



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**ESTOMATOLOGÍA**

EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS VOLUMÉTRICOS EN LA VÍA AÉREA  
DE PACIENTES PRE Y POST OPERADOS DE CIRUGÍA ORTOGNÁTICA  
DE UNA POBLACIÓN PERUANA EN TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA  
DE HAZ CÓNICO

EVALUATION OF VOLUMETRIC CHANGES IN THE AIRWAY OF PRE  
AND POST ORTHOGNATHIC SURGERY PATIENTS FROM A PERUVIAN  
POPULATION IN CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN CIRUGÍA  
BUCAL Y MAXILOFACIAL

AUTOR

ROBERTO ALEXANDER GAITAN SEQUEIRA

ASESOR

JAIME ALEJANDRO HIDALGO CHAVEZ

LIMA - PERÚ

2025



## **JURADO**

Presidente: DR. MG. ESP. HUGO DANTE GHERSI MIRANDA

Vocal: DRA. MG. ESP. VILMA ELIZABETH RUIZ GARCIA DE CHACON

Secretario: MG. ESP. LEOPOLDO VICTOR MENESES RIVADENEIRA

Fecha de Sustentación: 12 noviembre 2025

Calificación: Aprobado

**ASESOR DE TESIS**

**ASESOR**

**MG. ESP. JAIME ALEJANDRO HIDALGO CHAVEZ**

Departamento Académico de Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial

ORCID: 0000-0002-9198-5946

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por su apoyo incondicional, por enseñarme con ejemplo el valor del esfuerzo.  
A Dios, por haberme guiado cada paso de este camino.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco profundamente a la Universidad Peruana Cayetano Heredia y al servicio de Cirugía Maxilofacial, así como los docentes por brindarme las herramientas académicas, clínicas y humanas para desarrollarme como especialista. A mi tutor de tesis, Dr, Jaime Hidalgo Chávez por su guía constante, su mirada crítica y su invaluable apoyo durante la ejecución de este trabajo. A todos quienes de una u otra manera, contribuyeron a la culminación de esta tesis.

## **FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

El autor declara no contar con fuentes de financiamiento.

## **DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS**

El autor declara no tener conflictos de interés.

# DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD



UNIVERSIDAD PERUANA  
CAYETANO HEREDIA

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El egresado:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	GAITAN SEQUEIRA ROBERTO ALEXANDER

Pertencientes al programa de la **SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN CIRUGÍA BUCAL Y MAXILOFACIAL**, autor del trabajo titulado: **EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS VOLUMÉTRICOS EN LA VÍA AÉREA DE PACIENTES PRE Y POST OPERADOS DE CIRUGÍA ORTOGNÁTICA DE UNA POBLACIÓN PERUANA EN TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO** el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el **TÍTULO DE ESPECIALISTA EN CIRUGÍA BUCAL Y MAXILOFACIAL** bajo la modalidad de **TESIS**.

En calidad de docente asesor de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	HIDALGO CHAVEZ JAIME ALEJANDRO	ESTOMATOLOGÍA	ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **20 %**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **trn:oid:::1:3454856842**; fecha de entrega: **09-01-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 09 de enero del 2026.**

Firma del asesor  
N° DNI: 44293365  
ORCID: 0000-0002-9198-5946



## TABLA DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	7
III. MATERIAL Y MÉTODOS .....	9
IV. RESULTADOS .....	17
V. DISCUSIÓN .....	21
VI. CONCLUSIONES .....	25
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	27
VIII. TABLAS .....	31
ANEXOS	

## RESUMEN

**Antecedentes:** La cirugía ortognática (CO), además de mejorar la estética y función dentofacial, influye en la optimización de las vías aéreas superiores (VAS), con impacto en la calidad respiratoria y la salud general. La tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) se ha consolidado como herramienta precisa y de baja radiación para el análisis tridimensional de estas estructuras, permitiendo evaluar con fiabilidad las modificaciones postoperatorias y su relación con patrones esqueléticos. **Objetivo:** Evaluar mediante TCHC los cambios volumétricos postoperatorios de la vía aérea en pacientes con diferentes patrones esqueléticos de una población peruana tratados con cirugía ortognática. **Materiales y métodos:** Estudio observacional, descriptivo y retrospectivo basado en TCHC pre y postoperatorias de pacientes peruanos sometidos a CO entre 2021 y 2023. La muestra fue no probabilístico por conveniencia, incluyendo TCHC que cumplieron con criterios de inclusión y exclusión. La evaluación volumétrica de la vía aérea se realizó con el software NEMOFAB siguiendo un protocolo estandarizado, y los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva e inferencial usando STATA 18.0. **Resultados:** Se evidenciaron cambios volumétricos en la VAS tras la cirugía ortognática en los patrones esqueléticos Clase I y II, con incrementos medios de 4.53 cm<sup>3</sup> y 5.35 cm<sup>3</sup>, respectivamente ( $p < 0.05$ ). No se encontraron diferencias significativas al comparar los cambios entre los patrones esqueléticos, ni entre sexos, edades o tipos específicos de intervención quirúrgica. **Conclusión:** La cirugía ortognática genera cambios volumétricos significativos en la vía aérea superior, principalmente en pacientes con patrones esqueléticos Clase I y Clase II de una población peruana.

**Palabras claves:** Cirugía Ortognática, Apnea Obstructiva del Sueño, Tomografía Computarizada Haz Cónico (DeCS).

## ABSTRACT

**Background:** Orthognathic surgery (OS), in addition to improving dentofacial aesthetics and function, plays a crucial role in optimizing the upper airway (UA) due to its impact on respiratory quality and overall health. Cone-beam computed tomography (CBCT) has emerged as a precise, low-radiation tool for three-dimensional analysis of these structures, enabling reliable assessment of postoperative airway modifications and their relationship with skeletal patterns in different populations. **Objective:** To evaluate, through CBCT, the volumetric postoperative changes in the airway of patients with different skeletal patterns from a Peruvian population treated with orthognathic surgery. **Materials and methods:** An observational, descriptive, and retrospective study was conducted based on pre- and postoperative CBCT scans of Peruvian patients who underwent orthognathic surgery between 2021 and 2023. The sample was selected through non-probabilistic convenience sampling, including only CBCT scans that met specific inclusion and exclusion criteria. Airway volumetric evaluation was performed using NEMOFAB software following a standardized protocol, and the collected data were analyzed using descriptive and inferential statistics with STATA 18.0. **Results:** Volumetric changes in the UA were observed after OS in Class I and Class II skeletal patterns, with mean increases of 4.53 cm<sup>3</sup> and 5.35 cm<sup>3</sup>, respectively ( $p < 0.05$ ). No significant differences were found when comparing changes between skeletal patterns or across gender, age, or specific types of surgical intervention. **Conclusion:** Orthognathic surgery generates significant volumetric changes in the upper airway, primarily in patients with Class I and Class II skeletal patterns in a Peruvian population.

**Keywords:** Orthognathic Surgery; Sleep Apnea, Obstructive, Cone Beam Computed Tomography (MeSH).

## **I. INTRODUCCIÓN**

La cirugía bucal y maxilofacial, junto con la ortodoncia, son especialidades distintivas dentro del campo de la odontología, cuyo principal objetivo es optimizar la estética dentofacial. Esto incluye lograr una adecuada relación entre el maxilar y la mandíbula, una función oral eficiente y una oclusión dental correcta. No obstante, dado que la respiración es la función más esencial para el ser humano, esta desempeña un rol crucial en la armonía facial y la salud general. En consecuencia, una correcta posición lingual y una respiración nasal adecuada son elementos clave para un desarrollo facial saludable y equilibrado. En este sentido, los protocolos ortoquirúrgicos contemporáneos reconocen la importancia de no solo mejorar la sonrisa y la estética facial, sino también de optimizar el espacio de la vía aérea (1). En la actualidad, los cirujanos maxilofaciales y los ortodontistas juegan un rol fundamental en el enfoque interdisciplinario para el manejo de los trastornos de las vías respiratorias y del sueño. Este enfoque otorga una gran relevancia a la biología del desarrollo y a la medicina en la optimización de las vías respiratorias superiores, mediante la adecuada orientación espacial y el tamaño mandibular, así como a la forma y función de la vía aérea, el tipo de respiración y la formación craneofacial, ya que estos factores están interrelacionados durante el crecimiento (1). En consecuencia, estas especialidades buscan un equilibrio al abordar tanto la forma como la función en pacientes pediátricos y adultos, con el objetivo de optimizar la función respiratoria a lo largo de la vida. Esto contrasta con los tratamientos ortodóncicos tradicionales, que se han centrado principalmente en mejorar la estética dental y la función articular, dejando en un segundo plano los síntomas

respiratorios. Por lo tanto, es crucial dirigir la atención hacia las adaptaciones fisiológicas y musculares para tratar los trastornos respiratorios (2).

La vía aérea (VA) es una estructura tridimensional compuesta de estructuras blandas y duras que facilitan el paso del aire durante la respiración. Las estructuras blandas de la vía aérea superior (VAS) incluyen las fosas nasales, la faringe y la laringe, mientras que las estructuras duras que proporcionan soporte a estas son la mandíbula y el maxilar. Los cambios volumétricos en la VA se refieren a modificaciones en el espacio tridimensional a través del cual fluye el aire en las estructuras respiratorias, y pueden presentarse a distintos niveles, como la nasofaringe, orofaringe o hipofaringe. Por último, se considera que la posición de estructuras duras, como el maxilar y la mandíbula, o de estructuras blandas, como la lengua, afecta directamente el volumen de la VA (3).

La cirugía ortognática es un procedimiento quirúrgico que reposiciona los maxilares y puede alterar las dimensiones de la VAS, siendo el avance maxilo-mandibular y la rotación antihoraria del plano oclusal los movimientos más comúnmente empleados para incrementar sus dimensiones. Los beneficios estéticos y funcionales, particularmente en la mejora de la VA, han sido factores clave para considerar esta cirugía como una de las principales opciones en el tratamiento de la apnea obstructiva del sueño (AOS) (3). No obstante, el impacto de estos movimientos quirúrgicos en la VA no ha sido completamente comprobado. Así, se señala que los movimientos mandibulares aislados tienen una relación directamente proporcional con el aumento o disminución de la VA, aunque su efecto sobre la función respiratoria y la predisposición a desarrollar AOS no está totalmente definido (4).

La evaluación de los cambios volumétricos en la VA es crucial para entender cómo las modificaciones en los maxilares, derivadas de la cirugía ortognática, impactan la función respiratoria, la calidad del sueño y otros aspectos relacionados con la salud (5). Estos cambios pueden analizarse a través de técnicas como la tomografía computarizada y el análisis tridimensional de las estructuras respiratorias, entre otras, lo que aporta información valiosa tanto para la práctica clínica como para la investigación médica, permitiendo optimizar los resultados de los procedimientos quirúrgicos (6).

Es importante destacar que la apnea obstructiva del sueño (AOS) es un trastorno primario del sueño que afecta al 9% de las mujeres y al 24% de los hombres, entre los 30 y 60 años, y se caracteriza por la presencia de episodios repetitivos de colapso parcial o total de la VAS. La reducción sostenida del flujo de aire provoca hipoxia, lo que conlleva a efectos negativos en la salud general, como hipertensión, enfermedades cardiovasculares, síndrome metabólico e infartos, entre otros (7). El avance maxilo-mandibular mejora la permeabilidad de la VAS al estabilizar músculos clave como el tensor del velo del paladar, el palatogloso y el palatofaríngeo, lo cual es fundamental en el tratamiento de pacientes con AOS (8). El patrón esquelético (PE) se refiere a la relación existente entre la base del cráneo y los maxilares en sentido anteroposterior. Diversos autores, como Witts, Ricketts y Steiner, han investigado este concepto, siendo el método de Steiner uno de los más utilizados para determinar esta relación; este se basa en mediciones angulares entre estructuras intracraneales y puntos anatómicos de los maxilares, específicamente los ángulos SNA, SNB y ANB, para clasificar el PE. El ángulo ANB permite clasificar los casos en Clase I:  $1^{\circ} \leq \text{ANB} \leq 3^{\circ}$ , Clase II:  $\text{ANB} > 3^{\circ}$ , y Clase III:  $\text{ANB}$

$< 1^\circ$  (9,10). La literatura describe una relación entre el patrón facial y esquelético y el volumen de la VA, encontrándose que los pacientes con Clase III tienden a poseer una VA más amplia en comparación con los de Clase I, mientras que los pacientes con Clase II presentan una VA más reducida (11).

El uso de cefalometrías laterales para evaluar la VA tiene ciertas limitaciones, ya que se proyecta una estructura tridimensional en una imagen bidimensional, lo que genera distorsión, magnificación, superposición de estructuras craneofaciales bilaterales y dificultades para identificar puntos de referencia. No obstante, la mayor deficiencia de esta técnica es la falta de información sobre el volumen y el área transversal de la VA. En contraste, la tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) se ha convertido en una herramienta clave para la evaluación de las estructuras craneofaciales, permitiendo obtener imágenes de alta precisión con una exposición a la radiación menor que la tomografía espiral multicorte (TEM). Aunque la TCHC no distingue con claridad las estructuras de tejido blando, sí permite identificar los límites entre tejido blando y espacios vacíos, lo que justifica su uso para el análisis tridimensional de la VA (12).

En la última década, la TCHC ha ganado reconocimiento como una herramienta precisa y confiable para la evaluación tridimensional (3D) de las vías respiratorias superiores. Esto se debe a que ofrece ventajas tanto económicas como biológicas, al implicar una menor exposición a la radiación en comparación con las tomografías computarizadas médicas tradicionales o la resonancia magnética. Además, la TCHC permite obtener imágenes de las vías respiratorias con el paciente en posición sentada o de pie a diferencia de la TEM que es en posición decúbito supino y permite tiempos de adquisición más cortos, lo que reduce la posibilidad de

movimientos involuntarios que podrían afectar las mediciones volumétricas de las vías respiratorias (13).

La evaluación de la vía aérea mediante TCHC es un método preciso y confiable, con múltiples aplicaciones clínicas que van desde el análisis volumétrico y su relación con la morfología dentomaxilofacial, hasta su conexión con la AOS y la evaluación de la anatomía y patologías sinusales (1).

Diversos estudios mencionan que la prevalencia y gravedad de AOS, varían significativamente según el origen étnico, principalmente por diferencias morfoanatómicas y distribución de grasa corporal. En este contexto, resulta fundamental contemplar que la población peruana está compuesta de un mestizaje de pueblos indígenas, europeos, africanos y asiáticos reflejado en diferentes patrones esqueléticos. (26)

Por otro lado, es relevante destacar estudios previos realizados en Latinoamérica que han abordado esta problemática. Por ejemplo, Rodríguez et al., en su estudio de 2021, realizado en Colombia, encontraron que la mayoría de la población evaluada presentaba un PE Clase II, predominando el sexo masculino, seguido por el PE Clase III. Los pacientes fueron tratados quirúrgicamente, siendo el avance bimaxilar el movimiento más común. Los autores concluyeron que la cirugía ortognática permite realizar movimientos esqueléticos que contribuyen al manejo de las anomalías, resultando en un aumento del volumen de la VA (15).

Asimismo, el estudio realizado por Bustamante et al. en el año 2020, en Colombia tuvo como objetivo determinar los cambios volumétricos de las VA antes y después de la cirugía ortognática. Los resultados demostraron que los pacientes sometidos a esta intervención presentaron variaciones estructurales tanto lineales (en los

planos sagital y transversal) como volumétricas, especialmente en aquellos con un PE Clase II (16).

A nivel nacional, el estudio realizado por Paredes e Hidalgo en 2021 tuvo como objetivo evaluar el volumen de la VAS en diferentes PE faciales de una población peruana utilizando TCHC. Los resultados mostraron que el volumen promedio más elevado se encontró en pacientes con PE Clase III, con 7.37 cm<sup>3</sup> en la nasofaringe, 19.14 cm<sup>3</sup> en la orofaringe y 5.65 cm<sup>3</sup> en la hipofaringe. En la hipofaringe, se observó que los valores promedio de volumen fueron significativamente mayores en hombres con PE Clase II y III ( $p < 0.05$ ). Además, se encontró significancia estadística en la relación entre los patrones esqueléticos faciales y los volúmenes en la orofaringe e hipofaringe ( $p < 0.05$ ). Los autores concluyeron que, en la población peruana, el volumen promedio de la VAS es mayor en pacientes con PE Clase III en comparación con los de PE Clase I y II, siendo este resultado significativo en la orofaringe (11).

Debido a la estrecha relación entre la cirugía ortognática la modificación de la VAS se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los cambios volumétricos postoperatorios en la vía aérea evaluados mediante TCHC de una población de pacientes peruanos con diferentes patrones esqueléticos tratados con cirugía ortognática?

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar mediante TCHC los cambios volumétricos pre y postoperatorios de la vía aérea en pacientes con diferentes patrones esqueléticos de una población peruana tratados con cirugía ortognática.

### **Objetivos específicos**

1. Evaluar mediante TCHC el cambio volumétrico pre y postoperatorio de la vía aérea superior en pacientes con patrón esquelético clase I de una población peruana.
2. Evaluar mediante TCHC el cambio volumétrico pre y postoperatorio de la vía aérea superior en pacientes con patrón esquelético clase II de una población peruana.
3. Evaluar mediante TCHC el cambio volumétrico pre y postoperatorio de la vía aérea superior en pacientes con patrón esquelético clase III de una población peruana.
4. Evaluar mediante TCHC el cambio volumétrico pre y postoperatorio de la vía aérea superior en pacientes de una población peruana, según tipo de intervención.
5. Evaluar mediante TCHC el cambio volumétrico pre y postoperatorio de la vía aérea superior en pacientes con distinto patrón esquelético de una población peruana, según sexo.

6. Evaluar mediante TCHC el cambio volumétrico pre y postoperatorio de la vía aérea superior en pacientes con distinto patrón esquelético de una población peruana, según edad.
7. Comparar en TCHC el área mínima transversal preoperatoria y postoperatoria en la vía aérea superior en pacientes con distinto patrón esquelético de una población peruana.
8. Comparar en TCHC el volumen preoperatorio y postoperatorio de la vía aérea a nivel de nasofaringe en pacientes con distinto patrón esquelético de una población peruana.
9. Comparar en TCHC el volumen preoperatorio y postoperatorio de la vía aérea a nivel de orofaringe en pacientes con distinto patrón esquelético de una población peruana.
10. Comparar en TCHC el volumen preoperatorio y postoperatorio de la vía aérea a nivel de hipofaringe en pacientes con distinto patrón esquelético de una población peruana.

### **III. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **Diseño del estudio**

Observacional, descriptivo y retrospectivo.

#### **Población**

La población estuvo constituida por los estudios de tomografías computarizadas de haz cónico pre y postoperatorias de pacientes peruanos sometidos a cirugía ortognática e intervenidos por un cirujano bucal y maxilofacial (JHCh) entre 2021 y 2023, en Lima - Perú.

#### **Muestra**

La muestra se seleccionó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, se incluyeron en el estudio finalmente solo aquellas tomografías computarizadas de haz cónico de pacientes peruanos sometidos a cirugía ortognática que cumplieron con los criterios de selección establecidos, y consto de 35 Tomografías Computarizadas de Haz Cónico

#### **Criterios de selección**

- **Criterios de inclusión:**

- Tomografías computarizadas de haz cónico de pacientes entre 18 y 60 años.
  - Tomografías computarizadas de haz cónico que abarque hasta la cuarta vertebra cervical
- **Criterios de exclusión:**
- Tomografías computarizadas de haz cónico de pacientes con secuelas de anomalías craneofaciales.
  - Tomografías computarizadas de haz cónico de pacientes con secuelas de trauma maxilofacial.

### **Definición operacional de variables**

Para este estudio se consideraron las siguientes variables (Anexo 1):

- **Volumen de la vía aérea superior:** Área anatómica que se extiende desde el contorno superior del tejido blando de la pared faríngea a nivel anterior, hasta un plano frontal perpendicular al plano de Frankfort que pasa a través de espina nasal posterior y, a nivel inferior, hasta un plano paralelo al plano de Frankfort que conecta la base de epiglotis con la entrada del esófago. Su medida pre y postoperatoria se obtuvo del estudio tomográfico. Es una variable tipo cuantitativa y continua, de escala de razón, evaluada en centímetros cúbicos. (Figura 2)
- **Patrón esquelético:** Relación que existe entre la base de cráneo anterior y los maxilares en sentido anteroposterior, según la relación silla, nasion, punto A y punto B y la relación entre ellos. Registrada en el estudio tomográfico en

valores numéricos y clasificada según los valores del ángulo ANB. Es una variable cualitativa politómica nominal, con valores: Clase I ( $1^\circ \leq \text{ANB} \leq 3^\circ$ ), Clase II ( $\text{ANB} > 3^\circ$ ) y Clase III ( $\text{ANB} < 1^\circ$ ). (Figura 3)

- **Cambio volumétrico postoperatorio de la vía aérea superior:** Diferencia entre la medida post y preoperatoria del volumen de la vía aérea superior. Su medida se calculó a partir del estudio tomográfico. Es una variable tipo cuantitativa y continua, de escala de intervalo, evaluada en centímetros cúbicos.
- **Tipo de intervención:** Categoría procedimiento quirúrgico que se encarga de corregir las deformidades dento-craneo-maxilofaciales mediante movimientos óseos maxilares, mandibulares y de mentón, para lograr un equilibrio de las características faciales del paciente. Registrado en la ficha de recolección de datos. Se trata de una variable cualitativa politómica nominal, con valores: Avance maxilar + Retroceso mandibular + Avance y descenso del mentón, Avance y giro antihorario maxilar + Avance y giro antihorario mandibular + Avance e intrusión del mentón, Avance y giro antihorario maxilar + Avance y giro antihorario mandibular + Avance y descenso del mentón, Avance y giro antihorario maxilar + Giro antihorario mandibular + Avance y descenso del mentón, Avance y giro antihorario maxilar + Retroceso y giro antihorario mandibular, Avance y giro antihorario maxilar + Retroceso y giro antihorario mandibular + Avance del mentón, Avance y giro horario maxilar + Avance y giro horario mandibular, Avance y giro horario maxilar + Avance y giro horario mandibular + Avance del mentón, Avance y giro horario maxilar + Avance y giro horario mandibular + Avance e intrusión del mentón, Avance y giro horario maxilar + Retroceso y giro horario mandibular, Avance y giro horario maxilar

- + Retroceso y giro horario mandibular + Avance del mentón, Avance y giro horario maxilar + Retroceso y giro horario mandibular + Intrusión del mentón, y Retroceso y giro antihorario maxilar + Avance y giro antihorario mandibular + Avance y descenso del mentón.
- **Sexo:** Genotipo del paciente al momento del nacimiento. Registrado en el estudio tomográfico. Se trata de una variable cualitativa dicotómica nominal, con valores: masculino y femenino.
  - **Edad:** Tiempo transcurrido a desde el nacimiento de un individuo hasta la fecha del estudio de tomografía computarizada de haz cónico. Registrada en el estudio tomográfico en números enteros y clasificada según grupos etarios de forma arbitraria. Es una variable cualitativa politómica ordinal, con valores: Hasta 20 años, 21 a 30 años, 31 a 40 años, >40 años.
  - **Área mínima transversal de la vía aérea superior:** Área en que, al corte axial, la vía aérea presenta menor dimensión. Su medida pre y postoperatoria se obtuvo del estudio tomográfico. Es una variable tipo cuantitativa y continua, de escala de razón, evaluada en milímetros cuadrados.
  - **Nasofaringe:** Subregión de la vía aérea superior delimitada a nivel superior por el contorno superior de pared faríngea, a nivel inferior por un plano paralelo que pasa por la espina nasal posterior, a nivel anterior por un plano perpendicular a la espina nasal posterior, y a nivel posterior por la pared faríngea. Su medida pre y postoperatoria se obtuvo del estudio tomográfico. Es una variable tipo cuantitativa y continua, de escala de razón, evaluada en centímetros cúbicos.
  - **Orofaringe:** Subregión de la vía aérea superior delimitada a nivel superior por un plano paralelo a espina nasal posterior, a nivel inferior por un plano paralelo

a borde anteroinferior de la tercera vertebra cervical, a nivel anterior por un plano perpendicular a la espina nasal posterior, y a nivel posterior por la pared faríngea. Su medida pre y postoperatoria se obtuvo del estudio tomográfico. Es una variable tipo cuantitativa y continua, de escala de razón, evaluada en centímetros cúbicos.

- **Hipofaringe:** Subregión de la vía aérea superior delimitada a nivel superior por un plano paralelo al borde anteroinferior de la tercera vertebra cervical, a nivel inferior por un plano paralelo al borde anteroinferior de la cuarta vertebra cervical, a nivel anterior por un plano perpendicular a la espina nasal posterior y a nivel posterior por la pared faríngea. Su medida pre y postoperatoria se obtuvo del estudio tomográfico. Es una variable tipo cuantitativa y continua, de escala de razón, evaluada en centímetros cúbicos.

### **Procedimientos y técnicas**

Se realizaron la totalidad de trámites necesarios para proceder con la ejecución de la investigación. Posteriormente se solicitaron los estudios de tomografías computarizadas de haz cónico pre y postoperatorias de pacientes peruanos sometidos a cirugía ortognática e intervenidos por un cirujano bucal y maxilofacial (JHCh) entre 2021 y 2023.

Tras la selección de la muestra de tomografías, se realizó una capacitación en el uso del software NEMOFAB v. 2020 con el objetivo de estandarizar todas las imágenes en un solo visor, ello debido a que las tomografías se tomaron en distintos establecimientos que realizan de estudios por imágenes, como: IDX Radiología

Perú, IDM - Instituto de Diagnóstico Maxilofacial y CDI Perú. Asimismo, se realizó la calibración en técnicas de medición de imágenes, con un cirujano dentista especialista en Radiología Bucal y Maxilofacial con más de 5 años de experiencia; se utilizó el coeficiente de correlación intraclase para determinar la concordancia interexaminador buscando alcanzar el valor de 1, el cual indicó confiabilidad casi perfecta entre los evaluadores.

La evaluación de la vía aérea en los estudios de tomografías pre y postoperatorias se realizó con el software NEMOFAB, utilizando el método de observación directa en computadora.

Para la evaluación de la vía aérea en los estudios de tomografías se consideró el protocolo descrito por Guijarro-Martínez y Swennen, el cual orienta inicialmente el volumen tomográfico en relación al plano de Frankfort en sentido sagital, fijando la espina nasal anterior en el centro del volumen (Figura 1); asimismo, delimita la nasofaringe desde el tejido blando de pared faríngea hasta un plano horizontal a nivel de la espina nasal posterior (ENP), la orofaringe desde el plano horizontal a nivel de la ENP hasta un plano horizontal a nivel de punto más inferior de cuerpo de C3 (C3ai), y la hipofaringe desde el plano horizontal a nivel de C3ai hasta un plano horizontal en la base de la epiglotis (17); de esta manera, se obtuvo el volumen en  $\text{cm}^3$  para cada patrón esquelético pre y postoperatorio. Para evaluar el tipo de intervención se realizó en el software NemoFab la superposición de la tomografía preoperatoria con la postoperatoria basándose en estructuras de base de cráneo como nasion, y el punto cigomático-orbitario, y después se evaluó que tipo de movimiento se realizó a nivel de maxilar, mandíbula y mentón, Para ((Figura 4)

Tras ello, utilizando la ficha de recolección de datos (Anexo 3), se recogió información respecto a las variables.

Una vez recolectada la información, se procedió a organizarla haciendo uso del software Microsoft Excel, para posteriormente realizar al análisis de datos.

### **Plan de análisis**

El programa estadístico STATA 18.0 fue empleado con un nivel de confianza de 95% y un p-valor menor a 0.05. Se realizó el análisis descriptivo de las variables, se obtuvieron frecuencias absolutas y relativas, promedios y desviaciones estándar, y se utilizaron las pruebas estadísticas t de Student para muestras relacionadas, ANOVA, U de Mann-Whitney y Kruskal Wallis para determinar diferencias estadísticas entre las medidas obtenidas.

### **Aspectos éticos del estudio**

El presente estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CIE-UPCH), previa aprobación de la Unidad Integrada de Gestión de Investigación, Ciencia y Tecnología de las Facultades de Medicina, Estomatología y Enfermería. (Anexo 4)

La investigación se desarrolló manteniendo en estricta reserva los nombres de los pacientes y la información obtenida de sus estudios de tomografías computarizadas de haz cónico, a través de una codificación numérica correlativa, considerando siempre la pauta ética internacional número 22 del Consejo de Organizaciones

Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS) 2016, la cual indica que las fichas de recolección de datos serán desechadas luego de 1 año posterior a finalizar la investigación.

#### IV. RESULTADOS

En este estudio se evaluaron los cambios volumétricos postoperatorios de la vía aérea superior en pacientes de una población peruana sometidos a cirugía ortognática utilizando tomografía computarizada de haz cónico (TCHC). Se incluyeron 35 TCHC de pacientes con diferentes patrones esqueléticos siendo 5 Clase I, 8 Clase II y 22 Clase III, distribuidos en 17 masculinos y 18 femeninos, con un análisis que consideró el tipo de intervención quirúrgica, el sexo, la edad, el área mínima transversal y las subregiones de la vía aérea (nasofaringe, orofaringe e hipofaringe).

Cuando se evaluó el volumen de la vía aérea superior según el patrón esquelético, los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas tras la cirugía ortognática, en los patrones Clase I y II. En el patrón Clase I se observó un aumento significativo en el volumen de la vía aérea superior de  $25.74 \text{ cm}^3 \pm 9.63$  preoperatorio a  $30.26 \text{ cm}^3 \pm 9.87$  postoperatorio ( $p = 0.004$ ) y en el patrón Clase II hubo un incremento volumétrico de  $21.58 \text{ cm}^3 \pm 5.10$  a  $26.93 \text{ cm}^3 \pm 5.95$  ( $p = 0.039$ ). En el patrón Clase III, aunque el volumen también aumentó de  $30.22 \text{ cm}^3 \pm 9.31$  a  $32.98 \text{ cm}^3 \pm 8.64$ , este cambio no fue estadísticamente significativo ( $p = 0.104$ ) (Tabla 1).

El cambio volumétrico de la vía aérea superior según el patrón esquelético también fue evaluado; y aunque se evidenció un incremento en cada patrón, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre ellos ( $p = 0.624$ ). Para el patrón

Clase I el cambio volumétrico fue de  $4.53 \text{ cm}^3 \pm 1.65$ , para el patrón Clase II fue de  $5.35 \text{ cm}^3 \pm 5.95$  y para el patrón Clase III fue de  $2.76 \text{ cm}^3 \pm 7.62$  (Tabla 1).

El tipo de intervención fue otro factor considerado para la evaluación del cambio volumétrico de la vía aérea superior, pero no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los cambios obtenidos ( $p = 0.216$ ). El mayor incremento volumétrico se observó en los pacientes sometidos a Avance y giro horario maxilar + Avance y giro horario mandibular, con un cambio de  $9.42 \text{ cm}^3$ . En contraste, la mayor disminución volumétrica se observó en los pacientes sometidos a Avance y giro horario maxilar + Avance y giro horario mandibular + Avance del mentón, con un cambio de  $-9.08 \text{ cm}^3$  (Tabla 2).

Asimismo, se evaluaron las diferencias en el cambio volumétrico de la vía aérea superior por sexo, dentro de los diferentes patrones esqueléticos. En el patrón Clase I, los pacientes femeninos mostraron un mayor cambio volumétrico ( $4.76 \text{ cm}^3 \pm 1.81$ ) que los masculinos ( $3.61 \text{ cm}^3$ ), aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa ( $p = 0.800$ ). En el patrón Clase II, los pacientes masculinos presentaron un incremento más marcado ( $10.27 \text{ cm}^3 \pm 3.27$ ) en comparación con los femeninos ( $3.71 \text{ cm}^3 \pm 5.88$ ), aunque nuevamente sin significancia estadística ( $p = 0.286$ ). En el patrón Clase III, los pacientes masculinos evidenciaron un incremento superior ( $3.22 \text{ cm}^3 \pm 9.25$ ) al de los femeninos ( $1.95 \text{ cm}^3 \pm 3.79$ ), igualmente sin significancia estadística ( $p = 0.815$ ) (Tabla 3).

Al analizar el cambio volumétrico de la vía aérea superior según la edad, se observaron variaciones al interior de los distintos patrones esqueléticos. En el patrón Clase I, los pacientes de 31 a 40 años presentaron el mayor incremento en el

volumen de la vía aérea ( $5.26 \text{ cm}^3 \pm 2.85$ ), mientras que un paciente mayor de 40 años presentó el menor incremento ( $3.61 \text{ cm}^3$ ); estos cambios no mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0.741$ ). En el patrón Clase II, los pacientes de 21 a 30 años presentaron el mayor aumento en el volumen de la vía aérea ( $6.55 \text{ cm}^3 \pm 7.54$ ), seguido por el grupo de pacientes de 31 a 40 años ( $3.36 \text{ cm}^3 \pm 0.92$ ); aunque tampoco se mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0.180$ ). En el patrón Clase III, si bien los pacientes de 31 a 40 años evidenciaron el mayor incremento en el volumen de la vía aérea ( $4.71 \text{ cm}^3 \pm 10.57$ ), el grupo de pacientes mayores de 40 años presentó una disminución ( $-2.74 \text{ cm}^3 \pm 1.43$ ); aun así, estos cambios tampoco mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0.567$ ) (Tabla 4).

Cuando se comparó el área mínima transversal preoperatoria y postoperatoria de la vía aérea, se identificó un aumento generalizado en todos los patrones esqueléticos, aunque los cambios no fueron estadísticamente significativos en ninguno de ellos. En el patrón Clase I el área mínima transversal de la vía aérea aumentó de  $185.44 \text{ mm}^2 \pm 125.18$  a  $243.76 \text{ mm}^2 \pm 125.18$  ( $p = 0.053$ ). En el patrón Clase II el área mínima transversal de la vía aérea incrementó de  $139.99 \text{ mm}^2 \pm 77.91$  a  $186.05 \text{ mm}^2 \pm 60.22$  ( $p = 0.173$ ). En el patrón Clase III el área mínima transversal de la vía aérea aumentó de  $221.04 \text{ mm}^2 \pm 93.30$  a  $235.20 \text{ mm}^2 \pm 79.86$  ( $p = 0.495$ ) (Tabla 5).

El volumen preoperatorio y postoperatorio de la vía aérea a nivel de la nasofaringe también se comparó en los distintos patrones esqueléticos. Se observaron incrementos significativos en el patrón Clase II, de  $6.10 \text{ cm}^3 \pm 1.58$  a  $7.95 \text{ cm}^3 \pm 1.56$  ( $p = 0.005$ ), y en el patrón Clase III, de  $7.22 \text{ cm}^3 \pm 2.75$  a  $8.03 \text{ cm}^3 \pm 2.29$  ( $p$

= 0.003); mientras que el incremento en el patrón Clase I, de  $7.86 \text{ cm}^3 \pm 1.84$  a  $8.95 \text{ cm}^3 \pm 1.95$ , fue estadísticamente no significativo ( $p = 0.059$ ) (Tabla 6).

De manera similar, se comparó el volumen preoperatorio y postoperatorio de la vía aérea a nivel de la orofaringe en los diferentes patrones esqueléticos. Se evidenció un aumento volumétrico estadísticamente significativo en el patrón Clase I, de  $13.73 \text{ cm}^3 \pm 7.54$  a  $16.83 \text{ cm}^3 \pm 7.24$  ( $p = 0.041$ ); e incrementos volumétricos estadísticamente no significativos en el patrón Clase II, de  $11.20 \text{ cm}^3 \pm 3.87$  a  $14.97 \text{ cm}^3 \pm 4.68$  ( $p = 0.066$ ), y en el patrón Clase III, de  $17.67 \text{ cm}^3 \pm 6.19$  a  $19.85 \text{ cm}^3 \pm 6.08$  ( $p = 0.082$ ) (Tabla 7).

Finalmente, en los diferentes patrones esqueléticos, también se comparó el volumen preoperatorio y postoperatorio de la vía aérea a nivel de la hipofaringe; sin embargo, no se observaron cambios estadísticamente significativos en ninguno de los patrones. En el patrón Clase I el volumen de la vía aérea a nivel de la hipofaringe aumentó de  $4.14 \text{ cm}^3 \pm 1.71$  a  $4.60 \text{ cm}^3 \pm 1.89$  ( $p = 0.308$ ). En el patrón Clase II el volumen de la vía aérea a nivel de la hipofaringe incrementó de  $4.28 \text{ cm}^3 \pm 1.28$  a  $4.13 \text{ cm}^3 \pm 1.47$  ( $p = 0.845$ ). En el patrón Clase III el volumen de la vía aérea a nivel de la hipofaringe disminuyó de  $5.30 \text{ cm}^3 \pm 1.76$  a  $5.10 \text{ cm}^3 \pm 1.63$  ( $p = 0.579$ ) (Tabla 8).

## V. DISCUSIÓN

El análisis realizado en este estudio confirma el impacto significativo de la cirugía ortognática en la remodelación de la vía aérea superior, consolidando su importancia tanto en la corrección de deformidades dentofaciales como en la mejora funcional de las estructuras faríngeas. Al evaluar pacientes peruanos mediante tomografía computarizada de haz cónico (TCHC), se identificaron patrones específicos en los cambios volumétricos según el tipo de intervención quirúrgica, el patrón esquelético y factores demográficos. Estos resultados se alinean y contrastan con distintas investigaciones previas realizadas a nivel mundial, las cuales abordan estas modificaciones desde perspectivas metodológicas y clínicas diversas, enriqueciendo el entendimiento global del tema (11, 18-25).

Al evaluar el patrón esquelético, se evidenció que en pacientes de Clase II, los avances maxilomandibulares demostraron ser intervenciones altamente efectivas para aumentar el volumen de la vía aérea superior. Este hallazgo es consistente con el estudio realizado en Brasil por Alzambuja et al., quienes destacaron que este tipo de cirugía es crucial para optimizar la funcionalidad respiratoria en casos de retrognatia mandibular (18). Investigaciones recientes, como la de Ravelo et al. en Chile y Chen et al. en Estados Unidos, reforzaron esta evidencia al documentar mejoras volumétricas significativas en esta clase esquelética, con cambios que impactan tanto el volumen total como el área mínima transversal (23,24). Estas observaciones coinciden con el presente estudio, donde se identificaron incrementos notables en el volumen de la vía aérea superior, subrayando la eficacia

de los movimientos combinados en la corrección de anomalías anatómicas y funcionales en este patrón.

En contraste, los resultados en pacientes con patrón esquelético de Clase III mostraron incrementos volumétricos no significativos, una tendencia que difiere de estudios como el de Riekert et al. en Alemania, donde se observó que los avances maxilares pueden compensar parcialmente las reducciones causadas por retrocesos mandibulares controlados (19). Otras investigaciones, como la de Chen et al. en Estados Unidos, y la revisión sistemática realizada por Steegman et al., destacaron que los movimientos quirúrgicos en pacientes de Clase III deben planificarse cuidadosamente, ya que los retrocesos mandibulares aislados tienden a reducir el volumen de la vía aérea, mientras que los avances maxilares asociados a cirugías bimaxilares mitigan estos efectos negativos. Esta variabilidad en los hallazgos enfatiza la necesidad de enfoques quirúrgicos personalizados que consideren las características anatómicas y funcionales individuales para evitar complicaciones respiratorias postoperatorias (24, 25).

El análisis de las subregiones faríngeas en este estudio reveló características específicas de respuesta según el patrón esquelético. Los cambios más significativos se observaron en la nasofaringe y la orofaringe en las clases II y I, respectivamente, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Lazzarotto et al. en Italia, quienes resaltaron que las modificaciones volumétricas tienden a ser más pronunciadas en estas regiones tras procedimientos quirúrgicos combinados, especialmente en casos que involucran expansión maxilar o movimientos de avance mandibular (21). Por su parte, Steegman et al. subrayaron que las intervenciones quirúrgicas sobre el maxilar tienen un impacto positivo en estas subregiones, lo que

se refleja también en los hallazgos del presente análisis. Esta consistencia refuerza la idea de que las subregiones nasofaríngea y orofaríngea son altamente susceptibles a las modificaciones anatómicas inducidas por los movimientos quirúrgicos (25).

El área mínima transversal mostró aumentos generalizados en este estudio, aunque no alcanzaron significancia estadística, lo que contrasta con los resultados de Chen et al., quienes observaron incrementos significativos en pacientes sometidos a impacción maxilar combinada con avance mandibular (24). Steegman et al. también reportaron mejoras notables en este parámetro tras cirugías bimaxilares, destacando su relevancia clínica para la funcionalidad respiratoria (25). Las diferencias observadas entre los estudios podrían estar influenciadas por variaciones metodológicas, diferencias en las características demográficas y anatómicas de las poblaciones estudiadas, y los tipos de intervenciones quirúrgicas realizadas (24,25).

Desde una perspectiva clínica, los hallazgos de este y otros estudios subrayan la importancia de personalizar las intervenciones quirúrgicas para maximizar los beneficios anatómicos y funcionales. Los avances maxilomandibulares, especialmente en combinación con procedimientos como la mentoplastia, se consolidan como técnicas esenciales para optimizar la vía aérea superior en pacientes Clase II, mientras que en Clase III, los retrocesos mandibulares deben ser cuidadosamente limitados y compensados con avances maxilares para evitar reducciones perjudiciales en el volumen de la vía aérea (20,22). Además, estudios como los de Gachet et al. en Brasil y Al-Bahrani et al. en Iraq enfatizan la necesidad de considerar factores como el sexo y la edad en la planificación quirúrgica, dado su impacto en las características volumétricas de la vía aérea superior (20,22).

Entre las limitaciones del presente estudio, se incluye su diseño retrospectivo, el tamaño muestral limitado y la falta de un seguimiento a largo plazo, lo que restringe la evaluación de la estabilidad de los cambios volumétricos observados. Lazzarotto et al. y Steegman et al. han resaltado la importancia de estudios prospectivos que integren análisis funcionales detallados para comprender mejor la relación entre los cambios anatómicos y los resultados clínicos, especialmente en pacientes predispuestos a trastornos respiratorios como la apnea obstructiva del sueño (21,25). Investigaciones futuras deberían abordar estas limitaciones, integrando diagnósticos funcionales respiratorios como la polisomnografía y evaluaciones longitudinales a largo plazo que permitan una mejor comprensión de los beneficios y riesgos asociados a la cirugía ortognática.

## VI. CONCLUSIONES

De forma general, es posible concluir que:

La cirugía ortognática genera cambios volumétricos significativos en la vía aérea superior, principalmente en pacientes con patrones esqueléticos Clase I y Clase II de una población peruana, según lo evaluado mediante tomografía computarizada de haz cónico, lo que evidencia su impacto positivo en la funcionalidad respiratoria. Asimismo, de manera específica, la investigación realizada permite concluir lo siguiente:

1. En pacientes con patrón esquelético clase I, se observó un incremento estadísticamente significativo en el volumen de la vía aérea superior postoperatoria, lo que destaca la eficacia de la cirugía ortognática en este grupo.
2. En pacientes con patrón esquelético clase II, el volumen de la vía aérea superior mostró un incremento estadísticamente significativo tras la cirugía ortognática, lo que refleja una mejora en las dimensiones respiratorias en este patrón.
3. En pacientes con patrón esquelético clase III, el volumen de la vía aérea superior mostró un aumento tras la cirugía ortognática, aunque este cambio no alcanzó significancia estadística, indicando variaciones individuales en los resultados.
4. Los cambios volumétricos en la vía aérea superior no presentaron diferencias estadísticamente significativas según el tipo de intervención quirúrgica,

aunque ciertas técnicas mostraron mayores incrementos volumétricos en casos específicos.

5. Al analizar los cambios volumétricos de la vía aérea superior según el sexo, no se encontraron diferencias significativas, aunque se observaron tendencias hacia mayores incrementos en pacientes masculinos con patrones clase II y III.
6. Los cambios volumétricos de la vía aérea superior según la edad no mostraron diferencias estadísticamente significativas, pero los incrementos más pronunciados se registraron en pacientes jóvenes dentro de cada patrón esquelético.
7. El área mínima transversal de la vía aérea superior aumentó tras la cirugía ortognática en todos los patrones esqueléticos, aunque los cambios no fueron significativos, evidenciando la necesidad de estudios adicionales para confirmar este hallazgo.
8. A nivel de la nasofaringe, se observaron incrementos significativos en los volúmenes postoperatorios de los patrones clase II y clase III, mientras que en el patrón clase I los cambios no fueron estadísticamente relevantes.
9. A nivel de la orofaringe, el patrón clase I mostró un aumento volumétrico significativo, mientras que los patrones clase II y clase III evidenciaron incrementos que no alcanzaron significancia estadística.
10. A nivel de la hipofaringe, los cambios en el volumen de la vía aérea superior no fueron estadísticamente significativos en ninguno de los patrones esqueléticos, lo que sugiere un impacto menor de la cirugía ortognática en esta región específica.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pradhan T, Sethia A. Effects of Various Dentofacial Orthopedic and Orthognathic Treatment Modalities on Pharyngeal Airway. In: Bourzgui F. Current Trends in Orthodontics. London: IntechOpen; 2022. p. 1-12.
2. Ghodasra R, Brizuela M. Orthodontics, Malocclusion. In: StatPearls. Treasure Island: StatPearls Publishing; 2024. p. 1-19.
3. Ravelo V, Olate S, Huentequero-Molina C, Haidar S, Martínez F, Garay I, et al. Cambios en la Vía Aérea Después de Cirugía Ortognática Bimaxilar. *Int. J. Morphol.* 2022;40( 5 ):1361-67.
4. Yang HJ, Jung YE, Kwon IJ, Lee JY, Hwang SJ. Airway changes and prevalence of obstructive sleep apnoea after bimaxillary orthognathic surgery with large mandibular setback. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2020;49(3):342-49.
5. Safi, M, Amiri A, Nasrabadi N, Khosravi S. Comparing Outcomes of Airway Changes and Risk of Sleep Apnea after Bimaxillary Orthognathic Surgery and Mandibular Setback Surgery in Patients with Skeletal Class III Malocclusion: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada.* 2021;21:e0222.
6. Faur CI, Roman RA, Bran S, Dinu C, Coclici A, Rotaru H, et al. The Changes in Upper Airway Volume after Orthognathic Surgery Evaluated by Individual Segmentation on CBCT Images. *Maedica (Bucur).* 2019;14(3):213-19.
7. Boyd SB. Management of obstructive sleep apnea by maxillomandibular advancement. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2009;21(4):447-57.

8. Liu SY, Wayne R, Pogrel A, Guilleminault C. Sleep Surgery in the Era of Precision Medicine. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2019;27(1):1-5.
9. Steiner C. Cephalometrics for you and me. *American Journal of Orthodontics.* 1953;39(10):729-55.
10. Huamaní H. Volumen de la vía orofaríngea según el biotipo facial en tomografías cone beam de pacientes que acudieron al Instituto de Diagnóstico Maxilofacial. [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2016.
11. Paredes R, Hidalgo J. Volumen de la vía aérea superior en diferentes patrones esqueléticos faciales de una población peruana en tomografía computarizada de haz cónico. *Rev Estomatol Herediana.* 2021;31(2):103-10.
12. Guijarro-Martínez R, Swennen GR. Cone-beam computerized tomography imaging and analysis of the upper airway: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011;40(11):1227-37.
13. Steegman R, Hogeveen F, Schoeman A, Ren Y. Cone beam computed tomography volumetric airway changes after orthognathic surgery: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2023;52(1):60-71.
14. Sittitavornwong S, Waite PD. Imaging the upper airway in patients with sleep disordered breathing. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2009;21(4):389-402.
15. Rodríguez A, Piraján N. Evaluación de los cambios de la vía aérea en sus tres dimensiones superior media e inferior posterior a cirugía ortognática en pacientes del Hospital Militar Central. [Tesis para optar el Título de

Especialista en Cirugía Oral y Maxilofacial]. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada; 2021.

16. Bustamante JA, Cárdenas JR, López LM, Pinto YA. Dimensiones volumétricas de las vías aéreas observadas en tomografías antes y después de cirugía ortognática en una consulta privada de Floridablanca 2014-2019 [Tesis para optar el Título de Especialista en Ortodoncia]. Bucaramanga: Universidad Santo Tomas; 2020.
17. Guijarro-Martínez R, Swennen GR. Three-dimensional cone beam computed tomography definition of the anatomical subregions of the upper airway: a validation study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2013;42(9):1140-9.
18. Alzambuja LF, Pinto PE, Maia RL, Chihara L, Sant'Ana E. Computed tomography visualizing alterations in the upper airway after orthognathic surgery. *J Craniomaxillofac Surg.* 2019;47(7):1041-45.
19. Riekert M, Kreppel M, Schier R, Zöllner JE, Rempel V, Schick VC. Postoperative complications after bimaxillary orthognathic surgery: A retrospective study with focus on postoperative ventilation strategies and posterior airway space (PAS). *J Craniomaxillofac Surg.* 2019;47(12):1848-54.
20. Barbosa CG, Fiamoncini E, Gonçalves E. Tomographic analysis of airspace volume and pharyngeal area in patients undergoing orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2024;52:198–9.
21. Lazzarotto A, Franz L, Stella E, Tel A, Sembronio S, Costa F, et al. Volumetric Analysis of Fat Injection by Computerized Tomography in Orthognathic Surgery: Preliminary Report on a Novel Volumetric Analysis

- Process for the Quantification of Aesthetic Results. *J Craniofac Surg.* 2019; 0(3):771-76.
22. Al-Bahrani ZM, Najm AA, Hadi FA. CBCT Analysis of Oropharynx Airway Volume. *J Craniofac Surg.* 2023;34(8):e816-e818.
  23. Ravelo V, Olate G, Unibazo A, De Moraes M, Olate S. Retrospective Analysis of the Airway Space Changes in Dentofacial Deformity after Two-Jaw Orthognathic Surgery Using Cone Beam Computed Tomography. *J Pers Med.* 2023 Aug 14;13(8):1256.
  24. Chen A, Polido W. How do orthognathic surgical movements affect the postoperative posterior airway volume and maximum constriction area? *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2024;52(2):124-124
  25. Steegman R, Hogeveen F, Schoeman A, Ren Y. Cone beam computed tomography volumetric airway changes after orthognathic surgery: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2023;52(1):60-71.
  
  26. Hnin K, Mukherjee S, Antic N, Catcheside P, Chai-Coetzer C, McEvoy D et al. The impact of ethnicity on the prevalence and severity of obstructive sleep apnea. *Sleep Med Rev.* 2018 Oct;41:78-86.

## VIII. TABLAS

**Tabla 1:** Evaluación tomográfica de los cambios volumétricos postoperatorios de la vía aérea superior en pacientes con diferentes patrones esqueléticos de una población peruana tratada con cirugía ortognática.

Patrón esquelético	n	%	Volumen de la vía aérea superior (cm <sup>3</sup> )				p*	Cambio volumétrico de la vía aérea superior (cm <sup>3</sup> )		
			Preoperatorio		Postoperatorio			X	DE	p**
			X	DE	X	DE				
Clase I	5	14.28	25.74	9.63	30.26	9.87	0.004	4.53	1.65	
Clase II	8	22.86	21.58	5.10	26.93	5.95	0.039	5.35	5.95	0.624
Clase III	22	62.86	30.22	9.31	32.98	8.64	0.104	2.76	7.62	

n: Frecuencia absoluta. %: Frecuencia relativa. X: Promedio. DE: Desviación estándar. p: Significancia estadística.

\* Prueba t de Student para muestras relacionadas

\*\* Prueba ANOVA

**Tabla 2:** Evaluación tomográfica de los cambios volumétricos postoperatorios de la vía aérea superior en pacientes de una población peruana tratada con cirugía ortognática, según tipo de intervención.

Tipo de intervención	n	%	Cambio volumétrico de la vía aérea superior (cm <sup>3</sup> )		
			X	DE	p*
Avance maxilar + Retroceso mandibular + Avance y descenso del mentón	2	5.71	-4.86	5.92	
Avance y giro antihorario maxilar + Avance y giro antihorario mandibular + Avance e intrusión del mentón	2	5.71	4.48	0.53	
Avance y giro antihorario maxilar + Avance y giro antihorario mandibular + Avance y descenso del mentón	5	14.29	8.28	4.58	
Avance y giro antihorario maxilar + Giro antihorario mandibular + Avance y descenso del mentón	3	8.57	5.70	2.16	
Avance y giro antihorario maxilar + Retroceso y giro antihorario mandibular	5	14.29	6.91	6.80	
Avance y giro antihorario maxilar + Retroceso y giro antihorario mandibular + Avance del mentón	2	5.71	2.46	1.99	
Avance y giro horario maxilar + Avance y giro horario mandibular	2	5.71	9.42	10.30	0.216
Avance y giro horario maxilar + Avance y giro horario mandibular + Avance del mentón	2	5.71	-9.08	5.51	
Avance y giro horario maxilar + Avance y giro horario mandibular + Avance e intrusión del mentón	1	2.86	0.66	-	
Avance y giro horario maxilar + Retroceso y giro horario mandibular	6	17.14	2.10	6.92	
Avance y giro horario maxilar + Retroceso y giro horario mandibular + Avance del mentón	3	8.57	3.79	6.64	
Avance y giro horario maxilar + Retroceso y giro horario mandibular + Intrusión del mentón	1	2.86	1.41	-	
Retroceso y giro antihorario maxilar + Avance y giro antihorario mandibular + Avance y descenso del mentón	1	2.86	2.30	-	

n: Frecuencia absoluta. %: Frecuencia relativa. X: Promedio. DE: Desviación estándar. p: Significancia estadística.

\* Prueba de Kruskal Wallis

**Tabla 3:** Evaluación tomográfica de los cambios volumétricos postoperatorios de la vía aérea superior en pacientes con diferentes patrones esqueléticos de una población peruana tratada con cirugía ortognática, según sexo.

Patrón esquelético / Sexo	n	%	Cambio volumétrico de la vía aérea superior (cm <sup>3</sup> )		
			X	DE	p*
Clase I					
Masculino	1	20.00	3.61	-	0.800
Femenino	4	80.00	4.76	1.81	
Clase II					
Masculino	2	25.00	10.27	3.27	0.286
Femenino	6	75.00	3.71	5.88	
Clase III					
Masculino	14	63.64	3.22	9.25	0.815
Femenino	8	36.36	1.95	3.79	

n: Frecuencia absoluta. %: Frecuencia relativa. X: Promedio. DE: Desviación estándar.  
p: Significancia estadística.

\* Prueba U de Mann-Whitney

**Tabla 4:** Evaluación tomográfica de los cambios volumétricos postoperatorios de la vía aérea superior en pacientes con diferentes patrones esqueléticos de una población peruana tratada con cirugía ortognática, según edad.

Patrón esquelético / Edad	n	%	Cambio volumétrico de la vía aérea superior (cm <sup>3</sup> )		
			X	DE	p*
Clase I					
Hasta 20 años	0	0.00	-	-	0.741
21 a 30 años	2	40.00	4.26	0.83	
31 a 40 años	2	40.00	5.26	2.85	
> 40 años	1	20.00	3.61	-	
Clase II					
Hasta 20 años	0	0.00	-	-	0.180
21 a 30 años	5	62.50	6.55	7.54	
31 a 40 años	3	37.50	3.36	0.92	
> 40 años	0	0.00	-	-	
Clase III					
Hasta 20 años	4	18.18	1.97	12.85	0.567
21 a 30 años	12	54.55	3.29	5.27	
31 a 40 años	4	18.18	4.71	10.57	
> 40 años	2	9.09	-2.74	1.43	

n: Frecuencia absoluta. %: Frecuencia relativa. X: Promedio. DE: Desviación estándar.  
p: Significancia estadística.

\* Prueba de Kruskal Wallis

**Tabla 5:** Comparación del área mínima transversal preoperatoria y postoperatoria en la vía aérea superior en pacientes con distinto patrón esquelético de una población peruana.

Área mínima transversal (mm <sup>2</sup> )	n	%	Preoperatorio		Postoperatorio		p*
			X	DE	X	DE	
Clase I	5	14.28	185.44	125.18	243.76	125.18	0.053
Clase II	8	22.86	139.99	77.91	186.05	60.22	0.173
Clase III	22	62.86	221.04	93.30	235.20	79.86	0.495

n: Frecuencia absoluta. %: Frecuencia relativa. X: Promedio. DE: Desviación estándar.

p: Significancia estadística.

\* Prueba t de Student para muestras relacionadas

**Tabla 6:** Comparación del volumen preoperatorio y postoperatorio de la vía aérea a nivel de nasofaringe en pacientes con distinto patrón esquelético de una población peruana.

Nasofaringe (cm <sup>3</sup> )	n	%	Preoperatorio		Postoperatorio		p*
			X	DE	X	DE	
Clase I	5	14.28	7.86	1.84	8.95	1.95	0.059
Clase II	8	22.86	6.10	1.58	7.95	1.56	0.005
Clase III	22	62.86	7.22	2.75	8.03	2.29	0.003

n: Frecuencia absoluta. %: Frecuencia relativa. X: Promedio. DE: Desviación estándar.

p: Significancia estadística.

\* Prueba t de Student para muestras relacionadas

**Tabla 7:** Comparación del volumen preoperatorio y postoperatorio de la vía aérea a nivel de orofaringe en pacientes con distinto patrón esquelético de una población peruana.

Orofaringe (cm <sup>3</sup> )	n	%	Preoperatorio		Postoperatorio		p*
			X	DE	X	DE	
Clase I	5	14.28	13.73	7.54	16.83	7.24	0.041
Clase II	8	22.86	11.20	3.87	14.97	4.68	0.066
Clase III	22	62.86	17.67	6.19	19.85	6.08	0.082

n: Frecuencia absoluta. %: Frecuencia relativa. X: Promedio. DE: Desviación estándar.

p: Significancia estadística.

\* Prueba t de Student para muestras relacionadas

**Tabla 8:** Comparación del volumen preoperatorio y postoperatorio de la vía aérea a nivel de hipofaringe en pacientes con distinto patrón esquelético de una población peruana.

Hipofaringe (cm <sup>3</sup> )	n	%	Preoperatorio		Postoperatorio		p*
			X	DE	X	DE	
Clase I	5	14.28	4.14	1.71	4.60	1.89	0.308
Clase II	8	22.86	4.28	1.28	4.13	1.47	0.845
Clase III	22	62.86	5.30	1.76	5.10	1.63	0.579

n: Frecuencia absoluta. %: Frecuencia relativa. X: Promedio. DE: Desviación estándar.

p: Significancia estadística.

\* Prueba t de Student para muestras relacionadas

## ANEXOS

### Anexo 1. Definición operacional de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo	Escala	Valor o categorías
Volumen de la vía aérea superior	Área anatómica que se extiende desde el contorno superior del tejido blando de la pared faríngea a nivel anterior, hasta un plano frontal perpendicular al plano de Frankfort que pasa a través de espina nasal posterior y, a nivel inferior, hasta un plano paralelo al plano de Frankfort que conecta la base de epiglotis con la entrada del esófago.	Medidas pre y postoperatoria obtenidas del estudio tomográfico.	Cuantitativa	De razón continua	$> 0 \text{ cm}^3$
Patrón esquelético	Relación que existe entre la base de cráneo anterior y los maxilares en sentido anteroposterior, según la relación silla, nasion, punto A y punto B y la relación entre ellos.	Medidas del ángulo ANB obtenidas del estudio tomográfico posteriormente clasificadas.	Cualitativa	Nominal Politómica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clase I (<math>1^\circ \leq \text{ANB} \leq 3^\circ</math>)</li> <li>2. Clase II (<math>\text{ANB} &gt; 3^\circ</math>)</li> <li>3. Clase III (<math>\text{ANB} &lt; 1^\circ</math>)</li> </ol>
Cambio volumétrico postoperatorio de la vía aérea superior	Diferencia entre la medida post y preoperatoria del volumen de la vía aérea superior.	Medida calculada a partir del estudio tomográfico.	Cuantitativa	De intervalo continua	En $\text{cm}^3$

<p>Tipo de intervención</p>	<p>Categoría procedimiento quirúrgico que se encarga de corregir las deformidades dento-craneo-maxilofaciales mediante movimientos óseos maxilares, mandibulares y de mentón, para lograr el equilibrio perfecto entre todas las características faciales del paciente.</p>	<p>Registro en la ficha de recolección de datos.</p>	<p>Cualitativa</p>	<p>Nominal Politómica</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Avance maxilar + Retroceso mandibular + Avance y descenso del mentón</li> <li>2. Avance y giro antihorario maxilar + Avance y giro antihorario mandibular + Avance e intrusión del mentón</li> <li>3. Avance y giro antihorario maxilar + Avance y giro antihorario mandibular + Avance y descenso del mentón</li> <li>4. Avance y giro antihorario maxilar + Giro antihorario mandibular + Avance y descenso del mentón</li> <li>5. Avance y giro antihorario maxilar + Retroceso y giro antihorario mandibular</li> <li>6. Avance y giro antihorario maxilar + Retroceso y giro antihorario mandibular + Avance del mentón</li> <li>7. Avance y giro horario maxilar + Avance y giro horario mandibular</li> <li>8. Avance y giro horario maxilar + Avance y giro horario mandibular + Avance del mentón</li> <li>9. Avance y giro horario maxilar + Avance y giro horario</li> </ol>
-----------------------------	---	--	--------------------	-------------------------------	---

					<p>mandibular + Avance e intrusión del mentón</p> <p>10. Avance y giro horario maxilar + Retroceso y giro horario mandibular</p> <p>11. Avance y giro horario maxilar + Retroceso y giro horario mandibular + Avance del mentón</p> <p>12. Avance y giro horario maxilar + Retroceso y giro horario mandibular + Intrusión del mentón</p> <p>13. Retroceso y giro antihorario maxilar + Avance y giro antihorario mandibular + Avance y descenso del mentón</p>
Sexo	Genotipo del paciente al momento del nacimiento.	Registro en el estudio tomográfico.	Cualitativa	Nominal Dicotómica	<p>1. Masculino</p> <p>2. Femenino</p>
Edad	Tiempo transcurrido a desde el nacimiento de un individuo hasta la fecha del estudio de tomografía computarizada de haz cónico.	Registro en el estudio tomográfico en números enteros y clasificado según grupos etarios.	Cualitativa	Nominal Politómica	<p>1. Hasta 20 años</p> <p>2. 21 a 30 años</p> <p>3. 31 a 40 años</p> <p>4. &gt;40 años</p>
Área mínima transversal de la vía aérea superior	Área en que, al corte axial, la vía aérea presenta menor medida.	Medidas pre y postoperatoria obtenidas del estudio tomográfico.	Cuantitativa	De razón continua	> 0 mm <sup>2</sup>
Nasofaringe	Subregión de la vía aérea superior delimitada a nivel superior por el contorno superior	Medidas pre y postoperatoria obtenidas del estudio tomográfico.	Cuantitativa	De razón continua	> 0 cm <sup>3</sup>

	de pared faríngea, a nivel inferior por un plano paralelo que pasa por la espina nasal posterior, a nivel anterior por un plano perpendicular a la espina nasal posterior, y a nivel posterior por la pared faríngea.				
Orofaringe	Subregión de la vía aérea superior delimitada a nivel superior por un plano paralelo a espina nasal posterior, a nivel inferior por un plano paralelo a borde anteroinferior de la tercera vertebra cervical, a nivel anterior por un plano perpendicular a la espina nasal posterior, y a nivel posterior por la pared faríngea.	Medidas pre y postoperatoria obtenidas del estudio tomográfico.	Cuantitativa	De razón continua	$> 0 \text{ cm}^3$
Hipofaringe	Subregión de la vía aérea superior delimitada a nivel superior por un plano paralelo al borde anteroinferior de la tercera vertebra cervical, a nivel inferior por un plano paralelo al borde anteroinferior de la cuarta vertebra cervical, a nivel anterior por un plano perpendicular a la espina nasal posterior y a nivel posterior por la pared faríngea.	Medidas pre y postoperatoria obtenidas del estudio tomográfico.	Cuantitativa	De razón continua	$> 0 \text{ cm}^3$

## Anexo 2. Figuras



Figura 1. Orientación de tomografía computarizada de haz cónico.

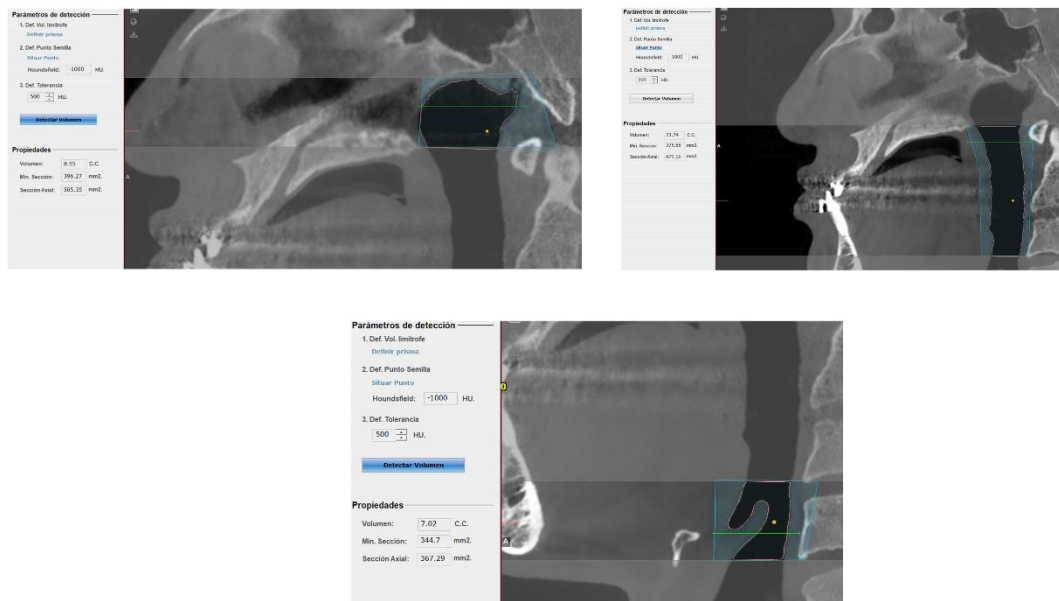
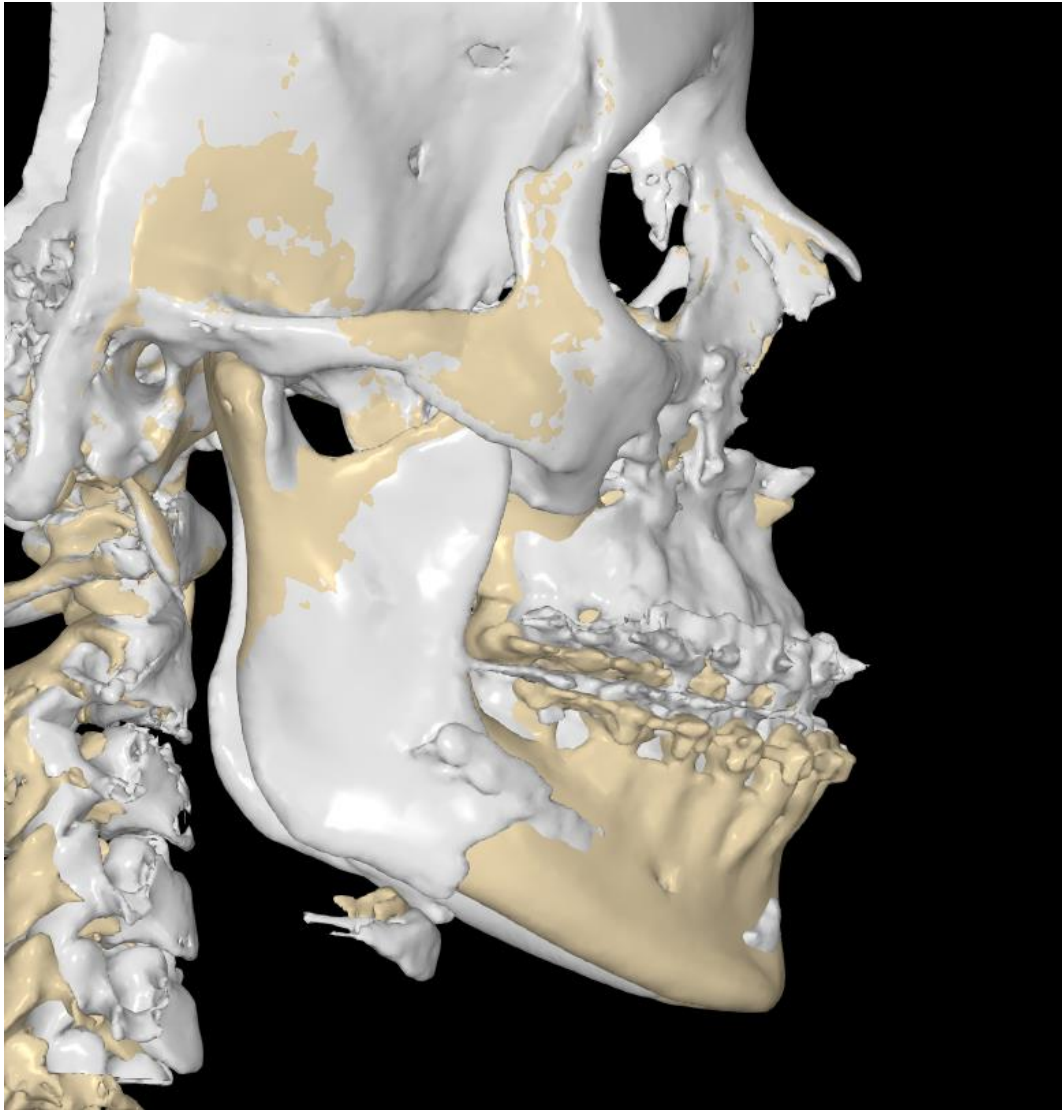


Figura 2. Evaluación del volumen total de vía aérea.



**Figura 3.** Evaluación de ángulo ANB



**Figura 4. Superposición de imágenes para determinar los movimientos realizados en maxilar, mandíbula y mentón.**

**Anexo 3. Ficha de recolección de datos**

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Ficha N°

**Datos del participante**

Edad 

Hasta 20 años	21 a 30 años	31 a 40 años	>40 años
---------------	--------------	--------------	----------

---

<b>Genero</b>	<b>M</b>	<b>F</b>
---------------	----------	----------

<b>Patrón esqueletal</b>	<b>I</b> $1^\circ \leq ANB \leq 3^\circ$	<b>II</b> ( $ANB > 3^\circ$ )	<b>III</b> ( $ANB < 1^\circ$ )

	<b>Pre-operatorio</b>	<b>Post-operatorio</b>	<b>Cambio post-operatorio</b>
<b>Vía aérea superior</b>			
<b>Volumen nasofaringe</b>			
<b>Volumen orofaringe</b>			
<b>Volumen hipofaringe</b>			
<b>Total</b>			

<b>Área mínima transversal</b>			
--------------------------------	--	--	--

<b>Movimiento quirúrgico maxilar</b>		<b>Movimiento quirúrgico mandibular</b>		<b>Movimiento quirúrgico mentón</b>	
<b>Avance</b>		<b>Avance</b>		<b>Avance</b>	
<b>Retroceso</b>		<b>Retroceso</b>		<b>Retroceso</b>	
<b>Giro horario</b>		<b>Giro horario</b>		<b>Intrusión</b>	
<b>Giro antihorario</b>		<b>Giro antihorario</b>		<b>Descenso</b>	

**Anexo 4:** Constancia Comité ética



CONSTANCIA-CIEI-47-6-25

El Presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia hace constar que el proyecto de investigación señalado a continuación fue **APROBADO** por el Comité Institucional de Ética en Investigación, bajo la categoría de revisión **EXENTO**. La aprobación será informada en la sesión más próxima del comité.

Título del Proyecto : "Evaluación de los cambios volumétricos en la vía aérea de pacientes post cirugía ortognatica de una población peruana en tomografía computarizada haz cónico"  
Código SIDISI : 211011  
Investigador(a) principal(es) : Gaitan Sequeira Roberto Alexander

La aprobación incluyó los documentos finales descritos a continuación:

1. Protocolo de investigación, versión 1.0 de fecha 18 de enero del 2025.

La **APROBACIÓN** considera el cumplimiento de los estándares de la Universidad, los lineamientos científicos y éticos, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo investigador y la confidencialidad de los datos, entre otros.

Cualquier enmienda, desviaciones, eventualidad deberá ser reportada de acuerdo a los plazos y normas establecidas. La categoría de **EXENTO** es otorgado al proyecto por un periodo de cinco años en tanto la categoría se mantenga y no existan cambios o desviaciones al protocolo original. El investigador está exonerado de presentar un reporte del progreso del estudio por el periodo arriba descrito y sólo alcanzará un informe final al término de éste. La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente documento hasta el Lunes 28 de enero del 2030.

*El presente proyecto de investigación sólo podrá iniciarse después de haber obtenido la(s) autorización(es) de la(s) institución(es) donde se ejecutará.*

Si aplica, los trámites para su renovación deberán iniciarse por lo menos 30 días previos a su vencimiento.

Lima, 28 de enero del 2025



---

Manuel Raul Perez Martinot  
Presidente  
Comité Institucional de Ética en Investigación  
Universidad Peruana Cayetano Heredia