hueso hioides, indicando que después del tratamiento, el hueso desciende: H-FH  $5.85\text{mm}$   $p < 0.001$ ; H-PNS  $3.20\text{mm}$   $p < 0.001$ ; H-Y  $7.46\text{mm}$   $p < 0.001$ . Cambio sagital, demostrando el desplazamiento anterior del hueso: H-C3  $2.13\text{mm}$   $p < 0.001$ ; HNS  $1.89\text{mm}$ ,  $p < 0.001$ . El resto de los valores no muestra cambios estadísticamente significativos.

En esta misma tabla, se pueden ver los datos relacionados con la dimensión de la vía aérea faríngea. Los valores con cambios estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) que



demuestran un aumento de la zona nasofaríngea y orofaríngea post tratamiento son los siguientes: PNS-AD1 2.89mm  $p < 0.001$ ; PNS-Ba 2.31mm  $p < 0.001$ ; PNS-H 1.97mm  $p < 0.001$ ; PtmBa, 1.08mm  $p=0.01$ ; McNamara upper pharyngeal dim. 2.43mm  $p < 0.001$ ; Zona nasofaríngea 48.09 mm<sup>2</sup>  $p=0.01$  y Zona orofaríngea 88.73 mm<sup>2</sup>  $p < 0.001$ . La Figura 3 es un ejemplo de un paciente Clase II pre y post tratamiento.

En el grupo 2 (Tabla 5), los cambios esqueléticos después del tratamiento con disyunción y máscara facial son estadísticamente significativos (Test t de Student  $p < 0.05$ ). SNA y ANB aumentan 1.39°  $p < 0.001$  y 0.84°  $p=0.03$  respectivamente. La posición sagital de la mandíbula (SNB) permanece sin cambios (0.04°  $p=0.53$ ).

En la Tabla 5, se analizan los cambios en la posición del hueso hioides después del tratamiento. El hueso hioides se encuentra en una posición más inferior después del tratamiento: H-H' 0.95mm  $p= 0.01$ ; H-FH 5.6mm  $p=0.01$ ; H-Go/Gn 1.12mm  $p=0.01$ ; H-Y 6.1mm  $p=0.01$ . Pero no se observan cambios estadísticamente significativos en la posición sagital: H-C3 0.92 mm  $p=0.34$ ; H-RGn 2.7mm  $p=0.11$  y H-X -0.9mm  $p=0.63$  También observamos cambios en la vía aérea. La zona de la nasofaríngea aumenta: PNS-AD1 2.4mm  $p < 0.001$ ; PNS-Ba 2.11mm  $p=0.03$ ; McNamara upper pharyngeal dim. 1.47mm  $p=0.02$  y Zona A 59.1mm<sup>2</sup>  $p < 0.001$ . Las adenoides disminuyen: AD2-H -2.50  $p=0.03$ .

## **DISCUSIÓN**





## 5. DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio ha sido comparar la posición del hueso hioides y dimensión de la vía aérea en pacientes Clase II y Clase III esquelética, antes y después del tratamiento ortopédico. Para ello, hemos analizado las radiografías laterales de cráneo realizadas antes y después del tratamiento. La teleradiografía, es una de las herramientas más importantes en el área de la ortodoncia. Permite una evaluación exhaustiva entre la relación esquelética, dental y tejido blando antes del tratamiento ortodóntico y durante el crecimiento del paciente (13).

Aunque las limitaciones de las radiografías en dos dimensiones son conocidas, la radiografía lateral de cráneo ha sido empleada por varios autores para obtener información sobre la posición del hueso hioides (14,15,16,17) y volumen de la vía aérea (2,7,18,19,20).

Las radiografías en dos dimensiones se utilizan para disminuir la exposición del paciente a la radiación ionizante, siguiendo así el principio ALARA "As Low as Reasonably Achievable" (21).

En el estudio retrospectivo realizado por Kaur et al. comparan la fiabilidad de la teleradiografía de 2 dimensiones (2D) y tomografía computerizada de 3 dimensiones (3D) en la evaluación del volumen de la vía aérea. Concluyen que las medidas obtenidas con ambas técnicas son fiables y reproducibles, pero que la tomografía computerizada proporciona una mejor evaluación de las dimensiones de la sección transversal de la vía aérea (22).

En la teleradiografía, las estructuras cefalométricas se ven en 2D. Esta visualización está asociada con superposición de las estructuras y magnificación asimétrica dificultando así la medición. El aumento asimétrico se produce debido a la geometría de la proyección de la cefalometría lateral. Con esta técnica, la superposición exacta entre la parte derecha e izquierda es imposible, ya que las estructuras más cercanas al receptor de imagen se magnifican menos que las estructuras más lejanas. Por lo que la superposición de las estructuras es un factor desfavorable e inevitable con las radiografías en 2D (9).



Así mismo, Gribel et al afirman que las normas de las radiografías en 2D no se pueden usar para las medidas en 3D debido a la diferencia en la precisión de las mediciones (23).

Hemos analizado un total de 41 pacientes. Todos ellos entre 6-13 años: 27 pacientes Clase II esquelética (Edad media de 10.5 años; 16 ♀ / 11 ♂ ) y 14 pacientes Clase III esquelética (Edad media de 8.6 años; 7 ♀ / 7 ♂ ). Todos los pacientes seleccionados se encuentran en edad de crecimiento y han sido seleccionados aleatoriamente. El valor ANB ha sido la única medida que hemos tenido en cuenta a la hora de clasificarlos. El sexo y la edad no han sido parámetros a tener en cuenta. Pero son varios los autores que afirman la diferencia de la posición del hueso hioides y dimensión de la vía aérea dependiendo de la edad y sexo del paciente: Mohamed et al dividen los grupos por edad. Concluyen que los pacientes entre 10-12 años tienen el hioides más bajo que los pacientes entre 7-9 años (21), otros autores, encuentran un desplazamiento descendente del hioides a lo largo de los años como mecanismo compensatorio, tras el uso del aparato funcinal (10). Los estudios que hacen una diferencia de sexo y edad concluyen que en los pacientes varones, el hueso hioides se encuentra más bajo y anterior que en las mujeres (13,14,24) y que a medida que la maduración de las vértebras progresa, el hueso hioides baja (1,14,24). Por otra parte, el volumen de la vía aérea superior es mayor en pacientes mayores, mujeres y braquifaciales (25).

El estudio de Pae et al, contradice en cierta medida a los artículos previamente citados. Afirman que la posición baja del hueso hioides, está asociada con la habilidad del habla, pero que también puede predisponer el colapso de la vía aérea. El estudio lo realizan con 15 años de diferencia entre la primera y segunda radiografía para poder analizar los cambios posicionales a lo largo del tiempo. Explican, que el descenso del hioides en el transcurso de los años es un fenómeno fisiológico que está directamente relacionado con el aumento de la longitud de la vía aérea faríngea y su resistencia al flujo de aire. En su estudio han podido ver un cambio significativo de la posición del hioides en pacientes varones dolicofaciales, pero no en braquifaciales. Sugieren, que el descenso del hioides con los años está asociada a la función respiratoria influenciada por el biotipo facial. De este modo, presentan dos teorías para interpretar la falta de descenso del hioides en braquifaciales: Por un lado, explican que puede deberse a que la vía aérea en estos



pacientes no sufre tantas modificaciones, por lo que el hioides no tiene tanta necesidad de adaptación. Y por otro, piensan que los pacientes braquifaciales, tienen una menor capacidad de adaptación al cambio. Otra de las conclusiones que sacan, es la relación de la posición del hioides con el síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS). Sabiendo que la posición baja del hioides y la obesidad, son características principales de los pacientes con síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS), la posición baja del hioides en pacientes braquifaciales, indicaría una característica morfológica de pacientes no obesos con SAOS (26).

Son varios los estudios, que como Pae et al, clasifican los grupos dependiendo del biotipo facial (27). En el estudio prospectivo realizado por Chen et al, la longitud lingual y la distancia H-Me en pacientes de Clase I esquelética braquifaciales ( $FH-MP < 22^\circ$ ) es mayor que en normodivergentes ( $FH-MP 22-32^\circ$ ) o dólcofaciales ( $FH-MP \geq 32.0^\circ$ ). En el grupo de Clase II esquelética en cambio, no vieron diferencias en la posición lingual y del hueso hioides en los diferentes biotipos faciales (3). Dastan et al. ven una clara diferencia entre el volumen de la vía aérea superior y el biotipo facial. (No ven diferencia entre las clases esqueléticas). En pacientes braquifaciales ( $SN-MP < 26^\circ$ ) el volumen de la vía aérea superior aumenta (25). Wang et al en cambio, no encuentran diferencias en el tamaño de la vía aérea faríngea entre los dos grupos. Estudian pacientes de Clase I biprotusos con extracción de 4 premolares. Dividen los grupos dependiendo del biotipo facial. No hiperdivergentes ( $FH-MP < 30.5^\circ$ ) e hiperdivergentes ( $FH-MP > 30.5^\circ$ ) (28).

Los diferentes resultados obtenidos entre estos dos estudios podrían deberse a los parámetros cefalométricos elegidos para realizar la clasificación de los grupos. El estudio de Dastan et al (25) se realizó calculando la dimensión vertical con el análisis de Steiner ( $SN-MP$ ) y el de Wang et al (28) en cambio, con el análisis de Tweed ( $FH-MP$ ). Por otra parte, en el estudio de Wang et al, no se diferencia entre normodivergentes y braquifaciales.

Ning et al hablan de la importancia de la rotación del plano mandibular en la posición del hueso hioides y dimensión de la vía aérea superior. La rotación horaria de la mandíbula hace que los ligamentos geniogloso, genihioideo y los músculos suprahioides



se aflojen, posicionando el hioides en una zona más posterior e inferior. Cuanto más inferior se encuentra el hueso hioides, más baja estará la lengua, desplazando hacia posterior el paladar blando y disminuyendo la zona de la hipofaringe y glosofaringe. En su estudio, dividen a los pacientes adultos hiperdivergentes (MP-SN  $>37^\circ$ ) dependiendo de la longitud mandibular que presentan. Todos ellos son tratados con 4 extracciones de premolares y anclaje moderado. Los pacientes con la longitud del cuerpo mandibular favorable (Co-Gn  $\geq 122\text{mm}$  ♂ y  $\geq 115\text{mm}$  ♀) presentan un volumen de la zona glosofaríngea e hipofaríngea aumentada y el hueso hioides más anterior y superior. En pacientes con menor longitud mandibular (Co-Gn  $< 122\text{mm}$  ♂ y  $< 115$  en ♀) no ven cambios significativos (1).

La posición y volumen de la lengua son otros factores a tener en cuenta, ya que la posición del hueso hioides y dimensión de la vía aérea dependen de ellos (4). Varios autores, encuentran diferencias dependiendo de la clase esquelética del paciente (3,4,5). En la Figura 4 podemos ver tres ejemplos de diferentes posiciones linguales.

Según Iwasaki et al. los pacientes de Clase III esquelética, al tener una cavidad oral mayor, presentan un mayor volumen lingual con una elevada posición del hueso hioides. Esto hace que el balance anatómico (AB), relación entre el volumen lingual y volumen de la cavidad oral, sea menor. En los pacientes de Clase II en cambio, encuentran una posición más inferior del hueso hioides debido a un volumen de la lengua relativamente grande considerando que, aunque el volumen de la cavidad oral sea pequeño, AB en estos pacientes es grande (4). Chen et al corroboran esos resultados, afirmando que los pacientes de Clase II presentan un volumen lingual menor y una posición lingual y del hueso hioides más inferior (3).

Afzal et al. analizan los efectos del aparato de avance mandibular con tornillo de expansión superior e inferior en pacientes de Clase II esquelética en crecimiento. Observan, que, tras el uso del aparato de avance mandibular, la lengua se posiciona más inferior, disminuyendo así la probabilidad de colapso de la velofaringe. La expansión que consiguen en ambas arcadas ayuda a que la lengua tenga más espacio en la cavidad oral para poder colocarse mejor. Creen que, en pacientes en crecimiento, normalizando la postura lingual, se romperá el ciclo de desequilibrio muscular, ayudando a un



crecimiento armónico del maxilar y mandíbula y una oclusión estable. Especulan diciendo que el uso del avance mandibular puede ayudar a eliminar factores predisponentes a sufrir OSA (16), al igual que Xiang et al tras realizar una revisión sistémica de 7 estudios (29). No son de la misma opinión Ozdemir et al, al no ver ningún cambio significativo en la posición del hioides ni dimensión de la orofaringe en pacientes Clase II en crecimiento tratados con el aparato forsus (30).

La posición inferior y anterior que presenta la lengua en el estudio de Baka ZM et al se debe a la protusión que sufren los incisivos inferiores tras al uso del forsus. La cavidad oral se expande, la lengua se posiciona más anterior y el tamaño de la vía aérea superior aumenta (31).

Hwang et al observan una posición lingual más elevada después del tratamiento de disyunción y máscara facial en pacientes con Clase III esquelética en crecimiento. Previo al tratamiento, la lengua se posiciona más inferior que en los pacientes de Clase I. Esto hace que el maxilar no se desarrolle correctamente (Teoría de la matriz funcional). El ancho del maxilar en pacientes de Clase III es menor por la posición baja que presenta la lengua. Tal y como lo explicaba Afzal et al previamente, el hecho de que la lengua se posicione más superior después del tratamiento hace que el desarrollo transversal entre el maxilar y la mandíbula sea más armónico. Por otra parte, la posición del hueso hioides no se ve alterada, lo que les lleva a pensar que la recidiva será menor: cuanto menor es el cambio en la posición del hueso hioides, mayor es la armonía entre los tejidos blandos de alrededor, y menor será la recidiva postratamiento (5).

Para poder ver la influencia de la posición lingual en la vía aérea, dividen la orofaringe en tres partes. SOAS (superior oropharyngeal airway space), MAS (middle oropharyngeal airway space) y IAS (Inferior oropharyngeal airway space). Después de la expansión y proyección maxilar, el SOAS aumenta de tamaño mientras que el MAS e IAS no lo hacen. Confirmando así que la posición más superior que coge la lengua influye únicamente en la parte superior de la orofaringe. El SOAS está influenciado por el dorso lingual, mientras que el MAS y IAS por la base lingual y epiglotis. Razón por la cual se mantienen estables tras el tratamiento (5).



Hemos visto que son muchos los factores que influyen en la posición del hueso hioides. Pero no son los únicos. La posición del hioides también varía según la posición de la cabeza (5,13,14) y según Hsu et al. la distancia entre el hueso hioides y el plano mandibular es mayor en pacientes verticalmente posicionados que en aquellos en posición supina (32).

En nuestro estudio, no hemos incluido pacientes de Clase I esquelética con biprotusión y extracciones dentales. Pero conviene saber la relación que encuentran Guo R et al. y Wang et al. entre las extracciones dentales y volumen de la vía aérea: Guo R et al. explican que la zona de nasofaringe e hipofaringe está sujeta por hueso y cartílago y que se encuentran lejos de la cavidad oral. Por lo que no se ven afectados tras realizar extracciones. Pero la orofaringe en cambio, como anteriormente mencionaban Hwang et al, está formado por tejido blando y lengua, y se encuentra en estrecha relación con la cavidad oral. En su estudio retrospectivo, han visto un aumento significativo en el volumen de la orofaringe en pacientes Clase I esquelética biprotusos con extracciones y anclaje moderado. Su hipótesis se basa en que los pacientes biprotusos normalmente tienen un paladar estrecho, disminuyendo así el espacio para la lengua y obstruyendo la orofaringe. Después de las extracciones, la arcada maxilar se expande. Al usar anclaje moderado, los molares se mesializan. Y con el uso de EIM de Clase II, puede que la mandíbula avance. Todo esto lleva a un aumento en el espacio para la lengua, aumentando así el volumen de la orofaringe. En los pacientes de Clase I hiperdivergentes con extracciones y anclaje máximo, el hioides se desplaza más posterior que en los pacientes con anclaje moderado. Sin embargo, aunque sean muchos los estudios que hayan hablado de la relación de la orofaringe y posición del hueso hioides, el mecanismo de compensación del hioides durante los cambios de la orofaringe aún no está del todo claro (27). Por otra parte, Wang Q et al. afirman que en aquellos pacientes biprotusos con extracciones de premolares y anclaje máximo, la longitud de las arcadas disminuye provocando un desplazamiento posterior de la lengua y del paladar blando. Para evitar que la lengua invada la orofaringe, el hueso hioides baja y se retrae (28). En la Figura 5 podemos ver el análisis de la vía aérea que realizan Geo et al.



Finalmente, tenemos que prestar especial atención al tipo de respiración que presenta el paciente. Mohamed et al dividen a los pacientes dependiendo si son respiradores orales o nasales. En el grupo de 7-9 años, Clase I esquelética y respirador oral, el hueso hioides está más bajo que en los respiradores nasales. En el grupo de Clase II esquelética y respirador oral en cambio, el hueso hioides está más alto que en los respiradores nasales. Varios autores atribuyen la posición baja del hioides a una posición baja de la lengua para que el aire pueda entrar por la boca. Mientras que otros, explican la posición alta del hioides como una compensación mecánica: La respiración oral está acompañada de una rotación horaria de la mandíbula. Los músculos suprahioides se relajan cuando la mandíbula rota en sentido horario, provocando así un descenso del hioides y constriñendo más la vía aérea. Pero al tener que extender más la cabeza para poder respirar mejor, estos músculos suprahioides se tensan más y elevan el hioides (21).

En el grupo de 10-12 años y Clase I - II esquelética, el hueso hioides está más posterior en los respiradores orales (21). Ucar et al., sin embargo, no ven diferencias en la posición del hueso hioides cuando comparan pacientes de Clase I esquelética con respiración oral y nasal (33). En otro estudio realizado por Mohamed et al concluyen que los pacientes con hipertrofia de adenoides y amígdalas presentan una posición más elevada del hueso hioides y una constricción total de la vía aérea y del espacio retroglotal (34). Buyukavus et al observan que tras la cirugía de adenoidectomía y amigalectomía los pacientes presentan un mayor aumento de la orofaringe e hipofaringe. Pero no analizan si estos cambios anatómicos tienen un efecto positivo en la respiración de los pacientes (7).

A nivel de la vía aérea, al igual que en nuestro estudio ( $-0.45$   $p=0.38$ ), aunque estadísticamente no significativo (T student  $p < 0.05$ ), Šadzevičiūtė et al encuentran un estrechamiento estadísticamente significativo en la vía aérea faríngea inferior (R3-GoB1 = punto en en pared posterior de la faringe a nivel de la línea Go-B) en los pacientes de Clase II (19).

Corroborando nuestros resultados estadísticamente significativos (McNamara upper pharyngeal dim 2.4mm,  $p < 0.001$ ; PtmBa 1.08mm,  $p=0.01$ ; PNS-H 1.97,  $p < 0.001$ ; Zona A 48.09  $p=0.01$  y Zona B 88.73,  $p < 0.001$ ), Ulusoy et al encuentran un cambio positivo en



la nasofarínge y orofarínge durante la fase de retención tras el uso de aparatología funcional. En su grupo control, encuentran un aumento del tejido de la pared posterior de la faringe que representa las adenoides (10). Lo mismo sucede en nuestro grupo de Clase II esquelética con una edad media de 10.5 años, aunque los resultados obtenidos en nuestro estudio no sean estadísticamente significativos (Test de Wilcoxon  $p < 0.05$ ). PNS-AD2 (2.07mm,  $p=0.11$ ) y AD2-H (0.54mm,  $p=0.7$ ). En cambio, en los pacientes de Clase III los cambios en el tamaño del tejido de las adenoides sí que son estadísticamente significativos, AD2-H (-2.50  $p=0.03$ ), las adenoides disminuyen. Edad media 8.6 años. Creemos que el resultado obtenido podría estar relacionado con el patrón de crecimiento fisiológico del tejido linfoide, ya que las adenoides continúan crecimiento hasta la pubertad y luego hay un declive gradual (10).

En cuanto a los pacientes de Clase III tras el uso de disyunción y máscara facial, al igual que en nuestros resultados (PNS-AD1 2.4mm  $p < 0.001$ ; PNS-Ba 2.11mm  $p=0.03$ ; McNamara upper pharyngeal dim. 1.47  $p=0.02$  y Zona A 59.1  $p < 0.001$ ), tanto Mevlut et al (31) como Ucar et al ven un cambio en la nasofarínge y parte superior de la orofarínge, por la posición superior que adopta la lengua después del tratamiento (33).

Por mucho que hayamos analizado los cambios que se producen en la vía aérea superior después del tratamiento ortopédico, es importante señalar que no hay una relación directa entre una vía aérea estrecha y riesgo de sufrir apnea obstructiva del sueño (OSA) (27) como también lo indica Asociación Americana de Ortodoncia: El CBCT no puede proporcionar suficiente información en cuanto a la función de la vía aérea. No nos da información sobre el tono neuromuscular, la susceptibilidad al colapso o la función real de las vías respiratorias. Además, existen diferencias posicionales y funcionales significativas cuando el paciente está dormido o despierto y hoy en día no existe una distancia transversal mínima que haya sido validada como un nivel de umbral mínimo en el que un individuo tenga mayor riesgo de sufrir OSA. Por lo tanto, OSA tiene que ser diagnosticada con polisomnografía (PSG) (35).

Así lo ha hecho Jo JH et al. Además de realizar las radiografías laterales de cráneo, realizan una evaluación con PSG de nivel 1 (Level 1 PSG) para incluir pacientes mayores de 20



años con índice de apnea hipoapnea (IAH) ( $IAH \geq 5$ ). Encuentran una relación directa entre la distancia del hueso hioides y el plano mandibular con pacientes que sufren OSA severa. Cuando mayor sea la distancia mayor riesgo de padecer OSA severa (36).

Es muy difícil evaluar la luz de la vía aérea superior únicamente con datos morfológicos. Por esto, Iwasaki et al utilizan la dinámica de fluidos computerizada (CFD) para evaluar la ventilación de las vías aéreas superiores, simulando así la presión del aire y magnitudes de velocidad (Figura 6). Los resultados de su estudio concluyen que, debido a una obstrucción de la vía aérea superior y posibilidad de ser respiradores orales, la presión y velocidad del aire en pacientes de Clase II esquelética, son mayores. Piensan que los pacientes de Clase II esquelética presentan un volumen menor de la lengua y una posición de la lengua y hueso hioides más inferior. Indican que el volumen de la lengua es proporcional al ángulo SNB (4).



## **CONCLUSIONES**





## 6. CONCLUSIONES

1. El hueso hioides se posiciona más anterior en los pacientes de Clase III, pero no encontramos diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la posición vertical del hioides en la comparación de pacientes de Clase II y III.
2. Los pacientes de Clase II esquelética presentan un mayor tamaño de la nasofaríngeo en comparación con los pacientes de Clase III esquelética.
3. El hueso hioides se encuentra en una posición más inferior y anterior después del tratamiento con aparatología funcional en pacientes en crecimiento de Clase II esquelética.
4. El hueso hioides se posiciona más inferior después del tratamiento con disyunción y MF en pacientes de Clase III esquelética. Pero no encontramos cambios significativos en cuanto a la posición sagital.
5. La zona de la nasofaringe y orofaringe aumenta después del tratamiento con aparatología funcional en pacientes en crecimiento de Clase II esquelética.
6. La zona de la nasofaringe aumenta en los pacientes de Clase III esquelética tratados con disyunción y MF.



## **FUTURA INVESTIGACIÓN**





## **7. FUTURA INVESTIGACIÓN**

Debido a las limitaciones que hemos tenido en nuestro estudio, sería conveniente tener en cuenta para futuros trabajos, el tipo de respiración que presenta el paciente, la posición lingual, biotipo facial, género, edad, postura craneal y el índice de apnea hipoapnea. Además, sería recomendable incluir un grupo control, así como realizar revisiones de los pacientes a largo plazo.





### **AGRADECIMIENTOS:**

Dejar constancia del apoyo recibido por el Dr. Menéndez por su ayuda como tutor del presente trabajo.

A Alberto Badía por su apoyo y colaboración con el programa Orthokit.

A Tania Iglesias como responsable de la Unidad de Consultoría Estadística de los Servicios Científico-Técnicos de la Universidad de Oviedo.

A todo el equipo del área de ortodoncia del Instituto Asturiano de Odontología.



## **BIBLIOGRAFÍA**





## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Ning R, Guo J, Martin D. Effect of premolar extraction on upper airway volume and hyoid position in hyperdivergent adults with different mandibular length. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2022 Apr;161(4):e390-e399.
2. Çoban G, Öztürk T, Erdem ME, Kış HC, Yağcı A. Effects of maxillary expansion and protraction on pharyngeal airway dimensions in relation to changes in head posture and hyoid position : A retrospective cohort study. *J Orofac Orthop.* 2022 Sep 15. English.
3. Chen W, Mou H, Qian Y, Qian L. Evaluation of the position and morphology of tongue and hyoid bone in skeletal Class II malocclusion based on cone beam computed tomography. *BMC Oral Health.* 2021 Sep 27;21(1):475.
4. Iwasaki T, Suga H, Yanagisawa-Minami A, Sato H, Sato-Hashiguchi M, Shirazawa Y, Tsujii T, Yamamoto Y, Kanomi R, Yamasaki Y. Relationships among tongue volume, hyoid position, airway volume and maxillofacial form in paediatric patients with Class-I, Class-II and Class-III malocclusions. *Orthod Craniofac Res.* 2019 Feb;22(1):9-15.
5. Hwang DM, Lee JY, Choi YJ, Hwang CJ. Evaluations of the tongue and hyoid bone positions and pharyngeal airway dimensions after maxillary protraction treatment. *Cranio.* 2019 Jul;37(4):214-222.
6. İnce-Bingöl S, Kaya B. Pharyngeal airway and hyoid bone position changes of skeletal anchored Forsus Fatigue Resistant Device and activator appliances. *Clin Oral Investig.* 2021 Aug;25(8):4841-4850.
7. Buyukavus MH, Sari ÖF, Kocakara G. Evaluation of Pharyngeal Airway Dimensions and Hyoid Bone Position in Children After Adenoidectomy or Adenotonsillectomy: A Cephalometric Study. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2022 Spring;16(2):81-86.
8. Auvenshine RC DDS, PhD, Pettit NJ DMD, MSD. The hyoid bone: an overview. *Cranio.* 2020 Jan;38(1):6-14.
9. Shokri A, Mollabashi V, Zahedi F, Tapak L. Position of the hyoid bone and its correlation with airway dimensions in different classes of skeletal malocclusion using cone-beam computed tomography. *Imaging Sci Dent.* 2020 Jun;50(2):105-115.



10. Ulusoy C, Canigur Bavbek N, Tuncer BB, Tuncer C, Turkoz C, Gencturk Z. Evaluation of airway dimensions and changes in hyoid bone position following class II functional therapy with activator. *Acta Odontol Scand.* 2014 Nov;72(8):917-25.
11. Celikoglu M, Buyukcavus MH. Changes in pharyngeal airway dimensions and hyoid bone position after maxillary protraction with different alternate rapid maxillary expansion and construction protocols: A prospective clinical study. *Angle Orthod.* 2017 Jul;87(4):519-525.
12. Akin M, Ucar FI, Chousein C, Sari Z. Effects of chin cup or facemask therapies on the orofacial airway and hyoid position in Class III subjects. *J Orofac Orthop.* 2015 Nov;76(6):520-30.
13. Arslan SG, Dildeş N, Kama JD. Cephalometric investigation of first cervical vertebrae morphology and hyoid position in young adults with different sagittal skeletal patterns. *ScientificWorldJournal.* 2014;2014:159784.
14. Mortazavi S, Asghari-Moghaddam H, Dehghani M, Aboutorabzade M, Yaloodbardan B, Tohidi E, Hoseini-Zarch SH. Hyoid bone position in different facial skeletal patterns. *J Clin Exp Dent.* 2018 Apr 1;10(4):e346-e351.
15. Tepedino M, Esposito R, Montaruli G, Monaco A, Chimenti C, Ciavarella D. Changes in hyoid bone and tongue position in Class I subjects after orthodontic treatment with rapid palatal expander. *Cranio* 2022 Sep 13:1-10.
16. Afzal E, Fida M. Evaluation of the change in the tongue posture and in the hyoid bone position after Twin Block appliance therapy in skeletal class II subjects. *Dent Med Probl.* 2019 Oct-Dec;56(4):379-384.
17. Jose NP, Shetty S, Mogra S, Shetty VS, Rangarajan S, Mary L. Evaluation of hyoid bone position and its correlation with pharyngeal airway space in different types of skeletal malocclusion. *Contemp Clin Dent.* 2014 Apr;5(2):187-9.
18. Chauhan R, Bagga DK, Agrawal P, Kalra H, Kumar P, Singh A. Radiographic Evaluation of the Hyoid Bone Position and Pharyngeal Airway Depth in Anteroposterior Dysplasia. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2019 Mar-Apr;12(2):101-106.



19. Šadzevičiūtė E, Nazimova J, Trakinienė G. The impact of the hyoid bone position on the pharyngeal airway characteristics among different facial skeletal patterns. *Stomatologija*. 2019;21(4):99-106.
20. Cheng JH, Hsiao SY, Chen CM, Hsu KJ. Relationship between hyoid bone and pharyngeal airway in different skeletal patterns. *J Dent Sci*. 2020 Sep;15(3):286-293.
21. Mohamed AS, Habumugisha J, Cheng B, Zhao M, Guo Y, Zou R, Wang F. Three-dimensional evaluation of hyoid bone position in nasal and mouth breathing subjects with skeletal Class I, and Class II. *BMC Oral Health*. 2022 Jun 9;22(1):228.
22. Kaur S, Rai S, Kaur M. Comparison of reliability of lateral cephalogram and computed tomography for assessment of airway space. *Niger J Clin Pract*. 2014 Sep-Oct;17(5):629-36.
23. Gribel BF, Gribel MN, Frazão DC, McNamara JA Jr, Manzi FR. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometry and 3D measurements on CBCT scans. *Angle Orthod*. 2011 Jan;81(1):26-35.
24. Vuong L, Kang HK. A cross-sectional retrospective study of normal changes in the pharyngeal airway volume in white children with different skeletal patterns. Part 2: Cervical vertebral maturation method and hyoid bone. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2021 Apr;159(4):e377-e388.
25. Dastan F, Ghaffari H, Shishvan HH, Zareiyan M, Akhlaghian M, Shahab S. Correlation between the upper airway volume and the hyoid bone position, palatal depth, nasal septum deviation, and concha bullosa in different types of malocclusion: A retrospective cone-beam computed tomography study. *Dent Med Probl*. 2021 Oct-Dec;58(4):509-514.
26. Pae EK, Quas C, Quas J, Garrett N. Can facial type be used to predict changes in hyoid bone position with age? A perspective based on longitudinal data. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008 Dec;134(6):792-7.
27. Guo R, Wang S, Zhang L, Li L, Yu Q, Huang Y, Li W. Oropharynx and hyoid bone changes in female extraction patients with distinct sagittal and vertical skeletal patterns: a retrospective study. *Head Face Med*. 2022 Sep 5;18(1):31.



28. Wang Q, Jia P, Anderson NK, Wang L, Lin J. Changes of pharyngeal airway size and hyoid bone position following orthodontic treatment of Class I bimaxillary protrusion. *Angle Orthod.* 2012 Jan;82(1):115-21.
29. Xiang M, Hu B, Liu Y, Sun J, Song J. Changes in airway dimensions following functional appliances in growing patients with skeletal class II malocclusion: A systematic review and meta-analysis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2017 Jun;97:170-180.
30. Ozdemir F, Ulkur F, Nalbantgil D. Effects of fixed functional therapy on tongue and hyoid positions and posterior airway. *Angle Orthod.* 2014 Mar;84(2):260-4.
31. Baka ZM, Fidanboy M. Pharyngeal airway, hyoid bone, and soft palate changes after Class II treatment with Twin-block and Forsus appliances during the postpeakgrowth period. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2021 Feb;159(2):148-157.
32. Hsu WE, Wu TY. Comparison of upper airway measurement by lateral cephalogram in upright position and CBCT in supine position. *J Dent Sci.* 2019 Jun;14(2):185-191.
33. Ucar FI, Ekizer A, Uysal T. Comparison of craniofacial morphology, head posture and hyoid bone position with different breathing patterns. *Saudi Dent J.* 2012 Jul;24(3-4):135-41.
34. Mohamed AS, Habumugisha J, Cheng B, Zhao M, Bu W, Liu L, Guo Y, Zou R, Wang F. A cone-beam computed tomography study of hyoid bone position and airway volume in subjects with obstructive and nonobstructive adenotonsillar hypertrophy. *Angle Orthod.* 2023 Mar 16.
35. Behrents RG, Shelgikar AV, Conley RS, Flores-Mir C, Hans M, Levine M, McNamara JA, Palomo JM, Pliska B, Stockstill JW, Wise J, Murphy S, Nagel NJ, Hittner J. Obstructive sleep apnea and orthodontics: An American Association of Orthodontists White Paper. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2019 Jul;156(1):13-28.e1.
36. Jo JH, Park JW, Jang JH, Chung JW. Hyoid bone position as an indicator of severe obstructive sleep apnea. *BMC Pulm Med.* 2022 Sep 16;22(1):349.

## **ANEXOS**





## 9. ANEXOS

Tabla 1

HUESO HIOIDES				
H-C3	H: Zona más antero superior del hioides	C3: Zona más antero inferior de la 3 <sup>o</sup> vértebra cervical		
H-Me		Me: Menton		
H-Eb		Eb: Base de la epiglotis		
H-H´		H´: Intersección del punto hioides con la línea Go-Me	H-H´: Zona más antero superior del hioides con la línea Go-Me	
H-C3/Me		C3: Zona más antero inferior de la 3 <sup>o</sup> vértebra cervical	Me: Menton	
H-PNS		PNS: Espina nasal posterior		
H-FH		FH: Frankfort		
H-Go/Gn		Go-Gn: Plano mandibular		
H-RGn		RGn: Retrognation		
H-Y = H-V		Distancia perpendicular desde el hueso hioides a la línea vertical (VRP) que pasa por el punto S		
H-X = H-H	Distancia perpendicular desde el hueso hioides a la línea horizontal (HRP) que pasa por el punto S			
C3-Me	C3: Zona más antero inferior de la 3 <sup>o</sup> vértebra cervical	Me: Menton		
H-N-S	Parámetro angular	N: Nasion	S: Sella	
H-S-Ba	Parámetro angular	S: Sella	Ba: Basion	
SNA	Steiner			
SNB	Steiner			
ANB	Steiner			

Tabla 1. Puntos cefalométricos; Mediciones lineales y angulares para valorar el hueso hioides



Tabla 2

VÍA AÉREA		
<b>PNS-AD1</b>		AD1: Punto posterior de la faringe, que pasa por la línea PNS-Ba
<b>PNS-AD2</b>	PNS: Espina nasal posterior	AD2: Punto del tejido adenoide que pasa por la línea PNS y hormigón
<b>PNS-Ba</b>		Ba: Basion
<b>PNS-H</b>		H: Punto de intersección entre la línea S-Ba y base craneal
<b>AD2-H</b>		
<b>Ptm-Ba</b>	Ptm: Pterigomaxilar	Ba: Basion
<b>McNamara´s upper pharyngeal dimension</b>	La distancia mínima desde el paladar blando hasta la parte posterior de la faringe	
<b>McNamara pharyngeal dimension</b>	La distancia mínima desde la que el contorno de la lengua cruza la mandíbula al punto más cercano de la pared faríngea	
<b>McNamara´s lower pharyngeal dimension</b>	Distancia entre la pared anterior y posterior de la faringe sobre la línea Cv3pi y Cv3ai	
<b>Cv3ai</b>	Zona postero inferior de la 3º vertebra cervical	
<b>Cv3pi</b>	Zona antero inferior de la 3º vértebra cervical	
<b>Zona nasofaríngea (A)</b>	Zona entre la línea ANS-PNS y la línea pterigomaxilar perpendicular a ANS-PNS	
<b>Zona orofaríngea (B)</b>	Zona entre la línea ANS-PNS y base de epiglotis	

Tabla 2. Puntos cefalométricos; Mediciones lineales y angulares para valorar la vía aérea



**Tabla 3**

Pretratamiento			
	Grupo 1 = Clase II n = 27	Grupo 2 = Clase III n = 14	P valor
H-C3 (mm)	29,41 (2,76)	30,57 (3,96)	0,28
H-Me (mm)	38,9 (6,28)	38,89 (6,24)	1
H-Eb (mm)	10,63 (9,27-12,81)	11,18 (10,31-13,05)	0,49
H-H' (mm)	14,13 (10,59-16,06)	12,97 (10,65-14,79)	0,61
H-C3/Me (mm)	2,76 (1,25-4,74)	3,98 (1,06-5,97)	0,43
H-PNS (mm)	50,37 (49,19-54,29)	50,77 (48,39-52,81)	0,86
H-FH (mm)	69,75 (4,75)	68,31 (7,30)	0,45
H-Go/Gn (mm)	14,84 (11,98-16,90)	14,00 (11,27-15,82)	0,54
H-RGn (mm)	33,14 (5,24)	33,12 (6,25)	0,99
H-Y (mm)	86,45 (5,73)	85,78 (7,90)	0,75
H-X (mm)	16,67 (8,41)	17,40 (8,13)	0,79
C3-Me (mm)	67,87 (8,22)	68,29 (7,68)	0,87
H-N-S (°)	51,62 (3,62)	54,38 (4,43)	<b>0,038*</b>
H-S-Ba (°)	41,11 (5,27)	42,26 (4,97)	0,50
SNA (°)	80,95 (2,93)	78,41 (3,42)	<b>0,017*</b>
SNB (°)	74,26 (2,77)	78,33 (2,64)	< 0,001*
ANB (°)	6,44 (5,66-7,88)	0,34 (-0,20-0,71)	<b>&lt;0,001*</b>
PNS-AD1 (mm)	20,48 (3,82)	16,08 (4,67)	<b>0,002*</b>
PNS-AD2 (mm)	20,76 (17,59-23,79)	16,59 (13,53-21,75)	0,10
PNS-Ba (mm)	43,60 (3,41)	40,23 (2,88)	<b>0,003*</b>
PNS-H (mm)	26,51 (2,52)	24,86 (2,86)	0,06
AD2-H (mm)	13,95 (13,00-14,90)	14,61 (12,69-16,43)	0,40
Ptm-Ba (mm)	44,71 (1,68)	43,21 (2,93))	0,09
McNamara's upper pharyngeal dim (mm)	9,25 (2,18)	8,94 (3,70)	0,77
McNamara's pharyngeal dim (mm)	11,46 (2,61)	11,63 (3,83)	0,86
McNamara's lower pharyngeal dim (mm)	7,88 (4,80)	9,25 (3,34)	0,34
Zona nasofaríngea (A) (mm <sup>2</sup> )	206,07 (69,29)	118,79 (58,99)	<b>&lt; 0,001*</b>
Zona orofaríngea (B)(mm <sup>2</sup> )	575,71 (526,27-660,11)	583,72 (455,15-768,77)	1

Tabla 3. Media (Dt) cuando el test aplicado fue el test de Student, o la mediana (P25-P75) cuando el test aplicado fue el test de Wilcoxon. (\*) Valores estadísticamente significativos  $p < 0,05$



**Tabla 4**

<b>Grupo 1 = CLASE II esquelética</b>				
	Pretratamiento <i>n</i> =27	Postratamiento <i>n</i> = 27	Diferencia	P Valor
H-C3 (mm)	29,41 (2,76)	31,54 (3,68)	2,13 (3,25)	< 0,001*
H-Me (mm)	38,41 (35,72-43,55)	40,16 (37,10-45,10)	1,27(-0,95-3,86)	0,05
H-Eb (mm)	11,39 (2,60)	12,04 (2,31)	0,64 (1,91)	0,09
H-H' (mm)	14,12 (4,29)	13,31 (4,25)	-0,81 (4,74)	0,38
H-C3/Me (mm)	3,01 (2,26)	3,27 (2,92)	0,16 (3,25)	0,79
H-PNS (mm)	51,70 (4,56)	54,91 (4,21)	3,20 (4,47)	< 0,001*
H-FH (mm)	69,75 (4,75)	75,60 (4,85)	5,85 (4,48)	< 0,001*
H-Go/Gn (mm)	15,03 (4,29)	14,39 (4,25)	-0,63 (4,76)	0,49
H-RGn (mm)	33,13 (5,24)	34,46 (5,39)	1,33 (4,63)	0,15
H-Y (mm)	86,44 (5,72)	93,90 (6,00)	7,46 (4,88)	< 0,001*
H-X (mm)	16,66 (8,41)	12,82 (6,05)	-3,84 (6,83)	0,01*
C3-Me (mm)	66,62 (63,72-73,45)	71,95 (66,42-74,71)	2,87 (-0,92-7,96)	0,01*
H-N-S (°)	51,61 (3,61)	53,51 (3,00)	1,89 (2,35)	< 0,001*
H-S-Ba (°)	41,10 (5,26)	42,06 (3,95)	0,96 (3,60)	0,18
SNA (°)	80,94 (2,93)	81,16 (3,05)	0,21 (1,44)	0,44
SNB (°)	74,26 (2,77)	76,13 (2,38)	1,87 (1,40)	< 0,001*
ANB (°)	6,68 (1,33)	5,02 (1,57)	-1,66 (1,20)	< 0,001*
PNS-AD1 (mm)	20,48 (3,82)	23,38 (4,11)	2,89 (4,19)	< 0,001*
PNS-AD2 (mm)	20,76 (17,59-23,79)	24,23 (19,75-26,51)	2,07 (-1,74-4,84)	0,11
PNS-Ba (mm)	43,60 (3,41)	45,92 (4,17)	2,31 (3,35)	< 0,001*
PNS-H (mm)	26,50 (2,51)	28,48 (2,92)	1,97 (2,23)	< 0,001*
AD2-H (mm)	13,95 (12,99-14,90)	14,76 (12,99-15,95)	0,54 (-1,51-1,91)	0,71
Ptm-Ba (mm)	44,74 (43,45-45,60)	46,20 (43,82-47,69)	1,08 (-0,14-2,29)	0,01*
McNamara's upper pharyngeal dim (mm)	9,25 (2,18)	11,69 (2,72)	2,43 (2,94)	< 0,001*
McNamara's pharyngeal dim (mm)	11,45 (2,60)	11,00 (2,16)	-0,45 (2,65)	0,38
McNamara's lower pharyngeal dim (mm)	7,88 (4,80)	8,60 (5,77)	0,71 (7,89)	0,64



Zona nasofaríngea (A) (mm <sup>2</sup> )	206,07 (69,28)	254,16 (83,47)	48,09 (83,01)	<b>0,01*</b>
Zona orofaríngea (B) (mm <sup>2</sup> )	575,71 (526,27- 660,11)	701,70 (619,69-767,13)	88,73 (61,96-198,65)	<b>&lt; 0,001*</b>

Tabla 4. Media (Dt) cuando el test aplicado fue el test de Student, o la mediana (P25-P75) cuando el test aplicado fue el test de Wilcoxon

(\*) Valores estadísticamente significativos  $p < 0,05$



**Tabla 5**

<b>Grupo 2 = CLASE III esquelética</b>				
	Pretratamiento <i>n=14</i>	Postratamiento <i>n= 14</i>	Diferencia	P valor
H-C3 (mm)	30,57 (3,96)	31,49 (4,15)	0,92 (3,49)	0,34
H-Me (mm)	38,32 (33,78-45,13)	42,16 (38,88-43,88)	0,10 (-1,25-5,07)	0,32
H-Eb (mm)	11,92 (2,62)	12,45 (3,20)	0,53 (3,57)	0,59
H-H' (mm)	12,97 (10,65-14,78)	15,35 (12,49-18,36)	0,95 (0,51-4,10)	<b>0,01*</b>
H-C3/Me (mm)	3,97 (1,05-5,96)	2,92 (1,58-6,34)	0,42 (-1,93-2,82)	0,76
H-PNS (mm)	51,86 (6,19)	54,88 (7,35)	3,02 (7,30)	0,15
H-FH (mm)	68,31 (7,30)	73,99 (8,57)	5,68 (7,25)	<b>0,01*</b>
H-Go/Gn (mm)	14,00 (11,26-15,82)	16,32 (13,56-19,16)	1,12 (0,43- 4,09)	<b>0,01*</b>
H-RGn (mm)	33,11 (6,24)	35,86 (4,64)	2,7 (5,96)	0,11
H-Y (mm)	85,78 (7,90)	91,95 (9,39)	6,17 (7,61)	<b>0,01*</b>
H-X (mm)	17,39 (8,13)	16,41 (9,14)	-0,98 (7,39)	0,63
C3-Me (mm)	68,29 (7,67)	72,27 (6,85)	3,98 (8,03)	0,09
H-N-S (°)	54,37 (4,42)	55,02 (4,20)	0,65 (2,84)	0,41
H-S-Ba (°)	42,25 (4,97)	42,12 (3,59)	-0,13 (3,52)	0,89
SNA (°)	78,41 (3,42)	79,80 (3,02)	1,39 (1,52)	<b>&lt; 0,001*</b>
SNB (°)	78,32 (76,22-80,01)	78,13 (76,89 - 80,97)	0,04 (-0,73-1,00)	<b>0,53</b>
ANB (°)	0,08 (0,96)	0,92 (1,40)	0,84 (1,27)	<b>0,03*</b>
PNS-AD1 (mm)	16,07 (4,67)	18,5 (4,19)	2,42 (2,68)	<b>&lt; 0,001*</b>
PNS-AD2 (mm)	16,59 (13,52-21,74)	18,08 (14,64-20,53)	0,58 (-0,92-4,25)	0,76
PNS-Ba (mm)	40,23 (2,87)	42,34 (1,62)	2,11 (3,30)	<b>0,03*</b>
PNS-H (mm)	24,85 (2,85)	27,04 (2,79)	2,19 (1,64)	<b>&lt; 0,001*</b>
AD2-H (mm)	14,60 (12,96-16,43)	13,05 (12,06-13,91)	-2,50 (-3,25-0,63)	<b>0,03*</b>
Ptm-Ba (mm)	43,21 (2,92)	44,46 (1,45)	1,25 (3,42)	0,19
McNamara's upper pharyngeal dim (mm)	8,93 (3,70)	10,41 (3,75)	1,47 (2,15)	<b>0,02*</b>
McNamara's pharyngeal dim (mm)	11,62 (3,83)	11,57 (2,08)	-0,05 (3,30)	0,95
McNamara's lower pharyngeal dim (mm)	9,25 (3,33)	9,70 (4,14)	0,45 (4,41)	0,71



Zona nasofaríngea (A) (mm <sup>2</sup> )	118,79 (58,98)	177,92 (80,83)	59,12 (42,21)	< 0,001*
Zona orofaríngea (B) (mm <sup>2</sup> )	583,72 (455,15-768,77)	638,69 (545,56-817,29)	38,03 (-21,43-61,17)	0,24

*Tabla 5. Media (Dt) cuando el test aplicado fue el test de Student, o la mediana (P25-P75) cuando el test aplicado fue el test de Wilcoxon*

(\*) Valores estadísticamente significativos  $p < 0,05$

**Figura 1**

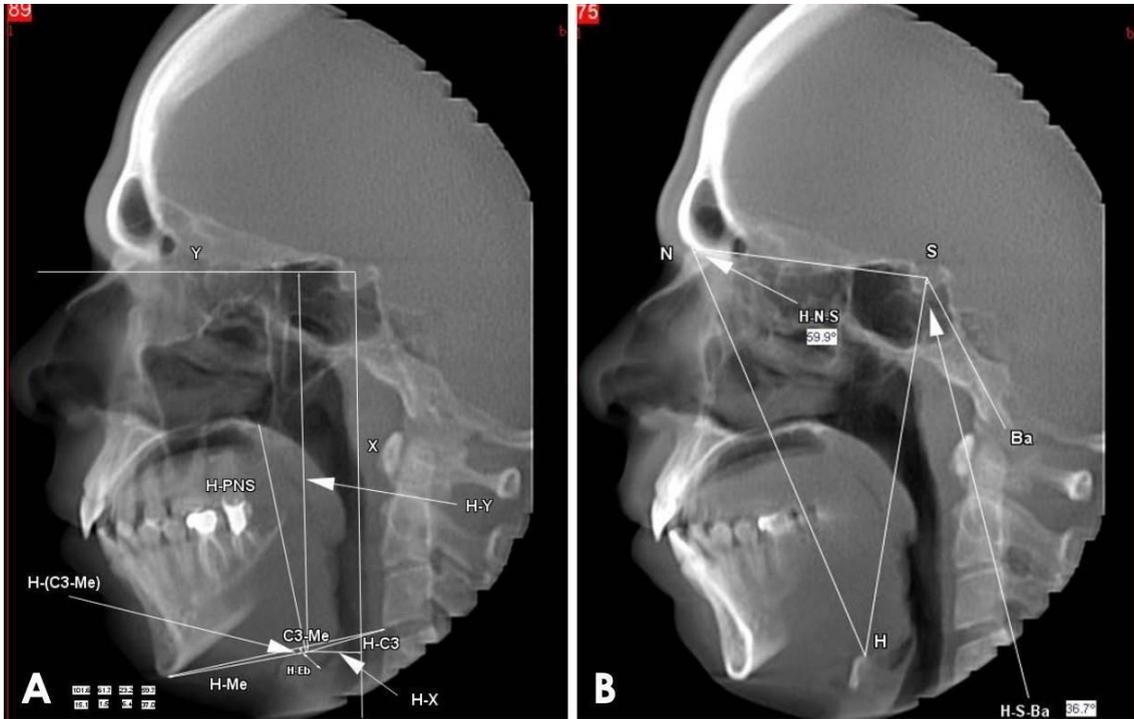
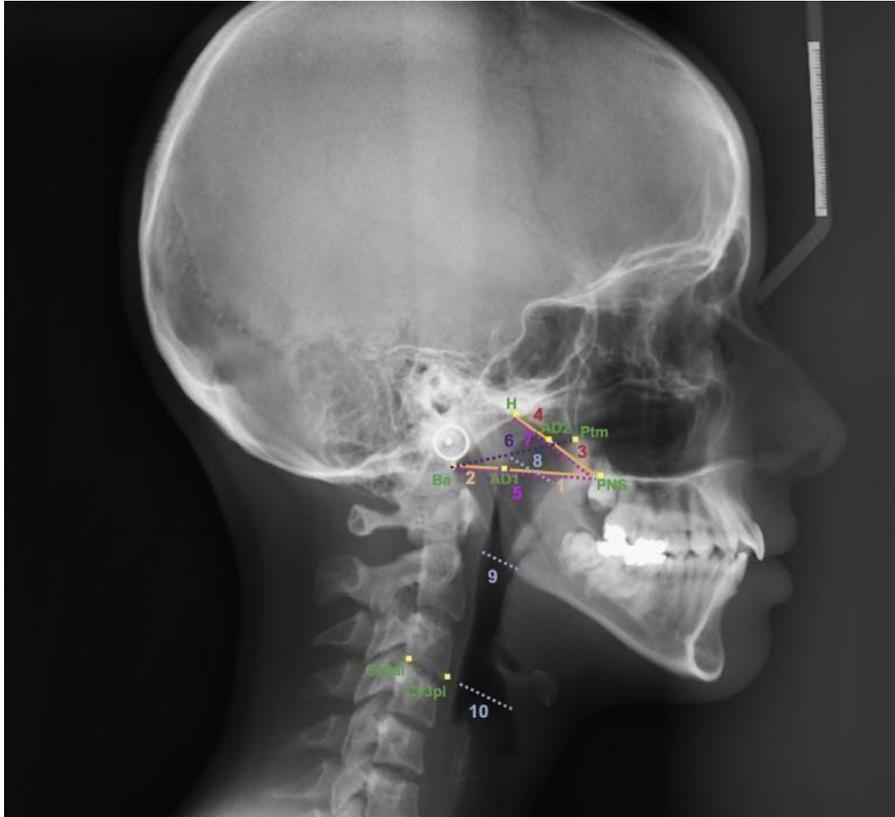


Figura 1. A) 8 medidas lineales: C3-Me, H-M3,H-C3,H-Eb,H(C3-Me),H-PNS, H-Y y H-X.

B) Dos medidas angulares H-N-S y H-S-Ba

Referencia tomada de: Shokri A, Mollabashi V, Zahedi F, Tapak L. Position of the hyoid bone and its correlation with airway dimensions in different classes of skeletal malocclusion using cone-beam computed tomography. *Imaging Sci Dent.* 2020 Jun;50(2):105-115. 1

**Figura 2**



*Figura 2. Medidas lineales de la vía aérea:*

PNS-AD1, AD1-Ba, PNS-AD2, AD2-H, PNS-Ba, Ptm-Ba, PNS-H, McNamara upper pharyngeal dimensions, McNamara lower pharyngeal dimensions.  
Referencia tomada de: Baka ZM, Fidanboy M. Pharyngeal airway, hyoid bone, and soft palate changes after Class II treatment with Twin-block and Forsus appliances during the postpeak growth period. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2021 Feb;159(2):148-157

Figura 3

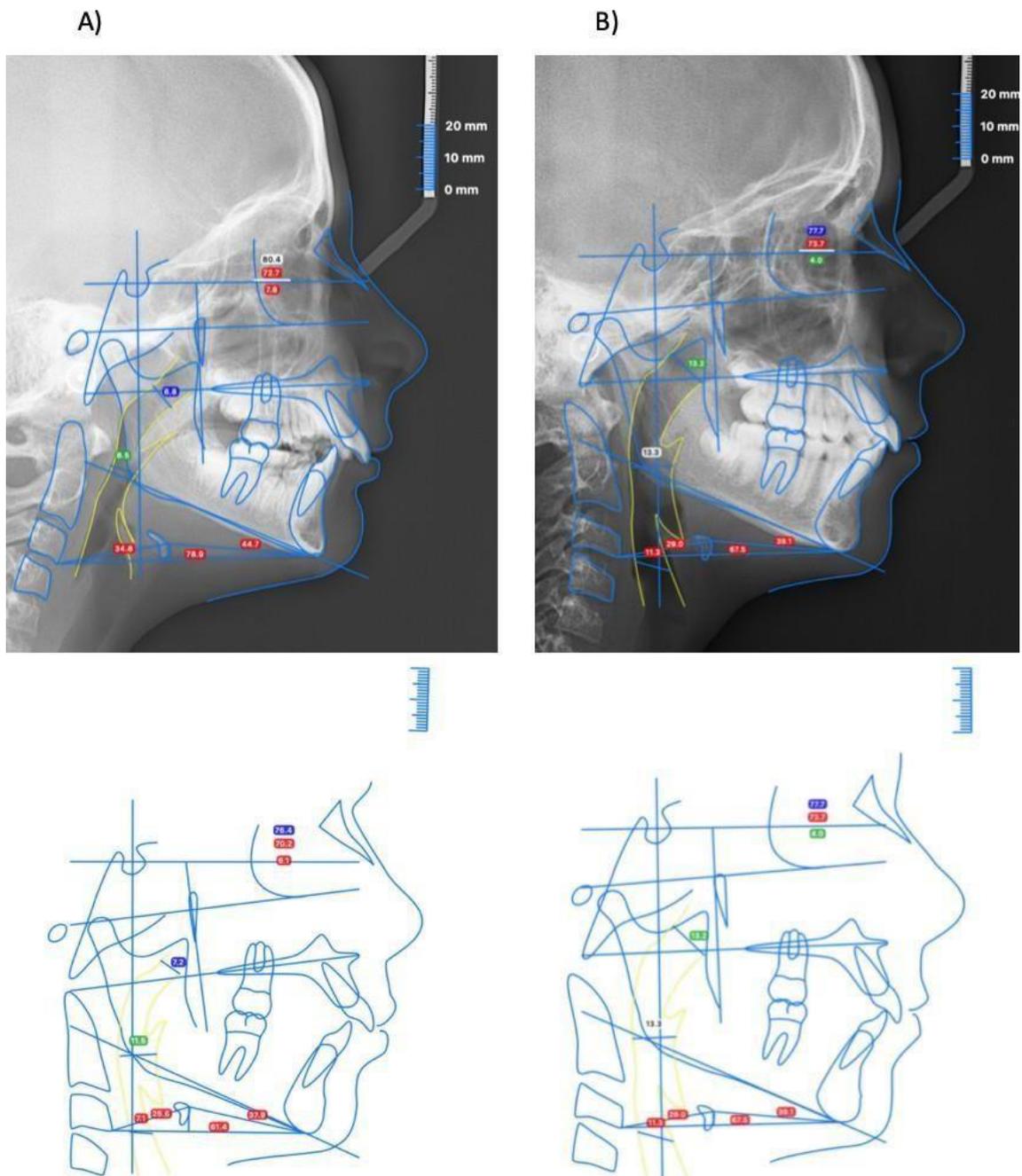
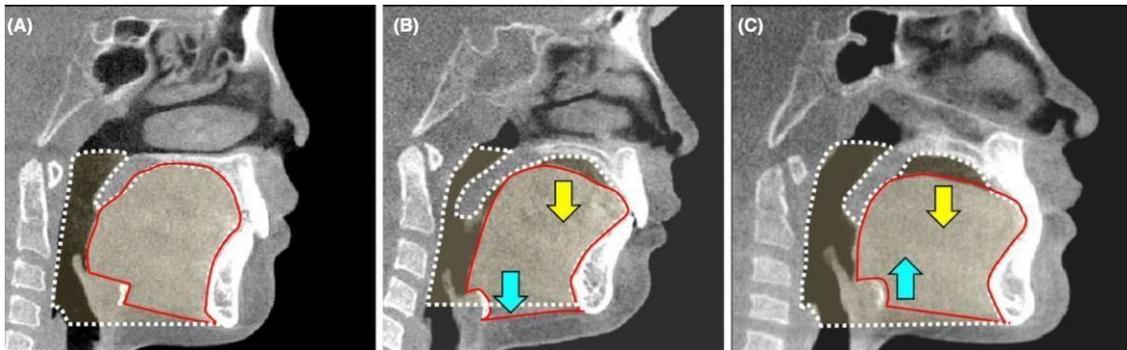


Figura 3. Análisis cefalométrico de un niño de Clase II esquelética.

Antes (A) y después (B) del tratamiento con aparato de avance mandibular. En la imagen (B), podemos apreciar un incremento en el ángulo SNB, longitud C3-Me y dimensión de naso y orofaringe. El ángulo ANB disminuye y el hueso hioides se encuentra en una posición más inferior y anterior.

**Figura 4**

*Figura 4. Ejemplos de la posición lingual y del hioides en niños de Clase I, II y III.*

- A) Clase I. B) Clase II: La lengua (flecha amarilla) y el hueso hioides (flecha azul) están bajas. Debido a la obstrucción de la vía aérea, la postura lingual baja para poder respirar por la boca. La cavidad oral es relativamente pequeña. Por eso el hioides se encuentra bajo. C) Clase III: La postura lingual es baja, pero el hioides está alto. La cavidad oral es grande, el hueso hioides se encuentra alto y la lengua baja.

Referencia tomada de: *Iwasaki T, Suga H, Yanagisawa-Minami A, Sato H, Sato-Hashiguchi M, Shirazawa Y, Tsujii T, Yamamoto Y, Kanomi R, Yamasaki Y. Relationships among tongue volume, hyoid position, airway volume and maxillofacial form in paediatric patients with Class-I, Class-II and Class-III malocclusions. Orthod Craniofac Res. 2019 Feb;22(1):9-15.*

Figura 5

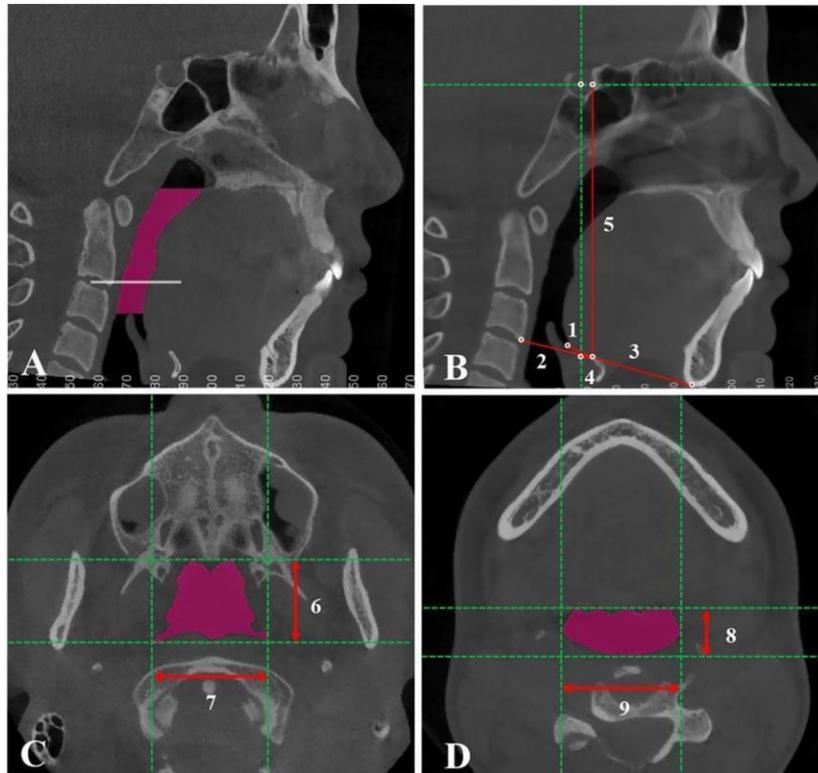
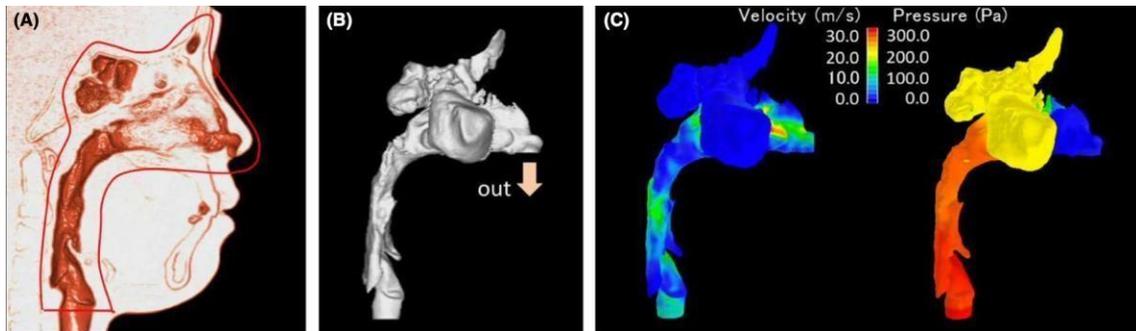


Figura 5. Mediciones del tamaño de la orofaringe y posición del hioides.

- A) Volumen y zona más estrecha de la orofaringe. B) 5 medidas del hueso hioides: H-Eb(1), H-C3(2), H-Me(3), H-X(4) y H-Y(5). C) Diámetros antero-posterior (6) y lateral (7) de la orofaringe a nivel del plano PNS. D) Diámetros antero-posterior (8) y lateral (9) de la orofaringe a nivel a de la epiglotis.

Referencia tomada de: Guo R, Wang S, Zhang L, Li L, Yu Q, Huang Y, Li W. Oropharynx and hyoid bone changes in female extraction patients with distinct sagittal and vertical skeletal patterns: a retrospective study. *Head Face Med.* 2022 Sep 5;18(1):31

**Figura 6**



*Figura 6. Evaluación de la vía aérea superior utilizando la dinámica de fluidos computerizada.*

Referencia tomada de: *Iwasaki T, Suga H, Yanagisawa-Minami A, Sato H, Sato-Hashiguchi M, Shirazawa Y, Tsujii T, Yamamoto Y, Kanomi R, Yamasaki Y. Relationships among tongue volume, hyoid position, airway volume and maxillofacial form in paediatric patients with Class-I, Class-II and Class-III malocclusions. Orthod Craniofac Res. 2019 Feb;22(1):9-15*



