



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS MÉDICAS

ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD

ÁREA CLÍNICA

ASOCIACIÓN ENTRE LAS DIMENSIONES DE LAS VÍAS AÉREAS Y LAS  
CARACTERÍSTICAS VOLUMÉTRICAS DE LA MANDÍBULA EN PACIENTES ADULTOS

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO  
DE MAESTRÍA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

**PRESENTA:**

GERARDO MARTÍNEZ SUÁREZ

**TUTOR:**

DR. LUIS PABLO CRUZ HERVERT  
Facultad de Odontología

**COMITÉ TUTOR**

DR. JAVIER PORTILLA ROBERTSON  
Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud

DRA. HORTENSIA MORENO MACIAS  
Universidad Autónoma Metropolitana

CIUDAD DE MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2020



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Dedicatoria**

Primero quiero agradecer a Dios, por haberme permitido encontrar el camino de esta apasionante profesión, también por permitirme concluir una meta más, que sin duda me ayudará a ser mejor persona, mejor profesionalista y mejor profesor. Dedico también esta tesis a mi familia, en especial a mi esposa Martha por ser la mujer que más amo en mi vida, le agradezco infinitamente por ser el pilar más resistente que pude encontrar para construir nuestras vidas, gracias por apoyarme mientras caminé por este sendero de la maestría, tus palabras de amor, aliento y motivación fueron el combustible para seguir adelante sin dar marcha atrás. Gracias por apoyarme en todo.

A mis hijos Diego, César y Sebastián, porque siempre asumieron de forma responsable actividades que abandone durante la maestría. Por eso y por mucho más, queridos hijos los amo con toda mi alma.

A mis sobrinos Christian y Erik muchas gracias, porque siempre resolvieron de forma oportuna y eficaz lo que acertadamente les encomendé mientras estudié.

Gran admiración y respeto para mi tutor Dr. Luis Pablo Cruz Hervert, que sin duda fue quien abrió las puertas de este camino, aprecio mucho sus enseñanzas y su calidad humana.

Con mucho respeto, reconozco las valiosas enseñanzas de la Dra. Aída Borges, que sin duda mucho del contenido de esta tesis lo que aprendí de ella.

A mis asesores y profesores por ser tan apasionados en este campo de la investigación, que a partir de una pregunta de investigación lograron una gran transformación en mi forma de pensar y analizar la información.

SINCERAMENTE GRACIAS.

<b>Resumen.....</b>	<b>6</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>8</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>10</b>
<b>Antecedentes.....</b>	<b>10</b>
<b>Anatomía y fisiología de las vías aéreas superiores.....</b>	<b>11</b>
<b>Las complicaciones de las vías aéreas tienen un efecto de largo alcance.....</b>	<b>12</b>
<b>(CBCT) otra dimensión para otro siglo.....</b>	<b>12</b>
<b>CBCT: Aplicación y usos en ortodoncia para la medición del volumen de las vías aéreas.....</b>	<b>13</b>
<b>Planteamiento del problema.....</b>	<b>15</b>
<b>Pregunta de investigación.....</b>	<b>16</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>16</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>17</b>
<b>Objetivo general:.....</b>	<b>17</b>
<b>Objetivos específicos:.....</b>	<b>17</b>
<b>Hipótesis.....</b>	<b>18</b>
<b>Hipótesis nula:.....</b>	<b>18</b>
<b>Hipótesis alterna:.....</b>	<b>18</b>
<b>Hipótesis específicas.....</b>	<b>18</b>
<b>Materiales y método.....</b>	<b>19</b>
<b>Tipo de estudio.....</b>	<b>19</b>
<b>Población de estudio.....</b>	<b>19</b>
<b>Tamaño de la muestra.....</b>	<b>19</b>
<b>Selección de la muestra.....</b>	<b>20</b>
<b>Criterios de inclusión.....</b>	<b>20</b>
<b>Criterios de no inclusión.....</b>	<b>21</b>
<b>Criterios de eliminación.....</b>	<b>21</b>
<b>Variables.....</b>	<b>21</b>
<b>Variables independientes:.....</b>	<b>22</b>
<b>Volumen de las vías aéreas.....</b>	<b>22</b>
.....	<b>24</b>
.....	<b>24</b>
<b>Variables dependientes.....</b>	<b>24</b>
<b>Descripción del procedimiento para segmentación de la mandíbula.....</b>	<b>24</b>
<b>Volumen mandibular.....</b>	<b>24</b>
<b>Segmentación del cuerpo mandibular.....</b>	<b>25</b>
<b>Segmentación de la rama mandibular.....</b>	<b>25</b>
<b>Segmentación del cóndilo mandibular.....</b>	<b>25</b>

Covariables .....	27
• Discrepancia sagital verdadera (estimación de Wits verdadero) .....	27
• Base de cráneo anterior .....	27
• Base de cráneo posterior.....	27
• Dimensión vertical oclusal .....	27
• Ancho maxilar .....	28
• Longitud maxilar .....	28
Método de recolección de la información.....	29
Prueba piloto.....	29
Estandarización de examinador.....	29
Aspectos éticos.....	31
Consideraciones éticas y de bioseguridad.....	31
Métodos de registro y procesamiento de los datos.....	31
Análisis estadístico.....	31
Análisis Descriptivo.....	31
Recursos .....	33
Humanos .....	33
Digitales.....	33
Infraestructura .....	33
Resultados .....	34
Volumen mandibular total.....	37
Volumen de la rama mandibular .....	38
Volumen del cóndilo mandibular .....	39
Dimensión vertical (DV).....	40
Base craneal anterior (BCA) .....	40
Tablas .....	41
Discusión .....	53
Conclusiones.....	57
Referencias .....	59
Anexos.....	65
Anexo 1. Carta de consentimiento informado .....	65

## Resumen.

**Objetivo:** El objetivo principal de esta investigación fue identificar la asociación entre las dimensiones volumétricas de las vías aéreas superiores y las características volumétricas de la mandíbula.

**Métodos:** Se analizaron tomografías de adultos del departamento de imagenología de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la UNAM, se utilizó el programa digital Dolphin imaging® versión 11.9 para importar todos los datos tomográficos y en escala de grises (umbral 50) se delimitó y evaluó la faringe con triángulos formados cefalométricamente; volumen superior (**VAS**) se diseñó con punto clinoides posterior (Cp), espina nasal posterior (ENP) y basión (Ba), volumen medio (**VAM**) con ENP, Ba y punto antero-inferior de cervical 2 (C2), volumen inferior (**VAI**) con ENP, C2, punto antero-inferior de cervical 3 (C3) y mentón, en conjunto forman volumen total (**VT**). Con herramienta de escultura Dolphin® se delimitó y segmentó manualmente la mandíbula (**VMd**), cuerpo-**(VCu)**, rama-**(VRa)** y cóndilo-**(VCo)**. La estadística inferencial para las vías aéreas fue determinada con pruebas no paramétricas (Correlación de Spearman, U de Mann Withney y regresión lineal). Se construyeron 4 modelos de regresión lineal para evaluar la asociación entre (1) **VMdT**, (2) **VCMd**, (3) **VRMd** (4) **VCod** con las variables (VAS, VAM, VAI), ajustando por edad, sexo, clase esquelética, dimensión vertical, ancho maxilar, longitud maxilar.

**Resultados:** De las 200 tomografías evaluadas el 55.5% fueron del sexo femenino, la media de edad fue  $28 \pm 5.92$  años, la media del volumen total (**VFT**) fue  $24.5 \pm 8.1 \text{ cm}^3$  y de  $6.1 \pm 1.8 \text{ cm}^3$  para volumen de la nasofaringe (**VAS**), la media del volumen de la orofaringe (**VAM**) fue de  $8.7 \pm 3.2 \text{ cm}^3$ , por último la media del volumen de la hipofaringe (**VAI**) fue de  $9.6 \pm 4.6 \text{ cm}^3$ . Se evaluó la confiabilidad intraobservador por medio del coeficiente de correlación intraclase, los valores obtenidos fueron ICC=0.71 a ICC=0.99. Se encontró que el volumen de la vía aérea superior, media e inferior tuvieron asociaciones estadísticamente significativas con el volumen mandibular ( $p \leq 0.05$ ).

Con base en los resultados del análisis de regresión lineal múltiple, el volumen superior se asoció positivamente con volumen mandibular, obteniendo un coeficiente de regresión (Coef. 0.642 I.C. 95% 0.042 1.242  $p = 0.036$ ), el cuerpo mandibular (Coef 0.504 I.C. 95% 0.088 0.920  $p = 0.018$ ) con la rama mandibular (Coef 0.367 I.C. 95% 0.153 0.580  $p = 0.001$ ) con el

cóndilo (Coef . 0.13 I.C. 95% 0.052 - 0.212 p= 0.001), el volumen de la vía aérea media se asoció con el volumen mandibular total (Coef 7.006 I.C. 95% 3.274 – 10.73 p= 0.000), con el cuerpo mandibular (Coef 4.079 I.C. 95% 1.320- 6.837 p= 0.004), con la rama mandibular (Coef 0.266 I.C. 95% 0.120 - 0.411 p= 0.001) y con el cóndilo (Coef. 0.080 I.C. 95% 0.028- 0.132 p= 0.003). El volumen de la vía aérea inferior se asoció de forma negativa únicamente con la rama mandibular (Coef. -0.124 I.C. 95% -0.217- 0.032 p= 0.009), finalmente la clase esquelética se asoció negativamente con el volumen mandibular total (Coef. -258.57 I.C. 95% - 532.46 - - 83.68 p= 0.007).

**Conclusiones.** Existe una asociación positiva entre el volumen superior y medio de la vía aérea superior con el volumen mandibular total, el volumen medio mostró asociación positiva con el volumen mandibular total. El volumen inferior mostró asociación negativa con el volumen mandibular total, con el cuerpo, rama y cóndilo mandibular.

Debido a que gran parte de la vía aérea superior es parte del complejo cráneo-facial, el ortodoncista puede observar la vía aérea y modular una potencial obstrucción. Ahora más que nunca, con la tecnología y las opciones de tratamiento, los ortodoncistas tienen la responsabilidad y la obligación de reconocer los problemas respiratorios en cada paciente que inicie tratamiento de ortodoncia.

**Palabras clave:** Vía aérea superior, tomografía computarizada, análisis volumétrico.

## Abstract.

**Objective:** The main objective of this research was to identify the association between the volumetric dimensions of the upper airways and the volumetric characteristics of the mandible.

**Methods:** Tomography of adults from the imaging department of the Division of Graduate Studies and Research of the UNAM were analyzed, the digital program Dolphin imaging® version 11.9 was used to import all the tomographic data and in gray scale (threshold 50) it was delimited and evaluated the pharynx with cephalometrically formed triangles; upper volume (VAS) was designed with posterior clinoid point (Cp), posterior nasal spine (ENP) and basion (Ba), mean volume (VAM) with ENP, Ba and antero-inferior point of cervical 2 (C2), lower volume (VAI) with ENP, C2, antero-inferior cervical point 3 (C3) and chin, together they form total volume (VT). With the DolphinR sculpting tool, the mandible (VMd), body- (VCu), ramus- (VRa) and condyle- (VCo) were delimited and segmented manually. The inferential statistics for the airways were determined with non-parametric tests (Spearman's correlation, Mann Withney's U and linear regression). 4 linear regression models were built to evaluate the association between (1) VMdT, (2) MCVd, (3) VRMd (4) VCoD with the variables (VAS, VAM, VAI), adjusting for age, sex, skeletal class, vertical dimension, maxillary width, maxillary length.

**Results:** Of the 200 CT scans evaluated, 55.5% were female, the mean age was  $28 \pm 5.92$  years, the mean total volume (VFT) was  $24.5 \pm 8.1 \text{ cm}^3$  and  $6.1 \pm 1.8 \text{ cm}^3$  for the volume of the nasopharynx (VAS), the mean volume of the oropharynx (VAM) was  $8.7 \pm 3.2 \text{ cm}^3$ , finally the mean volume of the hypopharynx (VAI) was  $9.6 \pm 4.6 \text{ cm}^3$  The intra-observer reliability was evaluated by means of the intraclass correlation coefficient, the values obtained were ICC = 0.71 to ICC = 0.99. It was found that the volume of the upper, middle and lower airways had statistically significant associations ( $p \leq 0.05$ ).

The upper volume was positively associated with mandibular volume (Coef. 0.642 95% IC 0.042 - 1.242  $p = 0.036$ ), the mandibular body (Coef 0.504 7 IC 95% 0.088 - 0.920  $p = 0.018$ ) with the mandibular branch (Coef 0.367 IC 95 % 0.153 - 0.580  $p = 0.001$ ) with the condyle (Coef. 0.13 95% IC 0.052 - 0.212  $p = 0.001$ ), the mean airway volume was associated with the total mandibular volume (Coef 7.006 95% IC 3.274 - 10.73  $p = 0.000$ ), with the mandibular body (Coef 4.079 95% IC 1.320 - 6.837  $p = 0.004$ ), with the mandibular branch (Coef 0.266 95% IC 0.120 - 0.411  $p = 0.001$ ). With the condyle (Coef. 0.080 95% IC 0.028 - 0.132  $p = 0.003$ ), the volume of the lower airway was negatively associated only with the mandibular branch (Coef. -0.124 95% IC -0.217 - 0.032  $p = 0.009$ ). Finally, the skeletal class was negatively associated with total mandibular volume (Coeff. -258.57 95% IC -532.46 - -83.68  $p = 0.007$ ).

**Conclusions.** There is a positive association between the upper and middle volume of the upper airway with the total mandibular volume, the mean volume showed a positive association with the total mandibular volume. The lower volume showed a negative association with the total mandibular volume, with the mandibular body, ramus and condyle.

Because much of the upper airway is part of the craniofacial complex, the orthodontist can observe the airway and modulate a potential obstruction. Now more than ever, with technology and treatment options, orthodontists have the responsibility and obligation to recognize respiratory problems in every patient who begins orthodontic treatment.

**Keywords:** Upper Airway, computed tomography, volumetric analysis.

## Introducción.

El aire es esencial para la vida. El ser humano nace condicionado para respirar por la nariz y alimentarse por la boca, por lo que el proceso de respiración requiere el libre paso de aire por los espacios naso-oro-faríngeo (1). El camino que el aire sigue dentro del cuerpo y llega a los pulmones, se llama vía aérea (2). La función respiratoria asociada con la correcta masticación, deglución y acción muscular de los labios y lengua estimula el crecimiento y desarrollo facial. Dado que gran parte de la vía aérea superior es parte del complejo cráneo-facial, el ortodoncista puede observar la vía aérea y modular una potencial obstrucción, también ha participado activamente en la evaluación y tratamiento de sujetos con apnea obstructiva del sueño (3). Investigaciones recientes proponen que la mejor forma de evaluar las vías aéreas es con técnicas en tercera dimensión, ya que proporciona una mejor imagen de las características anatómicas de las vías respiratorias superiores, porque permiten comprender la anatomía y la fisiología, por lo cual, pueden conducir a mejorar el diagnóstico (4),(5),(6). Ahora más que nunca, con la emergencia del estado del arte, la tecnología y las opciones de tratamiento, los ortodoncistas tienen la responsabilidad y la obligación de reconocer los problemas respiratorios (2). El propósito de esta investigación fue identificar la asociación entre las dimensiones volumétricas de las vías aéreas y las características volumétricas de la mandíbula en pacientes adultos.

## Antecedentes.

Históricamente desde finales del siglo XIX y aún en tiempos presentes, el estudio de la relación entre las estructuras faríngeas y el patrón dentofacial ha sido intensamente investigada (5),[6]. Desde los años 60s comenzaron a realizarse los primeros análisis cefalométricos del espacio faríngeo, en los cuales, Linder-Aronson (7) encontró que la respiración nasal alterada, es capaz de modificar la morfología facial y la dentición (8) . De acuerdo con la teoría de la matriz funcional, Moss reportó que una respiración nasal permitirá el adecuado crecimiento de las estructuras. cráneo faciales al interactuar con otras funciones como lo son la masticación y la deglución (4) Se presume que el tamaño del espacio nasofaríngeo repercute directamente en la morfología de la cara, incluyendo el maxilar y la mandíbula, ya que, con la reducción y obstrucción de la vía aérea, un respirador nasal se vería obligado a respirar por la boca, para obtener mayor saturación de oxígeno y compensar la permeabilidad aérea (10),(11),(12), (13). Se ha concluido que la respiración bucal puede provocar la presencia de signos que alertan

sobre la deformación o el crecimiento anormal de las estructuras cráneo faciales, conocida como “facies adenoidea” y ha sido descrita ampliamente por diversos autores, como Linder-Aronson y Ricketts, (8), (14), (15),(16) .

### Anatomía y fisiología de las vías aéreas superiores

La cavidad nasal está dividida en dos conductos o fosas por el tabique nasal. El tabique nasal divide la cavidad nasal en dos compartimentos separados, aumentando la superficie total de la mucosa. Consiste en una porción cartilaginosa anterior, que proporciona soporte para la punta nasal, y una porción ósea posterior formada por la placa perpendicular del etmoides y el vómer (17).

El tabique nasal es una partición rígida formada por la placa perpendicular del etmoides, el vómer y el cartílago septal, esta contenido dentro de su envoltura mucopericondrial y mucoperióstica, es normalmente una estructura de línea media.

Los conductos nasales se abren posteriormente a través de la nariz posterior, o coana, hacia la nasofaringe. Las narinas anteriores se encuentran en la base de la nariz y se abren anteriormente.

La faringe es un tubo músculo fascial que conecta las cavidades nasal y oral con la laringe y el esófago. El tubo faríngeo se compone de una delgada capa fascial externa que se engrosa posteriormente para convertirse en la fascia bucofaríngea. Inferiormente, esta fascia se vuelve continua con la adventicia del esófago, mientras que superiormente se adhiere a la base del cráneo.

La faringe se divide en tres secciones: nasofaringe, orofaringe e hipofaringe. El delicado marco muscular de la faringe hace que esta estructura sea propensa a laceraciones. Nasofaringe. - Está situada directamente detrás de la cavidad nasal. Su límite inferior es una línea dibujada transversalmente al nivel del paladar blando. Orofaringe. - Se encuentra directamente posterior a la cavidad oral y se extiende desde el paladar blando hacia arriba hasta la punta de la epiglotis hacia abajo. Laringofaringe o hipofaringe.- Se extiende hacia abajo desde el borde superior de la epiglotis hasta el borde inferior del cartílago cricoides y se comunica con la orofaringe, la entrada laríngea y el esófago (18).

Las complicaciones de las vías aéreas tienen un efecto de largo alcance.

Cuando se presenta obstrucción nasal, el cuerpo se esfuerza a respirar a través de la boca. Según se informa cuando un individuo cambia a respiración bucal, el cuerpo se adapta extendiendo la posición de la cabeza, la postura lingual y la posición mandibular baja (2). Cuando la obstrucción nasal es crónica en jóvenes, esas adaptaciones pueden afectar a largo plazo el crecimiento craneo facial. Aunque este estrecho vínculo entre el crecimiento facial y su impacto en la función y desarrollo de las vías aéreas ha sido objeto de controversia por muchos años (10),(19). Se ha demostrado que la morfología de las vías aéreas superiores y la influencia en el modo de respirar (20),(21) juegan un rol importante en el desarrollo del complejo craneo facial (7), (8),(16) (22),(23). El adecuado crecimiento y desarrollo del complejo maxilofacial es la base para que se produzca un equilibrio funcional, dado que la influencia de los tejidos blandos en el crecimiento craneo-facial ha sido estudiado por mucho tiempo y ahora se conoce que es relevante en el diagnóstico y plan de tratamiento (11),(14),(15),(24),(25). La obstrucción de la vía aérea superior a menudo altera la respiración normal, lo que puede tener un impacto significativo en el desarrollo normal de las estructuras craneo-faciales (26).

(CBCT) otra dimensión para otro siglo.

La literatura de ortodoncia es rica en artículos que desde luego nos mostró que una representación bidimensional, de una estructura facial tridimensional no es ideal. Primero, promediar las estructuras bilaterales elimina las asimetrías anatómicas (27). La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) es una técnica de adquisición de imágenes médicas basada en un haz de rayos X en forma de cono centrado en un detector bidimensional (2D). El sistema detector de fuente realiza una rotación alrededor del objeto produciendo una serie de imágenes 2D. Las imágenes se reconstruyen en un conjunto de datos tridimensional (3D) utilizando una modificación del algoritmo original de haz cónico desarrollado por Feldkamp et al (28). El uso de la tomografía computarizada de haz cónico, por sus siglas en inglés CBCT (Cone Beam Computed Tomography) en odontología tiene la ventaja de tener una calidad de imagen similar a la TC espiral de múltiples cortes, con una dosis de radiación significativamente menor y poder enfocar con una resolución más alta solo en un área anatómica en lugar de tener el examen de la cara completa (29). La evaluación de tomografías computarizada de haz cónico por medio de software, se ha utilizado con bastante frecuencia en estudios de las vías aéreas

superiores. El software facilita la adquisición del volumen y el área de la vía aérea superior, la manipulación de imágenes, la predicción de cambios con cirugía y la reducción del tiempo de trabajo. Con esos programas informáticos, las medidas, los cálculos y las evaluaciones se realizan mediante software (30). El y Palomo (22) evaluaron la predictibilidad de tres diferentes softwares en la examinación de las vías aéreas superiores (Dolphin Imaging® 3D, InVivo® Dental y OnDemand® 3D) utilizando imágenes de haz cónico y concluyeron que los resultados mostraron una fuerte correlación entre los tres programas digitales. Otros estudios han evaluado la influencia de la morfología cráneo facial en las dimensiones de la vía aérea superior en sujetos adultos sanos y sus resultados sugieren que la morfología cráneo facial por sí sola no tiene influencia significativa sobre las dimensiones de las vías aéreas superiores (31). Sin embargo, otros investigadores concluyen que la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) exhibe la capacidad de analizar la vía aérea tridimensionalmente y detectar cambios adaptativos en esta estructura en el mismo paciente a partir de sus tomografías computarizadas de haz de cónico adquiridas consecutivamente (CBCT) (32).

CBCT: Aplicación y usos en ortodoncia para la medición del volumen de las vías aéreas.

Los avances en imagenología han cambiado nuestro pensamiento, así como nuestro entendimiento sobre el crecimiento cráneo facial y la profundidad del impacto en ortodoncia (27). Con el reciente uso de la tomografía se ha hecho posible evaluar el volumen de este espacio faríngeo desde una apreciación tridimensional (33). Además se ha comprobado que el estrechamiento del pasaje faríngeo de la vía aérea es una característica común en pacientes con problemas respiratorios (34). Diversos estudios con tomografías han confirmado que la morfología facial y los problemas de las vías respiratorias están significativamente relacionados con diferentes tipos de maloclusión y que la obstrucción nasal es un factor etiológico principal para las anomalías dento-faciales, lo anterior es de especial relevancia para lograr entender la epidemiología de las maloclusiones dado que hasta donde conocemos no existe evidencia que cuantifique riesgo e impacto de las dimensiones de las vías aéreas y su relación con la maloclusión, la mayoría de las referencias señalan que la etiología de las maloclusiones es multifactorial (11), (16), (35), (36), (37), (38), (39). En este sentido se cree que una mandíbula con retro posición, puede disminuir el espacio entre la columna cervical y el cuerpo mandibular y puede conducir a que la lengua adopte una posición posterior, lo que aumenta las posibilidades de disminuir la función respiratoria y posiblemente sea causa de problemas de respiración. Muto T, Yamazaki A, Takeda (40) concluyen que el espacio de la vía aérea faríngea

en sentido anteroposterior, es diferente entre sujetos con mandíbula normal, retrognatismo y prognatismo mandibular. Sin embargo, Kirjavainen (41) informó que en maloclusiones de Clase II, existe una asociación entre la vía aérea superior estrecha, incluso sin retrognatismo. Para Marcos R. de Freitas (42) el ancho de la vía aérea faríngea superior e inferior no está asociado con maloclusiones clase I o clase II, coincidiendo con otros autores que concluyen que el volumen de la vía aérea y la morfología fueron similares en diferentes patrones esqueléticos de maloclusión clase II (43). Sin embargo Trenouth y otros (44) demostraron que la vía aérea orofaríngea se correlacionó positivamente con la longitud de la mandíbula. Para El y Palomo (7) el volumen de la vía aérea de los pacientes de Clase II fue más pequeño en comparación con los pacientes Clase I y Clase III. Aunque Muto T, Yamazaki A, Takeda (40) observaron que la vía aérea es extremadamente variable dependiendo la posición de la cabeza, de la posición mandibular y de la etapa de respiración y la morfología cráneo facial. Por lo cual, al mejorar la condición respiratoria continúa la remodelación mandibular y la rotación condilar (45). Los estudios más recientes que tienen como objetivo identificar asociación entre el volumen de la vía aérea y las dimensiones lineales de la mandíbula reportaron una asociación entre las dimensiones volumétricas del espacio faríngeo y las estructuras del complejo maxilofacial, concluyendo que existe una correlación positiva entre la longitud mandibular y el espacio faríngeo medio, Bañuelos y otros (46),(47). Considerando que las vías aéreas superiores no pueden expresarse con precisión mediante mediciones lineales únicas, como las realizadas solo con cefalometría, se ha cuestionado su validez (40),(48),(49). La exactitud y confiabilidad de la tomografía para la evaluación de las vías aéreas superiores, ha sido validado en estudios previos, (39) por lo cual el análisis tridimensional en tomografía proporciona una mejor imagen de las características anatómicas de las vías respiratorias superiores y han abierto nuevas dimensiones para comprender la anatomía y la fisiología, por lo tanto, puede conducir a obtener un diagnóstico más preciso (6),(7),(22),(36),(50),(51). La evaluación del tamaño, forma y volumen de la vía aérea superior se inicia definiendo el volumen que corresponde al pasaje, mediante un proceso denominado segmentación (39), esta evaluación puede proporcionar información clínicamente útil en ortodoncia. Ghoneima A, Kula K (35) han informado que el valor de umbral adecuado para segmentar las vías aéreas en el análisis del cone beam de cada paciente (6), sin embargo, existen autores que difieren con esta conclusión, indicando que este enfoque puede generar errores, especialmente en el análisis de volumen, por lo cual, recomiendan valores de umbral (escala de grises) de 73 utilizando el software Dolphin 3D, concluyendo que este programa digital fue el más preciso para medir el volumen de la vía aérea,

pero los valores de umbral recomendados fueron de 70 a 75 (escala de grises) no tuvieron diferencias estadísticamente significativas en comparación con el estándar de oro, lo que demuestra que también son confiables (52).

### Planteamiento del problema

El conocimiento sobre el desarrollo de las maloclusiones es muy limitado, que incluso se considera multifactorial (herencia, respiración oral, pérdida prematura de piezas dentales, etc) lo que pone de manifiesto una ausencia de conocimiento con relación a la historia natural de la enfermedad, en este caso se desconocen los factores causales de las maloclusiones. En este contexto es fácil entender por qué el tratamiento de ortodoncia es correctivo y se considera meramente estético, y se deja de lado la prevención. Sin embargo, en los últimos años la investigación sobre el impacto de las vías aéreas y problemas asociados a ellas, tales como el síndrome de apnea del sueño, facie adenoidea, respiración bucal ponen de manifiesto su interrelación con el desarrollo de complejo maxilofacial. Las enfermedades respiratorias ocupan el 3er lugar a nivel mundial; la obstrucción nasal (hipertrofia adenoidea) en niños alcanza un 45% y en adultos entre un 10 a 30%. Se ha estimado que la prevalencia de maloclusiones asociadas a la respiración bucal en niños en etapas de crecimiento es del 31.8%. El factor de riesgo identificado en esta condición es la obstrucción y congestión nasal que en combinación, inducen a un colapso del mecanismo vascular y del volumen de la vía aérea, dificultando la respiración, disminuyendo el flujo de aire, pudiendo así, alterar la dirección y la magnitud de crecimiento del complejo maxilo-mandibular.

Han sido pocas las evidencias que nos demuestren el papel de las vías aéreas y su relación con el desarrollo del complejo maxilofacial. La mayoría de los estudios disponibles utilizan la cefalometría para evaluar las dimensiones del complejo maxilofacial. La cefalometría tiene varias limitaciones conceptuales por lo que desde el punto de vista antropométrico las mediciones volumétricas con cone beam representan una mejor alternativa. En la actualidad no existe un análisis cefalométrico que realice diagnóstico volumétrico y determine su relación con otras estructuras del complejo cráneo maxilofacial, es por ello que el estudio del volumen y la morfología es la alternativa más viable para estudiar la asociación entre las vías aéreas y las características mandibulares. Hasta donde conocemos no existe evidencia con relación a la asociación entre el volumen de las vías aéreas superiores y las dimensiones volumétricas de la mandíbula. Específicamente se desconoce si el volumen del tracto nasal y de la faringe superior

puede estar asociada con los diferentes patrones sagitales mandibulares y con la morfología o volumen a nivel condilar, a nivel de la rama o del cuerpo mandibular. Si fuera positiva esta asociación podría estimarse la frecuencia, magnitud y la dirección de la asociación a fin de implementar alternativas de tratamiento temprano.

### Pregunta de investigación

¿Existe asociación entre el volumen de las vías aéreas superiores y las dimensiones volumétricas de la mandíbula en pacientes adultos que acudieron al departamento de imagenología de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de febrero del 2019 a junio del 2019?

### Justificación

Aunque se conoce que la respiración condiciona el desarrollo de las estructuras faciales no existe antecedente de un estudio similar que incorpore, análisis volumétrico de las vías aéreas, que incluya volumen mandibular, más aún que evalúe de manera conjunta el volumen de la faringe y del volumen mandibular en el mismo estudio. En la actualidad se sigue evaluando la vía aérea, pero estas evaluaciones no pueden expresarse con precisión mediante mediciones lineales únicas, como las realizadas solo con radiografías laterales, porque se ha cuestionado su validez. Un análisis tridimensional basado en tomografía computarizada proporciona una mejor imagen de las características anatómicas de las vías respiratorias superiores y han abierto nuevas dimensiones para comprender la anatomía y la fisiología. Aunque el análisis de las vías aéreas se realizará en adultos, donde ya no existe potencial de crecimiento remanente, los resultados de este estudio ayudarían a generar nuevo conocimiento que ayude a comprender la importancia e impacto que tienen las dimensiones del volumen de las vías aéreas sobre el crecimiento y desarrollo durante la infancia que se refleja en la vida adulta.

## Objetivos

**Objetivo general:** Identificar la asociación entre el volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe e hipofaringe) y las características volumétricas de la mandíbula en sujetos adultos que acudieron al departamento de imagenología de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de febrero del 2019 a diciembre del 2019.

### **Objetivos específicos:**

- 1) Evaluar las dimensiones del volumen de las vías aéreas superiores y de la mandíbula en tomografías de sujetos adultos que acudieron al departamento de imagenología de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de febrero del 2019 a junio del 2019.
- 2) Evaluar las dimensiones de las vías aéreas superior en tres segmentos VAS (nasofaringe), VAM (orofaringe) y VAI (hipofaringe).
- 3) Caracterizar las dimensiones volumétricas del cuerpo mandibular derecho e izquierdo en tomografías de sujetos adultos que acudieron al departamento de imagenología de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de febrero del 2019 a junio del 2019.
- 4) Caracterizar las dimensiones volumétricas de la rama mandibular derecha e izquierda en tomografías de sujetos adultos que acudieron al departamento de imagenología de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de febrero del 2019 a junio del 2019.
- 5) Caracterizar las dimensiones volumétricas del cóndilo mandibular derecho e izquierdo en tomografías de sujetos adultos que acudieron al departamento de imagenología de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de febrero del 2019 a junio del 2019.
- 6) Identificar si existen diferencias entre las dimensiones del volumen de las vías aéreas superiores y de la mandíbula estratificando por género.

- 7) Realizar un análisis estratificado por sexo para comparar las dimensiones volumétricas del cuerpo, rama y cóndilo mandibular.

### Hipótesis

Para este estudio nos planteamos las siguientes hipótesis.

Hipótesis nula: No existe asociación entre las dimensiones de las vías aéreas superiores y las características volumétricas de la mandíbula.

Hipótesis alterna: Existe asociación entre las dimensiones de las vías aéreas superiores y las características volumétricas de la mandíbula.

Hipótesis específicas.

Ho1=No existe asociación entre el volumen de las vías aéreas y el volumen del cuerpo mandibular.

Ha1= Existe asociación entre el volumen de las vías aéreas y el volumen del cuerpo mandibular.

Ho2= No existe asociación entre el volumen de la vía aérea y el volumen de la rama mandibular.

Ha2= Existe asociación entre el volumen de la vía aérea y el volumen de la rama mandibular.

Ho3=No existe asociación entre el volumen de las vía aéreas y el volumen del cóndilo mandibular.

Ha3=Existe asociación entre el volumen de las vías aéreas y el volumen del cóndilo mandibular.

Ho4= No existe asociación entre el volumen de las vía aéreas y las dimensiones lineales del complejo maxilo facial.

Ha4= Existe asociación entre el volumen de las vías aéreas y las dimensiones lineales del complejo maxilo facial.

Ho5= Las dimensiones volumétricas de las vías aéreas superiores son iguales entre hombres y mujeres.

Ha5= Las dimensiones volumétricas de las vías aéreas son diferentes entre hombres y mujeres.

## Materiales y método

### Tipo de estudio

El presente estudio plantea el uso de una metodología de un estudio observacional: analítico de corte transversal. 1) Observacional, dado que no se realizará ninguna intervención; y 2) Analítico; dado que se plantea estudiar la asociación entre el volumen de las vías aéreas y las características volumétricas mandibulares.

### **Población de estudio**

La unidad de estudio se conformó por tomografías de adultos entre 18 y 40 años de edad que acudieron al departamento de imagenología, de la División de Estudios de Posgrado e Investigación, de la Facultad de Odontología UNAM de febrero del 2019 a junio del 2019.

### **Tamaño de la muestra**

Dado que el método de análisis fue la regresión lineal y se consideró la inclusión de máximo 10 variables (edad, sexo, dimensión vertical, longitud de la base craneal anterior, ancho maxilar, longitud maxilar) entre las cuales se encuentran las variables independientes y otras confusoras (volumen maxilar, discrepancia sagital verdadera, base craneal posterior, longitud maxilar), se utilizó para el cálculo del estimado de muestra, una calculadora en línea versión 4.0, (cálculo a-priori para regresión múltiple), utilizando como parámetros un efecto anticipado de (f) 0.10, que se considera como un efecto medio, un poder de 0.90 y un valor del estadístico de Wald menor al 0.05. De acuerdo a nuestra estimación, el tamaño de muestra fue de 200 tomografías de pacientes adultos, adicionalmente se consideró un 10% de muestra para compensar las pérdidas debido cualquier defecto de las tomografías, el tamaño de muestra final es de 220 tomografías de pacientes adultos.

Para el cálculo del tamaño de muestra se utilizó el programa estadístico en línea Soper (53) que utiliza la formula descrita por Cohen y otros (54) la cual se muestra a continuación:

$$f^2 = \frac{R^2}{1 - R^2}, \text{ en donde } R^2 \text{ es la correlación múltiple al cuadrado.}$$

Después de obtener los seis modelos multivariados de regresión, se calculó el tamaño del efecto anticipado observado para cada modelo y utilizando la formula anterior se evaluó el número de muestra mínima necesaria para identificar dicho efecto, considerando un alfa 0.05, un poder de 90% y un numero de predictores (np) utilizado para cada modelo.

El número mínimo de participantes para el modelo de volumen mandibular fue de 200 (TEA=0.10) (np=8), El número mínimo de participantes para el modelo de volumen del cuerpo mandibular fue de 200 (TEA=0.10) (np=8), el número mínimo de participantes para el modelo de volumen de la rama mandibular fue de 189 (TEA=0.15) np=8), el número mínimo de participantes para el modelo de volumen del cóndilo mandibular fue de 185 (TEA=0.15) np=8).

### Selección de la muestra

Por conveniencia y unidades disponibles.

### Criterios de inclusión

- Tomografías de sujetos entre 18 años y 40 años.
- Con dentición completa de primer molar a primer molar.
- Libres de aparatos de ortodoncia fijos o removibles.
- Cualquier patrón esquelético.
- Libres de patologías deformantes.
- Consentimiento informado firmado.

## Criterios de no inclusión

- Evidencia radiográfica de algún traumatismo.
- Presencia de alteraciones cráneo faciales de origen genético.
- Tomografía computarizada de haz cónico diferente a máxima intercuspidadación.
- Presencia de placas de fijación maxilar o mandibular.

## Criterios de eliminación

- Se eliminaron las tomografías de los sujetos que no permitieron el acceso a su tomografía.
- Tomografías con baja resolución.

## Variables

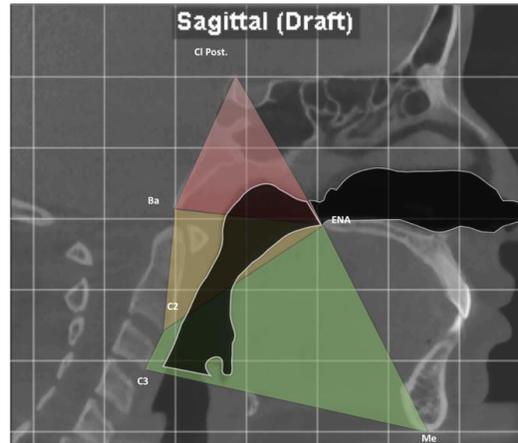
En el estudio se incluyeron un total de 19 variables, dos variables demográficas, (Edad, Sexo), cuatro variables para volumen de vía aérea, el volumen total de las vías aéreas (**VT**) y sus espacios: vía aérea superior (**VAS**), vía aérea media (**VAM**), vía aérea inferior (**VAI**), siete variables para el volumen mandibular: volumen mandibular total en mm<sup>3</sup> (**VMT**), cuerpo (**VCM**), rama (**VRM**), y cóndilo mandibular (**VCdM**), de ambos lados, seis variables cefalométricas, discrepancia sagital verdadera (**DSV**), dimensión vertical (**DV**), base craneal anterior (**BCA**), base craneal posterior (**BCP**), ancho maxilar (**AMx**), y longitud maxilar (**LongMx**). Las variables demográficas se obtuvieron por medio del registro y el resto de ellas con en el programa Dolphin Imaging® durante el análisis de tomografías.

**Edad:** Se definió operacionalmente como el tiempo transcurrido a partir del momento en que se realizó el estudio tomográfico, empleando el número entero de años marcados en la tomografía. Se definió operacionalmente como una variable de escala cuantitativa discreta.

**Sexo:** Se determinó por medio de los datos obtenidos directamente de la tomografía y se manejó como una variable nominal (0=Mujer/1=Hombre).

## Variables independientes:

Todas las variables del volumen faríngeo se definieron operacionalmente desde una vista sagital utilizando el programa Dolphin imaging® Versión 11.9.

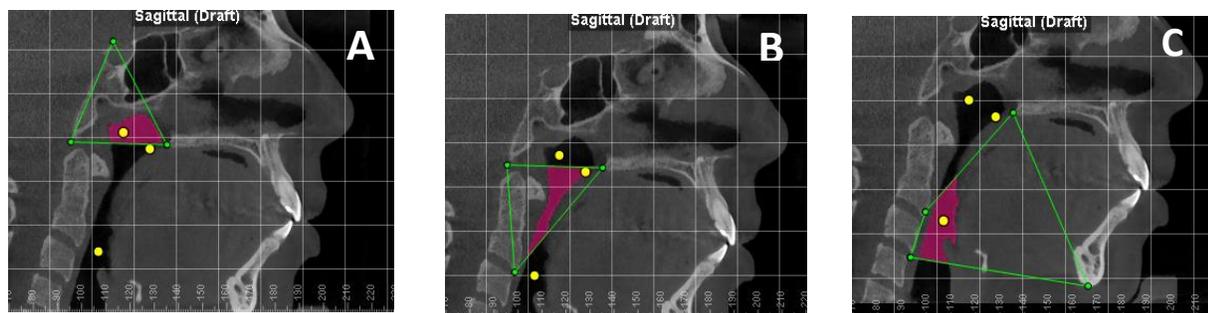


**Figura 1** Muestra las aéreas delimitadas con los tres triángulos utilizando los puntos cefalométricos. El triángulo de color rojo se formó con el punto ENP, Ba y apófisis clioides posterior, representa al volumen de la nasofaringe, el triángulo amarillo formado con ENP, Ba y borde anterior de C2, representa el volumen de la orofaringe, finalmente el triángulo verde se formó construyendo con punto ENP, borde anterior de C3 y punto mentón, representa el volumen de la hipofaringe.

## Volumen de las vías aéreas

Se solicitó al departamento de imagenología una copia de los datos de imagen digital de comunicación en medicina (DICOM) de las tomografías y posteriormente con el programa digital Dolphin Imaging® versión 11.9 (Patterson Dental Supply, Chatsworth, Calif.) se exportaron todos los archivos y en la vista de arrastre sagital se ajustó el umbral a 50 en la escala de grises. En la **Figura 2** se muestran los puntos cefalométricos utilizados para segmentar la vía aérea superior en tres distintas regiones delimitadas por triángulos, siguiendo el protocolo de Bañuelos y Cruz (46) (nasofaringe=**VAS**), (orofaringe=**VAM**), (hipofaringe=**VAI**).

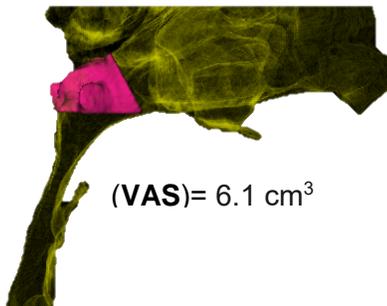
**Figura 2.** Vista sagital que muestra los límites de las variables independientes definidas en este estudio, cada variable se encuentra delimitada por triángulos.



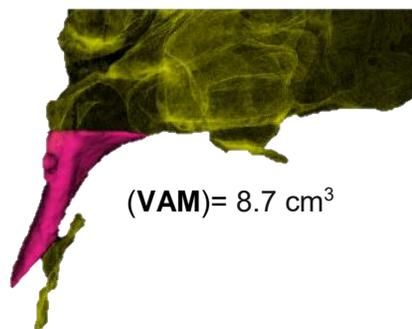
**Figura 2.** Vista sagital que muestra vía aérea superior delimitada con puntos cefalométricos, con letra A corresponde a la vía aérea superior (VAS), con la letra B se identifica la vía aérea media (VAM), y finalmente con la letra C se identifica la vía aérea inferior (VAI).

<b>Cuadro 1. Criterios y operacionalización de las vías aéreas superiores.</b>	
<b>Criterios</b>	<b>Operacionalización</b>
VF= Volumen faríngeo	Volumen obtenido del espacio delimitado entre el punto, espina nasal posterior (ENP), apófisis clinoides posterior, punto basión, borde más anterior de la segunda y tercera vértebra cervical ( <b>C2 y C3</b> ) y punto mentón ( <b>Me</b> ), y finaliza en punto espina nasal posterior (ENP). Los datos se calcularon en mm <sup>3</sup> y se dividieron entre 1,000 para obtener el volumen en cm <sup>3</sup> .
VAS = Volumen de la nasofaringe	Volumen obtenido del espacio delimitado entre el los puntos cefalométricos, espina nasal posterior, (ENP) apófisis clinoides posterior y punto basión. Los datos se calcularon en mm <sup>3</sup> y se dividieron entre 1,000 para obtener el volumen en cm <sup>3</sup> .
VAM = Volumen de la orofaringe:	Volumen obtenido del espacio delimitado entre el punto espina nasal posterior (ENP), punto basión y borde más anterior de la segunda vértebra cervical (C2). Los datos se calcularon en mm <sup>3</sup> y se dividieron entre 1,000 para obtener el volumen en cm <sup>3</sup> .
VAI = Volumen de la hipofaringe:	Volumen obtenido del espacio delimitado entre el punto espina nasal posterior (ENP), borde más anterior e inferior de la tercera vértebra cervical ( <b>C3</b> ) y el borde más anterior e inferior de la sínfisis del mentón ( <b>Me</b> ). Los datos se calcularon en mm <sup>3</sup> y se dividieron entre 1,000 para obtener el volumen en cm <sup>3</sup> .
La unidad de medida está establecida en (cm <sup>3</sup> ) se calculó mediante la ecuación: (mm <sup>3</sup> ÷ 1,000 = cm <sup>3</sup> )	

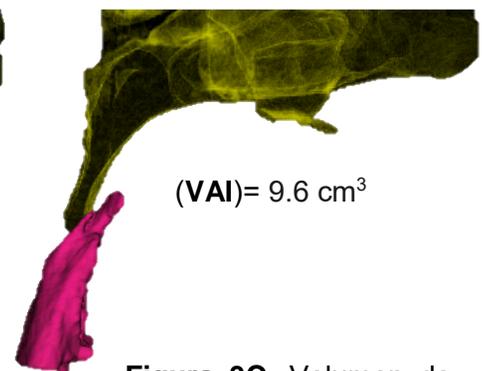
Cada triángulo se dibujó con la herramienta de líneas de límite, ubicándolo en cada punto cefalométrico hasta construir el triángulo. Después de construir el triángulo (VAS) se colocaron los puntos semilla dentro del área delimitada del triángulo para obtener el volumen en  $\text{cm}^3$  (Figura 3 A, B y C).



**Figura 3A.** Volumen de la vía aérea superior (VAS) en centímetros



**Figura 3B.** Volumen de la vía aérea media (VAM) en centímetros cúbicos.



**Figura 3C.** Volumen de la vía aérea inferior (VAI) en centímetros cúbicos.

**Fig 3 A, B y C.** Muestra los segmentos y sus valores obtenidos para cada triángulo VAS (nasofaringe), VAM (orofaringe) y VAI (hipofaringe).

### Variables dependientes

Todas las variables del volumen mandibular se definieron operacionalmente desde una vista sagital. (Figura 4) utilizando el programa Dolphin® imaging versión 11.9

Descripción del procedimiento para segmentación de la mandíbula

### Volumen mandibular

Después de importar los datos de imagen digital de comunicación en medicina (DICOM) y en una vista sagital, se seleccionó la herramienta esculpir volumen, esta herramienta de escultura permitió delimitar de forma libre el contorno mandibular, utilizando todas las vistas (sagital derecha e izquierda, vista frontal y posterior, vista superior e inferior) y rotando la imagen de forma libre se logró eliminar todas las estructuras alrededor del contorno mandibular para obtener el volumen total (**VMdT**), con segmentación, se obtuvo el volumen del cuerpo mandibular derecho (**VCMd**) e izquierdo (**VCMi**), de la rama derecha (**VRMd**) e izquierda (**VRMi**), del cóndilo derecho (**VCd**) e cóndilo izquierdo (**VCi**).

### Segmentación del cuerpo mandibular

Para obtener el volumen del cuerpo mandibular derecho e izquierdo, se utilizó la vista sagital, con la herramienta caja de recorte de volumen, se recortó temporalmente el lado izquierdo, se ubicó el punto antegonial y un punto ubicado en la parte más profunda y anterior de la rama mandibular, se unieron estos puntos y con la herramienta esculpir volumen, se delimitó de forma libre la rama y el cóndilo mandibular, dejando únicamente el cuerpo derecho y se calculó el volumen en mm<sup>3</sup>. Se repitió este procedimiento para segmentar el cuerpo mandibular izquierdo.

### Segmentación de la rama mandibular

Para obtener el volumen de la rama mandibular derecha e izquierda, fue necesario colocar la imagen tomografía en vista sagital, con la herramienta caja de recorte de volumen, se recortó temporalmente el lado izquierdo, se ubicó el punto antegonial y un punto ubicado en la parte más profunda y anterior de la rama mandibular, se unieron estos puntos y con herramienta esculpir volumen, se delimitó de forma libre el cuerpo mandibular y se recortó, posteriormente se ubicó el punto más profundo de la escotadura sigmoidea y un punto ubicado en la parte más baja y posterior del cuello del cóndilo, se unieron estos puntos y con la herramienta esculpir volumen, delimitamos de forma libre el cóndilo y lo recortamos, dejando únicamente la rama mandibular derecha y se calculó el volumen. Se repitió el procedimiento para segmentar la mandibular izquierda.

### Segmentación del cóndilo mandibular

Para obtener el volumen del cóndilo mandibular derecho e izquierdo, con la tomografía en vista sagital, y con la herramienta caja de recorte de volumen, se recortó temporalmente el lado izquierdo, se ubicó el punto más profundo de la escotadura sigmoidea y un punto ubicado en la parte más baja y posterior del cuello del cóndilo, se unieron estos puntos y con la herramienta esculpir volumen, se delimitó de forma libre la rama y el cuerpo y lo recortamos, dejando únicamente el cóndilo derecho y para calcular el volumen. Se repitió el procedimiento para segmentar el cóndilo izquierdo. **(Fig 4 A, B, C, D, E, F).**

Cuadro 2

**Cuadro 2. variables dependientes de la mandíbula**

Criterios	Operacionalización
Volumen mandibular (cm <sup>3</sup> )	Es el volumen obtenido de la mandíbula posterior a la segmentación y eliminación de todas las estructuras alrededor de ella. Los datos se calcularon en mm <sup>3</sup> y se dividieron entre 1,000 para obtener el volumen en cm <sup>3</sup> .
Volumen del cuerpo mandibular (cm <sup>3</sup> )	Es la suma del volumen del cuerpo mandibular derecho e izquierdo, se utilizaron los puntos (*R1) y (φR4), se unieron estos puntos y con la herramienta esculpir volumen, se delimitó de forma libre el cuerpo mandibular. Los datos se calcularon en mm <sup>3</sup> y se dividieron entre 1,000 para obtener el volumen en cm <sup>3</sup> .
Volumen de la rama mandibular (cm <sup>3</sup> )	Es la suma del volumen de la rama mandibular derecha e izquierda, se siguió el mismo procedimiento descrito anteriormente, después se utilizó el punto (†R3) y un punto ubicado en la parte más baja y posterior del cuello del cóndilo se unieron estos puntos y se delimitó de forma libre la rama mandibular. Los datos se calcularon en mm <sup>3</sup> y se dividieron entre 1,000 para obtener el volumen en cm <sup>3</sup> .
Volumen del cóndilo mandibular (cm <sup>3</sup> )	Es la suma del volumen del cóndilo mandibular derecho e izquierdo, se utilizó el punto (†R3) y un punto ubicado en la parte más baja y posterior del cuello del cóndilo se unieron estos puntos y se eliminó temporalmente el cuerpo y la rama mandibular. Los datos se calcularon en mm <sup>3</sup> y se dividieron entre 1,000 para obtener el volumen en cm <sup>3</sup> .

Figura 3.- Los puntos cefalométricos utilizados para delimitar el cuerpo, rama y cóndilo mandibular, son los utilizados en el análisis cefalométrico de Ricketts para localizar el punto centroide mandibular.

\*R1= Punto localizado en la parte más profunda del borde anterior de la rama,

†R3= En la parte más profunda de la escotadura sigmoidea,

φR4= En el punto antegonial.

La unidad de medida está establecida en (cm<sup>3</sup>) se obtuvo mediante la ecuación: (mm<sup>3</sup> ÷ 1,000 = cm<sup>3</sup>)

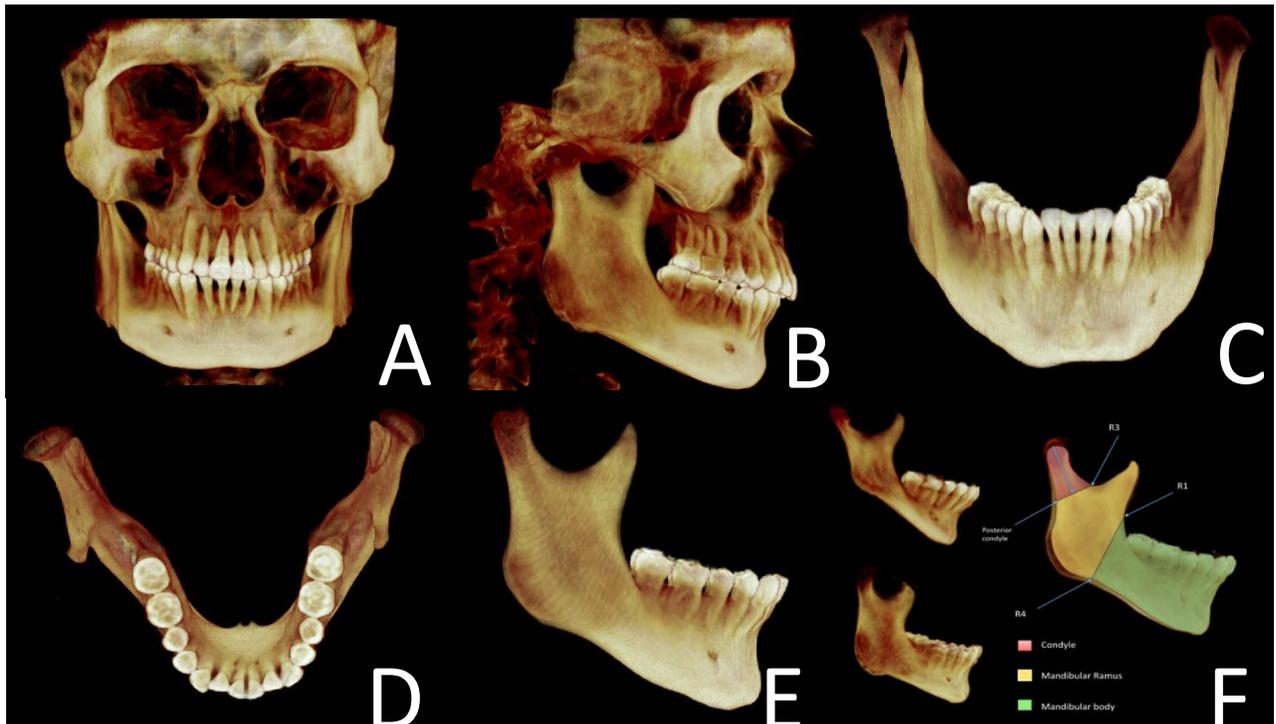


Fig 4. Vista frontal (A), vista sagital (B), mandíbula segmentada de forma manual vista frontal (C), vista superior (D), vista sagital (E) y finalmente, puntos cefalométricos del análisis de Ricketts R1, R2, R3 y punto condilar posterior (F).

## Covariables

- Discrepancia sagital verdadera (estimación de Wits verdadero)

Se definió operacionalmente desde un punto de vista sagital como la distancia horizontal comprendida entre los siguientes puntos cefalométricos: 1.- Punto subespinal o punto A (A) 2.- punto B (ubicado en la parte más profunda de la máxima concavidad de la sínfisis). Variable cuantitativa continua de razón y se midió en milímetro lineales.

- Base de cráneo anterior

Con la transformación de la tomografía a radiografía lateral y en vista sagital se definió operacionalmente como la distancia comprendida entre los siguientes puntos cefalométricos: 1.- distancia que existe entre el punto cefalométrico Nasion (Na) y el punto cefalométrico centro de la silla turca (S). Variable cuantitativa continua de razón y se midió en milímetros lineales.

- Base de cráneo posterior

Se definió operacionalmente desde un punto de vista sagital como la distancia comprendida entre los siguientes puntos cefalométricos: 1.- Distancia que existe entre el punto cefalométrico Silla turca (S) y punto Basion (Ba). Variable cuantitativa continua de razón y se midió en milímetros lineales.

- Dimensión vertical oclusal

Se definió operacionalmente desde un punto de vista sagital como el ángulo formado entre los siguientes puntos cefalométricos: 1.- Punto subespinal o punto A (A) 2.- Punto mentón (borde inferior del mentón) (Me). 3.- Punto centroide mandibular (Xi), ubicado en el centro de la rama mandibular. Variable cuantitativa continua de razón y se midió en grados.

- Ancho maxilar

Se definió operacionalmente desde una vista frontal como la longitud comprendida entre los siguientes puntos cefalométricos: 1.- Distancia que existe entre el punto yugal derecho (YD) y punto yugal izquierdo (YI), se midió en milímetros lineales.

- Longitud maxilar

Se definió operacionalmente desde una vista sagital como la longitud comprendida entre los siguientes puntos cefalométricos: 1.- Distancia que existe entre el punto Espina Nasal Anterior (ENA) y punto Nasal Posterior (ENP), y se midió en milímetros lineales.

<b>Cuadro 3. Medidas cráneo faciales utilizadas en este estudio (angulares y lineales)</b>	
<b>Criterios</b>	<b>Operacionalización</b>
Patrón esqueletal: (mm)	Es la distancia horizontal comprendida de la línea vertical verdadera tangente al punto A y otra tangente al punto B, se midió la distancia entre estas dos líneas para obtener el patrón esqueletal (Wits verdadero). Se clasificó en tres clases esqueletales utilizando como estimador el Wits verdadero (DVS=mm); Clase I (>1 DSV ≤4), Clase II (DSV >4.1) y Clase III (DSV ≤0.9).
Base craneal anterior (cm)	Distancia que existe entre el punto cefalométrico Na (Nasion) al punto cefalométrico S (silla turca), medida lineal en centímetros.
Base craneal posterior (cm)	Distancia que existe entre el punto cefalométrico S (silla turca) y el punto cefalométrico Ba, medida lineal en centímetros.
Dimensión vertical (°)	El ángulo que se forma a partir de 3 puntos cefalométricos fijos localizados radiográficamente, el punto espina nasal anterior (ENA), punto Xi, y punto Gnation (Gn). (DV=mm); Normal (>43 DV ≤46), disminuido (DV ≤ 42.9) y aumentado (DV>46.1).
Ancho maxilar (cm)	Es la distancia que existe entre el punto cefalométrico jugal derecho e izquierdo (JR-JL) tomado en centímetros lineales en la radiografía lateral de cráneo.
LMx= Longitud maxilar (cm)	Es la distancia que existe entre el punto cefalométrico espina nasal anterior y espina nasal posterior (ENA-ENP) tomado en centímetros lineales en la radiografía lateral de cráneo.

Figura 3.- Los puntos cefalométricos utilizados para encontrar delimitar el cuerpo, rama y cóndilo mandibular, son utilizados en el análisis cefalométrico de Ricketts para localizar el punto centroide mandibular.  
 \*R1= Punto localizado en la parte más profunda del borde anterior de la rama,  
 †R3= En la parte más profunda de la escotadura sigmoidea,  
 ‡R4= En el punto antegonial.

### Método de recolección de la información

Todas las tomografías fueron tomadas por un técnico radiólogo estandarizado, que vigiló que se cumplieran los siguientes requisitos: posición adecuada de cada sujeto frente al tomógrafo, en posición natural de la cabeza, sin cerrar los ojos durante el escaneo tomográfico, que no movieran la cabeza y que mantuvieran sus dientes en contacto, sin deglutir y una respiración suave. Se utilizó el tomógrafo del departamento de imagenología de la DEPEI de la marca NewTomVGI Verona Italy, con amperaje de 1-20mA, kilovoltaje de 110kv, tiempo de exposición de 18 segundos, 360° de rotación y medida del Voxel de 3.0 mm<sup>3</sup>. Se solicitó al departamento de imagenología una copia de los datos de imagen digital de comunicación en medicina (DICOM) de las tomografías y posteriormente mediante el programa digital Dolphin Imaging® versión 11.9 (Patterson Dental Supply, Chatsworth, Calif.) con umbral 50 en la escala de grises se obtuvieron las mediciones volumétricas y con la transformación de la tomografía a radiografía lateral se obtuvieron las medidas cefalométricas lineales y angulares.

### Prueba piloto.

Se realizó una prueba piloto con 10 tomografías seleccionadas de un banco de información de un estudio previo, las cuales fueron medidas en 3 diferentes tiempos, con esta prueba se desarrolló el método para la recolección de la información. Esta prueba permitió la correcta localización de los puntos anatómicos para la medición del volumen faríngeo, nasofaríngeo, orofaríngeo, hipofaríngeo, del volumen mandibular se incluyó volumen del cuerpo, rama, cóndilo mandibular y de las mediciones lineales ancho maxilar, longitud maxilar, y la dimensión vertical.

### Estandarización de examinador.

**Tabla 1.** Muestra los resultados de la prueba piloto. Se realizó la estandarización intra-operador de la medición del volumen de las vías aéreas superiores y del volumen mandibular, asimismo de 6 mediciones cefalométricas (longitud de la base craneal anterior, longitud de la base craneal posterior, discrepancia sagital verdadera, dimensión vertical, ancho maxilar y longitud maxilar). Durante la realización de la prueba piloto con 10 tomografías medidas en 3 ocasiones por el mismo operador para evaluar la confiabilidad por medio del Coeficiente de Correlación intra-

clase, CCI y las mediciones se iniciaron hasta que se demostró una confiabilidad mínima del .80 ICC. **Tabla 1.**

**Tabla 1. Coeficiente de correlación intraclass (variabilidad intra-observador) medidas de las vías aéreas y volumen mandibular. (n=10)**

Medidas	Correlación Intraclase	Intervalo de Confianza 95%	
		Límite inferior	Límite superior
VT	0.997	0.991	0.999
VAS	0.969	0.912	0.991
VAM	0.987	0.962	0.996
VAI	0.995	0.986	0.999
VMdT	0.995	0.986	0.999
VCM D	0.954	0.873	0.987
VCM I	0.924	0.797	0.979
VRM D	0.961	0.891	0.989
VRM I	0.936	0.827	0.982
VCoM D	0.936	0.827	0.982
VCoM I	0.940	0.825	0.984
DV	0.976	0.933	0.994
DSV	0.935	0.824	0.982
AMx	0.952	0.912	0.989
LongMx	0.991	0.945	0.999

VT= volumen total de la vía aérea, VAS= vía aérea superior, VAM= vía aérea media, VAI= Vía aérea inferior, VMT= volumen mandibular total, VCMD= volumen del cuerpo mandibular derecho, VCMI= volumen del cuerpo mandibular izquierdo, VRMD= volumen de la rama mandibular derecha, VRMI= volumen de la rama mandibular izquierda, VCoMD= volumen del cóndilo mandibular derecho, VCoMI= volumen de cóndilo mandibular izquierdo, DV= dimensión vertical (Ricketts), DSV= discrepancia sagital verdadera (estimación de la relación macillo mandibular). Coeficiente de correlación intraclass, valor de  $p(\leq 0.05)$ .

Modelo bidireccional de efectos mixtos en el que los efectos de las personas con aleatorios y los efectos de las medidas son fijos. El estimador es el mismo, Coeficientes de correlación Intra-clase tipo A, utilizando una definición de acuerdo absoluto, esta estimación se calcula suponiendo que el efecto de interacción está ausente, porque no es posible estimarse de otra manera.

## Aspectos éticos.

### Consideraciones éticas y de bioseguridad

Esta investigación se realizó en base a La ley General de Salud (55) y en los principios de la Declaración de Helsinki y siguiendo las pautas de la CIOMS (56). Fue un estudio observacional, analítico de corte transversal que no tuvo influencia en la asignación de algún tratamiento y por ningún motivo referente al objetivo de este estudio, no se indicó la realización de ningún estudio imagenológico. Únicamente y bajo el principio de beneficencia se solicitó autorización y acceso al uso de la información de las tomografías de pacientes adultos en el Departamento de imagenología de la Facultad de Odontología de la UNAM, previa autorización y firma del consentimiento informado por el paciente. Dado que este estudio aprovechó la información almacenada con la finalidad de obtener información que beneficie a otras personas, aun cuando finalidad de los registros tomográficos a analizar son de carácter diagnóstico e indicados por un odontólogo independiente del grupo de investigación. Por lo anterior se considera que la investigación tiene un riesgo menor que el mínimo. Cabe resaltar que, aunque la tomografía contiene información del nombre y la edad del paciente, al momento de realizar las mediciones volumétricas la información se almacena en el programa Dolphin Imaging® versión 11.9 y se exportan únicamente los datos volumétricos del paciente del que se excluye la información de nombre, la base integrada nunca tuvo un indicador que hiciera referencia al nombre del paciente. El protocolo de estudio fue aprobado por el comité de investigación y ética de la Facultad de Odontología de la UNAM, Ciudad de México, con folio de aprobación: **CIE/0210/11/2018**.

### Métodos de registro y procesamiento de los datos.

Los datos se registraron en una hoja personalizada en Excel, en la cual se desarrolló la base de datos para que fuera analizada en el programa estadístico STATA versión 13.0.

### Análisis estadístico.

#### Análisis Descriptivo.

Se realizó un análisis descriptivo de la muestra en relación a las características demográficas incluyendo edad y sexo, así como de las mediciones de las dimensiones volumétricas de las vías aéreas, volumen total (**VT**) y sus espacios, vía aérea superior (**VAS**), vía aérea media (**VAM**), vía aérea inferior (**VAI**) y con segmentación manual se evaluó el volumen de la mandíbula y características volumétricas en  $\text{cm}^3$  (**VMT**), cuerpo, rama y cóndilo mandibular, (**VCM**, **VRM**, **VCoM**), así mismo se evaluó la discrepancia

sagital verdadera (**DSV**) o relación anteroposterior maxilo-mandibular, finalmente se evaluó la dimensión vertical (**DV**), longitud de la base craneal anterior (**BCA**) y base craneal posterior (**BCP**), ancho maxilar (**AMx**), y longitud maxilar (**LongMx**).

Las pruebas que se realizaron para evaluar la distribución de probabilidad de la normalidad de los datos fueron:

1. Pruebas gráficas (histograma, grafica de cajas, qnorm, pnorm y grafica de simetría) con las cuales se observaron si la media, mediana y moda eran simétricas y coincidían, para evaluar su eje de simetría, el punto de inflexión y la forma de la campana. Al contrastar la hipótesis nula se observó que los datos de las variables independientes y dependientes no seguían una distribución normal.
2. Pruebas de sesgo, curtosis y Shapiro-Wilk (sktest) para evaluar la normalidad de los datos de forma individual y conjunta. Después de realizar las pruebas las únicas variables que mostraron distribución parecida a lo normal fueron base craneal posterior y dimensión vertical.

Posteriormente se realizó un análisis bivariado para explorar la asociación de las vías aéreas y cada una de las variables de ajuste. Con correlación de Spearman, se determinó la correlación entre el volumen de las vías aéreas y cada una de las variables (continuas).

Mediante un modelo de regresión univariante se reportaron los coeficientes de regresión, así como sus intervalos de confianza al 95% (IC95%), se evaluó el volumen total (**VT**) y sus espacios (**VAS**, **VAM**, **VAI**, y su asociación con:

1. Volumen mandibular total (VMT).
2. Volumen del cuerpo mandibular.
3. Volumen de la rama mandibular.
4. Volumen del cóndilo mandibular.

Covariables

5. Patrón esquelético (estimación de la discrepancia sagital verdadera)
6. Dimensión vertical (Ricketts)
7. Ancho maxilar.
8. Longitud maxilar.

Finalmente, por medio de la regresión múltiple y sus intervalos de confianza al 95%, y mediante el cálculo de coeficientes de regresión, se evaluó el volumen de las vías aéreas superiores y su asociación con:

1. Volumen mandibular total ajustando por edad, sexo, clase esquelética, dimensión vertical, ancho maxilar y longitud maxilar.
2. Volumen del cuerpo mandibular ajustando edad, sexo, clase esquelética, dimensión vertical, ancho maxilar y longitud maxilar.
3. Volumen de la rama mandibular ajustando edad, sexo, clase esquelética, dimensión vertical, ancho maxilar y longitud maxilar.
4. Volumen del cóndilo mandibular ajustando edad, sexo, clase esquelética, dimensión vertical, ancho maxilar y longitud maxilar.
5. Relación maxilo-mandibular (discrepancia sagital verdadera) ajustando edad, sexo, clase esquelética, dimensión vertical, ancho maxilar y longitud maxilar.
6. Dimensión vertical ajustando edad, sexo, clase esquelética, dimensión vertical, ancho maxilar y longitud maxilar.
7. Longitud de la base craneal anterior ajustando edad, sexo, clase esquelética, dimensión vertical, ancho maxilar y longitud maxilar.
8. Longitud de la base craneal posterior ajustando edad, sexo, clase esquelética, dimensión vertical, ancho maxilar y longitud maxilar.

## Recursos

### Humanos

- 1 técnico radiólogo.

### Digitales

- Equipo de cómputo portátil.
- Software Dolphin Versión 11.9 Premium.
- Software Stata versión 13.0
- Base de datos de las tomografías.
- Disco duro de 2 TB.

### Infraestructura

Lugar: Departamento de imagenología de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología, UNAM.

## Resultados

De las personas que llegaron al departamento de imagenología de la División de Estudios de Posgrado e investigación de la Universidad Nacional Autónoma de México, se seleccionaron 220 participantes a los cuales se les invitó a participar en el estudio y permitir el uso de su tomografía, a los que aceptaron participar, se les solicitó firmar el consentimiento informado. De los cuales 1.36% (3/220) no autorizaron el uso de su tomografía, 2.72% (6/220) no cumplieron con los criterios de selección, 5% (11/220) tomografías fueron eliminadas por no contener los datos de imagen digital de comunicación en medicina (DICOM) completos. De las 200 personas que cumplieron con los criterios de inclusión y decidieron participar en la investigación, el 55.5% (n=111) fueron del sexo femenino.

En la tabla 2 se muestra el análisis descriptivo de las variables de estudio. La media de edad para el total de la muestra fue de 28 años con una desviación estándar de 5.9 años, la mediana fue de 28 años, con un intervalo de confianza 95% de IC (27-28.8), para el sexo femenino la media de edad fue de 26.85 años, con una desviación estándar de 5.47 años, la mediana de edad fue de 26 años con intervalos de confianza al 95% IC (24-28) y para el sexo masculino la media fue de 29.37 años, con una desviación estándar de 6.19 años, la mediana de edad fue de 29 años con un intervalo de confianza al 95% IC(27.74-30).

La vía aérea superior tuvo una media de 24.5 cm<sup>3</sup>, una desviación estándar de 8.1 cm<sup>3</sup> la mediana de volumen total (**VT**) de 29.2 cm<sup>3</sup>, con un intervalo de confianza al 95% IC (23.4 – 25.7) cm<sup>3</sup>. El volumen superior (**VAS**) tuvo una media de 6.15 cm<sup>3</sup>, con una desviación estándar de 1.8 cm<sup>3</sup> y una mediana 6.1 cm<sup>3</sup>, con intervalos de confianza IC (5.8 – 6.4 cm<sup>3</sup>). Del volumen medio de la vía aérea superior (**VAM**) tuvo una media de 8.7 cm<sup>3</sup>, con una desviación estándar de 3.2 cm<sup>3</sup>, tuvo una mediana de 8.2 cm<sup>3</sup>, con intervalos de confianza IC (8.3 – 9.2 cm<sup>3</sup>). Del volumen bajo de la vía aérea superior (**VAI**) tuvo una media de 9.6 cm<sup>3</sup>, con una desviación estándar de 4.6 cm<sup>3</sup>, una mediana de 8.6 cm<sup>3</sup>, con intervalos de confianza IC (8.9 – 10.3 cm<sup>3</sup>) **Tabla 2**

Del volumen total de la mandíbula (**VTMd**) tuvo una media de 52.21 cm<sup>3</sup>, con una desviación estándar de 83.4 cm<sup>3</sup>, una mediana de 517,6 cm<sup>3</sup> con intervalos de confianza IC (51.0 – 53.3 cm<sup>3</sup>), del volumen del cuerpo mandibular derecho (**VCMd**) tuvo una media de 17.9 cm<sup>3</sup>, con una desviación estándar de 26.8 cm<sup>3</sup>, tuvo una mediana de 17.8 cm<sup>3</sup> con intervalos de confianza IC (17.5 – 18.3 cm<sup>3</sup>), Del volumen del cuerpo mandibular izquierdo (**VCMi**) una media de 18.8 cm<sup>3</sup>, con una desviación estándar de 37.7 cm<sup>3</sup>, tuvo una mediana de 18.8 cm<sup>3</sup> con intervalos de confianza IC (18.5 – 19.4 cm<sup>3</sup>), Del volumen de la rama mandibular derecha (**VRMd**) una media de 57.3 cm<sup>3</sup>, con una desviación estándar de 13.5 cm<sup>3</sup>, tuvo una mediana de 55.0 cm<sup>3</sup> con intervalos de confianza IC (53.8 – 58.4 cm<sup>3</sup>), Del volumen de la rama

mandibular izquierda (**VRMi**) una media de 60.3 cm<sup>3</sup>, con una desviación estándar de 14.8 cm<sup>3</sup>, tuvo una mediana de 58.8 cm<sup>3</sup> con intervalos de confianza IC (58.2 – 62.4 cm<sup>3</sup>), Del volumen de cóndilo mandibular derecho (**VCoD**) tuvo una media de 15.9 cm<sup>3</sup>, con una desviación estándar de 4.2 cm<sup>3</sup>, tuvo una mediana de 15.8 cm<sup>3</sup> con intervalos de confianza IC (15.3 – 16.5 cm<sup>3</sup>), Del volumen de cóndilo mandibular izquierdo (**VCol**) tuvo una media de 18.9 cm<sup>3</sup>, con una desviación estándar de 6.7 cm<sup>3</sup>, tuvo una mediana de 18.7 cm<sup>3</sup> con intervalos de confianza IC (18.0 – 19.9cm<sup>3</sup>) **Tabla 2**

De la dimensión vertical (**DV**) una media de 50.4° grados, con una desviación estándar de 5.0° grados, tuvo una mediana de 50.7° con intervalos de confianza IC (49.6° - 51.3°). De la relación intermaxilar (**DSV**) una media de 6.0 mm, con una desviación estándar de 4.6 mm, tuvo una mediana de 6.1 mm, con intervalos de confianza IC (5.4 – 6.7 mm), De la longitud de la base craneal anterior (**BCA**) una media de 7.1 cm, con una desviación estándar de 4.4 cm, tuvo una mediana de 6.9 cm con intervalos de confianza IC (6.8 – 7.3 cm), la longitud de la base craneal posterior (**BCP**) una media de 4.5 cm, con una desviación estándar de 0.35 mm, tuvo una mediana de 4.5 cm con intervalos de confianza IC (4.5 – 4.6 cm). Por último el ancho maxilar (**AMx**) una media de 6.1 cm, con una desviación estándar de 0.41 cm, tuvo una mediana de 6.16 cm con intervalos de confianza IC (6.1 - 6.3 cm), la longitud maxilar (**LongMx**) una media de 4.3 cm, con una desviación estándar de 0.71 cm, tuvo una mediana de 4.3 cm con intervalos de confianza IC (4.2 - 4.4 cm), la longitud mandibular (**LongMd**) una media de 6.5 cm, con una desviación estándar de 4.8 cm, tuvo una mediana de 6.5 cm con intervalos de confianza IC (6.4 – 6.6 cm) **Tabla 2.**

Después de realizar la prueba de normalidad (gráfica, prueba de sesgo, curtosis, Shapiro Wilk) (**Tabla 3, 4 y 5**) se encontró que las variables que mostraron tener una distribución parecida a la normal fueron: dimensión vertical (**DV**) valor de  $p \leq 0.09$  y distancia de la base craneal posterior (**BCP**) valor de  $p \leq 0.62$ , las variables del volumen mandibular y de vías aéreas no mostraron distribución normal, valores de  $p \leq 0.05$ .

Posteriormente se realizó un **análisis estratificado** por sexo en el que se describen los valores para las mediciones de las vías aéreas en mujeres (**Tabla 6**) la media del volumen faríngeo fue de  $23.2 \pm 6.2$  cm<sup>3</sup>, para la nasofaringe VAS fue de  $6.0 \pm 1.5$  cm<sup>3</sup>, para VAM  $8.7 \pm 2.7$  cm<sup>3</sup> y finalmente para VAI la media fue de  $8.9 \pm 3.7$  cm<sup>3</sup>. Con respecto al volumen de la mandíbula, la media fue  $49.0 \pm 6.3$  cm<sup>3</sup>, la media para el cuerpo mandibular derecho fue de  $16.9 \pm 1.9$  cm<sup>3</sup>, volumen del cuerpo mandibular izquierdo fue de  $17.9 \pm 2.7$  cm<sup>3</sup>, con respecto a la rama mandibular derecha fue de  $5.2 \pm 1.1$  cm<sup>3</sup> e izquierda de  $5.5 \pm 1.1$  cm<sup>3</sup>, los cóndilos mandibulares tuvieron una media de  $1.5 \pm 0.4$  cm<sup>3</sup> para el cóndilo derecho y  $1.8 \pm 0.6$  cm<sup>3</sup> para el cóndilo izquierdo (**Tabla 7**). La media del volumen total de la vía aéreas fue de  $25.1 \pm 9.7$  cm<sup>3</sup>, para VAS fue de  $6.3 \pm 2.1$  cm<sup>3</sup>, para VAM  $8.8 \pm 3.6$  cm<sup>3</sup> y finalmente para VAI la media fue de  $10.4 \pm 5.5$  cm<sup>3</sup> (**Tabla 8**). Con respecto al volumen de la mandíbula, la media fue  $56.1 \pm$

8.8 cm<sup>3</sup>, la media para el cuerpo mandibular derecho fue de 19.2 ± 2.9 cm<sup>3</sup>, volumen del cuerpo mandibular izquierdo fue de 20.3 ± 3.6 cm<sup>3</sup>, con respecto a la rama mandibular derecha fue de 6.3 ± 1.3 cm<sup>3</sup> e izquierda de 6.6 ± 1.5 cm<sup>3</sup>, los cóndilos mandibulares tuvieron una media de 1.6 ± 0.4 cm<sup>3</sup>, para el cóndilo derecho y 1.8 ± 0.4 cm<sup>3</sup> (**Tabla 9**).

Se realizó análisis estratificado por género para comparar de medianas por sexo del volumen de las vías aéreas con la prueba U de Mann Whitney. Así mismo también se realizó una prueba de comparación de medianas del volumen de mandibular por sexo con la prueba U de Mann Whitney, los resultados de la comparación del volumen de las vías aéreas entre hombres y mujeres no fue significativo. Al comparar la variable edad se encontró diferencia estadísticamente significativa, con valor de  $p \leq 0.05$ ), de los resultados obtenidos de la comparación del volumen mandibular total, se encontró diferencia estadísticamente significativa con valor de  $p \leq (0.05)$ , al comparar el volumen del cuerpo y rama mandibular de los hombres con las mujeres se encontró que el volumen del cuerpo y de la rama mandibular tuvieron diferencias estadísticamente significativas, siendo de menor volumen en las mujeres. (**Tabla 10**).

Para llegar a la ecuación final de regresión lineal multivariante se evaluaron los siguientes supuestos:

1. Correlación entre variables.
2. Evaluación de confusores.
3. Se verificó la omisión de variables.
4. Multicolinealidad.
5. Se estimaron los valores predichos y residuos (estandarizados y estudentizados).
6. Evaluación de los supuestos de normalidad, linealidad y homocedasticidad.
7. Supuesto de media cero y varianza constante.
8. Supuesto de linealidad.
9. Se evaluaron los puntos extremos, extremos influyentes y dfbeta.
10. Se evaluaron los puntos palanca.

La ecuación del modelo final de la regresión lineal múltiple quedó de la siguiente manera.

**Volumen mandibular total= VAS(x<sub>1</sub>)+VAM(x<sub>2</sub>)+VAI(x<sub>3</sub>)+Edad(x<sub>4</sub>)+mujeres(x<sub>5</sub>)+clase esquelética(x<sub>6</sub>) + Ancho maxilar (x<sub>7</sub>) + longitud maxilar (x<sub>8</sub>)**

## Volumen mandibular total

Con pruebas de correlación de Spearman y regresión lineal simple se analizó la asociación entre volumen mandibular total y las variables de las vías aéreas. Como resultado del análisis de regresión lineal univariante se observó una asociación estadísticamente significativa, positiva entre el volumen mandibular total y el volumen superior de la vía aérea (VAS) (coef. = 1.65; I.C. 95%= 1.10 - 2.19,  $r^2=0.13$ ). Por cada  $\text{cm}^3$  que aumentó la media del volumen de la nasofaringe, el volumen mandibular incrementó 1.6 de centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) y fue significativo, del mismo modo cuando aumentó volumen de la orofaringe (VAM) un centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ), el volumen mandibular incrementó 0.8 de centímetro cúbico  $\text{cm}^3$ , también fue significativo, con respecto al volumen de la hipofaringe, también incrementó el volumen mandibular 0.29 de centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) y también fue significativo (**Tabla 11**).

Con base en los resultados del análisis de regresión lineal múltiple (**Tabla 12**) se evaluó la asociación entre el volumen mandibular y el volumen de la vía aérea superior, vía aérea media y la vía aérea inferior, tanto el volumen superior, volumen medio e inferior, discrepancia sagital verdadera (DSV), base craneal anterior, edad y sexo, se observó asociación positiva para el volumen superior (coef. = 0.642; I.C.95%= 0.042 - 1.242,  $r^2=0.45$ ), por cada centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) que incrementó el volumen de la vía aérea superior (VAS), el volumen mandibular incremento 0.64 de  $\text{cm}^3$  y fue significativo, el volumen medio (VAM) mostró asociación significativa con el volumen mandibular (coef. = 0.633; I.C.95%= 0.243- 1.023,  $P=0.002$ ), finalmente el volumen de la hipofaringe mostró una asociación negativa con el volumen mandibular, por cada centímetro cúbico de incremento en la hipofaringe el volumen mandibular disminuyó 0.27 de centímetro cúbico. (coef.= -0.273; I.C.95%= -0.505 -0.041,  $P\leq 0.021$ ). Además se observó una asociación estadísticamente significativa positiva para la edad (coef. = 19.6 I.C.95%= 4.5 - 34.7,  $p\leq 0.05$ ). De acuerdo con el coeficiente de determinación de  $r^2$ , el modelo explica el **45 %** de la varianza general. (**Tabla 12**)

## Volumen del cuerpo mandibular

Se analizó la correlación entre el volumen del cuerpo mandibular y las variables referentes al volumen de las vías aéreas superiores y se encontraron valores de correlación positiva para todas las variables VT ( $\rho=0.22$ ), VAS ( $\rho=0.25$ ), VAM ( $\rho=0.24$ ), VAI ( $\rho=0.09$ ) con valores de  $p\leq 0.05$ , para VAI ( $\rho=0.1163$ ) los demás valores se muestran en la (**Tabla 13**).

Los resultados del análisis de regresión lineal univariante entre el cuerpo mandibular y las variables del volumen de las vías aéreas superiores fueron de la siguiente manera, para el volumen de la nasofaringe (VAS) (coef.=0.93; I.C.95%=0.094 - 0.285,  $r^2=0.09$ ), orofaringe (VAM) (coef.=0.48; I.C.95%=0.246 -

0.722,  $r^2=0.07$ , e hipofaringe (VAI) (coeficiente=0.18; I.C.95%=0.20 – 0.356,  $r^2=0.02$ , las tres variables mostraron asociación positiva y significancia estadística, resultando que por cada centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) que aumentó la media del volumen de las vías aéreas en sus tres segmentos (VAS, VAM y VAI) se observó un incremento de 0.93, 0.48 y 0.18 de centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) del volumen del cuerpo mandibular (**Tabla 14**).

Con base en los resultados del análisis de regresión lineal múltiple se evaluó la asociación entre el volumen del cuerpo mandibular y el volumen de la vía aérea superior, vía aérea media y la vía aérea inferior (VAS, VAM, VAI) y sus variables de ajuste, las variables que resultaron con significancia estadística fueron la nasofaringe (VAS), (coef. =0.50; I.C.95%=0.088 – 0.920,  $r^2=0.32$ ), orofaringe (VAM) (coef. =0.38; I.C.95%=0.1139 – 0.6628,  $r^2=0.32$ ), por cada centímetro cúbico que incrementó la media del volumen de VAS y VAM, la media del volumen del volumen del cuerpo mandibular incrementó 0.50 y 0.38 de centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) respectivamente y fueron significativos ( $p \leq 0.05$ ). De acuerdo con el coeficiente de determinación de  $r^2$ , el modelo explica el 32 % de la varianza general.

Con base en los resultados del análisis de regresión lineal múltiple se evaluó también la asociación entre el volumen del cuerpo mandibular y la discrepancia sagital verdadera (DSV), se observó una asociación estadísticamente significativa, negativa para esta variable (coeficiente= -21.66; I.C.95%= -35.44 -7.88,  $r^2= 0.32$ ), no se observó una asociación estadísticamente significativa, para las variables ancho maxilar (AnchoMx) y longitud maxilar (LongMx). (**Tabla 14**).

### **Volumen de la rama mandibular**

Se analizó la correlación entre el volumen de la rama mandibular y las variables referentes al volumen de las vías aéreas superiores y se encontraron valores de correlación positiva para las variables, VAS ( $\rho= 0.31$ ), VAM ( $\rho= 0.24$ ), VAI ( $\rho= 0.06$ ), con valores de  $p \leq 0.05$ , se encontraron asociaciones significativas. Los demás resultados se muestran en la (**Tabla 15**).

Como resultado del análisis de regresión lineal univariante se observó una asociación estadísticamente significativa, positiva entre la rama mandibular y las variables del volumen de las vías aéreas (VAS, VAM y VAI) el volumen de la hipofaringe mostró asociación positiva, por cada centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) que aumentó la media del volumen de la nasofaringe, la media del volumen mandibular incrementó medio centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) y fue estadísticamente significativo, (coef. 0.50; I.C.95%= 0.311 .706,  $r^2= 0.11$ ), con respecto a la asociación entre la orofaringe (VAM) y volumen de la rama mandibular, también se asoció positivamente mostrando un incremento de 0.26 de centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) y fue significativo, con la hipofaringe (VAI) se observó de la media del volumen de la rama mandibular de 0.09 de centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) y fue significativo.

Con base en los resultados del análisis de regresión lineal múltiple (**Tabla 16**) se evaluó la asociación entre el volumen de la rama mandibular y el volumen de la nasofaringe, orofaringe e hipofaringe (VAS; VAM y VAI), se observó que por cada centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) que incrementó la media del volumen de la nasofaringe VAS (coef. =0.371; I.C.95%=0.136 – 0.605), la media del volumen mandibular incrementó 0.37 de centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) y fue estadísticamente significativo, así mismo el volumen medio mostró asociación positiva y fue significativo (coef. =0.266; I.C.95%=0.120– 0.411), la media del volumen de la hipofaringe se asoció negativamente con el volumen de la rama mandibular (coef. = -0.124; I.C.95%= -0.217; -0.032) y fue significativo, además se observó una asociación positiva para el género. (Coef. =0.362 I.C.95%= -5.324 – 6.062,  $r^2=0.3215$ ). De acuerdo con el coeficiente de determinación de  $r^2$ , el modelo explica el 32 % de la varianza general.

### **Volumen del cóndilo mandibular**

Se analizó (**Tabla 17**) la correlación entre el volumen del cóndilo mandibular y las variables referentes al volumen de las vías aéreas superiores y mostraron correlación débil para las variables VT ( $\rho=0.24$ ), VAS ( $\rho= 0.37$ ), VAM ( $\rho=0.26$ ), con valores de  $p \leq 0.05$ ,

Como resultado del análisis de regresión lineal univariante se observó una asociación estadísticamente significativa, positiva entre el cóndilo mandibular y el volumen superior de la vía aérea superior VF (coef. =0.03; I.C.95%= .015 .048  $r^2= 0.07$ ), así como también para VAS (coef. = 0.20; I.C. 0.139 0.274  $r^2= 0.15$ ).

Con base en los resultados del análisis de regresión lineal múltiple (**Tabla 18**) se evaluó la asociación entre el volumen del cóndilo mandibular y el volumen de la nasofaringe, orofaringe e hipofaringe (VAS; VAM y VAI). La media del volumen de la nasofaringe VAS, mostró que por cada centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) que incrementó la media del volumen de la nasofaringe, incrementó también la media del volumen del cóndilo mandibular 0.13 de centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) (coef. = 0.132; I.C.95%=0.052 – 0.212). Por cada centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) que la media del volumen de la hipofaringe VAI disminuyó, también disminuyó la media del volumen del cóndilo mandibular y fue significativo (coef. = -.035; I.C.95% =0.06 – 0.002).

Así mismo se evaluó la asociación de la variable longitud maxilar con el volumen del cóndilo mandibular, (coef.= 3.1; I.C.95%=1.4– 4.8), por cada centímetro cúbico  $\text{cm}^3$  que incrementó la media del volumen del cóndilo mandibular, también incrementó la media de la longitud maxilar 3.1 de centímetro lineal y fue significativo. De acuerdo con el coeficiente de determinación de  $r^2$ , el modelo explica el 29% de la varianza general.

## Dimensión vertical (DV)

Se analizó (**Tabla 19**) la correlación entre la dimensión vertical y las variables referentes al volumen de las vías aéreas superiores y no se encontraron asociaciones significativas.

Como resultado del análisis de regresión lineal univariante entre la dimensión vertical y las variables del volumen de las vías aéreas no se encontraron asociaciones significativas.

Con base en los resultados del análisis de regresión lineal múltiple (**Tabla 20**) se evaluó la asociación entre la dimensión vertical y el volumen de la vía aérea superior, vía aérea media y la vía aérea inferior y no se encontraron asociaciones significativas.

## Base craneal anterior (BCA)

Se analizó (**Tabla 21**) la correlación entre la base craneal anterior (BCA) y las variables referentes al volumen de las vías aéreas superiores y se encontraron valores de correlación positiva para las variables VT ( $\rho=0.2470$ ), VAS ( $\rho=0.3005$ ), VAM ( $\rho=0.1959$ ), VAI ( $\rho=0.1821$ ) con valores de  $p \leq 0.05$ , para VAI ( $\rho=0.1821$ ), se encontraron asociaciones significativas.

Como resultado del análisis de regresión lineal univariante se observó una asociación estadísticamente significativa, positiva entre el volumen mandibular total y el volumen superior de la vía aérea superior (coeficiente=0.0076; I.C.95%= .0044 .0108,  $r^2=0.100$ ), para la vía aérea media (coeficiente=0.0038; I.C.95%= .0019 .0054,  $r^2=0.07$ ).

Con base en los resultados del análisis de regresión lineal múltiple (**Tabla 22**) se evaluó la asociación entre la base craneal anterior (BCA) y el volumen de la vía aérea superior, vía aérea media y la vía aérea inferior y el volumen medio (coeficiente= 0.004; I.C.95%=0.000 – 0.007,  $r^2=0.37$ ), Además se observó una asociación positiva para la variable DSV (coeficiente=0.146; I.C.95%=0.003 – 0.296,  $r^2=0.2188$ ). De acuerdo con el coeficiente de determinación de  $r^2$ , el modelo explica el 37% de la varianza general.

## Tablas

**Tabla 2 Estadística descriptiva de las variables de estudio (n=200).**

Variables	N	Media ± D.E	IC 95%	Mediana	Rango intercuartilar	Sesgo	Curtosis	Valor de p
Edad	200	28 ± 5.9	27 - 28.8	28	23 - 32	0.04	0.04	0.002
VT	200	24.5 ± 8.1	23.4 - 25.7	29.2	17.8 – 28.4	0.00	0.42	0.000
VAS	200	6.15 ± 1.8	5.8 - 6.4	6.1	4.9 – 7.1	0.03	0.04	0.021
VAM	200	8.7 ± 3.2	8.3 - 9.2	8.2	6.3 – 10.5	0.00	0.82	0.003
VAI	200	9.6 ± 4.6	8.9 -10.3	8.6	62.9 – 12.08	0.00	0.03	0.000
VMT	200	52.2 ± 834	51.0 – 53.3	51.7	45.9 – 56.2	0.00	0.0175	0.000
VCM	200	36.9 ± 567	36.1 -77.4	36.2	16.0 – 19.4	0.00	0.0625	0.000
VRMD	200	11.7 ± 276	11.3 – 12.1	11.6	48.0 – 65.4	0.09	0.0241	0.024
VCoMD	200	34.9 ± 96.0	33.6 - 363	34.2	13.1 – 18.1	0.00	0.00	0.000
DSV (mm)	200	6 ±4.6	5.4 - 6.7	6.1	3.3 – 9.8	-0.43	3.23	0.030
DV (°)	200	5.0 ±5	49.7- 51.1	5.0	46.8 - 53.7	0.06	2.42	0.090
BCA (cm)	200	7.1 ±4.4	69.4 - 70.7	6.9	67 - 73	0.61	2.81	0.000
BCP (cm)	200	4.5 ±3.5	4. 5- 4.6	4.5	4.3 – 4.8	0.15	2.84	0.620
AMx	200	6.1 ±4.1	6.1- 6.2	6.1	5.9 – 6.4	-0.69	6.41	0.000
LMx	200	4.3 ±7.1	4.2 - 4.4	4.3	3.8 – 4.7	0.52	3.86	0.000
LMd	200	7.2 ± .66	7.1 - 7.3	7.1	6.6 - 7.1	3.86	2.09	0.000

VT= volumen total de la vía aérea, VAS= vía aérea superior, VAM= vía aérea media, VAI= Vía aérea inferior, VMT= volumen mandibular total, VCM= volumen del cuerpo mandibular, VRM= volumen de la rama mandibular, VCoM= volumen del cóndilo mandibular, DV= dimensión vertical (Ricketts), DSV= discrepancia sagital verdadera (estimación de la relación maxilo- mandibular). **Prueba de normalidad, valor de p(≤0.05).**

VT= volumen total de la vía aérea, VAS= vía aérea superior, VAM= vía aérea media, VAI= Vía aérea inferior, VMT= volumen mandibular total, VCM= volumen del cuerpo mandibular, VRM= volumen de la rama mandibular, VCoM= volumen del cóndilo mandibular, DV= dimensión vertical (Ricketts), DSV= discrepancia sagital verdadera (estimación de la relación maxilo- mandibular). **Prueba de normalidad, valor de p(≤0.05).**

**Tabla 3 Estadística descriptiva y pruebas de normalidad de las dimensiones volumétricas de las vías aéreas (n=200)**

Variables	N	Media ± D.E	IC 95%	Mediana	Rango intercuartilar	Sesgo	Curtosis	Valor de p
Edad	200	28 ± 5.9	27 - 28.8	28	23 - 32	0.0427	0.04	0.002
VT	200	24.5 ± 8.1	23.4 - 25.7	29.2	17.8 - 28.4	0.00	0.42	0.000
VAS	200	6.15 ± 1.8	5.8 - 6.4	6.1	4.9 - 7.1	0.03	0.04	0.020
VAM	200	8.7 ± 3.2	8.3 - 9.2	8.2	6.3 - 10.5	0.00	0.82	0.003
VAI	200	9.6 ± 4.6	8.9 - 10.3	8.6	6.2 - 12.08	0.00	0.03	0.000

**Tabla 4 Estadística descriptiva y pruebas de normalidad de las dimensiones volumétricas de mandíbula (n=200)**

Variables	N	Media ± D.E	IC 95%	Mediana	Rango intercuartilar	Sesgo	Curtosis	Valor de p
Edad	200	28 ± 5.9	27 - 28.8	28	23 - 32	0.042	0.0427	0.002
VMdT	200	52.2 ± 83.4	51.0 - 53.3	51.7	45.9 - 56.2	0.000	0.0175	0.000
VCMd	200	36.9 ± 56.7	36.1 - 77.4	36.2	16.0 - 19.4	0.000	0.0625	0.000
VRMd	200	11.7 ± 27.6	11.3 - 12.1	11.6	48.0 - 65.4	0.091	0.0241	0.024
VCod	200	34.9 ± 96.0	33.6 - 36.3	34.2	13.1 - 18.1	0.000	0.00	0.000

VMdT= volumen mandibular total, VCMd= volumen del cuerpo mandibular derecho, VCMi= volumen del cuerpo mandibular izquierdo, VRMd= volumen de la rama mandibular derecha, VRMi= volumen de la rama mandibular izquierda, VCod= volumen del cóndilo mandibular derecho, VCod= volumen de cóndilo mandibular izquierdo, **Pruebas de normalidad, valor de p(≤0.05)**

**Tabla 5. Estadística descriptiva de las características cefalométricas del complejo maxilo-mandibular de pacientes adultos.**

Variables	N	Media ± D.E	IC 95%	Mediana	Rango intercuartilar	Sesgo	Curtosis	Valor de p
<b>Edad</b>	200	27.9 ± 5.9	27.1 - 28.8	28	9	0.34	2.27	0.00
<b>DSV</b>	200	6 ±4.6	5.4 - 6.7	6.1	6.5	-0.43	3.23	0.03
<b>DV</b>	200	5.0 ±5	49.7- 51.1	50.0	6.9	0.06	2.42	0.09
<b>BCA</b>	200	7.1 ±4.4	6.9- 7.0	6.9	6	0.61	2.81	0.00
<b>BCP</b>	200	4.5 ±3.5	4.5 – 4.6	4.5	5	0.15	2.84	0.62
<b>AMx</b>	200	6.1 ±4.1	6.1- 6.2	6.1	5.3	-0.69	6.41	0.00
<b>LMx</b>	200	4.3 ±7.1	4.2 – 4.4	4.3	9.35	0.52	3.86	0.00
<b>LMd</b>	200	6.5 ± .34	4.2 - 4.4	6.5	9.35	0.52	3.86	0.00

DSV= discrepancia sagitario verdadera DV= dimensión vertical, BCA= base craneal anterior, BCP= base craneal posterior, AMx= Ancho Maxilar, LMx = Longitud Maxilar, LMd = Longitud Mandibular, **Pruebas de normalidad, valor de p(≤0.05).**

**Tabla 6. Estadística descriptiva y pruebas de normalidad de las características volumétricas de la vía aérea en mujeres (n=111)**

Variables	N	Media ± D.E	Intervalos de C. 95%	Mediana	Rango intercuartilar	Sesgo	Curtosis	Valor de p
<b>Edad</b>	111	26.8 ± 5.4	27.1 - 28.8	26	22 - 30	0.57	2.63	0.00
<b>VT</b>	111	23.2 ± 6.5	22.9 – 25.2	22.9	17.9 – 28.4	0.24	2.67	0.00
<b>VAS</b>	111	6.0 ± 1.5.0	5.8- 6.4	6.0	5.1 – 6.9	0.06	4.03	0.02
<b>VAM</b>	111	8.7.0± 2.7	8.3 – 9.2	8.3	6.5 – 1.0	0.43	2.69	0.00
<b>VAI</b>	111	8.9 ± 3.7	8.9 – 10.3	8.7	6.3 – 11.3	0.72	3.72	0.00

VT= volumen total de la vía aérea, VAS= vía aérea superior, VAM= vía aérea media, VAI= Vía aérea inferior, **Prueba de normalidad, valor de p(≤0.05),** de las características volumétricas en mujeres.

**Tabla 7.** Estadística descriptiva y pruebas de normalidad de las dimensiones volumétricas de la mandíbula en mujeres (n=111)

Variables	N	Media ± D.E	Intervalos de C. 95%	Mediana	Rango intercuartilar	Sesgo	Curtosis	Valor de p
Edad	111	26.8 ± 5.4	27.1 - 28.8	26	22 - 30	0.57	2.63	0.003
VMdT	111	49.0 ± 6.3	49.6 - 57.4	49.2	43.4 - 51.9	0.26	2.49	0.000
VCMd	111	16.9 ± 1.9	17.5 - 18.3	17.0	15.4- 18.1	0.17	2.69	0.001
VCMi	111	17.9 ± 2.7	18.5 – 19.4	17.9	16.3 - 19.6	-1.24	12.17	0.000
VRMd	111	5.2 ± 1.1	55.4 – 59.2	52.9	4.3- 6.0	0.03	5.54	0.025
VRMi	111	5.5 ± 1.1	58.2 – 62.4	54.1	4.6- 6.3	0.49	3.76	0.000
VCod	111	1.5 ± .4	15.3 – 16.5	15.3	1.3 – 1.8	2.38	6.08	0.000
VCoi	111	1.8 ± .4	18.0 – 19.9	17.3	1.3- 2.1	1.45	5.97	0.000

VMdT= volumen mandibular total, VCMd= volumen del cuerpo mandibular derecho, VCMi= volumen del cuerpo mandibular izquierdo, VRMd= volumen de la rama mandibular derecha, VRMi= volumen de la rama mandibular izquierda, VCod= volumen del cóndilo mandibular derecho, VCoi= volumen de cóndilo mandibular izquierdo, Pruebas de normalidad, valor de  $p(\leq 0.05)$  de las dimensiones volumétricas de la mandíbula en mujeres.

**Tabla 8.** Estadística descriptiva de las variables del volumen de las vías aéreas en hombres (n=89)

Variables	N	Media ± D.E	Intervalo de C. 95%	Mediana	Rango intercuartilar	Sesgo	Curtosis	Valor de p
Edad	89	29.3± 6.1	28 - 30.6	29	25-35	0.86	0.01	0.000
VT	89	25.1 ± 9.7	23.1 – 27.2	22.1	17.7 - 32.3	0.01	0.20	0.2569
VAS	89	6.3 ± 2.1	5.8.– 6.7	6.2	4.8– 7.5	0.16	0.69	0.0086
VAM	89	8.8 ± 3.6	8.0 – 9.6	8.2	6.1 – 12	0.01	0.84	0.5168
VAI	89	10.4 ± 5.5	9.3 - 10.1	8.6	6.1-13.5	0.00	0.97	0.0837

VT= volumen total de la vía aérea, VAS= vía aérea superior, VAM= vía aérea media, VAI= Vía aérea inferior, PND=pasaje nasal derecho, PNI=pasaje nasal izquierdo, SMxD= seno maxilar derecho, SMxI= seno maxilar izquierdo. Prueba de normalidad, valor de  $p(\leq 0.05)$ , de las dimensiones volumétricas de las vías aéreas en hombres.

**Tabla 9.** Estadística descriptiva y pruebas de normalidad de las dimensiones volumétricas de la mandíbula en hombres (n=89)

Variables	N	Media ± D.E	Intervalo de Confianza. 95%	Mediana	Rango intercuartilar	Sesgo	Curtosis	Valor de p
<b>Edad</b>	89	26.8 ± 5.4	27.1 - 28.8	29	22 - 30	0.57	2.63	0.003
<b>VMT</b>	89	56.1 ± 88.6	49.6 – 57.4	54.9	43.4 – 51.9	0.26	2.49	0.000
<b>VCMd</b>	89	19.2 ± 29.1	17.5 - 18.3	18.9	15.4- 18.1	0.17	2.69	0.001
<b>VCMi</b>	89	20.3 ± 36.3	18.5 - 19.4	19.8	16.3 - 19.6	-1.24	12.17	0.000
<b>VRMd</b>	89	6.3 ± 1.3	5.5 – 5.9	61.0	4.3- 60.7	0.03	5.54	0.025
<b>VRMi</b>	89	6.6 ± 1.5	5.8 – 6.2	63.4	4.6- 6.3	0.49	3.76	0.000
<b>VCod</b>	89	1.6 ± .4	1.5 – 1.6	16.1	1.3– 1.8	2.38	6.08	0.000

VMdT= volumen mandibular total, VCMd= volumen del cuerpo mandibular derecho, VCMi= volumen del cuerpo mandibular izquierdo, VRMd= volumen de la rama mandibular derecha, VRMi= volumen de la rama mandibular izquierda, VCod= volumen del cóndilo mandibular derecho, VCoi= volumen de cóndilo mandibular izquierdo, **Pruebas de normalidad**, valor de  $p(\leq 0.05)$  de las dimensiones volumétricas de la mandíbula en hombres.

**Tabla 10. Estadística descriptiva y comparación de medianas por sexo del volumen de las vías aéreas y del volumen mandibular.**

Variable	Mujeres (n=111)			Hombres (n=89)			Valor de p.
	Media ± D.E.	Mediana p50	Rango intercuartilar	Media ± D.E.	Mediana p50	Rango intercuartilar	
Edad	26.8 ± 5.4	26	22 -30	29.3 ± 6.1	29	25 - 34	0.00
VT	23.2 ± 62.5	22.9	17.9 – 27.8	25.1 ± 97.0	22.1	17.8 - 32.2	0.61
VAS	6.0 ± 1.5	6.0	51.5 - 69.0	6.3 ± 2.1	6.2	48.2 – 75.4	0.49
VAM	8.7± 2.7	8.3	6.5 - 10.1	8.8 ± 3.6	8.2	11.1 - 50.1	0.62
VAI	8.9 ± 3.7	8.7	6.3 – 5.0	10.4 ± 5.5	8.6	13.3- 71.2	0.21
VMT	49.0 ± 6.3	49.2	43.4 - 51.9	56.1 ± 8.8	54.9	43.4 - 51.9	0.00
VCMD	16.9 ±1.9	17.0	15.4- 18.1	19.2 ± 2.9	18.9	15.4- 18.1	0.00
VCMi	17.9 ± 2.7	17.9	16.3 – 19.6	20.3 ± 3.6	19.8	16.3 - 19.6	0.00
VRMD	5.2± 1.1	52.9	4.3- 6.0	6.3 ± 1.3	6.1	4.3- 6.0	0.00
VRMI	5.5± 1.1	54.1	4.6- 6.3	6.6 ± 1.5	6.3	4.6- 6.3	0.00

VMdT= volumen mandibular total, VCMd= volumen del cuerpo mandibular derecho, VCMi= volumen del cuerpo mandibular izquierdo, VRMd= volumen de la rama mandibular derecha, VRMi= volumen de la rama mandibular izquierda, VCod= volumen del cóndilo mandibular derecho, VCoi= volumen de cóndilo mandibular izquierdo, Prueba U de Mann Whitney valor de p(≤0.05).

**Tabla 11. Coeficiente de correlación de Spearman y regresión lineal cruda entre volumen mandibular total y las variables de las vías aéreas.**

Volumen Mandibular total	Rho <sup>a</sup>	Valor de p <sup>b</sup>	Constante <sup>c</sup>	Valor de p <sup>d</sup>	Coef. <sup>e</sup>	I.C. 95% <sup>f</sup>	r <sup>2</sup> <sup>g</sup>
VT	0.24	0.0004	44.3	0.000	0.32	.187 .464	0.09
VAS	0.32	0.0000	42.0	0.000	1.65	1.10 2.19	0.13
VAM	0.27	0.0001	44.8	0.000	0.84	.52 1.15	0.10
VAI	0.09	0.1956	49.3	0.033	0.29	0.02 0.57	0.02

<sup>a</sup>Coeficiente de correlación de Spearman, <sup>b</sup>Significancia estadística para prueba de correlación de Spearman, <sup>c</sup>Costante, <sup>d</sup>Valor de p. prueba estadística de regresión, <sup>e</sup>Coeficiente de regresión, <sup>f</sup>Intervalos de confianza al 95%, <sup>g</sup>R cuadrada, VT= volumen total de la vía aérea, VAS= vía aérea superior, VAM= vía aérea media, VAI= Vía aérea inferior

**Tabla 12. Regresión lineal múltiple para volumen mandibular total.**

Volumen mandibular total	Coef <sup>a</sup>	P>t <sup>b</sup>	I.C. 95% <sup>c</sup>	r <sup>2</sup> <sup>d</sup>
VAS	0.642	0.036	0.420 - 1.242	<b>Pseudo R2 = 0.4520</b>
VAM	0.633	0.002	0.243- 1.023	
VAI	-0.273	0.021	-0.505 - -0.041	
Sexo	406.400	0.000	203.204 - 609.596	
Edad	19.691	0.011	4.597 - 34.785	
DSV	0.207	0.981	-16.726 - 17.140	
Ancho maxilar	-18.281	0.060	-37.308 - 0.745	
Longitud maxilar	52.856	0.000	26.608 - 79.104	
_cons	137.212	0.890	-1817.358 - 2091.783	

<sup>a</sup> Coeficiente de regresión lineal .

<sup>c</sup> Valor de p, prueba estadística de Wald.

<sup>b</sup> Intervalos de confianza al 95%

<sup>d</sup> Coeficiente de determinación ajustado.

VAS= vía aérea superior, VAM= vía aérea media, VAI= Vía aérea inferior.

**Tabla 13. Coeficiente de correlación de Spearman y regresión lineal cruda entre volumen del cuerpo mandibular y las variables de las vías aéreas.**

Volumen del Cuerpo Mandibular	Rho <sup>a</sup>	Valor de p <sup>b</sup>	Constante <sup>c</sup>	Valor de p <sup>d</sup>	Coef. <sup>e</sup>	I.C. 95% <sup>f</sup>	r <sup>2</sup> <sup>g</sup>
VAS	0.25	0.000	3118.1	0.000	0.93	.526 1.348	0.09
VAM	0.24	0.000	3270.4	0.000	0.48	.246 .722	0.07
VAI	0.09	0.162	3512.9	0.028	0.18	.020 .356	0.02

VT= volumen total de la vía aérea, VAS= vía aérea superior, VAM= vía aérea media, VAI= Vía aérea inferior. **Prueba de Correlación de Spearman valor de p(<=0.05).**

<sup>a</sup> Coeficiente de correlación de Spearman, <sup>b</sup>Significancia estadística para prueba de correlación de Spearman, <sup>c</sup>Costante, <sup>d</sup>Valor de p. prueba estadística de regresión, <sup>e</sup>Coeficiente de regresión, <sup>f</sup>Intervalos de confianza al 95%, <sup>g</sup>R cuadrada, VAS= vía aérea superior, VAM= vía aérea media, VAI= Vía aérea inferior.

**Tabla 14. Regresión lineal múltiple para Volumen del cuerpo mandibular.**

Volumen del cuerpo mandibular	Coef <sup>a</sup>	P>t <sup>b</sup>	I.C. 95% <sup>c</sup>		r <sup>2</sup> d
<b>VAS</b>	0.505	0.018	0.088	0.921	<b>Pseudo R2= 0.3215</b>
<b>VAM</b>	0.388	0.006	0.114	0.663	
<b>VAI</b>	-0.127	0.193	-0.319	0.065	
<b>Sexo</b>	438.452	0.000	293.255	583.649	
<b>Edad</b>	11.553	0.041	0.456	22.651	
<b>DSV</b>	-21.666	0.002	-35.448	-7.884	
<b>Ancho maxilar</b>	136.299	0.110	-31.145	303.742	
<b>Longitud maxilar</b>	70.870	0.141	-23.807	165.547	
<b>_cons</b>	1627.774	0.003	578.251	2677.298	

<sup>a</sup> Coeficiente de regresión lineal .

<sup>c</sup> Valor de p, prueba estadística de Wald.

<sup>b</sup> Intervalos de confianza al 95%

<sup>d</sup> Coeficiente de determinación ajustado.

VAS= vía aérea superior, VAM= vía aérea media, VAI= Vía aérea inferior.

**Tabla 15. Coeficiente de correlación de Spearman y regresión lineal cruda entre volumen de la rama mandibular y las variables de las vías aéreas.**

Volumen de la rama mandibular	Rho <sup>a</sup>	Valor de p <sup>b</sup>	Constante <sup>c</sup>	Valor de p <sup>d</sup>	Coef. <sup>e</sup>	I.C. 95% <sup>f</sup>		r <sup>2</sup> g
<b>VT</b>	0.22	0.0016	926.2	0.000	0.10	.057	.149	0.09
<b>VAS</b>	0.31	0.0000	863.3	0.000	0.50	.311	.706	0.11
<b>VAM</b>	0.24	0.0006	942.4	0.000	0.26	.152	.381	0.09
<b>VAI</b>	0.06	0.3924	1086.6	0.026	0.09	.011	.175	0.02

<sup>a</sup>Coeficiente de correlación de Spearman, <sup>b</sup>Significancia estadística para prueba de correlación de Spearman, <sup>c</sup>Costante, <sup>d</sup>Valor de p. prueba estadística de regresión, <sup>e</sup>Coeficiente de regresión, <sup>f</sup>Intervalos de confianza al 95%, <sup>g</sup>R cuadrada.

**Tabla 16. Regresión lineal múltiple para volumen de la rama mandibular.**

Volumen de la rama mandibular	Coef <sup>a</sup>	P>t <sup>b</sup>	I.C. 95% <sup>c</sup>		r <sup>2</sup> d
<b>VAS</b>	0.371	0.002	0.136	0.605	<b>Pseudo R2= 0.3215</b>
<b>VAM</b>	0.266	0.000	0.120	0.411	
<b>VAI</b>	-0.124	0.009	-0.217	- 0.032	
<b>Sexo</b>	0.369	0.898	-5.324	6.062	
<b>Edad</b>	234.674	0.000	168.334	301.014	
<b>DSV</b>	-0.542	0.876	-7.386	6.301	
<b>Ancho maxilar</b>	24.359	0.532	-52.375	101.095	
<b>Longitud maxilar</b>	30.108	0.191	-15.121	75.338	
<b>_cons</b>	452.219	0.078	-51.811	956.251	

<sup>a</sup> Coeficiente de regresión lineal .

<sup>b</sup> Valor de p, prueba estadística de Wald.

<sup>c</sup> Intervalos de confianza al 95%

<sup>d</sup> Coeficiente de determinación ajustado.

VAS= vía aérea superior, VAM= vía aérea media, VAI= Vía aérea inferior.

**Tabla 17. Coeficiente de correlación de Spearman y regresión lineal cruda entre volumen del cóndilo y las variables de las vías aéreas.**

Volumen del cóndilo mandibular	Rho <sup>a</sup>	Valor de p <sup>b</sup>	Constante <sup>c</sup>	Valor de p <sup>d</sup>	Coef. <sup>e</sup>	I.C. 95% <sup>f</sup>		r <sup>2</sup> g
<b>VT</b>	0.24	0.0006	271.8	0.000	0.03	.015	.048	0.07
<b>VAS</b>	0.37	0.0000	221.9	0.000	0.20	.139	.274	0.15
<b>VAM</b>	0.26	0.0002	269.0	0.000	0.09	.051	.131	0.09
<b>VAI</b>	0.05	0.4300	333.8	0.271	.01	-.012	.044	0.00

<sup>a</sup>Coeficiente de correlación de Spearman, <sup>b</sup>Significancia estadística para prueba de correlación de Spearman, <sup>c</sup>Costante, <sup>d</sup>Valor de p. prueba estadística de regresión, <sup>e</sup>Coeficiente de regresión, <sup>f</sup>Intervalos de confianza al 95%, <sup>g</sup>R cuadrada

**Tabla 18. Regresión lineal múltiple para volumen del cóndilo mandibular.**

Volumen del cóndilo mandibular	Coef <sup>a</sup>	P>t <sup>b</sup>	I.C. 95% <sup>c</sup>		r <sup>2</sup> <sup>d</sup>
<b>VAS</b>	0.132	0.001	0.052	0.212	<b>Pseudo R2= 0.2981</b>
<b>VAM</b>	0.080	0.003	0.028	0.132	
<b>VAI</b>	-0.035	0.033	-0.068	-0.002	
<b>Sexo</b>	1.347	0.204	-0.739	3.434	
<b>Edad</b>	7.197	0.555	-16.807	31.202	
<b>DSV</b>	-2.395	0.091	-5.174	0.382	
<b>Ancho maxilar</b>	2.885	0.838	-24.877	30.644	
<b>Longitud maxilar</b>	31.630	0.000	14.658	48.602	
<b>_cons</b>	42.851	0.641	-138.212	223.915	

<sup>a</sup> Coeficiente de regresión lineal .

<sup>b</sup> Valor de p, prueba estadística de Wald.

<sup>c</sup> Intervalos de confianza al 95%

<sup>d</sup> Coeficiente de determinación ajustado.

VAS= vía aérea superior, VAM= vía aérea media, VAI= Vía aérea inferior.

**Tabla 19. Coeficiente de correlación de Spearman y regresión lineal cruda entre la dimensión vertical y las variables de las vías aéreas.**

Dimensión vertical	Rho <sup>a</sup>	Valor de p <sup>b</sup>	Constante <sup>c</sup>	Valor de p <sup>d</sup>	Coef. <sup>e</sup>	I. C. IC. 95% <sup>f</sup>		r <sup>2</sup> <sup>g</sup>
<b>VT</b>	0.067	0.3461	50.15656	0.733	0.762	-0.000	.000	0.09
<b>VAS</b>	-0.1147	0.1057	51.52435	0.585	0.234	0.001	.002	0.13
<b>VAM</b>	0.0531	0.4549	50.18901	0.721	0.613	0.52	1.15	0.1
<b>VAI</b>	0.0854	0.229	50.24025	0.682	0.504	0.02	0.57	0.02

<sup>a</sup>Coeficiente de correlación de Spearman, <sup>b</sup>Significancia estadística para prueba de correlación de Spearman, <sup>c</sup>Costante, <sup>d</sup>Valor de p. prueba estadística de regresión, <sup>e</sup>Coeficiente de regresión, <sup>f</sup>Intervalos de confianza al 95%, <sup>g</sup>R cuadrada, VT= volumen total de la vía aérea, VAS= vía aérea superior, VAM= vía aérea media, VAI= Vía aérea inferior.

**Tabla 20. Regresión lineal múltiple para la dimensión vertical.**

Dimensión vertical	Coef <sup>a</sup>	P>t <sup>b</sup>	I.C. 95% <sup>c</sup>		r <sup>2</sup> <sup>d</sup>
VAS	0.006	0.029	-0.012	-0.001	R <sup>2</sup> = 0.1057
VAM	0.002	0.118	-0.001	0.005	
VAI	0.007	0.905	-0.001	0.002	
Sexo	0.054	0.499	-2.109	0.822	
Edad	-0.064	0.874	-0.077	0.186	
DSV	0.239	0.031	0.159	0.450	
Ancho maxilar	-0.133	0.079	-0.282	0.015	
Longitud maxilar	-0.035	0.542	-0.150	0.079	
_cons	58.71248	0.470	48.403	69.021	

<sup>a</sup> Coeficiente de regresión lineal .

<sup>b</sup> Valor de p, prueba estadística de Wald.

<sup>c</sup> Intervalos de confianza al 95%

<sup>d</sup> Coeficiente de determinación ajustado.

VAS= vía aérea superior, VAM= vía aérea media, VAI= Vía aérea inferior.

**Tabla 21. Coeficiente de correlación de Spearman y regresión lineal cruda entre la base craneal anterior y las variables de las vías aéreas.**

Base craneal anterior	Rho <sup>a</sup>	Valor de p <sup>b</sup>	Constante <sup>c</sup>	Valor de p <sup>d</sup>	Coef. <sup>e</sup>	I. C. IC. 95% <sup>f</sup>		r <sup>2</sup> <sup>g</sup>
VT	0.2470	0.000	66.230	0.000	.001	-0.000	.002	0.08
VAS	0.3005	0.000	65.413	0.000	.007	0.04	.010	0.10
VAM	0.1959	0.005	66.738	0.000	.003	0.00	0.00	0.07
VAI	0.1821	0.009	68.227	0.003	.001	0.00	0.00	0.04

<sup>a</sup>Coeficiente de correlación de Spearman, <sup>b</sup>Significancia estadística para prueba de correlación de Spearman, <sup>c</sup>Costante, <sup>d</sup>Valor de p. prueba estadística de regresión, <sup>e</sup>Coeficiente de regresión, <sup>f</sup>Intervalos de confianza al 95%, <sup>g</sup>R cuadrada, VT= volumen total de la vía aérea, VAS= vía aérea superior, VAM= vía aérea media, VAI= Vía aérea inferior.

**Tabla 22. Regresión lineal múltiple para la base craneal anterior.**

Base craneal anterior	Coef <sup>a</sup>	P>t <sup>b</sup>	I.C. 95% <sup>c</sup>	r <sup>2</sup> <sup>d</sup>
VAS	0.004	0.012	0.0010	0.0083
VAM	0.002	0.022	0.0004	0.0051
VAI	-0.000	0.444	-0.0019	0.0008
Sexo	4.763	0.000	3.6971	5.8309
Edad	-0.028	0.567	-0.1268	0.0697
DSV	0.025	0.582	-0.0651	0.1156
Anchomx	-0.058	0.260	-0.1597	0.0434
Longmx	0.021	0.500	-0.0420	0.0858
_cons	65.421	0.000	56.2188	74.6247

**R<sup>2</sup>= 0.3729**

<sup>a</sup> Coeficiente de regresión lineal .

<sup>b</sup> Intervalos de confianza al 95%

<sup>c</sup> Valor de p, prueba estadística de Wald.

<sup>d</sup> Coeficiente de determinación ajustado.

VAS= vía aérea superior, VAM= vía aérea media, VAI= Vía aérea inferior.

## Discusión

Los hallazgos de esta investigación se obtuvieron de un estudio transversal por medio del cual se identificó asociación positiva entre las dimensiones volumétricas de las vías aéreas superiores y las características volumétricas de la mandíbula. Se dividieron las vías aéreas superiores en tres distintas regiones delimitadas por triángulos formados cefalométricamente, siguiendo el protocolo de Bañuelos y Cruz (46), volumen superior=**VAS**, volumen medio=**VAM**, volumen inferior=**VAI**. Con herramienta de escultura Dolphin imaging® se delimitó y segmentó manualmente la mandíbula-(**VMd**), cuerpo-(**VCu**), rama-(**VRa**) y cóndilo-(**VCo**), para posteriormente analizar los resultados obtenidos con relación al volumen mandibular total, cuerpo, rama y cóndilo mandibular, tanto del lado derecho como del lado izquierdo, así como también con la discrepancia sagital verdadera (DSV), con la dimensión vertical (DV), la base craneal anterior y finalmente con el ancho y largo maxilar.

Por medio de modelos multivariados de regresión lineal ajustando por edad, sexo, clase esquelética dimensión vertical, ancho maxilar y longitud maxilar, encontramos resultados significativos entre el volumen superior, medio e inferior con el volumen mandibular, cuerpo, rama mandibular y cóndilo mandibular, el volumen superior y medio se asoció positivamente con el volumen mandibular, con el volumen del cuerpo y de la rama mandibular, cuando el volumen aumentó también lo hizo el volumen mandibular total. El volumen de la vía aérea inferior se asoció negativamente con el volumen mandibular, la vía aérea superior se asoció positivamente con el cóndilo mandibular, la vía aérea inferior también se asoció negativamente con esta variable. En estudio parecido al nuestro, Bañuelos y otros (46) reportaron resultados de asociación por medio de modelos de regresión lineal y concluyeron que el volumen de las vías aéreas superiores estaba asociado de manera significativa con la longitud maxilar; estos resultados no pueden ser comparados con los nuestros, porque su objetivo fue identificar asociación con las dimensiones lineales del maxilar y la mandíbula, y el nuestro **fue identificar la asociación entre las dimensiones volumétricas de las vías aéreas y las características volumétricas de la mandíbula.**

Para llevar a cabo esta investigación se utilizó el programa digital Dolphin imaging® versión 11.9, mismo que ha demostrado ser válido, exacto y confiable, Torres (57), Bañuelos (46), Weissheimer (58), El y Palomo (22) Lenza (6), Grauer (23), aunque para algunos otros autores como Obelenis (32) resultó ser poco confiable, ya que consideran que diferentes escaneos tomográficos con protocolos de exploración y posicionamiento del paciente iguales pueden dar como resultado diferentes lecturas en tercera dimensión, recomiendan una interpretación más cuidadosa de los datos volumétricos para lograr conclusiones adecuadas de los resultados clínicos. Debemos considerar que por la naturaleza transversal de esta investigación, no es posible establecer una asociación temporal entre la exposición y la enfermedad, dado que ambas se determinan simultáneamente.

La literatura de ortodoncia es rica en artículos que informan que las imágenes bidimensionales no pueden representarse de manera ideal, como si fuera una estructura en tercera dimensión (3D) primero, porque al promediar las estructuras bilaterales se eliminan las asimetrías anatómicas como lo ha sugerido Hans MG (15). La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) es una técnica de adquisición de imágenes médicas basada en un haz de rayos X en forma de cono centrado en un detector bidimensional (2D). El uso de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) en odontología tiene la ventaja de tener una calidad de imagen similar a la tomografía computarizada espiral de cortes múltiples, con una dosis de radiación significativamente menor y con alta resolución, solo en un área anatómica, en lugar de tener el examen completo de la cara como lo recomendó Yatabe (29).

La evaluación de las vías aéreas superiores en tercera dimensión a partir de la tomografía, por medio de software, ha sido utilizada con bastante frecuencia en el campo médico.

Los resultados más recientes reportados por Bañuelos (46) hablan de asociación entre el volumen de las vías aéreas superiores y las dimensiones lineales del maxilar y de la mandíbula, según los resultados de El y Palomo (7) reportan asociación con el patrón esquelético, otros estudios (30) reportan los cambios después de una intervención de avance mandibular; pero poco se ha reportado de la asociación entre el volumen faríngeo con las características volumétricas de la mandíbula en pacientes adultos. **Nuestro objetivo fue identificar la asociación entre las dimensiones volumétricas de las vías aéreas y las características volumétricas de la mandíbula.**

Diversos autores como Palomo (22), Bañuelos y Cruz (46), han concluido que la evaluación de las vías aéreas en tomografías, son la mejor opción para medir tridimensional el volumen de las vías aéreas superiores; al igual que ellos; Torres (57) confirmó que el programa digital Dolphin imaging® es confiable para medir el espacio de la faringe, aunque se cree que llega a sobreestimar el volumen de la nasofaringe y de la orofaringe en comparación con el programa InVivo® Dental.

Todas las tomografías utilizadas en este estudio fueron realizadas con el paciente en posición de pie frente al tomógrafo y en máxima intercuspidad para disminuir las posibles diferencias en el tamaño de las vías aéreas superiores, provocadas por los cambios de posición de la cabeza o del cuerpo como lo sugirieron en el 2016 (59), sin embargo, en este estudio no se controló por fases de respiración como lo sugirió Lowe (60), quien reportó los cambios presentes en las vías aéreas superiores de acuerdo a la fase de respiración o como lo descrito por Yildirim et al (61), quienes describen los cambios en las vías aéreas por las acciones de deglución, mientras se obtiene el escaneo tomográfico. Otros autores como Gurani (59) mencionaron que los cambios de posición de la cabeza y de la lengua afectan el volumen

de las vías aéreas superiores, lo que representa variables de confusión durante la adquisición tridimensional si no se controlan. Para minimizar los efectos por cambios de postura y falta de control en la respiración, en nuestro estudio solicitamos a los participantes que durante el escaneo mantuvieran posición natural de la cabeza (PNC), posición previamente adquirida además de mantener una respiración suave, discreta y sin deglutir durante el escaneo.

Con respecto al pasaje nasal, en nuestro estudio la evaluación del pasaje nasal se analizó con triángulos formados cefalométricamente utilizando vista de arrastre sagital, coronal y axial, ajustamos el umbral en la escala de grises en 50 y se colocaron puntos semilla dentro del área delimitada en cada vista para asegurar que no sobreestimara el cálculo del volumen, a diferencia del método Tsolakis (62), El y Palomo donde describe la evaluación del pasaje nasal con líneas horizontales paralelas, la primera línea pasa por el punto espina nasal anterior y la otra línea llega al borde inferior del septum nasal. Pachêco-Pereira y Noura, (63) realizaron segmentación de la cavidad nasofaríngea con el programa digital Segura® de forma automática con la precisión de los métodos manuales, y concluyeron que con este programa se reduce el tiempo de segmentación hasta un 55.5% ( $49 \pm 5.9$  minutos), incluyeron el volumen total de la faringe y del pasaje nasal, en nuestro estudio pudimos segmentar la vía aérea y el pasaje nasal derecho e izquierdo en un tiempo promedio de segmentación de  $17 \pm 3$  minutos.

Con respecto a la relación entre la vía aérea y la relación con el volumen de la mandíbula, en nuestro estudio esculpimos y delimitamos de forma libre el contorno mandibular después de importar datos de imagen digital de comunicación en medicina (DICOM), utilizando todas las vistas y rotando la imagen de forma libre, de esta manera logramos eliminar las estructuras alrededor del contorno mandibular hasta obtener el volumen mandibular total en  $\text{cm}^3$ . A diferencia del estudio de Yuko Shigeta (64), quien reportó por primera vez la relación entre la vía aérea y el de tamaño de lengua y mandíbula, por medio de un modelo reconstruido en tercera dimensión (3D) a partir del conteo de unidades Hounsfield obtenidas de la imagen de resonancia magnética (IRM), también reportó la necesidad de eliminar tejido blando, como lo fue la lengua y los músculos, lo cual podría sobreestimar e introducir sesgo. Evaluamos el volumen mandibular total real obteniendo valores por debajo de los reportados por Yuko (64), también evaluamos el cuerpo, la rama y cóndilo de forma independiente de ambos lados. Hasta donde se conoce, el volumen del cuerpo, de la rama y del cóndilo mandibular en relación con la vía aérea aún no se ha informado, aunque en el año 2012 (65) se reportó el volumen de los cóndilos de cinco mandíbulas secas como el estándar de oro para comparar los datos obtenidos de la tomografía computarizada de haz cónico, (CBCT), a través de impresiones del área condilar y del proceso coronoides. Estos hallazgos demostraron que el principio de Cavalieri, junto con un método de planimetría, es una herramienta válida y efectiva para la estimación de volumen del cóndilo mandibular, en nuestro estudio, la evaluación del volumen del cóndilo con herramienta de escultura y segmentación manual mostró alto grado de reproducibilidad IC 0.999.

Una ventaja del presente estudio es el tamaño de la muestra, se conoce que para detectar pequeñas diferencias, se requieren tamaños de muestras grandes para un poder determinado. Otros estudios sin embargo con objetivos similares a los nuestros, utilizaron tamaños de muestra menores, de entre 5 a 100, y otros que tuvieron tamaños de muestra similares a los nuestros. El nuestro utilizó 200 tomografías, por lo que, con este tamaño de muestra, la prueba estadística tuvo un poder alto (90%) para detectar las diferencias y disminuyó el error tipo II. En un estudio reciente de El y Palomo (7) se reportó un tamaño de muestra de 140 tomografías, obtenidas de forma aleatoria y estandarizada, y concluyeron que la maloclusión de clase II tiene una relación significativa con las vías aéreas superiores. Se observó que la posición mandibular con respecto a la base craneal tenía un efecto en el volumen de la orofaringe, cuando la mandíbula gira hacia abajo y atrás disminuye el volumen mandibular, en nuestro estudio la clase esquelética mostró asociación significativa con el volumen mandibular, cuando el paciente fue clasificado como clase I, el tamaño mandibular fue normal, cuando el paciente fue clasificado como clase II el tamaño mandibular disminuyó y en los sujetos que fueron clasificados como clases III, el tamaño mandibular fue mayor

En nuestro campo, en ortodoncia es bien conocido que la posición del paciente y la relación de máxima intercuspidad durante el escaneo tomográfico, para evitar cambios de posición de la mandíbula y es determinante para tener certeza en el diagnóstico cuando se evalúa la clase esquelética con la línea de Spradle o discrepancia sagital verdadera.

Tourne (13), Handelman (66) reportaron que entre los 14 y 18 años de edad se presenta un periodo de reposo en el crecimiento de las estructuras faríngeas, de acuerdo a esto, consideraron que este es el mejor periodo de tiempo para estudiar las regiones naso y oro faríngeas. A diferencia de ellos, en nuestro estudio se utilizaron tomografías de sujetos adultos en quienes la mediana de edad fue de 28 años, cuando el tamaño de las vías aéreas comienza a disminuir según lo reportado por Schendel y otros (67), ellos reportaron que el tamaño y longitud de las vías aéreas aumenta hasta los 28 años de edad, Indriskone (31) reportó que la vía aérea permanece estable, después reduce lentamente su volumen, y a partir de los 40 años lo hace rápidamente.

En este estudio se delimitaron las vías aéreas superiores en tres secciones, para identificar asociación entre el cuerpo, la rama y el cóndilo mandibular. Sin embargo, hasta el momento, no ha habido un consenso para establecer los límites de la vía aérea superior, ni del pasaje nasal, hasta donde se conoce tampoco existen antecedentes que muestre una evaluación de las estructuras que conforman la mandíbula por separado (cuerpo, rama y cóndilo) ni en radiografía lateral de cráneo ni en tomografía. Es por ello que, en general, ha sido difícil hacer comparaciones con otros estudios que se encuentren libres de sesgo; los resultados obtenidos en este estudio difieren de otros, partiendo del hecho que otros autores dividen la vía aérea en un uno o dos segmentos (68), por medio de un plano horizontal que

pasa a través de la espina nasal posterior; a través de un modelo de regresión múltiple, en el cual incluyeron las variables de ajuste (edad y tamaño facial) y reportaron que las medidas cefalométricas se asociaron negativamente con la dimensión vertical de manera significativa, este último resultado podría reforzarse con el nuestro en el que obtuvimos una asociación similar, sin embargo el volumen superior y el volumen medio se asoció positivamente con la base craneal anterior, y el volumen superior, medio e inferior se asoció con la longitud de la base craneal anterior, creemos que cuando incrementa la base craneal anterior, también lo hace el volumen de la faringe. Wen Xi (69) estudió 54 tomografías en las cuales dividió la vía aérea en tres segmentos utilizando líneas paralelas a la línea de horizontal de Frankfort, utilizando la espina nasal posterior, la parte superior de la úvula y la parte alta de la epiglotis, reportó que entre más estrecha es la vía aérea más severa es la clase III. Un estudio aún más parecido al nuestro, es el de Dalmau (70) quien seccionó la vía aérea en 3 porciones, nivel superior, nivel medio y nivel inferior, sin embargo, en este estudio no se midió el volumen, solo se obtuvieron las mediciones de la longitud antero posterior, longitud transversal y área de la vía aérea, concluyendo que no existieron resultados estadísticamente significativos que asocien que el volumen de las vías aéreas con el patrón esquelético (vertical y sagital).

## Conclusiones

Concluimos que existe una asociación entre las dimensiones de las vías aéreas superiores y las características volumétricas de la mandíbula.

- El volumen de la nasofaringe (VAS) se asoció positivamente con el volumen mandibular y con el volumen del cuerpo mandibular – observamos que por cada centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) que aumentó el volumen de la nasofaringe, el volumen mandibular aumento 0.6 de centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) y el volumen del cuerpo mandibular incrementó 0.5 de centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ).
- El volumen de la orofaringe (VAM) se asoció positivamente con el volumen de la mandíbula y con el volumen del cuerpo mandibular, observamos que por cada centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) que aumento el volumen de la orofaringe, el volumen mandibular aumento 0.6 de centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) y el volumen del cuerpo mandibular aumento 0.3 de centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ).
- EL volumen de la hipofaringe (VAI) se asoció negativamente con el volumen mandibular y con el volumen del cuerpo mandibular, por cada centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) que disminuyó el volumen de la hipofaringe, el volumen del cuerpo mandibular disminuyó - 0.2 de centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) y el volumen del cuerpo mandibular - 0.1 de centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ).

Dado que gran parte de la vía aérea superior es parte del complejo cráneo-facial, el ortodoncista puede observar la vía aérea y contribuir para mejorar la permeabilidad de la respiración y así evitar una potencial obstrucción de las vías aéreas, también puede participar activamente en la evaluación inicial. Ahora más que nunca, con la emergencia del estado del arte, la tecnología y las opciones de tratamiento, los ortodoncistas tienen la responsabilidad y la obligación de reconocer los problemas respiratorios. Se sugiere incluir la evaluación de las vías aéreas superiores en el diagnóstico inicial de todos aquellos pacientes que inicien un tratamiento de ortodoncia, ortopedia o cirugía ortognática. Se ha demostrado que con estas técnicas se pueden obtener imágenes en tercera dimensión de las características anatómicas y fisiológicas de las vías aéreas superiores, permitiendo así conducir a mejorar el diagnóstico y establecer un mejor plan de tratamiento.

## Referencias

1. Rangel Chávez J de J, Espinosa Martínez C, Medina Serpa AU. Alteraciones del tercio medio facial en la infancia como patogénesis del síndrome de apnea obstructiva del sueño. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2016;73(4):278–82.
2. Vanarsdall K. *Orthodontics - E-Book: Current Principles and Techniques* - Lee W.
3. Stratemann S, Huang JC, Maki K, Hatcher D, Miller AJ. Three-dimensional analysis of the airway with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2011;140(5):607–15. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.12.019>
4. Melvin L. Moss LS. The primary role of functional matrices in facial growth. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1969;55(6).
5. El H, Palomo JM. Three-dimensional evaluation of upper airway following rapid maxillary expansion A CBCT study. *Angle Orthod*. 2014;84(2):265–73.
6. Lenza MG, Lenza MMDO, Dalstra M, Melsen B, Cattaneo PM. An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. *Orthod Craniofac Res*. 2010;13(2):96–105.
7. El H, Palomo JM. Airway volume for different dentofacial skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2011;139(6):e511–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.02.015>
8. Linder-Aronson KM. Mandibular form and position related to changed mode of breathing-five-years longitudinal study. *Angle Orthod*. 1987;59(2):91–6.
9. McNamara J. Influence of respiratory patterns on craniofacial growth.pdf. *Angle Orthod*. 1981;51(4):269–300.
10. Aboudara C, Hatcher D, Nielsen I, Miller A. A three-dimensional evaluation of the upper airway in adolescents. *Orthod Craniofacial Res*. 2003;6 Suppl 1:173–5.
11. Dunn Fye Gwendolyn, Green J. Larry CJJ. Relationship between variation of mandibular morphology and variation of nasopharyngeal airway size in monozygotic twins. *Angle Orthod*. 1973;43(2):129–35.
12. Sheng C, Lin L, Su Y, Tsai H. Developmental Changes in Pharyngeal Airway Depth and Hyoid Bone Position from Childhood to Young Adulthood. *Angle Orthod*. 2009;79(3):484–90.
13. Tourne LPM. The long face syndrome and impairment of the nasopharyngeal airway. *Angle Orthod*. 1989;60(3):167–76.
14. Ricketts M R. Respiratory obstruction syndrome. *Am J Orthod Dentofac Orthop*.

1968;54(7):495–507.

15. Holmberg H, Linder-aronson S. Cephalometric radiographs as a means of evaluating the capacity of the nasal and nasopharyngeal airway. 1979;76(5).
16. Zettergren-wijk L, Forsberg C, Linder-aronson S. Changes in dentofacial morphology after adeno- / tonsillectomy in young children with obstructive sleep apnoea — a 5-year follow-up study. *Eur J Orthod*. 2006;28(April):319–26.
17. Sahin-Yilmaz A, Naclerio RM. Anatomy and physiology of the upper airway. *Proc Am Thorac Soc*. 2011;8(1):31–9.
18. Erwin Rojas, Rodrigo Corvalán, Eduardo Messen PS. Upper airway assessment in Orthodontics: a review. 2017;
19. Hatcher DC. Cone beam computed tomography: craniofacial and airway analysis. *Dent Clin North Am* [Internet]. 2012;56(2):343–57. Available from: doi: 10.1016/j.cden.2012.02.002.
20. Carlo G Di, Polimeni A, Melsen B, Cattaneo PM. The relationship between upper airways and craniofacial morphology studied in 3D . A CBCT study. 2014;(August).
21. Yalçinkaya E, Cingi C, Bayar Muluk N, Ulusoy S, Hanci D. Are temporomandibular disorders associated with habitual sleeping body posture or nasal septal deviation? *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology*. 2016;273(1):177–81.
22. El H, Palomo JM. Measuring the airway in 3 dimensions: A reliability and accuracy study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2010;137(4):S50.e1-S50.e9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.11.010>
23. 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 Dentofac Orthop* [Internet]. 2009;136(6):805–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.01.020>
24. Oscar Martin A, Leonor Muelas b and MJV. Nasopharyngeal cephalometric study of ideal occlusions. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2006;130(4):436.e1.
25. Solow B, Siersbaek-nielsen S. Airway adequacy, head posture, and craniofacial morphology. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1984;36(3):214–23.
26. Alsufyani NA, Major PW. Three-dimensional segmentation of the upper airway using cone beam CT: a systematic review. *Dentomaxillofac Radiol*. 2012;41(September 2011):276–84.
27. Hans MG, Martin Palomo J, Valiathan M. History of imaging in orthodontics from

- Broadbent to cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2015;148(6):914–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.09.007>
28. De Vos W, Casselman J, Swennen GRJ. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: A systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2009;38(6):609–25.
  29. Yatabe M, Prieto JC, Styner M, Zhu H, Ruellas AC, Paniagua B, et al. 3D superimposition of craniofacial imaging—The utility of multicentre collaborations. *Orthod Craniofac Res*. 2019;22(S1):213–20.
  30. Castro-onnazzi MS, Spin-Neto R, Moraes M, Miranda S, Gabrielli MFR, Pereira-Filho, Valfrido AntonioSilva L, et al. Cone-beam evaluation of pharyngeal airway space in class I, II, and III patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* [Internet]. 2015;120(6):679–83. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.oooo.2015.07.006>
  31. Indriksone I, Jakobsone G. The influence of craniofacial morphology on the upper airway dimensions. *Angle Orthod*. 2015;85(5):874–80.
  32. Obelenis Ryan DP, Bianchi J, Ignácio J, Wolford LM, Gonçalves JR. Cone-beam computed tomography airway measurements: Can we trust them? *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2019;156(1):53–60.
  33. Chiang CC, Jeffres MN, Miller A, Hatcher DC. Three-dimensional airway evaluation in 387 subjects from one university orthodontic clinic using cone beam computed tomography. *Angle Orthod*. 2012;82(6):985–92.
  34. Ashok Kumar Jena, Satinder Pal Singh AKU. Sagittal mandibular development effects on the dimensions of the awake pharyngeal airway passage. *Angle Orthod*. 2010;80(6):1061–7.
  35. Ghoneima A, Kula K. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for airway volume analysis. *Eur J Orthod Adv*. 2011;1–6.
  36. Fernández DAG, Gutiérrez RR, Rosales ES, Peña RD. Caracterización de la vía aérea faríngea en pacientes clase II en relación con el patrón facial esquelético. *Rev Mex Ortod* [Internet]. 2016;4(4):227–33. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2395921517300041>
  37. Iwasaki T, Sato H, Suga H, Takemoto Y, Inada E, Saitoh I, et al. Relationships among nasal resistance, adenoids, tonsils, and tongue posture and maxillofacial form in Class II and Class III children. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2017;151(5):929–40. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.10.027>

38. Iwasaki T, Saitoh I, Takemoto Y, Inada E, Kanomi R, Hayasaki H, et al. Evaluation of upper airway obstruction in Class II. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2011;139(2):e135–45. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.08.014>
39. Weissheimer, de Menezes S. Imaging software accuracy for 3-dimensional analysis of the upper airway. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2012;142(6):801–13.
40. Muto T, Yamazaki A, Takeda S. A cephalometric evaluation of the pharyngeal airway space in patients with mandibular retrognathia and prognathia, and normal subjects. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2008;37(3):228–31.
41. Mirja Kirjavainen TK. Upper Airway Dimensions in Class II Malocclusion. *Angle Orthod*. 2007;77(6):1046–53.
42. Marcos Roberto de Freitas et al. Upper and lower pharyngeal airways in subjects with Class I and Class II malocclusions and different growth patterns. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2006;130(7):742–5.
43. Brito FC, Brunetto DP, Nojima MCG. Three-dimensional study of the upper airway in different skeletal Class II malocclusion patterns. 2019;89(1).
44. Michael J. Trenouth DT. Relationship of the functional oropharynx to craniofacial morphology. *Angle Orthod*. 1999;69(5):419–23.
45. Yan Gu JAMJ. Mandibular Growth Changes and Cervical Vertebral Maturation. *Angle Orthod*. 2007;77(6):947–53.
46. Bañuelos CIP CH. Asociación entre las dimensiones volumétricas del espacio faríngeo y las estructuras del complejo maxilofacial en adultos, utilizando tomografía computarizada cone beam. UNAM; 2017.
47. Chen X, Liu D, Liu J, Wu Z, Xie Y, Li L. Three-Dimensional Evaluation of the Upper Airway Morphological Changes in Growing Patients with Skeletal Class III Malocclusion Treated by Protraction Headgear and Rapid Palatal Expansion : A Comparative Research. *PLoS One* [Internet]. 2015;1–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0135273>
48. Joseph AA, Elbaum J, Cisneros G, Eisig SB. A Cephalometric Comparative Study of the Soft Tissue Airway Dimensions in Persons with Hyperdivergent and Normodivergent Facial Patterns. 1998;135–9.
49. Zhe Zhong, Zhihui Tang, Xuemei Gao X-LZ. A Comparison Study of Upper Airway among Different Skeletal Craniofacial Patterns in Nonsnoring Chinese Children. *Angle Orthod*. 2010;80(2):267–74.
50. Osorio F, Perilla M, Doyle DJ, Palomo JM. Cone Beam Computed Tomography : An

- Innovative Tool for Airway Assessment. *Anesth Analg*. 2008;106(6):1803–7.
51. Tso HH, Lee JS, Huang JC. Evaluation of the human airway using cone-beam computerized tomography. *Oral surgery, oral Med oral Pathol oral Radiol endodontology* [Internet]. 2009;108(5):768–76. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.05.026>
  52. Matheus Alves, Carolina Baratieri, Claudia Trindade Mattos DB. Is the airway volume being correctly analyzed? *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2012;141:657–61.
  53. Soper D s. A-priori Sample Size Calculator for Multiple Regression [Software]. <http://www.danielsoper.com/statcalc>. 2020.
  54. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates. 1988.
  55. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley General de Salud. México [Internet]. 2016;1–268. Available from: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/142\\_010616.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/142_010616.pdf)
  56. Asamblea Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial Recomendaciones para guiar a los médicos en la investigación biomédica en personas. Conamed [Internet]. 2013;1–4. Available from: [http://www.conamed.gob.mx/prof\\_salud/pdf/helsinki.pdf](http://www.conamed.gob.mx/prof_salud/pdf/helsinki.pdf)
  57. Torres HM, Evangelista K, Torres EM, Estrela C, Leite AF, Valladares-Neto J, et al. Reliability and validity of two software systems used to measure the pharyngeal airway space in three-dimensional analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2019; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2019.09.008>
  58. Weissheimer A, Menezes LME De, Sameshima GT, Enciso R, Pham J, Grauer D. Imaging software accuracy for 3-dimensional analysis of the upper airway. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2012;142(6):801–13.
  59. Gurani SF, Di Carlo G, Cattaneo PM, Thorn JJ, Pinhol EM. Effect of Head and Tongue Posture on the Pharyngeal Airway Dimensions and Morphology in Three-Dimensional Imaging: a Systematic Review. *J Oral Maxillofac Res*. 2016;7(1):1–12.
  60. Lowe AA, Santamaria JD, Fleetham JA, Price C. Facial morphology and obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1986;90(6):484–91.
  61. Yildirim I, Okur E. The prevalence of nasal septal deviation in children from Kahramanmaras, Turkey. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2003;67(11):1203–6.
  62. Tsolakis IA, Venkat D, Hans MG, Alonso A, Palomo JM. When static meets dynamic:

Comparing cone-beam computed tomography and acoustic reflection for upper airway analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2016;150(4):643–50.

63. Pachêco-Pereira C, Alsufyani N, Major M, Palomino-Gómez S, Pereira JR, Flores-Mir C. Correlation and reliability of cone-beam computed tomography nasopharyngeal volumetric and area measurements as determined by commercial software against nasopharyngoscopy-supported diagnosis of adenoid hypertrophy. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2017;
64. Shigeta Y, Ogawa T, Ando E, Clark GT, Enciso R. Influence of tongue/mandible volume ratio on oropharyngeal airway in Japanese male patients with obstructive sleep apnea. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology* [Internet]. 2011;111(2):239–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tripleo.2010.10.013>
65. Bayram M, Kayipmaz S, Sezgin ÖS, Küçük M. Volumetric analysis of the mandibular condyle using cone beam computed tomography. *Eur J Radiol*. 2012;81(8):1812–6.
66. Handelman CS, Osborne G. Growth of the nasopharynx and adenoid development from one to eighteen years. *Angle Orthod*. 1976;46(3):243–59.
67. Schendel SA, Hatcher D. Automated 3-Dimensional Airway Analysis From Cone-Beam Computed Tomography Data. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2010;68(3):696–701. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2009.07.040>
68. Hong JS, Oh KM, Kim BR, Kim YJ, Park YH. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway volume in adults with anterior position of the mandible. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2011;140(4):e161–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.04.020>
69. Wen X, Wang X, Qin S, Franchi L, Gu Y. Three-dimensional analysis of upper airway morphology in skeletal Class III patients with and without mandibular asymmetry. *Angle Orthod*. 2017;87(4):526–33.
70. Dalmau E, Zamora N, Tarazona B, Gandia JL, Paredes V. A comparative study of the pharyngeal airway space, measured with cone beam computed tomography, between patients with different craniofacial morphologies. *J Cranio-Maxillofacial Surg* [Internet]. 2015;43(8):1438–46. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcms.2015.06.016>



Anexo 1. Carta de consentimiento informado

**Título del proyecto: Asociación entre las dimensiones de las vías aéreas superiores y las características volumétricas de la mandíbula en pacientes adultos.**

Investigador principal: **Dr. Luis Pablo Cruz Hervert**

Investigador corresponsable: **Gerardo Martínez Suárez**

Sede donde se realizará el estudio: Departamento de imagenología de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología UNAM.

A usted se le está invitando a participar en este estudio de investigación odontológica que lleva por título **“Asociación entre las dimensiones de las vías aéreas superiores y las características volumétricas de la mandíbula en pacientes adultos”**. Antes de decidir sobre su participación en este estudio, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto para ayudarlo aclarando sus dudas al respecto. Una vez que haya leído esta carta de consentimiento y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento, de la cual se le entregará una copia firmada y fechada.

**Objetivo del estudio**

El objetivo del estudio es explorar si existe relación entre el segmento superior de su sistema respiratorio (área de la nariz y garganta) y el tamaño de su mandíbula. El estudio en tercera dimensión (tomografía) que le fue indicado por su médico tratante, podría ser de mucha utilidad para esta investigación, por lo cual estamos solicitando, su autorización para obtener una copia de la tomografía que se realizará.

**Justificación del estudio.**

Se conoce que los problemas respiratorios podrían ser una de las principales causas por la cual se modifica el crecimiento de la cara. Durante años se ha evaluado el sistema respiratorio superior (área de la nariz y garganta) con diferentes tipos de radiografías durante la planeación del tratamiento odontológico; pero los resultados obtenidos de estas evaluaciones no siempre son exactos. Con la reciente incorporación y disponibilidad de los estudios en tercera dimensión (tomografía) en odontología, se ha logrado evaluar la cara, el maxilar, la mandíbula y el sistema respiratorio de forma precisa, con la calidad y exactitud requerida.

Los resultados que se obtengan de su tomografía ayudarán a generar nuevo conocimiento que permita

comprender la importancia que tiene el sistema respiratorio sobre el crecimiento y desarrollo de la cara durante la infancia, que posteriormente se puede ver reflejada en la vida adulta.

### **Beneficios del estudio**

No existe un beneficio directo para los pacientes que participen en el estudio, sin embargo, su participación ayudará a la obtención de nuevos conocimientos en este campo, también nos permitirá conocer cuáles son las estructuras más afectadas por esta asociación y de esa forma crear medidas preventivas que logren que ese beneficio exista para pacientes con características similares a los incluidos en el estudio.

### **Procedimientos del estudio**

En caso de aceptar participar en el estudio, el investigador corresponsable le solicitará autorización para utilizar su tomografía, para llevar a cabo esta investigación. Si usted desea participar se le entregará por escrito el consentimiento informado, cuando usted lo firme solicitaremos pase al departamento de imagenología y deberá seguir las siguientes **Indicaciones:**

1. Que se acomode de pie en el tomógrafo.
2. Se le pedirá que durante el escaneo tomográfico cierren sus ojos.
3. Que no mueva su cabeza.
4. Que mantenga sus dientes en contacto.
5. Que no degluta y que respire discretamente (sin inspirar o expirar notablemente).
6. Será necesario obtener una copia de su tomografía.
7. Su tomografía se analizará en un programa digital, el cual permite medir, identificar y analizar el cráneo, la cara y las vías aéreas superiores.

### **Riesgos asociados con el estudio**

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, en el Título Segundo (De los aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos) artículo 17, esta investigación no tendrá influencia en la asignación de algún tratamiento y por ningún motivo referente al objetivo de este estudio, se indicará la realización de ningún estudio imagenológico.

Por lo anterior se considera que la investigación tiene un riesgo menor que el mínimo. Cabe resaltar que, aunque la tomografía contiene información del nombre y la edad del paciente, el programa Dolphin Imaging V11.9 exporta únicamente los datos volumétricos del paciente, la base integrada nunca tendrá un indicador que haga referencia al nombre del paciente.

## Aclaraciones

La decisión de que participe en el estudio es completamente voluntaria.

No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.

Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee, aun cuando el investigador responsable no se lo solicite, su decisión será respetada en su integridad.

No tendrá que hacer ningún gasto adicional, al de la tomografía para participar en el estudio.

En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo al investigador responsable.

La información obtenida en este estudio, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores, por lo cual su nombre será reemplazado por un número de folio.

Usted no desarrollará ningún efecto adverso secundario debido a la participación en este estudio.

**La participación en este proyecto no implica la provisión de servicio dental gratuito o ningún tipo de apoyo gratuito para el tratamiento dental.**

Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de **Consentimiento Informado** anexa a este documento. En caso de tener cualquier duda relacionada con el procedimiento de este estudio, usted puede comunicarse con **Gerardo Martínez Suárez al teléfono: 55 43 88 86 42 o al 51143595.**

### **POR FAVOR CONSERVE ESTA HOJA**

Yo, \_\_\_\_\_ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación.

**Recibí una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.**

\_\_\_\_\_  
**Nombre y Firma del participante**

\_\_\_\_\_  
**Fecha**

**Domicilio:** \_\_\_\_\_

**Teléfono:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nombre y Firma del Testigo 1 \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Relación con el participante \_\_\_\_\_ teléfono \_\_\_\_\_

Domicilio \_\_\_\_\_

Nombre y Firma del Testigo 2 \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Relación con el participante \_\_\_\_\_ teléfono \_\_\_\_\_

Domicilio \_\_\_\_\_

**Esta parte debe ser completada por el Investigador:**

He explicado al Sr(a). \_\_\_\_\_ la naturaleza naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apego a ella. Una vez concluida la sesión de preguntas respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

\_\_\_\_\_

**Firma del investigador**

**Fecha**

Yo, \_\_\_\_\_ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación.

**Recibí una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.**

\_\_\_\_\_

**Nombre y Firma del participante**

**Fecha**

**Domicilio:** \_\_\_\_\_

**Teléfono:** \_\_\_\_\_

Nombre y Firma del Testigo 1 \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Relación con el participante \_\_\_\_\_ teléfono \_\_\_\_\_

Domicilio \_\_\_\_\_



**Teléfono:** \_\_\_\_\_

---

Nombre y Firma del Testigo 1

Fecha \_\_\_\_\_

Relación con el participante \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_

Domicilio \_\_\_\_\_

---

Nombre y Firma del Testigo 2

Fecha \_\_\_\_\_

Relación con el participante \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_

Domicilio \_\_\_\_\_