



Facultad Ciencias de la Salud

Especialidad en Ortodoncia

Tema:

Relación de las vías aéreas y la posición del hueso hioides en diferentes biotipos faciales en la población ecuatoriana, un estudio realizado con tomografías computarizadas de haz cónico.

Tesis para la obtención del Título de:

“Especialista En Ortodoncia”

Presentado por:

Lesly Selena Riofrio Riofrio

Tutor:

Dr. Pablo Andrés Díaz Espinoza

Quito, diciembre 2025

Resumen

El análisis tridimensional de la vía aérea faríngea y su relación con la posición del hueso hioides representa un componente esencial en el diagnóstico ortodóncico contemporáneo. El objetivo de esta investigación fue evaluar la relación entre el volumen de la vía aérea, la posición del hueso hioides y los biotipos faciales dólcofacial, mesofacial y braquifacial en pacientes ecuatorianos mediante tomografía computarizada de haz cónico. Se analizaron 195 tomografías, 65 por cada biotipo facial, utilizando el software NemoStudio para la segmentación volumétrica de la vía aérea, la localización cefalométrica de los puntos hioideos y la determinación del biotipo facial. Los resultados evidenciaron que el volumen de la vía aérea no presentó diferencias significativas entre biotipos ($p > 0.05$); sin embargo, se encontraron diferencias en los parámetros hioideos C3-Me ($p < 0.001$), H-Me ($p < 0.001$), H-S-Ba ($p < 0.001$) y H-N-S ($p < 0.01$). Las correlaciones de Pearson revelaron asociaciones positivas moderadas entre el volumen de la vía aérea y los parámetros C3-Me y H-Me en los tres biotipos, destacando la mayor interdependencia en el patrón dólcofacial ($r = 0.508$; $p < 0.001$). El estudio demostró que la posición del hueso hioides se relaciona funcionalmente con las dimensiones de la vía aérea, siendo esta interacción más marcada en individuos dólcofaciales. Aunque el hioides sí varió significativamente entre biotipos más descendido en dólcofaciales y más elevado en braquifaciales, el volumen total de la vía aérea no mostró diferencias significativas entre los patrones faciales. En conjunto, los resultados indican que el hioides actúa como un marcador morfológico y funcional relevante, mientras que la morfología de la vía aérea se mantiene relativamente conservada independientemente del biotipo facial.

Palabras clave: Vía aérea, Biotipos faciales, Ortodoncia, Tomografía Cone Beam, Análisis cefalométrico, Hioides.

Declaración de aceptación de norma ética y derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad de Los Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

LESLY SELENA RIOFRIO RIOFRIO

1724020035

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fortaleza y la luz en cada paso de este camino. A mis padres, Ermel y Gladis, por su amor incondicional, sus enseñanzas y valores que se convirtieron en la base de mi vida y el motor de mis sueños. A mi hermana Gisella, quien me enseñó a luchar siempre con valentía. A mis hermanos Joel y Leonardo, por su apoyo, confianza y palabras de aliento que me han acompañado incluso en la distancia. A mi sobrino, que con su ternura y alegría me inspira cada día a dar lo mejor de mí.

A mis docentes, cuyo compromiso, dedicación y vocación formativa han guiado mi crecimiento académico. En especial, al Dr. Andrés Díaz, por su guía, paciencia y valiosa orientación durante la realización de este proyecto de investigación, cuyo acompañamiento fue fundamental para alcanzar los objetivos propuestos.

Y finalmente, a mis amigos, mi gran grupo de apoyo, quienes me acompañaron a lo largo de esta maravillosa carrera. Con ellos compartí experiencias inolvidables, desafíos académicos y valiosas enseñanzas que enriquecieron profundamente mi formación profesional y personal.

Índice

Resumen.....	2
Abstract.....	10
Introducción.....	11
Marco teórico.....	13
Metodología.....	21
Resultados.....	25
Discusión.....	45
Conclusiones.....	49
Referencias.....	51

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Comparación de los parámetros de las vías respiratorias en diferentes biotipos faciales</i>	25
Tabla 2. <i>Comparación de los parámetros de la posición del hueso hioides en diferentes biotipos faciales.</i>	277
Tabla 3. <i>Comparación de los parámetros en relación de Biotipo facial, volumen de vía aérea y posición del hueso hioides.</i>	355

Índice de Figuras

Figura 1. <i>Parámetros de las vías respiratorias en diferentes biotipos faciales</i>	26
Figura 2. <i>Parámetros de relación C3-ME/H-C3/H-EB por biotipos</i>	3232
Figura 3. <i>Parámetros de relación H-PNS/H-ME/H-X por biotipos</i>	32
Figura 4. <i>Parámetros de relación H-Y/H(C3-ME)/H-S-BA por biotipos</i>	33
Figura 5. <i>Parámetros de relación de H-N-S por biotipos</i>	333

Relación de las vías aéreas y la posición del hueso hioides en diferentes biotipos faciales en la población ecuatoriana, un estudio realizado con tomografías computarizadas de haz cónico.

Lesly Selena Riofrio Riofrio

Universidad de los Hemisferios

lsriefrior@estudiantes.uhemisferios.edu.ec

Resumen

El análisis tridimensional de la vía aérea faríngea y su relación con la posición del hueso hioides representa un componente esencial en el diagnóstico ortodóncico contemporáneo. El objetivo de esta investigación fue evaluar la relación entre el volumen de la vía aérea, la posición del hueso hioides y los biotipos faciales dólcofacial, mesofacial y braquifacial en pacientes ecuatorianos mediante tomografía computarizada de haz cónico. Se analizaron 195 tomografías, 65 por cada biotipo facial, utilizando el software NemoStudio para la segmentación volumétrica de la vía aérea, la localización cefalométrica de los puntos hioideos y la determinación del biotipo facial. Los resultados evidenciaron que el volumen de la vía aérea no presentó diferencias significativas entre biotipos ($p > 0.05$); sin embargo, se encontraron diferencias en los parámetros hioideos C3-Me ($p < 0.001$), H-Me ($p < 0.001$), H-S-Ba ($p < 0.001$) y H-N-S ($p < 0.01$). Las correlaciones de Pearson revelaron asociaciones positivas moderadas entre el volumen de la vía aérea y los parámetros C3-Me y H-Me en los tres biotipos, destacando la mayor interdependencia en el patrón dólcofacial ($r = 0.508$; $p < 0.001$). Se concluye que la posición del hueso hioides presentó una relación significativa con las dimensiones de la vía aérea, influyendo directamente en su volumen y longitud. No se encontraron diferencias significativas en el volumen faríngeo entre los biotipos dólco, meso y braquifacial. En los dólcofaciales se evidenciaron correlaciones más altas entre los parámetros hioideos (C3-Me y H-Me) y el volumen de la vía aérea, indicando una adaptación

funcional compensatoria. En los biotipos mesofacial y braquifacial las correlaciones fueron más equilibradas, reflejando una estructura más estable. Estos hallazgos confirman que la posición del hioides varía funcionalmente según el biotipo facial.

Palabras clave: Vía aérea, Biotipos faciales, Ortodoncia, Tomografía Cone Beam, Análisis cefalométrico, Hioides.

Abstract

Three-dimensional evaluation of the pharyngeal airway and its association with hyoid bone position constitutes a critical component of contemporary orthodontic diagnosis. This study aimed to assess the relationship between airway volume, hyoid bone position, and the facial biotypes dolichofacial, mesofacial, and brachyfacial in Ecuadorian patients using cone-beam computed tomography (CBCT). A total of 195 scans, 65 for each facial biotype, were analyzed. NemoStudio software was employed for airway volumetric segmentation, cephalometric identification of hyoid landmarks, and determination of facial biotype. The results showed no statistically significant differences in airway volume among the facial biotypes ($p > 0.05$). However, significant differences were observed in the hyoid parameters C3–Me ($p < 0.001$), H–Me ($p < 0.001$), H–S–Ba ($p < 0.001$), and H–N–S ($p < 0.01$). Pearson's correlations revealed moderate positive associations between airway volume and the parameters C3–Me and H–Me across all biotypes, with the strongest interdependence observed in the dolichofacial group ($r = 0.508$; $p < 0.001$). Findings indicate that hyoid bone position is significantly related to airway dimensions, exerting a direct influence on both airway volume and length. No significant differences in pharyngeal airway volume were detected among the dolichofacial, mesofacial, and brachyfacial groups. Dolichofacial individuals exhibited stronger correlations between hyoid variables (C3–Me and H–Me) and airway volume, suggesting a compensatory functional adaptation. In mesofacial and brachyfacial biotypes, correlations were more balanced, reflecting a more stable craniofacial airway relationship. Overall, the results confirm that hyoid bone positioning exhibits functional variation according to facial biotype.

Keywords: Airway, Facial biotypes, Orthodontics, Cone-beam computed tomography, Cephalometric analysis, Hyoid bone.

Introducción

A lo largo de las últimas décadas, la posición del hueso hioides ha sido objeto de especial atención debido a su estrecha relación funcional con el cráneo, la mandíbula y la faringe. Aunque no se articula con otros huesos, esta estructura única desempeña un papel fundamental en funciones vitales como la deglución, fonación y en particular en la permeabilidad de la vía aérea superior (Cheng et al., 2020, p. 287).

En el área de la Ortodoncia, el análisis de las vías aéreas ha cobrado alta relevancia, no solo por su interacción con la respiración y el crecimiento cráneo facial, sino también por su impacto en los resultados del tratamiento ortodóncico. Diversos estudios han evidenciado la relación entre la posición del hioides, las dimensiones de las vías aéreas y el biotipo facial (mesofacial, braquifacial o dolicofacial). Por ejemplo, los biotipos dolicofaciales presentan vías aéreas más estrechas y un hioides más bajo y posterior, siendo una característica presente en dificultades respiratorias como la apnea obstructiva del sueño, mientras tanto en braquifaciales muestran un hioides más alto y anterior, con una vía aérea relativamente más amplia (Mani et al., 2015, p. 539).

De acuerdo con la Teoría de la matriz funcional de Moss, el crecimiento cráneo facial se desarrolla a partir de la función; por lo tanto, las alteraciones en la permeabilidad de la vía aérea repercuten en la respiración y en los tejidos blandos adyacentes, condicionando el desarrollo maxilofacial. La presencia de morfologías que tienden a presentarse con menor flujo aéreo puede derivar en complicaciones relacionadas con obstrucciones respiratorias, fatiga, somnolencia diurna, trastornos del sueño y alteraciones en el crecimiento facial. En este sentido, comprender la relación entre el biotipo facial, la posición del hueso hioides y la amplitud de la vía aérea faríngea resulta indispensable para el diagnóstico ortodóncico integral (Mani et al., 2015, p.540).

Si bien tradicionalmente estas estructuras se evaluaban con cefalogramas laterales en dos dimensiones, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) ha permitido obtener imágenes tridimensionales más precisas del volumen de la vía aérea, la posición hioidea y el patrón esquelético facial (Altheer et al., 2024, p.2). Sin embargo, la evidencia disponible sigue siendo escasa, particularmente en poblaciones latinoamericanas, lo que dificulta la generación de parámetros clínicos adaptados. En el caso de Ecuador, la falta de estudios que correlacionen la posición del hioides, los biotipos faciales y las dimensiones de la vía aérea representa una importante brecha de conocimiento (Claver del Valle et al., 2022, p177).

Una evaluación temprana y precisa puede orientar intervenciones ortopédicas funcionales que favorezcan el desarrollo armónico del complejo craneofacial, reducir la necesidad de cirugía ortognática en casos leves y, en consecuencia, mejorar la calidad de vida de los pacientes (Singh et al., 2025, p.2).

Por lo anterior, este estudio analizó a pacientes mediante tomografía computarizada de haz cónico con el objetivo de analizar la relación que existe entre el volumen de las vías aéreas y la posición del hueso hioides en diferentes biotipos faciales (dolicofacial, mesofacial y braquifacial) en la población ecuatoriana, lo cual permitirá optimizar los protocolos diagnósticos y terapéuticos en ortodoncia. Así mismo, la inclusión de este análisis en la práctica clínica favorecerá un abordaje multidisciplinario, integrando la ortodoncia con la otorrinolaringología y otras especialidades, con el fin de ofrecer un tratamiento más personalizado y efectivo (Sun Y et al., 2024, p.2)

Marco teórico

El hueso hioides es un hueso pequeño, solitario e impar con forma característica de "U" o herradura, situado en la línea media anterior del cuello, justo por encima del cartílago tiroideos, a la altura de la tercera vértebra cervical (Garg et al., 2025, p.1). Su particularidad radica en que no se articula directamente con ningún otro hueso, ya que su anclaje está basado en el triángulo anterior del cuello, funcionando como punto de origen e inserción para diversos músculos que se conectan con la laringe, la faringe, la lengua y el suelo de la boca (Garg et al., 2025, p.1). Esta estructura es fundamental para funciones vitales como el movimiento, habla, deglución y respiración (Tarifi et al., 2023, p.401).

El hioides interviene en todas las funciones esenciales del complejo orofacial, influyendo en la permeabilidad de la vía aérea entre la orofaringe y los anillos traqueales. Al estar conectado con la laringe, participa en la fonación, en la masticación, en la prevención del reflujo y en la respiración. Su estabilidad garantiza una adecuada coordinación entre todas estas funciones (Garg et al., 2025, p.1). En cuanto a su desarrollo embrionario, el segundo arco braquial o cartílago de Reichert origina la asta menor y la parte superior del hueso hioides, mientras que el tercer arco faríngeo da origen a la asta mayor y la porción inferior del cuerpo (Mani et al., 2015, p.540).

La osificación inicia en los cuernos mayores hacia el final del desarrollo fetal, y el cuerpo comienza a osificarse poco después del nacimiento; los cuernos menores lo hacen durante el primer o segundo año de vida. Con el crecimiento, el hioides desciende de la altura de C2-C3 en la infancia hasta situarse en C4-C5 en la adultez, junto con la epiglotis y la laringe (Stundl et al., 2019, p.8).

Anatómicamente, el hioides se compone de un cuerpo central ancho y cuadrilátero, levemente curvado, dos astas mayores que se proyectan hacia atrás de manera lateral y superior, y dos astas menores, de forma ovoidal, que se anclan en la base de las astas

mayores. Esta estructura sirve de soporte a un conjunto de músculos esenciales, los suprahioides y los infrahioides (Aljulaih et al., 2023, p.3) (Shangase et al., 2021, p.135).

Los músculos suprahioides, ubicados por encima del hioides, lo conectan con la mandíbula y el cráneo. Entre ellos se encuentran el digástrico, que posee un vientre anterior y otro posterior unidos por un tendón intermedio, con funciones en la masticación, deglución y apertura mandibular (Garg et al., 2025, p.2) (Khan et al., 2025, p.1-2). El músculo estilohiideo, que se origina en la apófisis estiloides y eleva y retrae el hioides, contribuyendo a la deglución y la fonación (Lee et al., 2023, p.170); el milohiideo, que forma el suelo de la boca, interviniendo en la deglución y en la apertura bucal (Truong et al., 2022, p.1194); y el geniohiideo, que desplaza el hioides hacia adelante y arriba, favoreciendo la deglución y colaborando en la apertura mandibular, además de participar en la regulación de la vía aérea superior (Feng et al., 2013, p. 853) (Khan et al., 2025, p.2).

Por debajo del hioides se encuentran los músculos infrahioides, que lo conectan con estructuras como el esternón y la clavícula, desempeñando un papel importante en la mecánica mandibular, la estabilidad de la cabeza y la respiración (Fernández J et al., 2014, p. 181). Entre ellos destacan el esternotiroideo, que desciende la laringe y estabiliza el hioides; el tirohiideo, que permite la movilidad del hioides y la laringe que interviene además está en la deglución, fonación y protección de la vía aérea (Cho et al., 2024, p. 280) (Garg et al., 2025, p.280); el esternohiideo, que desciende el hioides y contribuye al equilibrio cefálico; y el omohiideo, músculo estrecho y alargado que, mediante sus vientres superior e inferior, participa en el descenso y posicionamiento del hioides (Maślanka et al., 2023, p.976).

La posición del hueso hioides es esencial debido a que participa en funciones fisiológicas fundamentales como la fonación, la deglución, la masticación y la respiración. Para determinar su ubicación se utilizan diferentes técnicas y análisis que emplean puntos y planos de referencia (Zhañay Soliz & Quiroz Cumache, 2022, p.164)

Uno de los métodos más utilizados para evaluar la posición espacial del hueso hioides es el análisis del triángulo hioideo, que establece la relación del hioides con la mandíbula y la tercera vértebra cervical a partir de tres puntos cefalométricos: Retrognation (RGn), Hyodale (H) y la vértebra cervical C3. Dicho triángulo permite evaluar la posición del hueso en tres direcciones: la anteroposterior, determinada por las mediciones H-RGn y H-C3; la vertical, obtenida mediante una línea perpendicular al plano C3-RGn hasta el punto hoidal (H-H'); y la angular, formada por el eje longitudinal del hioides y el plano C3-RGn, también denominado ángulo del plano hioideo (Arizaga et al., 2019; Mortazavi et al., 2018, p. 2) (Zhañay Soliz & Quiroz Cumache, 2022, p. 164).

Actualmente se prefiere el estudio de (Shokri et al., 2020, p. 106), para la evaluación de la posición del hueso hioides, debido a que sus mediciones lineales y angulares se basan en puntos anatómicos estables y directamente identificables en CBCT, mejorando la precisión tridimensional y la reproductibilidad del trasado. Este análisis se desarrolló conforme a:

Parámetros Lineales:

- 1.H-C3:** Distancia del hioides al borde anteroinferior de C3. Evalúa posición anteroposterior respecto a la columna cervical. Norma: 30-40mm. Si el valor es menor está indicando una vía aérea disminuida.
- 2.H-EB:** Distancia entre hioides y base de epiglotis. Indica la relación con la vía aérea laríngea. Norma: 15-25 mm. Si es mayor indica que el hioides está más descendido con posible compromiso faríngeo.
- 3.H-PNS:** Distancia del hioides a la espina nasal posterior. Relaciona hioides con paladar duro. Norma: 40-60mm. Mayor distancia indica un hioides más bajo y posterior (Shokri et al., 2020, p. 106).
- 4.H-Me:** Distancia hioides – mentón. Mide la relación con mandíbula. Norma: 35-45mm. A menor distancia el hioides se encuentra más adelantado.
- 5.HX:** Distancia perpendicular del hioides a la línea vertical por Sella. Evalúa posición horizontal. Norma: 50-60mm. Distancia reducida indica que el hioides se encuentra más retraído (Shokri et al., 2020, p. 106).
- 6. HY:** Distancia perpendicular del hioides a la línea horizontal por Silla. Evalúa posición vertical. Norma:

100-120mm. Valores mayores indican que el hioides se encuentra más descendido. **7.H–(C3–Me)**: Distancia del hioides a la línea que une C3 y mentón. Relaciona con plano mandibular y cervical. Norma: 10-15mm. Valores menores indica que el hioides se encuentra más cerca al plano cervical-mandibular. **8.C3–Me**: Longitud entre C3 y Mentón. Referencia de base para proporciones. Norma: 100-120mm. **Parámetros Angulares: 1. HS–Ba**: Ángulo entre hioides, silla y basión. Evalúa inclinación hioides–base del cráneo. Norma: 35°- 45°. Ángulo disminuido indica que el hioides se encuentra retraído con respecto a la base craneal. **2.HNS**: Ángulo hioides–nación–silla. Esta medida relaciona hioides con posición craneal. Norma 90°-100°. Si el ángulo esta reducido nos indica que el hueso hioides se encuentra en una posición más posterior (Shokri et al., 2020, p. 106).

En relación con la posición vertical, esta se define por la ubicación del punto H con respecto al plano C3-RGn. Cuando el punto H se sitúa por debajo de dicho plano se denomina triángulo positivo, considerado una posición normal y característico de una lordosis cervical adecuada (Shokri et al., 2020, p. 109). Si el punto H se ubica por encima del plano, se establece un triángulo negativo, asociado a una curvatura cervical recta. Cuando el punto H se encuentra al mismo nivel del plano C3-RGn, se denomina triángulo nulo, lo que puede corresponder a casos de deglución atípica, mordida invertida o rectificación cervical. En el análisis descrito por Bibby y Preston, los parámetros promedios son: H-RGn con 36.8 mm, H-C3 con 31.7 mm, C3-RGn con 67.2 mm y H-H' con 4.8 mm, medidas que sirven de referencia clínica para evaluar la posición y el comportamiento funcional del hueso hioides en relación con las estructuras cráneoocervicales (Arizaga et al., 2019, p. 3); (Mortazavi et al., 2018, p. 348).

Al abordar la anatomía de la vía aérea es fundamental considerar la cavidad nasal, la cual cumple funciones de humidificación, calentamiento del aire e incremento de la resistencia en la vía respiratoria, facilitando un flujo más eficiente que la cavidad (García

Araque & Gutiérrez Vidal, 2015, p. 99). Esta cavidad, generalmente ubicada en la línea media, se conforma por la convergencia de la cavidad oral, delimitada por el paladar duro y blando, los dientes y la lengua, esta última una de las principales causas de obstrucción en la orofaringe de pacientes inconscientes, y la cavidad nasal, que se extiende desde las narinas hasta las coanas y se caracteriza por ofrecer mayor resistencia al paso del aire. Está dividida en dos compartimentos por el tabique nasal, y en sus paredes laterales se encuentran los cornetes, estructuras óseas bajo las cuales se ubican los meatos nasales. El cornete inferior tiene relevancia clínica por su relación con el paso de dispositivos destinados al manejo de la vía aérea oral (García Araque & Gutiérrez Vidal, 2015, p. 99) (Sologuren, 2009, p. 78).

La faringe es un conducto músculo-membranoso que forma parte del sistema respiratorio y digestivo, con una longitud aproximada de 12 a 15 cm. Se extiende desde la base del cráneo hasta el borde inferior de la sexta vértebra cervical (C6), donde continúa con el esófago. Se divide en tres regiones: la nasofaringe, que se comunica con las fosas nasales; la orofaringe, conectada a la cavidad oral; y la laringofaringe, relacionada con la laringe y el esófago (Cheng et al., 2020, p. 287); (García Araque & Gutiérrez Vidal., 2015, p. 99) (Sologuren., 2009, p.79).

Está conformada por tres músculos constrictores: superior, medio e inferior, cuya contracción facilita el paso del bolo alimenticio hacia el esófago. Su parte más ancha se encuentra a nivel del hueso hioides y la más estrecha en la unión esofágica, donde el músculo cricofaríngeo actúa como esfínter funcional, perdiendo tonicidad bajo anestesia y aumentando así el riesgo de aspiración (Sologuren., 2009, p.78).

La nasofaringe constituye la porción más superior, desde la base del cráneo hasta el borde del paladar blando, y se comunica con las cavidades nasales mediante las coanas, ubicándose posteriormente a nivel de la primera vértebra cervical (C1). Cumple funciones respiratorias y auditivas, ya que en su pared lateral se localiza la apertura de la trompa de

Eustaquio, que conecta con el oído medio. En su pared posterior se encuentra tejido linfoide denominado adenoides, el cual tiende a involucionar con la edad, pero su hipertrofia puede generar obstrucción parcial de la vía aérea superior (García Araque & Gutiérrez Vidal., 2015, p.99) (Sologuren., 2009, p.79).

La orofaringe o faringe inferior se extiende entre el paladar blando y el extremo superior de la epiglotis, correspondiendo posteriormente con los cuerpos vertebrales de C2 y C3. En su parte anterior se comunica con la cavidad oral y establece contacto con el tercio posterior de la lengua. Sus paredes, flexibles y susceptibles de colapso, permiten el tránsito tanto del aire como del bolo alimenticio, actuando como un cruce funcional entre el sistema digestivo y respiratorio (Cheng et al., 2020, p.287) (Sologuren., 2009, p.79).

Según (Shokri et al., 2020, p.108), la evaluación del volumen de la vía aérea incluye la medición de su longitud total, la cual se define como la distancia comprendida entre el punto posterior de la espina nasal posterior (PNS) y la base de la epiglotis. La vía aérea superior se midió desde el borde superior de la parte inferior de la faringe hasta el punto de área transversal mínima, esta está localizada en el sitio más estrecho del conducto aéreo. En cuanto el área transversal media calculo el total del volumen de la vía a área en su longitud total, sus valores normales van entre 15-30 cc.

En la evaluación de la morfología facial, los biotipos faciales representan un conjunto de características que determinan la dirección de crecimiento y el comportamiento funcional del macizo craneofacial, influenciados tanto por factores hereditarios como ambientales (Cerdeira-Peralta et al., 2019, p.8) (Schulz-Rosales et al., 2018, p. 165). Dentro de estos se describen tres patrones: el mesofacial, que presenta crecimiento normotípico y equilibrado en sentido anteroinferior; el braquifacial, caracterizado por un predominio transversal con caras anchas, musculatura desarrollada, inclinación anterosuperior del eje facial y un mentón prominente; y el dolicofacial, definido por un crecimiento vertical con ramas mandibulares

poco desarrolladas, configuración estrecha de arcadas y morfología facial alargada (Cerdeira Peralta et al., 2019, p.8).

Entre los métodos diagnósticos para determinar el biotipo, el análisis de Vert propuesto por Ricketts ha sido ampliamente utilizado, ya que cuantifica el crecimiento vertical del macizo facial a través de parámetros cefalométricos como el eje facial, la profundidad facial, el plano mandibular, la altura facial inferior y el arco mandibular (Schulz-Rosales et al., 2018). El resultado se obtiene sumando los valores de estas mediciones y dividiendo entre cinco, estableciendo así categorías: dolicofacial severo (-2), dolicofacial (-1), dolicofacial suave (-0.5), mesofacial (0), braquifacial (+0.5) y braquifacial severo (+1). Este sistema considera desviaciones positivas como braquifaciales y negativas como dolicofaciales, facilitando la identificación del patrón predominante en cada paciente (Inda et al., 2019, p.1763).

La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) ha revolucionado la práctica ortodóncica al permitir imágenes tridimensionales de gran precisión, evitando la superposición de estructuras anatómicas característica de las radiografías bidimensionales. Gracias a esta tecnología, es posible obtener mediciones reales de la anatomía craneofacial y planificar tratamientos más exactos; sin embargo, presenta la desventaja de una mayor exposición a radiación ionizante (Claver del Valle et al., 2022, p.170).

En la actualidad, el desarrollo de programas digitales ha transformado el diagnóstico ortodóncico. El software NemoCeph se ha consolidado como una de las herramientas más utilizadas, al permitir trazados cefalométricos digitales con simulación de movimientos orofaciales y detección precisa de alteraciones morfológicas. Sus ventajas incluyen rapidez, reducción de errores humanos y disponibilidad de múltiples análisis estandarizados que favorecen comparaciones diagnósticas (Zavaleta Flores et al., 2024, p.3189). NemoCeph permite además importar y almacenar registros clínicos, realizar diagnósticos con una amplia

variedad de análisis cefalométricos, planificar tratamientos mediante VTO y STO, evaluar progresos a través de superposiciones y generar informes personalizados. De esta manera, el software proporciona un análisis integral, combinando el volumen global con los puntos de mayor estrechamiento, lo que resulta de gran utilidad en ortodoncia y cirugía ortognática (NEMOTEC, 2019, p. 2)

Metodología

Esta investigación se trata de un estudio de tipo descriptivo, observacional y transversal, cuya población de análisis es intencional, no probabilística por conveniencia, conformada por un total de 195 tomografías donadas por la Universidad de los Hemisferios.

El universo de estudio estuvo conformado por Tomografías Cone Beam de cabeza completa, de pacientes que iban a comenzar su tratamiento de ortodoncia, comprendidas en el periodo 2022-2025, el tomógrafo utilizado es de marca Planmeca Promax 3D Mid de 120 kv, 6.3m, un tiempo de exposición de 18 segundos, con un FOV 20x17cm y con tamaño de Voxel de 0.400mm. La muestra obtenida fueron 195 tomografías, 65 para cada Biotipo facial basándose en los criterios de exclusión e inclusión.

Se incluyeron tomografías Cone Beam de cabeza completa, en posición natural de la cabeza, digitalizadas en el programa NemoCeph y correspondientes a pacientes que no hayan tenido un tratamiento previo de ortodoncia, y en pacientes mayores de 12 años. Se excluirán aquellas tomografías en las que no se observe el hueso hioides, las de pacientes con alteraciones cráneo-mandibulares, con tratamiento ortodóncico previo o que presenten defectos en la imagen, así mismo se descartaron imágenes que no permitan una segmentación adecuada.

Con respecto al manejo y recolección de datos, se realizó mediante 4 etapas. **Etapas 1:** Recolección de tomografías: La muestra estará constituida por tomografías de la Universidad de Los Hemisferios, que serán recolectadas de pacientes de la clínica de Posgrado de la misma universidad. Estas tomografías deberán cumplir con los criterios de inclusión y exclusión.

Se procedió a identificar cada tomografía asignando un número determinado para cada paciente del 1 al 195. Seguido se procedió a la Calibración de observadores: La colocación de los puntos y las mediciones en las tomografías se realizaron por un Radiólogo

certificado especializado, el Lic. Francisco Estrella, quien evaluó las tomografías sin conocimiento de los datos de los pacientes. Se calibró las imágenes en las vistas axial, coronal y sagital, es importante saber que las mediciones se realizarán en la vista sagital.

Se analizaron 5 tomografías máximo por día, con una pausa de 20 minutos, para disminuir de variabilidad intra observador y de esta manera se evitó errores de medición por cansancio visual y mental. La fiabilidad de las mediciones de la vía aérea y de la posición del hueso hioides fue evaluada mediante el coeficiente de correlación intraclase (CCI), siguiendo un procedimiento comparable al descrito por (Sun J et al., 2025, p. 66) quien validó la consistencia de mediciones basados en CBCT, confirmando que los valores obtenidos presentaron un alto nivel de concordancia, lo que garantiza la confiabilidad y estabilidad de los datos utilizados en los análisis.

Etapas 2: se desarrolló 3 análisis. **Análisis 1:** se realizó el primer trazado de las 195 tomografías con la aplicación software Nemoceph-Nemostudio para el Análisis de VERT de Ricketts. De esta población a conveniencia, se procedió a dividir en tres grupos iguales de 65 pacientes cada uno, mismos que serán clasificados en: **G1:** n=65 pacientes dolicofaciales, **G2:** n=65 pacientes braquifaciales y **G3:** n=65 mesofaciales.

Análisis 2: Para la evaluación del volumen de la vía aérea en NemoStudio se desarrolló en cinco fases principales: 1.- El software genera un modelo tridimensional, el prisma, entendido como el conjunto de pequeñas unidades volumétricas (voxels) que conforman el espacio aéreo, es delimitado por los planos anatómicos definidos por el operador, generalmente desde la espina nasal posterior hasta la base de la epiglotis. 2.- Se realiza la segmentación volumétrica, seleccionando un punto semilla, definido como el voxel inicial que el software utiliza para identificar y expandir automáticamente la región del espacio aéreo (densidad cercana a -1000 HU) permitiendo delimitar los contornos del volumen en el CBCT. 3.- Una vez que NemoStudio ha calculado previamente el volumen

total de la vía aérea mediante la segmentación de los voxels que conforman el espacio aéreo (mm^3), el software divide este volumen en múltiples cortes axiales transversales y calcula, en cada uno de ellos, el área transversal en mm^2 . Este procedimiento permite visualizar cómo se distribuye el espacio aéreo a lo largo de toda la vía aérea y localizar la zona de menor sección. 4.- El programa determina de forma automática el área mínima de sección transversal MCA-Mínimum Cross-sectional Area (Área de mínima sección), considerada un punto crítico en la evaluación del riesgo de obstrucción, ya que identifica la zona más estrecha de la vía aérea. 5.- Finalmente, NemoStudio calcula tanto el área transversal media (relación entre volumen total y longitud de la vía aérea) como las secciones axiales en niveles específicos.

Análisis 3: En cuanto al análisis de la posición del hueso hioides, según el protocolo de (Shokri et al., 2020, p.109), se localizaron los puntos anatómicos de referencia en las imágenes de las Tomografías de haz cónico. **Parámetros lineales:** 1.- **H-C3:** se midió desde el hioides hasta el borde anteroinferior de la tercera vértebra cervical. 2.- **H-EB:** se trazó la distancia entre el hioides y la base de la epiglotis. 3.- **H-PNS:** se midió desde el hioides hasta la espina nasal posterior. 4.- **H-Me:** se registró la distancia del hioides al mentón. 5.- **HX:** se midió la distancia perpendicular desde el hioides hasta la línea vertical que pasa por Silla. 6.- **HY:** se calculó la distancia perpendicular desde el hioides hasta la línea horizontal que pasa por Silla. 7.- **H-(C3-Me):** se midió la distancia del hioides hasta la línea que une C3 con el mentón. 8.- **C3-Me:** se midió la longitud entre C3 y el mentón. Finalmente, se registraron los **Parámetros angulares.** 1.- **HS-Ba:** se midió el ángulo formado entre el hioides, la silla y el basión. 2.- **HNS:** se calculó el ángulo entre el hioides, el nasión y la silla.

Una vez realizados todos los análisis de biotipo facial, posición del hueso hioides y volumen de las vías aéreas, se trazó el 25% de la muestra, es decir 48 tomografías escogidas

al azar, en el que se compararan resultados de los primero y segundos análisis y se determinara si existe diferencias significanticas.

Para concluir esta investigación, los datos se analizaron utilizando Datalore con el lenguaje Python y las librerías pandas, scipy, statsmodels y seaborn. Se realizó análisis descriptivo por biotipo facial, seguido de análisis de varianza (ANOVA) para comparar los parámetros entre biotipos. Cuando el ANOVA muestre diferencias significativas ($p < 0.05$). Las correlaciones entre parámetros hioideos y de vía, volumen y diagonal aérea se evaluaron mediante el coeficiente de correlación de Pearson para cada biotipo facial por separado.

Resultados

En este estudio se incluyeron 195 imágenes CBCT, distribuidas equitativamente entre los biotipos braquifacial, dólico y mesofacial (65 pacientes por grupo).

Tabla 1.

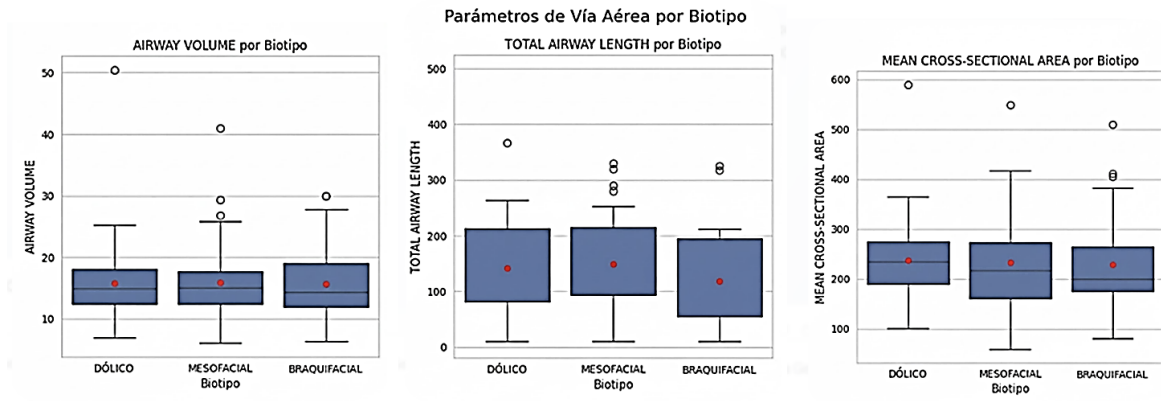
Comparación de los parámetros de las vías respiratorias en diferentes biotipos faciales

Parámetro de la vía aérea	Biotipo facial	n	Media ± DE	Rango	F	Valor p
Longitud total de la vía aérea	Dólico	65	109.71 ± 72.03	5.9-499.2	0.36	0.6965
	Mesofacial	65	119.86 ± 77.58	10.6- 349.6		
	Braquifacial	65	117.31 ± 61.44	26.7- 291.5		
Volumen de la vía aérea	Dólico	65	15.86 ± 5.86	6.9-50.5	0.04	0.9578
	Mesofacial	65	15.96 ± 5.86	6.1-41.0		
	Braquifacial	65	15.67 ± 5.21	6.3-30.0		
Área transversal media	Dólico	65	237.56 ± 73.97	101.2- 589.9	0.21	0.8139
	Mesofacial	65	232.00 ± 90.81	58.1- 549.5		
	Braquifacial	65	228.38 ± 80.62	81.1- 510.4		

Fuente: Elaboración propia

Figura 1.

Parámetros de las vías respiratorias en diferentes biotipos faciales



Fuente: Elaboración propia

Descripción: La comparación de los parámetros de la vía aérea entre los diferentes biotipos faciales (Tabla 1) mostró que el volumen medio de la vía aérea, la longitud total de la vía aérea y el área transversal media no presentaron diferencias significativas entre los biotipos ($p > 0.05$).

Tabla 2.

Comparación de los parámetros de la posición del hueso hioides en diferentes biotipos faciales.

Análisis	Biotipo	N	Media	Desviación	Rango	ANOVA_F	ANOVA_p
ANÁLISIS DE C3-ME	Dólico	65	69.29	6.07	54.2- 84.0	11.75	0.0000
	Mesofacial	65	73.03	7.49	57.1- 92.5		
	Braquifacial	65	74.99	6.78	59.6- 89.2		
ANÁLISIS DE H-C3	Dólico	65	34.17	3.40	27.4- 43.2	2.90	0.0572
	Mesofacial	65	35.07	4.91	25.3- 49.8		

	Braquifacial	65	35.96	4.26	27.5- 45.1		
	Dólico	65	13.98	3.39	8.0- 24.7		
ANÁLISIS DE H-EB	Mesofacial	65	14.77	4.41	8.6- 30.9	0.71	0.4926
	Braquifacial	65	14.66	4.37	7.0- 29.3		
	Dólico	65	65.47	7.19	50.5- 80.3		
ANÁLISIS DE H-PNS	Mesofacial	65	66.99	7.87	53.6- 84.9	2.32	0.1015
	Braquifacial	65	64.28	6.45	53.1- 79.3		

	Dólico	65	36.64	4.71	26.7-		
					48.3		
ANÁLISIS DE H-ME	Mesofacial	65	39.49	6.56	13.5-	9.17	0.0002
					52.0		
	Braquifacial	65	40.68	5.15	29.5-		
					53.5		
	Dólico	65	18.66	6.08	2.0-		
					31.9		
ANÁLISIS DE H-X	Mesofacial	65	18.03	6.43	0.5-	0.15	0.8579
					36.2		
	Braquifacial	65	18.47	7.44	4.4-		
					32.1		
ANÁLISIS DE H-Y	Dólico	65	104.61	9.16	84.2-	0.23	0.7948
					120.5		

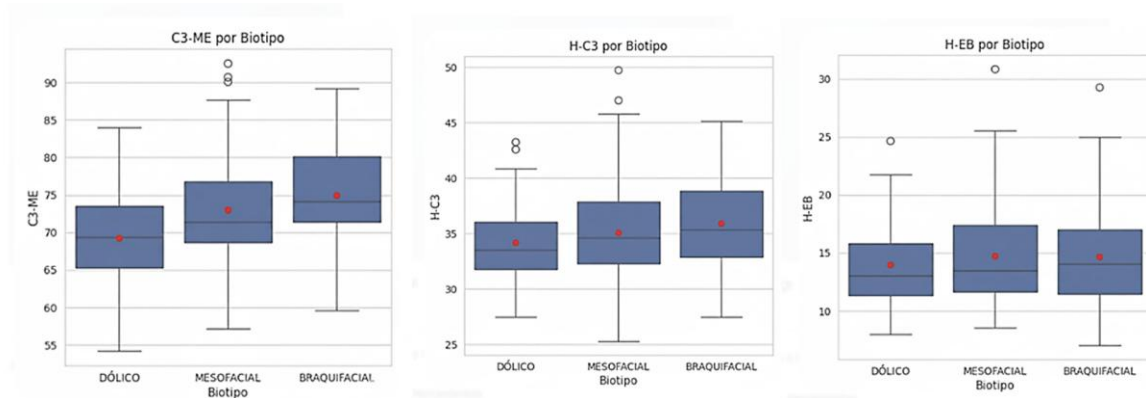
	Mesofacial	65	105.52	10.18	87.8- 128.5		
	Braquifacial	65	104.53	8.30	90.1- 120.0		
	Dólico	65	5.05	4.52	0.0- 21.0		
ANÁLISIS							
DE H-(C3- ME)	Mesofacial	65	6.09	4.63	0.0- 18.9	0.88	0.4167
	Braquifacial	65	5.55	4.25	0.0- 15.6		
	Dólico	65	26.49	5.02	16.5- 40.0		
ANÁLISIS							
DE H-S-BA	Mesofacial	65	27.57	4.45	14.8- 37.5	10.71	0.0000

	Braquifacial	65	30.46	5.62	17.7- 44.7		
	Dólico	65	56.63	4.54	48.9- 67.0		
ANÁLISIS DE H-N-S	Mesofacial	65	56.63	4.52	46.5- 68.3	5.52	0.0047
	Braquifacial	65	59.40	7.06	21.4- 73.4		

Fuente: Elaboración propia

Figura 2.

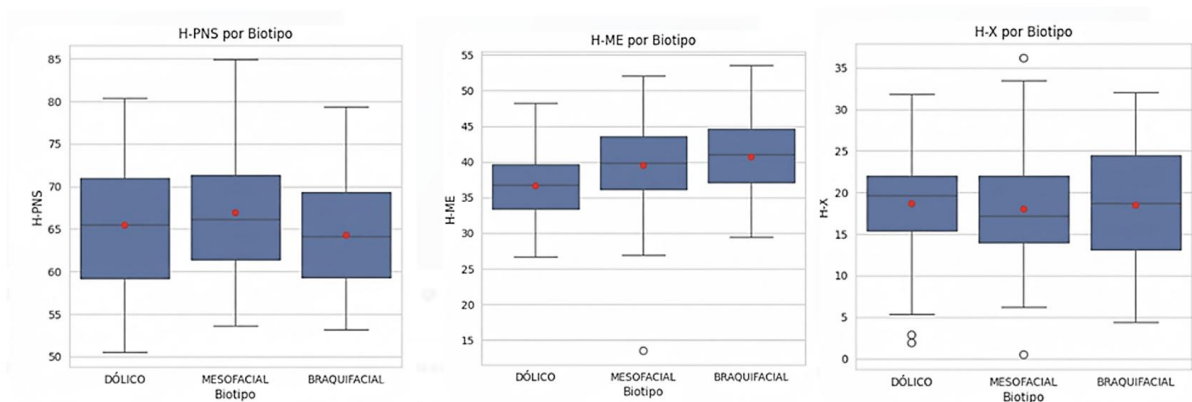
Parámetros de relación C3-ME/H-C3/H-EB por biotipos



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.

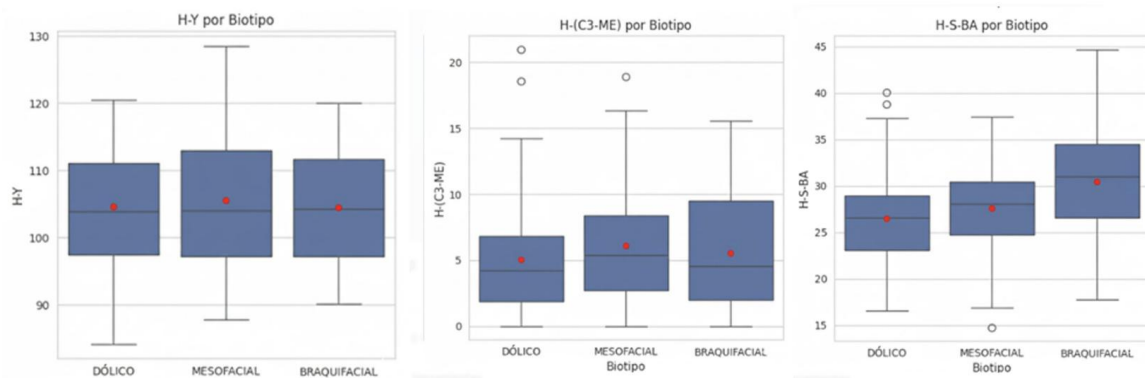
Parámetros de relación H-PNS/H-ME/H-X por biotipos



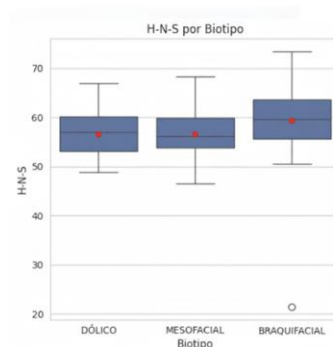
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.

Parámetros de relación H-Y/H(C3-ME)/H-S-BA por biotipos



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. *Parámetros de relación de H-N-S por biotipos*

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el parámetro C3-Me entre los biotipos faciales ($F=11.75$, $p<0.001$). La prueba de Tukey reveló que los valores de C3-Me fueron significativamente menores en pacientes con biotipo dolicofacial (69.29 ± 6.07) en comparación con mesofacial (73.03 ± 7.49) y braquifacial (74.99 ± 6.78).

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el parámetro H-ME entre los biotipos faciales ($F=9.17$, $p<0.001$). La prueba de Tukey reveló que los valores de H-ME

fueron significativamente menores en pacientes con biotipo dolicofacial (36.64 ± 4.71) en comparación con mesofacial (39.49 ± 6.56) y braquifacial (40.68 ± 5.15).

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el parámetro H-S-BA entre los biotipos faciales ($F=10.71$, $p<0.001$). La prueba de Tukey reveló que los valores de H-S-BA fueron significativamente mayores en pacientes con biotipo braquifacial (30.46 ± 5.62) en comparación con mesofacial (27.57 ± 4.45) y dolicofacial (26.49 ± 5.02).

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el parámetro H-N-S entre los biotipos faciales ($F=5.52$, $p<0.01$). La prueba de Tukey reveló que los valores de H-N-S fueron significativamente mayores en pacientes con biotipo braquifacial (59.40 ± 7.06) en comparación con mesofacial (56.63 ± 4.54) y dolicofacial (56.63 ± 4.54).

Tabla 3.

Comparación de los parámetros en relación de Biotipo facial, volumen de vía aérea y posición del hueso hioides.

Biotipo	Variable_Airway	Variable_Hioidea	Correlacion	p_value	n	Significativo
Dólico	Airway volumen	C3-ME	0,508251933	1,54462E-05	65	Verdadero
Dólico	Airway volumen	H-C3	0,263641385	0,033837603	65	Verdadero
Dólico	Airway volumen	H-EB	- 0,224775643	0,071837148	65	Falso
Dólico	Airway volumen	H-PNS	0,260499772	0,03610007	65	Verdadero
Dólico	Airway volumen	H-ME	0,378961582	0,001851943	65	Verdadero
Dólico	Airway volumen	H-X	- 0,092807314	0,462152289	65	Falso
Dólico	Airway volumen	H-Y	0,301189641	0,014766424	65	Verdadero
Dólico	Airway volumen	H-(C3-ME)	- 0,070830198	0,575018412	65	Falso
Dólico	Airway volumen	H-S-BA	0,016328394	0,897280125	65	Falso
Dólico	Airway volumen	H-N-S	0,165548209	0,187533928	65	Falso
Dólico	Total airway length	C3-ME	0,447184601	0,000188041	65	Verdadero

Dólico	Total airway length	H-C3	0,295090537	0,017017102	65	Verdadero
Dólico	Total airway length	H-EB	- 0,238201111	0,056032998	65	Falso
Dólico	Total airway length	H-PNS	0,144927343	0,249377137	65	Falso
Dólico	Total airway length	H-ME	0,294061892	0,017424274	65	Verdadero
Dólico	Total airway length	H-X	- 0,094772542	0,452684174	65	Falso
Dólico	Total airway length	H-Y	0,152436223	0,225423081	65	Falso
Dólico	Total airway length	H-(C3-ME)	- 0,080749462	0,522539008	65	Falso
Dólico	Total airway length	H-S-BA	0,032074243	0,799774811	65	Falso
Dólico	Total airway length	H-N-S	0,070637542	0,576061284	65	Falso
Dólico	Mean cross-sectional área	C3-ME	0,253797043	0,041349473	65	Verdadero
Dólico	Mean cross-sectional área	H-C3	0,255232631	0,040175046	65	Verdadero
Dólico	Mean cross-sectional área	H-EB	- 0,187103856	0,135587853	65	Falso
Dólico	Mean cross-sectional área	H-PNS	0,278557359	0,024646416	65	Verdadero

Dólico	Mean cross-sectional área	H-ME	0,205502331	0,100539248	65	Falso
Dólico	Mean cross-sectional área	H-X	- 0,017779914	0,88820496	65	Falso
Dólico	Mean cross-sectional área	H-Y	0,291386269	0,018522622	65	Verdadero
Dólico	Mean cross-sectional área	H-(C3-ME)	0,231277073	0,063788631	65	Falso
Dólico	Mean cross-sectional área	H-S-BA	0,023980906	0,849610018	65	Falso
Dólico	Mean cross-sectional área	H-N-S	0,194351082	0,120820543	65	Falso
Mesofacial	Airway volumen	C3-ME	0,364410753	0,002842138	65	Verdadero
Mesofacial	Airway volumen	H-C3	0,391492336	0,001260463	65	Verdadero
Mesofacial	Airway volumen	H-EB	- 0,091140886	0,470264599	65	Falso
Mesofacial	Airway volumen	H-PNS	0,113600325	0,367574686	65	Falso
Mesofacial	Airway volumen	H-ME	0,225419229	0,071005891	65	Falso
Mesofacial	Airway volumen	H-X	- 0,095670955	0,448391668	65	Falso
Mesofacial	Airway volumen	H-Y	0,111085026	0,378345168	65	Falso
Mesofacial	Airway volumen	H-(C3-ME)	0,105704125	0,402014103	65	Falso

Mesofacial	Airway volumen	H-S-BA	0,171903241	0,170919897	65	Falso
Mesofacial	Airway volumen	H-N-S	- 0,075706987	0,548914641	65	Falso
Mesofacial	Total airway length	C3-ME	0,357086738	0,003500371	65	Verdadero
Mesofacial	Total airway length	H-C3	0,351454827	0,004095208	65	Verdadero
Mesofacial	Total airway length	H-EB	- 0,157332678	0,210694968	65	Falso
Mesofacial	Total airway length	H-PNS	- 0,128639666	0,307134434	65	Falso
Mesofacial	Total airway length	H-ME	0,185261752	0,139549716	65	Falso
Mesofacial	Total airway length	H-X	- 0,145940442	0,246047722	65	Falso
Mesofacial	Total airway length	H-Y	- 0,146618163	0,243837535	65	Falso
Mesofacial	Total airway length	H-(C3-ME)	- 0,058379915	0,644127472	65	Falso
Mesofacial	Total airway length	H-S-BA	0,205871165	0,099916776	65	Falso

Mesofacial	Total airway length	H-N-S	- 0,220105873	0,078104079	65	Falso
Mesofacial	Mean cross-sectional área	C3-ME	0,182571463	0,145491162	65	Falso
Mesofacial	Mean cross-sectional área	H-C3	0,171158778	0,172808529	65	Falso
Mesofacial	Mean cross-sectional área	H-EB	- 0,096083696	0,446427226	65	Falso
Mesofacial	Mean cross-sectional área	H-PNS	- 0,084167823	0,505027464	65	Falso
Mesofacial	Mean cross-sectional área	H-ME	0,108186081	0,390990888	65	Falso
Mesofacial	Mean cross-sectional área	H-X	- 0,112323669	0,373017818	65	Falso
Mesofacial	Mean cross-sectional área	H-Y	- 0,040514835	0,748638783	65	Falso
Mesofacial	Mean cross-sectional área	H-(C3-ME)	- 0,031016809	0,806245512	65	Falso
Mesofacial	Mean cross-sectional área	H-S-BA	0,157983264	0,208790436	65	Falso

Mesofacial	Mean cross-sectional área	H-N-S	- 0,030209119	0,811196721	65	Falso
Braquifacial	Airway volumen	C3-ME	0,377323259	0,001945346	65	Verdadero
Braquifacial	Airway volumen	H-C3	0,329065514	0,007439118	65	Verdadero
Braquifacial	Airway volumen	H-EB	- 0,113528062	0,367881489	65	Falso
Braquifacial	Airway volumen	H-PNS	0,191771731	0,12592862	65	Falso
Braquifacial	Airway volumen	H-ME	0,180282956	0,150692387	65	Falso
Braquifacial	Airway volumen	H-X	0,146534368	0,244110069	65	Falso
Braquifacial	Airway volumen	H-Y	0,264683358	0,033113857	65	Verdadero
Braquifacial	Airway volumen	H-(C3-ME)	- 0,063611496	0,614674911	65	Falso
Braquifacial	Airway volumen	H-S-BA	0,149384576	0,234957055	65	Falso
Braquifacial	Airway volumen	H-N-S	0,143018979	0,255731872	65	Falso
Braquifacial	Total airway length	C3-ME	0,403585277	0,000857019	65	Verdadero
Braquifacial	Total airway length	H-C3	0,299723232	0,015282754	65	Verdadero

Braquifacial	Total airway length	H-EB	- 0,088117174	0,485178201	65	Falso
Braquifacial	Total airway length	H-PNS	- 0,012671187	0,920201297	65	Falso
Braquifacial	Total airway length	H-ME	0,244417552	0,049739907	65	Verdadero
Braquifacial	Total airway length	H-X	0,171217817	0,172658198	65	Falso
Braquifacial	Total airway length	H-Y	0,099897506	0,428503244	65	Falso
Braquifacial	Total airway length	H-(C3-ME)	- 0,092855119	0,461920698	65	Falso
Braquifacial	Total airway length	H-S-BA	0,188443696	0,132759914	65	Falso
Braquifacial	Total airway length	H-N-S	0,036838553	0,770792821	65	Falso
Braquifacial	Mean cross-sectional área	C3-ME	0,191236996	0,127007845	65	Falso
Braquifacial	Mean cross-sectional área	H-C3	0,136821445	0,277122133	65	Falso
Braquifacial	Mean cross-sectional área	H-EB	- 0,057002385	0,651976694	65	Falso
Braquifacial	Mean cross-sectional área	H-PNS	0,095085366	0,451186972	65	Falso
Braquifacial	Mean cross-sectional área	H-ME	0,095552283	0,448957371	65	Falso

Braquifacial	Mean cross-sectional área	H-X	0,036671958	0,771801244	65	Falso
Braquifacial	Mean cross-sectional área	H-Y	0,10153665	0,420927061	65	Falso
Braquifacial	Mean cross-sectional área	H-(C3-ME)	-0,14276314	0,256592074	65	Falso
Braquifacial	Mean cross-sectional área	H-S-BA	0,228596901	0,067013761	65	Falso
Braquifacial	Mean cross-sectional área	H-N-S	- 0,061060312	0,628965567	65	Falso

Elaboración: Fuente propia.

Descripción: El análisis de correlaciones reveló patrones distintivos en las asociaciones entre los parámetros hioideos y las dimensiones de la vía aérea para cada biotipo facial.

El biotipo dólcofacial presentó el mayor número de correlaciones significativas (12 en total), demostrando la interconexión más compleja. En cuanto al volumen de la vía aérea, se observaron correlaciones positivas fuertes y moderadas con C3-Me ($r=0.508$, $p<0.001$), H-Me ($r=0.379$, $p=0.002$), H-Y ($r=0.301$, $p=0.015$), H-C3 ($r=0.264$, $p=0.034$) y H-PNS ($r=0.261$, $p=0.036$). Respecto a la longitud total de la vía aérea, las correlaciones fueron positivas moderadas y bajas con C3-Me ($r=0.447$, $p<0.001$), H-C3 ($r=0.295$, $p=0.017$) y H-Me ($r=0.294$, $p=0.017$). En el área transversal media se identificaron correlaciones positivas bajas con H-Y ($r=0.291$, $p=0.019$), H-PNS ($r=0.279$, $p=0.025$), H-C3 ($r=0.255$, $p=0.040$) y C3-Me ($r=0.254$, $p=0.041$).

En el biotipo mesofacial se observaron cuatro correlaciones significativas, mostrando un patrón más específico. Con el volumen de la vía aérea se encontraron correlaciones positivas moderadas con H-C3 ($r=0.391$, $p=0.001$) y C3-Me ($r=0.364$, $p=0.003$), mientras que con la longitud total de la vía aérea se presentaron correlaciones moderadas con C3-Me ($r=0.357$, $p=0.004$) y H-C3 ($r=0.351$, $p=0.004$).

En el biotipo braquifacial se identificaron seis correlaciones significativas con patrones distintivos. En relación con el volumen de la vía aérea se hallaron correlaciones positivas moderadas y bajas con C3-Me ($r=0.377$, $p=0.002$), H-C3 ($r=0.329$, $p=0.007$) y H-Y ($r=0.265$, $p=0.033$); mientras que con la longitud total de la vía aérea se registraron correlaciones positivas moderadas y bajas con C3-Me ($r=0.404$, $p<0.001$), H-C3 ($r=0.300$, $p=0.015$) y H-Me ($r=0.244$, $p=0.050$).

C3-Me emergió como el parámetro más consistentemente correlacionado, mostrando asociaciones significativas en los tres biotipos y con múltiples parámetros de la vía aérea. H-C3 demostró importancia transversal, manteniendo correlaciones significativas en los tres biotipos faciales. El biotipo dólcofacial mostró la red de correlaciones más extensa, con asociaciones en los tres parámetros de la vía aérea y múltiples parámetros hioideos, mientras

que los biotipos mesofacial y braquifacial presentaron patrones más selectivos, principalmente con el volumen y la longitud total de la vía aérea. En general, la fuerza de las correlaciones varió de baja a moderada (rango: 0.244-0.508), indicando relaciones sustanciales, pero no deterministas entre estas estructuras anatómicas.

Discusión

La comparación entre los hallazgos de (Diwakar et al., 2015, p, 86) y los resultados obtenidos en la población ecuatoriana muestra diferencias cuantitativas, (Diwakar et al., 2015, p.86) reportó volúmenes ligeramente superiores, con valores de 17,84 cm³ en pacientes con crecimiento normales, 17,35 cm³ en pacientes con crecimiento horizontales y 17,43 cm³ en paciente con crecimiento vertical, evidenciando una distribución relativamente homogénea entre los tres patrones craneofaciales. En cambio, al comparar con esta investigación se observaron volúmenes menores en todos los biotipos, mismos que se mantienen dentro del rango normativo de 15–30 cm³. Cuyos promedios en la población ecuatoriana son ligeramente menores con 15.851 cm³ en pacientes braquifaciales, 15.9613 cm³ en mesofaciales y 16.6178 cm³ en dolicofaciales. Aun cuando ambos estudios muestran que el biotipo dolicofacial tiende a presentar un volumen ligeramente mayor, esta investigación evidenció una diferencia más marcada entre biotipos. Esta diferencia puede atribuirse a factores poblacionales, variaciones en la morfología craneofacial entre grupos, diferencias metodológicas en la segmentación de la vía aérea. Esto resalta la importancia de contar con parámetros poblacionales propios, especialmente en estudios que dependen de características anatómicas y craneofaciales que pueden variar de forma significativa entre regiones y grupos étnicos.

Los resultados obtenidos en este estudio evidenciaron que la influencia del biotipo facial sobre las dimensiones de la vía aérea no es uniforme, sino que muestra patrones característicos en cada grupo. El biotipo dólicofacial fue el que presentó la mayor cantidad de correlaciones significativas, lo que demuestra que en individuos con predominio vertical la vía aérea exhibe una mayor sensibilidad estructural (hasta $r = 0.508$, $p < 0.001$), así como correlaciones moderadas con la longitud total. Por otro lado, el biotipo mesofacial mostró un comportamiento más equilibrado y estable ($r \approx 0.35-0.39$), lo que sugiere que la vía aérea

presenta una estructura más constante. En el caso del biotipo braquifacial se ubica en una posición intermedia entre dólcofaciales y mesofaciales. Este hallazgo sugiere que, aunque el patrón braquifacial presenta mayor estabilidad estructural que el dólcofacial. Estos resultados son comparables con los hallazgos de (Carvalho et al., 2024, p. 185), quienes señalaron que los pacientes dólcofaciales presentaron los valores medios más bajos en estas dimensiones. Así como en los pacientes mesofaciales mostraron valores intermedios, sin diferencias estadísticamente significativas al compararse tanto con los braquifaciales con los dólcofaciales ($p > 0,05$). Finalmente, los pacientes braquifaciales fueron quienes registraron los valores medios más altos, con diferencias significativas en comparación con los dólcofaciales ($p < 0,05$). Ambos estudios evidencian que los biotipos mesofaciales y braquifaciales presentan los mayores volúmenes de vía aérea, mientras que los dólcofaciales muestran los menores valores, sugiriendo que las características verticales del rostro influyen directamente sobre el espacio faríngeo.

Los resultados del presente estudio confirman que la relación de la posición del hueso hioides si varía según los biotipos faciales, con respecto a el parámetro de C3-Me, en el biotipo Dólco facial los valores fueron significativamente menores, mismo que indica que el hueso hioides tiende a ubicarse en una posición más posterior y bajo, en comparación con el biotipo mesofacial y braquifacial. Este hallazgo coincide por lo informado (Zhañay Soliz & Quiroz Cumache, 2022, p. 168-169) quienes en sus resultados obtenidos muestran que el biotipo dólcofacial mostró una correlación positiva muy baja, indicando una leve tendencia del hioides a ubicarse en una posición algo más inferior o adelantada en rostros con predominio vertical, al contrario que el biotipo mesofacial y braquifacial.

Al comparar los resultados de este estudio con los hallazgos de (Shokri et al., 2020, p. 109), se observa una coincidencia clara en que la posición del hueso hioides influye significativamente en las dimensiones de la vía aérea, aunque con variaciones según el

biotipo facial. En el presente estudio, el biotipo dólicofacial mostró la mayor cantidad de correlaciones significativas, destacándose asociaciones entre el volumen faríngeo y parámetros como C3–Me ($r = 0.508$), H–Me ($r = 0.379$) y H–Y ($r = 0.301$), lo cual es adecuado con lo reportado por Shokri, quien identificó que H–(C3–Me) presentaba una de las correlaciones más altas con el volumen aéreo ($r = 0.51$). Así mismo, correlaciones observadas con H–C3 ($r = 0.264$) y H–PNS ($r = 0.261$) reflejan un patrón similar al descrito por dicho autor, que documentó valores entre $r = -0.39$ y $r = 0.38$, reforzando la influencia de la posición anteroposterior del hioides en el volumen y la longitud del tracto faríngeo. La relación del hioides con la longitud total de la vía aérea también mostró paralelismos, con correlaciones moderadas tanto en este estudio (hasta $r = 0.447$) como en el estudio (Shokri et al., 2020, p. 109), (hasta $r = 0.46$ para HY), sugiriendo que el desplazamiento vertical del hioides es un factor determinante en la configuración de la vía aérea. Las dos investigaciones coinciden en que el hioides actúa como un modulador funcional del espacio faríngeo, siendo el parámetro C3–Me el más consistentemente asociado con las dimensiones aéreas, aunque la magnitud de estas asociaciones es mayor en individuos dólicofaciales, reafirmando la variabilidad morfofuncional entre biotipos.

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que el volumen total de la vía aérea y el área mínima de sección presentan variaciones relacionadas con el biotipo facial, siendo el biotipo dólicofacial el que evidencia los valores más reducidos. Esos hallazgos coinciden parcialmente con lo reportado (Shokri et al., 2020, p. 109), quienes encontraron que el volumen faríngeo se relaciona significativamente con varios parámetros hioideos, destacando que posiciones más descendidas o posteriores del hioides tendían a asociarse con volúmenes menores y con una reducción en el área mínima de sección, lo que sugiere un patrón de vía aérea más estrecha y susceptible al colapso. En cuanto al área mínima de sección, (Shokri et al., 2020, p. 109), reportaron correlaciones positivas entre parámetros

como H-EB y H-PNS con la morfología y el estrechamiento faríngeo, indicando que desplazamientos en la posición hioidea pueden modificar directamente el punto de mayor constricción. De forma concordante, en esta investigación se observó que los biotipos con patrones faciales más verticales presentaron áreas mínimas más pequeñas, confirmando que tanto la posición hioidea como el biotipo facial contribuyen en conjunto a la generación del punto crítico de estrechamiento.

Conclusiones

Si existe una relación entre la posición del hueso hioides y las dimensiones de la vía aérea, pero su magnitud varía según el biotipo facial. El biotipo dólicofacial presentó el mayor número de correlaciones significativas, mostrando una interacción más fuerte y sensible entre los parámetros hioideos y las medidas de la vía aérea. En cambio, los biotipos mesofacial y braquifacial mostraron patrones más estables, con menos correlaciones, lo que indica una menor dependencia funcional.

No se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre el volumen de la vía aérea y los biotipos dólico, meso y braquifacial, lo que indica que el biotipo facial no actúa como un determinante directo de la morfología faríngea en este estudio. La similitud volumétrica observada sugiere una organización anatómica relativamente conservada de la vía aérea, independiente del patrón de crecimiento facial. Se recomienda ampliar el número de tomografías en futuros estudios para incrementar la potencia estadística y obtener evidencia más sólida respecto a las variaciones anatómicas de la vía aérea entre biotipos.

La posición del hueso hioides mostró variaciones significativas con respecto al biotipo facial, lo que confirma su papel como indicador morfológico asociado al patrón de crecimiento. Los individuos dólicofaciales presentaron un hioides más descendido y posterior, lo que concuerda con las características verticales aumentadas. Por el contrario, en los braquifaciales se observó una posición más elevada y cercana a la base craneal, compatible con una arquitectura esquelética más compacta y eficiente desde el punto de vista funcional. El biotipo mesofacial mantuvo una disposición intermedia, reafirmando su equilibrio anatómico. En resumen, la ubicación del hioides se comporta como un marcador estructural que refleja el patrón facial predominante.

La vía aérea y la posición del hioides mostraron una relación funcional estrecha, particularmente en el biotipo dólicofacial, donde las correlaciones fueron mayores. Este patrón evidencia que las variaciones en la ubicación anteroposterior y vertical del hioides influyen de manera directa en el volumen faríngeo y en su área de sección transversal, actúa como un elemento biomecánico que participa en la modulación de la permeabilidad aérea. En los biotipos mesofacial y braquifacial también se identificaron asociaciones significativas con valores menores, lo que sugiere que estas morfologías presentan una vía aérea más estable y menos dependiente del posicionamiento hioideo. En conjunto, los resultados confirman que el hioides ejerce un rol funcional relevante en la configuración faríngea y está modulada por el biotipo facial, siendo más marcada en individuos con patrones dólicofaciales.

Referencias

- Altheer, C., Papageorgiou, S. N., Antonarakis, G. S., & Papadopoulou, A. K. (2024). Do patients with different craniofacial patterns have differences in upper airway volume? A systematic review with network meta-analysis. *European Journal of Orthodontics*, 46(2), 2–12. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/ejo/cjae010>.
- Arizaga, A., Romero, D., Vidal, T., Barzallo, V., & Villavicencio, E. (2019). Posición del hueso hioides en pacientes con mordida abierta. *Revista Facultad de Odontología UBA*, 34. Recuperado de https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/08/1116626/art4vol34_num78_modif.pdf
- Carvalho, A. R., Figueiredo Pollmann, M. C., & Pereira Martins, E. J. (2024). Correlation between the upper airway volume and Ricketts' facial biotypes: a cone-beam computed tomography study. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentaria e Cirurgia Maxilofacial*, 65(4), 181–187. Recuperado de <http://doi.org/10.24873/j.rpemd.2024.12.1411>.
- Cerda-Peralta, B., Schulz-Rosales, R., López-Garrido, J., & Romo-Ormazábal, F. (2019). Parámetros cefalométricos para determinar biotipo facial en adultos chilenos. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*, 12(1), 8–11. Recuperado de <https://doi.org/10.4067/s0719-01072019000100008>.
- Cheng, J. H., Hsiao, S., Chen, C. M., & Hsu, K. J. (2020). Relationship between hyoid bone and pharyngeal airway in different skeletal patterns. *Journal of Dental Sciences*, 15(3), 286–293. Recuperado de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7486506/>.
- Cho, Y., Joon Han, J., Hwan Jo, J., & Park, Y.-S. (2024). The Thyrohyoid Muscle: A Crucial Player in Deglutition and Vocalization. *International Journal of*

- Morphology*, 42(2), 280–288. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/gerona/gls225>.
- Claver del Valle, F., Palma Díaz, E., & Hidalgo Rivas, A. (2022). Guías de uso de tomografía computarizada de haz cónico en ortodoncia: revisión narrativa. *Avances en Odontoestomatología*, 38(4), 169–177. Recuperado de <https://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v38n4/0213-1285-odonto-38-4-169.pdf>.
- Diwakar, R., Sidhu, M. S., Prabhakar, M., Grover, S., & Phogat, R. (2015). Three-dimensional evaluation of pharyngeal airway in individuals with varying growth patterns using cone beam computed tomography. *Journal of Indian Orthodontic Society*, 49(2), 85–88. Recuperado de <https://doi.org/10.4103/0301-5742.162244>.
- Feng, X., Todd, T., Lintzenich, C. R., Ding, J., Carr, J. J., Ge, Y., Browne, J. D., Kritchevsky, S. B., & Butler, S. G. (2013). Aging-related geniohyoid muscle atrophy is related to aspiration status in healthy older adults. *The Journals of Gerontology: Series A*, 68(7), 853–860. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/gerona/gls225>.
- Fernández Pinheiro Júnior, P., Andrade da Cunha, D., Carvalho Aragão Albuquerque, L., da Silva, C. L., Freire da Silva, N., & da Silva, H. J. (2014). Importancia de la musculatura supra e infraioidea en la biomecánica mandibular. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 34(4), 180–184. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.rlfa.2014.05.003>
- García-Araque, H. F., & Gutiérrez-Vidal, S. E. (2015). Aspectos básicos del manejo de la vía aérea: anatomía y fisiología. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 38(2), 98–107. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2015/cma152e.pdf>.

- Garg, R., Fakoya, A. O., & Menezes, G. (2025). Anatomy, Head and Neck: Hyoid Bone. *National Library of Medicine*. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539726/>.
- Khan, Y. S., Fakoya, A. O., & Bordoni, B. (2025). Anatomy, Head and Neck: Suprahyoid Muscle. *National Library of Medicine*. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK546710/>.
- Lee, J. W., Kim, S., Sri, L., Dharma, M. A. T., & Park, Y.-S. (2023). The stylohyoid muscle revisited: Anatomy and clinical implications. *Journal of the Anatomical Society of India*, 72(2), 133–140. Recuperado de https://doi.org/10.4103/jasi.jasi_124_22
- Maślanka, K., Zielinska, N., Tubbs, R. S., Gonera, B., Ruzik, K., & Olewnik, Ł. (2023). Five-headed superior omohyoid. *Folia Morphologica*, 82(4), 975–979. Recuperado de <https://doi.org/10.5603/FM.a2022.0091>
- Mani, P., Muthukumar, K., Krishnan, P., & Senthil Kumar, K. P. (2015). Upper and lower pharyngeal airway space in West-Tamil Nadu population. *Dental Science*, 8(2), 539–542. Recuperado de https://journals.lww.com/jpbs/fulltext/2015/07002/upper_and_lower_pharyngeal_airway_space_in.45.aspx
- Mortazavi, S., Asghari-Moghaddam, H., Dehghani, M., Aboutorabzadeh, M., Yaloodbardan, B., Tohidi, E., & Hoseini-Zarch, S. H. (2018). Hyoid bone position in different facial skeletal patterns. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 10(4), e346–e351. Recuperado de <https://doi.org/10.4317/jced.54657>
- NemoTec. (2019). NemoCeph—Software líder de análisis cefalométrico. Website: <https://nemotec.com/nemostudio/en/products/nemoceph/>

- Schulz-Rosales, R., Núñez-Guerrero, M., Cerda-Peralta, B., Rivera-Rothgaenger, M., López-Garrido, J., Danilla-Enei, S., & Romo-Ormazábal, F. (2018). Características esqueléticas para la determinación cualitativa del biotipo facial. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*, 11(3), 164–166. Recuperado de <https://doi.org/10.4067/s0719-01072018000300164>
- Singh, P., Nambiar, S., Desai, A., Philip, N., & Ongole, R. (2025). Assessment of hyoid bone position and its correlation with airway dimensions in different sagittal malocclusions. *International Journal of Dentistry*. Recuperado de <https://doi.org/10.1155/ijod/6702204>
- Sologuren, N. (2009). Anatomía de la vía aérea. *Revista Chilena de Anestesiología*, 38, 78–83. Recuperado de <https://www.revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv38n02.05.pdf>
- Stundl, J., Pospisilova, A., Jandzik, D., Fabian, P., Dobiasova, B., Minarik, M., Metscher, B., Soukup, V., & Cerny, R. (2019). Bichir external gills arise via heterochronic shift that accelerates hyoid arch development. *eLIFE Sciences Research article*, 8, 1–13. Recuperado de <https://doi.org/10.7554/eLife.43531>
- Sun, J. S., Hung, M. C., Hsieh, C. Y., Lin, S. Y., Tai, H. C., & Chang, J. Z. C. (2025). Reliability assessment of craniofacial and airway measurements: CT vs CBCT. *The Angle Orthodontist*, 95(1), 57–77. <https://doi.org/10.2319/022124-131.1>
- Sun, Y., Jia, Y., Wang, S., Xu, C., Qu, Y., Hu, M., & Jiang, H. (2024). Effectiveness of mandibular advancement orthodontic appliances. *BMC Oral Health*, 24(1303). Recuperado de <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04931-1>
- Tarifi, A. A., Sarhan, S. Z., Amer, M. A., Al Safarini, A. D., Mustafa, D. F., Altabaa, K. S., Omari, Y. B., Mustafa, A. W., Shatarat, A., & Badran, D. (2023). Estudio morfométrico radiológico del hueso hioides mediante tomografías

computarizadas tridimensionales (3D-CT). *International Journal of Morphology*,
41(2), 401–409. Recuperado de <https://doi.org/10.4067/S0717-95022023000200401>