



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
ESTOMATOLOGÍA

GROSOR DEL HUESO ALVEOLAR DE INCISIVOS
MANDIBULARES EN PACIENTES CON RELACIÓN
ESQUELÉTICA CLASE I CON DIFERENTES PATRONES
FACIALES VERTICALES. EVALUACIÓN TOMOGRÁFICA

ALVEOLAR BONE THICKNESS OF MANDIBULAR INCISORS IN
PATIENTS WITH CLASS I SKELETAL RELATIONSHIP WITH
DIFFERENT VERTICAL FACIAL PATTERNS. TOMOGRAPHIC
EVALUATION

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA
MAXILAR

AUTORES

JUAN OMAN ANDAGUA TORRES
SANDRA PAOLA DE LA CRUZ NAVARRO

ASESOR

CARLOS YURI LIÑAN DURAN

CO - ASESOR

ABRAHAM MENESES LOPEZ

LIMA - PERÚ

2024

JURADO

Presidente: Mg. Orlando Tuesta Da Cruz.

Vocal: Mg. Vilma Elizabeth Ruiz Garcia De Chacon.

Secretario: Mg. Jose Antonio Vidalon Castilla

Fecha de Sustentación: 17 de octubre de 2024

Calificación: Aprobado con Honores

ASESORES DE TESIS

ASESOR

CD Esp. Mg. Liñan Duran Carlos Yuri

Departamento Académico de Estomatología del Niño y del Adolescente

ORCID: 0000-0003-2669-842X

CO ASESOR

CD Esp. Mg. Dr. Meneses Lopez Abraham

Asesor Externo

ORCID: 0000-0002-9700-2760

DEDICATORIA.

A Dios, por guiarnos en cada paso y darnos la fuerza para perseverar.

A nuestros padres, su dedicación y esfuerzo constante para asegurarnos una educación son un regalo que valoramos más allá de las palabras. Esta tesis es el testimonio de su sacrificio y amor, y un recordatorio constante de la importancia del trabajo duro y la educación en nuestras vidas.

AGRADECIMIENTOS.

A nuestro querido asesor, Mg. Carlos Liñan, su conocimiento, paciencia infinita y compromiso han sido fundamentales para nuestro éxito académico. Su confianza en nuestra capacidad y su ayuda oportuna han sido los pilares de este trabajo.

Al Dr. Abraham Meneses por su guía experta y amable, invaluable en esta tesis.

A la Dra. Milushka Quezada y al Dr. Roberto León por su orientación y apoyo brindado durante el proceso de esta investigación.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Tesis Autofinanciada

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

 UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA | Facultad de
ESTOMATOLOGÍA

GROSOR DEL HUESO ALVEOLAR DE INCISIVOS
MANDIBULARES EN PACIENTES CON RELACION
ESQUELÉTICA CLASE I CON DIFERENTES PATRONES
FACIALES VERTICALES. EVALUACION TOMOGRÁFICA

ALVEOLAR BONE THICKNESS OF MANDIBULAR INCISORS IN
PATIENTS WITH CLASS I SKELETAL RELATIONSHIP WITH
DIFFERENT VERTICAL FACIAL PATTERNS. TOMOGRAPHIC
EVALUATION

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA
MAXILAR

AUTORES
JUAN OMAN ANDAGUA TORRES
SANDRA PAOLA DE LA CRUZ NAVARRO

ASESOR
CARLOS YURILÑAN DURAN

CO-ASESOR
ABRAHAM MENESES LOPEZ

LIMA - PERÚ
2024

Informe estándar ⓘ
Informe en inglés no disponible [Más información](#)

7% Similitud estándar Filtros

Fuentes

Mostrar las fuentes solapadas ⓘ

- 1** Internet 🗑️ ▼
repositorio.upch.edu.pe 3%
16 bloques de texto 162 palabra que coinciden
- 2** Internet 🗑️ ▼
docplayer.es 1%
9 bloques de texto 89 palabra que coinciden

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
I. Introducción	1
II. Objetivos	3
III. Materiales y Métodos	4
IV. Resultados	13
V. Discusión	14
VI. Conclusiones	24
VII. Referencias Bibliográficas	26
VIII. Tablas	33
Anexos	

RESUMEN

Objetivo: Evaluar mediante tomografía el grosor del hueso alveolar de incisivos mandibulares en pacientes con relación esquelética clase I con diferentes patrones faciales verticales. **Metodología:** En este estudio retrospectivo de tomografía computarizada de haz cónico, se incluyeron 45 registros tomográficos clasificados en tres grupos: 15 hiperdivergentes, 15 hipodivergentes y 15 normodivergentes. Para identificar la relación esquelética y los patrones faciales verticales se tomaron en cuenta el ángulo ANB y los ángulos formados por el plano de la base craneal anterior y el plano de Frankfort, ambos medidos con referencia al plano mandibular. Mediante el software Real Scan 2.0, se realizaron dos medidas angulares y tres medidas lineales del grosor del hueso alveolar a nivel apical de incisivos mandibulares. Pruebas estadísticas de Anova, seguidas de post hoc de Tukey se realizaron para análisis comparativos. **Resultados:** El arco de lingualización mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) entre hiperdivergente (1.50 mm) con hipodivergente (2.64mm) y normodivergente (2.50 mm). El arco de vestibularización y la longitud total de arco evidenciaron variaciones estadísticas significativas ($p < 0.001$) entre los tres grupos: hiperdivergentes 1.62mm y 3.12 mm; normodivergentes 2.25 mm y 4.75mm; e hipodivergentes 2.89mm y 5.53mm, respectivamente. **Conclusión:** Se observaron variaciones significativas en términos estadísticos entre los distintos patrones faciales verticales para todas las medidas del estudio. Los pacientes hiperdivergentes presentan un grosor más delgado de los procesos alveolares vestibular y lingual a nivel del ápice radicular en incisivos mandibulares, en comparación con los pacientes normodivergentes e hipodivergentes.

Palabras claves: Proceso Alveolar, Tomografía Computarizada, Dimensión Vertical. (DeCS)

ABSTRACT

Objective: The goal is to assess the thickness of the alveolar bone of mandibular incisors in patients with Skeletal Relationship class I with different vertical facial patterns using tomography. **Methodology:** In this retrospective cone beam computed tomography study, 45 tomographic records classified into three groups were included: 15 hyperdivergent, 15 hypodivergent, and 15 normodivergent. To identify the skeletal relationship and vertical facial patterns, the ANB angle and the angles formed by the plane of the anterior cranial base and the Frankfort plane were taken into account, both measured with reference to the mandibular plane. Using Real Scan 2.0 software, two angular measurements and three linear measurements of the alveolar bone thickness were made at the apical level of mandibular incisors. Anova statistical tests were conducted, followed by Tukey's post hoc tests for comparison purposes. **Results:** The lingualization arch showed statistically significant differences ($p < 0.001$) between hyperdivergent (1.50 mm) with hypodivergent (2.64 mm) and normodivergent (2.50 mm). The vestibularization arch and the total arch length showed significant statistical variations ($p < 0.001$) between the three groups: hyperdivergent 1.62mm and 3.12 mm; normodivergent 2.25 mm and 4.75 mm; and hypodivergent 2.89 mm and 5.53 mm, respectively. **Conclusion:** Significant statistical differences were detected among the different vertical facial patterns for all study measurements. Hyperdivergent patients have a thinner thickness of the buccal and lingual alveolar processes at the level of the root apex in mandibular incisors, compared to normodivergent and hypodivergent patients.

Keywords: Alveolar Process, Computed Tomography, Vertical Dimension. (DeCS)

I. INTRODUCCIÓN

El movimiento de ortodoncia debe permitir que el diente permanezca dentro del hueso;¹ una posición ideal de los dientes que sea agradable y permanezca estable requiere de la identificación de factores limitantes de los tejidos duros y blandos.^{2, 3} El reconocimiento y la comprensión de estos factores que limitan el movimiento de las piezas dentarias minimiza el riesgo de daño potencial a la estructura dental y al hueso alveolar; ⁴⁻⁶ conociendo que numerosos tratamientos de ortodoncia contribuyen a cambios irreversibles,⁷ es importante establecer la morfología alveolar ⁸ y la cantidad de movimiento dental antes del tratamiento. ¹

Entre las limitaciones óseas encontramos las áreas de hueso esclerosado, así como las tablas corticales labiales y linguales a nivel del ápice radicular;² estas últimas también se conocen como “paredes de ortodoncia” dentro de las cuales se debe producir el movimiento dentario, ⁹ una vez que se exceden estos límites aparecen las secuelas iatrogénicas. ¹ Los problemas iatrogénicos relacionados incluyen la reabsorción radicular, fenestración, cambios mucogingivales (recesión gingival) y dehiscencia alveolar,^{4,5,10} pérdida ósea, movilidad dentaria y otros efectos negativos. ^{8,11}

Con el tratamiento de ortodoncia, la compensación dental en las discrepancias esqueléticas leves o moderadas da como resultado un cambio en la inclinación de los dientes.⁵ Teniendo en cuenta factores como la anatomía del hueso alveolar, el movimiento de los dientes, la magnitud de la fuerza aplicada y la salud de los tejidos periodontales, ⁸ los dientes anteriores son los más vulnerables a la pérdida de estructura ósea alveolar.^{1,10} Se ha demostrado que un hueso alveolar inicial más delgado está

asociado a mayores riesgos de pérdida ósea,⁷ y a su vez el grosor alveolar ausente o insuficiente constituye un factor de complicación para el tratamiento de ortodoncia.⁸

El área incisiva es una zona importante en la cavidad oral.⁶ La maloclusión o ausencia de los dientes en esta zona genera un gran impacto en la estética, pronunciación, masticación y psicología del paciente; por lo tanto, nos enfrentamos a un desafío clínico cuando queremos garantizar buenos resultados en esta área.¹¹ La morfología del hueso alveolar varía entre personas, ubicación del diente y morfología esquelética facial de cada individuo.^{3,4,11}

Los patrones faciales verticales están influenciados por factores genéticos y ambientales,^{5,12,13} también se han mostrado correlaciones entre la maloclusión y el grosor del hueso alveolar;^{3,9} pues el crecimiento del hueso alveolar depende de un proceso de erupción normal y el desarrollo vertical de la cara impacta de manera significativa en la magnitud y dirección de este proceso.¹⁴ Como la morfología facial vertical está relacionada con cambios morfológicos óseos controlados por la genética, es razonable creer que el grosor del hueso maxilar y mandibular difiera en pacientes con diferentes patrones de crecimiento facial.¹⁵ Así mismo, las demandas funcionales también pueden actuar de manera significativa en el desarrollo y crecimiento craneofacial;^{13,14} dando como resultado una cara alargada o corta verticalmente.¹⁵

La morfología facial vertical resulta importante para el ortodoncista, ya que afecta los objetivos y la estrategia de la terapia ortodóncica al influir en la predicción del crecimiento, el mecanismo de anclaje, la fuerza de oclusión y la funcionalidad.¹⁵

Dentro de los objetivos del tratamiento ortodóncico tenemos: establecer una buena

oclusión, mejorar la estética dental y facial y mejorar o mantener la salud periodontal. Los cambios en apariencia externa obtenidos luego del tratamiento se pueden observar fácilmente; sin embargo, los cambios fisiológicos son difíciles de identificar.¹⁶

Con la llegada de la tomografía computarizada de haz cónico (TCHC), podemos evaluar de manera cuantitativa, precisa y confiable las dimensiones óseas del hueso alveolar¹⁷ y visualizar lesiones iatrogénicas que antes no era posible de realizarse con imágenes bidimensionales,^{8,7,17} por lo cual se acepta a la TCHC como una herramienta útil para el tratamiento ortodóntico.¹⁸

En la literatura disponible, no hay estudios que hayan comparado la relación entre el tipo facial y la morfología del hueso alveolar de la región anteroinferior en pacientes con relación esquelética clase I utilizando datos de TCHC. Por lo mencionado, el propósito será evaluar el grosor del hueso alveolar de incisivos mandibulares utilizando imágenes de TCHC en diferentes patrones faciales verticales con relaciones esqueléticas clase I.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar mediante tomografía el grosor del hueso alveolar de incisivos mandibulares en pacientes con relación esquelética clase I con diferentes patrones faciales verticales.

Objetivos específicos:

1. Comparar el grosor lingual del hueso alveolar de incisivos mandibulares mediante el ángulo de lingualización en pacientes con relación esquelética clase I con diferentes patrones faciales verticales.
2. Comparar el grosor vestibular del hueso alveolar de incisivos mandibulares mediante el ángulo de vestibularización en pacientes con relación esquelética clase I con diferentes patrones faciales verticales.
3. Comparar el grosor lingual del hueso alveolar de incisivos mandibulares mediante el arco de lingualización en pacientes con relación esquelética clase I con diferentes patrones faciales verticales.
4. Comparar el grosor vestibular del hueso alveolar de incisivos mandibulares mediante el arco de vestibularización en pacientes con relación esquelética clase I con diferentes patrones faciales verticales.
5. Comparar el grosor total del hueso alveolar de incisivos mandibulares mediante la longitud total del arco en pacientes con relación esquelética clase I con diferentes patrones faciales verticales.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo.

Muestra

Para obtener el tamaño muestral se llevó a cabo una prueba piloto, correspondiente a un 10% de la población utilizada en el artículo base,⁶ esto representó 9 tomografías (3 de cada patrón facial vertical).

Mediante el programa EPIDAT 4.0, se realizó el cálculo de muestra para una población infinita con una D.E. de 2.43 para la variable principal, obteniéndose que el tamaño mínimo de la muestra correspondía a 6 tomografías por patrón facial vertical. Finalmente se decidió establecer un tamaño muestral de 45 volúmenes tomográficos, distribuidos en: 15 hiperdivergentes, 15 hipodivergentes y 15 normodivergentes.

Criterios de selección

Criterios de inclusión

Se incluyeron escaneos tomográficos de pacientes con las siguientes características:

- Edades comprendidas entre los 18 a 35 años y en intercuspidadación máxima.
- Relación esquelética clase I, ANB $2^{\circ} \pm 3^{\circ}$
- Dentición permanente sin ausencia congénita o pérdida prematura de piezas dentarias anteroinferiores.
- Sin tratamiento ortodóntico o rehabilitador previo.

Criterios de exclusión

Se excluyeron escaneos tomográficos de pacientes con:

- Relación esquelética clase II y III.
- Síndromes craneofaciales, hiperplasias y asimetrías faciales.

- Tratamiento con cirugía ortognática
- Apiñamiento severo en el sector anteroinferior.
- Secuelas tomográficas de traumas en sector anteroinferior.

Definición operacional de variables (Anexo 1)

Grosor del hueso alveolar: Es la variable dependiente, definida como el espesor del hueso de los maxilares que crea y soporta los espacios donde se insertan los dientes.; cuyas dimensiones son:

- Arco de lingualización: definido conceptualmente como la máxima inclinación posible en dirección lingual del ápice hasta entrar en contacto con la placa cortical; y operacionalmente como la distancia recorrida por el ápice hasta el contacto con la cortical lingual interna durante su lingualización; variable de tipo cuantitativa, se mide en una escala de razón y los datos se expresan en milímetros.
- Arco de vestibularización: se define conceptualmente como la máxima inclinación posible en dirección labial del ápice hasta entrar en contacto con la placa cortical; y operacionalmente como la distancia recorrida por el ápice hasta el contacto con la cortical labial interna durante su vestibularización; es una variable de naturaleza cuantitativa, en escala de razón con medidas expresadas en milímetros.
- Ángulo de lingualización: conceptualmente definido como la angulación entre el hipotético centro de rotación y el punto en el que el ápice entra en contacto con la corteza lingual interna; y operacionalmente como el grado de inclinación máximo

hacia lingual; variable de naturaleza cuantitativa, se mide en una escala de razón y los datos se expresan en grados.

- **Ángulo de vestibularización;** conceptualmente se define como la angulación entre el hipotético centro de rotación y el punto en el que el ápice entra en contacto con la corteza labial interna; y operacionalmente como el grado de inclinación máximo hacia vestibular; es una variable de tipo cuantitativa, en escala de razón con medidas expresadas en grados.
- **Longitud total de arco;** definido conceptualmente como la suma de los arcos de lingualización y vestibularización respectivamente; y definido operacionalmente como la máxima distancia recorrida por el ápice desde su contacto con la cortical labial hasta su contacto con la cortical lingual; variable cuantitativa, se calcula en una escala de razón, cuyas medidas están dadas en milímetros.

Patrón facial vertical: conceptualmente se define como la dirección de crecimiento vertical y el análisis morfológico de las estructuras óseas faciales; operacionalmente se evalúa a través del grado de divergencia de dos medidas angulares, siendo el primero: la inclinación del plano mandibular con respecto a la base craneal anterior, y el segundo: la inclinación del plano mandibular en relación con el plano de Frankfort. Es la variable independiente, de tipo cualitativa, medida en escala nominal. Los valores fueron hipodivergente, normodivergente o hiperdivergente.

Procedimientos y técnicas

El uso de las imágenes tomográficas se realizó previa autorización del Jefe de Servicio de Ortodoncia. Las tomografías fueron seleccionadas de acuerdo a los criterios mencionados; se almacenaron en una memoria externa y se nombraron con un código numérico correlativo.

Las tomografías seleccionadas fueron analizadas en una laptop marca Lenovo modelo Z50-70, pantalla de 15", con procesador Intel inside Corei5, memoria RAM de 25GB, y Windows 10 como sistema operativo, se instaló el programa Real Scan 2.0 para observar los diferentes cortes tomográficos.

Las tomografías computarizadas se obtuvieron mediante un equipo de haz cónico, modelo Picasso Master (Korea), campo de visión de 20 x 19 cm y tiempo de exposición de 24 segundos. Para la evaluación en diferentes planos se trabajó con el software Real Scan 2.0.

Los investigadores recibieron capacitación y fueron instruidos en el uso de las tomografías computarizadas por parte de un radiólogo experto del Centro Dental Docente de la UPCH, que contaba con 6 años de experiencia como mínimo; para lo cual se solicitó la autorización respectiva.

Las calibraciones intraobservador e interobservador se ejecutaron en 10 tomografías elegidas de forma aleatoria. La calibración intraobservador se realizó en tres intervalos de tiempo con diferencia de una semana por evaluación. La calibración inter-

observador fue realizada al comparar los valores obtenidos con el radiólogo experto. Se aplicó el CCI (coeficiente de correlación intraclase) para ambos casos, obteniéndose valores de CCI interobservador de 0.970 y CCI intraobservador de 0.949.

Se inició la lectura tomográfica seleccionando la carpeta de archivos de cada paciente, luego se ejecutó la extensión del programa Real Scan 2.0 para cargar el escaneo completo al 100% y poder visualizarlo.

La posición de la cabeza (Anexo 2) se estandarizó ubicando el eje vertical de coordenadas en la vista axial, pasando por un punto medio de la espina nasal anterior y la apófisis odontoides; se verificó en la vista sagital que el eje horizontal atravesaba estas dos estructuras y se rotó el plano en caso no coincidieron (Fig.1). A continuación, el eje vertical de coordenadas de la vista coronal y sagital se trasladó hasta la mitad de la órbita y se corroboró la posición en ambas vistas (Fig.2). Luego, en la vista coronal, el eje de coordenadas horizontal se trasladó hacia el borde inferior de las cavidades orbitarias y se rotó el plano horizontal si ambas cavidades no coincidían; se verificó en la vista axial que el eje horizontal atravesaba los arcos cigomáticos de forma simétrica (Fig.3). Finalmente, en la vista coronal, se trasladó el eje vertical hacia la línea media, en muchos casos la espina nasal anterior y la apófisis crista galli coincidieron en este recorrido; se verificó en la vista sagital que la imagen se encontraba centrada si se podía observar el agujero nasopalatino (Fig.4).

Una vez lograda la estandarización, se obtuvo una imagen cefalométrica lateral donde se realizaron las mediciones para la identificación de la relación esquelética y los patrones faciales verticales. En primer lugar, fue necesario cambiar la dirección de la

imagen de la vista sagital hacia el lado contrario; es decir, la imagen de perfil que se encontraba viendo hacia el lado izquierdo se volteó horizontalmente hacia el lado derecho.

Se realizó la primera medida angular desde el punto Nasion (N) hacia el punto A y punto B, determinando la relación esquelética de cada paciente, se consideró como parte del estudio aquellos pacientes que presentaron ANB $2^{\circ} \pm 3^{\circ}$, correspondiente a una relación esquelética clase I.

Con la finalidad de mejorar la precisión en la clasificación del patrón facial vertical, se tomaron en cuenta dos medidas angulares: el plano de la base craneal anterior y el plano de Frankfort, ambos medidos con referencia al plano mandibular.

Para obtener el plano craneal anterior se trazó una línea desde el punto Sella (S) al punto Nasion (N), ambos puntos eran visibles en la imagen lateral. Para el plano mandibular, se ubicó el punto Menton (Me), desde el cual se inició el trazado de una línea que se proyectó hasta el punto Gonion (Go), como este no era visible en la imagen fue necesario mover la barra lateral de la ventana hasta ubicarlo en su posición; para apreciar estos puntos cefalométricos se aumentó el grosor del corte a 30 mm, de esta manera se verificó que el trazado del plano MeGo era correcto. Efectuados los trazados, el plano SN se deslizó con cuidado de no cambiar su inclinación hasta que contactó con el plano mandibular, se midieron los grados de la angulación que presentaron entre ambos y se clasificó a los sujetos como hiperdivergentes ($\geq 36^{\circ}$), normodivergentes ($32.5^{\circ} \pm 3.4^{\circ}$) e hipodivergentes ($\leq 29^{\circ}$).

Para trazar el plano de Frankfort también se movió la barra lateral de la vista sagital hasta observar la órbita centrada, ahí se ubicó el punto Orbitario (Or) de donde se proyectó una línea al punto Porion (Po). Se verificó que la posición del Porion era correcta cuando en la vista axial el eje vertical de coordenadas pasaba por un punto medio que atravesaba el conducto auditivo externo y el cóndilo mandibular. Se trasladó el plano mandibular hasta que contactó con el plano Po-Or y se midió el grado de angulación que se formó entre ambos planos, de esta manera se clasificó a los sujetos como hipodivergente cuando el ángulo FMA $<22^\circ$, hiperdivergente cuando el ángulo FMA $>28^\circ$ y normodivergente cuando el ángulo FMA $=22^\circ-28^\circ$.

Si las dos medidas mencionadas anteriormente de una misma tomografía no se ajustaban al mismo patrón o estaban limítrofes, entonces no se le consideró en el estudio.

Para la evaluación de las variables del incisivo mandibular y del hueso alveolar en la región anteroinferior, se modificó la imagen tomográfica para enfocar el incisivo central inferior derecho, si existía alguna rotación de dicha pieza se evaluaba el incisivo inferior izquierdo no rotado. Se ubicó el incisivo central elegido con el eje de coordenadas vertical pasando por un punto medio en todas las vistas; en sagital y en coronal siguiendo el eje longitudinal del diente en inclinación y angulación; en la vista axial el eje vertical pasaba equidistante a su diámetro mesiodistal y el eje horizontal equidistante a su ancho bucolingual; así se estableció el plano de corte sagital de los incisivos donde se procedió al trazado de medidas lineales y angulares, todas estas identificaciones fueron adoptadas por Baysal et al.⁵ de Yamada et al.¹⁹ (Anexo 3).

Se trazó una línea desde el borde incisal (L1) al ápice radicular (L1a), se tomó en cuenta sólo la mitad de la distancia que atravesaba la porción de la raíz incrustada en el hueso para obtener el centro de rotación (CR), desde ahí se proyectaron dos líneas que terminaban en los contornos internos de las placas corticales anterior (punto C) y posterior (punto D). A continuación, se midieron los ángulos formados por los puntos C-CR-L1 y D-CR-L1a correspondientes al ángulo de vestibularización y ángulo de lingualización respectivamente.

El grosor del hueso esponjoso alveolar labial y lingual se midió como la longitud de arco entre los puntos L1a - C y la longitud de arco entre los puntos L1a - D respectivamente; el grosor total o labiolingual se midió como la longitud de arco entre los puntos C-D. Esto se logra a través de la fórmula de arco de una circunferencia.²⁰

Para simplificar el proceso, presentamos la fórmula en grados:

$$arco = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha}{180}$$

donde “ α ” representa los valores del ángulo de lingualización y vestibularización; y “r” es la distancia desde el ápice hasta el CR del incisivo (radio).

Consideraciones éticas

El estudio fue llevado a cabo tras recibir la aprobación del Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (Anexo 4) bajo el código SIDISI 208882. La información obtenida fue mantenida en confidencialidad gracias a la codificación establecida por los investigadores.

Plan de análisis

Se realizó un estudio univariado utilizando técnicas de estadística descriptiva para calcular las dimensiones cuantitativas de arco de lingualización, arco de vestibularización, ángulo de lingualización, ángulo de vestibularización y longitud total de arco del hueso alveolar (desviación estándar, media y varianza) en los diferentes patrones faciales verticales (hiperdivergente, hipodivergente y normodivergente). Se utilizó la prueba Shapiro Wilk ($p > 0.05$) para evaluar la distribución de normalidad.

Un análisis multivariado fue realizado utilizando la prueba Anova para obtener la significancia entre las variables “arco de lingualización, arco de vestibularización, ángulo de lingualización, ángulo de vestibularización, longitud total de arco del hueso alveolar y diferentes patrones faciales verticales”.

Se realizó una prueba de post hoc de Tukey de las variables “patrones faciales verticales”: normodivergente/hipodivergente; normodivergente/hiperdivergente e hipodivergente/ hiperdivergente. La totalidad de la información se evaluó utilizando el software estadístico SPSS versión 27.

IV. RESULTADOS

Se observó que en la comparación del grosor del hueso alveolar existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) entre los diferentes patrones faciales para todas las dimensiones de la variable de estudio.

El ángulo de lingualización tuvo mediciones más bajas en el grupo hiperdivergente, la diferencia fue significativa en términos estadísticos ($p = 0.001$) entre el grupo

hiperdivergente (14.7°) con respecto a los grupos hipodivergente (25.41°) y normodivergente (24.41°); sin embargo, no se hallaron variaciones estadísticas significativas entre estos dos últimos. El mismo comportamiento se pudo observar en el arco de lingualización con diferencias estadísticas significativas ($p < 0.001$) entre hiperdivergente con hipodivergente y normodivergente (1.50 mm vs 2.64 y 2.50 mm respectivamente.) En el ángulo de vestibularización solo se encontró diferencia significativa en términos estadísticos ($p < 0.001$) entre el grupo hiperdivergente (15.79°) con el grupo hipodivergente (27.99°). Respecto al arco de vestibularización y la longitud total de arco se encontró diferencias con significancia estadística ($p < 0.001$) entre los tres grupos de evaluación, presentándose valores menores en el grupo hiperdivergente y valores mayores en el grupo hipodivergente (Tabla N°1).

V. DISCUSIÓN

La morfología del hueso alveolar y los patrones faciales han resultado de interés para diversos autores, múltiples estudios evaluaron mediante tomografía la relación entre ambos.^{21,2} Otros evaluaron el volumen óseo,²² el espesor cortical, la altura y el ancho alveolar,^{23,24} y zonas más extensas como la sínfisis.²⁵ Además, se informó la relación con una maloclusión específica,^{5,19,26} cada uno con diferente metodología. Sin embargo, ninguno que reúna las variables a considerar en esta investigación.

Hasta la fecha, este es el primer estudio que evalúa el grosor del hueso alveolar de incisivos mandibulares mediante el ángulo y arco de vestibularización y lingualización;

y la longitud total de arco en pacientes con relación esquelética clase I con diferentes patrones faciales, utilizando como método de evaluación la tomografía.

Los ortodoncistas se han apoyado en imágenes convencionales para diagnosticar y planificar el tratamiento, así como para monitorear el progreso y la evolución del mismo.²⁷ El análisis tradicional cefalométrico puede implicar algunos inconvenientes como provocar un doble borde inferior de la mandíbula, ocultar la asimetría facial, aumentar los errores de identificación²⁸ y dificultar la evaluación de sitios de dehiscencia.²⁹

Los enfoques cefalométricos tridimensionales pueden corregir estos inconvenientes mediante el proceso de reconstrucción.²⁸ Las imágenes obtenidas con TCHC son herramientas confiables y precisas, con mínima distorsión y cualidades de baja dosis de radiación²⁹ que permite la evaluación de estructuras anatómicas en tres dimensiones.^{26,24}

Los cefalogramas laterales sintetizados por TCHC pueden reemplazar con éxito las películas craneales convencionales³⁰ ya que presentan exactitud en las mediciones lineales, Berco³¹ informó que estas mediciones fueron válidas y tuvieron alto grado de precisión y confiabilidad. Además, que el factor orientación del cráneo no afectó los valores obtenidos, esto último también fue corroborado y descrito por El-Beialy.³²

Esta precisión y confiabilidad también está presente cuando se realizan mediciones dentales (sobremordida, sobrepase, ancho intermolar e intercanino maxilar y

mandibular, longitud de arco disponible y longitud de arco requerida),³³ y cuando se evalúa cuantitativamente la altura y el grosor del hueso alveolar vestibular.²⁷

Incluso utilizando diferentes configuraciones de escaneo, la TCHC proporciona una caracterización comparablemente precisa y confiable de las dimensiones del hueso alveolar bucal.³⁴ En este sentido, Damstra et al.³⁵ concluyeron que un cambio de la resolución del vóxel de 0,40 a 0,25 mm no resulta en una mayor precisión de las mediciones, por lo tanto sugirieron que la resolución de vóxel de 0,4 mm era adecuada para las mediciones de estructuras craneofaciales. En nuestro estudio se utilizaron tomografías con vóxel 0,3 mm, el cual en concordancia con lo descrito por Torres et al.³⁶ ofrece buena resolución con dosis de radiación reducida, resultando en el protocolo de adquisición de imágenes con mejor relación costo-beneficio.

El propósito de esta investigación consistió en evaluar y comparar tomográficamente el grosor del hueso alveolar en la zona de incisivos mandibulares a través de medidas angulares y lineales, encontrándose que en todas las medidas el patrón hiperdivergente presentaba los valores más bajos.

Ángulo de lingualización y vestibularización

El ángulo de lingualización en pacientes hiperdivergentes (14.71°) era menor en comparación con el grupo de hipodivergentes (25.41°) y normodivergentes (24.41°). El ángulo de vestibularización obtuvo valores para el patrón hiperdivergente (15.79°) muy por debajo de los presentados por el patrón hipodivergente (27.99°).

Al respecto no se encontraron antecedentes que evalúen estas medidas angulares. Estos resultados de las mediciones del espesor alveolar muestran que los pacientes con un patrón hiperdivergente tienen un alvéolo más estrecho en comparación con los otros grupos verticales, lo que se traduce en menores grados de posible inclinación labiolingual. Esto se justifica como un mecanismo de compensación en el que a medida que la cara se alarga, en parte debido a la divergencia mandibular, los incisivos erupcionan para mantener la sobremordida y el alvéolo se atenúa con el consiguiente adelgazamiento del ancho entre las paredes labial y lingual.¹⁰

Arco de lingualización y vestibularización

El arco de lingualización, indicado como la distancia recorrida por el ápice hasta su contacto con la cortical lingual interna, obtuvo diferencias estadísticamente significativas en el grupo hiperdivergente (1.50 mm) con respecto a los grupos hipodivergente (2.64 mm) y normodivergente (2.50 mm). No encontrándose diferencia estadísticamente significativa entre estos dos últimos.

Similar a nuestro estudio, Foosiri,²⁵ informó que para los dientes anteriores mandibulares, el hueso alveolar lingual tendía a ser más grueso en pacientes con una sínfisis ancha y corta, en comparación con aquellos con una sínfisis estrecha y larga; mostrando una correlación positiva con el ancho de la sínfisis. Aunque este estudio no incluyó los patrones faciales verticales como parte de su metodología podríamos asumir que las sínfisis anchas y cortas hacen referencia a pacientes hipodivergentes mientras que las sínfisis estrechas y largas hace mención a los pacientes hiperdivergentes. Sin embargo, Yamada et al.¹⁹, obtuvieron resultados contradictorios,

donde el ápice de la raíz del incisivo central mandibular estaba más cerca del contorno interno del hueso cortical labial que del hueso cortical lingual; esto se justificaría debido a que la muestra utilizada fueron sujetos con prognatismo mandibular no tratado.

Hubo diferencia significativa en términos estadísticos entre los tres grupos de patrones para el arco de vestibularización. De este modo, el patrón hiperdivergente tuvo valores de 1.62 mm, el grupo normodivergente obtuvo 2.25mm y el grupo hipodivergente 2.89mm. Eraydın et al.²⁶ reportaron resultados similares respecto a que los pacientes hiperdivergentes poseen menor distancia hacia la corteza vestibular. Encontraron que en la clase I, en la región del ápice, en el lado labial, los valores medios del grosor del hueso alveolar del grupo hipodivergente y normodivergente fueron mayores que el grupo hiperdivergente para el incisivo central inferior. Sin embargo, difieren respecto a que no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los patrones normodivergente e hipodivergente. También es relevante mencionar que los valores obtenidos por Eraydın et al.²⁵ fueron de mayor rango que los obtenidos en este estudio y esto tal vez relacionado a la forma en la que realizaron las mediciones, siendo estas perpendiculares al eje del incisivo; mientras que en este estudio se midió mediante un segmento de arco circunferencial que simula el movimiento dentario desde un hipotético centro de resistencia.

Así mismo, Baysal et al.⁶ compararon la posición de los incisivos inferiores y el soporte óseo entre subgrupos de ángulo promedio y ángulo alto de los grupos de clase I y clase II, y hallaron resultados similares a los obtenidos por este estudio; donde el

ápice de la raíz, estaba más cerca de la corteza labial en los subgrupos de ángulo alto en ambas relaciones esqueléticas en comparación con el subgrupo de ángulo promedio de clase II, resaltando que para todos los subgrupos, la distancia del vértice a la cortical vestibular fue mayor que la distancia del ápice a la cortical lingual. Pese a que solo evaluaron subgrupos hiperdivergentes y normodivergentes y no incluyeron el patrón hipodivergente, los valores menores siguen correspondiendo al grupo hiperdivergente.

Longitud total de arco

Finalmente, la longitud total de arco que define la inclinación máxima de los incisivos dentro de su alveolo mostró diferencias estadísticamente significativas entre cada grupo de patrones faciales; en hiperdivergentes 3.12 mm, en normodivergentes 4.75mm, y en hipodivergentes 5.53mm. Esto nos lleva a suponer que el movimiento de los incisivos será reducido en pacientes hiperdivergentes ya que estos presentaron valores menores en comparación con aquellos pacientes que fueron hipodivergentes y que presentaron valores mayores, situando a los pacientes normodivergentes en un rango moderado de movimiento por presentar valores intermedios a los grupos mencionados anteriormente.

Este resultado es similar a lo informado por Sadek et al.,² quienes informaron que el grupo de ángulo alto tuvo las mediciones medias más bajas para la distancia entre el ápice del diente y las placas corticales del hueso vestibular y lingual en varios sitios; recordando que los sujetos con ángulos altos pueden tener mayor riesgo al mover los incisivos más allá del soporte del hueso alveolar cuando se le somete a un movimiento anteroposterior. En contraste, el grupo de ángulo bajo tuvo valores medios más altos.

De la misma manera, Garib et al.³⁷ describió que en cuanto al grosor de las placas óseas vestibular y lingual, la diferencia entre sujetos hipodivergentes e hiperdivergentes parece limitarse a la región del ápice radicular. En distintos patrones faciales, el grosor de las placas óseas en el tercio medio y cervical de la raíz es bastante parecido. Sin embargo, la longitud desde el ápice hasta la cortical externa ósea en dirección bucolingual es más amplia en pacientes con hipodivergencia que en pacientes con hiperdivergencia.

El movimiento bucolingual de las piezas dentarias puede mover los dientes de su posición ideal en el hueso alveolar provocando dehiscencias óseas.⁵ La morfología del hueso alveolar, influenciada por el patrón de crecimiento facial³⁸, es un factor que restringe la capacidad de movimiento en ortodoncia y debe ser tomada en cuenta de manera personalizada al planear el tratamiento.³⁷

De esta manera, ante la necesidad de movimiento labiolingual de los incisivos mandibulares, se debe preferir la inclinación de los dientes en lugar del movimiento dental corporal en pacientes hiperdivergentes.³⁷ Ya que la inclinación controlada con un centro de rotación en el ápice de la raíz, podría alterar la ubicación de la corona sin afectar la posición del ápice dentro del hueso alveolar.²⁹ Por otro lado, “la traslación” del diente desplazaría tanto la parte superior como la inferior, llevándolo fuera de los límites óseos y generando efectos secundarios no deseados.³⁷

Las posibles situaciones en las que se puede aplicar este concepto abarcan a pacientes hiperdivergentes con protrusión bimaxilar en clase I y en tratamientos de camuflaje clase III y compensatorios de clase II.

Debe tomarse en cuenta los hallazgos de este estudio al planificar el tratamiento ortodónico y/o quirúrgico dentofacial para pacientes con hiperdivergencia.²² La predicción de los movimientos dentales puede ser útil a la hora de decidir, en situaciones de extracción / no extracción, y buscar la colaboración interdisciplinaria cuando sea necesario,² además de disminuir la probabilidad de daño periodontal en la región del incisivo mandibular.⁵

Desde el punto de vista periodontal los movimientos labiolinguales presentan más riesgo de romper los límites anatómicos del hueso alveolar, provocando reabsorción de la placa ósea; representando así, el movimiento ortodónico más crítico para desarrollar dehiscencias óseas.^{37,39} Comprender la morfología nos ayuda a reducir la probabilidad de daño iatrogénico en la raíz y el tejido periodontal mientras los dientes se mueven durante el tratamiento ortodónico.⁵ La retracción ortodónica constituye una situación donde es indicado aplicar estos conocimientos ya que provoca una disminución del espesor de la placa ósea lingual; esto en pacientes hiperdivergentes se traduce en un mayor riesgo de futuras recesiones gingivales y dehiscencias óseas.³⁷

Estas evidencias son fundamentales para orientar a los ortodoncistas respecto a la estabilidad en el tratamiento; ya que, se considera que la estabilidad óptima se logra cuando los incisivos están posicionados en la porción medular del hueso alveolar en buen equilibrio con la musculatura labial y lingual. Colocar los incisivos en posición vertical en el hueso basal mejora el soporte alrededor de la raíz de los incisivos, conduce a mejores condiciones periodontales³⁹ y proporciona una mayor estabilidad a largo plazo.⁴

Finamente, nuestros hallazgos se pueden aplicar a cualquier tipo de movimiento dental, pero los resultados siempre dependerán de la estructura del hueso involucrado y de la respuesta individual.³⁹

A resaltar como fortaleza, en esta investigación los autores fueron capacitados por un especialista en radiología para estandarizar la posición de la cabeza y obtener imágenes cefalométricas laterales donde se pudieron realizar mediciones lineales y angulares que permitieron la clasificación de los patrones faciales y la evaluación de las demás variables, esta capacitación permitió lograr resultados de calibración interoperador con altos valores de CCI para cada una de las dimensiones de las variables (0.97). En el estudio usamos un protocolo estandarizado para la ubicación del eje axial del incisivo y la elección de puntos de referencia permitieron una identificación más consistente de los puntos de interés, disminuyendo la variabilidad de las mediciones;²⁷ por lo que las calibraciones intraoperador realizadas en tres tiempos con una semana de intervalo obtuvieron valores promedios de CCI altos para cada examinador (0.97 y 0.92). Además se puede mencionar que hasta la fecha, este es el primer estudio que investiga la inclinación vestibulo lingual de incisivos mandibulares en pacientes con relación esquelética clase I con diferentes patrones faciales, utilizando datos TCHC.

Durante las mediciones tomográficas se presentó la limitación de identificar claramente la cortical del hueso alveolar que representaba los límites de movimiento dentario en la investigación. La mayor dificultad al realizar la investigación fue obtener tomografías de pacientes de relación esquelética clase I y de patrón normodivergente, dado que las indicaciones de orden tomográfica se dan para casos donde puedan existir

anomalías y deformidades dentofaciales,⁴⁰ este tipo de imágenes quedaría excluidas de nuestra investigación. Además, la indicación más común de TCHC en ortodoncia es la evaluación de anomalías en la posición dental, como impactaciones y dientes ectópicos, para lo cual no se requiere en muchos casos una TCHC de campo amplio,⁴¹ y en el peor de los casos dicha pieza impactada o incluida podría estar en la zona de evaluación de las variables, como nos sucedió en varios casos.

Recomendaciones clínicas de la Academia Estadounidense de Radiología Oral y Maxilofacial justifican la TCHC en ortodoncia si tiene un efecto positivo en la optimización del tratamiento⁴² o si las técnicas de imagen convencionales no logran proporcionar un diagnóstico correcto.⁴⁰ La Asociación Americana de Ortodoncia reconoce que no es necesario considerarlo un método estándar de diagnóstico en ortodoncia porque las técnicas radiográficas bidimensionales suelen ser suficientes para el diagnóstico y la planificación del tratamiento de ortodoncia.^{31,28} Ninguna organización ha recomendado la TCHC para todos los pacientes de ortodoncia. Prescribir TCHC a todos los pacientes de ortodoncia puede considerarse una práctica defectuosa y cuestionable.⁴⁰ Las declaraciones de posición y las directrices clínicas realizadas por organizaciones declaran su posición alentando a los profesionales a seguir siempre la directiva ALARA básica en protección radiológica, manteniendo la radiación "tan baja como sea razonablemente posible".⁴³ Una directiva más evolucionada y específica en protección radiológica es el principio ALADAIP que requiere que los profesionales mantengan la radiación a un nivel mínimo dentro de los

límites aceptables para el diagnóstico, centrándose en la necesidad del paciente y siendo específico para cada caso.⁴⁴

RECOMENDACIONES

Debido a su importante aplicación clínica, se sugiere realizar investigaciones, donde se pueda comparar las inclinaciones linguales y vestibulares de los incisivos mandibulares en pacientes con diferentes patrones faciales verticales con relaciones esqueléticas diferentes a las estudiadas en esta investigación.

Se sugiere replicar el estudio en el arco superior, a nivel de otras piezas dentarias de interés, teniendo en consideración la variable sexo, también la evaluación de los incisivos con respecto a la sínfisis, según el grado de inclinación, pre y post tratamiento compensatorio y aumentando el tamaño de la muestra.

VI. CONCLUSIONES

1. En la comparación del grosor lingual del hueso alveolar mediante el ángulo de lingualización, el patrón hiperdivergente mostró diferencias estadísticamente significativas con respecto a los grupos hipodivergente y normodivergente.
2. Respecto a la comparación del grosor vestibular del hueso alveolar mediante el ángulo de vestibularización solo se encontró variación estadísticamente significativa entre los grupos hiperdivergente e hipodivergente.

3. Al comparar el grosor lingual del hueso alveolar mediante el arco de lingualización, se encontró que el grupo hiperdivergente mostraba diferencias estadísticamente significativas en relación a los otros dos grupos.
4. Al comparar el grosor vestibular del hueso alveolar mediante el arco de vestibularización, se obtuvieron diferencias significativas en términos estadísticos entre los tres grupos de patrones faciales verticales.
5. Comparando el grosor total del hueso alveolar mediante la longitud total del arco se encontraron variaciones estadísticas significativas entre los tres grupos de evaluación presentándose valores menores en el grupo hiperdivergente y valores mayores en el grupo hipodivergente.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Guo R, Zhang L, Hu M, Huang Y, Li W. Alveolar bone changes in maxillary and mandibular anterior teeth during orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res.* 2021;24(2):165-179.
- 2) Sadek MM, Sabet NE, Hassan IT. Alveolar bone mapping in subjects with different vertical facial dimensions. *Eur J Orthod.* 2015;37(2):194-201.
- 3) Gracco A, Luca L, Bongiorno MC, Siciliani G. Computed tomography evaluation of mandibular incisor bony support in untreated patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;138(2):179-187.
- 4) Raber A, Kula K, Ghoneima A. Three-dimensional evaluation of labial alveolar bone overlying the maxillary and mandibular incisors in different skeletal classifications of malocclusion. *Int Orthod.* 2019;17(2):287-295.
- 5) Chen H, Liu Z, Hu X, Wu B, Gu Y. Comparison of mandibular cross-sectional morphology between Class I and Class II subjects with different vertical patterns: based on CBCT images and statistical shape analysis. *BMC Oral Health.* 2021;21(1):238-254.
- 6) Baysal A, Ucar FI, Buyuk SK, Ozer T, Uysal T. Alveolar bone thickness and lower incisor position in skeletal Class I and Class II malocclusions assessed with cone-beam computed tomography. *Korean J Orthod.* 2013;43(3):134-140.
- 7) Shafizadeh M, Tehranchi A, Shirvani A, Motamedian SR. Alveolar bone thickness overlying healthy maxillary and mandibular teeth: A systematic review and meta-analysis. *Int Orthod.* 2021;19(3):389-405.

- 8) Enhos S, Uysal T, Yagci A, Veli İ, Ucar FI, Ozer T. Dehiscence and fenestration in patients with different vertical growth patterns assessed with cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2012;82(5):868-874.
- 9) Mandelaris GA, Neiva R, Chambrone L. Cone-Beam Computed Tomography and Interdisciplinary Dentofacial Therapy: An American Academy of Periodontology Best Evidence Review Focusing on Risk Assessment of the Dentoalveolar Bone Changes Influenced by Tooth Movement. *J Periodontol.* 2017;88(10):960-977.
- 10) Ma J, Huang J, Jiang JH. Morphological analysis of the alveolar bone of the anterior teeth in severe high-angle skeletal Class II and Class III malocclusions assessed with cone-beam computed tomography. *PLoS One.* 2019;14(3):e0210461.
- 11) Zhang LQ, Zhao YN, Zhang YQ, Zhang Y, Liu DG. Morphologic analysis of alveolar bone in maxillary and mandibular incisors on sagittal views. *Surg Radiol Anat.* 2021;43(6):1009-1018.
- 12) Sadek MM, Sabet NE, Hassan IT. Three-dimensional mapping of cortical bone thickness in subjects with different vertical facial dimensions. *Prog Orthod.* 2016;17(1):32-39.
- 13) Gaffuri F, Cossellu G, Maspero C, Lanteri V, Ugolini A, Rasperini G, et al. Correlation between facial growth patterns and cortical bone thickness assessed with cone-beam computed tomography in young adult untreated patients. *Saudi Dent J.* 2021;33(3):161-167.

- 14) Klinge A, Becktor K, Lindh C, Becktor JP. Craniofacial height in relation to cross-sectional maxillary and mandibular morphology. *Prog Orthod.* 2017;18(1):32-42.
- 15) Ozdemir F, Tozlu M, Germec-Cakan D. Cortical bone thickness of the alveolar process measured with cone-beam computed tomography in patients with different facial types. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;143(2):190-196.
- 16) Chang HW, Huang HL, Yu JH, Hsu JT, Li YF, Wu YF. Effects of orthodontic tooth movement on alveolar bone density. *Clin Oral Investig.* 2012;16(3):679-688.
- 17) Matsumoto K, Sherrill-Mix S, Boucher N, Tanna N. A cone-beam computed tomographic evaluation of alveolar bone dimensional changes and the periodontal limits of mandibular incisor advancement in skeletal Class II patients. *Angle Orthod.* 2020;90(3):330-338.
- 18) Shimizu Y, Ono T. Three-dimensional structural analysis of the morphological condition of the alveolar bone before and after orthodontic treatment. *Korean J Orthod.* 2017;47(6):394-400.
- 19) Yamada C, Kitai N, Kakimoto N, Murakami S, Furukawa S, Takada K. Spatial relationships between the mandibular central incisor and associated alveolar bone in adults with mandibular prognathism. *Angle Orthod.* 2007;77(5):766-772.
- 20) Tamayo A. Inclinación de incisivos: cálculo de la cantidad de desplazamiento bucolingual y sus efectos en la longitud del arco dental. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 2011;22(2):227-245.

- 21) Swasty D, Lee J, Huang JC, Maki K, Gansky SA, Hatcher D, Miller AJ. Cross-sectional human mandibular morphology as assessed in vivo by cone-beam computed tomography in patients with different vertical facial dimensions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139(4 Suppl):e377-389.
- 22) Alkhadra T. Mandibular alveolar bone volume in patients with different vertical facial dimensions. *Saudi Dent J.* 2017;29(4):140-143.
- 23) Swasty D, Lee JS, Huang JC, Maki K, Gansky SA, Hatcher D, et al. Anthropometric analysis of the human mandibular cortical bone as assessed by cone-beam computed tomography. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(3):491-500.
- 24) Ahn MS, Shin SM, Wu TJ, Lee DJ, Ko CC, Chung CJ, et al. Correlation between the cross-sectional morphology of the mandible and the three-dimensional facial skeletal pattern: A structural equation modeling approach. *Angle Orthod.* 2019;89(1):78-86.
- 25) Foosiri P, Mahatumarat K, Panmekiate S. Relationship between mandibular symphysis dimensions and mandibular anterior alveolar bone thickness as assessed with cone-beam computed tomography. *Dental Press J Orthod.* 2018;23(1):54-62.
- 26) Eraydın F, Germec-Cakan D, Tozlu M, Ozdemir FI. Three-dimensional evaluation of alveolar bone thickness of mandibular anterior teeth in different dentofacial types. *Niger J Clin Pract* 2018;21:519-524.
- 27) Timock AM, Cook V, McDonald T, Leo MC, Crowe J, Benninger BL, et al. Accuracy and reliability of buccal bone height and thickness measurements from cone-beam computed tomography imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;140(5):734-744.

- 28) Kau CH, Li JL, Li Q, Abou Kheir N. Update on cone beam technology and orthodontic analysis. *Dent Clin North Am.* 2014;58(3):653-669.
- 29) Nayak Krishna US, Shetty A, Girija MP, Nayak R. Changes in alveolar bone thickness due to retraction of anterior teeth during orthodontic treatment: a cephalometric and computed tomography comparative study. *Indian J Dent Res.* 2013;24(6):736-741.
- 30) Cattaneo PM, Bloch CB, Calmar D, Hjortshøj M, Melsen B. Comparison between conventional and cone-beam computed tomography-generated cephalograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134(6):798-802.
- 31) Berco M, Rigali PH Jr, Miner RM, DeLuca S, Anderson NK, Will LA. Accuracy and reliability of linear cephalometric measurements from cone-beam computed tomography scans of a dry human skull. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(1):17.e1-9.
- 32) El-Beialy AR, Fayed MS, El-Bialy AM, Mostafa YA. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography measurements: Influence of head orientation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;140(2):157-165.
- 33) Baumgaertel S, Palomo JM, Palomo L, Hans MG. Reliability and accuracy of cone-beam computed tomography dental measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(1):19-25.
- 34) Cook VC, Timock AM, Crowe JJ, Wang M, Covell DA Jr. Accuracy of alveolar bone measurements from cone beam computed tomography acquired using varying settings. *Orthod Craniofac Res.* 2015;18 Suppl 1:127-136.

- 35) Damstra J, Fourie Z, Huddleston Slater JJ, Ren Y. Accuracy of linear measurements from cone-beam computed tomography-derived surface models of different voxel sizes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(1):16.e1-6.
- 36) Torres MGG, Campos PSF, Pena N Neto Segundo, Ribeiro M, Navarro M, Crusoé-Rebello I. Avaliação de doses referenciais obtidas com exames de tomografia computadorizada de feixe cônico adquiridos com diferentes tamanhos de voxel. *Dental Press J Orthod.* 2010;15(5): 42-43.
- 37) Garib DG, Yatabe MS, Ozawa TO, Silva Filho OGD. Alveolar bone morphology under the perspective of the computed tomography: defining the biological limits of tooth movement. *Dental Press J Orthod.* 2010;15(5):192–205.
- 38) Molina-Berlanga N, Llopis-Perez J, Flores-Mir C, Puigdollers A. Lower incisor dentoalveolar compensation and symphysis dimensions among Class I and III malocclusion patients with different facial vertical skeletal patterns. *Angle Orthod.* 2013;83(6):948-955.
- 39) Sarikaya S, Haydar B, Ciger S, Ariyurek M. Changes in alveolar bone thickness due to retraction of anterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;122:15-26.
- 40) Abdelkarim A. Cone-Beam Computed Tomography in Orthodontics. *Dent J (Basel).* 2019;7(3):89-120.
- 41) Nasseh I, Al-Rawi W. Cone Beam Computed Tomography. *Dent Clin North Am.* 2018;62(3):361-391.
- 42) American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. Clinical recommendations regarding use of cone beam computed tomography in

orthodontics. [corrected]. Position statement by the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2013;116(2):238-257.

43) Farman AG. ALARA still applies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;100(4):395-397.

44) Oenning A.C., Jacobs R., Pauwels R., Stratis A., Hedesiú M., Salmon B. Cone-beam CT in paediatric dentistry: DIMITRA project position statement. *Pediatr. Radiol.* 2018;48:308-316.

VIII. TABLA

TABLA N° 1: Comparación del grosor del hueso alveolar en pacientes con relación esquelética clase I en diferentes patrones faciales verticales.

Grosor de hueso alveolar	Patrones faciales						Valor p*
	Hiperdivergente		Hipodivergente		Normodivergente		
	X	DE	X	DE	X	DE	
Ángulo de lingualización	14.71ab	5.56	25.41a	9.31	24.41b	9.27	0.001
Ángulo de vestibularización	15.79a	4.78	27.99a	10.63	21.67	4.29	<0.001
Arco de lingualización	1.50ab	0.56	2.64a	0.98	2.50b	0.88	<0.001
Arco de vestibularización	1.62ab	0.49	2.89ac	1.03	2.25bc	0.46	<0.001
Longitud total de arco	3.12ab	0.51	5.53ac	0.73	4.75bc	0.84	<0.001

X: Promedio. DE: Desviación estándar. p: Significancia estadística.

*Prueba de Anova, prueba de post hoc de Tukey, letras iguales indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

ANEXOS

Anexo 1: Cuadro de Operacionalización de variables.

Variable	Dimensión	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Tipo	Escala de medición	Valor
Grosor de Hueso alveolar	Arco de lingualización	Máxima inclinación posible en la dirección lingual del ápice sin entrar en contacto con la placa cortical de hueso.	Distancia recorrida por el ápice hasta su contacto con la cortical lingual interna durante la lingualización	Medida tomográfica (D-L1a)	Cuantitativa	Razón	mm
	Arco de vestibularización	Máxima inclinación posible en la dirección labial del ápice sin entrar en contacto con la placa cortical de hueso.	Distancia recorrida por el ápice hasta su contacto con la cortical labial interna durante la vestibularización.	Medida tomográfica (C-L1a)	Cuantitativa	Razón	mm
	Ángulo de lingualización	Angulación entre el hipotético centro de rotación y el punto en el que el ápice entra en contacto con la corteza lingual interna.	Grado de inclinación máximo hacia lingual.	Ángulo formado por los puntos D-CR-L1a	Cuantitativa	Razón	grados
	Ángulo de vestibularización	Angulación entre el hipotético centro de rotación y el punto en el que el ápice entra en contacto con la corteza labial interna.	Grado de inclinación máximo hacia vestibular.	Ángulo formado por los puntos C-CR-L1a	Cuantitativa	Razón	grados
	Longitud total de arco	Suma de los arcos de lingualización y vestibularización.	Máxima distancia recorrida por el ápice desde su contacto con la cortical labial hasta su contacto con la cortical lingual.	Medida tomográfica (C-D)	Cuantitativa	Razón	mm

Variable	Dimensión	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Tipo	Escala de medición	Valor
Patrón facial vertical	-----	Análisis morfológico y dirección de crecimiento vertical de estructuras óseas faciales	Grado de divergencia del plano mandibular con respecto a la base craneal anterior.	Ángulo formado por la base craneal anterior (SN) y el plano mandibular (Me-Go)	Cualitativa	Nominal	Hiperdivergente: $\geq 36^\circ$ Normodivergente: $32,5 \pm 3,4$ Hipodivergente: $\leq 29^\circ$
			Grado de divergencia del plano mandibular con respecto al plano de Frankfort.	Ángulo formado por el plano mandibular (Me -Go) y el plano de Frankfort (Po-Or).	Cualitativa	Nominal	Ángulo FMA abierto: $>28^\circ$ Ángulo FMA normal: $22^\circ-28^\circ$ Ángulo FMA cerrado: $<22^\circ$

Anexo 2: Estandarización de la posición de la cabeza.

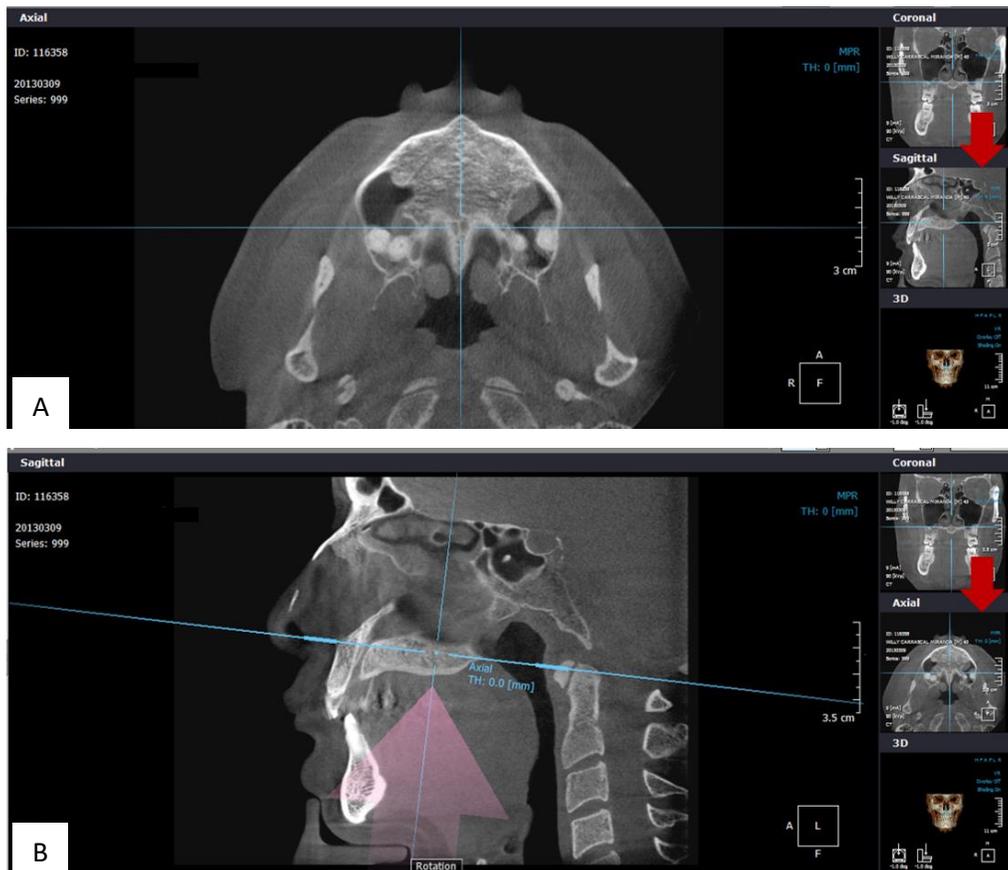
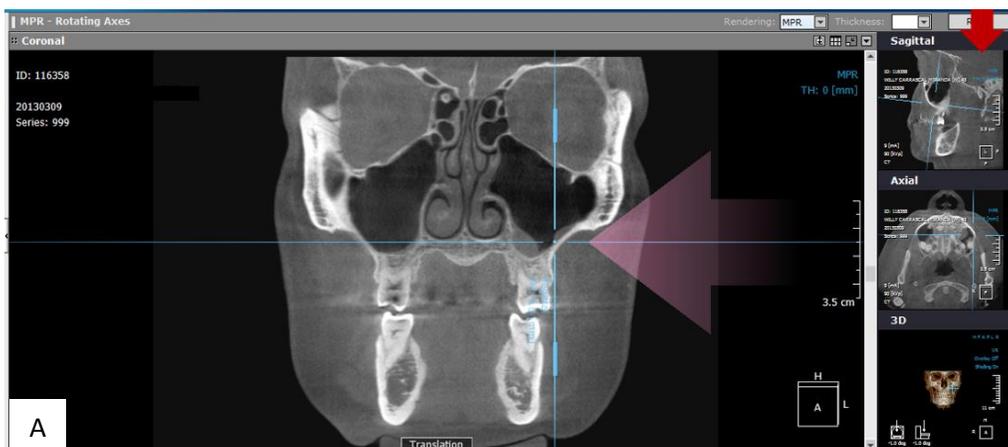


Fig. 1. A) Vista axial: ubicación del eje vertical de coordenadas por ENA y apófisis odontoides. B) Vista sagital: eje horizontal atravesando las estructuras anteriores. Flechas rojas indican verificar en ese corte.



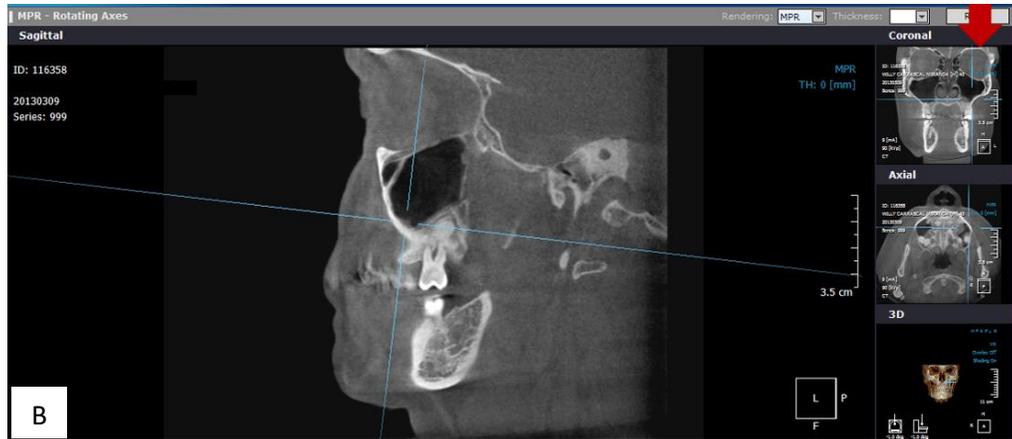


Fig. 2. A y B) Eje vertical de coordenadas situado a la mitad de la órbita en la vista coronal y sagittal respectivamente. Flechas rojas indican verificar en ese corte.

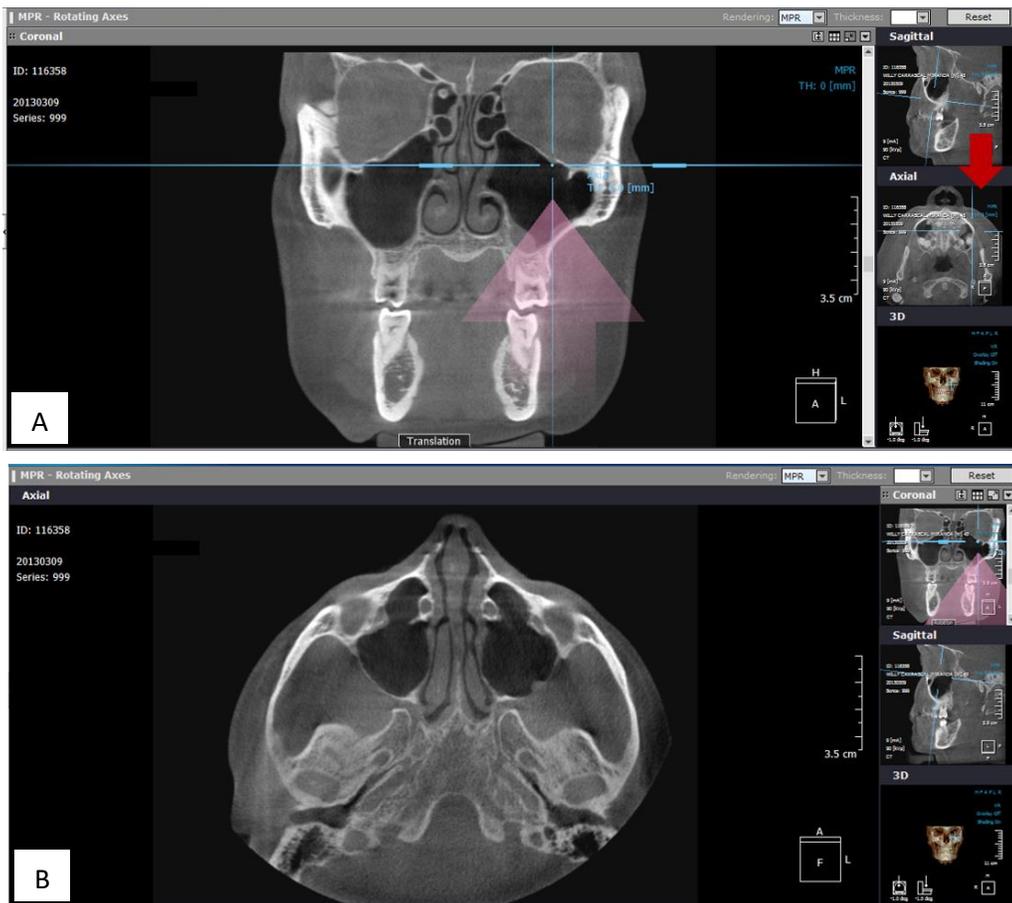


Fig. 3. A) Vista corona: eje horizontal de coordenadas trasladado a nivel de piso de órbita. Flecha roja indica verificar en ese corte. B) Vista axial: simetría de ambos arcos cigomáticos.

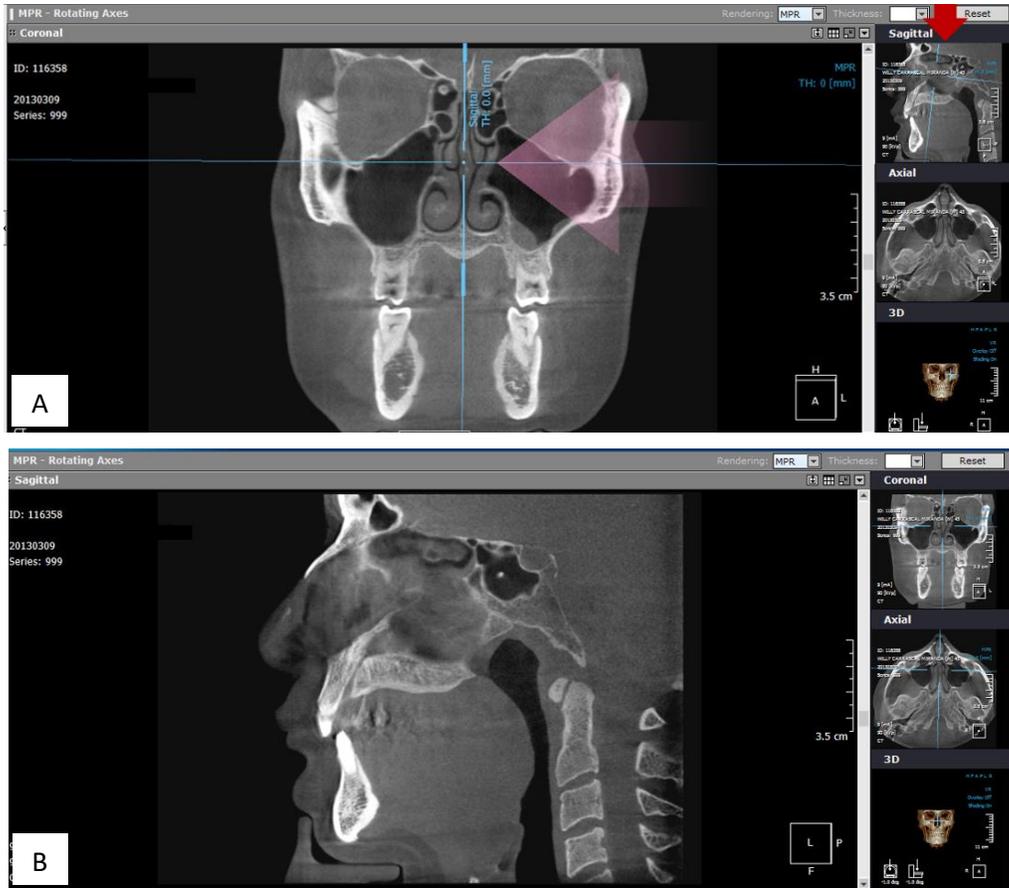
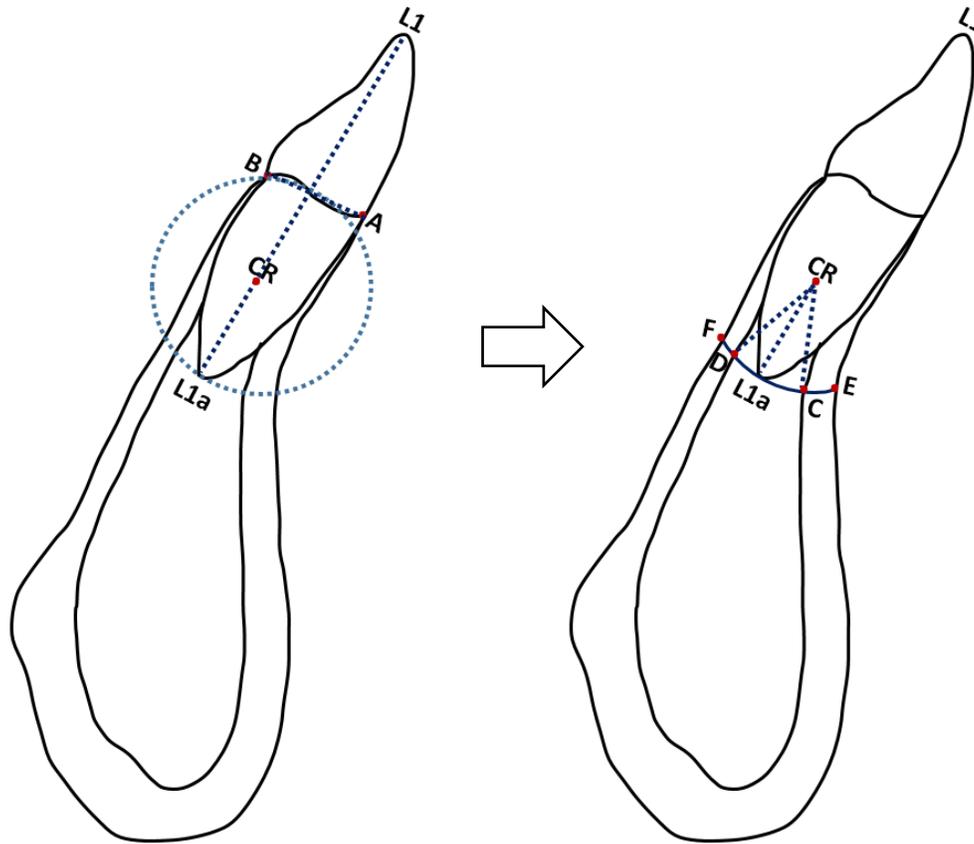


Fig. 4. A) Vista coronal: eje vertical de coordenadas trasladado a línea media. Flecha roja indica verificar en ese corte. B) Vista sagittal: presencia de agujero palatino indica imagen centrada.

Anexo 3: Puntos de referencia del incisivo mandibular y del hueso alveolar en la región anteroinferior.



Gráficos de elaboración propia con puntos de referencia adoptados de Yamada et al. ¹⁹

Punto CR (centro de rotación), punto medio de la porción incrustada de la raíz en el hueso alveolar; punto A y punto B, el punto más anterosuperior y más posterosuperior del hueso alveolar mandibular respectivamente; Punto L1 y punto L1a, punto medio del borde incisal y el ápice radicular respectivamente; una línea que une estos dos puntos representa el eje longitudinal del incisivo.

Los puntos C, D, E y F definidos en la trayectoria del movimiento de inclinación hipotético de la raíz del incisivo central mandibular alrededor del CR: punto E y punto F, punto más anterior y más posterior del hueso alveolar mandibular respectivamente; punto C y punto D, punto del contorno interno de la placa cortical anterior y el contorno interno de la placa cortical posterior respectivamente.

Longitud de arco entre los puntos L1a y C, grosor del hueso esponjoso alveolar labial; Longitud de arco entre los puntos L1a y D, grosor del hueso esponjoso alveolar lingual; longitud de arco entre los puntos C y D: grosor total o labiolingual del hueso esponjoso alveolar. Ángulo de vestibularización formado por los puntos C-CR-L1a, representa el movimiento labial; Ángulo de lingualización formado por los puntos D-CR-L1a, representa el movimiento lingual.

Anexo 4: Constancia de Aprobación del Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.



VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA 486- 43 - 22

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 : **"Grosor del hueso alveolar de incisivos mandibulares en pacientes con relación esquelética clase I con diferentes patrones faciales verticales. Evaluación tomográfica".**

Código de inscripción : **208882**

Investigador principal : **Andagua Torres, Juan Oman
De La Cruz Navarro, Sandra Paola**

La aprobación incluyó los documentos finales descritos a continuación:

1. **Proyecto de investigación**, versión recibida en fecha 24 de octubre del 2022.

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 **23 de octubre del 2027**.

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

Lima, 24 de octubre del 2022.


Dr. Luis Arturo Pedro Saona Ugarte
Presidente
Comité Institucional de Ética en Investigación



/smr