



Universidad
de Alcalá

TESIS DOCTORAL

Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud

ESTUDIO DE LA RELACIÓN DEL HUESO HIOIDES CON LA VÍA AÉREA

**Tesis Doctoral presentada por
DAVID COLLADOS SOTO**

AÑO 2023



Universidad
de Alcalá

TESIS DOCTORAL

Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud

ESTUDIO DE LA RELACIÓN DEL HUESO HIOIDES CON LA VÍA AÉREA

**Tesis Doctoral presentada por
DAVID COLLADOS SOTO**

Directores:

Dr. D. Rafael Écija Navarro

Dr. D. Carlos Gutiérrez Ortega

Tutor:

Profesor Dr. D. Javier Jareño Esteban

Alcalá de Henares, 2023

“TODO ES DIFÍCIL ANTES DE SER FÁCIL” (Goethe)

***“NUNCA TE RINDAS PORQUE JAMÁS SABRÁS SI
EL PRÓXIMO INTENTO SERÁ EL QUE FUNCIONE”***

(Mary Kay Ash)

Agradecimientos

En primer lugar me gustaría agradecer al Dr. D. Rafael Écija Navarro, director de esta tesis y amigo, el haberme apoyado desde el inicio en este proyecto, animándome con su ilusión en este estudio sobre el hueso hioides, ese gran desconocido para muchos pero amigo íntimo de Rafa. Toda mi gratitud por haber confiado en mí desde el principio; por todas las enseñanzas, por escucharme y corregirme.

Así mismo, todo mi agradecimiento al Profesor Dr. D. Carlos Gutiérrez Ortega por haber aceptado la dirección de esta tesis y haberme orientado continuamente durante estos años en la investigación. Cada vez que estaba en el lado oscuro me ha enseñado dónde se hallaba la luz. Gracias por tu tiempo libre gastado en mi tesis, no sabes cómo lo valoro. Sin tu constante y valioso apoyo, sin tu entusiasmo y profundo conocimiento científico, este trabajo no hubiera sido posible. Gracias de corazón.

Gracias al Dr. Javier Jareño Esteban, mi tutor, por preguntarme y animarme cada día en el Hospital y no dejarme decaer, haciendo lo difícil, fácil.

Al Dr. Ricardo Ortega que me ha brindado su ayuda incondicional en la recogida de datos y ha estado siempre disponible para poder acceder a la información requerida cuando lo he necesitado.

A mis Padres; gracias por vuestro apoyo en cada una de las decisiones que he tomado a lo largo de la vida. Sin vuestra confianza ciega, en muchas ocasiones me hubiera encontrado a la deriva. Os quiero.

A mis hijos; vosotros le dáis sentido a todo. Habéis comprendido que no hay edad para aprender y sois conscientes del esfuerzo que eso supone. A vuestro lado todo es infinitamente más feliz y llevadero. Gracias por quererme tanto.

A tí, sí, a tí, porque sin tí esto no habría sido mucho más difícil. Porque siempre me animaste, confiaste en mí y me ayudaste a continuar después de caer en la desidia. Porque me has escuchado con paciencia y me has brindado tu apoyo a lo largo de toda la investigación. Porque tu amor, tu optimismo y tu alegría no han dejado de acompañarme desde que nos conocimos, ayudándome a resolver todos los problemas con los que me he podido encontrar.

Gracias por ayudarme a elaborar el trabajo que ahora concluyo: mi tesis doctoral.

A mis compañeros del Hospital por su apoyo y comprensión durante estos años de investigación. Su esfuerzo profesional ha hecho más fácil mi esfuerzo intelectual.

A mis amigos, los cuales directa o indirectamente han estado a mi lado durante estos años, siendo partícipes en algún momento de mis incertidumbres, avances y dificultades. Gracias por estar siempre ahí, por animarme, por entender mi ausencia en ciertos momentos y ofrecerme todo vuestro apoyo.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	7
INDICE DE CONTENIDO	IX
INDICE DE TABLAS	XII
INDICE DE ILUSTRACIONES	XIV
INDICE DE FIGURAS	XV
RESUMEN	XVII
ABSTRACT	XIX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES HISTÓRICOS	3
SITUACIÓN ACTUAL	12
MARCO TEORICO.....	16
II. JUSTIFICACIÓN Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	31
JUSTIFICACIÓN	33
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	38
III. HIPÓTESIS	39
IV. OBJETIVOS	43
PRINCIPAL/GENERAL	45
SECUNDARIOS / ESPECÍFICOS	45
V. MATERIAL Y MÉTODOS	47
DISEÑO	49
POBLACIÓN A ESTUDIO	49
MUESTREO.....	49
CRITERIOS DE SELECCIÓN	49
<i>Criterios de inclusión.....</i>	<i>49</i>
<i>Criterios de exclusión.....</i>	<i>49</i>

ASPECTOS LEGALES.....	50
TAMAÑO MUESTRAL.....	50
VARIABLES DEL ESTUDIO.....	50
<i>Independientes</i>	50
<i>Dependientes</i>	55
<i>Control / Sociodemográficas</i>	65
MATERIAL DE MEDICIÓN DE VARIABLES.....	65
MÉTODO.....	68
<i>POSICIONAMIENTO DE LOS INDIVIDUOS</i>	68
MÉTODO ESTADÍSTICO.....	77
<i>Estadística descriptiva</i>	78
<i>Estadística analítica</i>	78
VI. RESULTADOS.....	81
TAMAÑO MUESTRAL.....	83
OBJETIVO I.....	85
VOLUMEN TOTAL DE LA VÍA AÉREA HIPOFARINGEA EN RELACIÓN CON LA POSICION Y LA MORFOLOGIA DEL HUESO HIOIDES.....	85
<i>VOLUMEN TOTAL VS POSICIÓN Y MORFOLOGIA</i>	85
OBJETIVO II.....	87
VOLUMENES PARCIALES DE LA VÍA AÉREA A NIVEL DEL HUESO HIOIDES RESPECTO A SU POSICION Y MORFOLOGIA.....	87
<i>POSICION</i>	87
<i>MORFOLOGIA</i>	88
OBJETIVO III.....	90
RELACION ENTRE LOS VOLUMENES PARCIALES A SU PASO POR LA ZONA HIOIDEA.....	90
OBJETIVO IV.....	92
POSICIÓN Y MORFOLOGIA DEL HUESO HIOIDES CON EL BIOTIPO FACIAL Y LA CLASE ESQUELÉTICA.....	92

<i>POSICION Y BIOTIPO FACIAL</i>	92
<i>POSICIÓN Y CLASE ESQUELETICA</i>	95
<i>MORFOLOGIA CON RESPECTO A BIOTIPO FACIAL</i>	97
<i>MORFOLOGIA CON RESPECTO A CLASE ESQUELETICA</i>	97
OBJETIVO V	98
VOLUMEN TOTAL CON RESPECTO AL BIOTIPO FACIAL.....	98
VOLUMEN TOTAL CON CLASE ESQUELÉTICA	100
OBJETIVO VI	101
VOLUMENES PARCIALES DE LA VÍA AÉREA CON RESPECTO AL BIOTIPO FACIAL Y CLASE ESQUELETICA.	101
<i>VOLUMEN PARCIAL CON BIOTIPO FACIAL</i>	101
<i>VOLUMEN PARCIAL CON CLASE ESQUELETICA</i>	104
OBJETIVO VII	108
POSICION DEL HUESO HIOIDES CON RESPECTO A LA INCLINACION DE LAS VERTEBRAS CERVICALES	108
OBJETIVO VIII	109
BIOTIPO FACIAL Y CLASE ESQUELETICA CON RESPECTO A LA INCLINACION DE LAS VERTEBRAS CERVICALES	109
<i>INCLINACION Y BIOTIPO</i>	109
<i>INCLINACION Y CLASE ESQUELETICA</i>	111
OBJETIVO IX	113
VOLUMEN EN LA ZONA HIPOFARÍNGEA CON RESPECTO A LA INCLINACION DE LAS VERTEBRAS CERVICALES	113
VII. DISCUSIÓN	115
VIII. CONCLUSIONES	133
IX. BIBLIOGRAFÍA	137

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sobre el hueso hioides. Ilustración 12.....	23
Tabla 2. Músculos originarios del hueso hioides. Ilustración 12	26
Tabla 3. Músculos insertados en el hueso hioides. Ilustración 12.....	26
Tabla 4. Biotipos faciales y clases esqueléticas en ambos sexos	84
Tabla 5. Relación entre los biotipos faciales y las clases esqueléticas.....	85
Tabla 6. Correlaciones lineales entre el volumen de la vía aérea hipofaríngea con la posición y morfología del hueso hioides	86
Tabla 7. Volúmenes parciales de la vía aérea respecto a la posición.	88
Tabla 8. Volúmenes parciales de la vía aérea respecto a la morfología.....	89
Tabla 9. Estadística descriptiva de la posición del hueso hioides según los biotipos faciales	93
Tabla 10. ANOVA de la posición del hueso hioides según los biotipos faciales.....	93
Tabla 11. Comparaciones múltiples de la posición del hueso hioides según los biotipos faciales	94
Tabla 12. Estadística descriptiva de la posición del hueso hioides según las clases esqueléticas.....	95
Tabla 13. ANOVA de la posición del hueso hioides según las clases esqueléticas.	96
Tabla 14. Comparaciones múltiples de la posición del hueso hioides según las clases esqueléticas.....	96
Tabla 15. Estadística descriptiva de los volúmenes totales con respecto a los biotipos faciales.....	98
Tabla 16. Tabla 17. ANOVA de los volúmenes totales con respecto a los biotipos faciales.....	98
Tabla 18. Comparaciones múltiples de los volúmenes totales con respecto a los biotipos faciales.....	99
Tabla 19. Estadística descriptiva de los volúmenes totales s con respecto a las clases esqueléticas.....	100
Tabla 20. ANOVA de los volúmenes totales con respecto a las clases esqueléticas..	101

Tabla 21. Comparaciones múltiples de los volúmenes totales con respecto a las clases esqueléticas.....	101
Tabla 22. Estadística descriptiva de los volúmenes parciales de la vía aérea respecto al biotipo facial.....	103
Tabla 23. ANOVA de los volúmenes parciales de la vía aérea respecto al biotipo facial.	103
Tabla 24. Comparaciones múltiples de los volúmenes parciales de la vía aérea respecto a las clases esqueléticas..	104
Tabla 25. Estadística descriptiva de los volúmenes parciales de la vía aérea respecto a las clases esqueléticas.....	105
Tabla 26. ANOVA de los volúmenes parciales de la vía aérea respecto a las clases esqueléticas.....	105
Tabla 27. Comparaciones múltiples de los volúmenes parciales de la vía aérea respecto a las clases esqueléticas.	106
Tabla 28. Asociación entre la posición del hueso hioides y la inclinación de las vértebras cervicales.....	109
Tabla 29. Estadística descriptiva de la inclinación de las vértebras cervicales y los biotipos faciales	110
Tabla 30. ANOVA de la inclinación de las vértebras cervicales y los biotipos faciales	110
Tabla 31. Comparaciones múltiples de la inclinación de las vértebras cervicales y los biotipos faciales	110
Tabla 32. Estadística descriptiva de la inclinación de las vértebras cervicales y las clases esqueléticas	112
Tabla 33. ANOVA de la inclinación de las vértebras cervicales y los biotipos faciales	112
Tabla 34. Asociación entre los volúmenes de entrada, a la altura del hueso hioides, y la salida de la zona hioidea.....	113

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Hueso hioides	3
Ilustración 2. Hueso hioides lateral	4
Ilustración 3. Musculatura del cuello. Imagen tomada de Internet	5
Ilustración 4. Anatomía de la laringe. Imagen tomada de intrnet.....	6
Ilustración 5. Australopithecus afarensis	7
Ilustración 6. Homo heidelbergensis	8
Ilustración 7. Hueso hioides humano y primate	9
Ilustración 8. Esqueleto de Miguelon	10
Ilustración 9. Miguelón. (Homo heidelbergensis).....	10
Ilustración 10. Vía aérea.....	13
Ilustración 11. Variabilidad anatómica del hueso hioides.....	16
Ilustración 12. Inserciones musculares en el hueso hioides. Imagen tomada de internet	17
Ilustración 13. Musculos hioideos	18
Ilustración 14. Cuerpo del hioides	19
Ilustración 15. Astas menores.....	20
Ilustración 16. Hueso hioides en 3D.....	21
Ilustración 17. Hueso hioides y cartílago cricoides	27
Ilustración 18. Esquema de las estructuras derivadas de los cartílagos de los arcos faciales (Langman, J. Embriología M-edica, 1976)	29
Ilustración 19. Hueso Hioides y músculo geniogloso. Tomada de internet	33
Ilustración 20. Biotipos faciales	37
Ilustración 21. Clases esqueléticas	37
Ilustración 22. Trazados faciales de leonardo da vinci.....	51
Ilustración 23. Biotipo braquifacial	53
Ilustración 24. Biotipo dolicofacial	54
Ilustración 25. Clase esquelética tipo I.....	58
Ilustración 26. Clase esquelética tipo II.....	59
Ilustración 27. Clase esquelética tipo III	60

Ilustración 28. Variables de localización.....	61
Ilustración 29. Inclinação del hueso hioides	62
Ilustración 30. Variables morfológicas del hueso hioides	63
Ilustración 31. Volúmenes parciales.....	64
Ilustración 32. Volumen total	64
Ilustración 33. Inclinação de la columna.....	65
Ilustración 34. Aparatología TAC NEW TOM GIANO HR 3D.....	66

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagramas de dispersión, con ajuste de una recta, de los volúmenes parciales en la zona hioidea.....	91
Figura 2. Representación mediante barras de error de la relación entre el volumen total y los biotipos faciales.....	99
Figura 3. Representación gráfica mediante diagramas de error de las inclinaciones cervicales de los distintos biotipos faciales.....	111

RESUMEN

OBJETIVO

Se trata de valorar la vía aérea hipofaríngea y su permeabilidad en relación con la posición y morfología del hueso hioides, así como con los biotipos faciales y patrones de crecimiento (clases esqueléticas) a través de imágenes obtenidas mediante el uso de archivos DICOM de Tomografías Axiales Computerizadas de Haz Cónico (CBCT) a través del **Software Dolphin Imaging®**

METODO

Se realiza un estudio observacional descriptivo transversal retrospectivo sobre un tamaño muestral de 180 sujetos a los que se realizaron Tomografías Axiales Computerizadas de Haz Cónico (CBCT), que reunían los criterios de selección establecidos, y sobre las que se obtuvieron imágenes 2D y 3D a través de sistema de diagnóstico y tratamiento de imágenes **Software Dolphin Imaging®** tanto del hueso hioides como de las vías aéreas hipofaríngeas. Sobre esas imágenes se realizaron mediciones lineales y volumétricas para la obtención de los resultados del estudio y posterior discusión.

RESULTADOS

La posición del hueso hioides a nivel sagital influye de manera significativa en el volumen total de la vía aérea a este nivel. La morfología e inclinación del hueso hioides no afecta directamente al volumen total de la vía aérea que transcurre por la zona hioidea,¹³⁸ aunque una mayor inclinación afecta a la permeabilidad de la zona sub-hioidea colapsando la vía por la cercanía al cartílago cricoides.

En referencia a los biotipos faciales, la posición del hueso hioides, está más adelantada en los braquifaciales respecto a los mesofaciales y respecto a los dolicofaciales. La morfología del hueso hioides en los braquifaciales es alargada y con un ángulo entre

las astas mayores menor que en los dolicofaciales cuyo ángulo es mayor y con un tamaño hioideo menor.

En referencia a las clases esqueléticas, la posición del hueso hioides está más proyectada en las clases III con respecto a las clases II.

La morfología del hueso hioides no está influenciada por las clases esqueléticas por ser una proyección puramente sagital.

Se ha observado que el grado de inclinación de la columna cervical afecta directamente al volumen total de la vía aérea hioidea, siendo ambas directamente proporcionales.

CONCLUSION

La permeabilidad de la vía aérea se ve influenciada por la posición sagital, siendo esta influencia mayor en los biotipos braquifaciales clase III y dolicofaciales clase II.

ABSTRACT

OBJECTIVE

The aim is to assess the hypopharyngeal airway and its permeability in relation to the position and morphology of the hyoid bone, as well as with facial biotypes and growth patterns (skeletal classes) through images obtained using DICOM files from Cone Beam Computed Tomographies (CBCT) through Dolphin Imaging® Software.

METHOD

An observational, descriptive, cross-sectional retrospective study was carried out on a sample size of 180 subjects who underwent Cone Beam Computed Tomographies (CBCT) that met the established selection criteria, and from which 2D and 3D images were obtained through the diagnostic and treatment image system Dolphin Imaging® Software, both of the hyoid bone and the airways at this level. Linear and volumetric measurements were performed on these images to obtain the study results and subsequent discussion.

RESULTS

The sagittal position of the hyoid bone significantly influences the total volume of the airway at this level. The morphology and inclination of the hyoid bone does not directly affect the total airway volume that runs through the hyoid area, although a greater inclination affects the permeability of the sub-hyoid area by collapsing the pathway due to its proximity to the cricoid cartilage.

Regarding facial biotypes, the position of the hyoid bone is further forward in the brachyfacials to the mesofacials and to the dolichofacials.

The morphology of the hyoid bone in brachyfacials is elongated and with an angle between the larger horns smaller than in dolichofacials whose angle is greater and with a smaller hyoid size.

Regarding skeletal classes, the position of the hyoid bone is more projected in class III regarding class II. The morphology of the hyoid bone is not influenced by skeletal classes as it is a purely sagittal projection.

It has been observed that the degree of inclination of the cervical spine directly affects the total volume of the airway, both being directly proportional.

CONCLUSION

The permeability of the airway is influenced by the sagittal position, with this influence being greater in brachyfacial class III and dolichofacial class II biotypes.

I. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El lenguaje oral, nuestra capacidad de intercomunicación, se encuentra íntimamente ligado a un pequeño hueso llamado hioides. Este es el responsable de la mayoría de los movimientos de la lengua y de la laringe de forma que sin él, el habla y la deglución no serían posibles.

Este hueso, único en su especie por no estar directamente conectado a ningún otro, tiene una forma que se asemeja a una herradura o silla de montar. (Ilustración 1)

Se sostiene mediante músculos en el cuello, mientras que varios ligamentos facilitan su fijación al cráneo.^{1, 2, 3}

Este hueso simétrico y mediano es prominente por delante y cóncavo por detrás, localizándose en la base de la lengua, al nivel de la tercera y cuarta vértebra cervical, integrando así el complejo hio-glosofaríngeo.^{1, 3, 4}

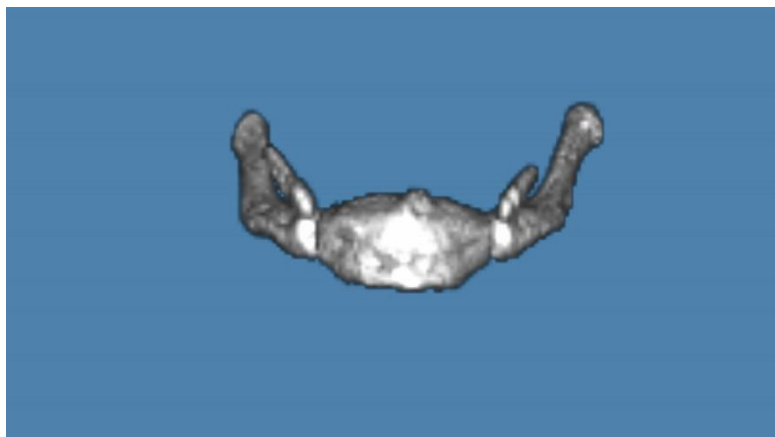


Ilustración 1. Hueso hioides



Ilustración 2. Hueso hioides lateral

El hioides brinda soporte a la vía aérea, por medio de las inserciones musculares, elevando la laringe durante la deglución o el habla, teniendo así un papel vital en ambas funciones.^{4, 15} (Ilustración 3)

Al modificar el tracto supralaríngeo confiere una característica exclusiva, tanto a los seres humanos, como a los Neandertales: la capacidad para hablar.⁵

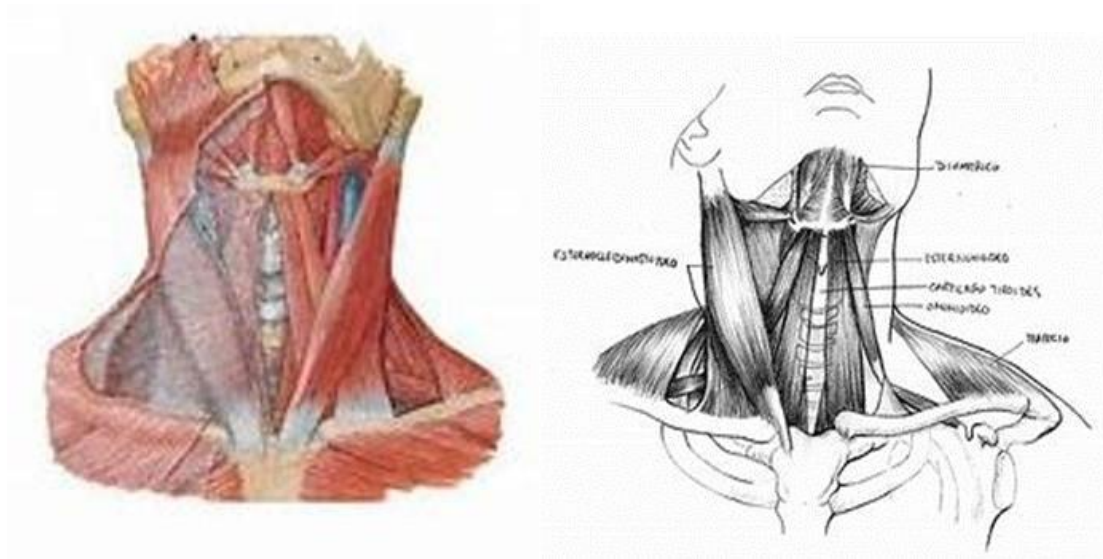


Ilustración 3. Musculatura del cuello. Imagen tomada de Internet

La configuración del hioides en los seres humanos difiere notablemente de la que se observa en nuestros parientes vivos más cercanos, tales como chimpancés, orangutanes y gorilas. Este diseño único facilita una coordinación armónica con la laringe, permitiendo así la comunicación verbal.⁶

Se postula que, sin el hioides y el consecuente descenso de la laringe, nuestra comunicación se asemejaría a los sonidos menos articulados emitidos por los chimpancés (Ilustración 4). Estas modificaciones anatómicas han sido cruciales para desarrollar la comunicación hablada tal como la conocemos.^{5, 6, 7}

Desde el momento del nacimiento, la laringe se ubica en una posición más alta, funcionando como un conducto respiratorio, lo que facilita que los bebés puedan respirar y tragar simultáneamente.

Alrededor del tercer mes de vida, la laringe se desplaza hacia abajo en el cuello.⁸ Este cambio anatómico facilita el desarrollo del habla, pero a su vez también aumenta el riesgo de atragantamiento. Es en la fase de la pubertad, especialmente en los varones,

donde la laringe experimenta un ligero descenso adicional, marcando una modificación en la tonalidad de la voz.^{6, 7, 8, 9, 10}



Ilustración 4. Anatomía de la laringe. Imagen tomada de intrnet.

Se estima que la capacidad de los humanos para comunicarse verbalmente de la forma que lo hacemos hoy en día, ha existido desde hace aproximadamente 300.000 años.⁵

Esta capacidad genera una gama de sonidos tan diversa y compleja como exclusiva de la especie humana. Este rasgo distintivo tiene sus orígenes en el Homo Heidelbergensis, una especie ancestral vinculada tanto con los Homo sapiens actuales, como con los Neandertales modernos.⁵

En los Neandertales, la configuración laríngea y la forma del hueso hioides eran muy parecidas a las que poseemos hoy en día. Esta estructura anatómica les permitió articular un habla clara y comprensible, aunque con un léxico probablemente más limitado en un inicio.

Es probable que su vocabulario estuviera compuesto por un conjunto reducido de vocales y consonantes, una limitación atribuida a las adaptaciones de su cavidad nasal para sobrevivir en ambientes fríos hace alrededor de 100.000 años.

A pesar de no alcanzar la complejidad poética de un Shakespeare, su habilidad para comunicarse mediante el habla evolucionó gradualmente, favoreciendo un intercambio de ideas y conceptos mayor que en cualquier otra época anterior.

Este adelanto lingüístico se considera un punto de partida fundamental en la emergencia de las primeras manifestaciones culturales.^{2, 5}

En cuanto al *Australopithecus afarensis*, su morfología era bastante similar a la de los simios africanos actuales, lo que sugiere que su habilidad para comunicarse verbalmente estaría en paralelo con estos primates.^{9, 10} (Ilustración 5)



Ilustración 5. Australopithecus afarensis

Tanto en el *Homo heidelbergensis* como en el *neandertalensis*, la estructura del hueso hioides muestra una notable semejanza con la del ser humano contemporáneo, evidenciando una garganta anatómicamente parecida a la nuestra. Esto les habría otorgado una capacidad similar a la de los humanos modernos para generar sonidos complejos, estableciendo a estas especies como las pioneras en el desarrollo del lenguaje.^{6, 7, 9} (Ilustración 6)



Ilustración 6. Homo heidelbergensis

Al tratarse de un hueso pequeño, no es muy habitual en el mundo del registro fósil; sólo se han hallado 5 huesos hioides en todo el mundo; tres de ellos han sido encontrados en España; ¹¹ dos en ATAPUERCA (BURGOS) que pertenecían a la especie “HOMO HEIDELBERGENSIS” y el tercero en la cueva del Sidrón en Asturias, que pertenecía al “HOMO NEARDENTALENSIS”.¹²

Es en la Sima de los Huesos de Atapuerca donde se hallaron los restos fósiles de al menos 28 individuos heidelbergensis. Los investigadores creen que alguien llevó sus cadáveres a esta cavidad hace unos 400.000 años, en un acto considerado como una de las primeras manifestaciones simbólicas conocidas.^{11, 13}

Se considera uno de los hallazgos más relevantes por la presencia de dos huesos hioides pertenecientes al género Homo heidelbergensis,¹³ antecesor del neanderthal, siendo la morfología de dichos huesos semejante a la del ser humano de hoy en día.



Ilustración 7. Hueso hioides humano y primate

A uno de los individuos encontrados se le bautizó como Miguelón. (Ilustración 9)

Se presupone que este *Homo Heidelbergensis* de la Sima de los Huesos en Atapuerca poseía la capacidad de un lenguaje articulado y que su muerte pudo deberse a una infección dental.

Descubierto en 1992, su esqueleto se ha erigido como uno de los ejemplares más completos y preservados de su especie, destacando la presencia del hueso hioides y una columna vertebral alineada de manera óptima, lo que ilustra una postura cervical más erecta.⁵



Ilustración 8. Esqueleto de Miguelon



Ilustración 9. Miguelón. (Homo heidelbergensis)

En las especies *Homo heidelbergensis* y *Homo neanderthalensis*, se observa que su tracto respiratorio se proyecta más horizontalmente que verticalmente, una característica que los diferencia del *Homo sapiens*. A pesar de las pequeñas diferencias anatómicas en el tracto respiratorio, la variación en las vocalizaciones entre estas especies fósiles y

los humanos modernos sería mínima, aunque existirían discrepancias significativas en cuanto a la eficacia de la comunicación oral.¹³

El patrón de sonido fue analizado en el estudio por Martínez y Arsuaga⁵ donde analizaron y compararon cuatro chimpancés, el *Homo heidelbergensis* y el ser humano moderno.

Concluyeron que la especie hallada en Atapuerca, emitía sonidos similares al ser humano actual, a la vez que eran muy diferentes al de los chimpancés.

Esto se atribuye principalmente a las diferencias anatómicas en el hueso hioides. (Ilustración 7)

Es la posición descendida de la laringe la característica única que permite la producción de sonidos complejos, tal como ocurre en los seres humanos actuales. Por ello, los investigadores determinaron que el *Homo Heidelbergensis* representa nuestro primer antecesor con habilidades para el habla.^{4, 5}

Más tarde, en 1989, un equipo de investigadores de Elettra Sincrotrone en Trieste, Italia, de la Universidad de Nueva Inglaterra y de Nueva Gales del Sur, junto con la Universidad de Toronto, llevaron a cabo un estudio en Kebara, Israel. En este sitio arqueológico, se encontró un hueso hioides que pertenecía a un *Homo neanderthal*.^{14, 15}

Las pruebas realizadas mediante microtomografía de rayos X revelaron que la microestructura interna del hueso hioides de Kebara compartía similitudes con la del *Homo sapiens* moderno. Además, todas las muestras evidenciaban una estructura histológica típica de un hueso expuesto a una actividad metabólica alta y constante, similar a la que implicaría el uso del lenguaje.^{14, 15}

SITUACIÓN ACTUAL

La odontología actual va más allá de la prevención, diagnóstico y tratamiento de las patologías orales y periorales en la población actual.

Es una especialidad que se integra con otras disciplinas médicas para resolver problemas que no son sólo de naturaleza dental.

El sistema respiratorio, particularmente la vía aérea, desempeña una función crítica en el complejo dentofacial. Esta vía facilita el flujo de aire hacia y desde los pulmones, posibilitando el intercambio de gases. Esencialmente, la boca y la nariz sirven como puntos de entrada y salida del aire, que fluye a través de la faringe, luego por la laringe y la tráquea, alcanzando finalmente los bronquiolos y alvéolos donde ocurre el intercambio de gases.^{1, 2, 4, 16, 17}

La vía aérea superior es la porción del tracto respiratorio que se extiende desde las fosas nasales y la boca, hasta la faringe.^{16, 18}

Esta se divide en tres zonas;

1. la nasofaringe, ubicada detrás de la cavidad nasal justo por encima del paladar blando.
2. La orofaringe, que abarca entre el paladar blando y la epiglotis.
3. La hipofarínge o laringofaringe que se extiende desde el borde superior de la epiglotis hasta el margen inferior del cartílago cricoides.^{1, 2, 4, 18}

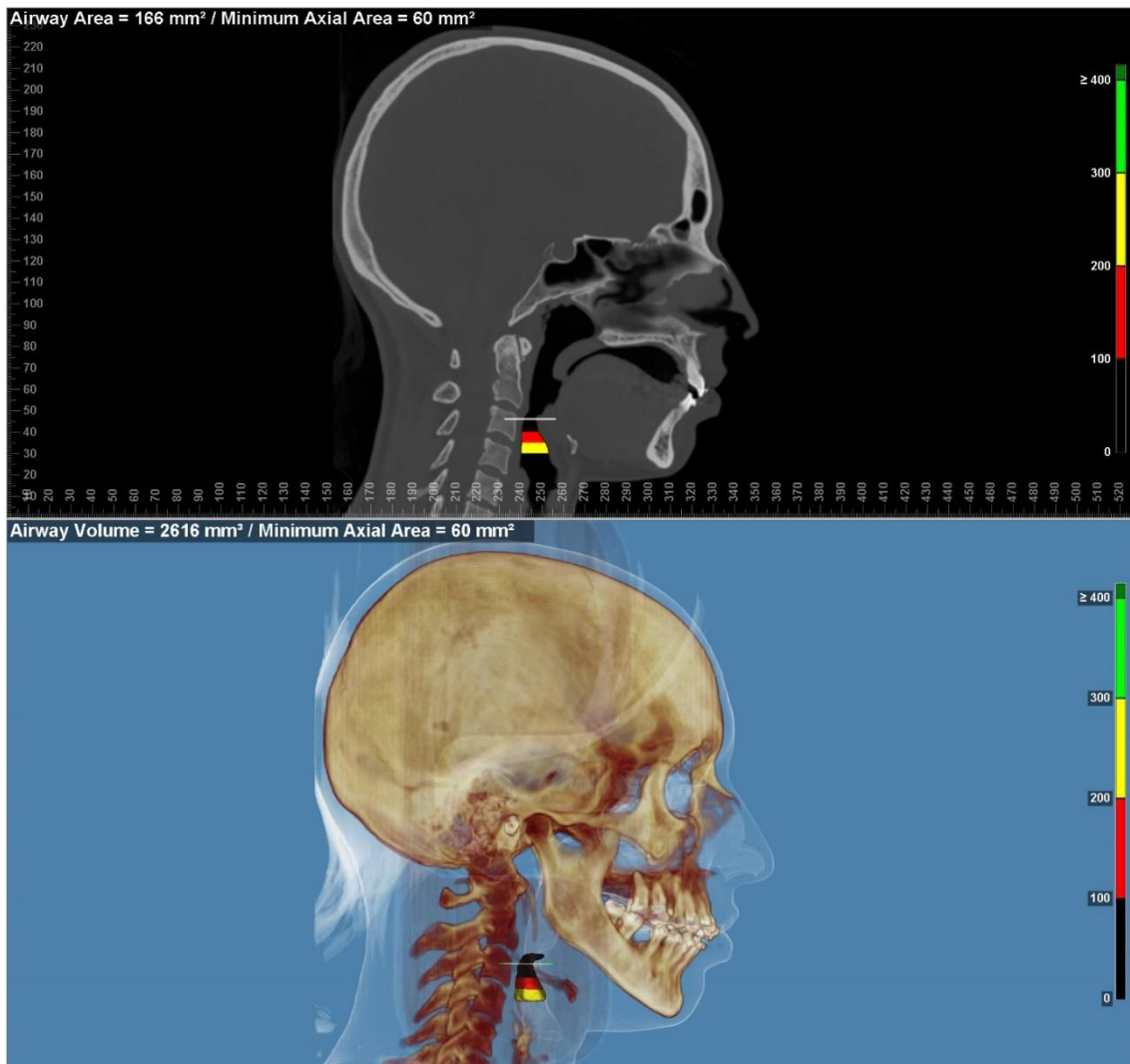


Ilustración 10. Vía aérea

Este tracto está sustentado por una estructura ósea que involucra la columna vertebral y la parte basilar del hueso occipital en su pared trasera; la base del cráneo y el vómer en su parte superior, junto con el tabique nasal en su región más anterosuperior; y la mandíbula y el maxilar superior, acompañados del hueso hioides, constituyendo la pared frontal. (Ilustración 10)

Los lados están formados por el cartílago pterigoideo y las placas pterigoideas mediales.

El tejido adenoide se proyecta desde el hueso en la zona de la sutura esfeno-occipital inferior, cubriendo la pared posterior de la faringe^{1, 2, 4}

Las válvulas de las vías respiratorias incluyen las narinas, el paladar blando, la lengua y la epiglotis. Su relación con la posición y tamaño de estructuras óseas y tejidos blandos adyacentes es muy importante en el diagnóstico de múltiples patologías craneofaciales y ortodónticas, puesto que pueden producir o inducir desórdenes obstructivos respiratorios, especialmente en el Síndrome Obstructivo de la vía Aérea (SOA).^{9, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25}

El SOA es una enfermedad del sueño ampliamente común, afectando a cerca del 30% de la población mundial, incluyendo un 10% de niños y un 20% de adultos.^{19, 26}

Esta condición deteriora significativamente la calidad de vida de los afectados, produciendo episodios de hipoxia y fragmentación del sueño. Además, incrementa la propensión a padecer problemas cardiovasculares y accidentes laborales o de tráfico, representando una amenaza considerable para la salud pública.^{22, 27, 28, 29}

El diagnóstico principal del SOA se realiza mediante pruebas como el estudio polisomnográfico o la poligrafía respiratoria, dependiendo de la severidad del caso del paciente.³⁰

La permeabilidad de la vía aérea puede ser influenciada de diversas maneras por las estructuras circundantes, siendo el hueso hioides una de las estructuras óseas más influyentes en este aspecto.^{22, 31, 32, 33, 34, 35}

Diferentes estudios han intentado valorar la influencia del hueso hioides en la permeabilidad de la vía aérea; desde investigaciones anatómicas básicas, que describen las variaciones en la forma de este hueso, hasta estudios que utilizan radiografías convencionales para examinarlo.^{19, 21, 22, 36, 37, 38, 39, 40}

Los estudios que emplean huesos secos o cadáveres han proporcionado datos objetivos en relación con el sexo y la edad, aunque no han logrado establecer correlaciones con los biotipos faciales y patrones esqueléticos debido a las limitaciones inherentes a la medición tridimensional de los tejidos blandos.^{37, 41}

El siglo XXI ha visto un notable incremento en el uso de técnicas de imagen diagnóstica, lo que ha permitido realizar mediciones más precisas y realistas de volúmenes.

En la actualidad, los equipos de diagnóstico permiten una medición más sencilla y precisa del volumen, longitud y ángulos del hueso hioides, proporcionando imágenes más estables y nítidas, sin interferencias de artefactos dentarios.^{40, 42, 43, 44, 45, 46, 47}

Entre las técnicas disponibles, las tomografías computarizadas han demostrado ser más eficaces que las resonancias magnéticas para estudiar el hueso hioides, dado su carácter óseo.^{42, 45, 48, 49, 50, 51}

En la actualidad, el uso de programas informáticos que permiten la visualización en tres dimensiones (3D) de tejidos duros, tejidos blandos o espacios aéreos ha permitido valorar de manera eficaz y detallada la interrelación de las diversas estructuras que rodean la vía aérea desde su posición más superior o nasofaríngea, media u orofaríngea e inferior o hipofaríngea.^{44, 45, 46, 49, 50}

Es en el paso a la altura de hueso hioides, único tejido duro íntimamente relacionado con la vía aérea y su permeabilidad donde pretende centrarse este estudio.

Su anclaje a la base de cráneo, a la mandíbula, a la lengua, al anillo escapular y a la laringe hacen de este hueso un elemento estructural fundamental en la actividad funcional y nutricional del complejo orofacial.^{40, 52}

Sin embargo, dicha importancia ha sido relativizada, siendo el objetivo de esta tesis doctoral describir la posición del hueso hioides y su anatomía en relación con la vía aérea hipofaríngea y su dependencia respecto de los biotipos faciales y patrones o clases esqueléticas.

Dicho estudio trata de valorar la vía aérea hipofaríngea y su permeabilidad en relación con la posición, inclinación y anatomía del hueso hioides a través de imágenes obtenidas mediante Tomografía Axial Computerizada (CBCT) y poder valorar si la diversidad anatómica, si su posición e inclinación según los patrones de biotipo facial y clase esquelética, influyen en el estrechamiento o ensanchamiento de la vía aérea en dicha zona, considerando tanto el volumen total como los volúmenes parciales de la vía aérea en esa región.

MARCO TEORICO

La obtención de imágenes a través de la Tomografía Axial Computerizada (TAC), en conjunción con un software avanzado, que facilita la visualización, tanto estática como dinámica, de estructuras óseas, tejidos blandos y espacios aéreos en tres dimensiones (3D), ha revolucionado la integración de estas imágenes.

Esta combinación no solo permite una visión más detallada de las interconexiones existentes, sino también facilita la medición precisa de distancias, ángulos y volúmenes en sujetos vivos, expandiendo significativamente las oportunidades para realizar comparaciones entre una gran cantidad de individuos, una tarea que estaba considerablemente restringida cuando se usaban cadáveres como referencia.^{4, 40, 46, 49, 53, 54}

Para poder interrelacionar el hueso hioides con la vía aérea hay que tener muy presente la gran diversidad posicional y morfológica de este.^{1, 2, 4, 5, 52}

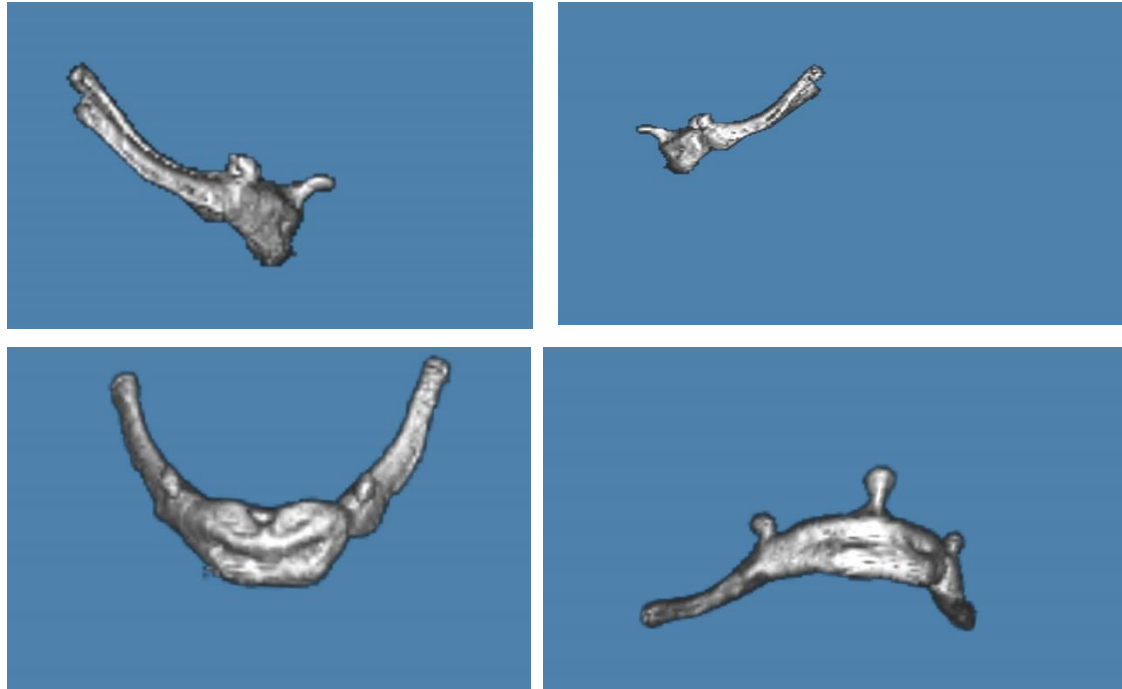


Ilustración 11. Variabilidad anatómica del hueso hioides.

Es un elemento que en el pasado se minusvaloró en el campo de la odontología, a pesar de ser la única estructura pivotante en íntima relación con las diversas funciones de la estructura cráneo-facial, tales como la deglución, fonación y la respiración.⁵⁵

Se ha documentado ampliamente la anatomía y la fisiología del hueso hioides, destacando su papel central en varios procesos debido a sus múltiples conexiones musculares y las diversas funciones en las que participa.^{1, 2, 4, 40}

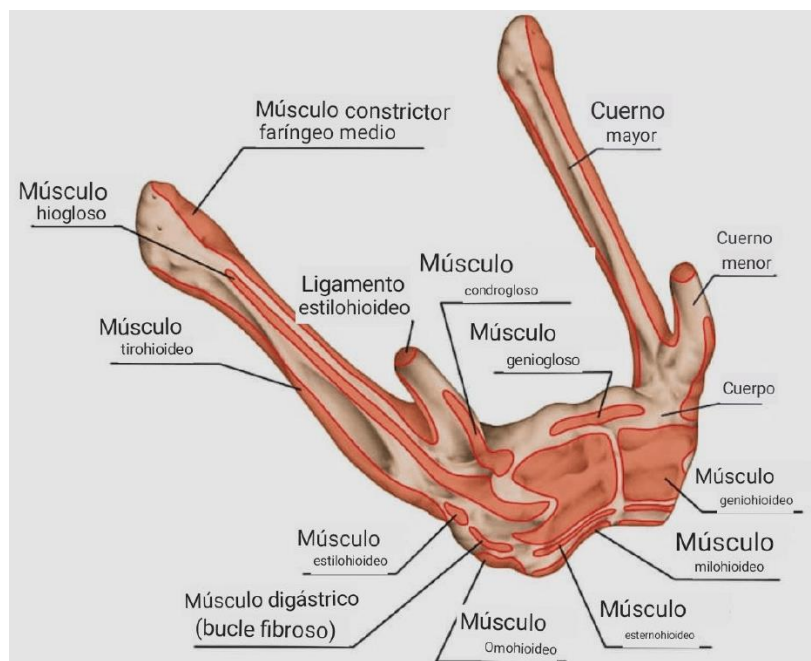


Ilustración 12. Inserciones musculares en el hueso hioides. Imagen tomada de internet

Se encuentra ubicado de forma transversal en la región superior del cuello, posicionándose por encima de la laringe y debajo de la lengua, a la vez que se sitúa detrás y debajo de la mandíbula.^{1, 2, 4}

El hioides es un hueso móvil y aislado, impar y simétrico en forma de V o en forma de silla de montar, por la respuesta a la tensión proveniente de los múltiples músculos, tendones y fascias que lo envuelven, situado en la zona medial del cuello, entre la mandíbula y los hombros.^{1, 2, 4, 52}

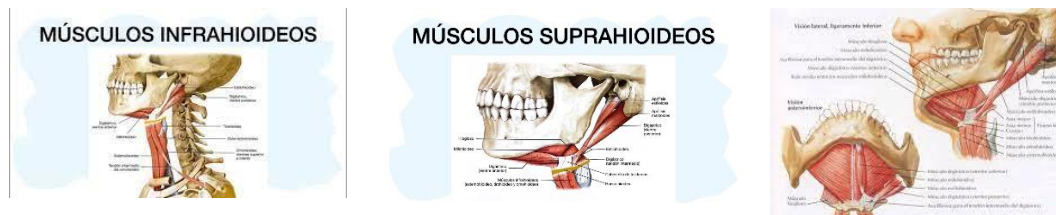


Ilustración 13. Musculos hioideos

Categorizado como un hueso sesamoideo debido a su ubicación dentro de un tendón o músculo, su denominación proviene del latín “sesamum”, aludiendo a plantas con semillas pequeñas y aplanadas.^{3, 40, 56}

A pesar de su clasificación dentro de los huesos sesamoideos, su origen embriológico es cartilaginoso, no conectivo, otorgándole a esta estructura ósea particularidades únicas.^{40, 56}

Su nombre proviene del griego “HYODEIDES”, cuyo significado es “con forma como la letra Upsilon”. En alemán se llama Zungenbein o hueso de la lengua.^{3, 56}

En el nacimiento, el hueso hioides está formado por un cuerpo central y dos pares de cuernos o astas mayores y dos menores. La fusión de las astas mayores con el cuerpo normalmente ocurre durante la edad adulta pero no siempre es así; de ahí la gran variabilidad anatómica.^{1, 2, 3, 4, 56}

Se sitúa en la parte anterior del cuello entre la mandíbula y el cartílago tiroideo, a la altura de la tercera vértebra cervical (C3) en aproximadamente un 85%, o a la altura de la cuarta vértebra cervical (C4) inmediatamente por encima de la laringe, siendo independiente de la columna vertebral.^{1, 2, 19, 40}

Durante el crecimiento, el hueso hioides cambia su posición relativa respecto a las vértebras cervicales. En la infancia se sitúa justo en posición anterior a la segunda y tercera vértebra cervical descendiendo progresivamente al nivel de la tercera y cuarta vértebra cervical en el adulto.^{1, 2, 19, 40, 57}

El hioides desempeña un papel vital en funciones críticas como la fonación, la deglución y la masticación,⁵⁵ estableciendo una conexión profunda con la laringe, lo que le confiere una influencia significativa en estas funciones, consolidándose como un componente clínico fundamental.

Dado su carácter impar y la ausencia de articulaciones óseas directas, hacen que su posición pivotante sea altamente influenciada por la musculatura que se ancla en él, afectando de manera notable su relación con la vía aérea en ese punto.⁵⁸

El cuerpo es una lámina rectangular situado en la línea media con forma de cuadrilátero alargado lateralmente y de forma irregular. (Ilustración 14)

Se sitúa en un ángulo oblicuo con el extremo anterior apuntando superiormente y el extremo posterior apuntando inferiormente.^{1, 2, 4}

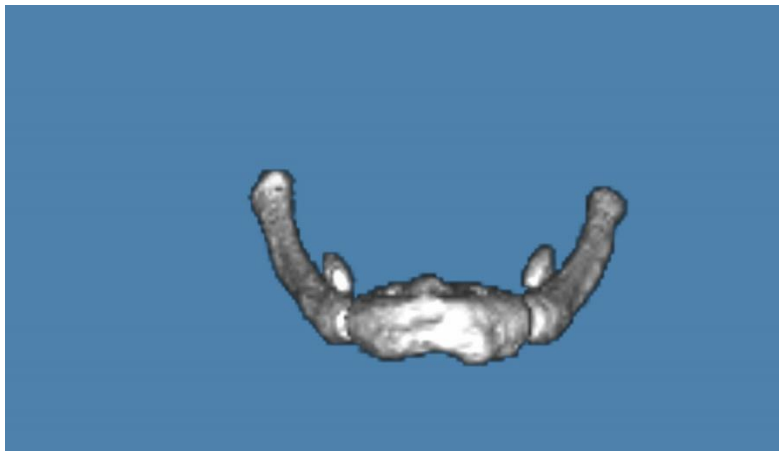


Ilustración 14. Cuerpo del hioides

En su conjunto el hueso hioides forma en su convexidad una clásica U, con su borde externo (anterior) formando la convexidad externa; el borde interno (posterior) formaría la concavidad. Por esta razón, en algunas ocasiones también es llamado arco hioides.^{1,2,4} (

Ilustración 16)

La cara anterior está dividida por una cresta transversal y a su vez cruzada por una cresta media que determina cuatro facetas.

Lateralmente el cuerpo se continúa con las astas mayores (o cuernos mayores) que se extienden desde la extremidad lateral del cuerpo en dirección posterolateral. Son aplanadas horizontalmente y más anchas proximalmente, volviéndose cada vez más estrechas hasta que terminan en tubérculos.^{1, 2, 4} (

Ilustración 16)

Las astas mayores dan inserción a los músculos genioglosos y en su vértice se inserta el ligamento estilohioideo.^{1, 2, 4} (Ilustración 12)

En la cara posterior del cuerpo, cóncava, se encuentran una bursa, la membrana tirohioidea y el tejido areolar que separan al hueso hioides de la epiglotis estando en relación con la membrana tirohioidea.^{1, 2, 4}

En el borde inferior del cuerpo se inserta el músculo esternohioideo.

En la unión del cuerpo y cada asta mayor se encuentra una protuberancia ósea cónica conocida como asta menor (cuernos menores).^{1,2,4}



Ilustración 15. Astas menores del hueso hioides

Las astas menores son dos pequeños relieves situados en la parte craneal, en el límite entre el cuerpo y las astas mayores conectándose con el cuerpo a través de tejido

fibroso. Es en estas astas menores dónde se insertan los músculos de la lengua y del suelo de la boca. ^{1, 2, 4, 16} (Ilustración 12)

También, existen casos en los que cada asta menor se articula con el asta mayor ipsilateral a través de una articulación sinovial, osificándose esta, a largo de la vida. ^{1, 2, 4, 56, 58}

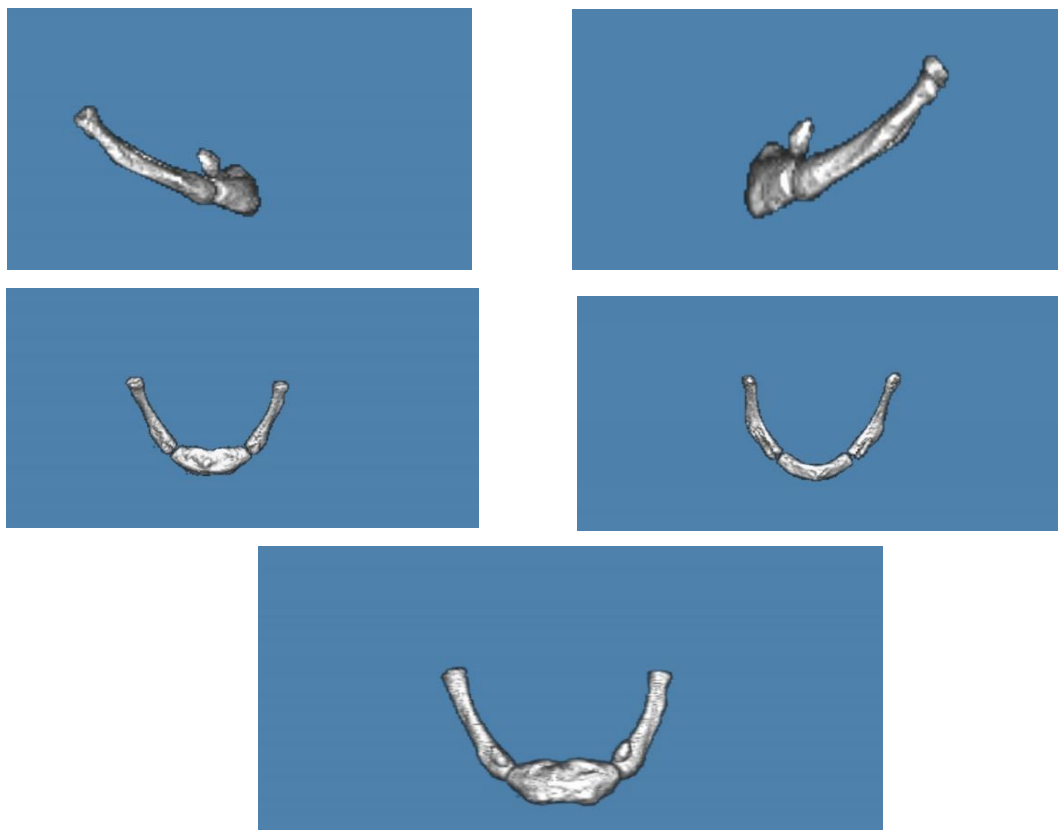


Ilustración 16. Hueso hioides en 3D

Al no tener articulación con ningún otro elemento óseo, realiza sus movimientos y mantiene su posición dependiendo de otras estructuras como son ligamentos, fascias y músculos.

Tiene inserciones musculares tanto superiores como inferiores que lo mantienen en lugar en la región anterior del cuello.^{1, 2, 4, 40}

Teniendo esto en cuenta, se pueden dividir los músculos que se anclan en el hueso hioides en dos grupos: los músculos suprahioides y los músculos infrahioides.

Músculos suprahioides: Forman seis pares y anclan el hueso hioides con la mandíbula, con la lengua y con el cráneo.)^{1, 2, 59} (Ilustración 13)

Son el estilohioideo, el digástrico (anterior y posterior), el genihioideo, el milohioideo, el hiogloso.^{1, 2, 59}

- 1) El **músculo estilohioideo** es largo y delgado transcurre paralelo al digástrico insertándose en la apófisis estiloides y en el tendón del músculo digástrico. Su función principal es elevar el hueso hioides y retraer la lengua, favoreciendo la deglución del bolo alimenticio.^{1, 2, 59}
- 2) El vientre posterior del **digástrico** nace en el proceso mastoideo del cráneo, y el anterior en la sínfisis mentoniana de la mandíbula. Su trayecto conforma el tendón intermedio del digástrico que atraviesa el tejido conectivo que rodea el hueso hioides anclándose en él. En su contracción produce elevación del hueso hioides. Al mantener al hioides en su posición, favorece la apertura mandibular y con ello la masticación.^{1, 2, 59}
- 3) El **músculo genihioideo** es ancho y corto conectando el hueso hioides con la línea media de la mandíbula en su parte más interna en la apófisis geni. El músculo genihioideo participa en la deglución elevando y adelantando al hueso hioides siempre que la mandíbula se encuentre estabilizada. Sin embargo, si el hueso hioides se encuentra mantenido por los demás músculos, hace descender la mandíbula acortando el suelo de la boca y ensanchando la faringe desplazando la mandíbula hacia atrás. Es por tanto el antagonista al masetero y estilohioideo.^{1, 2, 59}

- 4) El **músculo milohioideo** es un músculo fino y forma un suelo fino debajo de la lengua, soportando y formando parte del suelo de la boca. Se origina en la línea oblicua interna mandibular en lo que es llamada línea milohioidea. A partir de ahí desciende para insertarse en la cara anterior del hueso hioides y medialmente al rafe medio suprahiideo, estructura tendinosa que va desde la mandíbula al hueso hioides. Su función es elevar el hioides, el suelo de la boca y lengua, cuando ésta se moviliza contra el paladar en la deglución y el habla. ^{1, 2, 59}
- 5) El **músculo hiogloso** se origina del borde superior del asta mayor y parte frontal del cuerpo del hioides. Se inserta en la lengua en su porción ventral en el medio del músculo estilógloso y el longitudinal inferior de la lengua. Su función es retraer y deprimir la lengua. ^{1,2, 59}
- 6) El **músculo constrictor medio de la faringe** es aquel músculo que se origina en el asta mayor y menor del hueso hioides y se inserta en el rafe faríngeo. Siendo su principal función la constricción media de la faringe. Por tanto su papel es crucial en mantener la permeabilidad de la misma. ^{1, 2, 59}

Tabla 1. Sobre el hueso hioides. Ilustración 12

ARTICULACIONES	NINGUNA
INSERCIONES MUSCULARES	M. DIGÁSTRICO M. MILIHIOIDEO M.GENIHIOIDEO M.ESTERNOHIOIDEO M.GENIOGLOSO M.HIOGLOSO M.OMOHIOIDEO M.ESTERNOTIROIDEO M.CONSTRICTOR MEDIO DE LA FARINGE
INSERCIONES LIGAMENTOSAS	MEMBRANA TIROHIOIDEA LIGAMENTOS HIO-EPIGLOTICOS LIGAMENTO ESTILIHIOIDEO

Músculos infrahioideos: se encuentran en la parte anterior del cuello. ^{1, 2} (Ilustración 13)

Los músculos infrahioideos son abatidores del hueso hioides. Su función principal es la de traccionar del hueso hioides inferiormente, abatiendo la laringe fijando la inserción del músculo tirohioideo, el cual abate directamente el hueso hioides; el omohioideo lo hace inferior, posterior y lateralmente. ^{1, 2}

Todos estos músculos, al actuar sobre el hueso hioides, contribuyen al abatimiento de la mandíbula, fijando la inserción inferior de los músculos suprahioideos que actúan directamente sobre este hueso. ^{1, 2, 4}

- 1) El **músculo omohioideo** es un músculo digástrico, con dos vientres, uno superior y otro inferior. Es un músculo aplanado, alargado y unido por un tendón intermedio entre ambos vientres. ^{1, 2} Se extiende oblicuamente, en la parte lateral del cuello, desde la escápula al hueso hioides.

El vientre inferior se dirige oblicuamente en sentido superomedial y anterior, pasa posterior a la clavícula y anterior a los músculos escalenos primeramente y al paquete vasculonervioso, donde está cubierto por el esternocleidomastoideo. Cuando el músculo cruza la cara anterior de la vena yugular interna, cambia de dirección y describe un ángulo obtuso abierto lateral y superiormente. En este ángulo, el vientre inferior se retrae bruscamente y da lugar a un tendón de longitud variable, llamado tendón intermedio.

Al tendón intermedio le sigue un nuevo cuerpo carnoso y aplanado, el vientre superior.

El vientre superior, menos largo y ancho que el vientre inferior, se dirige superior y un poco media, bordeando lateralmente al esternohioideo y cubre, junto con este, al esternohioideo y tirohioideo. Finalmente, se inserta mediante fibras tendinosas en el borde inferior del cuerpo del hioides, lateralmente al esternohioideo.

En su conjunto el omohioideo describe una curva cóncava posterior, superior y lateralmente; de tal forma que el hueso hioides se conecta con el cráneo, mandíbula, lengua cartílago tiroides, manubrium y escápula.

- 2) **Musculo tirohioideo:** Se origina desde la línea oblicua del cartílago tiroides y se inserta en diversas zonas del hueso hioides, en la parte más posterior del cuerpo, en la parte más inferior de la parte lateral del mismo y en la zona inferior del asta mayor. Su función principal es deprimir al hueso hioides después de la elevación ejercida en la deglución y vocalización. Cuando el hioides se fija, su función principal que es elevar la laringe. ^{1, 2}

- 3) **Musculo esternohioideo:** Se origina de la zona superior del esternón y de la cara posterior de la clavícula. Su inserción es en el borde inferior del cuerpo del hueso hioides. ^{1, 2} Su función es muy importante en relación al estudio que estamos realizando porque es el que guarda más relación con las vías aéreas. En su acción deprime el hueso hioides junto con la laringe, una vez elevados, por la musculatura suprahioidea. Gracias a esta acción se genera una apertura en la vía aérea, restableciendo la respiración pulmonar después de la deglución.

Tabla 2. Músculos originarios del hueso hioides. Ilustración 12

CUERPO Y ASTA MAYOR DEL HUESO HIOIDES	M. HIOGLOSO
ASTA MAYOR Y MENOR DEL HUESO HIOIDES	M. CONSTRICTOR MEDIO DE LA FARINGE
CUERPO DEL HUESO HIOIDES	M. LONGITUDINAL INFERIOR DE LA LENGUA

Tabla 3. Músculos insertados en el hueso hioides. Ilustración 12

CUERPO DEL HUESO HIOIDES	M.GENIOGLOSO
CUERPO DEL HUESO HIOIDES	M.MILOHIOIDEO
BORDE INFERIOR DEL CUERPO HUESO HIOIDES	M.ESTERNOHIOIDEO
CUERPO DEL HUESO HIOIDES A TRAVES DEL TENDON INTERMEDIO DEL DIGASTRICO	M. DIGASTRICO
CUERPO DEL HUESO HIOIDES	M.VIENTRE SUPERIOR DEL OMOHIOIDEO
BORDE INFERIOR DEL CUERPO Y ASTA MAYOR DEL HUESO HIOIDES	M.TIROHIOIDEO
CUERPO DEL HUESO HIOIDES	M. GENIHIOIDEO
CUERPO DEL HUESO HIOIDES	M. ESTILOHIOIDEO

Además de estos músculos del cuello, uno de los músculos intrínsecos de la lengua también se adhiere al hueso hioides. (Ilustración 19)

También hay una inserción membranosa y dos ligamentos al hueso.

- La **membrana tirohioidea** es una membrana extrínseca de la laringe que conecta el borde superior de las láminas del cartílago tiroides y sus astas superiores a la zona superior posterior de las astas mayores y cuerpo del hueso hioides.^{1, 2}
- Los **ligamentos hio-epiglóticos** son uno de los varios ligamentos extrínsecos de la laringe. Se insertan en el cuerpo y las astas mayores del hueso hioides.^{1, 2}
- El **ligamento estilohioideo** se origina en el vértice del proceso estiloides y se inserta en las astas menores del hueso hioides.^{1, 2}

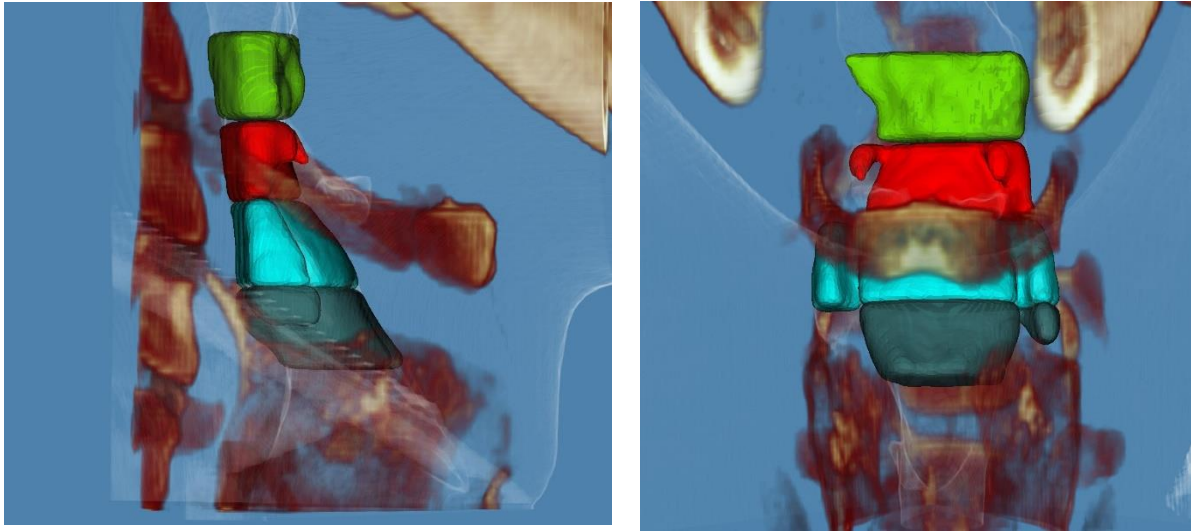


Ilustración 17. Hueso hioides y cartílago cricoides

Si bien la anatomía ha sido intensamente estudiada y documentada, la naturaleza embriológica y el tiempo de la fusión del hueso hioides lo ha sido menos, siendo motivo para futuros estudios respecto a ello.

El origen del hueso hioides ha sido considerado como derivado de los cartílagos de los segundos y terceros arcos faríngeos.^{56, 60, 65}

El asta menor, junto con la parte superior del cuerpo del hioides, se formaría a partir de la extremidad ventral osificada del cartílago del segundo arco y estaría unida con su similar del lado opuesto.

El cartílago del tercer arco se uniría con la extremidad ventral del cartílago del segundo arco correspondiente y, a través de la línea media, con los cartílagos de los arcos segundo y tercero del lado opuesto, en consonancia con lo descrito por Rodríguez-Vazquez.⁶⁰

Esta teoría está actualmente en controversia.

Se han realizado diversos estudios con el fin de determinar cuál es el origen del desarrollo del hueso hioides en humanos.^{56, 65}

En la tesis doctoral de Santos González se han analizado 21 embriones humanos comprendidos entre 11 y 28 milímetros (mm) de longitud (G-L), de 38 a 56 días de edad gestacional y pertenecientes a los estadios 16 a 23 de la Carnegie.⁶¹

En el estudio se ha determinado que el hueso hioides se forma por un anlage impar y medio y cuatro anlages pares.

El anlage impar y medio, según las observaciones del estudio, daría lugar al cuerpo del hioides, originándose a partir del mesénquima de la eminencia hipobranquial, lugar donde confluyen los terceros y cuartos arcos faríngeos.

Los anlages pares, dos, a cada lado del cuerpo del hioides corresponden, unos a las astas mayores derivadas del cartílago del tercer arco, mientras que los otros dos anlages pares darían lugar a las astas menores situadas cranealmente sobre el área de confluencia del cuerpo y astas mayores, formados a expensas del segmento caudal o hioideo del cartílago de Reichert, denominado Apohial.^{56, 65}

En conclusión, el origen embriológico es controvertido pero no es objeto de esta tesis doctoral abriendo las puertas a futuros estudios sobre esta cuestión.

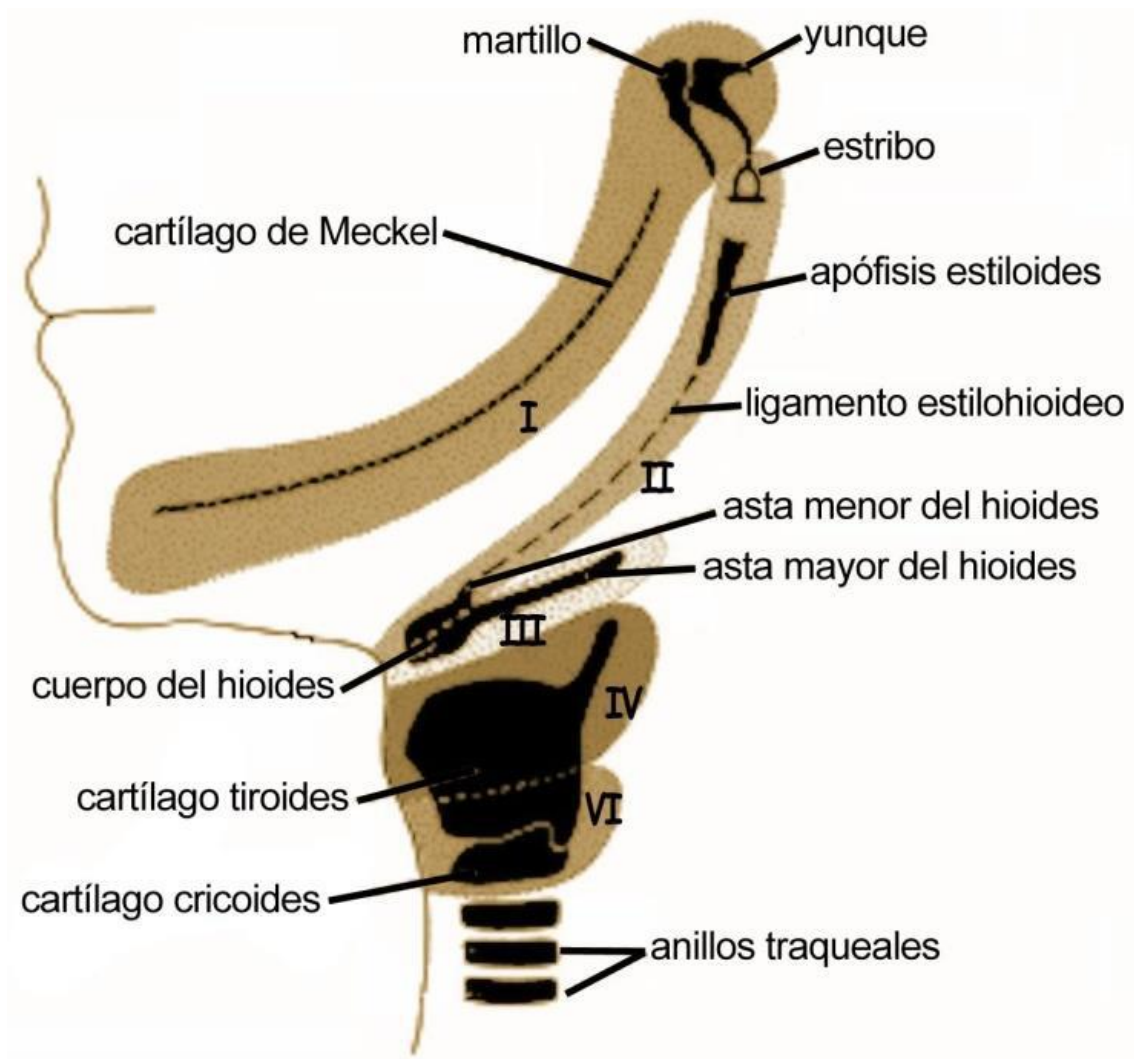


Ilustración 18. Esquema de las estructuras derivadas de los cartílagos de los arcos faciales (Langman, J. Embriología M-edica, 1976)

II. JUSTIFICACIÓN Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

JUSTIFICACIÓN

El hueso hioides presenta una anatomía y posición con múltiples variaciones, lo que unido a su especial ubicación, hacen que ocupe una posición estratégica y participe en múltiples funciones vitales; la fonación, la deglución y especialmente la respiración,⁵⁵ por su íntima conexión con la laringe. Esto hace del hueso hioides un elemento clínico básico.

Su anclaje a la base de cráneo, a la mandíbula, a la lengua, al anillo escapular y a la laringe hacen del hueso hioides un elemento estructural esencial en la actividad funcional y nutricional del complejo orofacial.

Respecto a la vía aérea, esta depende del volumen de los tejidos blandos y el confinamiento óseo que la delimita, siendo ambas circunstancias determinantes en sus dimensiones.

La lengua, por su tamaño (principalmente por la influencia del músculo genio-glosa) y su posición, es el mayor elemento de tejido blando que influye en el tamaño de la vía aérea, incluso más que el paladar blando.^{1, 2, 4}

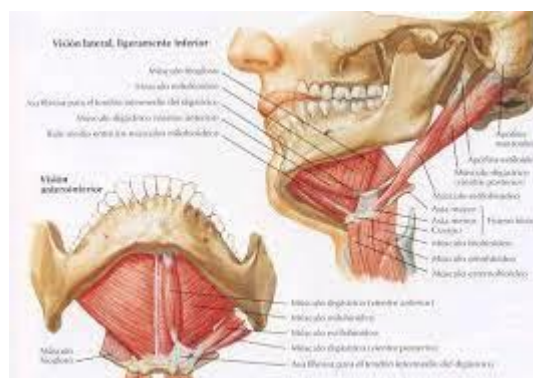


Ilustración 19. Hueso Hioides y músculo genioglosa. Tomada de internet

El hueso hioides, al ser la base ósea de la lengua, participa de manera muy activa en el equilibrio y mantenimiento de las dimensiones y permeabilidad de la vía aérea por encima de los anillos traqueales y por tanto de las dimensiones orofaríngeas e hipofaríngeas, así como en los movimientos mandibulares durante el ciclo respiratorio.^{62, 63, 64}

El hioides en el ser humano se posiciona más arriba que otros mamíferos cuadrúpedos, situándose también los ojos, cara maxilar y mandíbula en una posición más posterior junto con los huesos palatinos etmoidales.^{6, 7, 9, 18}

Como resultado de este movimiento del maxilar superior y la mandíbula hacia atrás, la porción distal de la lengua sobresale por la faringe, la laringe desciende y el paladar blando disminuye en tamaño; a su vez, la úvula y el paladar blando se hacen más flácidos para facilitar el lenguaje.^{6, 7, 9, 18}

Todo esto hace que la posición del hioides, junto con la ergonomía corporal, se haya relacionado con el Síndrome de Apnea Obstructiva (SAO), teniendo en estos casos una posición del hioides más inferior y posterior comparado con posiciones en pacientes sanos.^{19, 65, 66, 67}

Esta situación puede tener ciertos inconvenientes en la obstrucción de la permeabilidad aérea, ya que no existe un grupo muscular específico que mantenga la permeabilidad de la vía, siendo susceptible, por tanto, de obstruirse durante ciertas condiciones de la respiración.^{18, 40, 55}

La vía aérea realiza su recorrido a través de la estructura craneofacial (**biotipo facial**).

La permeabilidad aérea está subordinada al equilibrio resultante de las estructuras músculo-esqueléticas y de tejidos blandos que la rodean. Cualquier alteración de este equilibrio podría comprometer su permeabilidad a diferentes niveles de la misma.⁶⁸

El nivel más superior afectaría a la zona nasal en la nasofaringe, el nivel medio correspondería a la zona del paladar blando-zona posterior lingual en la orofaringe y un nivel inferior en la hipofarínge, aquel que recorre la vía aérea desde la epiglotis hasta el cartílago cricoides. (Ilustración 10)

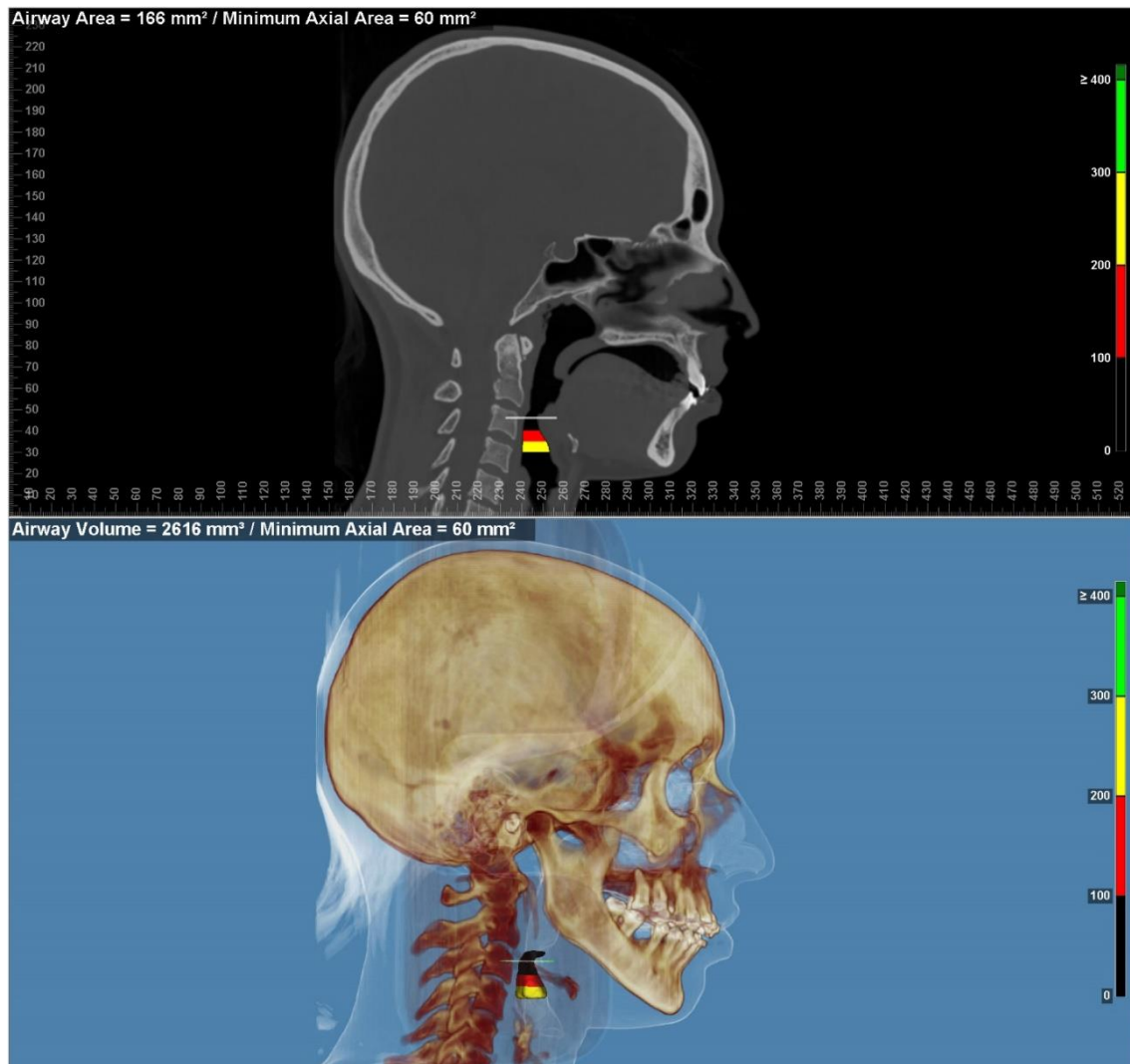


Ilustración 10. Vía aérea

Muchas investigaciones afirman que el mayor colapso de la vía aérea se localiza en el nivel más inferior, en la hipofarínge. ^{16, 35, 36, 38, 39, 41, 46, 66}

Es a este nivel donde, el hueso hioides es una de las estructuras más relevantes, ya que desde el punto de vista musculo-esquelético, puede influir en el SOA ^{19, 64, 65, 66, 69,}

70, 71, 72, 73, 74, 75, 76 siendo el mediador del equilibrio muscular que se relaciona con la vía aérea a nivel inferior, debido también, a las inserciones musculares, como el constrictor medio de la faringe, que regula el volumen aéreo y forma parte de la pared de la faringe.

Además otras estructuras musculares como el genihioideo, geniogloso, esternohioideo y tirohioideo dictaminan la morfología y la posición del hioides.⁴⁰

Una posición más inferior del mismo, se relaciona con un aumento de la longitud de la vía aérea,^{16, 35, 36, 38, 39, 41, 46, 66, 76} lo cual la hace más susceptible de sufrir un colapso.

Si a esto se une un exceso de tejido blando, se produce una localización más caudal del hueso hioides y, por tanto, una posición aún más inferior, agravando disminución de la permeabilidad de la vía aérea.

La estructura craneofacial y el patrón de crecimiento no son iguales en todos los pacientes, y por tanto, el estado de la vía aérea podría variar en función del crecimiento interindividual de cada paciente.^{45, 67, 68, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96}

Existen tres estructuras craneofaciales bien definidas, que se calculan cefalométricamente en una radiografía lateral craneal.

- A. crecimiento hipodivergente. (Braquifacial)
- B. crecimiento neutro. (Mesobraquial)
- C. crecimiento hiperdivergente. (Dolicofacial)

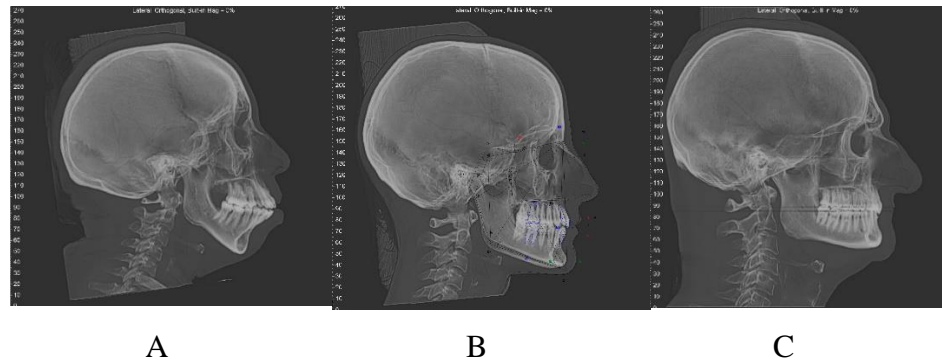


Ilustración 20. Biotipos faciales

Existen tres patrones de crecimiento bien definidas

- A. clase esquelética I
- B. clase esquelética II
- C. clase esquelética III

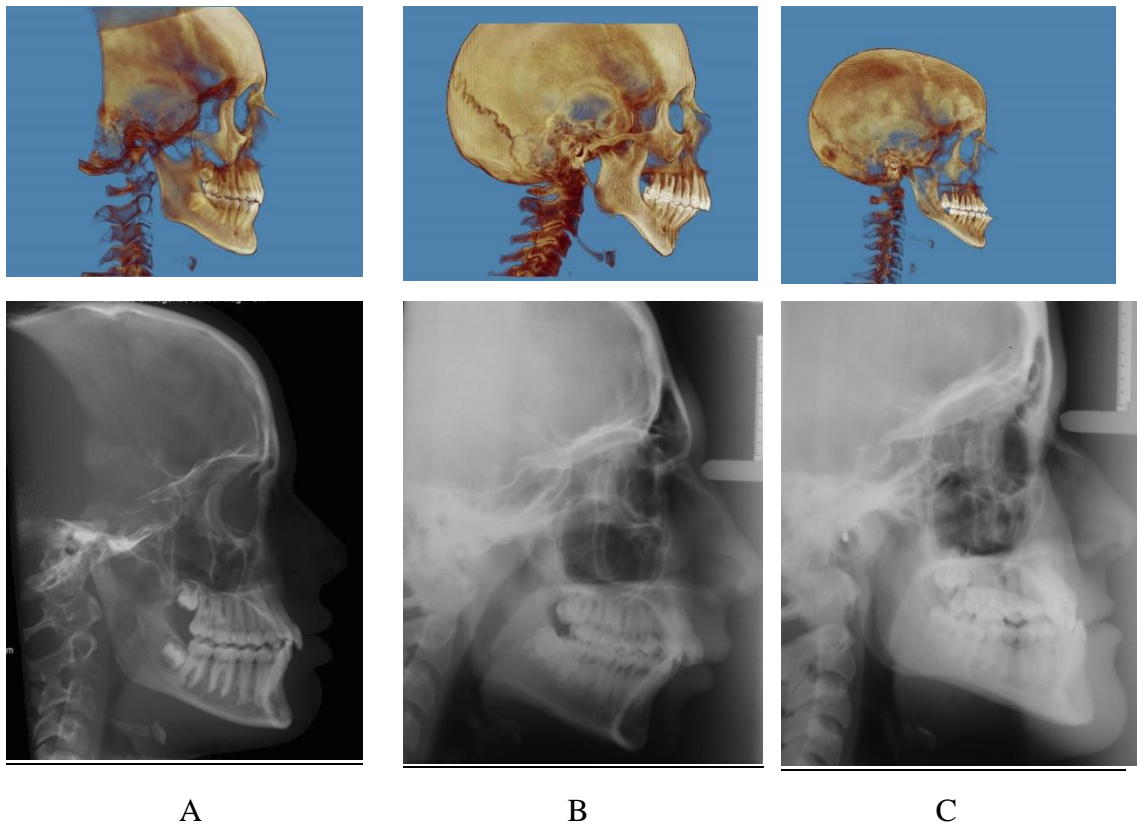


Ilustración 21. Clases esqueléticas

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Es por ello necesario realizar una descripción del papel que juega el hueso hioides en el mantenimiento de la permeabilidad de la vía aérea hipofaríngea.

La diversidad anatómica y las diferentes posiciones con respecto a la mandíbula o la laringe, o en su ángulo de posición, pueden tener una influencia significativa en esta permeabilidad.

Hasta hace poco su posición era poco estudiada pero, debido al incremento del role de la medicina del sueño, médicos y dentistas han hecho relevante la importancia que este hueso juega en el mantenimiento de la permeabilidad de la vía aérea a través de la faringe, por su íntima relación con la mandíbula y la lengua.

Debido a estas consideraciones sería conveniente ampliar el campo de investigación sobre la implicación que posee esta estructura esquelética en la permeabilidad de la vía aérea hipofaríngea y su relación con la estructura esquelético craneofacial.

III. HIPÓTESIS

La morfología y posición del hueso hioides condicionan la permeabilidad de la vía aérea a nivel de la hipofaringe y es dependiente de las clases esqueléticas y biotipos faciales.

IV. OBJETIVOS

Es objetivo de esta tesis doctoral describir la relación del hueso hioides con la permeabilidad aérea hipofaríngea y su relación según los biotipos faciales y patrones esqueléticos.

Nuestro estudio trata de valorar la permeabilidad de la vía aérea en relación con la posición, inclinación y anatomía del hueso hioides a través de imágenes obtenidas mediante Tomografía Axial Computerizada (CBCT) así como la relación de la posición y morfología de este respecto al biotipo facial, clase esquelética e inclinación de la columna cervical.

Para ello se establecen los siguientes objetivos.

Principal/General

- Valorar el **volumen total y los volúmenes parciales** de la vía aérea a nivel del hueso hioides con respecto a **su morfología y posición en relación con el biotipo facial y patrón esquelético**.

Secundarios / Específicos

- Examinar la **morfología y posición** del hueso hioides en relación a **la clase esquelética y biotipo facial**.
- Relacionar el **volumen total** de la vía aérea en la zona hioidea **con la clase esquelética y el biotipo facial**.
- Verificar **los volúmenes parciales** de la vía aérea a nivel del hueso hioides **con la clase esquelética y el biotipo facial**.

- Relacionar el **volumen** de la vía aérea en la zona hioidea con respecto a la **clase esquelética y el biotipo facial** y la **angulación de las vértebras cervicales** respecto a la vertical verdadera.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño

Estudio observacional descriptivo transversal retrospectivo.

Población a estudio

Pacientes del CENTRO DE RADIODIAGNOSTICO ORTEGA PIGA (MADRID) que han sido sometidos a distintas pruebas diagnósticas por padecer patologías asociadas a la permeabilidad aérea durante los últimos 5 años.

Muestreo

Consecutivo no probabilístico

Criterios de selección

Criterios de inclusión.

Pacientes de ambos sexos, mayores de edad, a los cuales se les ha realizado un TAC de cabeza y cuello.

Imagen completa de cabeza hasta la séptima vértebra cervical.

Criterios de exclusión

Aquellos pacientes que se les haya sometido a alguna cirugía de cuello.

Aspectos legales.

En todo el proceso del trabajo, el doctorando y todo el equipo investigador que participe en el estudio, asumirán las obligaciones establecidas en la ley Orgánica 3/18 sobre protección de datos de carácter personal. Así mismo, se tendrá en cuenta todo lo establecido en la ley 14/2007 de investigación biomédica, como así lo establecido en la declaración de Helsinki sobre los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. (Anexo 1)

Tamaño muestral

Se obtiene un tamaño muestral de 180 pacientes, que reunieron los criterios de selección establecidos.

Variables del estudio

Independientes

Biotipo facial (politómica): Braquifacial, Mesofacial y Dolicofacial (plano vertical) ⁶⁷

- Braquifacial: Altura facial disminuida.
- Dolicofacial: Altura facial aumentada.
- Mesofacial: Altura facial dentro de los valores que establecen la normalidad.

Se utilizará la prescripción de FACE para obtener el biotipo facial de cada paciente. Para **diagnosticar al paciente en el plano vertical** hay que diferenciar la altura

facial que posea cada paciente a través de un estudio cefalométrico ^{16, 36, 41, 66, 67, 78, 97, 98,}
⁹⁹ que nos permitirá clasificarlo en los tres biotipos faciales. (Ilustración 20)

Clase esquelética (politómica): (plano horizontal) (Ilustración 21)

La clase esquelética según los parámetros de FACE, respecto a un análisis sagital de las estructuras craneofaciales, corresponde en esencia a:

- Clase I maxilar y mandíbula cuando poseen una interrelación entre 2-4mm.
- Clase II cuando la relación es mayor a 4mm.
- Clase III cuando la relación menor a 2mm. ⁶⁷

El origen de la cefalometría proviene del griego “Kephale” cabeza y “me-tron” medida. Ya en el siglo XVI Leonardo Da Vinci dibujó rostros humanos en los cuales trazaba líneas rectas en diferentes puntos y construía a modo de un patrón y cuando había variaciones a dicho patrón se daban las desviaciones de las estructuras faciales.⁶⁷ (

Ilustración 22).

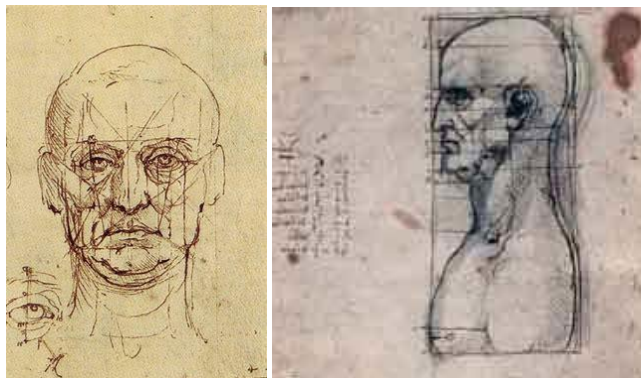


Ilustración 22. Trazados faciales de Leonardo da Vinci

La introducción de la Cefalometría Radiográfica, la realizó B. Holly Broad-bent en 1931. Gracias a la aparición del estudio cefalométrico podremos obtener gran información en el estudio del crecimiento y desarrollo craneal. ⁶⁷

Se trata de un medio diagnóstico útil y preciso en donde se establecen puntos cráneolineales. Es a través de estas mediciones donde obtendremos información anatómica de cada maxilar a modo individual y en relación entre sí. ^{16, 36, 41, 66, 78, 97}

El sistema cefalométrico que mejor **define el biotipo facial o crecimiento craneofacial** fue el descrito por Bjork -Jarabak ^{109, 110, 111} en el año 1962.

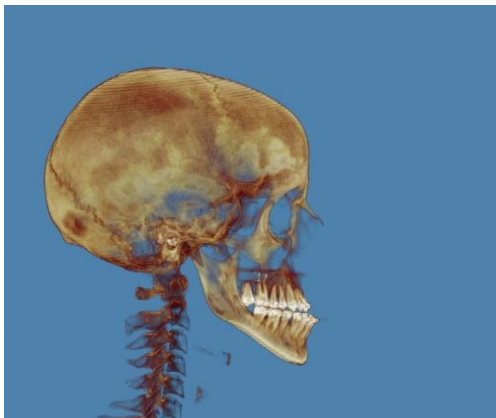
Debido a las diferencias que existen en relación al crecimiento facial, Bjork centra su investigación en la rotación del crecimiento mandibular, dando una explicación a estas discrepancias craneofaciales y de relación interarcada.

Para detectar la predicción del crecimiento rotacional, utilizó la técnica de los implantes junto con radiografías laterales de cráneo.

El autor afirma que el crecimiento no siempre debe ser lineal sino que, en ocasiones, se puede curvar anteriormente y, en otras muchas, la rotación es posterior e inferior. Esta discrepancia en el crecimiento de la mandíbula depende de la localización del centro de rotación.

Por tanto, el crecimiento mandibular posee dos componentes rotacionales: uno anterior y otro posterior.

El **componente rotacional anterior** representa al patrón de crecimiento **Braquifacial**.



Group/Measurement	Value	Mean	Std Dev	Dev Mean
Craniofacial Relation -- Cranial Distortions				
Cranial Length (mm)	142.7	142.5	2.5	0.1
Posterior Facial Height (S-Pr) (mm)	101.1	101.6	2.0	0.2 ****
Cranial Deflection (°)	23.0	27.0	3.0	-1.3 *
Postion Location (mm)	45.9	49.6	2.2	-2.0 **
Basion Position (°)	72.1	76.0	3.0	-1.3 *
Craniofacial Relation -- MA Position				
Maxillary Depth (S-M) (°)	15.7	16.0	2.0	-1.4 *
Maxillary Height (S-Pr) (°)	52.4	56.0	3.0	-1.5 *
SN-Praxial Plane (°)	5.4	7.3	3.0	-0.2
Craniofacial Relation -- MLI Position				
Facial Angle (Pr-M) (°)	49.7	49.6	2.0	0.0
Facial Inclination (M-Me-P) (°)	112.0	90.0	2.0	1.8 ***
MLI (S-Pr) (°)	11.4	22.9	4.5	-2.0 **
Total Plane Height (M-Me-P) (°)	41.5	60.0	3.0	-1.3 ****
Facial Depth (°)	70.0	60.0	3.0	3.1 ****
MAXILLO-MANDIBULAR RELATIONSHIPS				
Coneway (A-Pr) (mm)	-3.0	0.1	2.0	-0.0 **
Conway Length (M-Me) (mm)	43.2	49.0	4.4	0.7
Mandibular Arc (°)	45.9	31.7	4.0	2.3 **
Lower Face Height (M-Me-P) (°)	23.7	45.0	6.0	-1.0 ****
CEPHAL RELATIONSHIPS -- No Position				
U-Incisor Protrusion (SI-AP) (mm)	-1.2	3.5	2.0	-0.0 **
UI - Pr (°)	90.7	111.0	6.0	-2.4 **
U-Incisor Inclination (SI-AP) (°)	5.4	20.0	4.0	-0.5 ****
UI - Pr Vertical (mm)	21.9	21.9	3.0	0.2
CEPHAL RELATIONSHIPS -- MLI Position				
SI Protrusion (SI-AP) (mm)	-4.1	2.0	2.3	-2.7 **
UI to SI (°)	0.2	22.0	4.0	-2.4 ****
Mandibular Extension (mm)	1.5	1.2	2.0	0.1
Lower Face Height	70.1	90.0	6.0	-1.0 ****
CEPHAL RELATIONSHIPS -- M-Me Position				
Inferior Angle (SI-Me) (°)	171.1	130.0	6.0	6.0 ****
Me to SI (°)	0.1	-0.0	1.0	0.0 ****
Overjet (mm)	3.6	2.5	2.5	0.4
Overbite (mm)	3.0	2.5	2.0	0.2
Sex Plane to Pr (°)	5.4	6.7	3.0	0.2
ASYMETRY				
Lower Lip to R-Plane (mm)	-10.7	-2.0	2.0	-4.3 ****
MANDIBULAR ANGLE				
Class II Molar Relationship				
Skeletal Class III (A-B)				
Skeletal Class III (M-M)				
Low Mandibular Plane Angle				
Retractive Maxilla (A-Pr)				
Facial Pattern: Bimaxillary				

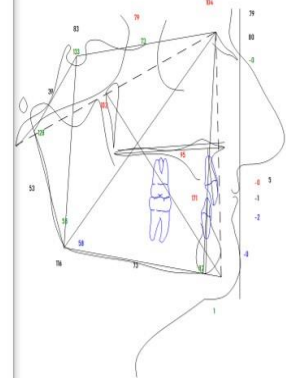
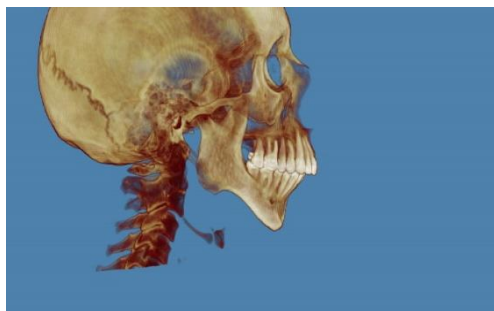
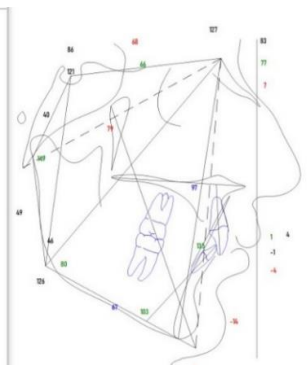


Ilustración 23. Biotipo braquifacial

El componente rotacional posterior representa al patrón de crecimiento **Dolico-facial**.



Group/Measurement	Value	Mean	Std Dev	Dev Mean
Craniofacial Relation -- Cranial Distortions				
Cranial Length (mm)	150.0	150.0	0.0	0.0 ****
Posterior Facial Height (S-Pr) (mm)	100.0	100.0	0.0	0.0 ****
Cranial Deflection (°)	18.0	18.0	0.0	0.0 ****
Postion Location (mm)	40.0	40.0	0.0	0.0 ****
Basion Position (°)	70.0	70.0	0.0	0.0 ****
Craniofacial Relation -- MA Position				
Maxillary Depth (S-M) (°)	15.0	15.0	0.0	0.0 ****
Maxillary Height (S-Pr) (°)	50.0	50.0	0.0	0.0 ****
SN-Praxial Plane (°)	5.0	5.0	0.0	0.0 ****
Craniofacial Relation -- MLI Position				
Facial Angle (Pr-M) (°)	45.0	45.0	0.0	0.0 ****
Facial Inclination (M-Me-P) (°)	110.0	110.0	0.0	0.0 ****
MLI (S-Pr) (°)	10.0	10.0	0.0	0.0 ****
Total Plane Height (M-Me-P) (°)	40.0	40.0	0.0	0.0 ****
Facial Depth (°)	65.0	65.0	0.0	0.0 ****
MAXILLO-MANDIBULAR RELATIONSHIPS				
Coneway (A-Pr) (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0 ****
Conway Length (M-Me) (mm)	40.0	40.0	0.0	0.0 ****
Mandibular Arc (°)	40.0	40.0	0.0	0.0 ****
Lower Face Height (M-Me-P) (°)	20.0	20.0	0.0	0.0 ****
CEPHAL RELATIONSHIPS -- No Position				
U-Incisor Protrusion (SI-AP) (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0 ****
UI - Pr (°)	90.0	90.0	0.0	0.0 ****
U-Incisor Inclination (SI-AP) (°)	0.0	0.0	0.0	0.0 ****
UI - Pr Vertical (mm)	20.0	20.0	0.0	0.0 ****
CEPHAL RELATIONSHIPS -- MLI Position				
SI Protrusion (SI-AP) (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0 ****
UI to SI (°)	0.0	0.0	0.0	0.0 ****
Mandibular Extension (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0 ****
Lower Face Height	20.0	20.0	0.0	0.0 ****
CEPHAL RELATIONSHIPS -- M-Me Position				
Inferior Angle (SI-Me) (°)	180.0	180.0	0.0	0.0 ****
Me to SI (°)	0.0	0.0	0.0	0.0 ****
Overjet (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0 ****
Overbite (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0 ****
Sex Plane to Pr (°)	0.0	0.0	0.0	0.0 ****
ASYMETRY				
Lower Lip to R-Plane (mm)	-10.0	-10.0	0.0	-0.0 ****
MANDIBULAR ANGLE				
Class II Molar Relationship				
Skeletal Class III (A-B)				
Skeletal Class III (M-M)				
Low Mandibular Plane Angle				
Retractive Maxilla (A-Pr)				
Facial Pattern: Bimaxillary				



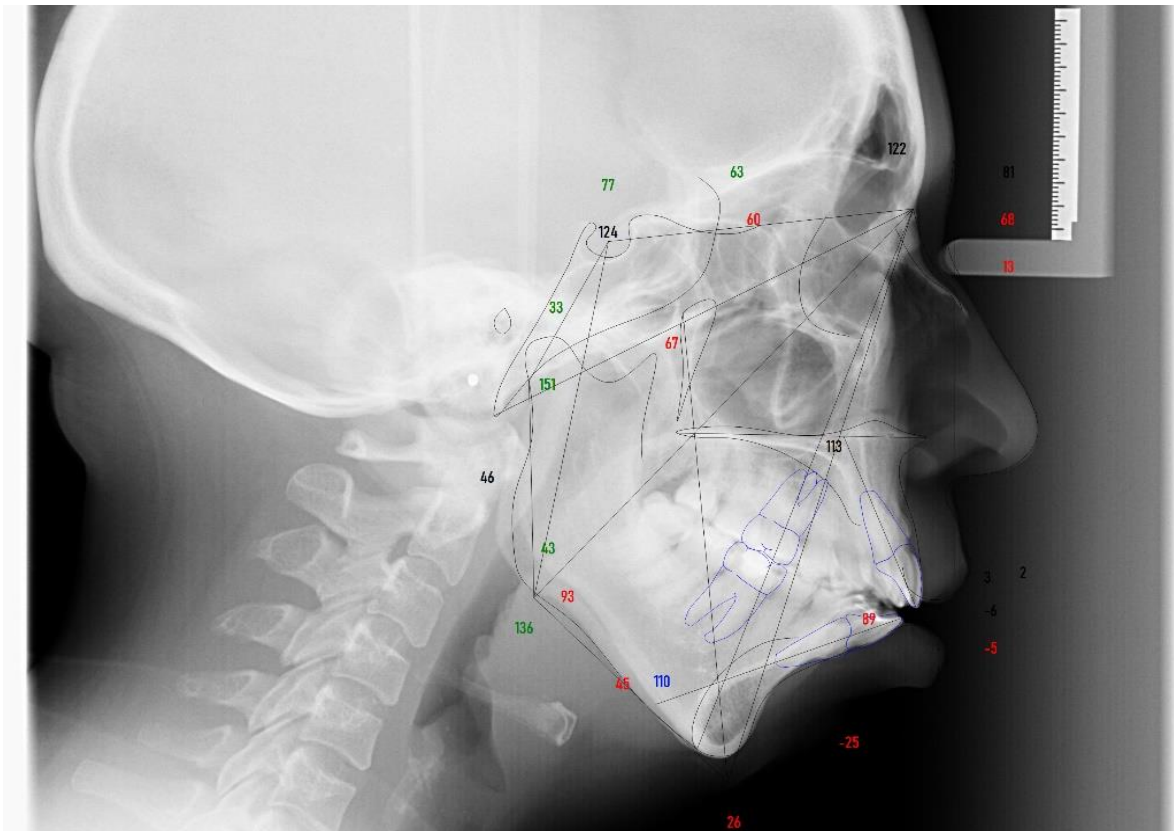


Ilustración 24. Biotipo dolicofacial

Dependientes

Para poder **clasificar a los pacientes en función de la clase esquelética** hay que realizar un estudio cefalométrico a través de una radiografía lateral de cráneo. ^{16, 36, 41, 66, 67, 78, 97, 99}

Al examinar la clase esquelética estamos midiendo la proporción y dimensión esquelética maxilo-mandibular y la relación que existe entre ambas.

Para llevar a cabo este análisis esquelético se empleará el método de la cefalometría en telerradiografía lateral digital bajo el soporte informático que será el encargado de realizar mediciones lineales y angulares de las estructuras craneales y mandibulares, tejidos blandos y estudio de la vía aérea. ^{16, 36, 41, 66, 67, 78, 97, 99, 100, 101, 102}

Angle, Lawrence y Andrews,¹⁰⁵ en el año 1972, describieron con precisión cuales son las características propias que debe tener una oclusión normal en la dentición permanente.

Roth define estas características oclusales cuando existe una relación normal de las estructuras esqueléticas del maxilar y la mandíbula. ^{67, 103, 104}

La **relación interarcada**, deben de representar las siguientes características ^{67, 103, 104, 105}

- a) Cúspide mesio-Vestibular del primer molar maxilar permanente se corresponde mesiodistalmente con el surco principal conformado por la cúspide mesial y medial del primer molar tal como describió Angle.
- b) El reborde marginal distal del primer molar maxilar ocluye con el reborde marginal mesial del segundo molar mandibular.
- c) La cúspide mesio palatina del primer molar maxilar ocluye en la fosa central del primer molar mandibular.

- d) Las cúspides vestibulares de los premolares maxilares tienen una relación cúspide-tronera con los premolares mandibulares. Primer premolar superior, ocluye entre primer y segundo premolar mandibular.
- e) Las cúspides palatinas de los premolares maxilares tienen una relación cúspide-fosa distal con los premolares mandibulares.
- f) El canino maxilar debe mantener una relación de contacto de cúspide-tronera con el canino y primer premolar mandibular.
- g) Los incisivos maxilares cubren parcialmente a los incisivos inferiores, y sus líneas medias coinciden.

En base a estos parámetros podríamos definir ^{67, 103, 104, 105} como:

Clase I: existe una relación molar normal. Caracterizada en la coincidencia de la cúspide mesio-vestibular del primer molar superior permanente con el surco mesiovestibular del primer molar inferior permanente. Esto supone un crecimiento maxilar y mandibular acorde.

Clase II: Existe una alteración en el crecimiento maxilar y/o mandibular por el cual el molar inferior se encuentra situado distalmente a la relación normal con el primer molar superior permanente.

Clase III: Existe una alteración en el crecimiento maxilar y/o mandibular por el cual el molar inferior se encuentra en una situación mesial respecto a la situación normal dictada por el molar superior permanente. (Ilustración 21)

El análisis tradicional de Steiner¹⁰⁶ descrito por el autor en el año 1953, nos proporcionaba mucha información estructural en lo referente a la posición maxilomandibular.

A diferencia de Ricketts,¹¹² Steiner¹⁰⁶ establece como plano de referencia de la base craneal, el plano SN que está conformado por los puntos Sella y Nasion.

Para el autor, utilizar el plano de Frankfurt como referencia, puede conllevar errores.

Éstos se producen cuando se intenta localizar en la telerradiografía lateral de cráneo ciertos puntos craneométricos como el punto Porion, ya que es muy difícil de localizar; además, puede llegar a crear confusión a la hora de diferenciarlo, debido a la transposición que posee en la telerradiografía el conducto auditivo externo (CAE) derecho y el izquierdo.⁶⁷

Por ello Steiner¹⁰⁶ usa como referencia, para localizar el maxilar y la mandíbula, en relación a la base del cráneo, el plano SN.

El ángulo SN con el punto A nos muestra la posición del maxilar en el cráneo. El valor que establece la norma es 82° . Mientras que el ángulo SN con el punto B, nos proporciona información sobre la posición de la mandíbula, estableciendo la norma en 80° . Para comprobar finalmente la relación sagital maxilomandibular el autor establece la medición ANB cuyo resultado final es la diferencia del ángulo SNA con el SNB.

Por lo que un sujeto presentará una relación intermaxilar armónica cuando la diferencia es igual a 2° .

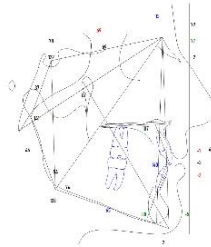
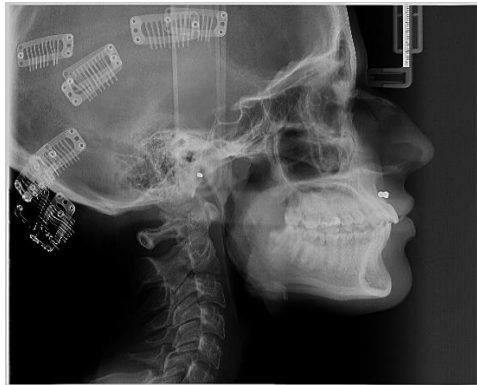


Ilustración 25. Clase esquelética tipo I

Si fuera superior, nos dice que la mandíbula se puede encontrar retroposicionada/retroinclinada en relación al maxilar, por lo que el paciente posee una clase II.

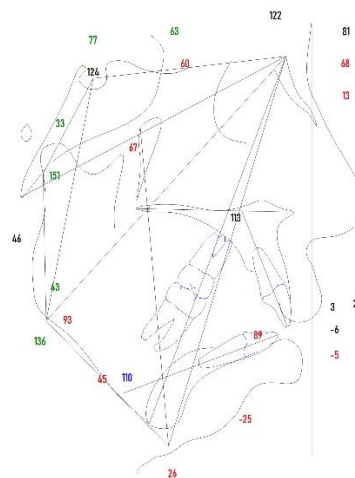


Ilustración 26. Clase esquelética tipo II

Si por el contrario, el valor es inferior a 2° , la mandíbula se encuentra en una posición más anterior por lo que el paciente será clase III. ⁶⁷

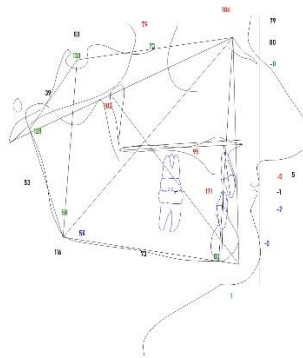


Ilustración 27. Clase esquelética tipo III

- Variables descriptoras de la **LOCALIZACIÓN** del hueso hioides (cuantitativas continuas)

1. **Distancia Horizontal al hueso hioides (HHH)**. (mm) en relación con la vertical verdadera que pasa por el punto más anterior de la segunda vértebra Cervical (C2), la perpendicular desde el punto más anterior del cuerpo del hueso hioides (HH).

2. **Distancia Vertical al hueso hioides (HHV)**. (mm) en relación a la horizontal verdadera que pasa por el punto más anterior del Atlas, la vertical desde el punto más superior del cuerpo del hueso hioides.

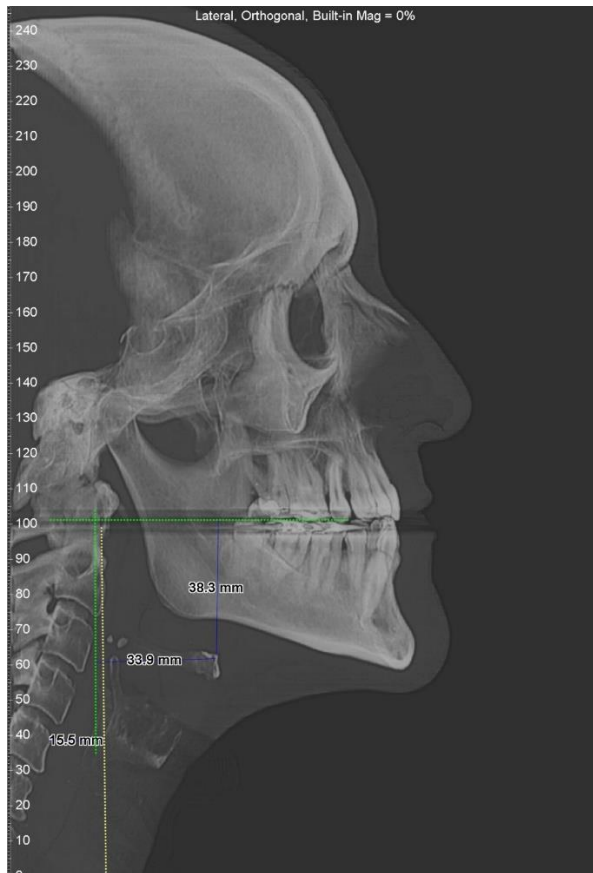


Ilustración 28. Variables de localización

3. **Inclinación del hueso hioides (IHH).** (grado) en relación a la horizontal verdadera que pasa por el punto más anterior del cuerpo del hueso hioides, la recta que une dicho punto con el punto más superior del asta mayor del hueso hioides.

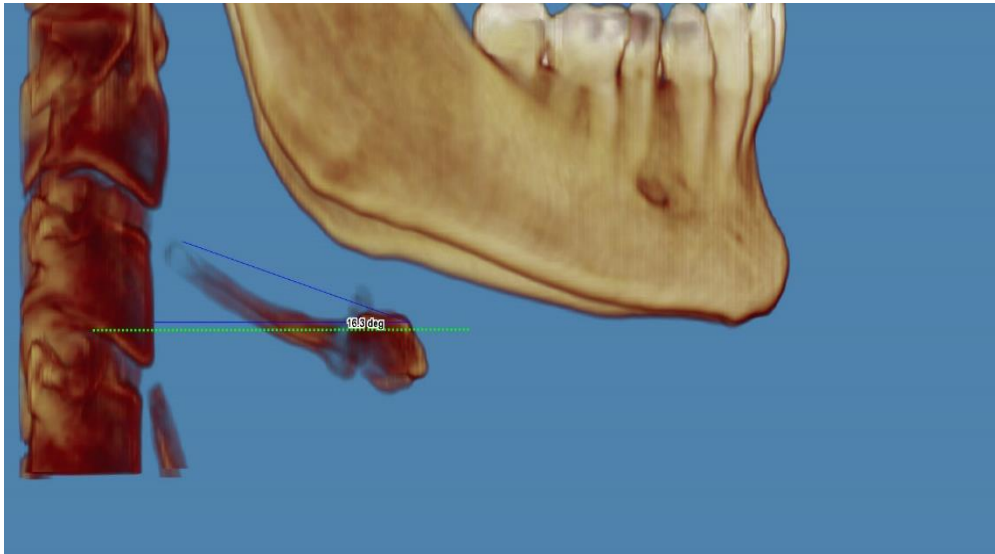


Ilustración 29. Inclinación del hueso hioides

- Variables descriptoras de la **MORFOLOGÍA** hueso hioides (cuantitativas continuas).(Ilustración 30)

1. **Distancia transversal entre los puntos más externos y posteriores de las astas mayores (DPAMHH).** (mm).

2. **Distancia transversal entre puntos más externos de la mitad de la longitud de las astas mayores del hueso hioides. (DMAMHH)** (mm).

3. **Distancia sagital del punto medio de la distancia del cuerpo del hioides con la línea que une las dos astas mayores. (SHH).** (mm).

4. **Distancia entre los puntos más antero-externo izquierdo y derecho del cuerpo del hioides. (CHH).** (mm).

5. **Distancia entre el punto más posterior y el punto más antero-externo del asta mayor derecha del hueso hioides. (LAMD).** (mm).

6. **Distancia entre el punto más posterior y el punto más antero-externo del asta mayor izquierda del hueso hioides. (LAMI). (mm).**

7. **Angulación entre la línea que une el punto más posterior del asta mayor derecha del hueso hioides con el punto más antero-medial del cuerpo hioides y la misma línea en asta mayor izquierda. (AAMHH). (Grados).**



Ilustración 30. Variables morfológicas del hueso hioides

- Variables descriptoras del **VOLUMEN PARCIAL** de la vía aérea en hueso hioides (variables cuantitativas continuas): (Ilustración 31)

1. **Volumen aéreo 2 mm superior al hueso hioides en la vía aérea. (VSHH). (mm³).**

2. **Volumen aéreo dentro de las astas mayores del hueso hioides en la vía aérea. (VAHH) (mm³).**

3. **Volumen aéreo dentro del cuerpo del hueso hioides. (VCHH). (mm³).**

4. **Volumen 2 mm caudal al cuerpo del hueso hioides. (VIHH). (mm³).**

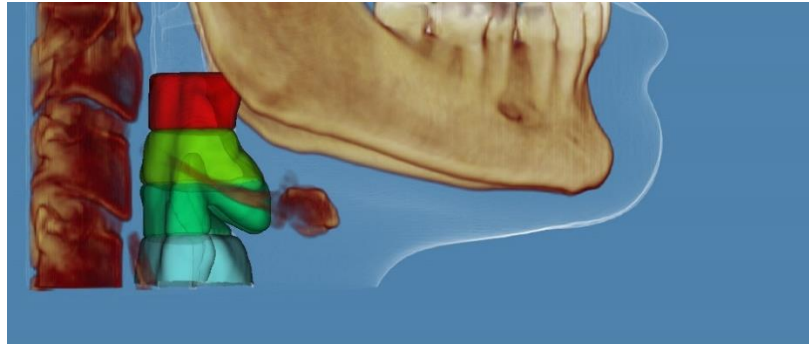


Ilustración 31. Volúmenes parciales

- Variable descriptora del **VOLUMEN TOTAL** de la vía aérea en hueso hioides (variables cuantitativas continuas). (Ilustración 32)

Volumen total dentro del espacio establecido entre el punto más superior del asta mayor del hueso hioides y el punto más inferior del cuerpo del hueso hioides. (VOHH). (mm^3).

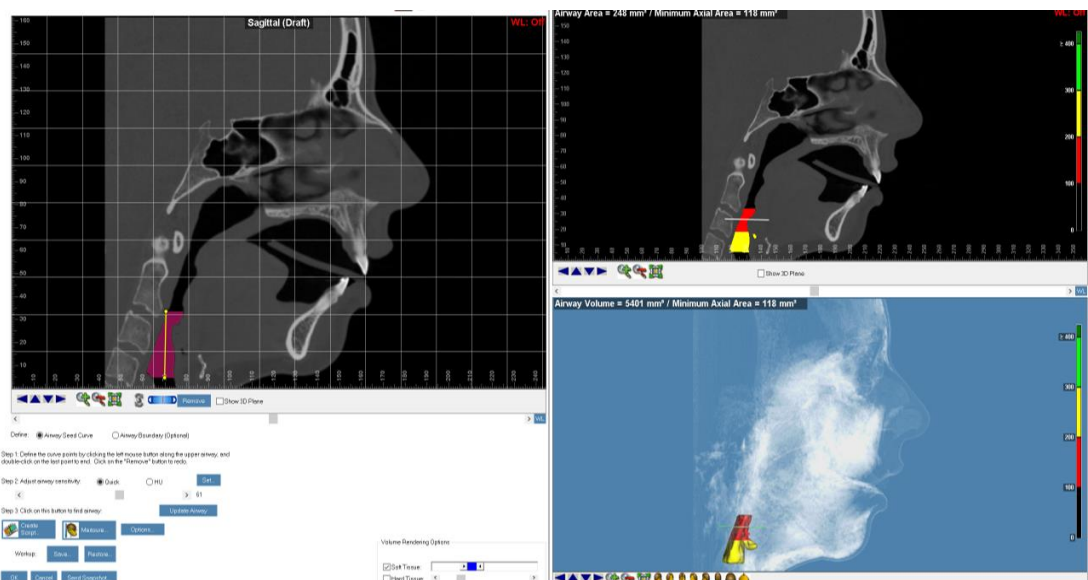


Ilustración 32. Volumen total

- Variables descriptoras de la **INCLINACION DE LA COLUMNA CERVICAL** con respecto a la vertical verdadera que pasa por la C4 (variables cuantitativas continuas). (grados)

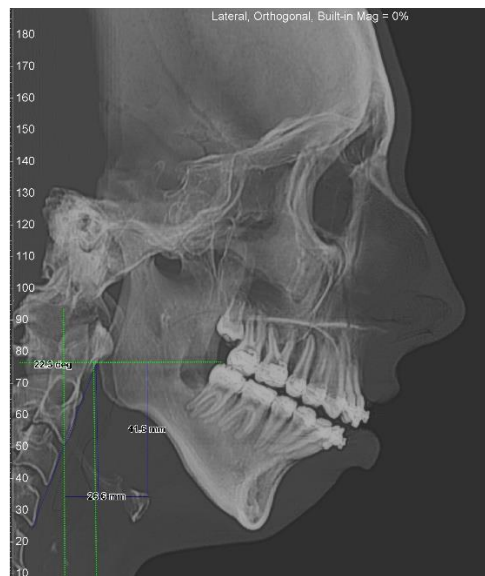


Ilustración 33. Inclinación de la columna.

Control / Sociodemográficas

1. Sexo (masculino/ femenino)
2. Edad (cuantitativa discreta). Años cumplidos

Material de medición de variables

Para la realización de este estudio, se ha requerido de un soporte hardware y software.

En una primera fase se realizaron los estudios de Tomografía axial Computerizada.

Tras la obtención de los archivos DICOM (DIGITAL IMAGING AND COMMUNICATION IN MEDICINE) estos se insertaron en el programa de gestión de archivos e imágenes **Software Dolphin Imaging®** con tratamiento de imágenes DICOM 3.0., obteniendo telerradiografías laterales digitales e imágenes coronales, sagitales y ortogonales de las estructuras a estudiar.

Posteriormente se obtuvieron imágenes en tres dimensiones (3D), tanto de las estructuras óseas como de las vías aéreas pudiendo interrelacionarlas entre sí.

➤ Aparatología con tecnología Cone Beam Computed Tomography (CBCT) de la marca **NEW TOM modelo GIANO HR 3D Advanced CEPH** para la realización los **estudios de Tomografía Axial Computerizada (TAC)**.



Ilustración 34. Aparatología TAC NEW TOM GIANO HR 3D. Tomado de internet

Este modelo presenta un punto focal de 0,5 mm (IEC 60336) con ánodo fijo y una alta resolución gracias al tamaño de vóxel mínimo de 68 micromilímetros.

Posee un generador de alta frecuencia 100-180 khz con potencial constante (DC) y tensión anódica de 60-90 Kv.

El equipo tiene 3 captadores.

1. Captador de 2D PAN con tecnología CMOS
2. Captador 2D CEPH con tecnología CMOS
3. Captador 3D FLAT Panel de silicio amorfo. El cambio de captador 2D a 3D es automático.

Tecnología patentada SAFE BEAM para ofrecer una dosis automática de exposición gracias a la emisión pulsada de la radiación.

Adquisición en 360° y posicionamiento del paciente mediante 4 guías láser lo que facilita la correcta colocación del paciente para la realización del estudio y de manera reglada en cada caso.

➤ **Software Dolphin Imaging®** con tratamiento de imágenes DICOM 3.0. Este software permite la obtención de imágenes en 3D y la medición de distancias, áreas y volúmenes tanto a nivel óseo como a nivel de las vías aéreas.

➤ **Ordenador Portátil HP EliteBook 830 G6** para poder visualizar las imágenes y realizar las medidas para el estudio se utiliza un con los requerimientos de procesador Intel core i5-8265U CPU, 1.60 Ghz- 1.80 Ghz, memoria RAM de 8.00 GB, Sistema Operativo.

- **Windows 10 Pro**
- **Soporte electrónico de historias clínicas**
- **Paquete estadístico SPSS® V 25**
- **Microsoft Office®**

MÉTODO

Tras la aprobación del Comité Ético de Investigación con Medicamentos del Hospital Central de la Defensa con fecha 06/07/2020 con Código 48/20.TD se accedió al servicio de documentación clínica del centro radiológico para la obtención de los pacientes que reunían los criterios de selección empleando un muestreo consecutivo no probabilístico.

Se seleccionaron las historias clínicas con imágenes procesables a través del sistema informático **Software Dolphin Imaging®**

Una vez importadas en el programa se realizaron las distintas mediciones de las variables anteriormente citadas.

Todas las medidas fueron tomadas por el investigador principal y corroborado por uno de los directores del trabajo de investigación.

Los resultados fueron incorporados de manera anonimizada en una base de datos Excel.

Posteriormente se exportaron al paquete estadístico spss v.25 para su posterior análisis estadístico.

POSICIONAMIENTO DE LOS INDIVIDUOS

Para la medición de las diferentes variables cuantitativas se ha tenido en cuenta la correcta posición inicial del paciente en la toma de las imágenes.⁶²

La adquisición se ha estandarizado de la siguiente manera, evitando así, el sesgo de la variabilidad.

El sujeto se posiciona sentado al igual que Shokri¹⁰⁷ y Haralabakis¹⁰⁸ en una silla evitando así la movilidad de la bipedestación.

El sujeto coloca las manos en la agarradera establecida para ello y apoya el mentón en una mentonera habilitada lo que favorece la posición de máxima intercuspidad; de esta forma evitamos el aumento de la dimensión vertical por el desplazamiento mandibular que se produce al dejar los dientes entreabiertos.

La posición maxilar será paralela a la horizontal verdadera respecto al suelo siendo por tanto el plano oclusal y el plano Frankfurt paralelo también.

Una vez seleccionada la muestra se procederá a clasificar a los pacientes en función de su biotipo facial y su patrón de crecimiento esquelético.

Para ello se procederá a analizar cefalométricamente la estructura craneal por medio del software cefalométrico Dolphin Imaging^R

Los sistemas cefalométricos empleados para la realización de la clasificación del patrón esquelético y de la clase esquelética fueron: Bjork^{109, 110, 111} Jarabak,⁶⁷ Ricketts^{112, 113} y el análisis de Steiner.⁶⁷

Una vez abierto el programa informático **Software Dolphin Imaging[®] PRE-MIUM** 11.9.5., se importan los datos DICOM de cada nuevo paciente al que asignaremos un número correlativo al nominativo alcanzando así, el criterio de protección de datos y anonimización de los resultados. En la importación inicial de datos se incluirán edad y sexo, integrándose todos ellos en dicha base.

Hemos de destacar, que dada la complejidad de dicho software, se hace necesaria la explicación detallada de los distintos pasos para la realización de las medidas de las diferentes variables a estudiar.

Abierto el programa, se selecciona mediante la pestaña “**new patient from DICOM**”.

De esta manera se accede a la carpeta originaria de cada paciente donde se encuentran archivados los datos DICOM.

La importación de los datos DICOM **DEBE** realizarse en formato **Software Dolphin Imaging® PREMIUM 11.9.5**.

Mediante el comando “**Downzone and import**” con una reducción del ruido radiológico del 30%, podemos limpiar el campo a estudiar de artefactos que pudieran limitar el estudio de manera inicial. Posteriormente, se realizará un nuevo “lavado” de las imágenes obtenidas tras el renderizado del 3D para poder aislar la imagen del hueso hioideos y de las estructuras óseas adyacentes relacionadas íntimamente con la medición de los diferentes parámetros.

Cada imagen obtenida será guardada en la base de datos de cada paciente para su posterior uso en la obtención de las diferentes medidas.

Todas estas anotaciones serán guardadas en el archivo del paciente mediante el comando “**Send Snapshot**” asignando cada una de ellas un espacio definido idéntico en cada estudio.

Esto nos permite acceder de manera inmediata a cada imagen con las diferentes mediciones específicas de cada paciente.

Al estar el paciente posicionado según protocolos establecidos, con una posición natural de la cabeza, nos va permitir realizar el análisis 2D y el estudio cefalométrico clasificando a los pacientes en función del crecimiento esquelético y su biotipo facial.¹⁹

67

A partir de los archivos DICOM obtendremos una radiografía lateral de cráneo. Para ello en el cuadro izquierdo, en el **apartado de “Build X-Rays”**, seleccionamos la proyección lateral mediante la **acción de “Apply”** localizada en la parte inferior derecha.

Esta primera imagen nos da la información del patrón esquelético y biotipo facial, con lo que guardamos estas imágenes en todos los casos a estudiar, para posterior análisis de los patrones y biotipos respecto al hueso hioides.

A continuación en el cuadro derecho, en el **comando “Dolphin 1”**, obtendremos la imagen lateral del cráneo en formato 2D. Al existir diferentes filtros podremos optimizar la imagen para visualizar correctamente las estructuras. En este caso el filtro EMBOSS será el elegido.

Activado el botón derecho del ratón guardamos la imagen en la base de datos del paciente.

Esta imagen será utilizada para realizar el estudio cefalométrico y el análisis 2D mediante la **acción “Annotations”**.

A continuación, en la barra de acciones seleccionamos la pestaña **“3D”**, abriéndose un desplegable en el cual seleccionamos el comando **“EDIT”** a partir del cual comenzamos a trabajar sobre la imagen 3D.

Una vez que obtenida la imagen en 3D, se eliminan los posibles artefactos radiológicos mediante el comando **EDIT “use volume Sculpting”**. De esta manera podemos obtener una correcta visión de la estructura esquelética.

En el comando **Sculping**, marcamos el punto “**solid**” del volumen para facilitar el análisis 3D del hueso hioides y la estructura craneofacial.

Antes de realizar los diferentes cortes nos aseguraremos de que todas las visiones de tejidos blandos y duros son correctas. Para ello acudimos también al comando “**Volumen**” y realizamos las visiones de traslúcido para las vías aéreas y sólido para el tejido duro y partes blandas.

De esta primera imagen 3D obtendremos la inclinación del hueso hioides; su medición se realiza de manera que la horizontal verdadera transcurre en el punto más anterior del hueso hioides haciendo la angulación con el punto más superior del asta mayor del hueso hioides.

Mediante esta misma secuencia de aislamiento de imágenes podremos obtener una segunda imagen exclusiva del hueso hioides.

Estudiaremos el hueso hioides de cada paciente; primero examinaremos su **POSICION** tridimensional pero, no basándonos en el Triángulo Hioideo,^{53, 114} sino en una medición modificada en el estudio, en base a tener puntos de referencia más estables en la posición de todos los individuos. Es por esta razón por la que se decide cambiar la C3 por la C2.

Para estudiar la **posición antero-posterior u horizontal (HHH)** modificamos el punto de referencia en la medición, siendo la vertical verdadera respecto al suelo que pasa por el punto más anterior de la 2ª Vértebra Cervical; por ser un punto muy estable en su relación con la base del cráneo, es por lo que tomamos esta nueva referencia.

Desde la vertical verdadera se realizará una línea perpendicular, que unirá dicha vertical con el punto más anterior del cuerpo del hueso hioides, obteniendo así la distancia horizontal.

Esto permite valorar si la cercanía o alejamiento del hueso hioides respecto a la columna cervical limita o no la permeabilidad de la vía aérea entre dos estructuras óseas rígidas.

Para la **distancia vertical** (HHV) utilizaremos como referencia la horizontal verdadera, con respecto al suelo, que pasa por el punto más anterior del Atlas, por ser un punto fijo en todos los individuos con respecto a la base del cráneo.

Desde dicha horizontal verdadera, realizaremos una perpendicular hasta el punto más superior del cuerpo del hueso hioides, obteniendo así la posición vertical.

Esta medida permite valorar si la posición del hueso hioides puede influir en el alargamiento o acortamiento de la vía aérea en dicha zona y su influencia en la permeabilidad de dicha área.

Para la valoración de la **inclinación del hueso hioides** (IHH) utilizaremos de nuevo la horizontal verdadera pero como punto de referencia el punto más anterior del cuerpo del hueso hioides que a su vez será el punto de inicio de una línea recta que lo une con el punto más posterior del asta mayor del hueso hioides.

Siendo así, se crea una bisectriz con un grado de angulación que marcará la inclinación del hueso hioides respecto a la horizontal verdadera. Esta medición permite valorar la influencia de la inclinación del hueso hioides con respecto a la permeabilidad de la vía aérea en su paso por el hueso hioides.

Analizaremos la **MORFOLOGÍA** del hueso hioides para poder valorar si la gran diversidad anatómica de este hueso puede influir en la permeabilidad de la vía aérea.

Una vez aislada la imagen 3D del hioides mediante el “**digitalized**” procederemos a realizar las siguientes mediciones en las dos y tres dimensiones. (Distancias y ángulos)

1) **Medición 3D del hioides**

- **Anchura del cuerpo del hioides** desde sus puntos más antero-externos para ver su influencia en el área de la vía aérea y por tanto en la permeabilidad. (CHH) (mm.)
- **Distancia transversal entre los puntos más externos y posteriores de las astas mayores para poder valorar su influencia en la anchura y por tanto en el volumen de la vía aérea y su permeabilidad.** (DPAMHH) (mm).
- **Distancia transversal entre puntos más externos de la mitad de la longitud de las astas mayores del hueso hioides** para valorar si influye en la anchura, y por tanto, en el volumen de la vía aérea y en su permeabilidad. (DMAMHH) (mm).
- **Distancia entre los puntos más antero-externo izquierdo y derecho del cuerpo del hioides** para valorar si influye en la anchura, y por tanto, en el volumen de la vía aérea y en su permeabilidad. (CHH) (mm).
- **Distancia entre el punto más posterior y el punto más antero-externo del asta mayor derecha del hueso hioides.** (LAMD) (mm). Lo mismo haremos en **el lado izquierdo.** (LAMI) (mm); por la gran diversidad anatómica de las astas mayores se realizan mediciones de ambas valorándose, de manera independiente, si esto influye en la anchura, y por tanto, en el volumen de la vía aérea y en su permeabilidad.
- **Angulación (grado) entre la línea que une el punto más posterior del asta mayor derecha del hueso hioides con el punto más antero-medial**

del cuerpo hioides y la misma línea en asta mayor izquierda. (AAMHH), valorando si esta angulación influye en la anchura, y por tanto, en el volumen de la vía aérea y en su permeabilidad.

- **Distancia sagital del punto medio más anterior del cuerpo del hioides con la línea que une las dos astas mayores** para valorar si influye en la anchura, y por tanto, en el volumen de la vía aérea y en su permeabilidad. (SHH)

Realizadas todas las medidas sobre la imagen tridimensional del hueso hioides procedemos a realizar las mediciones del volumen parcial y volumen total de la vía aérea.

2) **Medición del área y volumen de la vía aérea hipofaríngea.**

Se procederá a calcular los **volúmenes parciales de la vía aérea** a nivel del hueso hioides de cada paciente a través del programa informático **Software Dolphin Imaging®**. Tras una medida global se realizarán medidas parciales de los volúmenes teniendo en cuenta los diferentes niveles establecidos y delimitados por el hueso hioides.

Mediante el sistema informático **Software Dolphin Imaging®** se medirán los **volúmenes de la vía aérea en el hueso hioides.**

Calcularemos el volumen justo en el hueso hioides (VAHH) y (VCHH), en su zona superior (VSHH) y en zona inferior del mismo (VIHH).

Para poder realizar el análisis de la vía aérea respecto al hueso hioides utilizaremos el **comando “Sinus/ Airway”**. Una vez visualizamos en la pantalla el corte medial del cuerpo del hueso hioides y su correspondiente vía aérea en dicha zona, utilizaremos el **comando “Upper Constricted Airway”** para poder realizar las posteriores medidas de las áreas y los espacios aéreos en la zona hioidea.

Para realizar un análisis estandarizado en todos los pacientes, se cuadrícula las imágenes de tal forma que el corte sagital medio del cuerpo del hioides ocupe una sola cuadrícula de 10 mm x10 mm.

De esta manera, sin movilizar el hueso hioides de su cuadrícula, se realizarán las diferentes medidas de volúmenes parciales de cada parte correspondiente a la vía aérea en cuadrículas guardando la misma proporción de 10x10mm.

Una vez posicionado obtendremos la medida aplicando el **comando de “Update Volume”**. Con esto obtenemos el volumen de la cuadrícula.

Los límites son:

1. La medida más superior correspondería a la zona más caudal de la orofaringe situándose 20 mm por encima del hueso hioides.
2. La siguiente medición es el comienzo de la hipofarínge, coincidiendo mayormente en la zona de la epiglotis, en donde se ubicarían las astas mayores del hueso hioides. (10 mm por encima del cuerpo del hioides)
3. La siguiente medida correspondería a la vía aérea que más relación guarda con el hueso hioides que corresponde a la zona medial del mismo.
4. La medición más inferior de la VAS correspondería a la zona más caudal de la hipofarínge y del hueso hioides. (10 mm inferior al cuerpo del hioides)

El software nos proporciona el volumen aéreo de cada una de las zonas a estudiar.

La correcta visualización del volumen se realiza mediante el **comando “photo/surfaces”** de tal forma que aseguramos que dicho volumen está circunscrito a las áreas superior e inferior que lo delimitan. Se asigna un color diferente para cada volumen parcial.

Con la suma de cada volumen parcial obtendremos un volumen total de la vía aérea en la zona hioidea al cual le asignaremos otro color.

Marcamos primero la cuadrícula superior y aplicamos el comando de “**Update Volume**”. Con esto obtenemos el volumen de esa cuadrícula.

Repetimos el proceso en la cuadrícula aérea a la altura del cuerpo del hioides obteniendo los mismos parámetros.

Seguidamente lo aplicamos en la tercera cuadrícula, la inferior, obteniendo así cuatro volúmenes parciales, así como un volumen total de paso desde 10mm superior a las astas mayores del cuerpo hasta 10 mm más inferior del cuerpo del hioides.

Por último, se examinarán y relacionarán las variables morfológicas, posicionales del hueso hioides y los volúmenes parciales y el volumen total de la vía aérea en relación íntima con dicho hueso y, posteriormente, se correlacionarán con el biotipo facial y el patrón de crecimiento de cada paciente.

De esta forma obtenemos cinco mediciones volumétricas de la vía aérea hipofaríngea; cuatro volúmenes parciales y el volumen global de toda la vía aérea en donde está implicado el hueso hioides. Cada una de estas medidas se almacenará de manera independiente.

Todos los datos obtenidos son incorporados en una hoja de cálculo Excel para su posterior análisis estadístico.

Método estadístico

Estadística descriptiva

Como índices de la tendencia central y de la dispersión de las variables cuantitativas se emplearon la media aritmética y la desviación estándar \bar{x} (DE) o la mediana y el rango intercuartílico Md (IQR), dependiendo de la asunción o no, respectivamente, del supuesto de la normalidad de las mismas determinado mediante el test de Kolmogorof-Smirnov (K-S).

Para las variables categóricas se emplearon las frecuencias absolutas y relativas porcentuales.

Como representaciones gráficas se usaron los diagramas de barras o de sectores, para variables categóricas; y los de barras de error o de cajas, para variables cuantitativas que asumían o no, respectivamente, el supuesto de la normalidad.

Estadística analítica

La medida de asociación entre dos variables categóricas se efectuó mediante la χ^2 de Pearson, o la prueba exacta de Fisher si ambas eran dicotómicas, en cuyo caso la valoración del efecto se realizó mediante la estimación del riesgo (RP), y su precisión con su intervalo de confianza del 95%.

La medida de asociación entre una variable independiente politómica y dependiente cuantitativa se estimó con el test F de Snedecor (ANOVA de una vía) o con el de Kruskal Wallis, dependiendo del carácter gaussiano o no, respectivamente, de dicha variable cuantitativa. Las comparaciones múltiples post hoc se efectuaron mediante el test de Bonferroni, para distribuciones paramétricas con varianzas iguales, el test T3 de Dunnett para distribuciones paramétricas con varianzas desiguales; o con el test de las medianas, para distribuciones no paramétricas, previa corrección del nivel de significación estadística según el número de comparaciones.

En todos los casos, como grado de significación estadística se empleó un valor de $p < 0,05$ y la aplicación estadística fue el paquete estadístico SPSS® versión 25

VI. RESULTADOS

TAMAÑO MUESTRAL

En la muestra del estudio se observa que un 3/4 de esta es de género femenino.

Los biotipos faciales respecto al sexo se encuentran distribuidos de tal manera que el predominante en ambos sexos es el mesofacial (entre un 41- 43% de la muestra) siendo el braquifacial el menos frecuente en el género femenino (21%) y el dolicofacial en el masculino. (20%)

El porcentaje de biotipos braquifaciales (38%) en el género masculino casi duplica al del género femenino. (21%)

El biotipo dólifacial en el género femenino duplica al de los varones.

Esta distribución diferente de los biotipos por sexo de nuestra muestra no fue estadísticamente significativa, aunque muy cercana a ella ($p= 0,050$).

La distribución de los patrones esqueléticos ocupa casi la mitad de la muestra el patrón de clase I, seguido de la clase II que sería un tercio de la muestra.

Respecto al sexo, el patrón esquelético de clase I es el predominante en género masculino con más del 50% de la muestra seguido del patrón de clase III, mientras que en el género femenino el predominio es el patrón esquelético clase I pero seguido del patrón esquelético de clase II. Estas distribuciones son estadísticamente significativas. ($p=0,037$)

En el género masculino es la clase III la que duplica a la clase II mientras que en femenino es al revés, es la clase II la que duplica a la clase III aproximadamente. (Tabla 4)

Tabla 4. Biotipos faciales y clases esqueléticas en ambos sexos

		Total n=178	Varón n=44	Mujer n=134	p*
Biotipos faciales	Braquifacial	46(25,8%)	17(38,6%)	29(21,6%)	0,050
	Dolicofacial	56(31,5%)	9(20,5%)	47(35,1%)	
	Mesofacial	76(42,7%)	47(35,1%)	58(43,3%)	
		n=179	n=44	n=135	
Clases esqueléticas	I	84(46,9%)	24(54,5%)	60(44,4%)	0,037
	II	60(33,5%)	8(18,2%)	52(38,5%)	
	III	35(19,6%)	12(27,3%)	23(17%)	

* χ^2 Pearson

La distribución de las clases según biotipo es estadísticamente diferente. (p=0,004)

La distribución de cada biotipo dentro de las clases esqueléticas ha sido:

-**Braquifacial**: la frecuencia mayor es en la clase I superando el 50%. El resto se distribuye la mitad cada uno entre clase II y clase III. (25% aprox.)

-**Mesofacial**: la mayor frecuencia es en la clase I con casi el 60% seguido de la clase II.

-**Dolicofacial**: la mayor frecuencia es en la clase II con más del 50% distribuyéndose el resto a la mitad entre la clase I y III.

El biotipo braquifacial y mesofacial se distribuyen de manera similar en las clases II (25-26%).

La distribución de cada clase esquelética dentro de los biotipos faciales:

La **clase esquelética tipo I** es la que predomina tanto en el biotipo mesofacial (57,9%) como el braquifacial. (53,2%).

La **clase esquelética tipo II** es la predominante en el biotipo dolicofacial. (50,9%)

La **clase esquelética tipo III** se da con mayor frecuencia en el biotipo dolicofacial (22,8%), seguido del patrón braquifacial. (21,3%).

La relación clase esquelética - biotipo facial más frecuente es la clase I con biotipo mesofacial seguido de la clase I con biotipo braquifacial.

La relación clase esquelética - biotipo facial menos frecuente es la clase III con biotipo mesofacial seguido de la clase II con biotipo braquifacial.

Tabla 5. Relación entre los biotipos faciales y las clases esqueléticas

		Clases esqueléticas			p
		I	II	III	
Biotipos faciales	Braquifacial	25(53.2%)	12(25.5%)	10(21.3%)	0.004
	Dolicofacial	15(26.3%)	29(50.9%)	13(22.8%)	
	Mesofacial	44(57.9%)	20(26.3%)	12(15.8%)	

* χ^2 Pearson

OBJETIVO I

VOLUMEN TOTAL DE LA VÍA AÉREA HIPOFARINGEA EN RELACIÓN CON LA POSICIÓN Y LA MORFOLOGÍA DEL HUESO HIOIDES

VOLUMEN TOTAL VS POSICIÓN Y MORFOLOGÍA

Se observa que existe un aumento estadísticamente significativo entre el volumen total de la vía aérea hipofaríngea con respecto a **la posición sagital** del hueso hioides ($p < 0,001$); cuanto mayor es la distancia entre la columna vertebral y el hueso hioides, mayor es el volumen total de la vía aérea en esta zona; Sin embargo la correlación lineal no es excesivamente alta.

No se encuentra una correlación lineal estadísticamente significativa entre, **la posición vertical y la inclinación del hueso hioides**, con el aumento o disminución de la permeabilidad aérea. ($p > 0,05$)

No se observa diferencia significativa entre la **variabilidad morfológica del hueso hioides** y el volumen total de la vía aérea en dicha zona ($p > 0,05$)

Tabla 6. Correlaciones lineales entre el volumen de la vía aérea hipofaríngea con la posición y morfología del hueso hioides

		VOLUMEN
POSICION HORIZONTAL DEL HUESO (mm)	Correlación de Pearson	,326**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	180
POSICION VERTICAL DEL HUESO HIOIDES (mm)	Correlación de Pearson	,024
	Sig. (bilateral)	,753
	N	180
INCLINACION DEL HUESO HIOIDES (grados)	Correlación de Pearson	-,070
	Sig. (bilateral)	,351
	N	180
ANCHURA POSTERIOR DEL HUESO HIOIDES (mm)	Correlación de Pearson	,059
	Sig. (bilateral)	,430
	N	180
LONGITUD ASTA MAYOR DERECHA (mm)	Correlación de Pearson	,018
	Sig. (bilateral)	,815
	N	180
LONGITUD ASTA MAYOR IZQUIERDA (mm)	Correlación de Pearson	,091
	Sig. (bilateral)	,223
	N	180
LONGITUD CUERPO DEL HIOIDES (mm)	Correlación de Pearson	,065
	Sig. (bilateral)	,384
	N	180
ANGULO ENTRE LAS ASTAS MAYORES (grado)	Correlación de Pearson	-,024
	Sig. (bilateral)	,748
	N	180
ANCHURA ZONA MEDIA HUESO HIOIDES (mm)	Correlación de Pearson	-,020
	Sig. (bilateral)	,789
	N	

	N	180
LONGITUD ANTERO-POSTE- RIOR HUESO HIOIDES (mm)	Correlación de Pearson	,116
	Sig. (bilateral)	,122
	N	180

OBJETIVO II

VOLUMENES PARCIALES DE LA VÍA AÉREA A NIVEL DEL HUESO HIOIDES RESPECTO A SU POSICION Y MORFOLOGIA.

POSICION

1. posición sagital u horizontal del hueso hioides

Se observa un incremento estadísticamente significativo en todos los volúmenes parciales con respecto **a la posición horizontal** del hueso hioides ($p < 0,05$) de tal forma que cuanto mayor es la distancia del hueso hioides respecto a la columna vertebral mayor es el volumen en cada una de las partes estudiadas. Frente a esa relación estadísticamente significativa el coeficiente de correlación lineal fue bajo.

2. posición vertical del hueso hioides

Se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa entre **la posición vertical** del hueso hioides y los volúmenes de las diferentes zonas estudiadas.

3. Inclinación de hueso hioides

Se confirma que **la inclinación del hueso hioides** no lleva asociado un incremento de los diferentes volúmenes parciales, a excepción del volumen inferior al hueso

hioides en las que se produjo un decremento estadísticamente significativo, disminuyendo el volumen al aumentar la inclinación del hueso hioides respecto a la horizontal verdadera. ($p= 0,017$)

Cabe destacar que el índice de correlación fue bastante bajo.

Tabla 7. Volúmenes parciales de la vía aérea respecto a la posición.

		POSICION		
		POSICION HORIZON- TAL DEL HUESO (mm)	VERTICAL DEL HUESO HIOIDES (mm)	INCLINACION DEL HUESO HIOIDES (grados)
vol p 1	Correlación de Pearson	,221**	-,077	,026
	Sig. (bilateral)	,003	,307	,726
	N	179	179	179
vol p 2	Correlación de Pearson	,292**	-,036	-,034
	Sig. (bilateral)	,000	,636	,648
	N	179	179	179
vol p 3	Correlación de Pearson	,285**	-,023	-,068
	Sig. (bilateral)	,000	,757	,365
	N	179	179	179
volp 4	Correlación de Pearson	,201**	-,066	-,179*
	Sig. (bilateral)	,007	,380	,017
	N	179	179	179

MORFOLOGIA

Respecto a la morfología se observa que no se ha encontrado diferencia estadísticamente significativa que correlacione cambios en el volumen en las diferentes zonas estudiadas y la anatomía del hueso hioides como tal.

Sin embargo, existe un resultado estadísticamente significativo con respecto a la longitud anteroposterior del hueso hioides en el Vp3 (a la altura del cuerpo del hioides)

($p = 0,028$) en el que existe un incremento del volumen cuando el hueso hioides aumenta su relación anteroposterior desde el cuerpo hasta la zona más posterior de las astas mayores.

Tabla 8. Volúmenes parciales de la vía aérea respecto a la morfología.

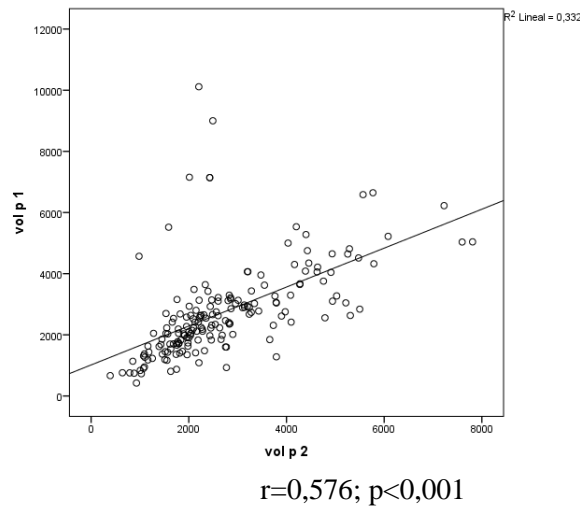
		vol p 1	vol p 2	vol p 3	vol p 4
ANCHURA POSTERIOR DEL HUESO HIOIDES (mm)	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,001 ,994 179	,043 ,568 179	,066 ,383 179	,058 ,443 179
LONGITUD ASTA MAYOR DERECHA (mm)	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,003 ,971 179	,005 ,947 179	,055 ,463 179	-,006 ,936 179
LONGITUD ASTA MAYOR IZQUIERDA (mm)	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,034 ,653 179	,068 ,369 179	,108 ,150 179	,074 ,324 179
LONGITUD CUERPO DEL HIOIDES (mm)	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,088 ,243 179	,019 ,796 179	,068 ,369 179	,052 ,488 179
ANGULO ENTRE LAS ASTAS MAYORES (grado)	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,022 ,773 179	-,035 ,644 179	-,032 ,675 179	,042 ,580 179
ANGULO ENTRE LAS ASTAS MAYORES (grado)	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,108 ,150 179	-,083 ,270 179	,059 ,433 179	-,001 ,990 179
LONGITUD ANTERO-POSTERIOR HUESO HIOIDES (mm)	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,081 ,284 179	,133 ,076 179	,165* ,028 179	,080 ,287 179

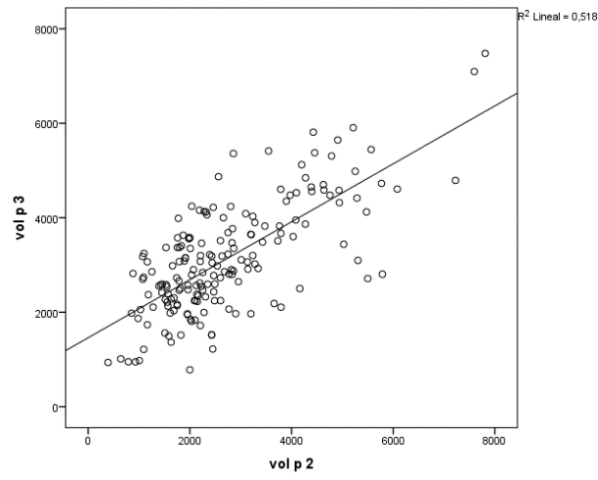
OBJETIVO III

RELACION ENTRE LOS VOLUMENES PARCIALES A SU PASO POR LA ZONA HIOIDEA

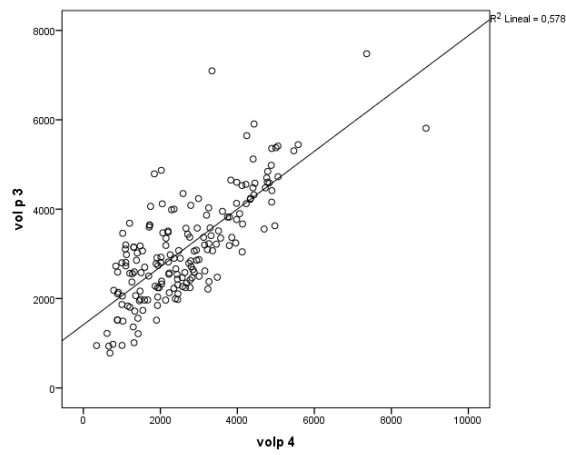
En el estudio de la relación entre los volúmenes parciales a su paso por la zona hioidea se observa que existe una correlación positiva fuerte, estadísticamente significativa, por la que un aumento del volumen de entrada en la zona hioidea lleva aparejado, un aumento de la permeabilidad aérea a la altura de las astas mayores del hueso hioides. ($P < 0,001$) ($r = 0,576$).

Existe una correlación positiva mayor ($r = 0,720$) respecto al volumen de la vía aérea en la zona de las astas mayores del hueso hioides y el cuerpo de este ($P < 0,001$) siendo algo menor entre el volumen en el cuerpo del hioides y la zona inferior de la zona hioidea. ($P < 0,001$) ($r = 0,576$)





$r=0,720$; $p<0,001$



$r=0,576$; $p<0,001$

Figura 1. Diagramas de dispersión, con ajuste de una recta, de los volúmenes parciales en la zona hioidea.

OBJETIVO IV

POSICIÓN Y MORFOLOGIA DEL HUESO HIOIDES CON EL BIOTIPO FACIAL Y LA CLASE ESQUELÉTICA.

POSICION Y BIOTIPO FACIAL

Se observa una diferencia estadísticamente significativa que relaciona la posición sagital, vertical y la inclinación del hueso hioides con el biotipo facial.

Así, en **la posición sagital u horizontal** los braquifaciales manifiestan adelantamiento del hueso hioides 4,7 mm de media mayor (IC 95% 2,2-7,2) que los dolicofaciales ($p < 0,001$); y 2,7mm mayor (ic95% 0,4-5) que los mesofaciales ($p = 0,017$).

No se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los dólicos y los mesofaciales.

En **la posición vertical** los dolicofaciales manifiestan un hueso hioides más bajo en una media de 5,2 mm (IC 95% 1,46-9,02) respecto a los mesofaciales ($p = 0,003$).

Con respecto a **la inclinación** del hueso hioides existe un aumento significativo estadísticamente en los dolicofaciales de casi 7 grados (IC 95% 1,98-11,45 grados) con respecto a los braquifaciales ($p = 0,002$) no observándose diferencia entre el resto de los biotipos.

Tabla 9. Estadística descriptiva de la posición del hueso hioides según los biotipos faciales

		Estadísticos			
biotipo			POSICION HO- RIZONTAL DEL HUESO HIOI- DES (mm)	POSICION VERTICAL DEL HUESO HIOI- DES (mm)	INCLINACION DEL HUESO HIOIDES (gra- dos)
Braquifacial	N	Válido	47	47	47
		Perdidos	0	0	0
		Media	35,721	42,070	19,330
		Desviación estándar	5,6994	7,5917	10,3923
Dolicofacial	N	Válido	57	57	57
		Perdidos	0	0	0
		Media	31,035	44,519	26,051
		Desviación estándar	4,6438	10,0652	10,6286
Mesofacial	N	Válido	76	76	76
		Perdidos	0	0	0
		Media	33,034	39,270	22,797
		Desviación estándar	5,2343	8,7437	9,0832

Tabla 10. ANOVA de la posición del hueso hioides según los biotipos faciales

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cua- drática	F	Sig.
POSICION HORIZON- TAL DEL HUESO HIOI- DES (mm)	Entre grupos	566,309	2	283,155	10,536	,000
	Dentro de gru- pos	4756,680	177	26,874		
	Total	5322,989	179			
POSICION VERTICAL DEL HUESO HIOIDES (mm)	Entre grupos	908,131	2	454,065	5,717	,004
	Dentro de gru- pos	14058,347	177	79,426		
	Total	14966,478	179			
Entre grupos		1165,691	2	582,845	5,901	,003

INCLINACION HUESO HIOIDES (grados)	Dentro de grupos	17482,000	177	98,768
	Total	18647,691	179	

Tabla 11. Comparaciones múltiples de la posición del hueso hioides según los biotipos faciales

Comparaciones múltiples

Bonferroni

Variable dependiente	(I) biotipo	(J) biotipo	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
POSICION HORIZONTAL DEL HUESO HIOIDES (mm)	Braquifacial	Dolicofacial	4,6862*	1,0214	,000	2,218	7,155
		Mesofacial	2,6871*	,9620	,017	,362	5,012
	Dolicofacial	Mesofacial	-1,9991	,9083	,087	-4,195	196
POSICION VERTICAL DEL HUESO HIOIDES (mm)	Braquifacial	Dolicofacial	-2,4491	1,7559	,495	-6,693	1,795
		Mesofacial	2,8005	1,6538	,276	-1,197	6,798
	Dolicofacial	Mesofacial	5,2496*	1,5616	,003	1,475	9,024
INCLINACION HUESO HIOIDES (grados)	Braquifacial	Dolicofacial	-6,7211*	1,9581	,002	-11,454	-1,988
		Mesofacial	-3,4676	1,8442	,185	-7,925	,990
	Dolicofacial	Mesofacial	3,2535	1,7414	,190	-,955	7,462

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

POSICIÓN Y CLASE ESQUELETICA

Se observa una **diferencia estadísticamente significativa con respecto a la posición horizontal del hueso hioides** ($p=0,016$), sin observarse en la distancia vertical o en la inclinación de dicho hueso.

Así, se da un **aumento** estadísticamente significativo ($p=0,044$) **de la distancia del hueso hioides a nivel sagital u horizontal entre las clases esqueléticas I y II de 2,2mm** (ic95% 0,43-4,40).

Se da **también un aumento de la distancia del hueso hioides a nivel sagital entre las clases esqueléticas II y III de 2,8mm** (ic95% 0,98-5,59) siendo mayor estadísticamente en las clases III. ($p=0,04$)

Tabla 12. Estadística descriptiva de la posición del hueso hioides según las clases esqueléticas.

		Estadísticos			
clase			POSICION HO- RIZONTAL DEL HUESO HIOI- DES (mm)	POSICION VERTICAL DEL HUESO HIOI- DES (mm)	INCLINACION HUESO HIOI- DES (grados)
Clase I	N	Válido	84	84	84
		Perdidos	0	0	0
		Media	33,735	41,049	22,771
		Desviación estándar	4,7904	8,7761	9,1956
Clase II	N	Válido	61	61	61
		Perdidos	0	0	0
		Media	31,513	41,211	23,352
		Desviación estándar	5,4609	8,8321	10,1803
Clase III	N	Válido	35	35	35
		Perdidos	0	0	0
		Media	34,357	43,926	22,534
		Desviación estándar	6,3854	10,3898	12,5936

Tabla 13. ANOVA de la posición del hueso hioides según las clases esqueléticas.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cua- drática	F	Sig.
POSICION HORIZON- TAL DEL HUESO HIOI- DES (mm)	Entre grupos	242,744	2	121,372	4,229	,016
	Dentro de gru- pos	5080,245	177	28,702		
	Total	5322,989	179			
POSICION VERTICAL DEL HUESO HIOIDES (mm)	Entre grupos	223,319	2	111,660	1,341	,264
	Dentro de gru- pos	14743,159	177	83,295		
	Total	14966,478	179			
INCLINACION HUESO HIOIDES (grados)	Entre grupos	18,469	2	9,234	,088	,916
	Dentro de gru- pos	18629,222	177	105,250		
	Total	18647,691	179			

Tabla 14. Comparaciones múltiples de la posición del hueso hioides según las clases esqueléticas.

Comparaciones múltiples							
Bonferroni							
Variable dependiente	(I) clase	(J) clase	Diferencia		Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
			de medias (I-J)	Error están- dar		Límite infe- rior	Límite su- perior
POSICION HORI- ZONTAL DEL HUESO HIOIDES (mm)	Clase I	Clase II	2,2214*	,9012	,044	,043	4,400
		Clase III	-,6226	1,0778	1,000	-3,228	1,982
	Clase II	Clase III	-2,8440*	1,1360	,040	-5,590	-,098

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

MORFOLOGIA CON RESPECTO A BIOTIPO FACIAL

Se observa una diferencia estadísticamente significativa en el tamaño del asta mayor derecha en los biotipos braquifaciales con respecto a los dolicofaciales con una media de 1,6mm ($p=0,04$) (IC 95% 0,05-3,17), siendo mayor en el primero.

Se observa una disminución estadísticamente significativa del ángulo formado por las astas mayores del hueso hioides en los biotipos braquifaciales con respecto a los dolicofaciales de media 4,3 grados mayor en estos últimos ($p=0,039$) (IC 95% 0,162-8,44), no observándose diferencias entre los mesofaciales y dolicofaciales ni entre los braquifaciales y mesofaciales.

Se observa un aumento estadísticamente significativo en la longitud antero-posterior del hueso hioides (tamaño longitudinal del hueso hioides) en los biotipos braquifaciales con respecto a los demás biotipos siendo mayor esa diferencia con los dolicofaciales ($p=0,002$) (media de 2,26mm) (IC 95% 0,744-4,17) y menor en los mesofaciales ($p=0,019$) (media de 1,8mm) (IC 95% 0,233-3,46). Entre los biotipos mesofaciales y dolicofaciales no se encuentra diferencia significativa.

MORFOLOGIA CON RESPECTO A CLASE ESQUELETICA

NO SE OBSERVA una correlación entre la morfología del hueso hioides con respecto a la clase esquelética.

OBJETIVO V

VOLUMEN TOTAL CON RESPECTO AL BIOTIPO FACIAL

Se observa una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos respecto al volumen total que discurre en la zona hioidea siendo el biotipo braquifacial el que mayor volumen tiene con respecto al dolicofacial con un aumento de 2333 mm³ de la permeabilidad aérea del primer biotipo. ($p = 0,037$) (IC 95% 103-4563).

Tabla 15. Estadística descriptiva de los volúmenes totales con respecto a los biotipos faciales.

Estadísticos			
VOLUMEN			
Braquifacial	N	Válido	47
		Perdidos	0
	Media		11510,36
	Desviación estándar		4780,727
Dolicofacial	N	Válido	57
		Perdidos	0
	Media		9176,61
	Desviación estándar		4788,252
Mesofacial	N	Válido	76
		Perdidos	0
	Media		11016,84
	Desviación estándar		4539,783

Tabla 16. Tabla 17. ANOVA de los volúmenes totales con respecto a los biotipos faciales.

ANOVA					
VOLUMEN					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	167393913,300	2	83696956,670	3,817	,024

Dentro de grupos	3881000506,000	177	21926556,530
Total	4048394420,000	179	

Tabla 18. Comparaciones múltiples de los volúmenes totales con respecto a los biotipos faciales.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: VOLUMEN

Bonferroni

(I) biotipo	(J) biotipo	Diferencia de		Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
		medias (I-J)	Error estándar		Límite inferior	Límite superior
Braquifacial	Dolicofacial	2333,748*	922,604	,037	103,86	4563,63
	Mesofacial	493,520	868,925	1,000	-1606,63	2593,66
Dolicofacial	Mesofacial	-1840,228	820,478	,078	-3823,28	142,82

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

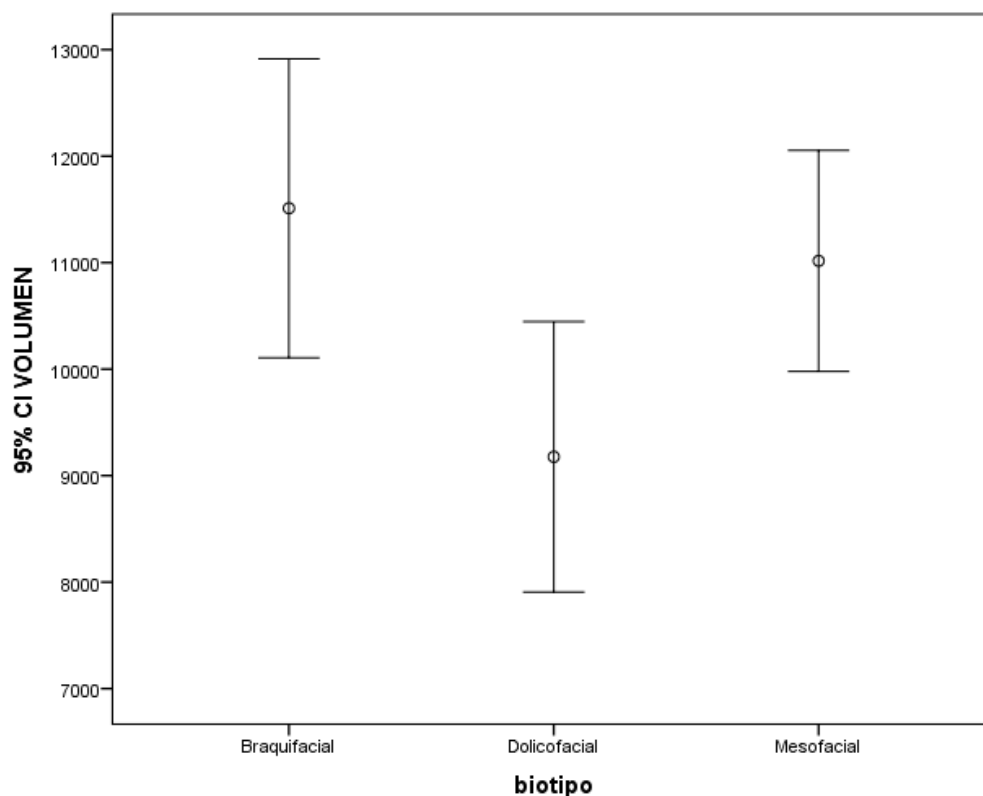


Figura 2. Representación mediante barras de error de la relación entre el volumen total y los biotipos faciales

VOLUMEN TOTAL CON CLASE ESQUELÉTICA

Se observa una diferencia estadísticamente significativa entre las clases esqueléticas de tipo I y las de tipo II de 2230 mm³ (p= 0,15) (IC 95% 332-4127) siendo mayor la permeabilidad en las clases esqueléticas de tipo I; no se ha encontrado diferencia estadísticamente significativa entre las clases I y III ni entre las II y las III.

El volumen medio de las clases I y III es muy similar siendo mucho menor el de las clases II.

Tabla 19. Estadística descriptiva de los volúmenes totales con respecto a las clases esqueléticas.

Estadísticos			
VOLUMEN			
Clase I	N	Válido	84
		Perdidos	0
	Media		11354,13
	Desviación estándar		5401,667
Clase II	N	Válido	61
		Perdidos	0
	Media		9124,00
	Desviación estándar		3137,134
Clase III	N	Válido	35
		Perdidos	0
	Media		11172,09
	Desviación estándar		4983,060

Tabla 20. ANOVA de los volúmenes totales con respecto a las clases esqueléticas.

ANOVA					
VOLUMEN					
	Suma de cua- drados	gl	Media cuadrá- tica	F	Sig.
Entre grupos	191873077,500	2	95936538,750	4,403	,014
Dentro de grupos	3856521342,000	177	21788256,170		
Total	4048394420,000	179			

Tabla 21. Comparaciones múltiples de los volúmenes totales con respecto a las clases esqueléticas.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: VOLUMEN						
Bonferroni						
(I) clase	(J) clase	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Clase I	Clase II	2230,131*	785,219	,015	332,30	4127,96
	Clase III	182,045	939,098	1,000	-2087,71	2451,80
Clase II	Clase III	-2048,086	989,801	,120	-4440,38	344,21

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

OBJETIVO VI

VOLUMENES PARCIALES DE LA VÍA AÉREA CON RESPECTO AL BIOTIPO FACIAL Y CLASE ESQUELETICA.

VOLUMEN PARCIAL CON BIOTIPO FACIAL

La permeabilidad aérea en la entrada a la zona hioidea es estadísticamente menor en el biotipo dolicofacial con una media de 894 mm³ (p=0,002) (IC 95% 267-1520) con respecto al mesofacial.

Se observa también que la permeabilidad aérea en zona sub-hioidea es estadísticamente menor en el biotipo dolicofacial con una media de 702 mm³ ($p=0,03$) (IC 95% 51-1352) con respecto al Braquifacial.

Tabla 22. Estadística descriptiva de los volúmenes parciales de la vía aérea respecto al biotipo facial.

Estadísticos						
biotipo			vol p 1	vol p 2	vol p 3	volp 4
Braquifacial	N	Válido	46	46	46	46
		Perdidos	1	1	1	1
	Media		2804,41	2971,63	3298,96	2976,43
	Desviación estándar		1480,588	1496,437	1298,227	1296,315
Dolicofacial	N	Válido	57	57	57	57
		Perdidos	0	0	0	0
	Media		2212,72	2357,51	2860,53	2274,54
	Desviación estándar		1164,676	1406,899	1234,174	1604,194
Mesofacial	N	Válido	76	76	76	76
		Perdidos	0	0	0	0
	Media		3106,62	2827,18	3218,66	2720,61
	Desviación estándar		1675,293	1231,040	1014,637	1180,734

Tabla 23 ANOVA de los volúmenes parciales de la vía aérea respecto al biotipo facial.

ANOVA						
		Suma de cua- drados	gl	Media cuadrá- tica	F	Sig.
vol p 1	Entre grupos	26250045,510	2	13125022,750	5,998	,003
	Dentro de grupos	385104226,600	176	2188092,197		
	Total	411354272,100	178			
vol p 2	Entre grupos	11270591,790	2	5635295,897	3,049	,050
	Dentro de grupos	325273386,400	176	1848144,241		
	Total	336543978,200	178			
vol p 3	Entre grupos	6045586,458	2	3022793,229	2,232	,110
	Dentro de grupos	238352793,200	176	1354277,234		
	Total	244398379,700	178			
volp 4	Entre grupos	13309948,500	2	6654974,249	3,612	,029
	Dentro de grupos	324292059,600	176	1842568,520		
	Total	337602008,100	178			

Tabla 24 Comparaciones múltiples de los volúmenes parciales de la vía aérea respecto a las clases esqueléticas..

Comparaciones múltiples							
Bonferroni							
Variable depen- diente	(I) biotipo	(J) biotipo	Diferencia de medias (I-J)	Error es- tándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite infe- rior	Límite su- perior
vol p 1	Braquifacial	Dolicofacial	591,694	293,180	,135	-116,95	1300,33
		Mesofacial	-302,205	276,329	,827	-970,12	365,70
	Dolicofacial	Mesofacial	-893,899*	259,188	,002	-1520,38	-267,42
volp 4	Braquifacial	Dolicofacial	701,891*	269,038	,030	51,60	1352,18
		Mesofacial	255,830	253,575	,943	-357,08	868,74
	Dolicofacial	Mesofacial	-446,061	237,845	,187	-1020,95	128,83

VOLUMEN PARCIAL CON CLASE ESQUELETICA

Se observa una variación estadísticamente significativa entre grupos en la entrada de la permeabilidad aérea en la zona hioidea ($p=0,04$). Al realizar el test de comparaciones múltiples no se encontró ninguna clase con diferente volumen de entrada. ($p>0,05$)

Se observa que el volumen en las zona de las astas mayores del hueso hioides es mayor en la clase I (media de 916 mm³ ($p=0,001$) (IC 95% 377-1454) que en la clase II.

El volumen de salida es estadísticamente mayor (0,04) en la clase esquelética III con una media de 705 mm³. (IC 95% 8-1401)

Tabla 25. Estadística descriptiva de los volúmenes parciales de la vía aérea respecto a las clases esqueléticas.

Estadísticos						
clase			vol p 1	vol p 2	vol p 3	volp 4
Clase I	N	Válido	83	83	83	83
		Perdidos	1	1	1	1
	Media		3052,54	3110,13	3247,23	2735,87
	Desviación estándar		1574,793	1582,668	1285,942	1343,711
Clase II	N	Válido	61	61	61	61
		Perdidos	0	0	0	0
	Media		2457,08	2194,08	2896,98	2308,15
	Desviación estándar		1607,824	859,241	927,973	1150,746
Clase III	N	Válido	35	35	35	35
		Perdidos	0	0	0	0
	Media		2513,94	2684,54	3233,83	3013,06
	Desviación estándar		1058,789	1298,252	1240,319	1695,539

Tabla 26. ANOVA de los volúmenes parciales de la vía aérea respecto a las clases esqueléticas.

ANOVA						
		Suma de cua- drados	gl	Media cuadrá- tica	F	Sig.
vol p 1	Entre grupos	14775499,020	2	7387749,511	3,279	,040
	Dentro de grupos	396578773,100	176	2253288,483		
	Total	411354272,100	178			
vol p 2	Entre grupos	29543913,360	2	14771956,680	8,469	,000
	Dentro de grupos	307000064,800	176	1744318,550		
	Total	336543978,200	178			
vol p 3	Entre grupos	4826009,082	2	2413004,541	1,773	,173
	Dentro de grupos	239572370,600	176	1361206,651		
	Total	244398379,700	178			
volp 4	Entre grupos	12348193,000	2	6174096,500	3,341	,038
	Dentro de grupos	325253815,100	176	1848033,040		
	Total	337602008,100	178			

Tabla 27. Comparaciones múltiples de los volúmenes parciales de la vía aérea respecto a las clases esqueléticas.

Comparaciones múltiples

Bonferroni

Variable dependiente	(I) clase	(J) clase	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
vol p 1	Clase I	Clase II	595,460	253,155	,059	-16,43	1207,35
		Clase III	538,599	302,535	,230	-192,65	1269,85
	Clase II	Clase I	-595,460	253,155	,059	-1207,35	16,43
		Clase III	-56,861	318,306	1,000	-826,23	712,51
	Clase III	Clase I	-538,599	302,535	,230	-1269,85	192,65
		Clase II	56,861	318,306	1,000	-712,51	826,23
vol p 2	Clase I	Clase II	916,051*	222,736	,000	377,68	1454,42
		Clase III	425,590	266,183	,335	-217,80	1068,98
	Clase II	Clase I	-916,051*	222,736	,000	-1454,42	-377,68
		Clase III	-490,461	280,059	,245	-1167,39	186,46
	Clase III	Clase I	-425,590	266,183	,335	-1068,98	217,80
		Clase II	490,461	280,059	,245	-186,46	1167,39
volp 4	Clase I	Clase II	427,720	229,262	,191	-126,42	981,86
		Clase III	-277,190	273,982	,939	-939,43	385,05
	Clase II	Clase I	-427,720	229,262	,191	-981,86	126,42
		Clase III	-704,910*	288,265	,046	-1401,67	-8,15
	Clase III	Clase I	277,190	273,982	,939	-385,05	939,43
		Clase II	704,910*	288,265	,046	8,15	1401,67

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Comparaciones múltiples

Bonferroni

Variable dependiente	(I) clase	(J) clase	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
vol p 1	Clase I	Clase II	595,460	253,155	,059	-16,43	1207,35
		Clase III	538,599	302,535	,230	-192,65	1269,85
	Clase II	Clase I	-595,460	253,155	,059	-1207,35	16,43
		Clase III	-56,861	318,306	1,000	-826,23	712,51
	Clase III	Clase I	-538,599	302,535	,230	-1269,85	192,65
		Clase II	56,861	318,306	1,000	-712,51	826,23
vol p 2	Clase I	Clase II	916,051*	222,736	,000	377,68	1454,42
		Clase III	425,590	266,183	,335	-217,80	1068,98
	Clase II	Clase I	-916,051*	222,736	,000	-1454,42	-377,68
		Clase III	-490,461	280,059	,245	-1167,39	186,46
	Clase III	Clase I	-425,590	266,183	,335	-1068,98	217,80

		Clase II	490,461	280,059	,245	-186,46	1167,39
volp 4	Clase I	Clase II	427,720	229,262	,191	-126,42	981,86
		Clase III	-277,190	273,982	,939	-939,43	385,05
	Clase II	Clase I	-427,720	229,262	,191	-981,86	126,42
		Clase III	-704,910*	288,265	,046	-1401,67	-8,15
	Clase III	Clase I	277,190	273,982	,939	-385,05	939,43
		Clase II	704,910*	288,265	,046	8,15	1401,67

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

OBJETIVO VII

POSICION DEL HUESO HIOIDES CON RESPECTO A LA INCLINACION DE LAS VERTEBRAS CERVICALES

Existe una correlación estadísticamente significativa entre la inclinación de la columna cervical y la inclinación del hueso hioides ($p=0,001$) siendo mayor la inclinación de este cuanto mayor es la inclinación de las vértebras cervicales. Debe destacarse que la correlación es baja debido seguramente al tamaño muestral.

La posición del hueso hioides a nivel vertical y a nivel horizontal no se ha encontrado que se vea influenciada por la inclinación de las vértebras cervicales.

Tabla 28. Asociación entre la posición del hueso hioides y la inclinación de las vértebras cervicales.

		columna
POSICION HORIZONTAL DEL HUESO HIOIDES (mm)	Correlación de Pearson	-,132
	Sig. (bilateral)	,076
	N	180
POSICION VERTICAL DEL HUESO HIOIDES (mm)	Correlación de Pearson	-,097
	Sig. (bilateral)	,195
	N	180
INCLINACION DEL HUESO HIOIDES (grados)	Correlación de Pearson	,291**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	180

OBJETIVO VIII

BIOTIPO FACIAL Y CLASE ESQUELETICA CON RESPECTO A LA INCLINACION DE LAS VERTEBRAS CERVICALES

INCLINACION Y BIOTIPO

Se observa una diferencia estadísticamente positiva entre los biotipos faciales con respecto a la inclinación de las vértebras cervicales de media 4,89° (IC 95% 1,4-8,3) siendo mayor la inclinación en el biotipo dolicofacial con respecto al braquifacial.

Con respecto al biotipo dolicofacial y mesofacial, se observa una mayor inclinación estadísticamente significativa del primero de 3,92 ° .(p= 0.06) (IC 95% 0,89-6,9).

Tabla 29. Estadística descriptiva de la inclinación de las vértebras cervicales y los biotipos faciales

Estadísticos			
columna			
Braquifacial	N	Válido	47
		Perdidos	0
	Media		6,713
	Desviación estándar		6,4241
Dolicofacial	N	Válido	57
		Perdidos	0
	Media		11,611
	Desviación estándar		7,7173
Mesofacial	N	Válido	76
		Perdidos	0
	Media		7,686
	Desviación estándar		7,1721

Tabla 30. ANOVA de la inclinación de las vértebras cervicales y los biotipos faciales

ANOVA					
columna					
	Suma de cua-		Media cuadrá-		
	drados	gl	tica	F	Sig.
Entre grupos	746,562	2	373,281	7,267	,001
Dentro de grupos	9091,440	177	51,364		
Total	9838,002	179			

Tabla 31. Comparaciones múltiples de la inclinación de las vértebras cervicales y los biotipos faciales

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: columna						
Bonferroni						
(I) biotipo	(J) biotipo	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior

Braquifacial	Dolicofacial	-4,8978*	1,4121	,002	-8,311	-1,485
	Mesofacial	-,9728	1,3299	1,000	-4,187	2,242
Dolicofacial	Mesofacial	3,9250*	1,2558	,006	,890	6,960

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

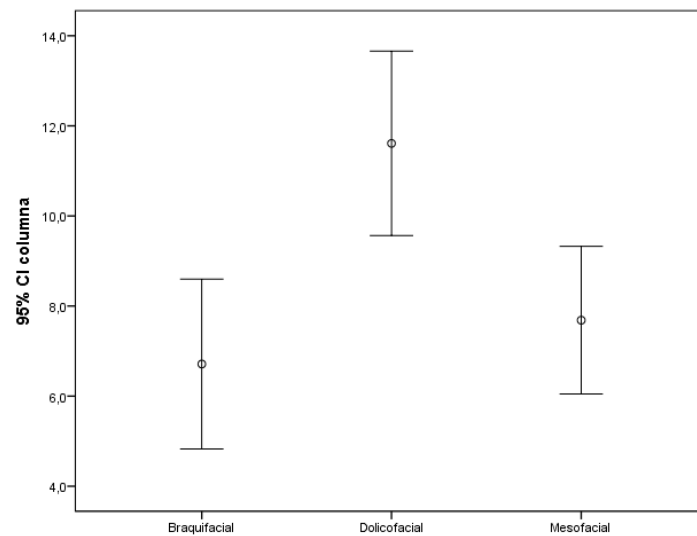


Figura 3. Representación gráfica mediante diagramas de error de las inclinaciones cervicales de los distintos biotipos faciales.

INCLINACION Y CLASE ESQUELETICA

No se observa ninguna diferencia estadísticamente significativa entre las clases esqueléticas y la inclinación de la columna cervical.

Tabla 32. Estadística descriptiva de la inclinación de las vértebras cervicales y las clases equeléticas.

Estadísticos			
columna			
Clase I	N	Válido	84
		Perdidos	0
	Media		8,042
	Desviación estándar		7,7545
Clase II	N	Válido	61
		Perdidos	0
	Media		9,659
	Desviación estándar		6,6512
Clase III	N	Válido	35
		Perdidos	0
	Media		8,477
	Desviación estándar		7,8564

Tabla 33. ANOVA de la inclinación de las vértebras cervicales y los biotipos faciales

ANOVA					
columna	Suma de cua-	gl	Media cuadrá-	F	Sig.
	drados		tica		
Entre grupos	94,129	2	47,065	,855	,427
Dentro de grupos	9743,873	177	55,050		
Total	9838,002	179			

OBJETIVO IX.

VOLUMEN EN LA ZONA HIPOFARÍNGEA CON RESPECTO A LA INCLINACION DE LAS VERTEBRAS CERVICALES

Se observa que existe una correlación estadísticamente significativa ($p > 0,05$) entre los volúmenes de entrada, a la altura del hueso hioides y salida de la zona hioídea aumentado la permeabilidad de la vía aérea cuanto mayor es la inclinación de la columna vertebral; si bien el índice de correlación no es alto.

Tabla 34. Asociación entre los volúmenes de entrada, a la altura del hueso hioides, y la salida de la zona hioídea.

		columna
vol p 1	Correlación de Pearson	,156*
	Sig. (bilateral)	,037
	N	179
vol p 2	Correlación de Pearson	,229**
	Sig. (bilateral)	,002
	N	179
vol p 3	Correlación de Pearson	,214**
	Sig. (bilateral)	,004
	N	179
volp 4	Correlación de Pearson	,014
	Sig. (bilateral)	,848
	N	179

VII. DISCUSIÓN

DICUSION SOBRE EL METODO DE ESTUDIO REALIZADO

Relativamente poco estudiada en el pasado, hoy en día, y debido al incremento del role de la medicina del sueño, es cuando se ha hecho relevante la importancia que tiene el mantenimiento de la permeabilidad de la vía aérea a través de la faringe.^{16, 18, 19}

Se han realizado múltiples estudios de la vía aérea en su totalidad, para el diagnóstico y tratamiento de los trastornos obstructivos respiratorios.^{19, 24, 32, 65, 66, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121}

En nuestro estudio nos hemos centrado exclusivamente en la zona hipofaríngea, en concordancia con otros estudios^{2, 9, 16, 18, 19} donde se relaciona la permeabilidad de la vía aérea hipofaríngea con el hueso hioides, con estructuras óseas como las vértebras cervicales, y con estructuras musculares y cartilagosas como el cricoides.

Otros estudios se han basado en todas las zonas faríngeas^{87, 90, 95, 122, 123, 124, 125} valorando la permeabilidad aérea en todo su conjunto bajo la influencia del volumen lingual y del paladar blando.

Nosotros consideramos que es el hueso hioides, el principal factor de alteración de la permeabilidad aérea y por tanto, nos centramos en el estudio tridimensional de la zona hipofaríngea donde este se haya.^{1, 2, 4}

En el siglo XXI, el diagnóstico por imagen, como la tomografía computarizada y la resonancia magnética han implementado la técnica diagnóstica con el procesamiento de imágenes en tres dimensiones. (3D)^{41, 42, 51, 53, 126}

Este aumento de disponibilidad ha favorecido diversos estudios^{19, 44, 45, 48} que, a través de diferentes sistemas informáticos, les ha permitido realizar las mediciones en 2D y 3D.

En nuestro caso es el **Software Dolphin Imaging® PREMIUM** 11.9.5., el cual nos ha facilitado, de manera muy reglada y fidedigna, las mediciones de todas las distancias, ángulos y volúmenes que posteriormente hemos analizado.

Teniendo un mayor rigor en la métrica y con mayor reproductibilidad, hemos conseguido ser más objetivos en la descripción morfológica tanto del hueso hioides como de las vías aéreas, reduciendo la variabilidad de los diferentes métodos 2D como muestra Miller y otros autores^{123, 124, 126, 127, 128, 129} en sus estudios. Usando reconstrucciones de imágenes en 3D, frente a medidas bidimensionales obtenidas en radiografías laterales, aumentamos la información, siendo más real el análisis morfométrico.

En nuestro estudio hemos sido capaces de obtener una descripción anatómica cuantitativa, usando herramientas de reconstrucción de imágenes en 3D^{16, 19, 42, 44, 45, 46} tal y como muestra en su estudio Schwab,⁴¹ afirmando que estas imágenes eliminan la necesidad de usar como referencia el triangulo hioideo de Bibby,¹¹⁴ siendo esta referencia válida sólo en el uso de la cefalometrías bidimensionales y no en las imágenes tridimensionales.

Es objetivo de nuestro estudio la hipofaringe utilizando las dos posibilidades diagnósticas de medición; 2D (a través del estudio cefalométrico)^{16, 19, 62, 128, 129} y 3D^{42, 44, 45, 46} del hueso hioides, valorando la relación, tanto morfológica como de posición de este, así como, la permeabilidad de la vía aérea en esta zona, teniendo en cuenta la relación del mismo bajo la influencia de la clase esquelética y del biotipo facial (estructura facial).

POSICIONAMIENTO DEL PACIENTE

En nuestro estudio valoramos la posición y la anatomía real del hueso hioides, en relación con las clases esqueléticas y el biotipo facial, y cómo esa relación afecta a la permeabilidad aérea haciendo de la zona hipofaríngea una zona “crítica” en los trastornos obstructivos de la vía respiratoria.^{16, 19, 21, 24, 31, 32, 33, 38}

En nuestro estudio obtenemos la clase esquelética y el biotipo facial a través de las cefalometrías bidimensionales ⁶⁷ relacionando estos con la posición y anatomía real del hueso hioides obtenidos todos ellos mediante el soporte informático.

En diversos estudios ^{124, 127, 130, 131, 132} se relaciona el volumen de la vía aérea hipofaríngea como el espacio que ocupa entre el hueso hioides como límite anterior y la columna cervical como límite posterior.

Utilizando imágenes en tres dimensiones podemos reflejar la anatomía real del hueso hioides y de la permeabilidad de la vía aérea en dicha zona.

En nuestro estudio además de relacionar estas referencias anatómicas proponemos que todas pueden estar influenciadas por las clases esqueléticas y los biotipos faciales.

Autores como Schwab⁴¹, Joseph NP⁸³ y col, y Bibby¹¹⁴ han tenido en cuenta una correcta posición inicial del paciente en la toma de las imágenes siendo estandarizada para evitar el sesgo de la variabilidad.

Manteniendo el criterio de la standarización, en nuestro estudio, la posición difiere de otros estudios ^{81, 83, 114} al posicionar a los sujetos de manera sentada, evitando así la movilidad de la bipedestación ^{16, 19, 36, 67, 102, 129} apoyando las manos en la agarradera establecida para ello.

Se realiza en máxima intercuspidadación al igual que otros estudios ^{81, 83, 92, 114} con el fin de evitar el desplazamiento mandibular y del hueso hioides al abrir la boca.

De esta forma, todos los pacientes tienen la boca cerrada obteniendo una cefalometría bidimensional de manera estandarizada.

Una vez obtenida la telerradiografía lateral definimos el biotipo facial y la clase esquelética; para ello utilizamos el método de Ricketts¹¹² al igual que otros autores como Jung y Kikuchi.^{86, 113}

En nuestro estudio, en coincidencia con Jung y col.⁸⁶ y Ecija Navarro⁶⁷ utilizamos la referencia del Atlas (C2) en vez de la tercera vértebra cervical usada por Bibby,¹¹⁴ Ahmed¹⁹ y Eliada¹⁶ en sus referencias para definir la horizontal y vertical verdadera.

La vertical y horizontal verdadera serán las referencias superior, inferior y posterior para medir la distancia vertical y horizontal del hueso hioides, así como la inclinación de este.¹⁰⁷

La angulación la hemos definido con respecto a la horizontal verdadera que transcurre entre la cuarta vértebra cervical y el punto más anterior del cuerpo del hueso hioides y desde ese punto, al más posterior del tuberculo del asta mayor. No hemos encontrado ningún autor que lo haya realizado de esta manera pero pensamos que era una posición más reproducible.

A diferencia de los estudios mencionados anteriormente de Eliana,¹⁶ Ahmed,¹⁹ Bibby,¹¹⁴ hemos cambiado las referencias clásicas del triángulo hioideo, al igual que Nathan⁵⁸ y Kocaraka,⁵³ debido a que la variabilidad de la elongación de la columna cervical hace menos predecible la posición de la tercera vértebra cervical. En concordancia con autores, como Muto,^{130,131} Sonesen,¹³² Cuccia¹³³ y Luc¹⁴⁹ pensamos el Triángulo Hioideo no es una referencia estable para el estudio 3D^{16, 19, 77, 80, 83, 87, 124, 127, 128, 129, 130}

Es por ello, que tomamos la posición de la vertical verdadera que pasa por la segunda vértebra cervical, siendo esta referencia posterior fija en cada paciente, al situarse muy cerca de la base craneal, evitando una angulación positiva o negativa respecto a la postura del sujeto.⁶²

Este punto evita el sesgo postural que pudiera darse en la compensación de la permeabilidad de la vía aérea en los diferentes biotipos faciales y/o clases esqueléticas.

Todo esto se ha analizado en este estudio y forma parte de los objetivos planteados en él.

DISCUSION SOBRE LOS OBJETIVOS

Hemos planteado diferentes objetivos en base a las medidas bidimensionales y volumétricas de la vía aérea en la **zona hipofaríngea**, en relación con el hueso hioides, influenciado a su vez este, por el biotipo facial y la clase esquelética.

De esta manera hemos realizado el análisis de los resultados en función de los diferentes objetivos planteados según la hipótesis en este estudio.

I. VOLUMEN TOTAL DE LA VÍA AÉREA HIPOFARINGEA EN RELACIÓN CON LA POSICION Y LA MORFOLOGIA DEL HUESO HIOIDES

En nuestro estudio se observa que la posición sagital del hueso hioides está íntimamente relacionada con la permeabilidad de la vía aérea en dicha zona, corroborando estos resultados los obtenidos en diversos estudios.^{19, 32, 86, 87, 101}

Existe un aumento estadísticamente significativo entre el volumen total con respecto a la **posición sagital** del hueso hioides, siendo mayor el volumen total de la vía aérea hipofaríngea cuanto mayor es la distancia entre la columna vertebral y el hueso hioides.

Con respecto a la **posición vertical y la inclinación del hueso hioides** no observamos un aumento o disminución del **volumen total** en la zona hipofaríngea al igual que otros estudios.^{86, 124, 138, 134}

Sin embargo, Sungjin,³² Jo,¹³⁵ y Soyoye¹³⁶ observaron que en los **pacientes con Síndrome Obstructivo Aéreo (SOA)**, el hioides se encontraba más bajo.

Como posteriormente comentaremos en el objetivo II, el volumen de salida del área hipofaríngea, está influenciado por la relación con el cartílago cricoides, de tal forma que un hioides más bajo y una mayor inclinación de este, produce un mayor colapso de la vía.

Nuestros resultados muestran que la posición del hueso hioides no afecta al volumen total de la vía aérea hipofaríngea respecto a su longitud ; pero sí respecto a la anchura, por la posición sagital del mismo, siendo importante la inserción muscular suprahioides, especialmente el geniogloso^{19,40} como causante del adelantamiento del hueso hioides, típico de las clases III esqueléticas.^{32,40, 86, 137, 138, 139, 140}

El resultado obtenido consolida lo que posteriormente comentaremos en el objetivo IV, siendo los patrones de crecimiento de clase III y los biotipos braquifaciales y mesofaciales, que tienen un hueso hioides más adelantado, los que tienen un mayor volumen total de la permeabilidad aérea hipofaríngea.^{32, 53, 85, 86, 88, 91, 92, 124, 137, 138, 139}

El hueso hioides, al ser el hueso arbotante, y el punto de inserción de diversos músculos traccionadores, le convierte en una estructura de equilibrio de la vía aérea en esta zona.

Con respecto a **la morfología del hueso hioides**, no se observa diferencia significativa entre la variabilidad morfológica del hueso hioides y el **volumen total** de la vía aérea en dicha zona. Otros estudios^{40, 77} afirman que el aumento del tamaño del hueso hioides sí está directamente implicado en el aumento del volumen total de la vía aérea pero en nuestro caso no hemos encontrado esta influencia.

II. VOLUMENES PARCIALES DE LA VÍA AÉREA A NIVEL DEL HUESO HIOIDES RESPECTO A SU POSICION Y MORFOLOGIA

Hemos dividido la vía hipofaríngea en cuatro zonas en relación al hueso hioides; por encima de este, a la altura de las astas mayores, a la altura del cuerpo y justo por debajo de este, observando que, en todos estos volúmenes parciales, la posición horizontal o sagital del hueso hioides influye en la permeabilidad de la vía aérea.

Al igual que en la valoración del volumen total, se observa un incremento estadísticamente significativo en todos los volúmenes parciales con respecto **a la posición horizontal** del hueso hioides de tal forma que cuanto mayor es la distancia del hueso hioides respecto a la columna vertebral mayor es el volumen en cada una de las partes estudiadas como se mostró en otros estudios.^{19, 32, 86, 134}

Respecto a **la posición vertical** del hueso hioides no observamos una relación estadísticamente relevante entre la posición vertical del hueso hioides y los volúmenes de las diferentes zonas estudiadas. Autores como Song³², Šadzevičiūtė¹³⁷, Tarkar,¹⁴¹ Fernandez¹⁴² y Haskell¹⁴³ que afirman que el espacio de la vía aérea hipofaríngea es más estrecho por la localización del hueso hioides en una posición más posterior inferior; la disminución de la distancia del hueso hioides y la sínfisis mandibular a la tercera vértebra cervical y la inclinación del plano mandibular conducirían a un espacio más estrecho de las vías respiratorias inferiores. Estos estudios valoraron la permeabilidad de toda la vía aérea nasofaríngea, obteniendo este resultado en comparación con la nasofaríngea y orofaríngea.

Respecto a **la inclinación del hueso hioides**, como anteriormente hemos comentado, el volumen total de la vía hipofaríngea no varía con la inclinación.

Para la valoración de los volúmenes parciales hay que tener en cuenta que el hueso hioides, al ser hueso arbotante y punto de inserción de diversos músculos traccionadores, se convierte en una estructura de equilibrio de la vía aérea en esta zona y, aunque la **inclinación** no lleva asociado un incremento o decremento de los diferentes volúmenes

parciales a la altura del hueso hioides, el volumen inferior a este tuvo un decremento estadísticamente significativo, disminuyendo el volumen al aumentar la inclinación del hueso hioides respecto a la horizontal verdadera.

Este hecho se ha observado en otros estudios, donde la influencia de la inclinación hioidea y su relación con el cartílago cricoides producía una disminución de la permeabilidad en la zona sub-hioidea.^{25, 126, 138, 139, 141, 142, 143, 144} Esto, podría deberse al acercamiento del cartílago cricoides al cuerpo del hioides en los sujetos con mayor inclinación del hueso, estrechando la vía y por tanto, disminuyendo la permeabilidad de este tramo, como se describen diversos autores.^{138, 139, 144}

Habría que valorar en estudios futuros si ese decremento es por la propia inclinación del hioides o porque el cartílago cricoides se sitúa en una posición más alta y adelantada en sujetos con clase esquelética tipo II y biotipo dolicofacial, siendo estos los que se presentan una mayor inclinación del hueso hioides.^{132, 138, 139, 142}

Respecto a **la morfología**, en referencia al volumen total, la variabilidad anatómica del hueso hioides no se diferenció de forma estadísticamente significativa, pero en los diferentes volúmenes parciales, la longitud anteroposterior del hueso hioides influye en el volumen parcial, de tal forma que a mayor longitud, existe mayor volumen parcial.^{40, 77}

El mantenimiento del volumen total a pesar de los cambios en los volúmenes parciales podría deberse a un mecanismo compensatorio óseo, muscular y tendinoso, como el hallazgo que hemos encontrado en nuestra investigación donde un aumento del tamaño de las astas mayores del hueso hioides, aumenta la permeabilidad aérea en esta zona. Una mayor superficie de inserción de las paredes laterales de la vía aérea hipofaríngea, aumentaría la anchura sagital de estas, y por tanto, favorecería una mayor permeabilidad aérea a ese nivel.

III. RELACION ENTRE LOS VOLUMENES PARCIALES A SU PASO POR LA ZONA HIOIDEA.

Como continuación de lo anteriormente comentado, en nuestro estudio se ha mostrado, que una mayor permeabilidad a nivel suprahioideo aumenta el volumen en la zona hioidea a nivel sagital, con una correlación positiva, estadísticamente significativa, aumentando la permeabilidad aérea a la altura de las astas mayores del hueso hioides. A su vez ese aumento de la permeabilidad parcial a nivel de las astas produce un mantenimiento de ese aumento de la permeabilidad a nivel del cuerpo y de la zona más inferior de la zona hipofaríngea. Este aspecto puede ser de suma importancia para preservar la permeabilidad aérea en la hipofaringe, considerando que un incremento en la permeabilidad de la orofaríngea es un aspecto esencial para preservar la permeabilidad aérea a este nivel. ^{62, 90, 91, 92, 101}

No se ha encontrado ningún biotipo ni clase esquelética con un comportamiento predominante en las asociaciones anteriores con lo que el aumento o disminución es, desde el punto de vista, de la entrada de la vía aérea desde la zona orofaríngea.

IV. POSICIÓN Y MORFOLOGIA DEL HUESO HIOIDES CON EL BIOTIPO FACIAL Y LA CLASE ESQUELÉTICA.

1. POSICION Y BIOTIPO FACIAL

Como se ha descrito previamente, la permeabilidad de la vía aérea en relación con el hueso hioides, se ve principalmente influenciada por la posición horizontal con respecto a la vertical verdadera.

Con este argumento, hemos valorado cuáles son los biotipos faciales y las clases esqueléticas en los que se observa un mayor adelantamiento e inclinación del hueso hioides, así como una mayor longitud anteroposterior de este.

Al igual que diversos estudios ^{32, 86, 87, 101, 138, 144, 145} hemos observado que la distancia sagital u **horizontal del hueso hioides** es mayor en los **biotipos braquifaciales**.

En nuestro caso, en 4,7 mm de media respecto a los dolicofaciales y en 2,7 mm de media que en los mesofaciales.

La posición vertical del hueso hioides, en los biotipos **dolicofaciales es más baja** ^{32, 85, 87, 92, 138, 144, 145} con respecto a los mesofaciales; a diferencia de Kocaraka,⁵³ que no encuentra esta relación entre el biotipo dólicofacial y la posición vertical del hueso hioides.

En el biotipo braquifacial no se aprecia una diferencia estadísticamente significativa con respecto a los dolicofaciales, pudiendo deberse a que al tener una rama mandibular mayor y un plano mandibular por tanto más bajo, el hueso hioides se posicione en una zona también más baja.^{53, 135, 136}

En consonancia con estudios previos, hemos observado que **la inclinación del hueso hioides es mayor en los biotipos dolicofaciales** con respecto a los braquifaciales.^{138, 139, 144}

2. POSICION Y CLASE ESQUELETICA

Discrepando de los estudios de Kocaraka,⁵³ Joseph⁸³ y Cheng⁸⁶ en el afirman que el hueso hioides no varía su posición dependiendo de la clase esquelética, en nuestro caso observamos un **aumento de la distancia del hueso hioides a nivel sagital** u horizontal **entre las clases esqueléticas I y II siendo mayor en las clases I y entre las clases esqueléticas II y III siendo mayor en las clases III. Esta situación concordaría con otros estudios en los que el hueso hioides se sitúa sagitalmente en una posición más anterior alejándose de la columna cervical.** ^{77, 79, 84, 85, 87, 92, 107, 134, 136, 137, 138, 145}

Esto manifiesta que en **los biotipos braquifaciales y los patrones esqueléticos I y III la distancia horizontal o sagital es mayor** ^{85, 86, 87, 101, 107, 134, 136, 137, 138, 144} respecto

a la vertical verdadera que los otros biotipos y patrones esqueléticos, siendo **los dolico-faciales y patrón esquelético tipo II** ^{32, 85, 86, 134, 137, 138, 144, 145} **los que poseen el hueso hioides más cercano a la columna cervical.**

Esto supondría un mayor estrechamiento del tubo aéreo en la zona hioidea y, por tanto, menor permeabilidad de la vía como se manifiesta también en los estudios previamente mencionados.

Es en el **biotipo dolicofacial y patrón de crecimiento de clase II donde hemos encontrado una posición más baja y retruida del hueso hioides**, en consonancia otros autores ^{32, 85, 86, 87, 107, 136, 137, 138, 144, 145} y en discrepancia con Kocaraka,⁵³ Joseph ⁸³ y Cheng⁸⁶ que no encuentran trascendencia vertical entre la posición del hioides y la clase esquelética.

Esta situación sería la causante de una disminución de la permeabilidad de la vía en el nivel más inferior de la hipofaringe, condicionada posiblemente por la cercanía del cartílago cricoides al hueso hioides. ^{32, 88, 91, 134, 137, 138, 144, 145}

La mayor inclinación del hueso hioides en los dolicofaciales produce un estrechamiento del tubo respiratorio en la zona sub-hioidea por lo que el **biotipo dolicofacial con clase esquelética tipo II, pudiera ser el más influyente en padecer colapso en la permeabilidad de la vía aérea hipofaríngea por las tres circunstancias anteriormente mencionadas.** ^{85, 86, 87, 88, 91, 92, 107, 134, 136, 137, 138, 144, 145}

La mayor inclinación del hueso hioides y el acercamiento de respecto a la columna cervical en los biotipos dolicofaciales clase esquelética tipo II, podría dar un estrechamiento del tubo aéreo hipofaríngeo, conllevando mecanismos de compensación como es la inclinación de la columna cervical, signo muy típico en muchos de estos sujetos.^{130, 131, 132, 133, 146}

3. MORFOLOGIA CON RESPECTO A BIOTIPO FACIAL

El mayor tamaño del asta mayor derecha en los biotipos braquifaciales con respecto a los dolicofaciales, el aumento de la longitud anteroposterior respecto a los dolicofaciales y a los mesofaciales y la disminución del ángulo formado por las astas mayores del hueso hioides con respecto a los dolicofaciales podría ser coincidente con que a mayor alargamiento del hueso hioides, hay mayor permeabilidad de la vía aérea, hecho que ya comentamos en el objetivo II, dando por tanto, la menor la necesidad de un ángulo mayor entre las astas mayores en los biotipos braquifaciales.

Sin embargo en los dolicofaciales clase esquelética tipo II, el hioides sería más corto, lo que llevaría como mecanismo de compensación, una mayor angulación entre las astas mayores.

Sería necesario ampliar esta base de estudios en relación a si la angulación entre las astas mayores es mayor para poder abrir las paredes laterales de la vía aérea en la zona hipofaríngea, siendo otro posible mecanismo compensatorio, junto con la mayor inclinación de la columna cervical en los biotipos dolicofaciales con patrón de crecimiento de tipo II para aumentar la permeabilidad de la vía hipofaríngea en consonancia con otros autores.^{40, 77, 88, 91, 147}

V. VOLUMEN TOTAL CON RESPECTO AL BIOTIPO FACIAL Y CLASE ESQUELÉTICA

En nuestro estudio observamos que el volumen total se incrementa en los biotipos braquifaciales con respecto a los dolicofaciales y son las clases esqueléticas de tipo II donde el volumen total es menor. Esto corrobora los estudios en los que son los biotipos braquifaciales de clase esquelética tipo III donde mayor volumen total existe en la vía aérea hipofaríngea.^{85, 88, 91, 92, 125, 138, 145}

En contraposición ha nuestro estudio están los realizados por Kocaraka,⁵³ Joseph,⁸³ Cheng⁸⁶ y Kurbanova¹⁴⁸ en el que afirman que el volumen total no se afecta por la clase esquelética siendo sólo el biotipo facial el responsable de las variaciones en la permeabilidad hipofaríngea.

VI. VOLUMENES PARCIALES CON RESPECTO AL BIOTIPO FACIAL Y CLASE ESQUELÉTICA

Relacionando el biotipo facial con la permeabilidad aérea hipofaríngea, hemos observado que, al igual que el volumen total, el sujeto dolicofacial es el que menor permeabilidad tiene a la entrada de la zona con respecto al mesofacial, aunque el IC 95% (267-1520 mm³) es muy variable y seguramente se requiera un incremento del tamaño muestral para obtener una mayor precisión de dichos valores.

Se observa también que la permeabilidad aérea a la salida de la zona hioidea es estadísticamente menor en el biotipo dolicofacial con una media de 702 mm³ con respecto al braquifacial siendo igualmente el IC 95% (51-1352 mm³) muy variable.

Hemos de señalar que ya comentamos en el objetivo III que el volumen de entrada de la zona orofaríngea a la zona hipofaríngea es muy importante en el mantenimiento de la permeabilidad de la vía aérea en la zona hioidea.

Kocaraka,⁵³ Joseph,⁸³ Cheng⁸⁶ y Kurbanova,¹⁴⁸ como ya hemos comentado anteriormente, no encuentran diferencia significativa entre el volumen total respecto a la clase esquelética pero nosotros podemos observar, en consonancia con otros estudios,^{85, 88, 91, 92, 125, 138, 140, 145} que en las clases III donde el volumen es mayor en todo su trayecto y por tanto en el de salida. Son las clases esqueléticas de clase II las que poseen un menor volumen a la altura del hueso hioides.¹²⁵

De nuevo la media es muy variable confirmando la necesidad de un incremento del tamaño muestral para obtener una mayor precisión de dichos valores.

VII. POSICION DEL HUESO HIOIDES CON RESPECTO A LA INCLINACION DE LAS VERTEBRAS CERVICALES

En consonancia con estudios ^{138, 139, 144} en referencia a la inclinación de la columna cervical, en nuestros resultados obtenemos que una mayor inclinación del hueso hioides provoca una disminución de la permeabilidad de la vía aérea en la zona sub-hioidea. A su vez, hemos observado que a mayor inclinación de las vértebras cervicales se da una mayor inclinación del hueso hioides.

VIII. BIOTIPO FACIAL Y CLASE ESQUELETICA CON RESPECTO A LA INCLINACION DE LAS VERTEBRAS CERVICALES.

El dolicofacial es el biotipo con el que mayor grado de inclinación de las vértebras obtuvimos. Con respecto al biotipo braquifacial fue una media mayor de casi 5° y con respecto al mesofacial de casi 4°. Debe destacarse que la correlación es baja debido seguramente al tamaño muestral.

Muto,¹³⁰ Sonesen,¹³² Cuccia,¹³³ Luc¹⁴⁹ y Piccin ¹⁵⁰ observan también esta correlación. Estudiaron si la inclinación del cuello, se debía a la del hueso hioides, más frecuente en los dolicofaciales clase II o, si la inclinación del hueso hioides en estos sujetos provocaba un mecanismo de compensación del estrechamiento de la permeabilidad aérea hipofaríngea.

Se justificaría este estrechamiento por el acercamiento al cartílago cricoides y a la pared posterior o columna, provocando la elongación de esta para compensar el desequilibrio de la permeabilidad en esa zona, e intentar mantener el volumen total de tubo respiratorio en la zona hipofaríngea.^{130, 131, 132, 133, 146, 149, 150}

Se ha puesto de manifiesto la gran variabilidad en los puntos de referencia para medir la lordosis cervical en estos estudios,^{130, 131, 132, 133, 146, 150} siendo la mayoría difíciles de comparar unos con otros, pero en todos ellos se ha puesto de manifiesto que un crecimiento vertical aumentado (dolicofacial), produce una compensación de la inclinación de las vértebras cervicales, lo que concuerda con los resultados que hemos obtenido en el estudio, dándose una mayor inclinación en los biotipos dolicofaciales respecto a los otros dos biotipos, sin tener significancia la clase esquelética en la inclinación de la columna cervical.

IX. VOLUMENES PARCIALES RESPECTO A LA INCLINACION DE LAS VERTEBRAS CERVICALES.

La columna cervical afecta al volumen de entrada desde la orofaringe a la zona hipofaríngea aumentando este con la inclinación de esta, lo que corroboran estudios como los de Muto,¹³⁰ Sonesen,¹³² Cuccia,¹³³ Luc¹⁴⁹ y Piccin.¹⁵⁰ En nuestro estudio también observamos que la compensación mecánica de adelantamiento del cuello puede ayudar al aumento de la permeabilidad en esa zona.

VIII. CONCLUSIONES

Primero. La permeabilidad total de la vía aérea hipofaríngea está influenciada sólo por la posición sagital del hueso hioides, aumentando cuando está más adelantado respecto a la columna cervical.

Segundo. No se ha encontrado una relación entre la permeabilidad total de la vía aérea hipofaríngea con la morfología y con la inclinación propia del hueso hioides.

Tercero. La posición del hueso hioides sí está influenciada por el biotipo facial, estando más adelantada en los biotipos braquifaciales que en los meso y dolico-faciales.

Cuarto. En los biotipos faciales, son los braquifaciales los que poseen mayor volumen total de la vía aérea hipofaríngea, siendo los dolico-faciales los que menos volumen total presentan a este nivel.

Quinto. En las clases esqueléticas, las clases III fueron las que presentaron una tendencia a tener mayor volumen a nivel del hueso hioides y las clases II las de menor volumen.

Sexto. El biotipo dolico-facial tiene mayor tendencia a la inclinación de las vertebrales cervicales.

Séptimo. A mayor inclinación de las vertebrales cervicales mayor permeabilidad aérea.

Se abre la vía de estudio a si la lordosis cervical podría ser un mecanismo compensatorio para aumentar la permeabilidad de la vía aérea hipofaríngea en los biotipos dolicofaciales y si el cartílago cricoides, el límite inferior de la hipofaringe, podría tener influencia directa en la zona sub-hioidea en la permeabilidad de la vía aérea hipofaríngea.

IX. BIBLIOGRAFÍA

¹ Sobotta J. Atlas de Anatomía Humana. Tomo 1. Cabeza, cuello y miembro superior. 21ª ed. Elsevier; 2000.

² Rouviere H, Delmas A. Anatomia Humana. Descriptiva, topografica y funcional. Tomo 1. 10ª ed. Masson; 1999.

³ AlJulaih GH, Menezes RG. Anatomy, Head and Neck: Hyoid Bone. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; August 14, 2023.

⁴ Testut L, Latarjet A. Tratado de anatomía humana. 9ª ed. Barcelona: Salvat; 1972.v. 3.

⁵ Martínez I, Arsuaga JL. *Quaternary International*. 2013; 295: 94-101.

⁶ Nishimura T, et al. Descent of the hyoid in chimpanzees: evolution of face flattening and speech. *J Hum Evol*. 2006.

⁷ Hiatt JL, Gartner LP. Textbook of head neck anatomy. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010. p. 47-9.

⁸ Tsai H. The positional changes of hyoid bone in children. *J Clin Pediatric Dent* 2002; 165:117-122.

⁹ Sheng CM, Lin LH, Su Y, Tsai HH. Development changes in pharyngeal airway depth and hyoid bone position from childhood to young adulthood. *Angle Orthod*. 2009; 79: 484-4908.

¹⁰ Lieberman D, McCarthy RC, Hilemae KM, Palmer JB. Ontogeny postnatal hyoid and larynx descent in humans. *Arch Oral Biol*. 2000; 46:117-28.

¹¹ Smith AB, Johnson CD. El descubrimiento de huesos hioides en España. *J Hum Evol.* 2022; 50 (2):123-125.

¹² Rodríguez L, Cabo LL, Egocheaga JE. Breve nota sobre el hioides neandertalense de Sidron (Piloña, Asturias). In: Aluja MP, Malgosa A, Nogués RM, editors. *Antropología y Diversidad*. Vol. 1. Barcelona: Edicions Bellaterra; 2003. p. 484-93.

¹³ Martínez I, et al. Human hyoid bones from the Middle Pleistocene site of the Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Spain). *J Hum Evol.* 2008.

¹⁴ D'Anastasio R, et al. Micro-Biomechanics of the Kebara 2 Hyoid and Its Implications for Speech in Neanderthals. *PLoS ONE.* 2013; 8(12):e82261.

¹⁵ Arensburg B, Tillier AM, Vandermeersch B, Duday H, Schepartz LA, Rak Y. A Middle Palaeolithic human hyoid bone. *Nature.* 1989; 338(6218):758-760.

¹⁶ Camacho M, Capasso R, Schendel S. Airway changes in obstructive sleep apnoea patients: supine versus an upright position examined using cone beam computed tomography. *J Laryngol Otol.* 2014; 128.

¹⁷ Da Costa ED, Roque-Torres GD, Brasil DM, Boscolo FN, De Almeida SM, Ambrosano GMB. Correlation between the position of hyoid bone and subregions of the pharyngeal airway space in lateral cephalometry and cone beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2017; 87(5).

¹⁸ Ball M, Hossain M, Padalia D. Anatomy, Airway. In: Statpearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020.

¹⁹ Ahmed I, Gregory W, David W. Sleep and airway assessment: A review for dentists. *CRANIO*. 2017; 35(4):206-222.

²⁰ Tsuiki S, Isono S, Ishikawa T, Yamashiro Y, Tatsumi K, Nishino T. Anatomical balance of the upper airway and obstructive sleep apnea. *Anesthesiology*. 2008; 108(6):1009-1015.

²¹ Osman AM, Carter SG, Carberry JC, Eckert DJ. Obstructive sleep apnea: current perspectives. *Nat Sci Sleep*. 2018; 10:21-34.

²² Genta PR, Schorr F, Eckert DJ, et al. Upper airway collapsibility is associated with obesity and hyoid position. *Sleep*. 2014; 37(10):1673-1678. Oct 2014.

²³ Ito E, Tsuiki S, Namba K, Takise Y, Inoue Y. Upper airway anatomical balance contributes to optimal continuous positive airway pressure for Japanese patients with obstructive sleep apnea syndrome. *J Clin Sleep Med*. 2014; 10(2):137-142. Feb 2014.

²⁴ Cistulli PaA. Craniofacial abnormalities in obstructive sleep apnea: implications for treatment. *Respirology* 1996; 1:167-174.

²⁵ Bacon W, Krieger J, Turlot J, Stierle J. Craniofacial characteristic in patients with obstructive sleep apnea. *Cleft Palate J*. 1988; 25: 374-378.

²⁶ Benjafield AV, Ayas NT, Eastwood PR, et al. Estimation of the global prevalence and burden of obstructive sleep apnoea: a literature-based analysis. *Lancet Respir Med*. 2019;7(8):687–698

²⁷ Findlay L, Unverzag M, Suratt PM. Automobile accidents in patients with obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1988; 138:337-340.

- ²⁸ Barbé F, Pericas J, Muñoz A, Findlay L, Antó JM, Agustí AG. Automobile accidents in patients with Sleep apnea síndrome. An epidemiological and mechanistic study. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158: 18-22.
- ²⁹ Ulfberg J, Carter N, Edling C. Sleep disorders breathing and occupational accidents. *Scand J Work Environ Health* 2000; 26: 237-242.
- ³⁰ Mediano O, Gonzalez Mangado N, Montserrat JM. Documento internacional de consenso sobre apnea obstructiva del sueño. *Arch Bronconeumol. Archivos de Bronconeumología*.
- ³¹ Carvalho B, Hsia J, Capasso R. Surgical therapy of obstructive sleep apnea: a review. *Neurotherapeutics. American Academy of Sleep Medicine. International Classification of Sleep Disorders*. 3rd ed. Darien, IL: American Academy of Sleep Medicine; 2014.
- ³² Song SA, Wei JM, Buttram J, et al. Hyoid surgery alone for obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope*. 2016; 126(7):1702-1708.
- ³³ Camacho M, Certal V, Capasso R. Comprehensive review of surgeries for obstructive sleep apnea syndrome. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2013; 79:780-788.
- ³⁴ Aurora RN, Casey KR, Kristo D, et al. Practice parameters for the surgical modifications of the upper airway for obstructive sleep apnea in adults. *Sleep*. 2010; 33:1408-1413.
- ³⁵ Zheng L, Jahn J, Vasavada AN. Sagittal plane kinematics of the adult hyoid bone. *J Biomech*. 2012; 45(3):531–536.
- ³⁶ Henríquez J, Sandoval P, Fuentes R. ANATOMÍA RADIOLÓGICA DEL HUESO HIOIDES. *Rev Chil Anat*. 2000; 18(1):117-124.

³⁷ MANNS A, DIAZ G. Sistema estomatognático. Santiago: Lazzerinni & Vial Ltda; 1983.

³⁸ Sforza E, Bacon W, Weiss T, et al. Upper airway collapsibility and cephalometric variables in patients with obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med*.

³⁹Guilleminault C, Riley R, Powell N. Obstructive sleep apnea and abnormal cephalometric measurements: implications for treatment. *Chest*. 1984; 86:793-794.

⁴⁰ Auvinshine RC, Pettit NJ. The hyoid bone: an overview. *CRANIO*. 2020; 38(1):6-14.

⁴¹ Schwab RJ, Goldberg AN. Upper airway assessment; radiographic and other imaging techniques. *Otolaryngol Clin North Am* 1998; 31: 931-68.

⁴² Ciscar MA, Juan G, Martínez V, et al. Magnetic resonance imaging of the pharynx in OSA patients and healthy subjects. *Eur Respir J*. 2001; 17(1):79-86.

⁴³ Abramson ZR, Susarla S, Tagoni JR. Three-dimensional computed tomographic analysis of airway anatomy. *J Oral Maxillofac Surg*. 2010; 68:363-371.

⁴⁴ Katkar RA, Kummet C, Dawson D, et al. Comparison of observer reliability of three-dimensional cephalometric landmark identification on subject images from Galileos and i-CAT cone beam CT. *Dentomaxillofac Radiol*. 2013; 42:20130059.

⁴⁵ Brasil DM, Kurita LM, Groppo FC, Haiter-Neto F. Relationship of craniofacial morphology in 3-dimensional analysis of the pharynx. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2016; 149:683.1-691.1.

⁴⁶ Schendel SA, Jacobson R, Khalessi S. Airway growth and development: a computerized 3-dimensional analysis. *J Oral Maxillofac Surg*. 2012; 70:2174-83.

⁴⁷ El H, Palomo JM. Measuring the airway in 3 dimensions: a reliability and accuracy study. *Am Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137:550-552

⁴⁸ Welch KC, Foster GD, Ritter CT, et al. A novel volumetric magnetic resonance imaging paradigm to study upper airway anatomy. *Sleep.* 2002; 25(5):532-542.

⁴⁹ Guijarro-Martinez R, Swennen GR. Cone-beam computerized tomography imaging and analysis of the upper airway: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011; 40:1227-1237.

⁵⁰ Chen H, van Eijnatten M, Aarab G, et al. Accuracy of MDT and CBCT in three-dimensional evaluation of the oropharynx morphology. *Eur J Orthod* 2018; 40:58-64.

⁵¹ Arens R, Mc Donough J, Costarino A, Mahboubi S, Tayag-Kier C, Maislin G, Schwab R, Pack A. Magnetic resonance imaging of the upper airway structure of children with obstructive sleep apnea syndrome. *Am J Respir Crit Care* 2001; 164:698-703.

⁵² Van de Graaf WB, Gottfried SB, Mitra J. Respiratory function of hyoid muscles and hyoid arch. *J Appl Physiol.* 1984; 57:197-204.

⁵³ Kocakara G, Buyukcavus MH, Orhan H. Evaluation of pharyngeal airway dimensions and hyoid bone position according to craniofacial growth pattern. *Cranio.* 2020 Jul 21:1-11.

⁵⁴ Fernandes TMF, Adamczyk J, Poleti ML, Henriques JFC, Friendland B, Garib DG. Comparison between 3D volumetric rendering and multiplanar slices on the reliability of linear measurements on CBCT images: an in vitro study. *J Appl Oral Sci.* 2015; 23:56-63.

- ⁵⁵ Van deGraaf WB, Gottfried SB, Mitra J. Respiratory function of hyoid muscles and hyoid arch. *J Appl Physiol* 1984; 57: 197-204
- ⁵⁶ Hamilton WJ, Boyd JD, Mossman HW. *Embriología humana*. 4th ed. Buenos Aires: Inter-Médica; 1973.
- ⁵⁷ Kollias I, Krogstad O. Adult craniocervical and pharyngeal changes. longitudinal cephalometric study between 22 and 42 years of age. Part 1: morphological craniocervical and hyoid bone changes. *Eur J Orthod*. 1999; 21:333-44.
- ⁵⁸ Nathan J, Ronald C. Change of hyoid bone position in patients treated for and resolved of myofascial pain. *CRANIO*. 2018 Jul 31.
- ⁵⁹ Khan YS, Bordoni B. Anatomy, Head and Neck, Suprahyoid Muscle. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; June 5, 2023. Anatomía muscular
- ⁶⁰ Rodríguez-Vázquez JF, Verdugo-López S, Abe H, Murakami G. The Origin of the Variations of the Hyoid Apparatus in Human.
- ⁶¹ Santos Gonzalez, M. Contribucion al desarrollo del hueso hioides en humanos. Tesis Doctoral. Madrid 2017.
- ⁶² Chauhan A, Autar R, Pradhan KL, Yadav V. Comparison of pharyngeal airway dimension, tongue and hyoid bone position based on ANB angle. *Natl J Maxillofac Surg*. 2015; 6:42.
- ⁶³ Tallgren, A., & Solow, B. (1987). Hyoid bone position, facial morphology and head posture in adults. *The European Journal of Orthodontics*, 9(1), 1-8.

⁶⁴ Doual A, Léger JL, Doual JM, Hadjiat F. L'os hyoïde et la dimension verticale. *Orthod Fr.* 2003; 74(3):333-363.

⁶⁵ Osman AM, Carter SG, Carberry JC, Eckert DJ. Obstructive sleep apnea: current perspectives. *Nat Sci Sleep.* 2018; 10:21-34.

⁶⁶ Sforza E, Bacon W, Weiss T, Thibault A, Petiau C, Krieger J. Upper airway collapsibility and cephalometric variables in patients with obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med.*

⁶⁷ Ecija Navarro R. Influencia de la clase esquelética y el biotipo facial sobre el tratamiento con dispositivo de avance mandibular en pacientes con síndrome de apnea hipopnea del sueño [tesis doctoral]. Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá; 2010.

⁶⁸ Pae EK, Quas C, Quas J, Garret 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; 134: 792-797.

⁶⁹ Carvalho B, Hsia J, Capasso R. Surgical therapy of obstructive sleep apnea: a review. Neurotherapeutics. In: American Academy of Sleep Medicine. International Classification of Sleep Disorders. 3rd ed. Darien, IL: American Academy of Sleep Medicine; 2014.

⁷⁰ Riley RW, Powell NB, Guilleminault C. Obstructive sleep apnea and the hyoid: a revised surgical procedure. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1994; 111:717-721.

⁷¹ Riley R, Guilleminault C, Powell N, Derman S. Mandibular osteotomy and hyoid bone advancement for obstructive sleep apnea: a case report. *Sleep.* 1984; 7:79-82.

⁷² Hamans E, Stuck BA, de Vries N, et al. Hyoid expansion as a treatment for obstructive sleep apnea: a pilot study. *Sleep Breath*. 2013; 17:195-201.

⁷³ Kaya N. Sectioning the hyoid bone as a therapeutic approach for obstructive sleep apnea. *Sleep*. 1984; 7:77-78.

⁷⁴ Song SA, Wei JM, Buttram J, et al. Hyoid surgery alone for obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope*. 2016; 126(7):1702-1708.

⁷⁵ Kezirian EJ, Goldberg AN. Hypopharyngeal surgery in obstructive sleep apnea: an evidence-based medicine review. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2006; 132:206-213.

⁷⁶ Ogawa T, Enciso R, Shintaku WH, et al. Evaluation of cross-section airway configuration of obstructive sleep apnea. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007; 103:102-108.

⁷⁷ Bruwier A, Poirrier R, Albert A, et al. Three-dimensional analysis of craniofacial bones and soft tissues in obstructive sleep apnea using cone beam computed tomography. *Int Orthod*. 2016; 14:449-461.

⁷⁸ Guileminaul C, Riley R, Powel N. Obstructive sleep apnea and abnormal cephalometric measurements: implications for treatment. *Chest*. 1984; 86:793-794.

⁷⁹ Aurora RN, Casey KR, Kristo D, et al. Practice parameters for the surgical modifications of the upper airway for obstructive sleep apnea in adults. *Sleep*. 2010; 33:1408-1413.

- ⁸⁰ Battagel JM, Johal A, L'Estrange PR, Croft CB, Kotecha B. Changes in airway and hyoid position in response to mandibular protrusión in subjects with obstructive sleep apnea (OSA). *Eur J Orthod*. 1999; 21:363-76.
- ⁸¹ Di Carlo G, Polimeni A, Melsen B, Cattaneo PM. The relationship between upper airways and craniofacial morphology studied in 3D. A CBCT study. *Orthod Craniofac Res*. 2015; 18:1-11.
- ⁸² Ceylan I, Oktay H. A study of the pharyngeal size in different skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995; 108:69-75.
- ⁸³ Joseph NP, 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*. 201; 5:187-189.
- ⁸⁴ Joseph AA, Elbaum J, Cisneros GJ, Eisig JB. A cephalometric comparative study of the soft tissue airway dimensions in persons with hyperdivergent and normodivergent facial patterns. *J Oral Maxillofac Surg*. 1998 Feb; 56(2):135-9.
- ⁸⁵ Mortazavi S, Asghari-Moghaddam H, Dehghani M, et al. Hyoid bone position in different facial skeletal patterns. *J Clin Exp Dent*. 2018; 10:e346-51.
- ⁸⁶ Jung-Hsuan Cheng, Szu-Yu Hsiao, Chun-Ming Chen, Kun-Jung Hsu. Relationship between hyoid bone and pharyngeal airway in different skeletal patterns. *J Dent Sci* 2020 sep; 15 (3); 286-293.
- ⁸⁷ Kelikoglu M, Bayram M, Sekerci AE, Buyuk SK, Toy E. Comparison of pharyngeal airway volume among different vertical skeletal patterns: a cone-beam computed tomography study. *Angle Orthod* 2014;84:782-7

- ⁸⁸ Alves Jr M, Franzotti ES, Baratieri C, Nunes LK, Nojima LI, Ruellas AC. Evaluation of pharyngeal airway space amongst different skeletal patterns. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2012;41:814
- ⁸⁹ Brasil DM, Kunita LM, Groppo FC, Haiter-Neto F. Relationship of craniofacial morphology in 3- dimensional analysis of the pharynx. *Am J Ortho Dentofacial Orthop*. 2016; 149:683.e1-691.e.1.
- ⁹⁰ Di Carlo G, Polimeri A, Meisen B, Cattaneo PM. The relationship between upper airways and craniofacial morphology studied in 3D, a CBCT study. *Orthod Craniofac Res*. 2015; 18:1-11.
- ⁹¹ Alves PVM, Zhao L, O`Gara M, Patel PK, Bolognese AM. Three- dimensional cephalometric study of upper airway space in skeletal class II and III healthy patients. *J Craniofac Surg*. 2008; 19: 1497-1507.
- ⁹² Adamidis IP, Spyropoulos MN. Hyoid bone position and orientation in class I and class III malocclusions. *Am J Orthod. Dentofaci Orthop* 1992; 101:308-12.
- ⁹³ Freitas MR, Penteado Virmond Alcazar NM, Janson G, Salvatore de Freitas K, Castanha Enriques JF. Upper and lower pharyngeal airways in subjects with class I and class II malocclusions and different growth patterns. *Am J Orthod Dentofacial Or-thop* 2006; 130: 742-745
- ⁹⁴ Li Zhi-min, WU Jie, MEN Hai-Yan, LI Hong-fa. Cone-Beam CT study for the oropharyngeal airway volume and hyoid position of adults with class III skeletal malocclusion. *Shanghai Journal of Stomatology*. 2015; 24(3).

⁹⁵ Grauer D, Cevidanes LSH, Styner MA, Ackerman JL, Proffit WR. Pharyngeal airway volume and shape from cone-beam computed tomography: relationship to facial morphology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009; 136:805-14.

⁹⁶ Muro T, Yamazaki A, Takeda S, et al. Relationship between the pharyngeal airway space and craniofacial morpholog, taking into account head posture. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2006; 35: 132-136.

⁹⁷ Schwab RJ, Goldberg AN. Upper airway assessment; radiographic and other imaging techniques. *Otolaryngol Clin North Am* 1998; 31: 931-68.

⁹⁸ Companioni Bachá A, Rodriguez Quiñonez M, Dias de Villegas Rushkova V. Historical sketch of radiographic cephalometry. *Rev Cubana Estomatol* 2008. 45-2.

⁹⁹ Kollias I, Krogstad O. Adult craniocervical and pharyngeal changes. longitudinal cephalometric study between 22 and 42 years of age. Part 1: morphological craniocervical and hyoid bone changes. *Eur J Orthod.* 1999; 21:333-44.

¹⁰⁰ Lyberg T, Krogstad O, Djupesland G. Cephalometric analysis in patients with obstructive sleep apnoea syndrome. I. Skeletal morphology. *J Laryngol Otol.* 1989; 103:287-92.

¹⁰¹ Armalaite J, Lopatiene K. Lateral telerradiography of the head as a diagnostic tool used to predict obstructive sleep apnea. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2016. 45

¹⁰² Villafranca C, Cobo Plana, J.; Fernández Mondragón, M.; Jiménez, A. Cefalometría de las vías aéreas superiores (VAS) RCOE. *Revista del Consejo de Odontólogos y Estomatólogos,* 2002 AGO; 7 (4) pags 407-414

¹⁰³ Roth RH. Functional occlusion for the orthodontist. *J Clin Orthod.* 1981. Jan; 15(1):32-40, 44-51.

¹⁰⁴ Roth RH, Rolfs DA Functional occlusion for the orthodontist. Part II. *J Clin Orthod.* 1981 Feb; 15(2):100-23.

¹⁰⁵ Andrews LF. The six keys to normal occlusion. *American Journal Orthodontics Dentofacial Orthopedics.* 1972 Sep; 62(3):296-309.

¹⁰⁶ Steiner C. Orthodontics for you and me. *American Journal Orthodontics. Dentofacial Orthopedics* 1953. 39:725-755

¹⁰⁷ 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.

¹⁰⁸ Haralabakis NB, Toutountzakis NM, Yiagtzis SC. The hyoid bone position in adult individuals with open bite and normal occlusion. *Eur J Orthod.* 1993; 15:265-71.

¹⁰⁹ Björk A. Variations in the growth pattern of the human mandible: longitudinal radiographic study by the implant method. *J Dent Res.* 1963 Jan-Feb; 42(1) Pt2:400-11.

¹¹⁰ Björk A. Facial growth in man, studied with the aid of metallic implants. *Acta Odontol Scand.* 1955Jun; 13(1):9-34.

¹¹¹ Björk A. Prediction of mandibular growth rotation. *American Journal Orthodontic Dentofacial Orthopedic.* 1969 Jun; 55(6):585-99

¹¹² Ricketts RM, Schulhof RJ, Bagha L. Orientation-sella-nasion or Frankfort horizontal. *Am J Orthod.* 1976 Jun; 69(6):648-54.

¹¹³ Kikuchi M, Higurashi N, Miyazake S, Itasaka Y. Facial Patterns of obstructive sleep apnea patients using Ricketts' method. 2000; 54: 336-337.

¹¹⁴ Bibby RE, Preston CB, The hyoid triangle. *Am J Orthod.* 1981; 80: 92-97.

¹¹⁵ Carvalho B, Hsia J, Capasso R. Surgical therapy of obstructive sleep apnea: a review. *Neurotherapeutics. American Academy of Sleep Medicine. International Classification of Sleep Disorders.* 3rd ed. Darien, IL: American Academy of Sleep Medicine; 2014.

¹¹⁶ Riley RW, Powell NB, Guilleminault C. Obstructive sleep apnea and the hyoid: a revised surgical procedure. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1994; 111: 717- 721.

¹¹⁷ Riley R, Guilleminault C, Powell N, Derman S. Mandibular osteotomy and hyoid bone advancement for obstructive sleep apnea: a case report. *Sleep* 1984; 7: 79- 82.

¹¹⁸ Hamans E, Stuck BA, de Vries N, et al. Hyoid expansion as a treatment for obstructive sleep apnea: a pilot study. *Sleep Breath* 2013; 17: 195- 201.

¹¹⁹ Kaya N. Sectioning the hyoid bone as a therapeutic approach for obstructive sleep apnea. *Sleep* 1984, 7: 77 - 78.

¹²⁰ Sungjin A. Song MD, Justin M. Wei MD, Jonathan Buttram BS, Anthony M. Tolisano MD, Edward T. Chang MD, MS, Stanley Yung-Chuan Liu MD, DDS, Victor Certal MD, PhD, Macario Camacho MD. Hyoid surgery alone for obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *The Laryngoscope / Volume 126, Issue 7 / p. 1702-1708. Sleep Medicine.*

¹²¹ Kezirian EJ, Goldberg AN. Hypopharyngeal surgery in obstructive sleep apnea: An evidence-based medicine review. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2006; 132: 206-213.

¹²² Carole Mouhanna-Fattal", Moschos Papadopoulos, Joseph Bouserhal, Alain Tauk, Nayla Bassil-Nas, Athanasios Athanasious. Evaluation of upper airway volume and craniofacial volumetric structures in obstructive sleep apnea adults: A descriptive CBCT study. *International Orthodontics* 2019; 17: 678-686

¹²³ Brasil DM, Kurita LM, Groppo FC, Haiter-Neto F. Relationship of craniofacial morphology in 3-dimensional analysis of the pharynx. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*2016; 149:683.1-691.1.

¹²⁴ Yamashina A, Tanimoto K. Sutthiprapaporn P, Hayakawa Y. The reliability of computed tomography (CT) values and dimensional measurements of the oropharyngeal region using cone beam CT: comparison with multidetector CT. *Dentomaxillofac Radiol* 2008; 37:245-51.

¹²⁵ 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; 58(4):509-514.

¹²⁶ Stratemann S, Huang JC, Maki K, Hatcher D, Miller AJ. Three-dimensional analysis of the airway with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 140:607-15.

¹²⁷ Miller AJ, Hatcher D. Comparison of airway space with conventional lateral head-films and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 135:468-79.

¹²⁸ Yasemin N., Suleyman K. & Esra. Comparison of hyoid bone positions and pharyngeal airway dimensions in different body mass index percentile adolescent subjects. *CRANIO* 2018.

¹²⁹ Aboudara C, Nielsen I, Huang JC, Maki K, Miller A.J, Hatcher D. Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 135:468-79.

¹³⁰ Muto T, Yamazaki A, Takeda S, et al. Relationship between the pharyngeal airway space and craniofacial morpholog, taking into account head posture. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2006; 35: 132-136.

¹³¹ Muto T, Takeda S, Kanazawa M, Yamazaki A, Fujiwara Y, Mizoguchi I. The effect of head posture on the pharyngeal airway space (PAS). *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2002;31(6):579-583

¹³² Sonnesen L, Petersson A, Berg s, Svanholt P. Pharyngeal airway dimensions and head posture in obstructive sleep apnea patients with and without morphological deviations in the upper cervical spine. *J Oral Maxillofac Res* 2017; 8:04.

¹³³ Cuccia AM, Lotti M, Caradonna D. Oral breathing and head posture. *Angle Orthod*. 2008;78(1):77-82.

¹³⁴ Wu S, Wang T, Kang X, et al. Hyoid bone position in subjects with different facial growth patterns of different dental ages. *Cranio*. 2023; 41(5):454-460.

¹³⁵ Jo JH, Park JW, Jang JH, Chung JW. Hyoid bone position as an indicator of severe obstructive sleep apnea. *BMC Pulm Med*. 2022; 22(1):349. Sep 2022.

- ¹³⁶ Soyoye OA, Otoyemi OD, Newman-Nartey M. Cephalometric evaluation of hyoid bone position in subjects with different vertical dental patterns. *Niger J Clin Pract.* 2021; 24(3):321-328.
- ¹³⁷ Sadzeviciute E, Nazimova J, Trakiniene G. The impact of the hyoid bone position on the pharyngeal airway characteristics among different facial skeletal patterns. *Stomatologija Baltic Dental and Maxillofacial Journal.* 2019; 21(4):99-106.
- ¹³⁸ 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.
- ¹³⁹ Lee H, Kim S, Park J. Comparative Analysis of Hyoid Bone Position in Different Skeletal Classes. *J Orthod Res.* 2019;14(2):98-104
- ¹⁴⁰ Bilal R. Position of the Hyoid Bone in Anteroposterior Skeletal Patterns. *J Healthc Eng.* 2021;2021:7130457
- ¹⁴¹ Tarkar JS, Parashar S, Gupta G, et al. An Evaluation of Upper and Lower Pharyngeal Airway Width, Tongue Posture and Hyoid Bone Position in Subjects with Different Growth Patterns. *J Clin Diagn Res.* 2016; 10(1):79-83.
- ¹⁴² Fernandez L, Rodriguez P, Martinez M. The Influence of Hyoid Bone Position in Craniofacial Development: A Longitudinal Study. *J Craniofac Surg.* 2017; v 27(5):441-449.
- ¹⁴³ Haskell JA, Haskell BS, Spoon ME, Feng C. The relationship of vertical skeletofacial morphology to oropharyngeal airway shape using cone beam computed tomography: possible implications for airway restriction. *Angle Orthod.* 2014; 84(3):548-554.

¹⁴⁴ Stepovich ML. A cephalometric positional study of the hyoid bone. *Am J Orthod.* 1965;51:882-900

¹⁴⁵ Al-Somairi MAA, Liu Y, Almashraq AA, et al. Correlation between the three-dimensional maxillomandibular complex parameters and pharyngeal airway dimensions in different sagittal and vertical malocclusions. *Dentomaxillofac Radiol.* 2023;52(3)

¹⁴⁶ Sahin Saglam AM, Uydas NE. Relationship between head posture and hyoid position in adult females and males. *J Craniomaxillofac Surg.* 2006; 34:85-92.

¹⁴⁷ Güven O, Saraçoğlu U. Changes in pharyngeal airway space and hyoid bone positions after body osteotomies and sagittal split ramus osteotomies. *J Craniofac Surg.* 2005; 16:23-30.

¹⁴⁸ Kurbanova A, Aksoy S, Nalça Andrieu M, Öz U, Orhan K. Evaluation of the influence of hyoid bone position, volume, and types on pharyngeal airway volume and cephalometric measurements. *Oral Radiol.* 2023; 39(4):731-742.

¹⁴⁹ Luc P.M. Tourné, Growth of the pharynx and its physiologic implications, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* Volume 99, Issue 2, 1991. 129-139.

¹⁵⁰ Piccin CF, Pozzebon D, Scapini F, Corrêa EC. Craniocervical Posture in Patients with Obstructive Sleep Apnea. *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2016;20(3):189-195