



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

**CORRELACIÓN ENTRE EL VOLUMEN DE LAS VÍAS AÉREAS SUPERIORES CON  
EL PATRÓN ESQUELÉTICO SAGITAL EN TOMOGRAFÍA CONE BEAM**

**Línea de investigación:**

**Salud Pública**

Tesis para optar el Grado Académico Maestra en Docencia e Investigación  
en Estomatología

**Autor**

Trujillo Salas, Diana Zaira

**Asesor**

Mendoza Lupuche, Roman  
(ORCID: 0000-0003-2089-8965)

**Jurado**

Portal Bustamante, Neme  
Sotomayor Mancicidor, Oscar Vicente  
Munayco Magallanes, Américo Alejandro

**Lima - Perú**

**2022**

**Referencia:**

Trujillo, D. (2022). *Correlación entre el volumen de las vías aéreas superiores con el patrón esquelético sagital en tomografías cone beam* [Tesis de maestría en la Universidad Nacional Federico Villarreal]. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/6269>



**Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

CORRELACIÓN ENTRE EL VOLUMEN DE LAS VÍAS AÉREAS SUPERIORES CON EL  
PATRÓN ESQUELÉTICO SAGITAL EN TOMOGRAFÍA CONE BEAM

**Línea de Investigación:**

Salud Pública

**Tesis para optar el Grado Académico de**

Maestra en Docencia e Investigación en Estomatología

**Autor:**

Trujillo Salas, Diana Zaira

**Asesor:**

Mendoza Lupuche, Roman

ORCID: 0000-0003-2089-8965

**Jurado:**

Portal Bustamante, Neme

Sotomayor Mancicidor, Oscar Vicente

Munayco Magallanes, Américo Alejandro

Lima – Perú

2022

**DEDICATORIA**

A mi padre, recientemente fallecido, por formarme con reglas y responsabilidad, y que ahora desde el cielo me ilumina para seguir adelante con mis proyectos; a ti te dedico este trabajo. Te amo papá.

A mi madre, por su apoyo incondicional, por formarme con valores y por motivarme constantemente a alcanzar mis sueños.

A mi esposo y compañero de vida, por su esfuerzo y colaboración en mi trabajo, que pasó de ser una meta personal a un objetivo en común.

**AGRADECIMIENTO**

Al servicio de ortodoncia del Hospital Nacional Hipólito Unanue, especialmente a mi maestro el Dr. Franklin Lozano Quije, por su disposición, mentoría y constante apoyo en este trabajo.

A mi asesor, Dr. Roman Mendoza Lupuche, por su tiempo y asesoría en la realización de este trabajo.

## INDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA.....	I
DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
INDICE DE CONTENIDO .....	IV
INDICE DE TABLAS .....	VI
INDICE DE FIGURAS.....	VII
INDICE DE ANEXOS .....	VIII
RESUMEN .....	IX
ABSTRACT.....	X
I INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 Planteamiento del problema. ....	12
1.2 Descripción del problema.....	13
1.3 Formulación del problema.....	14
1.3.1 Problema general. ....	14
1.3.2 Problemas específicos.....	14
1.4 Antecedentes. ....	14
1.5 Justificación de la investigación.....	21
1.6 Limitaciones de la investigación.....	21
1.7 Objetivos. ....	22
1.7.1 Objetivo general.....	22
1.7.2 Objetivos específicos. ....	22
1.8 Hipótesis.....	22
II MARCO TEÓRICO.....	24

2.1 Sistema respiratorio.....	24
2.1.1 Vías aéreas .....	24
2.1.1.1 Vía aérea superior.....	25
2.1.1.2 Examen de las vías aéreas superiores.....	26
2.2 Patrón esqueletal sagital.....	28
2.2.1 Clases esqueléticas.....	28
2.2.2 Análisis USP.....	30
2.3 Tomografía cone beam.....	31
2.3.1 Aplicaciones en odontología.....	32
2.3.2 Análisis de las vías aéreas mediante tomografía cone beam .....	33
III MÉTODO .....	35
3.1 Tipo de investigación. ....	35
3.2 Población y muestra. ....	35
3.2.1 Criterios de inclusión.....	35
3.2.2 Criterios de exclusión.....	36
3.3 Operacionalización de variables.....	36
3.4 Instrumentos. ....	37
3.5 Procedimientos. ....	37
3.6 Análisis de datos.....	41
IV RESULTADOS .....	43
V DISCUSION DE RESULTADOS .....	54
VI CONCLUSIONES.....	57
VII RECOMENDACIONES .....	58
VIII REFERENCIAS.....	59
IX ANEXOS .....	66

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Operacionalizacion de variables.....	36
Tabla 2. Distribución según sexo y grupo etario .....	43
Tabla 3. Volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) en tomografía cone beam. ....	44
Tabla 4. Volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) de acuerdo al sexo en tomografía cone beam. ....	45
Tabla 5. Volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) de acuerdo al grupo etario en tomografía cone beam.....	46
Tabla 6. Patrón esquelético sagital en tomografías cone beam.....	48
Tabla 7. Patrón esquelético sagital de acuerdo al sexo en tomografías cone be.....	49
Tabla 8. Patrón esquelético sagital de acuerdo al grupo etario en tomografías.....	50
Tabla 9. Correlación entre el volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) con el patrón esquelético sagital en tomografía cone beam.....	52



**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1 Posicionamiento de la tomografía cone beam .....	39
Figura 2 Análisis de proyección de USP en tomografía cone beam .....	41
Figura 3. Distribución según sexo y grupo etario .....	43
Figura 4. Volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) en tomografías cone beam .....	44
Figura 5. Volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) de acuerdo al sexo en tomografía cone beam. ....	46
Figura 6. Volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) de acuerdo al grupo etario en tomografía cone beam. ....	48
Figura 7. Patrón esquelético sagital en tomografía cone beam. ....	49
Figura 8. Patrón esquelético sagital de acuerdo al sexo en tomografía cone beam. ....	50
Figura 9. Patrón esquelético sagital de acuerdo al grupo etario en tomografía cone beam. ....	51
Figura10. Correlación entre el volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) con el patrón esquelético sagital en tomografía cone beam.....	53

**INDICE DE ANEXOS**

Anexo A Matriz de consistencia .....	66
Anexo B Medidas del volumen de las vías aéreas superiores .....	67
Anexo C Ficha de recolección de datos .....	70

## RESUMEN

El propósito fue correlacionar el volumen de las vías aéreas superiores con el patrón esquelético sagital en tomografía cone beam. La investigación fue no experimental, correlacional, transversal y retrospectiva. 148 tomografías cone beam integraron la muestra, de pacientes de 15 a 40 años de edad. Para la calibración se escogieron 20 tomografías cone beam resultando una alta confiabilidad con un coeficiente de concordancia intraclase de 0.98. Para identificar el patrón esquelético sagital se utilizó el análisis de Proyección USP y para hallar el volumen de la vía respiratoria (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) se utilizó el software 3d Slicer versión 4.11.0. Los resultados mostraron que el promedio más alto fue la orofaringe (9045.47 mm<sup>3</sup>), seguido de nasofaringe (5338.55 mm<sup>3</sup>), e hipofaringe (5266.14 mm<sup>3</sup>); también presentaron mayor volumen en hombres, pero sin diferencias significativas ( $p>0.05$ ). Asimismo, el volumen en relación al grupo etario de 15-20 años, 21-30 años y 31-40 años, no presentó diferencias significativas ( $p>0.05$ ). Además, se encontró alta correlación negativa ( $r>0.8$ ) entre el volumen de la nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total con el patrón esquelético sagital, esta correlación fue estadísticamente significativa ( $p>0.05$ ). Finalmente, se llegó a la conclusión que el volumen de las vías aéreas superiores va disminuyendo respectivamente en la clase III, clase I y clase II, presentando mayor volumen en sujetos de clase III y menor volumen en sujetos de clase II; además, no presenta diferencias significativas respecto al sexo y grupo etario.

**Palabras clave:** vía aérea, nasofaringe, orofaringe, hipofaringe, tomografía cone beam.

## ABSTRACT

The purpose was to correlate the volume of the upper airways with the sagittal skeletal pattern in cone beam tomography. The research was non-experimental, correlational, cross-sectional and retrospective. 148 cone beam tomographies made up the sample, of patients between 15 and 40 years of age, 20 cone beam tomographies were chosen for calibration, resulting in high reliability with an intraclass concordance coefficient of 0.98. To identify the sagittal skeletal pattern, the USP Projection analysis was used and to find the volume of the airways (nasopharynx, oropharynx, hypopharynx and total), 3d Slicer software version 4.11.0 was used. The results show that the highest average was in the oropharynx (9045.47mm<sup>3</sup>), followed by the nasopharynx (5338.55 mm<sup>3</sup>), and the hypopharynx (5266.14mm<sup>3</sup>), there was also a greater volume in men, but without significant differences (p>0.05). Likewise, the volume in relation to the age group of 15-20 years, 21-30 years and 31-40 years, did not present significant differences (p>0.05). In addition, a high negative correlation (r>0.08) was found between the volumes of the nasopharynx, oropharynx, hypopharynx and total with the sagittal skeletal pattern, this correlation was statistically significant (p>0.05). Finally, the conclusion was that the volume of the upper airways decreases respectively in class III, class I and class II, presenting a greater volume in class III subjects and a lower volume in class II subjects; in addition, there did not present significant differences regarding to sex and age group.

**Key words:** airway, nasopharynx, oropharynx, hypopharynx , cone beam tomography.

## I INTRODUCCIÓN

El patrón esquelético sagital es la posición y tamaño maxilomandibular en sentido anteroposterior; esta se clasifica en I, II y III, su desarrollo podría variar y verse afectado por factores ambientales como la respiración. (Bernabé et al., 2008). La discrepancia de los maxilares afecta a la oclusión dental, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera a la maloclusión como el tercer factor de enfermedad dental; por ello, el gran interés de investigación en Estomatología y en Salud Pública para poder prevenir, controlar y promover la salud oral. (Sultan et al., 2018)

Las vías aéreas contienen un conjunto de tubos que se ramifican y se encargan de la conducción del aire a los pulmones, estas se clasifican en: vía aérea superior y vía aérea inferior. (Ball et al., 2019). Las vías aéreas superiores, durante el período embrionario, están determinada principalmente por el desarrollo del sistema esquelético de la cabeza, el patrón de crecimiento posnatal está definido por los tejidos blandos y mantiene proporcionalidad con el crecimiento esquelético de la cara. (Pohunek, 2004)

Los estudios que relacionan las clases esqueléticas I, II y III con las vías aéreas son contradictorios, ya que algunos asocian los cambios en las dimensiones de las vías aéreas respecto a los diferentes patrones esqueléticos sagitales (El y Palomo, 2011; Shokri et al., 2018; Mendoza, 2017); sin embargo, otras investigaciones no encuentran esta relación y sugieren mayores estudios (Gomes, 2016; Indriksone y Jakobson, 2015); además, se debe evaluar tridimensionalmente las vías aéreas superiores para obtener datos precisos. Por lo anteriormente expuesto, el objetivo del presente trabajo es correlacionar el volumen de las vías aéreas superiores con el patrón esquelético sagital en tomografía cone beam.

## 1.1 Planteamiento del problema

La interacción entre los tejidos blandos y el crecimiento maxilomandibular se ha discutido durante muchos años, es por ello, que la odontología está interesada en el papel que desempeña la respiración con el patrón esquelético sagital.

Se debe tener en cuenta, la teoría de la matriz funcional desarrollada por Moss (1964) que asocia las funciones como la respiración, masticación y deglución en el desarrollo craneofacial, es decir cada matriz funcional tiene una función determinada y guía al tejido óseo, mientras el tejido óseo sostiene y protege las matrices asociadas.

Además, la disminución y obstrucción de las vías aéreas puede causar alteraciones en la respiración, dando como resultado anomalías del crecimiento craneofacial como la discrepancia anteroposterior de los maxilares y también ocasiona maloclusión. (D'Onofrio, 2019; Stellzig-Eisenhauer y Meyer- Marcotty,2010)

Razón por la cual, se han realizado investigaciones que analizan las vías aéreas superiores en radiografías laterales, sin embargo, estos resultados son limitados y confusos, con el uso de la tomografía cone beam permitirá obtener resultados exactos, confiables y evaluar tridimensionalmente. (Guijarro- Martínez y Swennen, 2011)

Las enfermedades orales perjudican a más de 299 millones de individuos y la maloclusión es una de las más prevalentes que afecta a la población peruana, ocasionando un problema de salud pública (James et al., 2018). Por ello, este estudio aportará información a los odontólogos, alumnos, docentes, residentes, ortodoncistas, cirujanos maxilofaciales; además, fomentará y facilitará mayores investigaciones en Estomatología y Salud Publica. Adicionalmente, es importante considerar estas variables en el diagnóstico estomatológico, seguimiento y evaluación

de resultados en los tratamientos ortopédicos, ortodónticos y ortoquirúrgicos; asimismo, actuar preventivamente a fin de no comprometer la calidad de vida de las personas.

## **1.2 Descripción del problema**

Las vías aéreas superiores se encargan de la limpieza, conducción del aire y producción de sonidos. (Pohunek, 2004) La disminución de las dimensiones de la vía aérea se puede dar por grandes adenoides, patologías respiratorias, pólipos nasales e intervenciones quirúrgicas como la cirugía ortognática. (Kim et al., 2010; Zhong et al., 2010; He et al., 2019)

El patrón esquelético sagital puede estar alterado por trastornos respiratorios, es por ello, que la disminución de las vías aéreas superiores influye en la ubicación mandibular, dirigiéndolo hacia abajo y hacia atrás, ocasionando problemas en la oclusión como mordida abierta, distocclusión y paladar estrecho. (D'Onofrio, 2019)

Se puede evaluar tridimensionalmente las vías respiratorias con resonancia magnética, rinomanometría, endoscopia, tomografía axial computarizada (Osorio et al., 2008) Sin embargo, la tomografía cone beam es una herramienta confiable, precio accesible, tiene baja radiación, precisa para la exploración volumétrica y permite analizar todo el componente craneofacial. (Guijarro-Martínez y Swennen, 2011)

Es fundamental, la evaluación minuciosa de las vías aéreas superiores correlacionadas con el patrón esquelético sagital, ya que cumplen una función en el desarrollo craneofacial y por ende la oclusión.

### **1.3 Formulación del problema**

#### ***1.3.1 Problema general***

- ¿Hay correlación entre el volumen de las vías aéreas superiores con el patrón esquelético sagital en tomografías cone beam?

#### ***1.3.2 Problemas específicos***

- ¿Cuál es la distribución de las tomografías cone beam de acuerdo al sexo y grupo etario?
- ¿Cuál es el volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) en tomografías cone beam?
- ¿Cuál es el volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) de acuerdo al sexo en tomografías cone beam?
- ¿Cuál es el volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) según el grupo etario en tomografía cone beam?
- ¿Cuál es el patrón esquelético sagital en tomografías cone beam?
- ¿Cuál es el patrón esquelético sagital de acuerdo al sexo en tomografías cone beam?
- ¿Cuál es el patrón esquelético sagital de acuerdo al grupo etario en tomografías cone beam?
- ¿Cuál es la correlación de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) con el patrón esquelético sagital en tomografías cone beam en relación a la edad?

### **1.4 Antecedentes**

Alhammadi et al. (2019) Hicieron una investigación transversal y retrospectiva, con el fin de medir la vía aérea de la faringe respecto al patrón vertical y la clase esquelética mediante



tomografías cone beam. Se analizaron 120 tomografías en pacientes de 17 a 27 años de edad. Para determinar la clase esquelética se utilizó el ángulo ANB (se incluyó la clase I y II), para determinar el patrón vertical se usó el ángulo SNPM (se incluyó a los normodivergentes e hiperdivergentes) y para el análisis tridimensional utilizaron Dolphin 11.5. Se midió el volumen y las áreas transversales más estrechas de cada sección. Los resultados indicaron que el área transversal más estrecha fue mayor en la clase II hiperdivergente a comparación de la clase II normodivergente y la clase I no presentó variaciones en las dimensiones faríngeas. Concluyeron que podría existir una interrelación entre el tamaño de la faringe con la posición mandibular.

Chokotiya et al. (2018) Hicieron un estudio retrospectivo y transversal, con el propósito de determinar las dimensiones de la vía aérea superior respecto al patrón esquelético sagital. Se analizaron 120 radiografías laterales y se agruparon equitativamente, estas fueron la clase esquelética I, II y III. Para determinar la clase esquelética utilizaron ANB y para las vías aéreas utilizaron Mcnamara. Respecto al análisis estadístico utilizaron ANOVA y T de student, no encontraron diferencia significativa de acuerdo a las clases esqueléticas y sexo. Concluyeron que las clases esqueléticas no se encuentran afectadas por las dimensiones de las vías respiratorias.

Shokri et al. (2018) Hicieron una investigación retrospectiva y transversal, cuyo objetivo era comparar el volumen de la vía respiratoria según la clase esquelética. Se analizaron 71 tomografías cone beam (25 tomografías cone beam de clase I, 24 tomografías cone beam de clase II y 22 tomografías cone beam de clase III). Para el análisis tridimensional, utilizaron el software Dolphin 3D version 11.7 El volumen aéreo superior se conformó por nasofaringe y faringe. Los resultados indicaron diferencia significativa entre clase III y II, siendo mayor la clase III; además, el área axial mínima era mayor en la clase III, y existió diferencia a la edad, pero no fue significativa. Concluyeron que existe correlación negativa entre el patrón esquelético sagital y la

vía aérea superior, por ello, el volumen y área media faríngea en la clase III es mayor que en la clase II.

Mendoza (2017) Realizó un estudio observacional, transversal y retrospectivo, cuyo objetivo era comparar el espacio aéreo faríngeo según la clase esquelética I, II y III en radiografías cefalométricas. Se evaluaron 106 radiografías laterales (40 radiografías de clase I, 39 radiografías de clase II y 27 radiografías de clase III) de Lima- Perú, desde el 2011 hasta el 2014, de pacientes de 18 a 75 años, para determinar la clase esquelética utilizaron el ángulo ANB y para hallar el espacio faríngeo utilizó McNamara. Los resultados indicaron que la clase II presenta menor tamaño y la clase III mayor espacio faríngeo superior e inferior. Utilizaron la prueba de Anova y Kruskal Wallis para establecer diferencias, por ello, existió diferencia significativa entre clase esquelética II y III; además, no existió diferencia significativa respecto al género. Concluyeron que existe diferencias de las dimensiones faríngeas superior e inferior entre las clases esqueléticas II y III.

Gomes (2016) Evaluó la asociación entre la dimensión de la vía respiratoria con respecto al patrón esquelético sagital. Se analizaron 29 tomografías cone beam, con un rango de 14 a 22 años de edad, se excluyó pacientes con síndrome craneofaciales y los que tenían patologías respiratorias. Para el análisis tridimensional de las vías aéreas utilizaron el programa Nemoceph 3D. Los resultados indicaron que el área más estrecha en la clase II se encontraba a nivel de la orofaringe y en la clase III a nivel de la hipofaringe, pero no existió correlación entre las variables. El volumen mínimo en la clase I es 19.13 cm<sup>3</sup>, la clase II es 14.35 cm<sup>3</sup> y la clase III es 20.48cm<sup>3</sup>. Existió diferencia no significativa del volumen faríngeo entre hombres y mujeres, siendo mayor en hombres. Llegó a la conclusión, que el patrón esquelético sagital no afecta el volumen y el área de sección mínima faríngea, sin embargo, se necesitan más estudios y con mayor muestra.

Indriksone y Jakobsone (2015) Evaluaron la influencia del patrón esquelético en el volumen de la faringe, y el área mínima transversal de las vías respiratorias superiores mediante tomografía cone beam. Se seleccionaron las tomografías con amplio campo de visión y rango de edad 17 a 27 años, se excluyó los que padecían apnea obstructiva del sueño, síndromes y labio paladar fisurado; en total se seleccionaron 276 tomografías. Se determinó el patrón esquelético mediante el ángulo SNA, SNB y ANB. Mediante la correlación de Spearman determinaron que existió correlación positiva del volumen de la nasofaringe con SNA y el plano mandibular; también, existió correlación negativa con la presencia de adenoides, género y SNA. El volumen de la orofaringe tuvo correlación negativa con género y presencia de adenoides; y correlación positiva con el SNB. Concluyeron que el patrón esquelético por sí solo, no influencia las dimensiones de la faringe.

Zheng et al. (2014) Evaluaron la correlación del volumen de la vía respiratoria superior de acuerdo a la relación esquelética. Se evaluaron 60 tomografías cone beam. No se incluyó las deformidades craneofaciales, apnea obstructiva del sueño, patologías respiratorias, antecedente de ortodoncia o cirugía ortognática. Para evaluar el volumen de las vías aéreas, utilizaron el programa CBWorks. Los resultados indican correlación negativa de la orofaringe e hipofaringe con los patrones esqueléticos sagitales, pero no existe correlación con la nasofaringe; además, la sección mínimo transversal se relacionan significativamente con los patrones esqueléticos sagitales. Concluyeron que la vía aérea varía de acuerdo a la relación sagital maxilomandibular, siendo la clase II de menor volumen y la clase III de mayor volumen.

Celikoglu et al. (2014) Hicieron una investigación retrospectiva y transversal, cuyo objetivo era comparar el volumen respiratorio superior de acuerdo a la divergencia mandibular. Se evaluaron 100 tomografías cone beam, de pacientes de 18 a 30 años, que correspondían a la clase I. Se excluyeron las tomografías de pacientes que tenían tratamiento de ortodoncia, paladar

fisurado, respiración oral, adenoides, ronquidos e índice de masa corporal mayor a 28. Para determinar el patrón vertical (normodivergente, hiperdivergente e hipodivergente) se utilizó el ángulo SNPM y para hallar el volumen de las vías aéreas utilizaron el programa Simplant Pro. Realizaron la prueba post hoc Tukey. Los resultados mostraron que no hay diferencia significativa del volumen faríngeo respecto al género; además, las medidas de la nasofaringe y orofaringe fue menor en pacientes hiperdivergentes. La capacidad volumétrica de la faringe fue más alta en pacientes hipodivergentes (promedio  $24261.6 \pm 8470.1 \text{ mm}^3$ ) y el más bajo en hiperdivergentes (promedio  $16937.0 \pm 5027.4 \text{ mm}^3$ ). Concluyeron que existen diferencias entre el volumen faríngeo y los patrones verticales, siendo la clase I hiperdivergente la más afectada.

Indriksone y Jakobson. (2014) Desarrollaron una revisión sistemática, cuyo objetivo era determinar diferencias entre los tamaños de las vías respiratorias superiores de acuerdo a los patrones esqueléticos sagitales. Se realizaron búsquedas en MEDLINE y en la Biblioteca Cochrane desde 1960 hasta el 2012. Luego se seleccionaron: 5 artículos que utilizaron radiografías laterales, 1 artículo utilizó tomografía convencional y 5 artículos utilizaron la tomografía cone beam; en total fueron 11 artículos que analizaron. Los resultados indicaron que más del 74% de los estudios no encontraron diferencias entre las dimensiones nasofaríngeas y las clases esqueléticas. Sin embargo, el 55% de las investigaciones determinaron mayores dimensiones de la orofaringe en la clase III y el 46 % determinaron menor dimensión de la orofaringe de la clase II. El estudio llegó a la conclusión, que hay pocas investigaciones para determinar diferencias entre las medidas de la vía respiratoria superior con las clases esqueléticas y recomiendan evaluarla tridimensionalmente.

Claudino et al. (2013) Desarrollaron un estudio retrospectivo y transversal; donde evaluaron el área transversal mínima y volumen de la nasofaringe, orofaringe e hipofaringe de acuerdo al patrón esquelético sagital. Determinaron la clase esquelética mediante ANB y para medir

las vías aéreas el programa Dolphin Imaging. Se midieron 54 tomografías cone beam, encontraron que la clase III presentó mayor área transversal mínima que la clase II, y no existió diferencia significativa entre la clase I y III. Llegaron a la conclusión de que existió una correlación negativa entre la relación esquelética sagital y el volumen de la orofaringe, además, las medidas de la clase II fue menor que en la clase III.

Alves et al. (2012) Realizaron una investigación transversal, observacional y retrospectiva; con la finalidad de evaluar tridimensionalmente las vías respiratorias superiores en las clases esqueléticas I y II. Se evaluaron 50 tomografías cone beam de niños brasileños, cuyas edades fueron de 8 a 10 años de edad y se excluyeron los pacientes con patologías respiratorias. Utilizaron la correlación de Pearson y la prueba T; donde encontraron que la posición mandibular tuvo correlación positiva con el menor espacio faríngeo ( $p < 0.05$ ), pared faríngea posterior ( $p < 0.05$ ), volumen y área ( $p < 0.05$ ). Concluyeron que los sujetos de clase II tienen menor volumen, área y longitud de la vía respiratoria superior, es decir, pacientes con deficiencia del maxilar inferior compromete la permeabilidad aérea.

El y Palomo. (2011) La finalidad del estudio fue medir y correlacionar tridimensionalmente, la nasofaringe y orofaringe de acuerdo a los patrones esqueléticos sagitales. 140 tomografías cone beam integraron la muestra; y se excluyeron pacientes con hipodivergencia mandibular severa con FMA  $> 31$ , hiperdivergencia mandibular severa con FMA  $< 19$ , índice de masa corporal mayor a 30, patologías faríngeas, antecedentes de ronquidos, adenoidectomía. Para determinar el patrón esquelético sagital y la posición maxilomandibular, se utilizó ANB, SNA y SNB. Para hallar el volumen de las vías aéreas utilizaron el programa InVivoDental. Utilizaron las Pruebas de Kruskal Wallis y coeficiente de correlación de Spearman. El volumen de la nasofaringe fue mayor en la clase I ( $6603.9 \pm 2556.0 \text{ mm}^3$ ) y menor en la clase II ( $5304.1 \pm 2325.2 \text{ mm}^3$ ). El

volumen orofaríngeo fue superior en la clase esquelética III ( $8042.9 \pm 2407.7 \text{ mm}^3$ ) y menor en la clase II ( $6292.8 \pm 2709.9 \text{ mm}^3$ ). No hubo variación volumétrica respecto a la orientación del maxilar; sin embargo, la orofaringe fue más estrecha respecto a la posición mandibular. El análisis Spearman dió valores negativos entre el volumen de la orofaringe y ANB. Concluyeron que conforme aumentaba ANB disminuía el volumen de la vía respiratoria, por ello, las dimensiones fueron menores en la clase II.

Guijarro-Martínez y Swennen, (2011) Realizan una revisión sistemática, cuya finalidad era comprobar la exactitud y confiabilidad de la tomografía cone beam, para el evaluar las vías respiratorias. Consideraron a las vías respiratorias superiores desde los orificios nasales hasta la laringe. Encontraron 382 artículos, pero solo 46 artículos fueron relevantes para este estudio. Finalmente, concluyeron que la tomografía cone beam es una herramienta confiable y precisa para la evaluación transversal y volumétrica; además, es de fácil acceso, rápida, bajo costo y tiene baja radiación; sin embargo, debe considerarse el efecto de la respiración, posición lingual y la morfología mandibular.

Ucar y Uysal (2011) Realizaron un estudio transversal y retrospectivo, cuyo objetivo era determinar las medidas la vía aérea en pacientes de clase I con diferentes biotipos de crecimiento. Se evaluaron 104 radiografías laterales de pacientes de 10 a 17 años de edad, luego se dividió en: ángulo alto, bajo y crecimiento adecuado mediante el ángulo SN- plano mandibular. Para determinar las diferencias se utilizó ANOVA, los resultados indicaron mayor dimensión de las vías aérea superior en el ángulo bajo ( $12.9 \pm 3.2 \text{ mm}$ ) seguido de crecimiento normal ( $12.2 \pm 2.8 \text{ mm}$ ), además, el ángulo alto ( $10.8 \pm 3.2 \text{ mm}$ ) presentó menor dimensión. Concluyeron diferencias de las vías áreas respecto al patrón vertical.

### **1.5 Justificación de la investigación**

Debido a que la información es contradictoria, sobre la interrelación entre la capacidad volumétrica de las vías aéreas superiores y el patrón esquelético sagital maxilomandibular, esta investigación busca contribuir dando evidencia sobre la correlación entre dichas variables. Adicionalmente, existen pocos antecedentes nacionales que analicen estas variables, por otro lado, el uso de la tomografía cone beam permitirá una mejor obtención de información, precisa y confiable respecto a la radiografía cefalométrica convencional, y es de menor costo ya que no se requiere de otros equipos para determinar la capacidad volumétrica de las vías aéreas.

En la práctica clínica estomatológica, permitirá aplicar estos conocimientos en los tratamientos ortodónticos, ya que evitará posibles recidivas por el riesgo de la respiración oral generando mordida abierta y/o discrepancia transversal. En los tratamientos ortoquirúrgicos, apoyará a establecer los límites de la cirugía ortognática, para no comprometer la capacidad volumétrica de las vías respiratorias. También, ayudará con el diagnóstico del Síndrome de Apnea Obstructivo del Sueño y patologías respiratorias que puedan obstruir las vías aéreas. Razón por la cual, ayudará a establecer un protocolo de evaluación para un mejor diagnóstico, planificación y seguimiento.

Los resultados y conclusiones de este estudio beneficiarán a los odontólogos, alumnos, residentes, docentes, ortodoncistas, cirujanos maxilofaciales, otorrinolaringólogos.

### **1.6 Limitaciones de la investigación**

Conocimientos para el manejo de la tomografía cone beam.

Acceso a los archivos de tomografía cone beam.

Poca información y contradictoria del estudio.

Escasos trabajos nacionales.

## **1.7 Objetivos**

### ***1.7.1 Objetivo general***

- Determinar la correlación entre el volumen de las vías aéreas superiores con el patrón esquelético sagital en tomografía cone beam.

### ***1.7.2 Objetivos específicos***

- Determinar la distribución de las tomografías cone beam según el género y grupo etario.
- Determinar el volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) en tomografía cone beam.
- Determinar el volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe, total) según el sexo en tomografía cone beam.
- Determinar el volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe, total) según el grupo etario en tomografía cone beam.
- Hallar el patrón esquelético sagital en tomografías cone beam.
- Hallar el patrón esquelético sagital según el sexo en tomografías cone beam.
- Hallar el patrón esquelético sagital de según el grupo etario en tomografías cone beam.
- Correlacionar las vías aéreas superiores de acuerdo con el patrón esquelético sagital de los maxilares.

## **1.8 Hipótesis**

Se da una correlación negativa entre el volumen de la vía aérea superior con el patrón



esquelético sagital, es decir, el volumen va disminuyendo respectivamente de acuerdo al patrón esquelético III, I y II.

## II MARCO TEÓRICO

### 2.1 Sistema respiratorio

El aparato respiratorio está conformado por nariz, faringe, laringe, tráquea, bronquios y pulmones; es responsable de la homeostasis mediante el cambio gaseoso con el medio ambiente por medio de la captación de O<sub>2</sub> y la eliminación de CO<sub>2</sub>, estos gases son transportados en la sangre dirigiéndose a los pulmones y a todo el cuerpo. Además, contribuye a ajustar el pH mediante la eliminación rápida y eficiente del CO<sub>2</sub>, para evitar que se produzca acidez y por ende pueda ser tóxica para las células. (Tortora y Derrickson, 2013)

### 2.2 Vías aéreas

Las vías aéreas presentan un conjunto de tubos que se ramifican y se encargan de la conducción del aire a los pulmones, está conformado por órganos que se dirigen desde las fosas nasales hasta los sacos alveolares. De acuerdo a su estructura, se puede clasificar en vía aérea superior (nariz, cavidad nasal, faringe y laringe) e inferior (tráquea, bronquios y pulmones), y cada una tiene subdivisiones. (Ball y Padalia., 2019)

La vía aérea cambia de tamaño, forma y posición durante su formación, desde el neonato hasta la etapa adulta; el crecimiento esquelético de la cabeza y cuello se acelera en la etapa inicial de vida, luego sigue linealmente.

La evaginación del intestino anterior y esófago primitivo se encarga de la irrigación, las estructuras nerviosas se integran en cada segmento y los canales linfáticos comienzan en los bronquiolos. (Goldman y Ausiello, 2009)

**2.1.1.1 Vía aérea superior.** Está conformada por la nariz y faringe, cuya función está en la protección, limpieza y conducción del aire a las vías aéreas inferiores, esto se da por la estructura anatómica y las propiedades funcionales de la mucosa, cartílago, tejidos neuronales y linfáticos.

Su desarrollo se da en el período embrionario, está determinado principalmente por el sistema esquelético de la cabeza y del sector superior del sistema gastrointestinal. Las investigaciones indican que el patrón de crecimiento posnatal está definido por los tejidos blandos y mantiene proporcionalidad con el crecimiento esquelético del rostro, de esta manera garantiza permeabilidad en las vías respiratorias. (Pohunek, 2004)

**A. Cavidad nasal.** La nariz se origina del ectodermo conformado por la nariz externa y la cavidad nasal. La nariz externa está compuesta por cartílagos que conforman una estructura piramidal; también, presenta una pequeña zona de tejido fibroso y graso que corresponde a la parte del ala de la nariz. El tabique nasal divide la cavidad nasal en dos compartimentos separados: una porción cartilaginosa anterior que proporciona soporte para la punta nasal y una posterior porción ósea formada por la placa perpendicular del etmoides y el vómer. (Mete y Akbudak, 2018)

**B. Faringe.** Conducto que se extiende hasta la sexta vértebra cervical, compuesto de musculo esquelético de aproximadamente 13 cm de longitud, ayuda a mantener la permeabilidad de la faringe en fase de relajación y en contracción trabajan los músculos constrictores, ayuda a la deglución y deja el ingreso de los alimentos al esófago. (Tortora y Derrickson, 2013)

El conducto de la faringe se conecta con la nariz, boca y laringe, por ello, se divide en nasofaringe, orofaringe e hipofaringe.

La nasofaringe es también llamada rinofaringe; entra en contacto con la orofaringe a través del istmo faríngeo, en la zona posterior se encuentra cerca de la C1; y se ubica atrás de la cavidad

nasal y encima del paladar blando. El paladar blando que corresponde a la nasofaringe después del final del oído se denomina velofaringe. (Mete & Akbudak, 2018). La amígdala faríngea se ubica en la pared posterior y cuando incrementa su volumen aparecen los adenoides. Los adenoides están compuestos de tejido linfóide, durante la infancia adquiere su mayor tamaño, pero disminuye gradualmente hasta los 15 años, la infección de este tejido obstruye las vías aéreas superiores y es recomendable la adenoidectomía. (Feng et al., 2015)

La orofaringe es una porción intermedia que conecta la nasofaringe con la hipofaringe, se comunica hacia arriba por el paladar blando, dividida de la cavidad oral por el arco amigdalino, por abajo la base lingual y la parte posterior a nivel C2 y C3. Existen pares de amígdalas palatinas y linguales que conforman el anillo de Waldeyer, estas se pueden hipertrofiar y causar obstrucción en las vías respiratorias. Tiene como función propulsar el bolo alimenticio, ayuda al paso del aire y participa en la fonación. (Mete y Akbudak, 2018)

La hipofaringe es la última parte de la faringe, también llamada laringofaringe, se conecta con la orofaringe y la laringe; inicia a nivel del hioides hasta el cartílago cricoides y en la parte posterior está a nivel de C4 a C6. (Mete y Akbudak, 2018)

**2.1.1.2 Examen de las vías aéreas superiores.** Rojas, Corvalan, et al. (2017) describen los exámenes auxiliares más utilizados para evaluar las vías aéreas superiores:

Rinomanometría: es una prueba aerodinámica que evalúa posibles obstrucciones como factores óseos, cartilaginosa, edemas, componentes inflamatorios durante la inspiración y espiración. Este tipo de examen no se realiza en casos de perforaciones de tabique o si una fosa nasal está completamente obstruida.

Rinometría acústica: evalúa el volumen de las cavidades intranasales, emitiendo un sonido audible en la fosa nasal a través de un dispositivo parecido a una sonda, es un examen rápido e indoloro.

Nasofaringolaringoscopia: es un procedimiento incómodo para el paciente, introduce un dispositivo flexible por las cavidades nasales que permite visualizar las estructuras y evaluar posibles alteraciones.

En cuanto a imagenología, la vía aérea se puede evaluar con resonancia magnética, endoscopia, tomografía de coherencia óptica, tomografía médica convencional y tomografía cone beam. (Osorio et al., 2008)

Además, se logra evaluar la funcionalidad de las narinas por medio de un examen clínico extraoral, se le indica al paciente que inspire exageradamente y se observa el grado de colapso con la ayuda de la dilatación de las narinas. (Rojas et al., 2017)

Valor 0: narinas abiertas

Valor 1: narinas estrechas, pero sin colapso funcional.

Valor 2: colapso incompleto de una cavidad nasal.

Valor 3: colapso total de una cavidad nasal o incompleto de las dos cavidades nasales.

Valor 4: colapso incompleto de una narina y total de la otra.

Valor 5: colapso total de ambas narinas.

Mallampati et al. (1985) realizan una clasificación de la vía aérea superior, evaluando la permeabilidad a través del examen intraoral, el examen es práctico y de gran utilidad, sin embargo, proporciona información limitada.

Grado I: se puede observar el paladar blando, amígdala y úvula

Grado II: paladar blando, fauces, úvula y un poco de las amígdalas.

Grado III: se observa la base de la úvula, paladar blando y duro.

Grado IV: solo el paladar duro.

El grado III o IV representa vías aéreas no permeables

## **2.2 Patrón esqueletal sagital**

Es la relación anteroposterior maxilomandibular, se puede dar por factores genéticos o ambientales como los hábitos parafuncionales, que se va manifestar través del crecimiento, y presentan alteraciones funcionales como la masticación, respiración y fonación. (Bernabé et al.,2008).

La discrepancia de los maxilares la definen como una anomalía en el desarrollo óseo producto de alteraciones en la forma, posición, proporción y tamaño de algún hueso de la cara ocasionando maloclusión. (Vellini, 2002)

La maloclusión es el tercer motivo de enfermedad dental de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS). La prevalencia mundial de la maloclusión de Clase I fue de 74.7%, seguido de la Clase II que fue de 19.56% y la Clase III fue 5.93%. (Sultan et al., 2018)

Las maloclusiones se pueden dar por displasias óseas junto a factores dentarios, con la llegada de la radiografía lateral surgieron análisis cefalométricos que estudian el complejo maxilomandibular. (Quirós, 1993)

### ***Clases esqueléticas***

Clase I.

Armonía y equilibrio maxilomandibular, con las funciones normales de masticación, deglución, respiración y fonación

Pueden presentar las siguientes modificaciones:

Posición normal maxilomandibular.

Protrusión maxilomandibular

Retrusión maxilomandibular.

## Clase II

Desequilibrio maxilomandibular originando una posición adelantada del maxilar, frecuentemente tiene perfil convexo y presenta modificaciones como:

Maxilar con posición y tamaño adecuado, pero con la mandíbula retruida y/o pequeña.

Mandíbula con posición y tamaño adecuado, pero con maxila grande y/o protruida.

Desequilibrio en tamaño y/o posición de ambos maxilares, presentando una relación posterior de la mandíbula en relación al maxilar.

## Clase III

Desequilibrio maxilomandibular y frecuentemente presenta perfil cóncavo producto de:

Maxilar con posición y tamaño adecuado, pero con la mandíbula protruido y/o grande.

Mandíbula con posición y tamaño adecuado, pero con maxila pequeña y/o retruida.

Desequilibrio en tamaño y/o posición de ambos maxilares, presentando una relación mesial mandibular.

### ***Análisis USP***

El ángulo ANB determina el patrón esquelético sagital, el valor aumentado de dicho ángulo representa clase II y disminuido pertenece a una clase III (Riedel, 1952). Sin embargo, se desconocía la influencia de las distorsiones geométricas en el ángulo ANB; ya que el ángulo disminuye en una posición más alta o anterior y se incrementa en una posición más baja o posterior; más adelante aparece el análisis de USP, sin presentar estas alteraciones geométricas ya descritas, porque no dependen del punto nasión y plano oclusal.

El análisis de Proyección USP fue propuesto en 1991, cuyas siglas provienen del estudio que se realizó en la Universidad de Sao Paulo, para ello se utilizaron 40 muestras conformado por 20 hombres y 20 mujeres, con un rango de edad de 12 a 14 años.

Los pasos para determinar la proyección USP son las siguientes (Interlandi y Sato, 2002):

Ubicar el punto cefalométrico P', es el cruce de la línea NA (punto nasión al punto subespinal) con la línea "p". La línea p se encuentra entre el foramen incisivo y la espina nasal anterior.

Ubicar el plano maxilar, conformado por el punto P' y la ENP (espina nasal posterior).

Ubicar el plano del maxilar inferior, conformado por el punto Go (gonion, punto más posteroinferior del maxilar inferior) y el punto M (mentoniano, punto más bajo de la sínfisis).

Se unen los planos del maxilar superior e inferior, luego se traza una bisectriz.



Se traza una tangente a partir del punto A (zona más deprimida de la concavidad alveolar del maxilar superior) a la bisectriz y se denomina A´.

Se traza una tangente, desde el punto B (zona más deprimida de la concavidad alveolar del maxilar inferior) a la bisectriz y se denomina B´.

Se mide el espacio entre A´ y B´, si el punto B´ se encuentra adelante del punto A´ se coloca signo negativo.

Clase I de -3.5 a -5.5mm

Clase II de - 3.5mm a valores positivos

Clase III de -5.5mm a valores negativos

Interlandi y Sato (2002) Estudian el análisis de Proyección USP y llegan a la conclusión que presenta más del 98% de seguridad, porque no se produce alteraciones geométricas, ya que considera las variaciones esqueléticas producto de la rotación maxilomandibular y la bisectriz empleada es reproducible.

### **2.3 Tomografía cone beam**

La tomografía computarizada se originó en 1972 y en 1997 se desarrolló la tomografía cone beam, para uso odontológico emitiendo rayos X en forma de un cono grande, permite que la imagen se adquiera en volumen y no en un plano; además, utiliza un escáner para cabeza y cuello y así obtiene imagen tridimensional del esqueleto maxilofacial.

El tamaño de campo de visión (FOV) permite la obtención volumétrica pequeña para visualizar un cuadrante muy utilizado en endodoncia, mediana para el componente maxilomandibular y la grande reproduce toda la cabeza siendo útil en las especialidades de

ortodoncia y cirugía maxilofacial. Existen ciertas ventajas del volumen pequeño frente al grande, como resolución espacial incrementada, menor exposición de rayos X y máquinas menos costosas. (Nasseh y Al-Rawi, 2018)

La tomografía cone beam presenta ventajas frente a la tomografía convencional (Scarfe et al., 2006):

Baja dosis de radiación y escanea regiones más pequeñas equivalente a 4-15 radiografías panorámicas o 36.9-50.3 microsievvert

Imágenes precisas debido al voxel que determina la resolución de la imagen.

La imagen se obtiene en volumen y no en plano como se da en la tomografía convencional.

Resultados rápidos con una duración de 10-70 segundos.

Menor distorsión y se reducen los artefactos, porque el paciente no se mueve por la menor exposición.

### ***2.3.1 Aplicaciones en odontología.***

La tomografía cone beam permite imágenes específicas para uso dental, ya que abarca todo complejo macizo facial convirtiéndose en una herramienta importante para el diagnóstico.

En el área de endodoncia: permite visualizar minuciosamente los conductos radiculares en forma y tamaño, identificar patologías periapicales, buscar reabsorciones y fracturas radiculares. (Nasseh y Al-Rawi 2018)

En cirugía maxilofacial: permite identificar quistes y lesiones malignas, ubicar fracturas en el complejo macizo craneal y hacer seguimiento, evaluar el seno maxilar, elaborar VTO

quirúrgico, evaluar piezas impactadas y ayuda a imprimir en 3D alguna estructura anatómica. (Cağlayan y Tozoğlu ,2012; (Scarfe et al., 2006)

En periodoncia: facilita la evaluación de los defectos y pérdida ósea, seguimiento de injertos óseos y ayuda a la planificación de cirugías periodontales. (Nasseh y Al-Rawi 2018)  
Ayuda a la planificación de colocación de implantes, ya que permite medir la cantidad de hueso, visualizar las estructuras anatómicas e identificar patologías circundantes a la zona donde se ubicará el futuro implante. (Nasseh y Al-Rawi 2018)

En ortodoncia: permite evaluar todo el complejo macizo craneal e identificar alguna patología, realizar análisis cefalométricos en 3D, evaluar la sutura media palatina para realizar expansión, evaluar las vías respiratorias, evaluar la severidad de impactación de piezas dentarias, visualizar la posición condilar y planeación de tratamientos ortoquirúrgicos. (Kapila et al., 2011)

### ***2.3.2 Análisis de las vías aéreas mediante tomografía cone beam***

Es fundamental la evaluación minuciosa, ya que cumplen un rol significativo en el desenvolvimiento craneofacial, por la estrecha conexión entre la faringe y las estructuras dentofaciales.

La exploración ayuda al diagnóstico del apnea obstructiva del sueño, casos ortoquirúrgicos y valoración de la vía respiratoria en mandíbulas retruídas o pequeñas. En un estudio realizado por Cağlayan y Tozoğlu (2012) refieren que la incidencia más frecuente, halladas en tomografía cone beam con fines diagnósticos en el área de cirugía maxilofacial es la vía aérea con 51.8%.

La vía aérea se puede evaluar con resonancia magnética, endoscopia, tomografía de coherencia óptica y tomografía médica convencional; sin embargo, es limitada por el costo y por el manejo complejo. (Osorio et al., 2008)

Guijarro-Martínez y Swennen. (2011) hicieron un estudio del análisis de las vías aéreas superiores en tomografía cone beam, y llegan a la conclusión que es de bajo costo, confiable, y precisa; sin embargo, debe considerarse el efecto de la respiración, posición lingual y la morfología mandibular.

Se debe tener ciertas consideraciones para el escaneo de la tomografía cone beam: el paciente debe estar despierto, plano de Frankfort paralelo al piso, erguido en una silla, no realizar movimientos, no tragar, labios relajados y máxima intercuspidadación. (Obelenis et al., 2019).

## III MÉTODO

### 3.1 Tipo de investigación

No experimental- Descriptivo: no manipula y cuantifica las variables. (Hernández et al., 2014)

Correlacional: busca el grado de asociación entre las variables. (Hernández et al., 2014)

Retrospectivo: la recopilación de datos se procesó en el pasado, desde enero del 2016 hasta febrero del 2020. (Moya, 1986)

Transversal: los datos son tomados en un solo momento. (Moya, 1986)

### 3.2 Población y muestra

200 tomografías cone beam obtenidas del área de Ortodoncia y Ortopedia maxilar del Hospital Nacional Hipólito Unanue, desde enero del 2016 hasta febrero del 2020; conformaron la población.

El tamaño muestral fue no probabilístico por conveniencia y el total fue de 148 tomografías cone beam de acuerdo a los criterios de selección.

#### 3.2.1 Criterios de inclusión

Mayores de 14 años y menores de 41.

Sin antecedentes de tratamiento de ortodoncia y ortopedia.

Respiradores nasales.

Máxima intercuspidadación

Normodivergente

### 3.2.2 Criterios de exclusión

Antecedentes de cirugía orofacial

Índice de masa corporal mayor a 29.9

Patologías respiratorias, obstrucción nasal e hipertrofia de adenoides.

Antecedentes de ronquidos.

### 3.3 Operacionalización de variables

**Tabla 1**

#### *Operacionalización de variables*

VARIABLES	CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA	CATEGORIA
Volumen de las vías aéreas superiores	Forma parte del sistema de conducción de aire durante la ventilación desde la nasofaringe hasta la hipofaringe.	Nasofaringe	Volumen que se extiende de la espina nasal posterior a la porción superior C2	Razón	mm <sup>3</sup>
		Orofaringe	Volumen de que se extiende de la espina nasal posterior a al borde inferior de la C2	Razón	mm <sup>3</sup>
		Hipofaringe	Volumen que se extiende del borde inferior de la orofaringe con el margen más superior hioides.	Razón	mm <sup>3</sup>
		Total	Conformado por la nasofaringe, orofaringe e hipofaringe	Razón	mm <sup>3</sup>

				Clase III
Patrón esquelético o sagital	Relación sagital que se da entre la maxila y la mandíbula	USP	Intervalo	(-3.4, valores negativos)
				Clase I
				(-3.5, -.5.5mm)
				Clase II
				(-3.6, valores positivos)
Sexo	Rasgos sexuales del hombre y mujer.	Historia Clínica	Nominal	Femenino
				Masculina
Grupo etario	Años de vida de una persona y que se encuentran agrupados.	Historia Clínica	Ordinal	15-20
				21-30
				31-40

*Nota:* Elaboración propia.

### 3.4 Instrumentos

Se usó el análisis de Proyección USP, para establecer el patrón esquelético sagital de los maxilares.

Para hallar el volumen de las vías aéreas superiores, se utilizó el software 3D Slicer versión 4.11.0

### 3.5 Procedimientos

#### - Permisos

Se realizó los permisos correspondientes con el Servicio Ortodoncia del Hospital Nacional Hipólito Unanue, para acceder a los archivos de tomografía cone beam y datos generales de cada paciente.

-Calibración del operador.

Se ejecutó la calibración inter examinador con 20 tomografías cone beam, entre el investigador y el experto. En cada tomografía se realizó 4 medidas, se usó la prueba de coeficiente de correlación intraclase para valorar concordancia en los resultados, la prueba coeficiente de concordancia intraclase (CCI) indicó alta confiabilidad entre el experto y el investigador.

Después de 1 mes se realizó la calibración intra examinador con 20 tomografías, resultando CCI= 1.

-Selección de tomografías cone beam.

Se revisó en los archivos de tomografía cone beam, tomando en cuenta los criterios de selección. La edad, sexo, IMC y antecedentes se obtuvieron de la historia clínica. Para determinar el plano vertical normodivergente, se utilizó el ángulo FMA.

Las tomografías cone beam se obtuvieron del equipo New I Max 3D en imágenes DICOM, con 220mm x170 mm de campo, 90Kv, 10 segundos de exposición y 10 mA.

-Determinación del volumen de las vías aéreas superiores.

Se posicionó el plano de Frankfort paralelo al piso: Primero la vista coronal, ubicando la espina nasal anterior con el plano medio y los puntos infraorbitarios en el mismo nivel del plano axial, si la espina nasal anterior es bífida solo se debe ubicar en el centro. Luego en la vista sagital, el porión y el punto infraorbitario deben estar en el plano axial, cabe resaltar que este procedimiento no se realizó en el lado contralateral, porque puede presentar asimetrías anatómicas. Finalmente, en la vista transversal, se ubicó la crista galli y el basion en el mismo plano. (Guijarro-Martínez Y Swennen, 2013)



**Figura 1**

*Posicionamiento de la tomografía cone beam*



*Nota:* Elaboración propia.

Se utilizó el software 3d Slicer versión 4.11.0 y se procedió con las medidas volumétricas de la nasofaringe y orofaringe. (ANEXO B)

Volumen de la nasofaringe: se traza un plano paralelo al plano de Frankfort, que pasa por la espina nasal posterior, luego se proyecta hacia arriba teniendo como limite el plano nasal anterior.

Volumen de la orofaringe: se ubicó el límite superior, pasando un plano paralelo al plano de Frankfort que atraviesa a la espina nasal posterior. El límite inferior pasó por el punto más adelante y bajo de la segunda vértebra cervical.

Volumen de la *hipofaringe*: su límite superior es la orofaringe. El límite inferior es una línea horizontal, que contacta con el margen más alto del hueso hioides.

Volumen total : es la suma de la nasofaringe, orofaringe e hipofaringe.

- Patrón esquelético sagital.

Para definir el patrón esquelético sagital, se utilizó la Proyección de USP.

Se ubicó el plano maxilar, conformado por el cruce del punto P' y NA, luego se ubicó el plano mandibular. Después se conformó un ángulo por el plano maxilomandibular, y se dibujó una bisectriz. Se proyectó una tangente a la bisectriz ubicando los puntos A' y B', finalmente se midió la distancia. (Interlandi Y Sato, 2002)

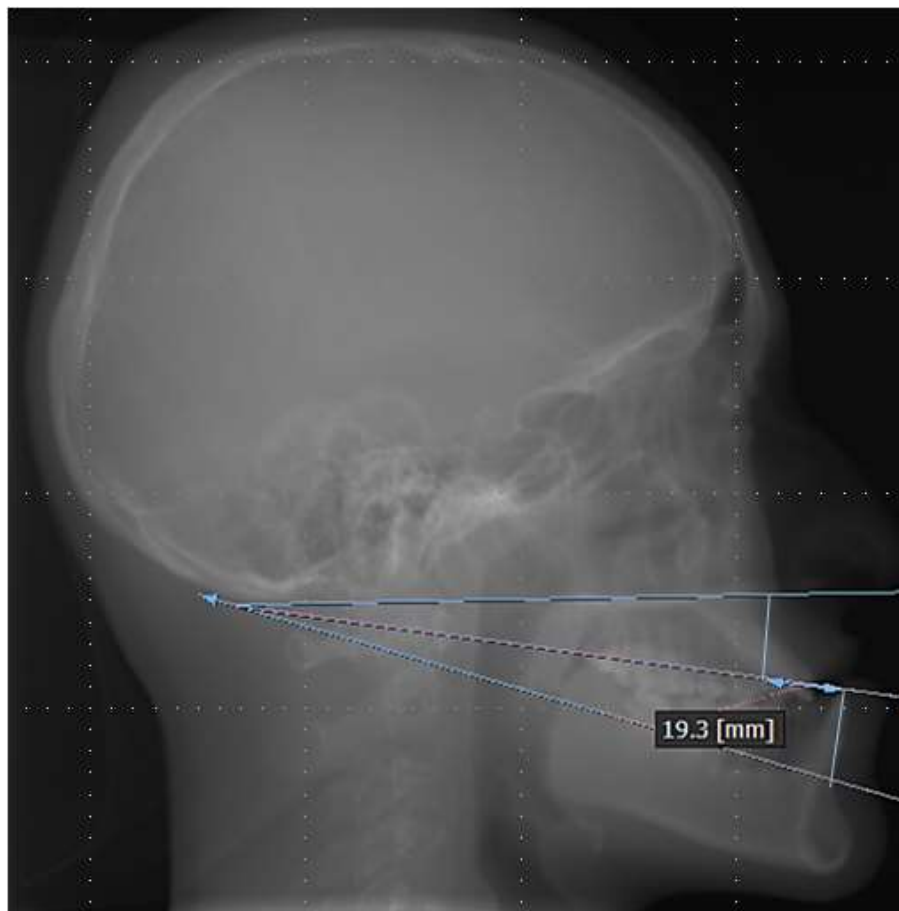
Clase I: -3.5mm-5.5mm

Clase II: -3.5mm a valores positivos.

Clase III: -5.5mm a valores negativos.

**Figura 2**

*Análisis de proyección de USP en tomografía cone beam*



*Nota:* Elaboración propia.

-La información se llenó en la hoja de recolección datos (ANEXO C) y finalmente los valores se expresaron en tablas y figuras.

**3.6 Análisis de datos**

Los datos se introdujeron en Excel 2010 y se usó el programa estadístico Stata V 14.0. Para el análisis estadístico se utilizó las pruebas F mediante ANOVA, prueba T de Student para evaluar diferencias significativas, luego se calculó el coeficiente de correlación de Pearson para evaluar correlación.

Para la descripción de la información se elaboraron tablas de frecuencias y porcentajes, medidas descriptivas como la media aritmética, mediana, desviación estándar. Se elaboraron graficas de barras compuestas y grafica de dispersión para visualizar la correlación.

Para todos los análisis, se utilizó el nivel de significancia de 0.05.

## IV RESULTADOS

**Tabla 2**

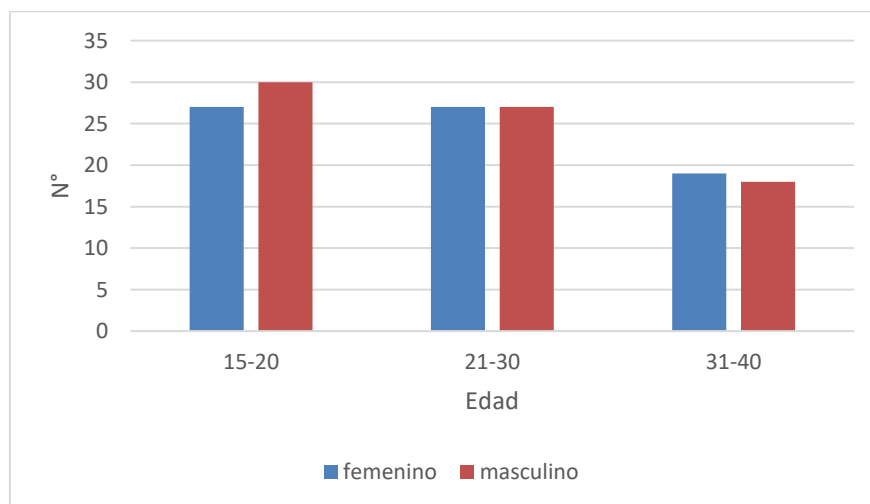
*Distribución según sexo y grupo etario*

grupo etario	Femenino		Masculino		Total
	N°	%	N°	%	
15-20	27	18.2	30	20.3	57
21-30	27	18.2	27	18.2	54
31-40	19	12.9	18	12.2	37
Total	73	49.3	75	50.7	148

*Nota:* Se analizaron 148 tomografías, de las cuales 75 (50.7%) correspondían a pacientes del sexo masculino y 73 (49.3%) del sexo femenino.

**Figura 3**

*Distribución según sexo y grupo etario*



*Nota:* La mayoría se encontraba en el grupo de 15 a 20 años, seguido por los de 21 a 30 años y por último los de 31 a 40 años.

**Tabla 3**

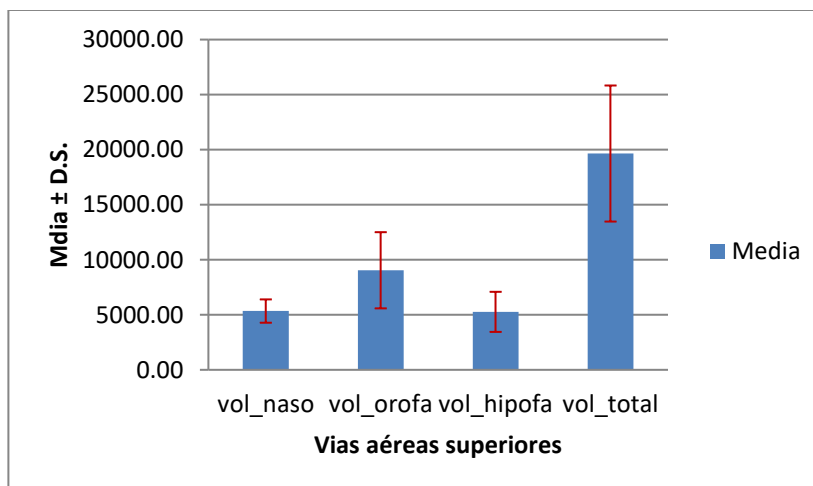
*Volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) en tomografía cone beam.*

Variable	N°	Media	D.S.	Mediana	Mínimo	Máximo
vol_naso	148	5338.55	1059.97	5565.20	3020.00	7994.10
vol_orofa	148	9045.47	3461.13	8733.30	3500.10	14980.70
vol_hipofa	148	5266.14	1820.77	5124.35	1401.60	8402.10
vol_total	148	19650.16	6179.86	19614.30	8093.90	31151.10

*Nota:* Se encontró un volumen promedio total de 19650.16 con una desviación estándar de 6179.86 mm<sup>3</sup>; además, la media más alta fue en la orofaringe con 9045.47mm<sup>3</sup> con una desviación estándar de 3461.13mm<sup>3</sup>.

**Figura 4.**

*Volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) en tomografías cone beam*



*Nota:* El mayor volumen presentó el total.

**Tabla 4**

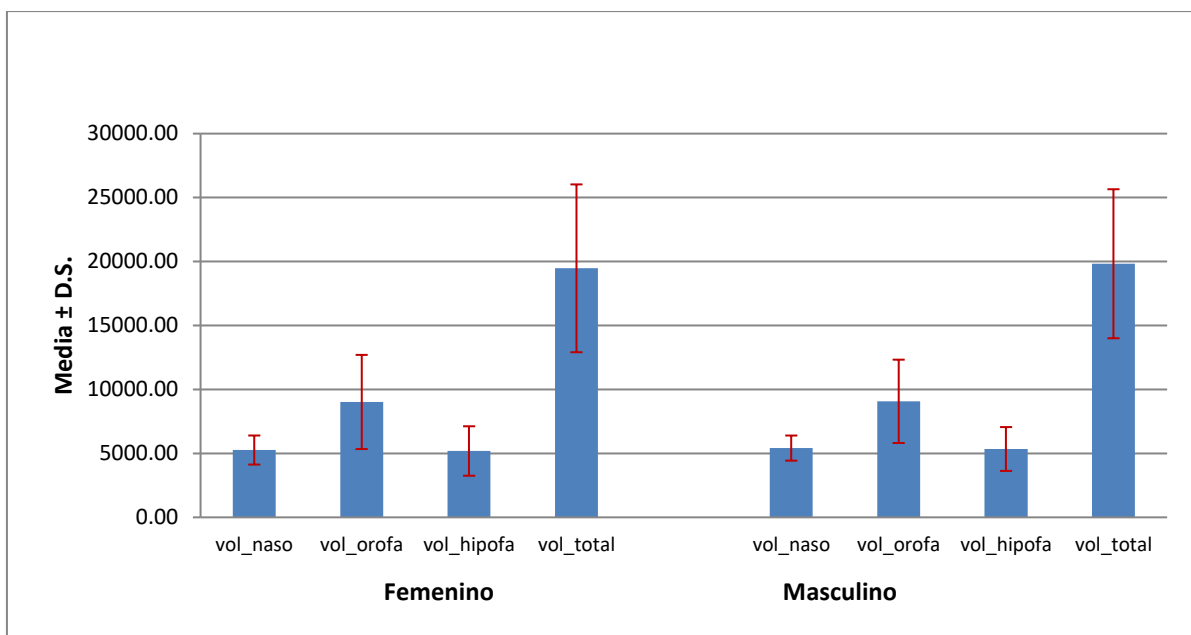
*Volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) de acuerdo al sexo en tomografía cone beam.*

<i>Sexo</i>	<i>N°</i>	<i>Media</i>	<i>E.S.</i>	<i>D.S.</i>	<i>IC 95%</i>		<i>t</i>	<i>P</i>
<b>Volumen nasofaringe</b>								
F	73	5261.8	132.	1136.	4996.7	5526.9	-	0.38
		6	98	22	6	5	0.8677	70
M	75	5413.2	113.	982.0	5187.2	5639.1		
		0	39	1	6	4		
<b>Volumen orofaringe</b>								
F	73	9019.7	430.	3680.	8160.8	9878.5	-	0.92
		1	82	90	9	3	0.089	92
M	75	9070.5	376.	3257.	8321.0	9820.0		
		4	17	74	0	8		
<b>Volumen hipofaringe</b>								
F	73	5186.9	226.	1932.	4736.0	5637.8	-	0.60
		2	20	67	0	5	0.5209	32
M	75	5343.2	197.	1714.	4948.8	5737.6		
		5	96	38	0	9		
<b>Volumen total</b>								
F	73	19468.	767.	6559.	17937.	20999.	-	0.72
		49	77	85	96	02	0.3518	55
M	75	19826.	672.	5825.	18486.	21167.		
		98	63	14	74	22		

*Nota:* Prueba t de Student para dos muestras independientes, P: nivel de significancia . El volumen según sexo, fue más alta en los hombres, con un volumen total promedio de 19826.98 mm<sup>3</sup> y con una desviación estándar de 5825.14mm<sup>3</sup>. Las mujeres presentaron 19468.49mm<sup>3</sup> con una desviación estándar de 6559.85mm<sup>3</sup>.

**Figura 5**

*Volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) de acuerdo al sexo en tomografía cone beam.*



*Nota:* El volumen promedio más alto de ambos sexos fue en la orofaringe, seguido por nasofaringe e hipofaringe.

**Tabla 5**

*Volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) de acuerdo al grupo etario en tomografía cone beam.*

Grupo etario	N°	Media	E.S.	D.S.	IC95%	F	P
Volumen nasofaringe							
15-20	57	5466.91	152.32	1150.0	5168.36	5765.46	
		4	4	19	0	8	

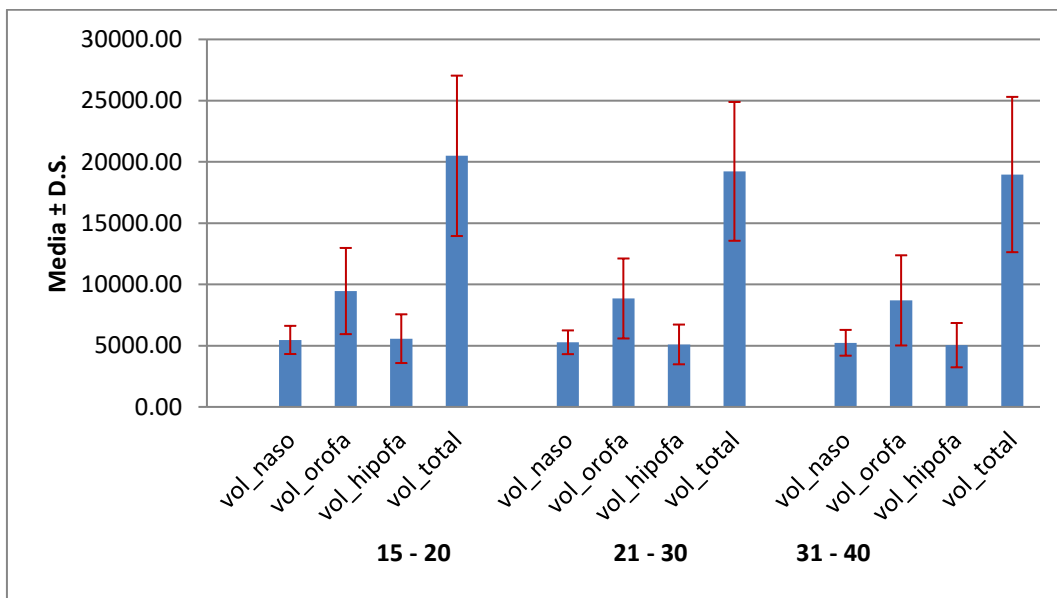


		5275.43	131.68	967.70	5017.32	5533.54	0.6	0.50
21-30	54	7	8	8	8	6	9	09
		5232.90	173.06	1052.7	4893.69	5572.12		
31-40	37	8	9	38	3	3		
Volumen orofaringe								
		9457.77	465.77	3516.5	8544.85	10370.6		
15-20	57	2	2	02	9	85		
		8850.14	444.16	3263.9	7979.58	9720.70	0.6	0.50
21-30	54	4	4	25	3	5	8	99
		8695.36	605.02	3680.2	7509.51	9881.21		
31-40	37	5	8	40	1	9		
Volumen hipofaringe								
		5570.91	263.41	1988.7	5054.62	6087.19		
15-20	57	1	2	20	3	9		
		5099.69	220.68	1621.6	4667.15	5532.22	1.3	0.27
21-30	54	1	0	59	9	3	2	13
		5039.55	297.36	1808.8	4456.71	5622.39		
31-40	37	4	7	10	5	3		
Volumen total								
		20495.6	866.95	6545.4	18796.3	22194.8		
15-20	57	00	9	00	60	40		
		19225.2	770.98	5665.5	17714.1	20736.3	0.8	0.41
21-30	54	70	3	43	44	96	9	49
		18967.8	1041.8	6337.5	16925.7	21009.9		
31-40	37	30	88	57	30	30		

*Nota:* Prueba F a través del ANOVA, P: nivel de significancia. De acuerdo al grupo etario, el volumen promedio más alto estaba entre 15 a 20 años, estos valores van disminuyendo conforme avanza la edad, al comparar los promedios según edad no se encontró diferencias significativas,  $P > 0.05$ .

**Figura 6**

*Volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) de acuerdo al grupo etario en tomografía cone beam.*



*Nota:* Los valores van disminuyendo conforme avanza la edad.

**Tabla 6**

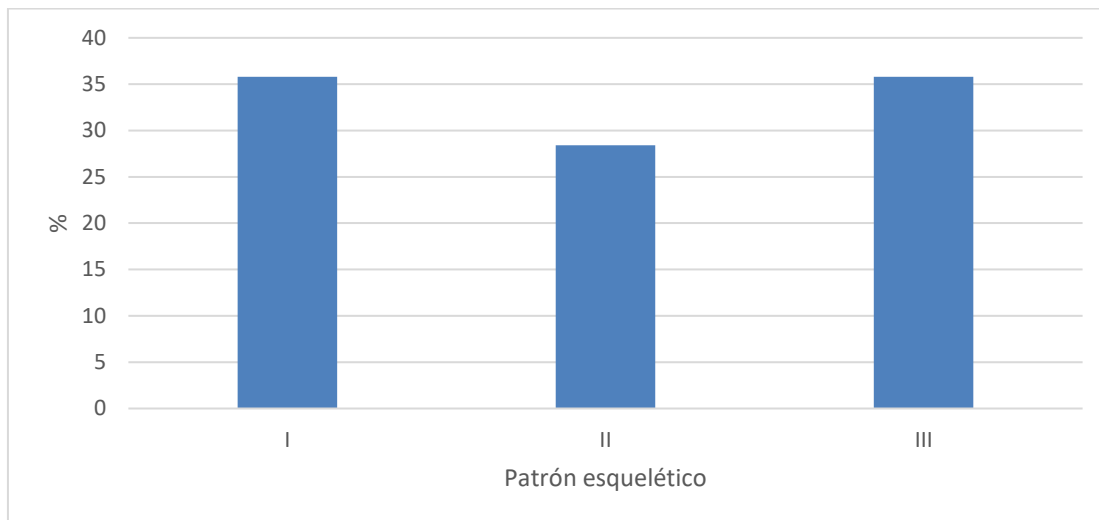
*Patrón esquelético sagital en tomografías cone beam.*

Patrón Esquelético	Nº	%
I	53	35.8
II	42	28.4
III	53	35.8
Total	148	100.0

*Nota:* De las 148 tomografías cone beam evaluadas se observó que 53(35.8%) eran Clase I, 42 (28.4%) Clase II y 53 (35.8%) Clase III.

**Figura 7**

*Patrón esquelético sagital en tomografía cone beam.*



*Nota:* El mayor patrón esquelético se encuentra en la clase I.

**Tabla 7**

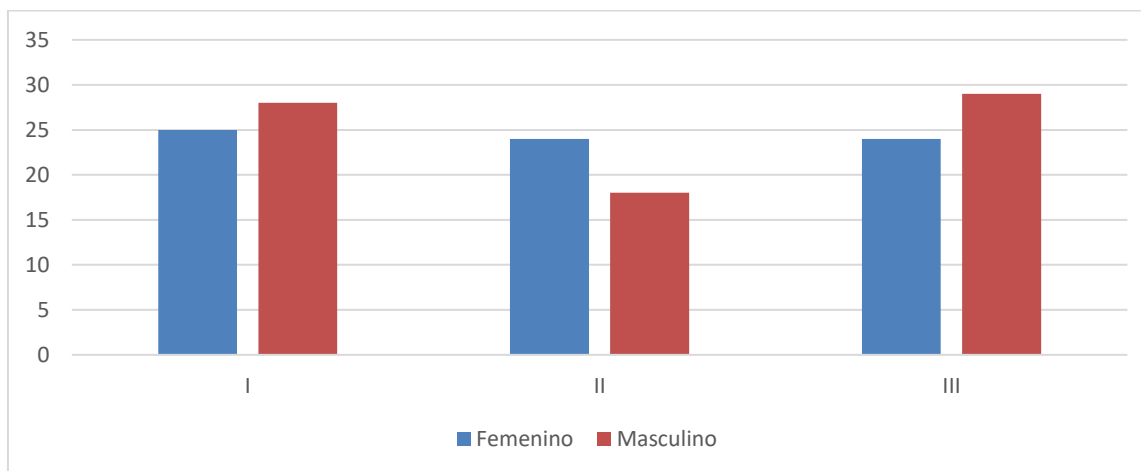
*Patrón esquelético sagital de acuerdo al sexo en tomografías cone beam*

Patrón esquelético	Femenino		Masculino		Total
	Nº	%	Nº	%	
I	25	16.9	28	18.9	53
II	24	16.2	18	12.2	42
III	24	16.2	29	19.6	53
Total	73	49.3	75	50.7	148

*Nota:* Se observa mayor porcentaje de hombres con clase III y clase I con el 19.6 y 18.9% respectivamente. En las mujeres los porcentajes son similares, en las tres clases.

**Figura 8**

*Patrón esquelético sagital de acuerdo al sexo en tomografía cone beam.*



*Nota:* Se observa un comportamiento similar.

**Tabla 8**

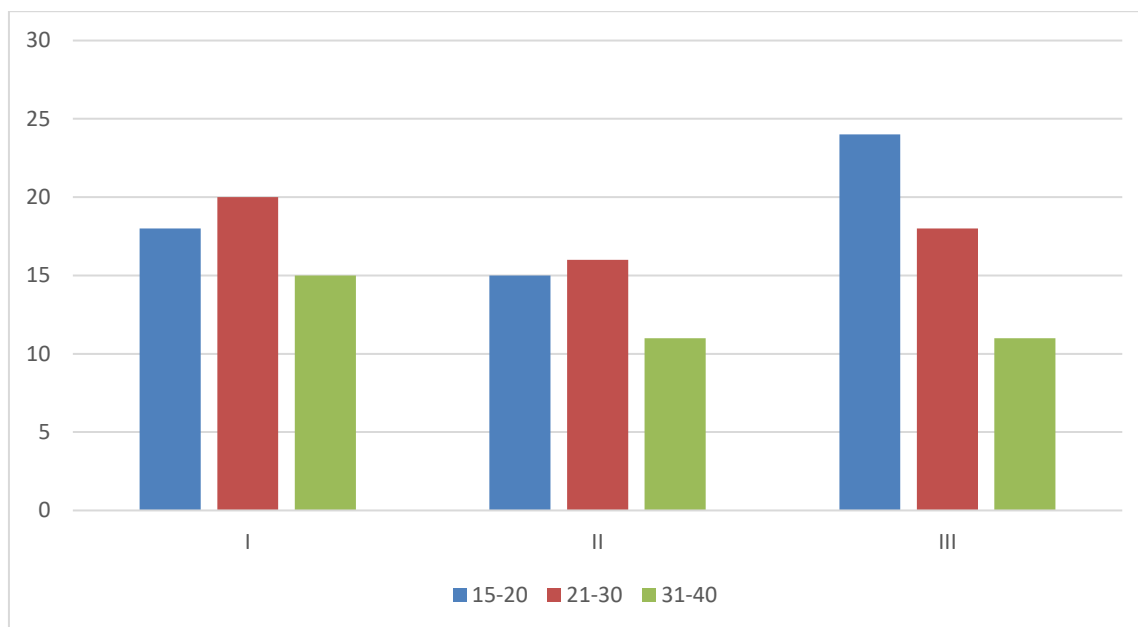
*Patrón esquelético sagital de acuerdo al grupo etario en tomografías cone beam.*

PATRÓN ESQUELETICO	GRUPO ETARIO						Total
	15-20		21-30		31-40		
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
I	18	12.2	20	13.5	15	10.1	53
II	15	10.1	16	10.8	11	7.4	42
III	24	16.2	18	12.2	11	7.4	53
Total	57	38.5	54	36.5	37	25.0	148

*Nota:* Al evaluar el patrón esquelético sagital según grupo etario, resultó que los pacientes de 15 a 20 años predominaban el patrón esquelético Clase III.

**Figura 9**

*Patrón esquelético sagital de acuerdo al grupo etario en tomografía cone beam.*



Nota: Los de 21 a 30 años y 31 a 40 años predominaba el patrón esquelético Clase I.

**Tabla 9**

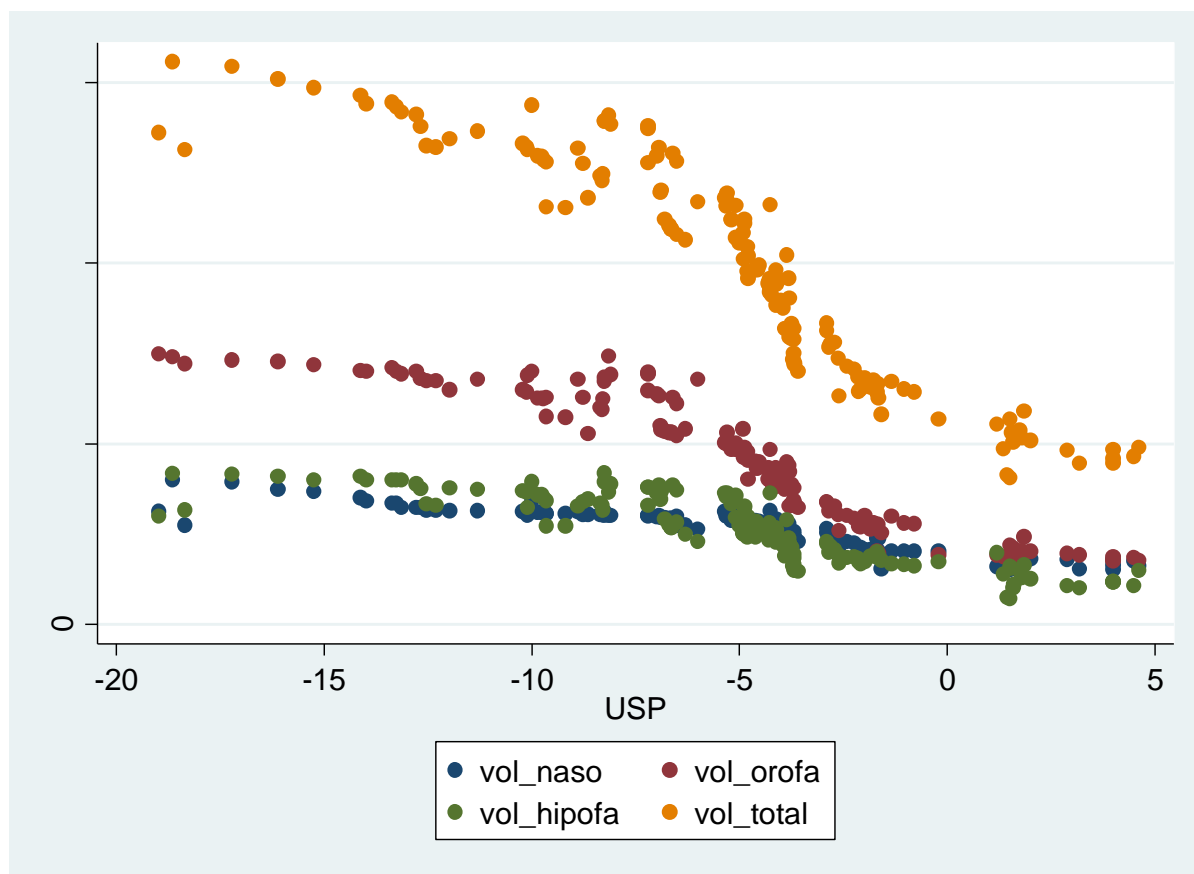
*Correlación entre el volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) con el patrón esquelético sagital en tomografía cone beam.*

Volumen		Nasofaringe	orofaringe	hipofaringe	Total	USP
					-	
USP	r	-0.8869	-0.9212	-0.8416	0.9160	1.000
	P	0.000	0.000	0.000	0.000	
Nasofaringe	r	1.000				
	P					
orofaringe	r	0.9061	1.000			
	P	0.000				
hipofaringe	r	0.9119	0.9207	1.000		
	P	0.000	0.000			
Total	r	0.9477	0.9867	0.9667	1.000	
	P	0.000	0.000	0.000		

*Nota:* r Correlacion de Pearson, P: Nivel de significancia estadística.

**Figura10.**

*Correlación entre el volumen de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) con el patrón esquelético sagital en tomografía cone beam.*



*Nota:* Existe una alta correlación negativa entre cada uno de los volúmenes de las vías aéreas superiores (nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y total) con el patrón esquelético sagital, a mayor valor de USP menor volumen, esta correlación es estadísticamente significativa,  $P < 0.05$ . Todas las correlaciones son mayores de 0.80.

## V DISCUSION DE RESULTADOS

La cefalometría se ha empleado como un medio diagnóstico a lo largo del tiempo, para evaluar las vías aéreas en odontología, sin embargo, su análisis es limitado. En cambio, la resonancia magnética permite explorar y entender minuciosamente la morfología de las vías aéreas superiores, aunque no es alcanzable para toda la población por el alto costo que presenta. (Arens et al., 2002) Pero, con la aparición de la tomografía cone beam resulta ser una herramienta accesible, proporciona menor radiación, precisa y confiable. (Guijarro-Martínez y Swennen, 2011)

Sin embargo, autores como Alsufyani et al. (2012) y Prachartam et al. (1993) mencionan que el cambio postural puede alterar las mediciones volumétricas de las vías respiratorias, se ha demostrado diferencias y disminuciones de las medidas en posición supina frente a la erguida; ya que varía la ubicación maxilomandibular, lengua, paladar blando y el hioides. Por ello, recomiendan que la persona debe estar erguida al momento de la toma de la tomografía, es importante recalcar que la muestra de la investigación fue obtenida en pacientes erguidos y aproximando al plano de Frankfort paralelo al piso.

Para hallar la ubicación sagital maxilomandibular se puede utilizar Wits (Jacobson, 1975) y ANB (Riedel, 1952), sin embargo, diversas investigaciones como Beatty (1975), Roth (1982) Marengo y Romani (2006) encontraron ciertos elementos como la ubicación del nasión y alteraciones geométricas, que podrían producir errores para determinar las clases esqueléticas I, II y III. En cambio, la Proyección USP fue realizada en una población latina, que no presenta alteraciones geométricas y con gran confiabilidad; por consiguiente, en el estudio se consideró este análisis. (Interlandi y Sato, 1991; Sato, 1993)



Los datos del estudio indican un descenso del tamaño volumétrico conforme avanza la edad, sin presentar diferencia significativa, teniendo mayor volumen los pacientes de 15 a 20 años y menor volumen el grupo etario de 31 a 40 años. Estos resultados se podrían explicar, porque el máximo desarrollo de la faringe se da finalizando los 19 años de edad (Schendel et al., 2012); además, diversos estudios como Gomes (2016), Kollias y Krogstad (1999) y Zheng et al. (2014) mencionan que después de la segunda década de vida, el diámetro faríngeo se va estrechando. Por ello, el grupo etario de 31 a 40 años de la investigación presentó menor volumen de las vías aéreas superiores.

El volumen de las vías respiratorias superiores de acuerdo al sexo, fue más alta en los hombres, resultando 19826.98 mm<sup>3</sup> en comparación con las mujeres que fue de 19468.49 mm<sup>3</sup>, pero las diferencias no fueron significativas. Estos resultados coinciden con Shokri et al. (2018), Zheng et al. (2014), Celikoglu et al. (2014) y Mendoza (2017); sin embargo, Alves et al. (2008), Chiang et al. (2012) y Gomes (2016) encontraron diferencias respecto al sexo, pero esto podría explicarse por las distintas delimitaciones anatómicas de la faringe de cada estudio.

Celikoglu et al. (2014) y Ucar y Uysal (2011) revelan que las personas hiperdivergentes tienen menor tamaño de las vías aéreas frente a los hipodivergentes. Este evento se explica, porque los hiperdivergentes tienen una posición del maxilar inferior que va dirigido hacia la parte inferior y posterior, además, se predisponen a presentar la mandíbula retruída, lo que ocasionaría esa disminución de la capacidad aérea; por lo tanto, solo se consideró en este estudio los pacientes normodivergentes.

Los resultados indicaron una alta correlación negativa muy significativa entre el volumen de las vías aéreas superiores con el patrón esquelético anteroposterior maxilomandibular, es decir

a medida que incrementa el valor del análisis de la Proyección USP disminuye el volumen de las vías aéreas. Esta información fue coincidente con Zheng et al. (2014), Claudino et al. (2013), Shokri et al. (2018) y Claudino et al. (2013); por consiguiente, se observó mayor volumen en la clase III, luego clase I y menor volumen en la clase II, estos resultados concuerdan con El y Palomo (2011) y Alves et al. (2012). Sin embargo, investigaciones como Gomes (2016), Chokotiya et al. (2018) e Indriksone y Jakobsone (2015) no encontraron relación entre las vías respiratorias y el patrón esquelético de los maxilares; estos datos contradictorios se explican, porque los límites anatómicos fueron diferentes, y algunos de los estudios se midieron en radiografías. Con estos resultados, se podría considerar que los pacientes de Clase II empujan el velo del paladar, causando una disminución en el diámetro faríngeo y así provocando una reducción volumétrica; y los pacientes de clase III podrían tener la lengua en sentido más anterior, provocando un aumento del diámetro sobre todo en la zona inferior de la faringe; además, la deficiencia o exceso del maxilar inferior en sentido anteroposterior influye en las medidas volumétricas.

La relación de los tejidos blandos con los maxilares se ha discutido durante muchos años, autores como Moss (1964), Graber (1963) y Ricketts (1968) indican que el crecimiento de los maxilomandibular se da por factores genéticos, aunque podría variar por aspectos ambientales como la respiración, es decir si las dimensiones faríngeas son pequeñas podrían alterar la morfología maxilomandibular ocasionando discrepancias de los maxilares y la posición dental, es por ello que la odontología está interesada en la interacción de la respiración con el patrón esquelético sagital. En esta investigación se da una correlación negativa muy significativa, por ello, es fundamental la evaluación minuciosa de las vías aéreas superiores ya que cumplen una función en el desarrollo maxilomandibular y por ende la oclusión.

## VI CONCLUSIONES

- a) Es primordial la evaluación minuciosa de las vías aéreas superiores, ya que cumplen un rol significativo en el desenvolvimiento del complejo maxilomandibular, que se da entre la faringe y estructuras dentofaciales; además, con la tomografía cone beam se podrá obtener datos precisos.
- b) El volumen de las vías aéreas superiores va disminuyendo respectivamente en sujetos de clase III, I y II, presentando mayor volumen los de clase III y menor volumen los sujetos de clase II; además no presenta diferencias significativas respecto al grupo etario y sexo.

## VII RECOMENDACIONES

- a) Incluir las diferentes divergencias mandibulares y ampliar la muestra.
- b) Evaluar las variaciones volumétricas de las vías aéreas superiores, antes y después de una cirugía ortognática.
- c) Agregar la evaluación de la morfología, longitud y área transversal de las vías respiratorias.
- d) Realizar estudios longitudinales en pacientes en crecimiento.

### VIII REFERENCIAS

- Alhammadi, M., Almashraqi, A., Helboub, E., Almahdi, S., Jali, T., Atafi, A., y Alomar, F. (2019) Pharyngeal airway spaces in different skeletal malocclusions: a CBCT 3D assessment. *Cranio*, 1, 1-10.
- Alsufyani, N., Flores-Mir, C. y Major, P. (2012) Three-dimensional segmentation of the upper airway using cone beam CT: a systematic review. *Dentomaxillofac Radiol*, 41(4), 276-284.
- Alves, P., Zhao, L., O’Gara, M., Patel, P. y Bolognese, A. (2008). Three-dimensional cephalometric study of upper airway space in skeletal class II and III healthy patients. *J Craniofac Surg*, 19(6),1497-1507.
- Alves, M., Franzotti, E., Baratieri, C., Nunes, L., Nojima, L. y Ruellas., A. (2012). Evaluation of pharyngeal airway space amongst different skeletal patterns. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 41(7), 814-819.
- Arens, R., McDonough, J., Corbin, A., Hernandez, M., Maislin, G. y Pack, A. (2002) Linear dimensions of the upper airway structure during development: assessment by magnetic resonance imaging. *Am J Respir Crit Care Med*, 165(1), 117-122.
- Ball, M., Hossain, M., Padalia, D (2019) Anatomy airway. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459258/>
- Beatty, E. (1975) A modified technique for evaluating apical base relationships. *Am J Orthod*, 68(3), 303-315.

- Bernabé, E., Sheiham, A., y Oliveira, C. (2008) Condition-specific impacts on quality of life attributed to malocclusion by adolescents with normal occlusion and class I, II and III malocclusion. *Angle Orthod*, 78(6), 977-982.
- Cağlayan, F. y Tozoğlu, U. (2012) Incidental findings in the maxillofacial region detected by cone beam CT. *Diagn Interv Radiol*, 18(2), 159-163.
- Celikoglu, M., Bayram, M., Sekerci, A., Buyuk, S. y Toy, E. (2014). Comparison of pharyngeal airway volume among different vertical skeletal patterns: a cone-beam computed tomography study. *Angle Orthod*, 84(5), 782-787.
- Chiang, C., Jeffres, M., Miller, A., y Hatcher, D. (2012). Three-dimensional airway evaluation in 387 subjects from one university orthodontic clinic using cone beam computed tomography. *Angle Orthod*, 82(6), 985-992.
- Chokotiya, H., Banthia, A., Rao, S., Choudhary, K., Sharma, P., y Awasthi, N. (2018). A study on the evaluation of pharyngeal size in different skeletal patterns: a radiographic study. *J Contemp Dent Pract*. 19(10), 1278-1283.
- Claudino, L., Mattos, C., Oliveira, A., y Sant'Anna, E. (2013). Pharyngeal airway characterization in adolescents related to facial skeletal pattern: a preliminary study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 143(6), 799-809.
- D'Onofrio, L. (2019). Oral dysfunction as a cause of malocclusion. *Orthod Craniofac Res*, 22(S1), 43-48.
- El, H., y Palomo, J. (2011). Airway volume for different dentofacial skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 139(6), e511-e521.

- Feng, X., Li, G., Qu, Z., Liu, L., Näsström, K., y Shi, X. (2015). Comparative analysis of upper airway volume with lateral cephalograms and cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 147(2), 197-204.
- Goldman, L. y Ausiello, D. (Ed.). (2009). *Cecil Tratado de Medicina Interna*. Elsevier.
- Gomes, B. (2016). *Dimensões das vias aéreas superiores nas más oclusões esqueléticas sagitais*. [Tesis de Maestría]. Universidade de Coimbra, Portugal.
- Graber, T. (1963). The “three M’s”: muscles, malformation and malocclusion. *Am J Orthod*, 49(6), 418-450.
- Guijarro-Martínez, R., y Swennen, G. (2011). Cone-beam computerized tomography imaging and analysis of the upper airway: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 40(11), 1227-1237.
- He, L., He, S., Wu, X. y Huang, Y. (2019). Three-dimensional morphological changes of the upper airway in patients with skeletal class III malocclusion after orthognathic surgery. *J Craniofac Surg*, 30(8), 2451-2455.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (Ed) (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Indriksone, I. y Jakobsone, G. (2014) The upper airway dimensions in different sagittal craniofacial patterns: a systematic review. *Stomatologija*, 16(3), 109-117.
- Indriksone, I. y Jakobsone, G. (2015). The influence of craniofacial morphology on the upper airway dimensions. *Angle Orthod*, 85(5), 874-880.

- Interlandi, S. y Sato, A. (1991). Projeção USP na relação cefalométrica de interesse maxila-  
mandibular. *Ortodontia*, 24(1), 68-69.
- Interlandi, S. y Sato, A. (Ed). (2002). Las bases cefalométricas de la Proyección USP(ProjUSP) en  
la relación sagital de los maxilares. *Ortodoncia-Bases para la iniciación*. Editorial Artes  
Medicas.
- Jacobson, A. (1975). The “Wits” appraisal of jaw disharmony. *Am J Orthod*, 67(2), 125-138.
- James, S., Abate, D., Abate, K., Abay, S., Abbafati, C. y Abdelalim, A. (2018) Global regional,  
and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and  
injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global  
Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, 392(10159), 1789-1858.
- Kapila, S., Conley, R. y Harrell, W. (2011). The current status of cone beam computed tomography  
imaging in orthodontics. *Dentomaxillofac Radiol*, 40(1), 24-34.
- Kim, Y., Hong, J., Hwang, Y. y Park, Y. (2010). Three-dimensional analysis of pharyngeal airway  
in preadolescent children with different anteroposterior skeletal patterns. *Am J Orthod  
Dentofacial Orthop*, 137(3), 306.e1-306e.11.
- Kollias, I. y Krogstad, O. (1999). Adult craniocervical and pharyngeal changes- a longitudinal  
cephalometric study between 22 and 42 years of age. Part II: morphological uvulo-  
glossopharyngeal changes. *Eur J Orthod*, 21(4), 345-355.
- Mallampati, S., Gatt, S., Gugino, L., Desai, S., Waraksa, B., Freiburger, D. y Liu, P. (1985). A  
clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study. *Can Anaesth Soc  
J*, 32(4), 429-434.



- Marengo, H. y Romaní, N. (2006). Estudio cefalométrico comparativo para el diagnóstico anteroposterior de las bases apicales entre los ángulos ANB y la proyección USP. *Odontol Sanmarquina*, 9(2), 8-11.
- Mendoza, J. (2017). *Comparación de la dimensión del espacio aéreo faríngeo según las deformidades esqueléticas clase I, II y III en radiografías cefalométricas de pacientes que asistieron a la clínica docente UPC entre los años 2011 al 2014*. [Tesis de Pregrado]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú.
- Mete, A. y Akbudak, I. (2018). *Functional anatomy and physiology of airway. Traqueal intubation*. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.77037>
- Moss, M. (1964). Vertical growth of the human face. *Am J Orthod*, 50(5), 359-376.
- Moya, L. (1986). *Introducción a la estadística de la salud*. Cartago, Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Nasseh, I. y Al-Rawi, W. (2018). Cone beam computed tomography. *Dent Clin North Am*, 62(3), 361-391.
- Obelenis, D., Bianchi, J., Ignácio, J., Wolford, L. y Gonçalves, J. (2019). Cone-beam computed tomography airway measurements: can we trust them? *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 156(1), 53-60.
- Osorio, F., Perilla, M., Doyle, D. y Palomo, J. (2008). Cone beam computed tomography: an innovative tool for airway assessment. *Anesth Analg*, 106(6), 1803-1807.

- Prachartam, N., Hans, M., Strohl, K. y Redline, S. (1993). Upright and supine cephalometric evaluation of obstructive sleep apnea syndrome and snoring subjects. *Angle Orthod*, 64(1), 63-73.
- Pohunek, P. (2004). Development, structure and function of the upper airways. *Paediatric Respiratory Reviews*, 5(1), 2-8.
- Quirós, O. (Ed). (1993). *Manual de ortopedia funcional de los maxilares y ortodoncia interceptiva*. Actualidades medico odontológicas Latinoamérica, C.A.
- Riedel, R. (1952). The relation of maxillary structures to cranium in malocclusion and in normal occlusion. *Angle Orthodontist*, 22, 142-145.
- Ricketts, R. (1968). Respiratory obstruction syndrome. *Am J Orthod*, 54(7), 495-507.
- Rojas, E., Corvalan, R., Messen, E. y Sandoval, P. (2017). Evaluación de la vía aérea superior en ortodoncia. Revision Narrativa. *Odontoestomatología*, 19(30), 40-51.
- Roth, R. (1982). The “Wits” appraisal-its skeletal and dento-alveolar background. *European Journal of Orthodontics*, 4(1), 21-28.
- Sato, T. (1993). *Avaliação da PROUSP, uma nova dimensao cefalométrica, de interesse ortodóntico* [Tesis de Maestría]. Universidad de Sao Paulo, Brasil.
- Scarfe, W., Farman, A. y Sukovic, P. (2006). Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc*, 72(1), 75-80.
- Schendel, S., Jacobson, R. y Khalessi, S. (2012). Airway growth and development: a computerized 3- dimensional analysis. *J Oral Maxillofac Surg*, 70(9), 2174-2183.

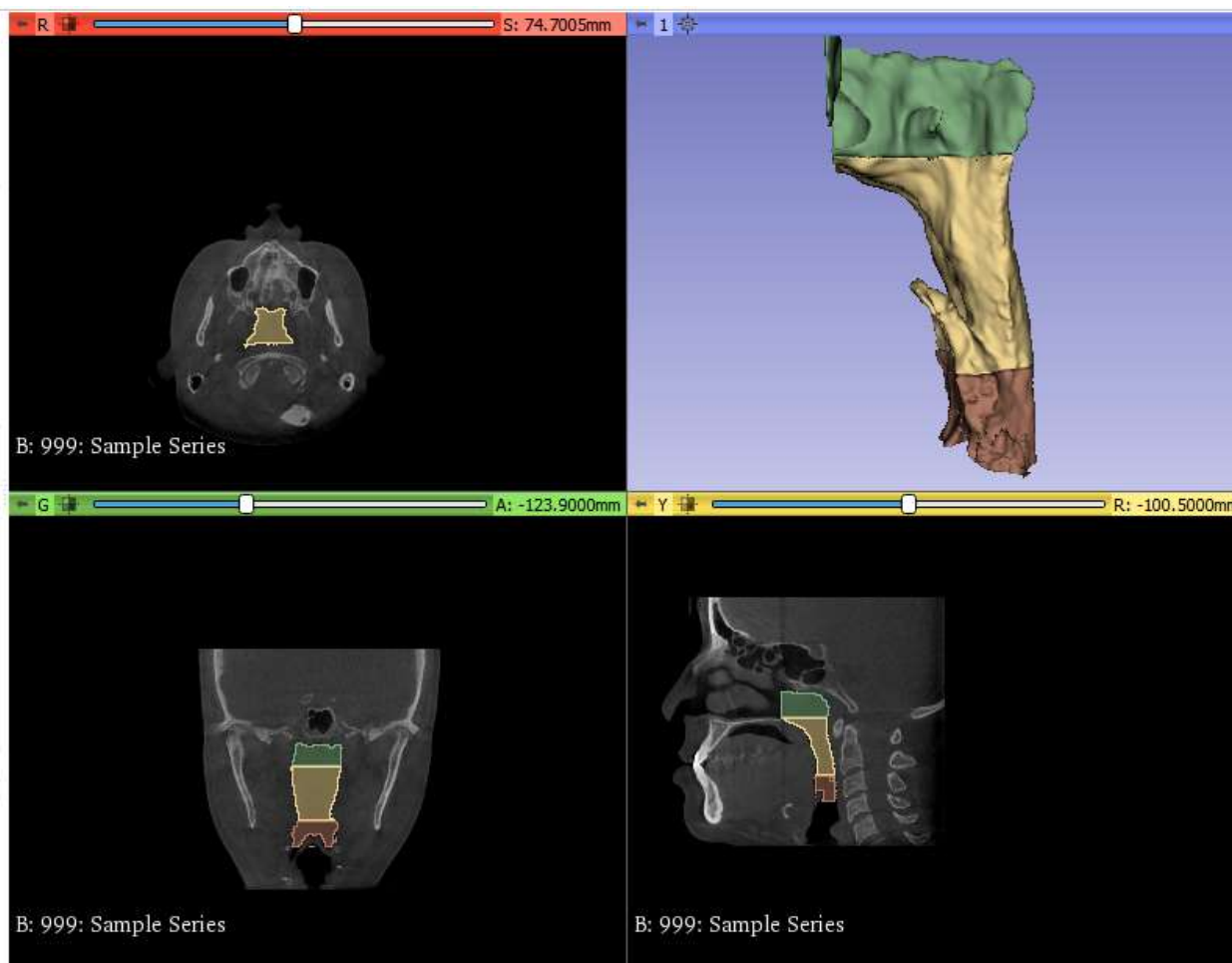
- Shokri, A., Miresmaeili, A., Ahmadi, A., Amini, P. y Falah-kooshki, S. (2018). Comparison of pharyngeal airway volume in different skeletal facial patterns using cone beam computed tomography. *J Clin Exp Dent*, 10(10), e1017-e1028.
- Stellzig-Eisenhauer, A. y Meyer- Marcotty, P. (2010). Interaction between otorhinolaryngology and orthodontics: correlation between the nasopharyngeal airway and the craniofacial complex. *Laryngo Rhino Otol*, 89(S1), S72-S78.
- Sultan, M., Halboub, E., Salah, M., Labib, A. y El-Saaidi, C. (2018). Global distribution of malocclusion traits: A systematic review. *Dental Press J Orthod*, 23(6), 40.e1-40. e10.
- Tortora, G. y Derrickson, B. (Ed). (2013). *Principios de anatomía y fisiología*. Florida. Editorial medica Panamericana.
- Ucar, F. y Uysal, T. (2011). Orofacial airway dimensions in subjects with Class I malocclusion and different growth patterns. *Angle Orthod*, 81(3), 460-468.
- Vellini, F. (Ed). (2002). *Ortodoncia- Diagnóstico y planificación*. Editorial Artes médicas.
- Zhong, Z., Tang, Z., Gao, X. y Zeng, X. (2010). A comparison study of upper airway among different skeletal craniofacial patterns in nonsnoring Chinese children. *Angle Orthod*, 80(2), 267-274.
- Zheng, Z., Yamaguchi, T., Kurihara, A., Li, H. y Maki, K. (2014). Three-dimensional evaluation of upper airway in patients with different anteroposterior skeletal patterns. *Orthod Craniofac Res*, 17(1), 38-48.

## IX ANEXOS

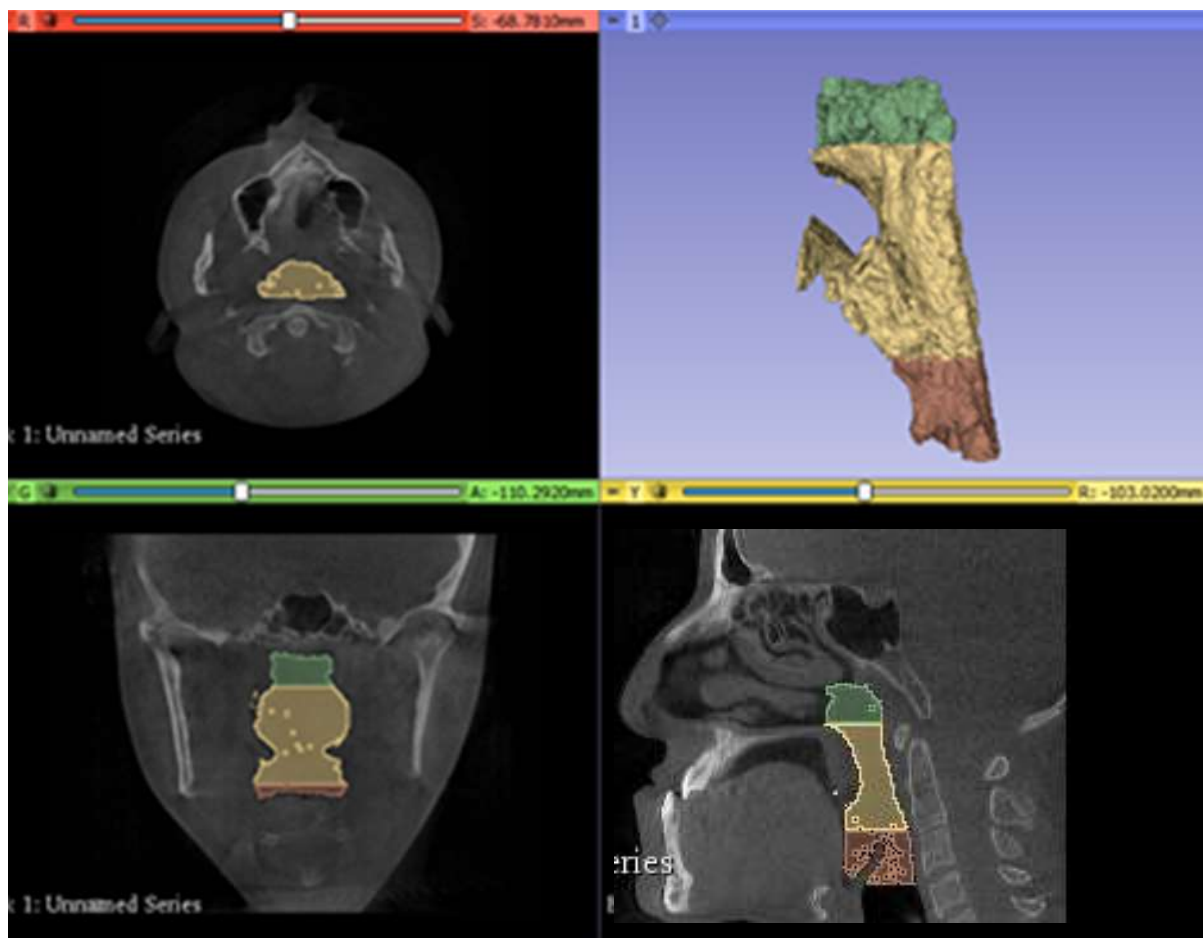
## Anexo A: Matriz de consistencia.

PROBLEMA GENERAL	HIPOTESIS	MUESTRA	VARIABLES	INDICADOR	ESCALA	CATEGORIA
¿Hay correlación entre el volumen de las vías aéreas superiores y el patrón esquelético sagital?	Se produce correlación entre los volúmenes de la vía aérea superior con respecto al patrón esquelético sagital, es decir el volumen de la vía aérea superior va disminuyendo respectivamente de acuerdo al patrón esquelético III, I y II.	El tamaño muestral fue no probabilística, por conveniencia. Estuvo conformado por 148 tomografías cone beam de acuerdo a los criterios de selección del servicio de Ortodoncia y Ortopedia maxilar del Hospital Nacional Hipólito Unánue desde enero del 2016 hasta febrero 2020 de acuerdo a los criterios de selección.	VOLUMEN DE VIAS AEREAS SUPERIORES	Nasofaringe: Volumen que se extiende de la espina nasal posterior a la porción superior C2, paralelo al plano de Frankfort.	Razón	mm <sup>3</sup>
				Orofaringe: Volumen de que se extiende de la espina nasal posterior a la al borde inferior de la C2, paralelo al plano de Frankfort.	Razón	mm <sup>3</sup>
				Hipofaringe: Volumen que se extiende del borde inferior de la orofaringe con el margen más superior hioides, paralelo al plano de Frankfort.	Razón	mm <sup>3</sup>
				Total: Conformado por la suma de nasofaringe, orofaringe e hipofaringe.	Razón	mm <sup>3</sup>
			PATRON ESQUELETICO SAGITAL DE LOS MAXILARES	USP	Intervalo	Clase III ( -5.6 ; valores negativos) Clase I (-3.5; - .5.5mm) Clase II (-3.6 ; valores positivos)
			GRUPO ETARIO	HISTORIA CLINICA	ordinal	15-20 años 21-30 años 31-40 años
			SEXO	HISTORIA CLINICA	nominal	Femenino masculino

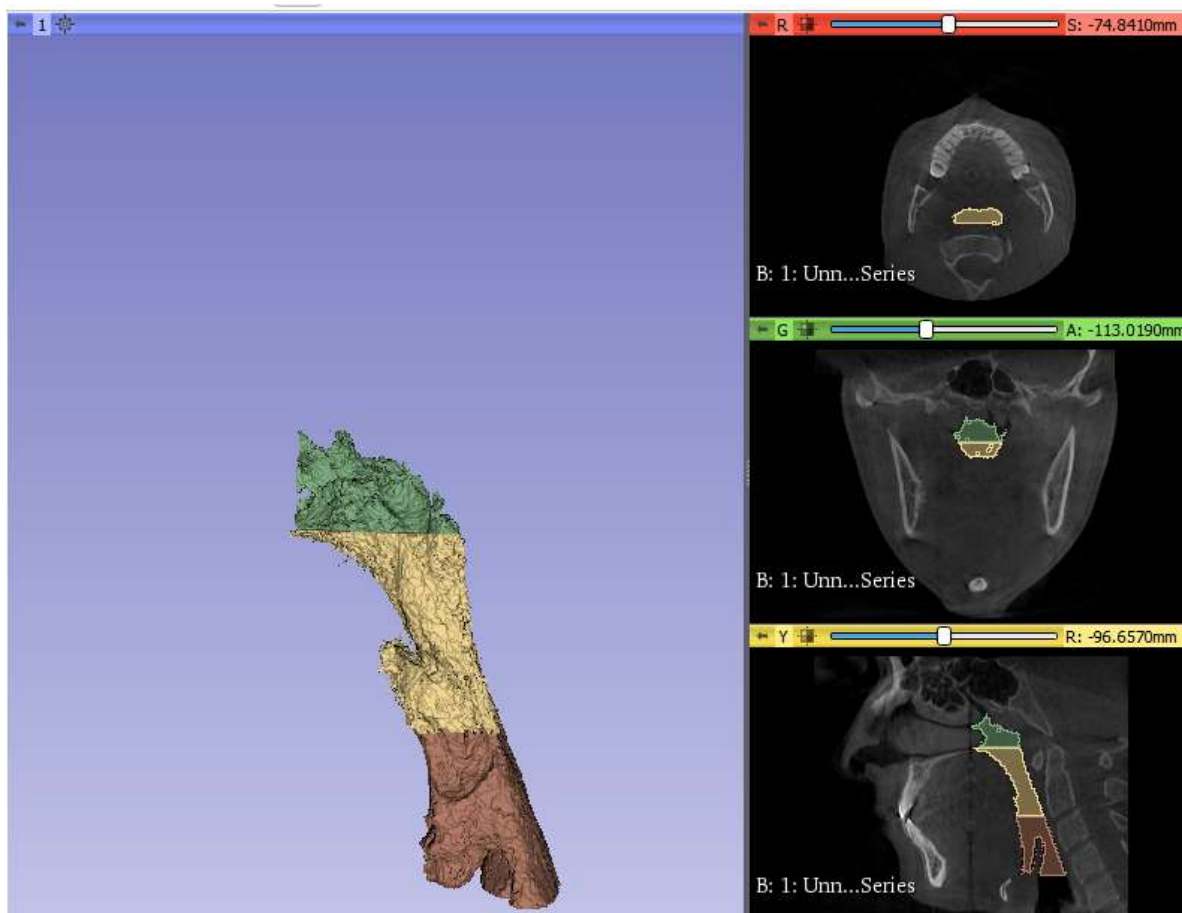
## Anexo B: Medidas del volumen de las vías aéreas superiores.



	A	B	C	D
1	<b>Segment</b>	<b>Number of voxels [voxels]</b>	<b>Volume [mm3]</b>	<b>Volume [cm3]</b>
2	Segment_1	352591	9520.02	9.52002
3	Segment_2	400795	10821.5	10.8215
4	Segment_3	152462	4116.5	4.1165



	A	B	C	D
1	<b>Segment</b>	<b>Number of voxels [voxels]</b>	<b>Volume [mm<sup>3</sup>] (1)</b>	<b>Volume [cm<sup>3</sup>] (1)</b>
2	Segment_1	263466	7329.13	7.32913
3	Segment_2	909194	25292.1	25.2921
4	Segment_3	211721	5889.68	5.88968



	A	B	C	D
1	<b>Segment</b>	<b>Number of voxels [voxels]</b>	<b>Volume [mm3] (1)</b>	<b>Volume [cm3] (1)</b>
2	Segment_1	167128	4649.19	4.64919
3	Segment_2	534094	14857.5	14.8575
4	Segment_3	565864	15741.3	15.7413

## Anexo C: Ficha de recolección de datos

FICHA: N° 

Edad: \_\_\_\_\_ Género: \_\_\_\_\_

**PATRÓN ESQUELÉTICO SAGITAL**

Interlandi &amp; Sato. (2002)

<b>USP</b>	
------------	--

**VOLUMEN DE LAS VIAS AEREAS SUPERIORES**

Zheng, Z., Yamaguchi T., Kurihara A., Li, H. &amp; Maki, K. (2014)

<b>NASOFARINGE</b> Se extiende de la espina nasal posterior paralelo al plano de Frankfort hacia la sección superior.	
<b>OROFARINGE</b> Se extiende de la espina nasal posterior a la al borde inferior de la C2, paralelo al plano de Frankfort.	
<b>HIPOFARINGE</b> Se extiende del borde inferior de la orofaringe con el margen más superior hioides, paralelo al plano de Frankfort.	
<b>TOTAL</b> Conformado por la suma de nasofaringe, orofaringe e hipofaringe.	