



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
ESCUELA DE POSGRADO

EVALUACIÓN TOMOGRÁFICA DE LAS
CARACTERÍSTICAS ÓSEAS DE LA
CRESTA INFRACIGOMÁTICA Y PLACA
ÓSEA MANDIBULAR SEGÚN PATRÓN
FACIAL VERTICAL EN PACIENTES
DEL SERVICIO DE ORTODONCIA
UPCH 2009-2016

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO EN ORTODONCIA

CÉSAR WALTER JULCA PÉREZ

LIMA – PERÚ

2019

Asesores de Tesis

Asesor Principal

Dr. Mg. Esp. CD. Abraham Meneses López.

Departamento Académico de Estomatología del Niño y el Adolescente

Co-Asesor

Mg. Esp. CD. Carlos Yuri Liñán Durán.

Departamento Académico de Estomatología del Niño y el Adolescente

DEDICATORIA

A mi padre Walter Julca, por ser maestro y guía en mi vida y profesión.

A mi madre Bertha Pérez, por su amor incondicional.

A mis abuelos Teresa, Luis y Amelia, que de diferentes maneras me apoyaron.

AGRADECIMIENTOS

*A mis asesores: Dr. Abraham Meneses y Mg. Carlos Liñán por el constante apoyo
para la realización de esta investigación.*

*A todas aquellas personas que de una u otra manera me respaldaron para la
ejecución de este estudio.*

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

Autofinanciado

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Media, desviación estándar, mediana y valores mínimos y máximos según patrón facial vertical.	27
Tabla 2. Valores promedio de la altura ósea y comparación según patrón facial vertical.	28
Tabla 3. Valores promedio del grosor cortical y comparación según patrón facial vertical.	29
Tabla 4. Valores promedio de la densidad cortical y comparación según patrón facial vertical.	30

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	3
II.1. Planteamiento del problema	3
II.2. Justificación	4
III. MARCO TEÓRICO	5
IV. OBJETIVOS	14
IV.1. Objetivo general	14
IV.2. Objetivos específicos	14
V. MATERIALES Y MÉTODOS	15
V.1. Diseño del estudio	15
V.2. Población	15
V.3. Muestra	15
V.4. Criterios de selección	16
V.4.1. Criterios de inclusión	16
V.4.2. Criterios de exclusión	16
V.5. Variables	17
V.6. Técnicas y procedimientos	18
V.7. Plan de análisis	22
V.8. Consideraciones éticas	23
VI. RESULTADOS	24
VII. DISCUSIÓN	31
VIII. CONCLUSIONES	39
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
X. ANEXOS	49

LISTA DE ABREVIATURA Y SIMBOLOS

DAT	:	Dispositivo de anclaje temporal
TCHC	:	Tomografía computarizada de haz cónico
UH	:	Unidades Hounsfield
UA	:	Unidades de atenuación
S	:	Punto cefalométrico Sella
N	:	Punto cefalométrico Nasion
Go	:	Punto cefalométrico Gonion
Me	:	Punto cefalométrico Mentoniano
CCI	:	Coefficiente de correlación intraclase
Po	:	Punto cefalométrico Porion
CT	:	Tomografía computarizada
CI	:	Cresta infracigomática
POM	:	Placa ósea mandibular
UPCH	:	Universidad Peruana Cayetano Heredia

RESUMEN

Introducción: los minitornillos están siendo ampliamente usados para la obtención de anclaje máximo en ortodoncia, uno de los factores principales para el éxito de estos dispositivos son las características óseas del lugar de inserción, que a su vez puede estar afectado por el tipo de crecimiento. El objetivo de esta investigación fue evaluar mediante tomografías la altura, el grosor y densidad cortical de la cresta infracigomática y placa ósea mandibular de adultos con diferentes patrones faciales verticales. **Método:** este trabajo se realizó en 90 imágenes tomográficas de adultos (18-35 años de edad), los cuáles fueron divididos en tres grupos hipodivergente, normodivergente e hiperdivergente. Se realizaron las mediciones de altura, grosor cortical y densidad cortical de la cresta infracigomática y placa ósea mandibular. **Resultados:** Hubo una diferencia estadísticamente significativa en grosor cortical y densidad cortical de la cresta infracigomática, así como en altura, grosor cortical y densidad cortical en la placa ósea mandibular siendo el patrón facial hipodivergente el que presentó mayores valores, seguido por el patrón normodivergente y finalmente el patrón hiperdivergente. **Conclusión:** En la cresta infracigomática el patrón hipodivergente tiene un mayor grosor y densidad cortical, seguido por el patrón normodivergente y finalmente el patrón hiperdivergente. En la placa ósea mandibular el patrón hipodivergente presentan mayores valores de altura, grosor y densidad cortical, seguido por el patrón normodivergente y finalmente el patrón hiperdivergente.

Palabras claves: Cresta infracigomática; placa ósea mandibular; tomografía computarizada de haz cónico; patrones faciales verticales.

ABSTRACT

Introduction: Mini-screws are being widely used to obtain the maximum anchor in orthodontics, one of the main factors for mini-screws success are bone characteristics of insertion site, which can be affected by the type of growth. The aim of this study was to evaluate by tomography the height, thickness and cortical density of the infrazygomatic crest and buccal shelf of adults with different vertical facial patterns. **Method:** this work was performed on 90 tomographic images of adults (18-35 years of age), which were divided into the hypodivergent, normodivergent and hyperdivergent groups. Measurements of height, cortical thickness and cortical density of the infrazygomatic crest and buccal shelf were made. **Results:** There was a statistically significant difference in cortical thickness and cortical density of the infrazygomatic crest, as well as in height, cortical thickness and cortical density in the buccal shelf, the hypodivergent facial pattern had the highest values, followed by normodivergent pattern and finally the hyperdivergent pattern. **Conclusion:** In the infrazygomatic crest, the hypodivergent pattern has a greater cortical thickness and density, followed by the normodivergent pattern and finally the hyperdivergent pattern. In the buccal shelf the hypodivergent pattern presents higher values of height, cortical thickness and cortical density, followed by the normodivergent pattern and finally the hyperdivergent pattern.

Keywords: Infrazygomatic crest; buccal shelf; cone beam tomography; vertical facial patterns.

I. INTRODUCCIÓN

Un momento crítico para alcanzar el éxito en un tratamiento de Ortodoncia es el manejo adecuado del anclaje, sobre todo cuando se requiere anclaje máximo para un correcto control de los movimientos dentarios. La obtención de un anclaje óptimo requiere el uso de diferentes tipos de aparatologías intraorales y/o extraorales, encontrándose muchas veces dificultades tanto biomecánicas como de falta de colaboración del paciente. Debido a estas circunstancias, se desarrollaron dispositivos de anclaje temporal (DAT) que se insertan en la estructura ósea, brindando anclaje máximo y mejorando la calidad del tratamiento de ortodoncia; permitiéndole al clínico el uso de biomecánicas simples para obtener resultados óptimos. Los DATs están siendo ampliamente usados debido a sus múltiples ventajas, entre las cuales podemos mencionar su colocación simple, tamaño reducido, fácil inserción y remoción, carga inmediata post-inserción y capacidad de soportar fuerzas sin perder estabilidad. El porcentaje de éxito de los DATs es de 84% siendo la estabilidad primaria un pilar fundamental para el éxito clínico.¹ Los factores más importantes relacionados a la estabilidad primaria son el diseño del dispositivo (longitud/diámetro) y las características óseas de la zona que va alojar al DAT. El grosor y densidad de la cortical ósea son características importantes que proporcionan a los dispositivos una retención mecánica y no de osteointegración. A mayor contacto con el hueso y una inserción más profunda en la estructura ósea, mejora la estabilidad primaria. Los DATs son colocados en diversas zonas de los maxilares, siendo la cresta infracigomática del maxilar y la placa ósea vestibular entre la primera y segunda molar inferior, zonas de inserción

que, por su calidad ósea, permiten la inserción de DATs con mayores dimensiones para solucionar problemas más complejos.

La morfología estructural ósea maxilofacial, que brinda la estabilidad primaria a los DATs, está influenciada por varios factores, como los factores genéticos y medio ambientales (adaptaciones biológicas y funcionales). Los diferentes patrones verticales presentan diversas cargas musculares, así como también múltiples compensaciones dentoalveolares, modificando la morfología ósea en las zonas de inserciones musculares conjuntamente con otras zonas del complejo maxilofacial. El entendimiento de cómo los patrones verticales (hipodivergente, hiperdivergente y normodivergente) alteran la morfología ósea de las zonas de inserción de los DATs, ayudaría a tomar decisiones clínicas adecuadas para un mejor tratamiento.

El propósito de este estudio es evaluar mediante tomografías las características óseas de la cresta infracigomática y la placa ósea mandibular en pacientes con diferentes patrones verticales del servicio de ortodoncia de la UPCH.

II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

II.1. Planteamiento del problema

Los DATs son colocados rutinariamente en el hueso alveolar, entre las raíces de las piezas dentarias, que en ocasiones no presentan espacio suficiente para su correcto posicionamiento, provocando injurias en zonas anatómicas adyacentes. Incluso con el afán de colocar el DAT en espacios reducidos, se disminuye su tamaño (longitud / diámetro), originando accidentes como fracturas durante su colocación o pérdida de estabilidad al no poder soportar fuerzas por escaso contacto óseo y/o calidad ósea inadecuada de la zona de inserción. La cresta infracigomática y la placa ósea mandibular han sido propuestas como zonas de inserción de DATs, por encontrarse a una distancia apropiada de zonas anatómicas susceptibles a injurias, además de permitir la inserción de DATs con un diseño más óptimo por la cantidad y calidad de su morfología ósea. Esto posibilita que los DATs colocados en las zonas propuestas, puedan soportar fuerzas mayores sin perder estabilidad, ampliando su uso a situaciones más complejas.

El crecimiento maxilofacial se encuentra influenciado por factores genéticos y medio-ambientales (adaptaciones biológicas y funcionales); generando tres patrones de crecimiento facial vertical (hiperdivergente, hipodivergente y normodivergente), cada uno con características diferentes. Así, la función masticatoria es distinta en estos patrones verticales, produciendo cargas musculares diversas que pueden originar adaptaciones y/o cambios en las estructuras óseas. Discernir las variaciones en la morfología ósea de las zonas de interés clínica en los tres patrones verticales permitirá tomar

mejores decisiones para planificar adecuadamente el tratamiento en los diferentes tipos de pacientes.

De acuerdo con lo anterior surge la pregunta: ¿Habrá diferencias entre las características óseas de la cresta infracigomática y la placa ósea mandibular en pacientes con diferentes patrones verticales?

II.2. Justificación

Este estudio tiene una justificación teórica, ya que, las investigaciones que evalúan las características morfológicas óseas de la cresta infracigomática y la placa ósea mandibular de acuerdo a los patrones verticales son escasas, por lo que realizar un estudio al respecto sería de interés para la especialidad. Además, después de realizar este estudio, se podrá contar con información concreta de la morfología ósea de las zonas anatómicas en los diferentes patrones verticales; dicha información instruirá a los profesionales a interpretar mejor las adaptaciones esqueléticas que ocurren en el crecimiento maxilofacial.

Clínicamente, el profesional tendrá conocimientos en la elección del DAT apropiado para cada zona esquelética, el cual le proporcionará un anclaje más estable, para solucionar situaciones clínicas complejas con un procedimiento más sencillo; beneficiando indirectamente al paciente, que podría evitarse intervenciones mucho más invasivas y costosas.

III. MARCO TEÓRICO

El entendimiento de la biología ósea es el pilar fundamental de la ortodoncia y la ortopedia maxilofacial, debido a que todas las reacciones a las fuerzas terapéuticas y a las cargas ambientales se manifiestan por la adaptación ósea. El crecimiento facial, los movimientos dentarios y la oclusión dependen de una respuesta ósea favorable.² La adaptación ósea durante el movimiento ortodóncico consiste en la aposición y reabsorción del hueso alveolar, y para que esto suceda de forma óptima, el clínico debe controlar la magnitud, frecuencia, duración y dirección de la fuerza aplicada con el manejo del anclaje.³

El anclaje ortodóncico se define como la resistencia a los movimientos dentarios indeseados, mediante métodos predecibles.⁴ Tradicionalmente, los ortodoncistas han usado las piezas dentarias, aparatos intraorales y extraorales para controlar el anclaje, minimizando los movimientos de ciertos dientes, mientras completan el movimiento deseado de otras piezas dentarias. Sin embargo, como lo indica la tercera ley de Newton, para cada acción hay una reacción igual y opuesta; por lo que encontramos limitaciones en nuestra posibilidad de controlar completamente todos los aspectos del movimiento dentario.⁵

La comprensión de la necesidad de anclaje en cada paciente es de suma importancia y la pérdida inesperada o no intencional del anclaje da lugar a un resultado indeseado. Por lo tanto, en los últimos 60 años, se han estado desarrollando métodos para obtener anclaje absoluto esquelético. Varios reportes (Higley en 1945, Linkow en 1969, Creekmore y Eklund en 1983, Roberts en 1984, Turley en 1988, Block y Hoffman en 1996, Kanomi en 1997, etc.) sobre el uso de sistemas de anclaje

absoluto ortodónico fueron publicados, reflejando su creciente popularidad e importancia.⁶

Debido a que el dispositivo de anclaje temporal nos ayuda a mejorar el control del anclaje en el tratamiento ortodónico, su estabilidad afecta en gran medida su desempeño clínico. Muchos factores han sido relacionados a la estabilidad de los DATs, tales como el grosor y densidad ósea de la cortical, condición periodontal, patrones de carga de fuerzas, diseño de los DATs, entre otros. Tanto el grosor óseo (altura), como el grosor y densidad cortical son factores importantes para el éxito clínico del DAT, corticales de menos de 1mm de grosor que presentan menos densidad aumentan el fracaso del dispositivo que en promedio es 13,4%.⁷ Una estructura ósea más gruesa permite una mayor profundidad de sujeción del DAT, mayor contacto óseo y una mejor estabilidad primaria del mismo.⁸ No obstante la inserción de DATs en zonas con corticales muy gruesas (>2.5mm) y densas podrían provocar micro fracturas en la cortical afectando su estabilidad primaria e incluso aumenta el riesgo de fractura del dispositivo.^{9,10}

Una inadecuada cantidad de hueso en la zona de inserción puede afectar el éxito de los DATs. En zonas con grosor cortical ósea inadecuado, la densidad ósea parece ser un determinante clave para la estabilidad del dispositivo, debido a que su estabilidad primaria durante su colocación, es lograda por medios mecánicos más que a través de una osteointegración.¹¹ La distribución del estrés mecánico ocurre especialmente donde el hueso está en contacto con el dispositivo. La densidad ósea influye en la cantidad de hueso en contacto con la superficie del dispositivo y, por lo tanto, la tensión se puede reducir aumentando el área funcional sobre la que se aplica la fuerza, mediante el incremento de la longitud o el diámetro del dispositivo.

Los resultados de estudios anteriores han sugerido que el hueso de mayor densidad podría asegurar un mejor ambiente biomecánico para los DATs.^{11,12} Además, los dispositivos más largos podrían ser una mejor opción en zonas con baja densidad ósea. En zonas óseas donde el hueso cortical es más delgado, se sabe que el estrés se distribuye tanto en el hueso esponjoso como en el hueso cortical, entretanto, donde la cortical es gruesa y densa, el estrés se concentra en el hueso cortical.¹³

Cuando se coloca un dispositivo de anclaje temporal, la selección de la zona de inserción es importante. Los factores principales a considerar son la estabilidad y la seguridad de la zona. Los DATs estables se mantienen en su posición y no se desestabilizan cuando se le aplica una fuerza ortodóncica. La seguridad de la zona se refiere a la capacidad del ortodoncista para colocar un mini-implante en ese sitio sin dañar la raíz u otras estructuras anatómicas importantes.¹⁴

Los posibles sitios de inserción para los DATs en el maxilar, incluyen el área debajo de la espina nasal, el paladar, el proceso alveolar y la cresta infracigomática. Los sitios de inserción alejadas del proceso alveolar, permiten una mayor versatilidad del movimiento dental ortodóncico ya que las raíces no interfieren con el desplazamiento de los dientes. Específicamente, la cresta infracigomática del maxilar es uno de los sitios anatómicos distantes de la región dentoalveolar, lo cual permite un movimiento de los dientes sin obstrucción, disminuyendo la posibilidad de contacto con la raíz.¹⁵

La cresta infracigomática ha sido usada satisfactoriamente como anclaje esquelético para retracción de caninos superiores, retracción anterior, retracción anterior en masa, intrusión de piezas dentarias posteriores maxilares y retracción de todo el complejo dentoalveolar superior.^{16,17}

Anatómicamente, la cresta infracigomática, es un pilar de hueso cortical en el proceso cigomático del maxilar. Clínicamente, es un puente óseo palpable a lo largo de la curvatura entre el proceso alveolar y el proceso cigomático. En sujetos jóvenes, se encuentra entre la segunda premolar y el primer molar superior, mientras que en los adultos se encuentra por encima de la primera molar.¹⁶

En la mandíbula, específicamente en la zona posterior, se han presentado diversos problemas en la colocación de DATs a nivel inter-radicular.¹⁸ La placa ósea mandibular ha sido propuesta como una zona de inserción confiable de DATs, permitiendo la obtención de anclaje para la retracción del arco mandibular completo, corrigiendo apiñamientos severos, protrusiones y maloclusiones esqueléticas sin extracciones ni cirugía ortognática.¹

Colocar los dispositivos en la placa ósea mandibular permite el uso de dispositivos más largos y con mayor diámetro, que pueden ser insertados paralelos al eje axial de las molares sin interferir con las raíces dentarias.¹

La posición óptima de los DATs en la placa ósea mandibular es a vestibular del punto de contacto de la primera y segunda molar inferior, aproximadamente a 5 -7 mm por debajo de la cresta alveolar y deben ser insertados en una orientación alrededor de 30° de la superficie ósea.¹⁹

La práctica de la ortodoncia se fundamenta en el entendimiento del crecimiento facial, no sólo cuando éste se produce, sino también cuando finaliza.²⁰

Conocer el crecimiento y desarrollo craneofacial es esencial para el diagnóstico y tratamiento de las maloclusiones. La cantidad y finalización de crecimiento facial varía según la dirección del crecimiento. En el plano transversal, sólo ocurre un moderado crecimiento postnatal, observándose que a partir de los 10 años no hay

un incremento óseo de consideración en esta dimensión. Lo contrario sucede en las dimensiones horizontal y vertical, donde el crecimiento postnatal es considerable, hasta aproximadamente los 20 años de edad. La mayor cantidad de crecimiento postnatal ocurre en la dimensión vertical, donde hay un incremento en la altura de la rama mandibular y en la zona dento-alveolar.²¹

Se ha reportado que el crecimiento facial se completa primero en el plano transversal, luego el crecimiento horizontal y finalmente el crecimiento vertical; este hallazgo tiene un impacto en la predicción del crecimiento y en especial en el manejo de las maloclusiones verticales severas, ya que se espera que estos problemas empeoren debido al potencial de crecimiento en esta dimensión.²² Esto debido a que la mandíbula continúa su crecimiento, más que el maxilar, postnatalmente, a consecuencia de la presencia del cartílago condilar.²³

Los patrones de crecimiento vertical, como uno de los componentes del crecimiento facial, se han convertido en un tema de gran interés para los ortodoncistas, ya que un inadecuado control, frecuentemente causa resultados no satisfactorios.^{20,24}

Los patrones de crecimiento vertical pueden ser de ángulo alto (hiperdivergente), ángulo bajo (hipodivergente) o ángulo normal (normodivergente). Si el crecimiento vertical en los cóndilos es menor que el crecimiento vertical en las suturas faciales y/o en el proceso alveolar, la mandíbula rota hacia atrás (hiperdivergente). Por el contrario, si el crecimiento vertical en los cóndilos excede el crecimiento vertical de las suturas faciales y el proceso alveolar, la mandíbula rota hacia adelante (hipodivergente). El patrón de crecimiento hiperdivergente está típicamente asociado con una disminución del índice de altura facial, una altura facial anterior aumentada, un plano mandibular empinado y una mordida abierta anterior, mientras

que un patrón de crecimiento hipodivergente tiene características opuestas a las ya mencionadas.²⁵

Los diferentes patrones faciales presentan diversas fuerzas masticatorias y adaptaciones biológicas, es por ello, que las estructuras morfológicas óseas son distintas.²⁶

La morfología de la región craneofacial es principalmente controlada por factores genéticos. Sin embargo, demandas funcionales pueden tener un efecto significativo en el crecimiento y desarrollo craneofacial. La divergencia facial ha sido relacionada con la musculatura masticatoria y la asociación entre el patrón de crecimiento hiperdivergente con la hipofunción muscular ha sido reportada anteriormente.^{26,27} Cambios en la carga ejercida por los músculos durante la función alteran el grosor óseo cortical, no sólo en los sitios de inserción muscular sino también en el hueso alveolar y otras regiones de los maxilares. En consecuencia, el grosor del hueso cortical puede proporcionar una visión de las fuerzas que experimenta y se espera que varíe en sujetos con diferentes patrones verticales faciales.²⁸

Investigaciones que utilizan tomografías computarizadas de haz cónico (TCHC) revelan que diferentes patrones verticales pueden estar relacionados al grosor de la cortical ósea del proceso alveolar y, por lo tanto, a la estabilidad primaria del mini tornillo.²⁹ Las imágenes tridimensionales ofrecen enormes ventajas comparadas con imágenes bidimensionales para la evaluación de morfología ósea. La exactitud de mediciones tomadas desde una TCHC ha sido confirmada por varios estudios. Timock *et al.*³⁰ reportaron que la TCHC puede ser usada para cuantificar evaluaciones de altura y grosor óseo con gran precisión. Además, ha sido

demostrado que la orientación de la cabeza durante la toma de la TCHC no influye en la exactitud o fiabilidad de las mediciones lineales del complejo craneofacial.³¹ Con el uso de la TCHC, las imágenes obtenidas son bien definidas y con una alta resolución a un costo menor que la tomografía médica, asimismo disminuye la dosis de radiación y tiempo de exposición.³²

Diferenciar densidades de hueso es útil para el diagnóstico y planificación de tratamiento, y con el fin de estimar la calidad ósea se usan las unidades de medida de densidad Hounsfield (UH). Esta unidad de medida está directamente asociada con el coeficiente de atenuación tisular y está estandarizada de acuerdo al coeficiente de atenuación del agua: agua 0 UH, aire -1000 UH, esmalte 13000 UH; y sólo está disponible para tomógrafos médicos.²⁹ Los softwares de la tecnología cone-beam realizan una escala de unidades de grises para medir densidades, no obstante, no son UH auténticas y varían en los diferentes equipos tomográficos. Éstas unidades de grises son densidades radiográficas diferenciables utilizando un instrumento llamado “Unidades de Atenuación” (UA). La densidad de los tejidos mineralizados tales como esmalte, dentina y hueso compacto pueden ser diferenciadas numéricamente mediante UA, sin embargo, no es posible distinguir la densidad del hueso esponjoso de la densidad de los tejidos blandos, por consiguiente, es factible distinguir estructuras anatómicas de densidad alta empleando UA, pero para diferenciar estructuras de densidades menores como hueso esponjoso o tejidos blandos, ofrece poca utilidad.³³

En el año 2007 Liou *et al.* realizaron un estudio donde midieron el grosor de la cresta infracigomática a la altura de la primera molar superior a diferentes angulaciones y posiciones del plano oclusal; éstas mediciones fueron usadas como

guías clínicas para la inserción de mini-tornillos en la cresta infracigomática sin lesionar la raíz mesiobucal de la primera molar superior. Para ello, usaron 16 tomografías computarizadas de adultos (22-32 años), realizaron las mediciones en un corte coronal y simularon la inserción del mini tornillo con incrementos de angulaciones de 5° desde los 40° a 75° del plano oclusal; obteniendo que el grosor de la cresta infracigomática a ese nivel estaba en un rango de $5.2\text{mm} \pm 1.1\text{mm}$ a $8.8\text{mm} \pm 2.3\text{mm}$ en una angulación de entre 40° a 75° y a una distancia de 13 a 17mm del plano oclusal. Concluyeron que el mayor grosor de la cresta infracigomática de un adulto se encuentra a 14-16mm por encima del plano oclusal con una angulación de 55° a 70°, a la altura de la primera molar superior.¹⁶

Chang *et al.* en el año 2016 publicaron un estudio donde evaluaban la factibilidad de una zona propuesta para la inserción de DATs en la región de la placa ósea mandibular, en relación con la orientación del reborde esquelético y la cantidad de hueso cortical disponible. El trabajo se realizó en 12 TCHC de pacientes asiáticos, ninguno de ellos tuvo enfermedad periodontal o problemas de apiñamiento severo. El grosor de la cortical ósea adyacente al primer y segundo molar se midió en las superficies mesial, media y distal. Se midieron siete sitios progresivos en cortes frontales de la imagen TCHC desde mesial de la primera molar hasta distal de la segunda molar. El grosor de la cortical ósea se midió perpendicularmente y en un ángulo de 30° a lo largo de la superficie de la placa ósea mandibular a 3, 5 y 7 mm apical de la cresta alveolar de los molares. Se encontró que existe un grosor de cortical ósea significativamente mayor cuando se realizó la medición a 30° en comparación con las mediciones perpendiculares a la superficie de la placa ósea mandibular, ésta diferencia fue de 0.56 – 1.24mm. El promedio de grosor de cortical

ósea con una angulación de 30° fue de 2.92 – 4.10mm. Con estos resultados concluyeron que, la región de la placa ósea mandibular, entre la primera y segunda molar, es una zona apropiada para la inserción de DATs, aproximadamente a 30° de la superficie ósea, e idealmente cerca de 5-7mm por debajo de la cresta alveolar.¹⁹

Chen *et al.* (2010) presentaron una investigación donde se determinaron las diferencias del grosor de la cortical ósea en diferentes áreas anatómicas en distintos patrones verticales mediante TCHC. Este estudio se realizó en 20 pacientes clase II esquelética que fueron divididos en tres grupos según la angulación del plano mandibular con el plano de Frankfort: hiperdivergente, normodivergente e hipodivergente. El grosor de la cortical ósea fue medido en 5 zonas anatómicas: hueso alveolar vestibular a 2mm por debajo de los ápices de los incisivos centrales mandibulares, placa ósea mandibular entre la primera y segunda molar, hueso alveolar vestibular a 2mm por encima de los ápices de los incisivos centrales maxilares, hueso alveolar vestibular a 3mm por encima de la cresta entre la segunda premolar y primera molar superior, y la cresta infracigomática. Los resultados revelaron que no existe diferencia estadísticamente significativa en el grosor de la cortical ósea con respecto a los patrones verticales, pero encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la zona posterior y anterior, siendo más grueso la zona posterior. Las zonas mandibulares anterior y posterior fueron más gruesas que las zonas maxilares. Concluyeron que la zona postero inferior es más gruesa que la cresta infracigomática, y ésta a su vez más gruesa que la zona posterior y anterior maxilar.⁸

IV. OBJETIVOS

IV.1. Objetivo general

Evaluar mediante tomografías las características óseas de la cresta infracigomática y la placa ósea mandibular en los diferentes patrones verticales en pacientes del servicio de ortodoncia de la UPCH.

IV.2. Objetivos específico

1. Comparar los valores de la altura ósea de la cresta infracigomática y placa ósea mandibular en los patrones verticales hipodivergente, normodivergente e hiperdivergente.
2. Comparar los valores de grosor de la cortical de la cresta infracigomática y placa ósea mandibular en los patrones verticales hipodivergente, normodivergente e hiperdivergente.
3. Comparar los valores de densidad de la cortical de la cresta infracigomática y placa ósea mandibular en los patrones verticales hipodivergente, normodivergente e hiperdivergente.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

V.1. Diseño del estudio

Diseño tipo observacional, transversal, descriptivo.

V.2. Población

Estuvo conformada por 348 tomografías del archivo de las historias clínicas del Servicio de Ortodoncia de la UPCH durante el periodo 2009–2016.

V.3. Muestra

132 tomografías de pacientes del Servicio de ortodoncia cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. De los cuáles 30 eran hipodivergentes, 41 Normodivergentes y 61 Hiperdivergentes. Se decidió homogenizar la muestra y se optó por evaluar 90 tomografías (49 hombres y 41 mujeres): 30 Hipodivergentes, 30 Normodivergentes y 30 Hiperdivergentes.

V.4. Criterios de selección

V.4.1. Criterios de inclusión

- Tomografías computarizadas de haz cónico, tomadas con el modelo Picasso Master (Korea), de haz cónico, con tiempo de exposición de 24 segundos, campo de visión 20 x 19cm, de pacientes entre las edades de 18 a 35 años, dentición permanente y en máxima intercuspidad, las cuáles serán visualizadas a través del software Real Scan 2.0

V.4.2. Criterios de exclusión

- Tomografías de individuos que presenten asimetrías faciales, hiperplasias y síndromes maxilofaciales evidentes.
- Tomografías de individuos que usan o usaron bifosfonatos u otra medicación que altera la constitución ósea como corticoides u hormonas tiroideas.
- Tomografías de individuos con enfermedades sistémicas que alteren el tejido óseo, como la osteoporosis o el hiperparatiroidismo.
- Tomografías de individuos que presenten dientes retenidos, enfermedad periodontal u otras alteraciones en las zonas de estudio.^{13,16}

V.5. Variables

Características óseas: Es la variable tipo cuantitativa de escala de razón, dependiente. Se define conceptualmente como las características morfológicas del tejido óseo facial formado por hueso compacto y hueso esponjoso; y operacionalmente como las características óseas de la cresta infracigomática y la placa ósea mandibular, cuyos indicadores serán altura, grosor y densidad cortical. El valor de los dos primeros, serán expresados en milímetros y el valor de la densidad cortical será expresado en unidades de atenuación.

Patrón facial vertical: Es la variable tipo cualitativa de escala nominal, independiente. Se define conceptualmente como análisis morfológico y dirección de crecimiento de las estructuras esqueléticas de un paciente; y operacionalmente como la evaluación mediante el grado de divergencia del plano mandibular con respecto a la base del cráneo y proporción de alturas faciales. Su valor será hipodivergente, normodivergente o hiperdivergente.

(Anexo 1)

V.6. Técnicas y procedimiento

Para la evaluación de las historias clínicas y tomografías computarizadas se solicitó autorización al jefe del servicio de ortodoncia de la UPCH. Luego se seleccionó las tomografías computarizadas, que cumplan con los criterios de selección; seguidamente fueron almacenados en CDs.

Las imágenes tomográficas seleccionadas fueron visualizadas en una computadora de escritorio marca ASSUS, con procesador Corei5 con 8GB de RAM, sistema operativo Windows 8 y Monitor LED Samsung de 21", donde estuvo instalado el software Real Scan 2.0

Se realizó la capacitación del investigador en el manejo del software Real Scan 2.0 con un especialista del área de radiología (con 06 años de experiencia como mínimo). Asimismo, se realizó capacitaciones en el manejo de este software en el centro de Diagnóstico por Imágenes y por el especialista en Radiología oral y Maxilofacial. Esta capacitación del software Real Scan 2.0 consistió en el adiestramiento de herramientas del programa para realizar mediciones milimétricas y obtener valores de densidad de estructuras óseas específicas.

Adicionalmente, antes de ejecutar la investigación, se realizaron calibraciones con un total de 10 tomografías. La calibración inter-observador se hizo con un especialista de Radiología oral y se obtuvo un coeficiente de correlación interclase (CCI) de 0,923; la calibración intra-observador lo realizó el investigador en tres momentos con una semana de intervalo, obteniendo un CCI de 0,981; teniendo ambas calibraciones una fuerza de concordancia muy buena.

La capacitación y la calibración se llevó a cabo con la finalidad de obtener una metodología eficiente, así como, validez y confiabilidad en los resultados.

Las mediciones tomográficas fueron realizadas en los ambientes del servicio de ortodoncia de la UPCH.

La prueba piloto se realizó con el 10% de la muestra de uno de los artículos base,²⁷ es decir 06 tomografías (02 Normodivergente, 02 hipodivergente, 02 hiperdivergente). Todas las mediciones fueron realizadas por el investigador.

Se introdujo el CD de cada paciente en la computadora, el cual fue visualizado con el sistema operativo Windows 8, se abrió el programa Real Scan del propio CD y se cargó el volumen tomográfico al 100%.

Se ubicó la imagen volumétrica de la tomografía del macizo maxilofacial en la ventana de vista coronal y se giró hasta que los bordes inferiores de las cavidades orbitales (Or) coincidan con la línea horizontal del eje de coordenadas. A continuación, en la vista axial se hizo coincidir el eje de coordenadas con la apófisis odontoides de la segunda cervical y la espina nasal anterior. Seguidamente en el corte sagital se posicionó el volumen tomográfico con el plano de Frankfort (plano que resulta de la unión del punto Orbitario y el Porion) paralelo a la línea horizontal de coordenadas. Al finalizar con la orientación del volumen tomográfico, se abrió la ventana de la vista sagital del perfil del lado derecho y se obtuvo una imagen cefalométrica donde se determinó la dimensión facial vertical; que consistió en la ubicación de 4 puntos cefalométricos Sella (S), Nasion (N), Gonion (Go) y Mentoniano (Me). Se tomaron dos medidas, una angular (ángulo formado por el plano de la base craneal anterior S-N y plano

mandibular Go-Me) y una lineal (índice de altura facial, proporción entre la altura facial posterior S-Go y la altura facial anterior N-Me), con la finalidad de determinar con mayor seguridad la clasificación de patrón facial vertical.^{27,34} Debido a que la medida angular puede presentar variaciones en la inclinación de la base craneal y en ocasiones brindarnos clasificaciones de patrones verticales inadecuadas. Al realizar la clasificación también con el índice de altura facial, se aseguró la correcta clasificación de las tomografías que fueron medidas en este estudio.

Se transportó el plano de la base craneal hasta la intersección con el plano mandibular, de este modo con la herramienta de medición se procedió a medir el ángulo formado por ambos planos (Anexo 2); y se clasificó en hipodivergente, normodivergente e hiperdivergente, consignando dicha información en las fichas de recolección de datos (Anexo 3). Luego se tomó la medición milimétrica de la altura facial posterior y la altura facial anterior obteniendo su proporción y clasificándolo en hipodivergente, normodivergente e hiperdivergente (Anexo 2), registrando la información en la ficha de recolección de datos. Si estos dos tipos de mediciones no indicaban el mismo patrón vertical o si los valores se encontraban cerca a los valores límites, entonces las tomografías fueron retiradas del estudio.

Para evaluar la cresta infracigomática, se consideró el método propuesto por Liou et al,¹⁶ se ajustó la imagen tomográfica de tal forma que se pudo visualizar la primera molar superior en su totalidad y el piso del seno maxilar, en un corte coronal a nivel de la raíz mesiobucal de dicha pieza dentaria. En esta vista, se procedió a trazar líneas y puntos de referencia. La primera línea de referencia

fue el plano oclusal maxilar, luego se trazó una línea desde el plano oclusal con una angulación de 55° hacia un punto de la tabla ósea vestibular que se encontraba a 16mm del plano oclusal. La intersección de ésta última línea de referencia con la pared lateral de la cresta infracigomática fue el punto CI-PM. Luego se ajustó la imagen tomográfica hasta visualizar la zona interradicular entre la primera y segunda molar superior y el piso del seno maxilar, se trazaron las mismas líneas de referencia y se ubicó el punto CI-IR. Después se cambió la imagen tomográfica para visualizar la segunda molar superior y el piso del seno maxilar y de la misma forma que las zonas anteriores se ubicó el punto CI-SM. En estos tres puntos se realizó las mediciones de grosor cortical y densidad cortical, la altura fue la distancia de los puntos de medición hacia la intersección con el piso del seno maxilar o raíces dentarias. (Anexo 4)

Para evaluar la placa ósea mandibular, se siguió lo propuesto por Chang et al,¹⁹ se hizo un corte coronal a nivel del punto de contacto entre la pieza 6 y 7 inferior. En esta vista se procedió a identificar dos puntos de referencia en la pared vestibular de esta región ósea, a 5mm y 7mm de la cresta ósea (POM-5 y POM-7). Se trazó dos líneas de referencia en estos puntos con una inclinación de 30° con respecto a la perpendicular de la pared ósea vestibular; se hicieron las mediciones de grosor y densidad cortical con esta inclinación, y la altura será la distancia entre los puntos de referencia y la cortical opuesta (Anexo 5). Todas las mediciones se registraron en la ficha de recolección de datos.

V.7. Plan de análisis

Se colocaron los datos obtenidos en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2016 y para el análisis se utilizó la prueba Kruskal Wallis para determinar la significancia entre las variables “diferentes patrones faciales verticales” y “altura, grosor y densidad cortical ósea de la cresta infracigomática y placa ósea mandibular”. Asimismo, para determinar la significancia entre pares se utilizó la prueba U de Mann Whitney, para determinar la significancia entre pares de las variables “patrones faciales verticales”: normodivergente/hipodivergente; normodivergente/hiperdivergente e hipodivergente/hiperdivergente. Todos estos datos fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS 24.0

V.8. Consideraciones éticas

Se obtuvo la aprobación del Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (Anexo 6). Se guardó confidencialidad de los datos obtenidos de las tomografías a través de una codificación creada por el investigador, luego de realizado el estudio se entregó al Servicio de Ortodoncia UPCH.

VI. RESULTADOS

Finalizada todas las mediciones tomográficas, se procedió a la evaluación de la distribución y homogeneidad de los datos con las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, y se determinó que los datos no presentaban distribución normal, por lo cual se decidió usar pruebas estadísticas no paramétricas.

Al hacer las mediciones de la altura ósea alveolar en los diferentes niveles de la cresta infracigomática y placa ósea mandibular se obtuvieron valores promedios, sus desviaciones estándar, medianas y sus valores máximos y mínimos en los patrones faciales verticales hipodivergente, normodivergente e hiperdivergente, como se muestra en la tabla N° 1. Para la comparación de los valores entre los tres patrones verticales se utilizó la prueba de Kruskal Wallis, observándose sólo diferencias estadísticamente significativas en los siguientes niveles de medición: POM-5 y POM-7 ($p < 0.05$). En POM-5 hubo una mayor altura en el patrón normodivergente, seguido por el patrón hipodivergente y finalmente el patrón hiperdivergente; en POM-7 el mayor valor de altura fue para el patrón hipodivergente, seguido por los normodivergentes y finalmente por los hiperdivergentes. (tabla N° 2).

Haciendo la comparación entre pares para la altura ósea mediante la prueba de U de Mann Whitney; se observó que entre los patrones hipodivergente y normodivergente no se encontraron diferencia estadísticamente significativa en ningún nivel de medición ($p < 0.05$). Entre los patrones hipodivergente e hiperdivergente se encontraron diferencias estadísticamente significativas en CI-PM, POM-5 y POM-7 ($p < 0.05$), con una mayor altura en el patrón hipodivergente.

Asimismo, al comparar los patrones normodivergente e hiperdivergente, se observó diferencias significativas en POM-5 y POM-7 ($p < 0,05$) con valores mayores en el grupo normodivergente.

En la tabla N°1 podemos observar la descripción de los resultados al evaluar el grosor cortical en los diferentes niveles de la cresta infracigomática y la placa ósea mandibular en los tres patrones faciales verticales. Al hacer la comparación entre patrones se utilizó la prueba estadística de Kruskal Wallis, donde se encontró diferencias estadísticamente significativas en todos los niveles de medición menos en IC-SM ($p < 0,05$). Hubo mayores dimensiones en el patrón hipodivergente, seguido por el patrón normodivergente y finalmente el patrón hiperdivergente (tabla N°3).

Cuando se realizó la comparación entre pares para el grosor cortical mediante la prueba U de Mann Whitney, se observó que entre los patrones hipodivergente y normodivergente no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ningún nivel de medición ($p < 0,05$). Entre los patrones hipodivergente e hiperdivergente se encontraron diferencias estadísticamente significativas en todos los niveles menos en CI-2M ($p < 0,05$) con mayores valores en el patrón hipodivergente. De igual manera, al hacer la comparación entre los patrones normodivergente e hiperdivergente, se encontró diferencias estadísticamente significativas en CI-PM, POM-5 y POM-7 ($p < 0,05$), con un mayor grosor cortical en el patrón normodivergente.

Se hizo las mediciones de la densidad cortical en los diferentes niveles de la cresta infracigomática y placa ósea mandibular y se obtuvieron valores promedios, sus

desviaciones estándar, medianas y sus valores máximos y mínimos en los tres patrones, como se muestra en la tabla N° 1. Los resultados fueron comparados entre los tres patrones verticales utilizando la prueba de Kruskal Wallis, encontrándose diferencias estadísticamente significativas en todos los niveles de medición ($p < 0.05$), presentando mayores valores el patrón hipodivergente, seguido por el patrón normodivergente y finalmente el patrón hiperdivergente (tabla N°4).

Al realizarse la comparación entre pares para la densidad cortical mediante la prueba U de Mann Whitney, se observó que entre los patrones hipodivergente y normodivergente se encontraron diferencias estadísticamente significativas en todos los niveles de medición menos en POM-5 ($p < 0.05$), siendo el patrón hipodivergente el que poseía los mayores valores de densidad. Entre los patrones hipodivergente e hiperdivergente se encontraron diferencias estadísticamente significativas en todos los niveles de medición ($p < 0.05$) con mayores valores en el patrón hipodivergente. Al hacer la comparación por pares entre los patrones normodivergente e hiperdivergente, se encontró diferencias estadísticamente significativas en CI-PM y POM-5 ($p < 0.05$), con un mayor grosor cortical en el patrón normodivergente.

Tabla N°1. Media, desviación estándar (DE), mediana y valores mínimos y máximos (Min-Max) según patrón facial vertical

Zonas	Patrón Facial					
	Hipodivergente		Normodivergente		Hiperdivergente	
	Media(DE)	Mediana(Min-Max)	Media (DE)	Mediana (Min-Max)	Media (DE)	Mediana (Min-Max)
Altura ósea						
CI - PM	1.49 (1.29)	1.15 (0.00-5.30)	1.68 (1.85)	0.95 (0.00-6.20)	0.99 (1.43)	0.00 (0.00-4.10)
CI - IR	4.92 (3.89)	4.15 (1.50-18.80)	4.51 (1.87)	4.45 (0.60-8.00)	3.97 (1.90)	3.65 (0.80-10.10)
CI - SM	4.42 (3.27)	3.70 (0.70-15.30)	3.63 (1.90)	3.85 (0.00-8.70)	3.46 (1.73)	2.95 (0.00-7.30)
POM - 5	13.02 (3.46)	13.10 (3.50-20.10)	13.25 (3.24)	13.35 (7.20-20.70)	11.24 (2.69)	10.65 (7.20-16.70)
POM - 7	13.18 (2.85)	13.60 (7.30-18.40)	12.91 (2.63)	13.20 (6.20-17.10)	11.49 (2.41)	11.30 (7.00-15.40)
Grosor Cortical						
CI - PM	0.99 (0.64)	1.00(0.00-2.30)	0.88 (0.80)	0.95(0.00-2.20)	0.44 (0.60)	0.00(0.00-2.10)
CI - IR	1.76 (0.53)	1.70(0.90-2.90)	1.65 (0.62)	1.70(0.60-2.90)	1.39 (0.43)	1.30(0.60-2.20)
CI - SM	1.62 (0.78)	1.55(0.70-4.30)	1.41 (0.58)	1.35(0.00-2.70)	1.33 (0.50)	1.30(0.00-2.40)
POM - 5	3.41 (0.82)	3.20(2.10-5.20)	3.19 (0.90)	3.15(1.10-4.80)	2.33 (0.47)	2.30(1.40-3.50)
POM - 7	3.75 (0.75)	3.65(2.40-5.60)	3.60 (0.90)	3.65(1.80-5.40)	2.72 (0.50)	2.65(1.60-3.70)
Densidad Cortical						
CI - PM	1126.43 (613.36)	1135.50 (0.00-2095.00)	695.13 (597.87)	777.00 (0.00-1831.00)	358.53 (484.75)	0.00 (0.00-1540.00)
CI - IR	1209.07 (295.99)	1181.50 (686.00-1895.00)	965.43 (348.27)	954.50 (353.00-1569.00)	975.03 (273.10)	975.50 (476.00-1596.00)
CI - SM	1244.30 (437.13)	1182.50 (533.00-2659.00)	883.33 (425.87)	821.50 (0.00-1797.00)	882.97 (299.76)	915.00 (0.00-1657.00)
POM - 5	1467.07 (291.53)	1458.50 (949.00-1953.00)	1295.50 (319.57)	1268.50 (473.00-1911.00)	1135.63 (260.05)	1095.00 (607.00-1846.00)
POM - 7	1571.33 (313.84)	1553.00 (1151.00-2156.00)	1366.40 (321.52)	1322.00 (510.00-1883.00)	1257.90 (293.45)	1219.00 (744.00-1960.00)

CI: Cresta infracigomática/PM: nivel primera molar/IR: nivel interradicular/SM: nivel segunda molar

POM: Placa ósea mandibular/5, 7: distancia en milímetros

Tabla N°2. Media y desviación estándar de la altura ósea según patrón facial vertical

Zonas	Patrón Facial			p*	p**		
	Hipodivergente	Normodivergente	Hiperdivergente		Hipo/Normo	Hipo/Hiper	Normo/Hiper
	CI - PM	1.49 (1.29)	1.68 (1.85)		0.99 (1.43)	0.10	0.85
CI - IR	4.92 (3.89)	4.51 (1.87)	3.97 (1.90)	0.46	0.60	0.63	0.18
CI - SM	4.42 (3.27)	3.63 (1.90)	3.46 (1.73)	0.66	0.68	0.34	0.68
POM - 5	13.02 (3.46)	13.25 (3.24)	11.24 (2.69)	0.02	0.82	0.02	0.01
POM - 7	13.18 (2.85)	12.91 (2.63)	11.49 (2.41)	0.04	0.78	0.03	0.03

*: Prueba de Kruskal Wallis

** : Prueba de U de Mann Whitney

CI: Zona infracigomática/PM: nivel primera molar/IR: nivel interradicular/SM: nivel segunda molar

POM: Placa ósea mandibular/5, 7: distancia en milímetros

Tabla N°3. Media y desviación estándar de grosor cortical según patrón facial vertical

Zonas	Patrón Facial			p*	p**		
	Hipodivergente	Normodivergente	Hiperdivergente		Hipo/Normo	Hipo/Hiper	Normo/Hiper
	CI - PM	0.99 (0.64)	0.88 (0.80)		0.44 (0.60)	0.01	0.57
CI - IR	1.76 (0.53)	1.65 (0.62)	1.39 (0.43)	0.03	0.49	0.01	0.10
CI - SM	1.62 (0.78)	1.41 (0.58)	1.33 (0.50)	0.39	0.43	0.17	0.57
POM - 5	3.41 (0.82)	3.19 (0.90)	2.33 (0.47)	0.00	0.39	0.00	0.00
POM - 7	3.75 (0.75)	3.60 (0.90)	2.72 (0.50)	0.00	0.64	0.00	0.00

*: Prueba de Kruskal Wallis

** : Prueba de U de Mann Whitney

CI: Zona infracigomática/PM: nivel primera molar/IR: nivel interradicular/SM: nivel segunda molar

POM: Placa ósea mandibular/5, 7: distancia en milímetros

Tabla N°4. Media y desviación estándar de densidad cortical según patrón facial vertical

Zonas	Patrón Facial			p*	p**		
	Hipodivergente	Normodivergente	Hiperdivergente		Hipo/Normo	Hipo/Hiper	Normo/Hiper
	CI - PM	1126.43 (613.36)	695.13 (597.87)		358.53 (484.75)	0.00	0.01
CI - IR	1209.07 (295.99)	965.43 (348.27)	975.03 (273.10)	0.01	0.01	0.00	0.90
CI - SM	1244.30 (437.13)	883.33 (425.87)	882.97 (299.76)	0.00	0.00	0.00	0.85
POM - 5	1467.07 (291.53)	1295.50 (319.57)	1135.63 (260.05)	0.00	0.05	0.00	0.03
POM - 7	1571.33 (313.84)	1366.40 (321.52)	1257.90 (293.45)	0.00	0.04	0.00	0.13

*: Prueba de Kruskal Wallis

** : Prueba de U de Mann Whitney

CI: Zona infracigomática/PM: nivel primera molar/IR: nivel interradicular/SM: nivel segunda molar

POM: Placa ósea mandibular/5, 7: distancia en milímetros

VIII. DISCUSIÓN

El presente trabajo realizó mediciones en tomografías computarizadas de haz cónico para comparar la altura ósea, grosor y densidad cortical entre pacientes con diferentes patrones verticales en las zonas de inserción de mini-tornillos extra-alveolares, la cresta infracigomática y placa ósea mandibular. No existen investigaciones previas que empleen la misma metodología de medición en dichas zonas anatómicas y lo relacionen con el patrón de crecimiento vertical. Los métodos usados para realizar las mediciones en las dos zonas anatómicas, fueron tomadas de autores referentes en el área y utilizadas en diversas investigaciones por ser métodos confiables, que asemejan la colocación clínica de DATs en dichas zonas. Por otra parte, investigaciones previas demuestran que no existe diferencia entre sexos al comparar características óseas³⁵, así como también, estudios evidencian que al realizar mediciones óseas, el resultado es el mismo para ambos lados de los maxilares³⁶; por ello se realizó las mediciones sólo en un lado y no se realizó la diferencia entre género.

Las TCHC son un método de ayuda diagnóstica que en los últimos años ha sido de gran utilidad en ortodoncia para evaluar el complejo craneofacial, debido a la gran fidelidad de la reconstrucción de imágenes en los tres planos del espacio, así como también, por la baja radiación que se utiliza en comparación con la tomografía médica (CT).³⁷⁻³⁹ Diferentes investigaciones lo utilizan para medir altura ósea, grosor y densidad cortical y determinar la zona de inserción anatómica más favorable para minitornillos.⁴⁰⁻⁴² Uno de los métodos más usados para evaluar densidad ósea es la CT pero debido a su alto costo y radiación no es apropiado para el uso en ortodoncia.⁴³ A pesar de que los valores de densidad en TCHC no son

totalmente precisos, las investigaciones demuestran que estos valores son una buena alternativa para la medición de la densidades óseas.⁴⁴ Lagravere et al⁴⁵ y Naitoh et al⁴⁶ evidenciaron que los valores de densidad de TCHC tienen una alta correlación con las del CT.

La cresta infracigomática (CI) y la placa ósea mandibular (POM) se han convertido en zonas ampliamente usadas para la inserción de minitornillos extra-alveolares. Chang et al¹⁹ propusieron y evaluaron POM, encontrando que la mejor zona para la colocación de minitornillos es a nivel del punto de contacto de la primera y segunda molar a 5-7mm de la cresta ósea con una angulación de 30° con respecto a la perpendicular de la cortical. Liou et al¹⁶ estudiaron la CI encontrando mejores condiciones óseas a nivel de la raíz mesiovestibular de la primera molar a 16 mm del plano oclusal y con una angulación de 55° a 70° con respecto del mismo plano, sin embargo Lin et al⁴⁷ manifiesta que a nivel de la raíz mesiovestibular de la segunda molar es la mejor zona en la CI para la inserción de minitornillos. Por lo cual se decidió hacer las mediciones de altura, grosor y densidad cortical para este estudio en dichas zonas anatómicas, pero a diferentes niveles.

En este estudio, al realizar las mediciones de la altura ósea en la CI y al compararlas con los diferentes patrones verticales, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas; todo lo contrario, se observó cuando se realizó las comparaciones de las mediciones de la altura ósea de la POM en los diferentes patrones, donde sí se encontraron diferencias significativas, siendo los pacientes hiperdivergentes los que presentaron alturas óseas menores. Estos resultados no concuerdan con lo encontrado por Sadek et al²⁷ quienes realizaron mediciones de altura alveolar en 45 TCHC, reportando que no hubo diferencias significativas en la

zona posterior tanto el maxilar como en la mandíbula y que hubo una altura alveolar mayor en la zona posterior y anterior en el grupo de pacientes hiperdivergentes con significancia en la zona anterior de ambas arcadas. Ellos atribuyen sus resultados a la compensación dentoalveolar que experimentan los hiperdivergentes, quienes presentan una mayor erupción de incisivos debido al plano mandibular inclinado. Los resultados en esta investigación en la CI se pueden atribuir a la presencia del seno maxilar como limitante anatómica de la zona y si bien no hubo diferencias significativas, se observó una tendencia de pacientes hipodivergentes a presentar alturas mayores, lo que concuerda con lo encontrado por Ahn y Park⁴⁸ que evaluaron la distancia que hay entre las raíces de las molares superiores con el piso del seno maxilar y lo compararon entre pacientes con diferentes patrones verticales, encontrando que existe una distancia menor en el grupo de pacientes hiperdivergentes.

Diferencias significativas entre los patrones verticales fue lo encontrado en POM en este trabajo con respecto a la altura ósea, lo cual difiere con lo realizado por Abdelali et al⁴⁹ que no encontraron una asociación entre altura alveolar posterior y divergencia mandibular. Se puede presumir que tuvieron diferentes resultados porque éste último estudio se realizó en radiografías cefalométricas. Todo lo contrario sucede con lo reportado por Nakawaki et al⁵⁰ que realizan un estudio donde comparan el volumen óseo mandibular entre pacientes con diferentes patrones verticales y concluyen que hay una relación significativa entre el volumen óseo mandibular y el tipo de divergencia, presentando mayor volumen los pacientes hipodivergente; esto concuerda con lo encontrado en el presente estudio. Los músculos masticatorios tienen una gran influencia en la morfología ósea vertical

maxilofacial,⁵¹ así, pacientes hipodivergentes presentan una inclinación ósea mayor hacia lingual,⁵² con lo que se puede explicar nuestros resultados al encontrar mayor profundidad o altura en pacientes braquifaciales.

La altura ósea es una característica influyente en la decisión clínica de elegir el tipo de DAT adecuado, por la estabilidad secundaria que ésta brinda y por la proximidad a estructuras anatómicas. Diversos investigadores recomiendan tener una altura de 6mm para una buena estabilidad del minitornillo.^{4,53} Lo encontrado en esta investigación sobre la altura en POM, que en promedio fueron alturas mayores a 11mm, nos brinda una gran posibilidad de usar tamaños diversos de minitornillos según las necesidades clínicas, lo que no sucede con lo hallado en CI, que nos indica usar minitornillos en CI-IR y CI-SM con una profundidad menor a 6mm.

El grosor y densidad de la cortical ósea, fueron evaluados en este estudio ya que son factores decisivos para la estabilidad primaria de los mini-tornillos, y son determinantes para su éxito clínico.^{9,54,55} Además, estudios previos, como el realizado por Moon et al,⁵⁶ encuentran una influencia significativa entre los patrones verticales y el éxito de minitornillos,

En esta investigación la comparación del grosor de cortical en la CI y en POM entre patrones verticales en todos los niveles de medición presentaron diferencias significativas menos en CI-SM, observándose que los pacientes hipodivergentes mostraron mayor grosor cortical seguido por los normodivergentes e hiperdivergentes. Similar situación fue encontrada por Sadek et al⁵⁷ quienes encontraron que pacientes con ángulo mandibular alto tienen un grosor de cortical más delgado que los del grupo de ángulo mandibular promedio y bajo en la región

posterior maxilar y mandibular. Por el contrario, Chen et al⁸ al evaluar el grosor de la cortical de 20 pacientes clase II con diferentes patrones verticales en imágenes TCHC, en 5 zonas anatómicas incluyendo las zonas evaluadas en este trabajo (cresta infracigomática y placa ósea mandibular), concluyeron que la divergencia facial no indica una diferencia estadísticamente significativa en el grosor cortical en las 5 zonas estudiadas; esto lo atribuyen a lo reducido de la muestra y al método de clasificación del patrón vertical con FMA.

Otros estudios como los de Ozdemir et al³⁶ coinciden con la diferencias significativas de grosores corticales entre patrones verticales encontradas en esta investigación; ellos concluyen que, pacientes con ángulo mandibular elevado tienen significativamente valores menores que los pacientes con ángulo mandibular normal y bajo. Horner et al³⁵ también corroboran nuestros resultados al reportar que el grosor cortical fue mayor en los pacientes hipodivergentes que en los hiperdivergentes.

En cuanto a la densidad cortical en esta investigación también se hallaron diferencias significativas en CI y POM entre pacientes con diferentes patrones verticales, siendo el grupo de patrón hipodivergente el de mayor valor de densidad, seguido por el grupo normodivergente y el grupo hiperdivergente. Ozdemir et al²⁹ realizó mediciones de densidad cortical de los procesos alveolares maxilar y mandibular en 145 TCHC los cuáles fueron clasificados en hipodivergentes, normodivergentes e hiperdivergentes; concluyendo que pacientes con patrón vertical hiperdivergente tienden a tener una cortical ósea menos densa. Li et al⁴³ realizó mediciones en tomografías cone beam de 101 pacientes; sus resultados muestran que, tanto la densidad de la cortical ósea y la del hueso esponjoso entre

las segundas y primeras molares de ambas arcadas fueron mayores en aquellos pacientes con valores bajos del ángulo del plano mandibular. Los resultados de estos dos estudios se asemejan a lo encontrado en esta investigación.

Si bien estudios que evalúen la densidad de la cortical con respecto al patrón facial vertical son escasos, es importante comprender cómo diferentes factores influyen en la calidad ósea, así lo dan a conocer investigaciones como las de Ohiomoba et al⁵⁸ que examinaron 60 tomografías con el objetivo de caracterizar el grosor y densidad cortical del maxilar con factores que puedan afectar esas propiedades óseas, concluyeron que el grosor y la densidad cortical varía en el maxilar en patrones como la altura alveolar, grupo étnico, índice de masa corporal; los cuáles pueden guiar a los clínicos a elegir mejor la zona de inserción de minitornillos.

Las diferencias en la cantidad y calidad de la cortical ósea (grosor y densidad) entre los tres tipos de patrones puede ser atribuido a las diferencias funcionales como las variaciones en las fuerzas masticatorias y posiciones musculares,⁵⁹ lo que provoca diversas adaptaciones biológicas y por consiguiente distintas estructuras óseas maxilares.⁵² Los valores bajos de grosor y densidad cortical en el patrón hiperdivergente puede deberse a la asociación que existe entre éste patrón e hipofunción muscular;²⁶ caso contrario se puede observar en el patrón hipodivergente que está más relacionado a mayores cargas musculares²⁸ con lo que se puede explicar el mayor grosor y densidad cortical que presentan en esta investigación.

El grosor y densidad cortical ideal para una óptima estabilidad primaria y un adecuado anclaje durante la carga ortodóncica es de una cantidad de por lo menos

1mm cortical,^{53,60} y una calidad ósea de entre D1 (>1250HU) y D2 (850-1250HU).⁹ Siguiendo estos parámetros y los resultados de este estudio, se debería optar por la colocación de DATs a nivel de CI-IR, CI-SM, POM-5 y POM-7. No obstante se debe tener especial consideración en pacientes con patrón vertical hipodivergente ya que al presentar mayores valores de grosor y densidad cortical, sobretodo en la placa ósea mandibular, podrían necesitar de una perforación previa con una fresa guía y así evitar una posible fractura del minitornillo; ya que investigaciones demuestran que corticales mayores de 2,5mm aumentan el riesgo de fractura de DATs en el momento de su inserción.¹⁰

La realización de esta investigación tiene trascendencia debido a que datos acerca de zonas de inserción de DATs en la cresta infracigomática y placa ósea mandibular relacionados al patrón facial vertical, son escasos; más aún, el presente estudio al utilizar un método de medición con reparos predominantemente clínicos, nos muestra resultados que pueden tenerse en cuenta al realizar un protocolo de uso de minitornillos en estas zonas anatómicas.

Para la realización de este trabajo de investigación hubo algunas limitaciones, uno de ellos fue la medición de la densidad ósea, ya que, los valores obtenidos mediante la THCH, no fueron unidades de densidad Hounsfield, sino UA. Para obtener valores HU se debió usar un tomógrafo médico, pero por su alto costo y radiación su uso en Ortodoncia no está justificado, es por eso que los valores que los valores de densidad UA de un THCH son aceptados, ya que en estudios previos se encuentran una congruencia entre estos dos valores de densidad. Por lo tanto, los resultados con respecto a esta característica se deben de tomar con precaución. Otra limitación fue la baja prevalencia de pacientes con patrón facial vertical

hipodivergente, por lo que no se obtuvo una muestra mayor, a pesar de que se evaluó la totalidad de las tomografías disponibles; ésta muestra reducida pudo contribuir a la no homogeneidad de los datos obtenidos. La gran variabilidad del tamaño del seno maxilar fue una limitante para la evaluación de la altura ósea en la cresta infracigomática, provocando valores muy bajos como altos, lo que también pudo influir en la no normalidad de los valores.

Las aplicaciones clínicas que se pueden recomendar a partir de los resultados obtenidos, para la utilización de DATs en pacientes con diferentes patrones verticales son, en la CI evitar la inserción de minitornillos a la altura de la primera molar, es posible colocar estos dispositivos a nivel inter-radicular y de la segunda molar sobretodo en pacientes hipodivergentes y se tiene que tener especial cuidado en hiperdivergentes; en POM es seguro el uso de DATs en los tres patrones verticales, no obstante, se recomienda el uso de una fresa guía en pacientes hipodivergentes, para evitar una posible fractura del dispositivo.

Se recomienda realizar estudios con una mayor muestra para obtener resultados que se asemejen más a la realidad de la población. También se aconseja desarrollar investigaciones que comparen las características óseas en pacientes con relaciones esqueléticas sagitales diferentes como complemento al presente estudio.

IX. CONCLUSIONES

Existen diferencias significativas entre las características óseas de la cresta infracigomática y la placa ósea mandibular entre los diferentes patrones faciales verticales, donde:

1. En la placa ósea mandibular, el patrón hipodivergente, posee una altura ósea mayor que los patrones normodivergente e hiperdivergentes.
2. En la cresta infracigomática y la placa ósea mandibular, el patrón hipodivergente, tiene mayor grosor cortical que los patrones normodivergente e hiperdivergentes.
3. En la cresta infracigomática y la placa ósea mandibular, el patrón hipodivergente, posee una densidad cortical mayor que los patrones normodivergente e hiperdivergentes.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chang C, Liu SSY, Roberts WE. Primary failure rate for 1680 extra-alveolar mandibular buccal shelf mini-screws placed in movable mucosa or attached gingiva. *Angle Orthod.* 2015;85(6):905-910.
2. Roberts WE, Hartsfield JK. Bone development and function: Genetic and environmental mechanisms. *Semin Orthod.* 2004;10(2):100-122.
3. Iwasaki LR, Crouch LD, Nickel JC. Genetic Factors and Tooth Movement. *Semin Orthod.* 2008;14(2):135-145.
4. Baumgaertel S. Temporary skeletal anchorage devices: The case for miniscrews. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2014;145(5):558-564.
5. Cope JB. Temporary anchorage devices in orthodontics: A paradigm shift. *Semin Orthod.* 2005;11(1 SPEC. ISS.):3-9.
6. Baumgaertel S, Razavi MR, Hans MG. Mini-implant anchorage for the orthodontic practitioner. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;133(4):621-627.
7. Papadopoulos MA, Papageorgiou SN. Current evidence on clinical performance of miniscrew implants in orthodontic treatment. *Semin Orthod.* 2013;19(3):162-173.
8. Chen CH, Nakano H, Liou EJW, Maki K. A cone beam computer tomographic study of the cortical bone thickness in different class II facial patterns. *Orthod Waves.* 2010;69(4):131-137.

9. Kravitz ND, Kusnoto B. Risks and complications of orthodontic miniscrews. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2007;131(4 SUPPL.):43-51.
10. Baumgaertel S. Predrilling of the implant site: Is it necessary for orthodontic mini-implants? *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2010;137(6):825-829.
11. Yang L, Li F, Cao M, et al. Quantitative evaluation of maxillary interradicular bone with cone-beam computed tomography for bicortical placement of orthodontic mini-implants. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2015;147(6):725-737.
12. Tada S, Stegaroiu R, Kitamura E, Miyakawa O, Kusakari H. Influence of implant design and bone quality on stress/strain distribution in bone around implants: a 3-dimensional finite element analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2003;18(3):357-368.
13. Park HS, Lee YJ, Jeong SH, Kwon TG. Density of the alveolar and basal bones of the maxilla and the mandible. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;133(1):30-37.
14. Kim JH, Park YC. Evaluation of mandibular cortical bone thickness for placement of temporary anchorage devices (TADs). *Korean J Orthod.* 2012;42(3):110-117.
15. Uribe F, Mehr R, Mathur A, Janakiraman N, Allareddy V. Failure rates of mini-implants placed in the infrazygomatic region. *Prog Orthod.* 2015;16(1):31-36.

16. Liou EJW, Chen PH, Wang YC, Lin JCY. A computed tomographic image study on the thickness of the infrazygomatic crest of the maxilla and its clinical implications for miniscrew insertion. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2007;131(3):352-356.
17. Almeida MR De, Almeida RR De, Nanda R. Biomecânica do uso de mini-implantes inseridos na região de crista infrazigomática para correção da má oclusão de Classe II subdivisão. *Rev Clin Ortod Dent Press*. 2017;15(6):90-105.
18. Kuroda S, Sugawara Y, Deguchi T, Kyung HM, Takano-Yamamoto T. Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: Success rates and postoperative discomfort. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2007;131(1):9-15.
19. Chang C, Huang C, Roberts WE. 3D Cortical Bone Anatomy of the Mandibular Buccal Shelf: a CBCT study to define sites for extra-alveolar bone screws to treat Class III malocclusion. *Int J Orthod Implant*. 2016;41:74-82.
20. Moon SC, Kim HK, Kwon TK, Han SH, An CH, Park YS. Patterns of vertical facial growth in Korean adolescents analyzed with mixed-effects regression analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2013;143(6):810-818.
21. Peltomäki T, Kreiborg S, Pedersen TK, Ogaard B. Craniofacial growth and dento-alveolar development in juvenile idiopathic arthritis patients. *Semin Orthod*. 2015;21(2):84-93.

22. Ghafari JG, Macari AT. Component analysis of predominantly vertical occlusal problems. *Semin Orthod.* 2013;19(4):227-238.
23. Sperber GH. New insights in facial development. *Semin Orthod.* 2006;12(1):4-10.
24. Enoki C, Telles CDS, Matsumoto MAN. Dental-skeletal dimensions in growing individuals with variations in the lower facial height. *Braz Dent J.* 2004;15(1):68-74.
25. Celikoglu M, Buyuk SK, Ekizer A, Sekerci AE, Sisman Y. Assessment of the soft tissue thickness at the lower anterior face in adult patients with different skeletal vertical patterns using cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2015;85(2):211-217.
26. van Spronsen PH. Long-Face Craniofacial Morphology: Cause or Effect of Weak Masticatory Musculature? *Semin Orthod.* 2010;16(2):99-117.
27. Sadek MM, Sabet NE, Hassan IT. Alveolar bone mapping in subjects with different vertical facial dimensions. *Eur J Orthod.* 2014;37(2):194-201.
28. Sato H, Kawamura A, Yamaguchi M, Kasai K. Relationship between masticatory function and internal structure of the mandible based on computed tomography findings. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2005;128(6):766-773.
29. Ozdemir F, Tozlu M, Cakan DG. Quantitative evaluation of alveolar cortical bone density in adults with different vertical facial types using cone-beam computed tomography. *Korean J Orthod.* 2014;44(1):36-43.

30. Timock AM, Cook V, McDonald T, et al. Accuracy and reliability of buccal bone height and thickness measurements from cone-beam computed tomography imaging. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2011;140(5):734-744.
31. 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 Dentofac Orthop*. 2011;140(2):157-165.
32. Mah J, Hatcher D. Three-dimensional craniofacial imaging. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2004;126(3):308-309.
33. Estay J, Llanos P, Carvajal R, Guzmán CL, Arias R, Oliveira O. Diferenciación de distintas estructuras anatómicas usando Unidades de Atenuación con Tomografía Cone Resumen Summary Introducción Material y Método. *Revsita Dent Chile*. 2014;105(2):21-24.
34. Vidalón Castilla J. Evaluación tomográfica de la altura, grosor y densidad cortical del hueso palatino en los diferentes patrones faciales verticales de pacientes del servicio de ortodoncia de la clínica docente UPCH 2009-2014. [Tesis de Maestría]. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2016.
35. Horner KA, Behrents RG, Kim KB, Buschang PH. Cortical bone and ridge thickness of hyperdivergent and hypodivergent adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2012;142(2):170-178.
36. 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 Dentofac Orthop*. 2013;143(2):190-196.
37. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc*. 2006;72(1):75-80.
 38. Kapila S, Conley RS, Harrell WE. The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics. *Dentomaxillofac Radiol*. 2011;40(1):24-34.
 39. Cassetta M, Stefanelli LV, Pacifici A, Pacifici L, Barbato E. How Accurate Is CBCT in Measuring Bone Density? A Comparative CBCT-CT In Vitro Study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2014;16(4):471-478.
 40. Elshebiny T, Palomo JM, Baumgaertel S. Anatomic assessment of the mandibular buccal shelf for miniscrew insertion in white patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2018;153(4):505-511.
 41. Kim S-H, Choi Y-S, Hwang E-H, Chung K-R, Kook Y-A, Nelson G. Surgical positioning of orthodontic mini-implants with guides fabricated on models replicated with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2007;131(4):S82-S89.
 42. Georgescu CE, Rusu MC, Sandulescu M, Enache AM, Didilescu AC. Quantitative and qualitative bone analysis in the maxillary lateral region. *Surg Radiol Anat*. 2012;34(6):551-558.
 43. Li H, Zhang H, Smales RJ, et al. Effect of 3 vertical facial patterns on

- alveolar bone quality at selected miniscrew implant sites. *Implant Dent.* 2014;23(1):92-97.
44. Aranyarachkul P, Caruso J, Gantes B, et al. Bone density assessments of dental implant sites: 2. Quantitative cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 20(3):416-424.
45. Lagravère MO, Carey J, Ben-Zvi M, Packota G V, Major PW. Effect of object location on the density measurement and Hounsfield conversion in a NewTom 3G cone beam computed tomography unit. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008;37(6):305-308.
46. Naitoh M, Hirukawa A, Katsumata A, Ariji E. Evaluation of voxel values in mandibular cancellous bone: relationship between cone-beam computed tomography and multislice helical computed tomography. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20(5):503-506.
47. Lin JJ, Roberts WE. Guided Infra-Zygomatic screws: Reliable maxillary arch retraction. *Int J Orthod Implant.* 2017;46(1):4-16.
48. Ahn N-L, Park H-S. Differences in distances between maxillary posterior root apices and the sinus floor according to skeletal pattern. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2017;152(6):811-819.
49. Abdelali H, Benyahia H, Abouqal R, Azaroual M-F, Zaoui F. Associations between alveolar heights and vertical skeletal pattern in Moroccan adults: A cephalometric study of 127 clinical cases. *Int Orthod.* 2012;10(1):43-53.
50. Nakawaki T, Yamaguchi T, Tomita D, et al. Evaluation of mandibular

volume classified by vertical skeletal dimensions with cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2016;86(6):949-954.

51. 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.
52. Tsunori M, Mashita M, Kasai K. Relationship between facial types and tooth and bone characteristics of the mandible obtained by CT scanning. *Angle Orthod.* 1998;68(6):557-562.
53. Laursen MG, Melsen B, Cattaneo PM. An evaluation of insertion sites for mini-implants A micro-CT study of human autopsy material. *Angle Orthod.* 2013;83(2):222-229.
54. Crismani AG, Bertl MH, Čelar AG, Bantleon HP, Burstone CJ. Miniscrews in orthodontic treatment: Review and analysis of published clinical trials. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2010;137(1):108-113.
55. Iijima M, Takano M, Yasuda Y, et al. Effect of the quantity and quality of cortical bone on the failure force of a miniscrew implant. *Eur J Orthod.* 2013;35(5):583-589.
56. Moon CH, Park HK, Nam JS, Im JS, Baek SH. Relationship between vertical skeletal pattern and success rate of orthodontic mini-implants. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2010;138(1):51-57.
57. 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.

58. Ohiomoba H, Sonis A, Yansane A, Friedland B. Quantitative evaluation of maxillary alveolar cortical bone thickness and density using computed tomography imaging. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2017;151(1):82-91.
59. Mavropoulos A, Kiliaridis S, Bresin A, Ammann P. Effect of different masticatory functional and mechanical demands on the structural adaptation of the mandibular alveolar bone in young growing rats. *Bone.* 2004;35(1):191-197.
60. Motoyoshi M, Inaba M, Ono A, Ueno S, The NS. The effect of cortical bone thickness on the stability of orthodontic mini-implants and on the stress distribution in surrounding bone. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009;38:13-18.

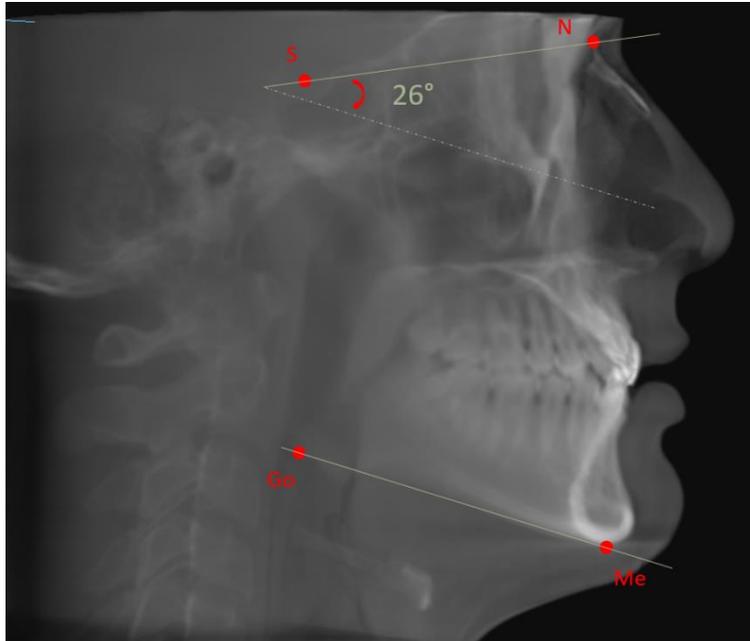
ANEXOS

ANEXO 1

Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Instrumento	Indicadores	Tipo	Escala de Medición	Valor
Características óseas	Características morfológicas del tejido óseo facial formado por hueso compacto y hueso esponjoso.	Medición de la altura, densidad y grosor de cortical de la cresta infracigomática y placa ósea mandibular.	Cresta Infracigomática	Software Real Scan 2.0	Altura de Cresta Infracigomática	Cuantitativo	Razón	mm
			Placa Ósea Mandibular		Densidad de la cortical de Cresta Infracigomática	Cuantitativo	Razón	UA
					Grosor de la cortical de Cresta Infracigomática	Cuantitativo	Razón	mm
Patrón Facial Vertical	Análisis morfológico y dirección de crecimiento de las estructuras esqueléticas de un paciente	Grado de divergencia del plano mandibular con respecto de la base craneal	Divergencia mandibular	Software Real Scan 2.0	Ángulo formado por la base craneal anterior (SN) y el plano mandibular (GoMe)	Cualitativo	Nominal	Hiperdivergente (>36°) Normodivergente (= 32.5 ± 3.4°) Hipodivergente (<29°)
			Índice de altura facial		Proporción de la altura facial posterior con la altura facial anterior	Cualitativo	Nominal	Hiperdivergente (<63%) Normodivergente (= 66.2 ± 3.3%) Hipodivergente (>69.5%)

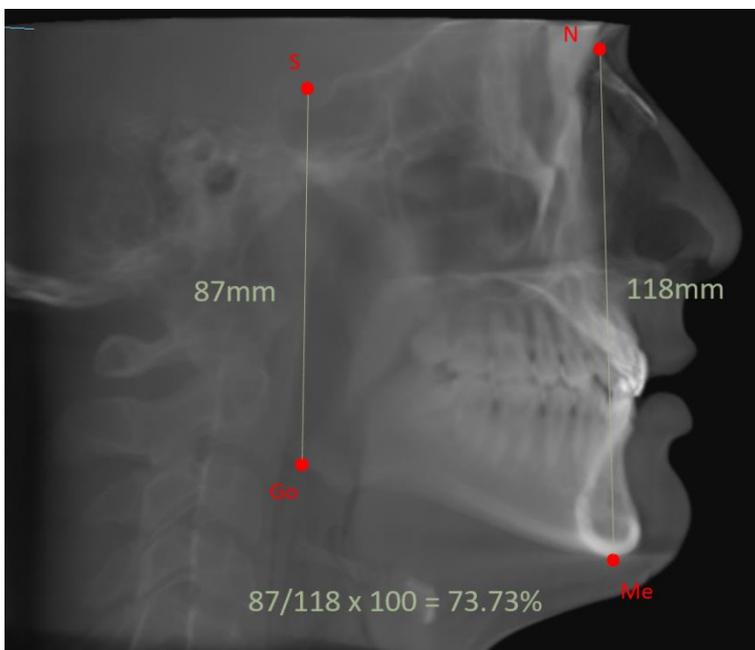
ANEXO 2



Hiperdivergente (>36°)

Normodivergente (= 32.5 ± 3.4°)

Hipodivergente (<29°)



Hiperdivergente (<63%)

Normodivergente (= 66.2 ± 3.3%)

Hipodivergente (>69.5%)

ANEXO 3

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Fecha:

N° de ficha:

Patrón facial vertical:

SN/GoMe:

S-Go/N-Me:

Hiperdivergente ()

Normodivergente ()

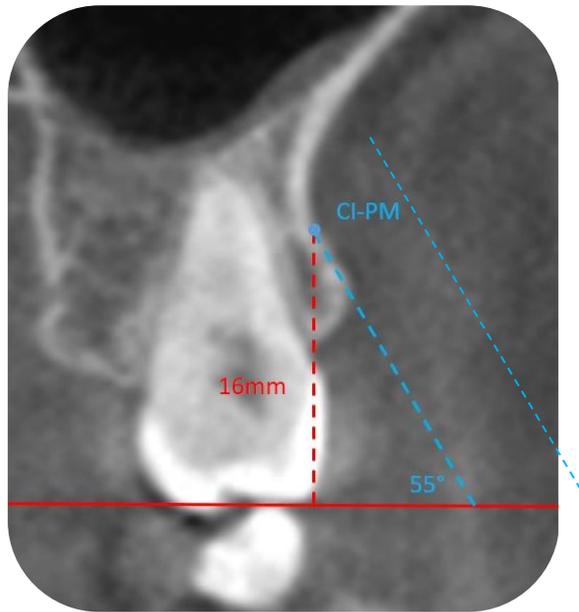
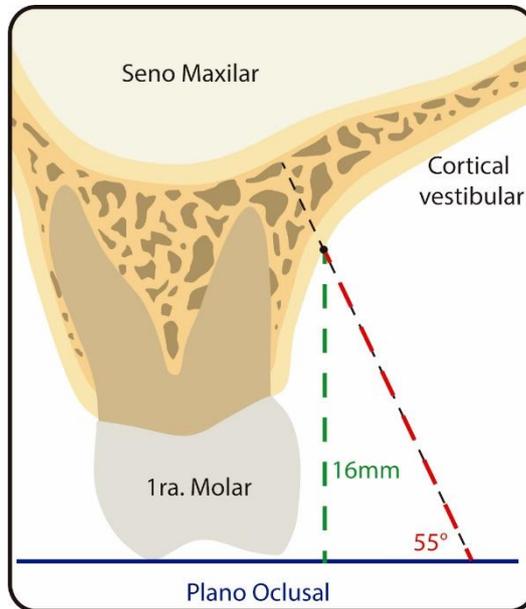
Hipodivergente ()

Identificación	CI-PM	CI-IR	CI-SM
Altura de Hueso			
Grosor Cortical			
Densidad Cortical			

Identificación	POM-5	POM-7
Altura de Hueso		
Grosor Cortical		
Densidad Cortical		

ANEXO 4

Esquema medición cresta infracigomática:

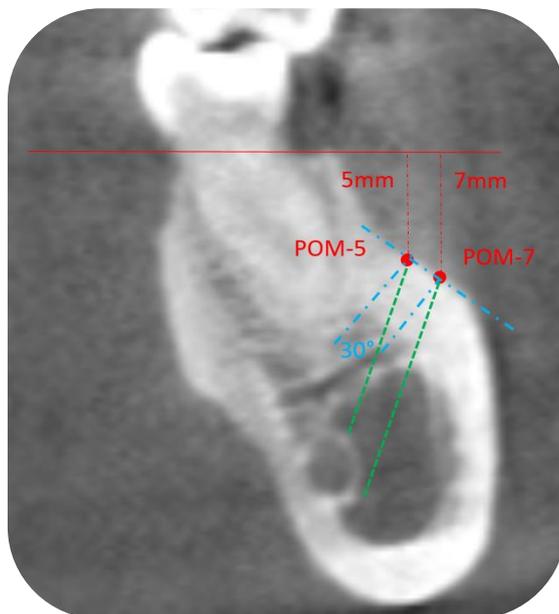
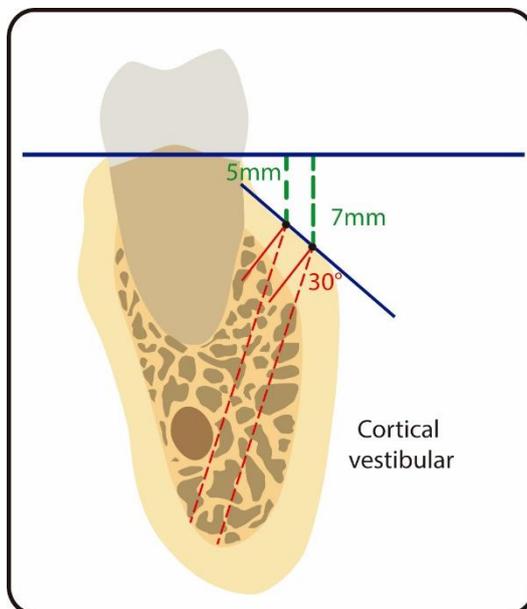


CI-PM: Intersección de la línea de referencia con la cortical de la CI trazada a 16mm del plano oclusal con una angulación de 55°.

CI-IR y CI-SM: Sigue los mismos parámetros de CI-PM, pero a nivel interradicular y de la segunda molar.

ANEXO 5

Esquema medición placa ósea mandibular (POM):



POM-5: Punto de medición en la cortical vestibular de POM a 5mm de la cresta alveolar, se hará la medición a 30° de la perpendicular de la tangente de la superficie ósea.

POM-7: Punto de medición en la cortical vestibular de POM a 5mm de la cresta alveolar, se hará la medición a 30° de la perpendicular de la tangente de la superficie ósea.