



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DEL NIÑO Y ORTOPEDIA  
DENTOMAXILAR  
ÁREA DE ORTODONCIA

**TIPO FACIAL Y  
ESPESOR DE LA CORTICAL ÓSEA EN LA REGIÓN PALATINA**

DRA. JACQUELINE ANDREA ARMIJO PÉREZ  
DRA. VANESSA PATRICIA FUENTES FLORES

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE PROFESIONAL ESPECIALISTA  
EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA DENTO MÁXILO FACIAL**

TUTOR PRINCIPAL  
Prof. Dr. Juan Guillermo Valenzuela Salas

TUTOR ASOCIADO  
Prof. Dr. José Suazo Sanhueza

Santiago, Chile

2023

## ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	3
II.1. Generalidades de los microtornillos.....	5
II.2. Tejido óseo y microtornillos .....	7
II.3. bóveda palatina .....	12
II.4. Microtornillos palatinos .....	16
II.5. Morfología facial.....	20
II.5.A. Clasificación del tipo facial vertical según ángulo FMA.....	21
II.5.B. Clasificación del tipo facial sagital según ángulo ANB .....	22
II.5.C. Características morfológicas de la población chilena .....	23
II.5.D. Relación entre tipo facial y grosor óseo.....	24
II.6. Proyección cefalométrica lateral del Cone Beam .....	26
<b>III. PROPÓSITO DEL ESTUDIO</b> .....	28
<b>IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	29
<b>V. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS</b> .....	30
V.1. Hipótesis .....	30
V.2. Objetivo general.....	30
V.3. Objetivos específicos .....	30
<b>VI. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	31
VI.1. Tipo de estudio .....	31
VI.2. Muestra.....	31
VI.3. Procedimientos .....	32
VI.4. Análisis estadístico .....	34
<b>VII. RESULTADOS</b> .....	35
<b>VIII. DISCUSIÓN</b> .....	39
<b>IX. CONCLUSIONES</b> .....	44
<b>X. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	45
<b>ANEXO 1</b> .....	53

## I. INTRODUCCIÓN

La incorporación de microtornillos en ortodoncia ha tenido un impacto revolucionario en la especialidad (Molina-Solana, 2013). Junto con las miniplacas, conforman un grupo de unidades de anclaje temporal que han permitido el desarrollo de un amplio rango de terapias intraorales (Mizrahi, 2016). El anclaje en ortodoncia mediante microtornillos otorga a los clínicos la posibilidad de realizar procedimientos con anclaje absoluto durante el tratamiento (Ozdemir, 2013).

El sitio de inserción y el grado de anclaje requerido para los microtornillos están definidos de acuerdo con la maloclusión presente. En el caso de discrepancias maxilares en el plano transversal, la utilización de microtornillos facilita la disyunción cuando se combinan con aparatos de expansión maxilar rápida (Mizrahi, 2016).

La estabilidad del microtornillo está determinada por varios factores entre ellos la cortical ósea, que es responsable de la retención mecánica. Por esta razón, la calidad y densidad del hueso es un área de interés de estudio en el campo de los microtornillos ortodóncicos (Baumgaertel, 2014). Para prevenir la movilidad prematura del microtornillo, la elección de sitios con hueso cortical más grueso parece ser la solución debido al aumento de la estabilidad primaria (Ozdemir, 2013).

Autores de investigaciones recientes, usando Tomografía Computarizada (TC), han estudiado los espesores del hueso cortical en diferentes sitios para la colocación de mini-implantes (Ozdemir, 2013). Dentro de las ventajas de este examen imagenológico se encuentra la obtención imágenes de gran calidad, con

una resolución milimétrica, y un breve tiempo de escaneo, lo que permite al clínico la evaluación de estructuras anatómicas y relaciones craneofaciales, así como la estimación del patrón facial vertical y sagital. Su visualización tridimensional facilita la estimación de la altura y ancho del hueso alveolar, además de la densidad de las corticales óseas y del hueso trabecular (Venkatesh, 2017).

La morfología facial es importante para el ortodoncista ya que afecta los objetivos y el enfoque del tratamiento al tener un efecto sobre la predicción del crecimiento, el sistema de anclaje, la fuerza oclusal y las funciones orales. Debido a que las dimensiones verticales faciales están íntimamente relacionadas con los cambios morfológicos, es lógico pensar que los espesores del hueso cortical difieran en pacientes con tipos faciales distintos (Ozdemir, 2013).

## II. MARCO TEÓRICO

La deficiencia transversal del maxilar es un problema de ortodoncia relativamente frecuente, con una prevalencia de aproximadamente 10% en adultos. Se trata eficazmente con expansión rápida palatina (ERP) en niños y jóvenes adolescentes. El momento óptimo para la ERP se considera por debajo de los 15 años ya que, a mayor edad la sutura mediopalatina y las articulaciones adyacentes comienzan a fusionarse y se vuelven más rígidas, lo que lleva a una mayor resistencia a las fuerzas de expansión (Kapetanovic, 2021).

En adolescentes tardíos y adultos, se requiere más fuerza para abrir la sutura medio palatina debido a su mayor grado de interdigitación. El tratamiento con una ERP convencional podría dar lugar a problemas dentales no deseados tales como inclinación coronaria vestibular, reabsorción radicular, recesión gingival, dehiscencia del hueso alveolar, reducción de espesor del hueso vestibular, pérdida de hueso marginal, dolor, expansión esquelética limitada o fallida y recidiva posterior a la expansión (Kapetanovic, 2021).

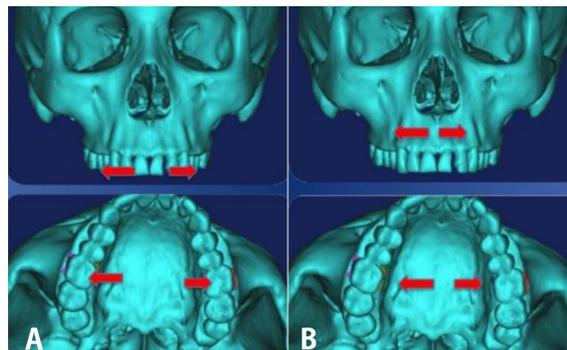
Fue Lee (2010) el que describió una modificación del aparato de ERP convencional incorporando microtornillos al que llamó MARPE (expansión rápida palatina asistida por microtornillos) para asegurar la expansión del hueso basal y mantener las superficies óseas separadas durante el período de consolidación en un paciente de 20 años (Imagen 1), lo que demostró los efectos clínicos en el tratamiento de un paciente adulto joven con una compresión maxilar.

El MARPE es un dispositivo de ERP con un elemento rígido que se conecta a minitornillos insertados en el paladar, entregando una fuerza de expansión directamente al hueso basal del maxilar. Fue diseñado para maximizar

los resultados esqueléticos y minimizar los efectos de expansión dentoalveolar. En base a los hallazgos de exámenes histológicos previos en estudios se revela que la sutura mediopalatina no se osifica completamente en humanos incluso a una edad avanzada, posiblemente debido al estrés mecánico constante al que se somete (Kapetanovic, 2021). Al generar fuerzas de expansión cercanas al centro de resistencia del maxilar (Imagen 2), se produce menor inclinación y mayor traslación del complejo maxilar (MacGinnis, 2014).



**Imagen 1.** MARPE (Lee, 2010)

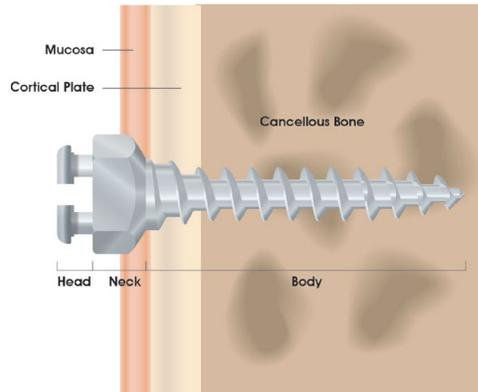


**Imagen 2. A,** Ubicación de la aplicación de la fuerza de un Hyrax convencional.  
**B,** Ubicación de la aplicación de la fuerza de un MARPE (Mac Ginnis, 2014)

## **II.1. Generalidades de los microtornillos**

Los microtornillos o mini-implantes corresponden a dispositivos de anclaje óseo temporal (DAT) que presentan una estabilidad primaria y secundaria. La primera corresponde a una retención mecánica al hueso que se genera por compresión cuando el hueso entra en contacto con el microtornillo y es resultado del proceso de inserción; ésta puede ser afectada por diferentes factores como la madurez y calidad del hueso en el que se instala el mini-implante, el grosor de la cortical ósea, las vibraciones que produce el operador, entre otros. La estabilidad secundaria o biológica, se inicia luego de la colocación del mini-implante a medida que comienza la remodelación ósea (Cadauid, 2014). A diferencia de los implantes de uso en rehabilitación, los microtornillos no presentan óseo-integración, sin embargo, estudios en animales han demostrado que hasta un 58% pueden óseo integrarse involuntariamente (Melsen, 2000).

Generalmente los microtornillos presentan 3 partes: cabeza, collar o cuello y cuerpo (Imagen 3). La cabeza corresponde a la plataforma que conecta los elementos ortodónticos o elásticos de tracción; el cuello o collar transmucoso es la zona del microtornillo en la que se ubica la mucosa que cubre el tejido óseo y el cuerpo, es la sección endo-ósea que presenta roscas en la superficie y una punta en su extremo (Cousley, 2013). En la superficie del cuerpo del microtornillo se encuentran las roscas; se ha visto que modificaciones en el diseño de éstas afectan las propiedades mecánicas, ya que los microtornillos con mayor profundidad de rosca exhiben una mayor estabilidad primaria (Kim, 2014).



**Imagen 3.** Esquema que muestra las 3 partes principales de un microtornillo. La cabeza superficial a los tejidos, el cuello en la zona transmucosa y el cuerpo en la cortical y hueso trabecular (Cousley, 2013).

El diámetro de los mini-implantes varía desde los 1,2 a 2 mm; este parámetro es importante ya que usualmente los microtornillos se instalan en zonas interradiculares. Para poder evitar daños a las raíces y aumentar la tasa de éxito, el diámetro es un factor que es necesario considerar en la selección correcta de la dimensión del microtornillo (Kim, 2014).

En relación con la longitud del microtornillo, ésta depende del sitio de inserción y no presenta relación con la distribución del estrés. Se considera que una penetración en el hueso de al menos 5 mm es una longitud necesaria en el procedimiento de inserción. Aumentar la longitud del mini-implante puede no ser efectivo para incrementar la estabilidad primaria, a menos que sea una inserción bicortical (Lee, 2007).

Los microtornillos de aleación de titanio y aquellos de acero inoxidable son actualmente los que se utilizan en la práctica ortodóncica. Los de acero inoxidable, en comparación a aquellos de aleación de titanio, tienen una mejor penetración y no requieren de un agujero guía; además, se caracterizan por su mayor rigidez y están indicados en zonas óseas de alta densidad. Otra ventaja

de los mini-implantes de acero inoxidable es su facilidad de colocación (Nienkemper, 2016). Sin embargo, la estabilidad primaria de un microtornillo principalmente depende de la profundidad de inserción más que del material del implante (Brown, 2014).

## **II.2. Tejido óseo y microtornillos**

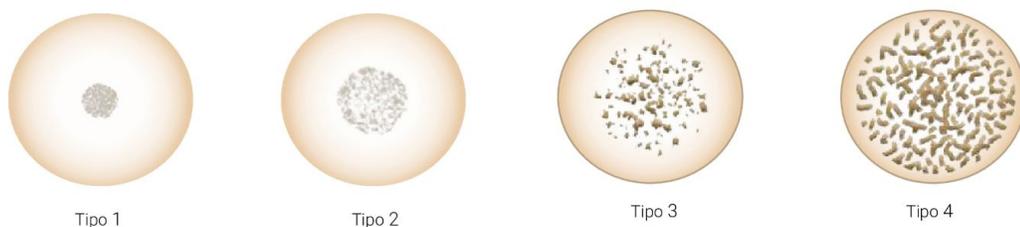
Si bien, el diseño del implante como la técnica de inserción pueden tener un impacto en la estabilidad primaria, son los factores micro anatómicos los que brindan la línea de base para la estabilidad esperada en cualquier sitio de inserción, es decir, la cantidad y calidad del hueso. Tal como han demostrado Dalstra y colaboradores, es principalmente el hueso cortical el responsable de la retención mecánica del microtornillo. Por lo tanto, es razonable suponer que el espesor de esta capa de hueso determinará la estabilidad primaria del implante; en pocas palabras; un hueso cortical grueso proporcionará una mayor estabilidad primaria que una cortical ósea delgada (Baumgaertel, 2014).

El hueso está formado básicamente por una matriz orgánica mineralizada estructurada en tres niveles diferentes: el macro, el micro y el ultraestructural. El nivel macroestructural define las características estructurales del hueso en su conjunto y lo clasifica en dos subtipos tisulares óseos con conformación y comportamiento biomecánico diferente: el hueso cortical y el trabecular. El nivel microestructural describe al tejido óseo como la resultante de la distribución espacial de los materiales que lo componen. Así, el hueso cortical se presenta como una estructura compacta de distribución lamelar, que aporta a la unidad ósea un excelente soporte. En cambio, el hueso trabecular, con una estructura mineralizada tipo panel, formada por tubos y placas interconectadas entre sí y con la superficie endostal cortical, proporciona una gran rigidez, lo que permite a la unidad ósea adaptarse a sus requerimientos biomecánicos. El nivel

ultraestructural describe la composición y arquitectura de la red molecular ósea. Esta trama está compuesta fundamentalmente por un 80% de colágeno tipo I dispuesto en fibras (matriz celular) y un 20% de componentes inorgánicos (matriz mineral), entre los que destacan el calcio, el fosfato y el carbonato. Estos componentes inorgánicos se encuentran ordenados en forma de cristales de hidroxiapatita y de fosfato cálcico amorfo (Caeiro, 2005).

Lekholm y Zarb (1985) clasificaron la densidad ósea en 4 tipos de hueso (Imagen 4), utilizando radiografías. Se basaron en la cantidad de cortical versus la cantidad de tejido trabecular.

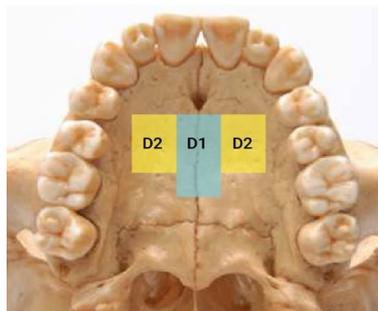
- **Tipo 1:** Hueso compuesto básicamente por un hueso homogéneo compacto.
- **Tipo 2:** Hueso compuesto por una capa gruesa de hueso compacto que rodea un núcleo de hueso trabecular denso.
- **Tipo 3:** Hueso compuesto de una delgada capa de hueso cortical que rodea un hueso trabecular denso de gran dureza.
- **Tipo 4:** Hueso compuesto por una delgada capa de hueso cortical que rodea un núcleo de hueso trabecular de baja densidad (Chugh, 2013).



**Imagen 4.** Tipos de huesos clasificados en función de la cantidad de hueso cortical frente al trabecular (Lekholm, 1985).

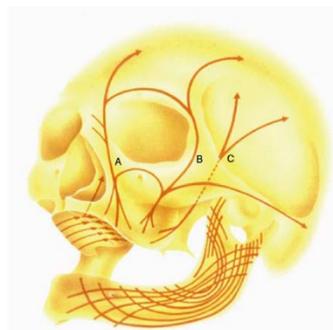
Misch y Kircos (1999) clasificaron a través de un Cone Beam la densidad ósea en 5 grupos basándose en el número de unidades Hounsfield (HU). Éste se define como un valor numérico asignado a cada pixel de una Tomografía Computarizada, que se corresponde con un color en una escala de grises, constituyendo cada uno de ellos un nivel diferente de densidad óptica y siendo proporcional a las características de absorción de rayos X de un tejido (Mallya, 2019). Es así como los tejidos más densos aparecen blancos; los tejidos menos densos se visualizan más oscuros, y el aire se observa negro (Rodríguez, 2014).

- **D1:** Corresponde a valores mayores a 1250 HU, se encuentra principalmente en la región anterior mandibular, buccal shelf y región palatina media (Imagen 5).
- **D2:** corresponde a valores entre 850-1250 HU, se encuentra en la región anterior maxilar, región palatina paramedial (imagen 5) y zona posterior mandibular.
- **D3:** Corresponde a valores entre 350-850 HU, se encuentra en la región posterior maxilar y mandibular.
- **D4:** Corresponde a valores entre 150- 350 HU, y se encuentra en la tuberosidad del maxilar.
- **D5:** Corresponde a valores menores de 150 HU, y no se encuentra en la región máxilo-mandibular (Chugh, 2013, Arango, 2022).



**Imagen 5.** Densidades óseas encontradas por Misch en la zona media palatina y paramedial. D1: Sutura media palatina; D2: Región media y lateral del paladar (Arango, 2022).

Se ha reportado en la literatura que el maxilar y la mandíbula tienen funciones biomecánicas diferentes. La mandíbula, se diseña como una unidad de absorción de fuerza mientras que, por otro lado, el maxilar es una unidad de distribución de fuerza (Imagen 6), cualquier tensión hacia el maxilar se transfiere por el arco cigomático y el paladar lejos del cerebro y la órbita (Misch, 2020). Se ha visto que las cargas mecánicas son capaces de modificar la morfología ósea, proceso fisiológico al que se denomina mecanotransducción. De acuerdo con Frost (1987) este mecanismo permite que los estímulos mecánicos que sobrepasan el umbral de mantención de la masa ósea produzcan una respuesta bioquímica que genera un cambio en la transducción del ADN, generando señales de activación de los osteocitos, que a su vez coordinan la actividad de osteoblastos y osteoclastos, principales responsables directos de la remodelación (Caorsi, 2018).



**Imagen 6.** El maxilar es una unidad de distribución de fuerza y la mandíbula una unidad de absorción de fuerza (Mish, 2020).

Mediante técnicas de modelamiento computacional con análisis de elementos finitos, es posible observar que las cargas generadas durante la oclusión dental se traducen en microdeformaciones altas a nivel facial, en las zonas de inserción de los músculos masticatorios (principalmente los músculos masetero y pterigoideo medial), el proceso alveolar en relación al diente en oclusión, la incisura nasal, el proceso frontal del maxilar, la fosa mandibular, el

paladar, en relación al diente en oclusión, y los arcos y pilares faciales. Cuando hay diferencias morfológicas entre los individuos, la distribución de las microdeformaciones se ve levemente alterada, principalmente en el maxilar superior, particularmente en el proceso alveolar y el paladar, alcanzando magnitudes más bajas en los individuos con el maxilar más angosto y procesos alveolares orientados verticalmente, comparado con individuos más prognáticos (Vidaurre, 2018).

El grosor de la cortical ósea es un importante factor en el éxito de los mini-implantes. Un grosor cortical insuficiente causa una inadecuada estabilidad primaria. Un metaanálisis reciente informó que los microtornillos tienen una tasa de fracaso de 0,12 (tasa de éxito del 87,70 %). Una cortical menor a 1 mm de grosor tiene una alta probabilidad de falla comparado con la inserción en grosores mayores a 1 mm (Chang, 2014).

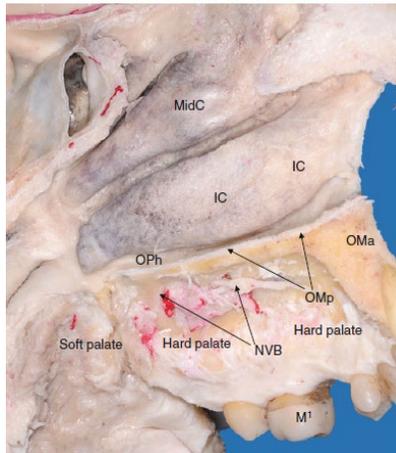
Análisis realizados mediante modelos de elementos finitos han demostrado que la deformación de los microtornillos disminuye a medida que el grosor de la cortical ósea aumenta (Stahl, 2009). Este hueso cortical con un espesor inferior a 1 mm es vulnerable a tensiones que pueden causar reabsorción ósea en la región (Motoyoshi, 2009 a, 2009 b). Se ha observado que cuando el hueso cortical es más delgado, la movilidad se vuelve cada vez más dependiente del módulo de Young del hueso esponjoso (Stahl, 2009).

La ubicación de los microtornillos puede variar, pueden ser insertados en zonas dentro del proceso alveolar maxilar o mandibular, lo que se denomina interradiculares, o pueden ser ubicados en zonas fuera del hueso alveolar, lo que se denomina extra alveolares. Estos últimos tienen la ventaja de disminuir el riesgo de dañar las raíces dentarias, no interferir con los movimientos mesio distales de los dientes, y ubicarse en regiones con mayor grosor de cortical ósea,

entre otras (Almeida, 2019). Además, los microtornillos en estas zonas pueden permitir en ocasiones, acercarse al centro de resistencia óseo, lo que mejora la mecánica del movimiento dentario (Yi-Jyun, 2010). Algunos de estos sitios son en la mandíbula el buccal shelf y la rama mandibular y en el maxilar, la cresta infracigomática y la bóveda palatina.

### II.3. Bóveda palatina

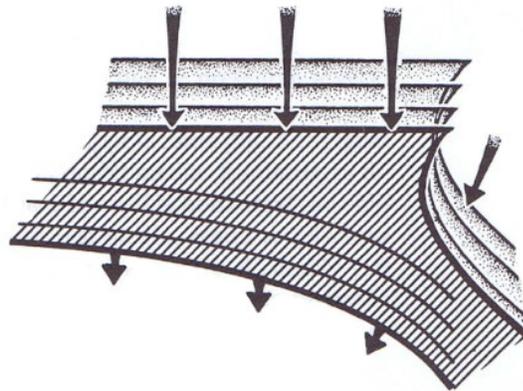
El paladar duro es un hueso horizontal compuesto por el proceso palatino del maxilar y la lámina horizontal del hueso palatino. En su límite superior se encuentra la cavidad nasal, mientras que su superficie inferior limita con la cavidad oral (Imagen 7), (Viana, 2020).



**Imagen 7.** Disección de una hemicara cadavérica izquierda vista desde una perspectiva medial mostrando paladar duro y blando. Concha inferior IC, OMa proceso alveolar de los maxilares, OMP proceso palatino maxilar, OPh lámina horizontal del palatino, M1 primer molar, MidC concha media, NVB paquete neurovascular (Viana, 2020).

Sus planos constitutivos, de superficie a profundidad, son: mucosa, submucosa y esqueleto óseo. Se caracteriza por la presencia del rafe medio fibroso y las rugas palatinas que sobresalen en el tercio anterior de la bóveda palatina. Estas últimas son pliegues mucosos de tejido fibroso denso y muy adherido al periostio. La mucosa es gruesa y resistente, de tipo masticatoria ortoqueratinizada, la que se encuentra en las zonas de roce durante la masticación (Actis, 2014).

Es importante recordar cómo crece el complejo nasomaxilar, éste abarca un alargamiento vertical que involucra un desarrollo por remodelación (depósito y resorción) y un desplazamiento primario vinculado de manera directa con su propio agrandamiento. Las superficies de revestimiento de las paredes óseas y el piso son predominantemente zonas de resorción ósea; y el lado bucal del paladar es una zona de depósito. Lo que genera esto es que la arcada superior y el paladar se desplacen inferiormente (Imagen 8). Esta combinación de factores genera una reubicación de todo el conjunto palatino y del arco superior a niveles inferiores (Enlow, 1992).



**Imagen 8.** Crecimiento vertical del complejo nasomaxilar (Enlow, 1992)

La anatomía del paladar tiene un rango de variaciones anatómicas tanto en estructura, forma y tamaño, por lo que los antropólogos han relacionado su

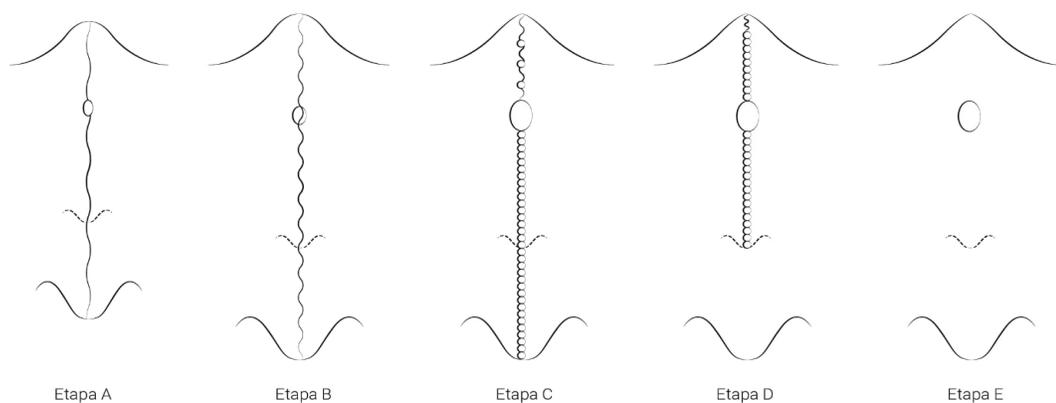
desarrollo dentro del maxilar a factores como la dieta, el medio ambiente y condiciones genéticas entre las diferentes poblaciones. La respiración, succión, masticación, deglución y fonación son partes del sistema neuromuscular que representan el control natural para un adecuado estímulo, desarrollo y crecimiento de las estructuras faciales. Durante el periodo de crecimiento la posición de la lengua participa activamente en el desarrollo de las estructuras esqueléticas (Mondragón, 2021). Se ha registrado al tragar, una fuerza entre 41 y 709 g/cm<sup>2</sup> aproximadamente en las zonas anteriores y laterales del paladar (Mish, 2020).

El paladar duro anterior se ha convertido en la región más investigada para el anclaje esquelético en ortodoncia, incluidos los estudios tridimensionales de Tomografía Computarizada (Ludwig, 2011). La TC de haz cónico permite la medición de espesores de hueso cortical en una proporción real, sin presentar distorsiones y con una dosis de radiación relativamente menor, en comparación con la Tomografía Computarizada tradicional (Costa, 2021).

Comprender la variabilidad individual en la fusión de la sutura palatina es esencial para identificar si un paciente adolescente tardío o adulto joven puede ser candidato a ERP. El proceso de osificación de la sutura palatina media comienza con espículas óseas a lo largo de los márgenes, con algunas islas de tejido acelular calcificadas inconstantemente en el centro. El número de espículas aumenta con la maduración, formando áreas festoneadas separadas por zonas de tejido conectivo. A medida que aumenta la interdigitación, se produce la fusión desde posterior a anterior, con reabsorción de hueso cortical en los extremos de la sutura y una formación de hueso esponjoso. El inicio y el avance de la fusión de la sutura mediopalatina varían mucho con la edad y el sexo, es por esta razón que Angelieri presentó un nuevo método de clasificación para la evaluación

individual de la morfología sutural usando imágenes de CBTC, describiendo 5 estadíos (Imagen 9), (Angelieri, 2013):

- **Estadío A:** La sutura palatina media se observa como una línea recta de alta densidad, con poca o ninguna interdigitación.
- **Estadío B:** La sutura asume una forma irregular y aparece como una línea festoneada de alta densidad. También se puede presentar como 2 líneas paralelas festoneadas de alta densidad, cercanas entre sí, separadas por pequeñas zonas de baja densidad.
- **Estadío C:** La sutura medio palatina se presenta como 2 líneas paralelas festoneadas de alta densidad con un patrón irregular o recto, cercanas entre sí, separadas por pequeñas zonas de baja densidad en los huesos maxilar y palatino.
- **Estadío D:** La fusión de la sutura se ha producido en el hueso palatino. En el hueso maxilar, la sutura se visualiza como 2 líneas de alta densidad separadas por pequeños espacios de baja densidad.
- **Estadío E:** Se ha producido la fusión de la sutura palatina media en el hueso maxilar. La sutura ya no es visible y presenta la misma densidad ósea que otras regiones del paladar (Angelieri, 2013).



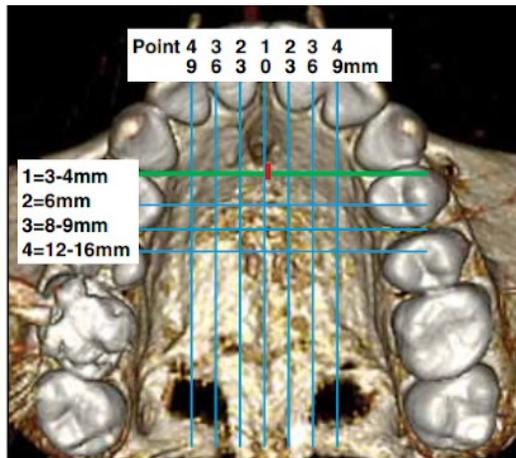
**Imagen 9.** Dibujo esquemático de las etapas de maduración observadas en la sutura palatina media (Angelieri, 2013).

#### **II.4. Microtornillos palatinos**

Durante años, los implantes palatinos se han utilizado en ortodoncia como elementos de anclaje esquelético temporal. En la actualidad, son una parte integral del tratamiento de ortodoncia en niños, adolescentes y adultos (Jung, 2011).

Con la excepción de la región del canal incisivo, las áreas mediana y paramediana del paladar consisten en hueso cortical, que es lo suficientemente grueso y denso para soportar al menos un microtornillo y tolerar cargas ortopédicas, junto con las características intrínsecas de la mucosa palatina, garantiza la estabilidad biomecánica para la colocación de microtornillos (Misch, 2020; Kyung, 2003).

Se han utilizado protocolos de investigación diferentes para determinar puntos de referencia y coordenadas en esta región para la medición de tejido óseo. En la observación radiográfica, las mediciones se realizan desde la parte distal del foramen incisivo. En la clínica, a través del método anatómico, se utilizan los puntos de contacto entre los caninos, premolares y molares como referencia, con mediciones laterales realizadas a partir de la sutura medio palatina. Las coordenadas de referencia se basan en una cuadrícula de medición de la bóveda palatina (Imagen 10). La primera coordenada corresponde a la distancia anteroposterior medida desde el margen distal del agujero incisivo (3-4 mm, 6 mm, 8-9 mm o 12-16 mm). La segunda coordenada es una lateral medida desde la sutura palatina media (3 mm, 6 mm o 9 mm), (Ludwig, 2011).



**Imagen 10.** Rejilla de bóveda palatina utilizada en el análisis de puntos de referencia clínicos y radiográficos. La línea verde indica el límite anterior favorable para la inserción de un minitornillo palatino; el cuadrado rojo muestra la distancia desde el agujero incisivo hasta la línea de referencia (Ludwig, 2011).

Un estudio comparó el grosor óseo de varias áreas palatinas entre sujetos con dentición mixta temprana, tardía y permanente, usando Cone Beam. El grupo de dentición mixta temprana mostró un hueso significativamente más delgado en comparación con el mixto tardío. No hubo diferencia significativa entre dentición mixta tardía y permanente (Ryu, 2012).

De acuerdo a diferentes autores que han medido el grosor óseo, Benhart (2000) en su estudio con 22 pacientes sugiere el sitio de inserción de los microtornillos a 3-6 mm laterales a la sutura media palatina. Según un trabajo de Baumgaertel (2009) realizado en 30 cráneos secos, se recomienda la ubicación anteroposterior de los mini-implantes a nivel de los primeros y segundos premolares.

Basados en la evidencia se confirma que, en sentido anteroposterior, en la región de la sutura media palatina, el mayor grosor se encuentra en la parte

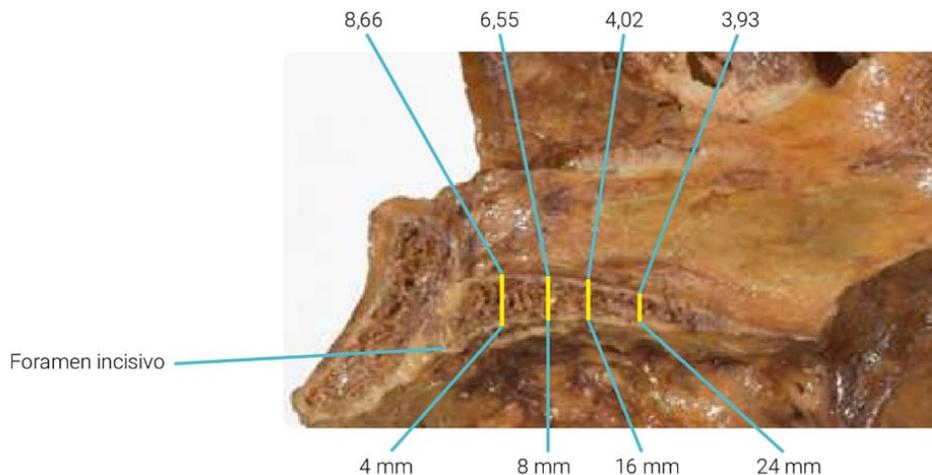
anterior y va disminuyendo hacia la zona posterior (Imagen 11), (Arango, 2022). Estudios en paladares en humanos han comparado la altura vertical en las dimensiones sagital y transversal, encontrando el punto más alto de 8,08 mm en la región mediana anterior. Se ha documentado una reducción de 3,34 mm en la región paramediana, y 3 mm a la izquierda y derecha de la línea media. La altura media del paladar disminuye desde la parte anterior a la posterior, y de la zona media a las regiones paramedianas, lo que indica que la región media anterior es el sitio ideal para la colocación (Knaup, 2004).

La longitud definitiva de los minitorneillos debe tener en cuenta el grosor de la mucosa. Mediciones de tejidos blandos en el área de la sutura media palatina muestran que la porción más gruesa se ubica 4 mm posterior a la papila incisiva, y que esta dimensión se mantuvo constante 1 mm posterior a este punto. Esta área, con su consistente grosor de tejidos blandos, podría ser el lugar más apropiado para colocar un microtorneillo (Kim, 2006).

La evidencia indica que el grosor del tejido blando difiere según sexo y edad en casi todas las regiones del paladar, siendo más grueso en hombres y aumentando con la edad (Song, 2008; Oh, 2021). El grosor del tejido óseo muestra una diferencia significativa de acuerdo con el sexo en la región palatina anterior, observándose valores mayores en el sexo masculino (Oh, 2021).

Investigaciones realizadas a través de Cone Beam han encontrado que los mayores espesores óseos se encontraron en la parte anterior del paladar (4-8 mm), tanto en la sutura como en las áreas paramedianas. En la región posterior, a pesar de la reducción del grosor, el hueso también es adecuado para la instalación de microtorneillos, garantizando su estabilidad debido a la calidad del

hueso (doble cortical) y el reducido grosor de la mucosa que lo cubre (Gracco, 2008).



**Imagen 11.** Promedios de la altura vertical de hueso en sentido anteroposterior a 4, 8, 16, 24 mm posterior al foramen incisal en grupo de pacientes entre 20 y 44 años (Arango, 2022)

Debido a que el grosor óseo reducido se compensa con una mayor densidad y resistencia, la región paramediana podría ser el sitio de elección para la colocación de microtornillos. Las áreas óptimas de inserción en la parte anterior del paladar están a ubicadas a 6 mm de la sutura media a 4 y 8 mm del foramen incisivo; en la parte palatina posterior, se localizan a 3 mm de la sutura media y a 16 y 24 mm del foramen incisivo. Para lograr una estabilidad suficiente en el paladar, el diámetro de los mini-implantes no debe ser inferior a 2 mm. Diámetros más pequeños (1,2-1,3 mm) se justifican a nivel del hueso alveolar interradicular, donde existe el riesgo de daño a las raíces dentarias, pero en el paladar, la ausencia de vasos sanguíneos, nervios y otras estructuras permite utilizar microtornillos más gruesos y resistentes sin el peligro de causar lesiones (Gracco, 2008).

Para aprovechar la región más anterior del paladar (4 mm del foramen incisivo), es necesario utilizar microtornillos con una parte roscada de al menos 10 mm. A 8 mm del foramen incisivo, la parte funcional debe tener al menos 8

mm de longitud, mientras que, en la parte posterior del paladar (16-24 mm del foramen incisivo), los microtornillos con partes funcionales de 4 a 5 mm de longitud son suficientes (Gracco, 2008). Diversos estudios han concluido que el riesgo de pérdida de microtornillos fue inversamente proporcional a la longitud de éstos (Tsai, 2016).

## **II.5. Morfología facial**

El biotipo facial corresponde a un conjunto de características morfológicas y funcionales que determinan la dirección de crecimiento y el comportamiento funcional del macizo craneofacial de un individuo (Schulz, 2018).

Muchos autores han intentado describir variaciones normales de la dimensión vertical de la cara humana, generalmente se han descrito 3 biotipos faciales básicos con diferentes términos:

- Dolicofacial, mesofacial y braquifacial
- Hiperdivergente, neutral e hipodivergente
- Tipo facial largo, tipo facial promedio y tipo facial corto
- Patrones de rotación anterior y posterior
- Mordida abierta esquelética y sobremordida esquelética (Pepicelli, 2005).

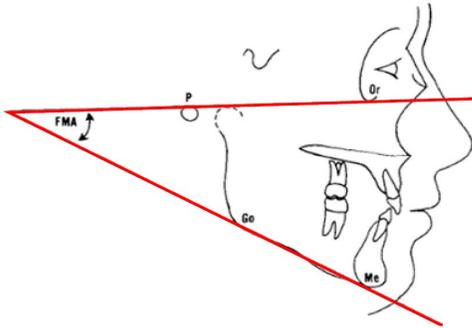
Se han utilizado diversos métodos para clasificar el biotipo o tipo facial vertical mediante el uso de una radiografía lateral de cráneo. La significancia clínica de estas clasificaciones está en asociación con las maloclusiones dentales, esqueléticas, alteraciones funcionales e incluso estéticas (Knigge 2021). Además, nos entrega información sobre la dirección de crecimiento del complejo facial (Collet, 1993).

Los sujetos con patrones de crecimiento hipodivergentes tienen una menor altura facial anterior, ángulo del plano mandibular bajo y tendencia a la sobremordida (Hwang, 2018). En cambio, los sujetos con patrones de crecimiento hiperdivergentes usualmente tienen un aumento en la altura facial anterior, ángulo mandibular alto, rama mandibular corta y una rotación mandibular posterior (Hwang, 2018). También se asocia a mordida abierta, falta de overbite, actividad muscular reducida y vía aérea estrecha (Knigge 2021).

### **II.5.A. Clasificación del tipo facial vertical según ángulo FMA**

El ángulo mandibular ha sido utilizado como estándar para clasificar, mediante cefalometría, los individuos en patrones hipodivergentes, normodivergentes e hiperdivergentes (Hwang, 2018). Según un estudio realizado en población chilena, la clasificación según ángulo FMA describe de mejor manera una variación morfológica de las estructuras craneofaciales en los tres patrones de biotipo facial (Bobadilla, 2022).

El ángulo FMA está formado por la intersección que se produce entre el plano de Frankfurt (referencia horizontal que pasa por el punto Porion y Orbitario) y el plano Mandibular. El plano Mandibular se conforma por el punto Menton y el punto Gonion, coincidiendo su trayectoria con el borde inferior del cuerpo mandibular (Imagen 12), (Bobadilla, 2022).



**Imagen 12.** Ángulo FMA (Bobadilla, 2022)

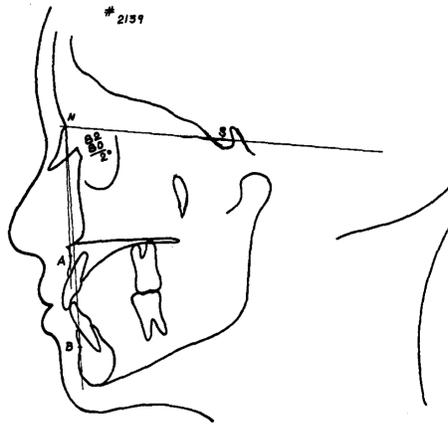
De acuerdo a lo estudiado por Ahmed (2016), el ángulo FMA es uno de los indicadores más confiables en la evaluación de patrones de crecimiento facial vertical y clasifica a los individuos según los siguientes valores:

- Ángulo bajo o hipodivergente: Valor del ángulo FMA  $<21^\circ$
- Ángulo medio o normodivergente: Valor del ángulo FMA  $21^\circ - 29^\circ$
- Ángulo alto o hiperdivergente: Valor del ángulo FMA  $>29^\circ$

### **II.5.B. Clasificación del tipo facial sagital según ángulo ANB**

El uso conjunto de distintos parámetros se recomienda para la valoración de la discrepancia anteroposterior en pacientes individuales, sin embargo, no existe una guía clara para su selección. Es así que, Ishikawa y colaboradores compararon siete parámetros (ángulos del plano AB, ANB, SN-AB, Convexidad de Ricketts, distancia AF-BF, Wits y APDI) en pacientes con oclusión normal pre y postpuberales, determinando mediante análisis de regresión y correlación, cuáles de ellos presentaron la mayor exactitud en la predicción de las relaciones sagitales futuras, así también, la intercambiabilidad de tales parámetros. Concluyeron que, en la valoración prepuberal, el ángulo ANB y la Convexidad de Ricketts mostraron la mayor exactitud en la predicción de las relaciones sagitales maxilomandibulares postpuberales (Navarrete, 2009).

El ángulo ANB está formado por los planos Nasion - Punto A (N-A) y Nasion-Punto B (N-B) y corresponde a la relación sagital de los puntos cefalométricos A del maxilar y B de la mandíbula (Imagen 13). De acuerdo con Steiner, la norma para un sujeto clase I esquelético corresponde a un valor de  $2^\circ$ , valores mayores a éste corresponden a un sujeto clase II y valores menores corresponden a un sujeto clase III (Steiner, 1953).



**Imagen 13.** Relación de los maxilares usando los ángulos SNA, SNB y ANB (Steiner, 1953).

### **II.5.C. Características morfológicas de la población chilena**

Se ha reportado que la norma cefalométrica de un grupo puede no ser apropiada para otros grupos raciales. En efecto, en Latinoamérica se han realizado estudios que demuestran diferencias cefalométricas respecto de las normas caucásicas tanto en tejidos duros como blandos.

Una investigación realizada en pacientes en crecimiento tuvo como propósito describir las características cefalométricas de tejidos duros y blandos de una muestra obtenida de una comuna de Santiago de Chile. Se incluyeron

individuos de ambos sexos con oclusión normal y perfil armónico. Al compararse con normas caucásicas, los sujetos de la muestra tuvieron una tendencia a un eje facial abierto, una biprotrusión incisiva y una Clase II esquelética por una mandíbula retrognática. También mostraron labios superiores e inferiores protruidos respecto de las normas caucásicas. Por lo tanto, existen diferencias entre las medidas cefalométricas de la muestra y las de las normas internacionales, manifestadas a nivel mandibular, dentario y labial (Montt, 2015).

#### **II.5.D. Relación entre tipo facial y grosor óseo**

Se han realizado diferentes estudios con Tomografía Computarizada de haz cónico (CBCT) para determinar cuantitativamente el grosor de las corticales óseas y el tejido trabecular de procesos alveolares, zona infracigomática y zona del buccal shelf para relacionarlos con los diferentes patrones faciales (Ozdemir 2013).

Ozdemir y colaboradores (2013) en su estudio utilizaron 155 imágenes de pacientes adultos para evaluar el grosor de las corticales maxilares, mandibulares y palatinas y concluyeron que, los pacientes dolicofaciales presentaron menores valores que los pacientes braquifaciales en todos los sitios de inserción de microtornillos en el hueso alveolar maxilar y mandibular.

Horner y colaboradores (2012) analizaron 57 cefalogramas de pacientes en los que se determinó el patrón facial, y luego realizaron medidas en los Cone Beam para determinar el grosor del proceso alveolar de estos pacientes. Concluyeron que el grosor del proceso alveolar maxilar y mandibular es mayor en pacientes braquifaciales comparado con dolicofaciales, y que el hueso medular no difiere en grosor en pacientes braquifaciales y dolicofaciales.

Murilo y colaboradores (2021) en una muestra de 78 pacientes evaluaron el grosor óseo de las regiones infraciomáticas y buccal shelf, sitios de inserción de microtornillos, y lo relacionaron con los 3 patrones faciales. Este estudio concluye que los patrones faciales influyen, pero no determinan la disponibilidad de hueso en la inserción de microtornillos extra alveolares en el área buccal shelf. En el grupo dolicofacial encontraron mejores condiciones óseas que en el grupo braquifacial, y ambos presentaron mejores condiciones que el grupo mesofacial en esta área mandibular. En relación con el sitio infracigomático, el grosor óseo fue similar en los 3 grupos.

Costa y colaboradores al examinar el grosor de la cortical de la región infracigomática, encontraron que ningún paciente del grupo hiperdivergente presentó un espesor mayor de 2 mm, y de la misma manera, ningún individuo del grupo hipodivergente presentó un espesor cortical menor a 1 mm (Costa, 2021).

Según estudios recientes el grosor del hueso cortical bucal en sujetos con un ángulo del plano mandibular alto fue más delgado (1,5-2,7 mm) que en sujetos con un ángulo bajo (2,3-3,7 mm) en la región del primer molar mandibular. Se sugiere que una interdigitación mecánica suficiente entre el tornillo y el hueso cortical es un factor importante que afecta la estabilidad del anclaje del microtornillo (Tsunori 1998, Masumoto 2001). Por lo tanto, se recomienda, si es posible, examinar el grosor del hueso cortical mediante Tomografía Computarizada antes de la implantación, particularmente en pacientes con un ángulo plano mandibular alto.

Según Miyawaki y colaboradores (2003) se deben usar microtornillos con un diámetro de 1,5 mm en pacientes con un ángulo del plano mandibular bajo, y con un diámetro de más de 2,3 mm en pacientes con un ángulo del plano mandibular alto; en este estudio concluyeron que, en pacientes con un ángulo del

plano mandibular alto, a menudo existe un hueso cortical delgado, lo que se asoció con la falla de los microtornillos.

## **II.6. Proyección cefalométrica lateral del Cone Beam**

En el diagnóstico ortodóncico, la radiografía cefalométrica lateral es un método relevante para analizar el tejido duro y blando de la cabeza y los dientes. Desde su introducción en 1931, ha sido ampliamente utilizada en estudios de crecimiento y desarrollo oromaxilofacial (Jung, 2015).

Se han hecho esfuerzos considerables para sustituir la radiografía cefalométrica lateral convencional (RCL) por una proyección 2D obtenida a través de programas de imagen desde la Tomografía Computarizada de haz Cónico. De hecho, Kumar y colaboradores informaron que un cefalograma sintetizado en CBCT podría sustituir la RCL convencional. Además, informaron que RCL adicional no sería requerida si un cefalograma sintetizado a partir de CBCT fuera utilizado (Jung, 2015).

La CBCT es menos probable que arroje imágenes ampliadas o distorsionadas en comparación a las imágenes radiográficas bidimensionales (2D). La determinación de los puntos de medición en una vista de reconstrucción multiplanar (MPR) ha demostrado ser altamente reproducible y confiable (Jung, 2015).

Muchas investigaciones han estudiado cómo extraer información RCL 2D desde un CBTC 3D. En algunos estudios, las imágenes RCL 2D extraídas de los datos CBCT 3D se compararon con las obtenidas utilizando RCL 2D convencional. En otros trabajos, los puntos de referencia fueron elegidos directamente de una imagen CBTC 3D, sin conversión a imagen 2D, y estos

fueron comparados con los de una RCL 2D. Nalçaci y colaboradores informaron que no hubo diferencias estadísticamente significativas en 12 de 14 mediciones angulares entre los métodos 2D y 3D (Jung, 2015).

Mediciones realizadas a partir de una CBCT usando 3 tipos de reorientaciones, no han mostrado diferencias clínicamente significativas ya sea en las medidas angulares o longitudinales, independientemente del método de reorientación utilizado, al comparar los resultados con los de una RCL convencional. Se debe investigar si es posible utilizar el valor de referencia normativo 2D en los análisis de tejido blando, ya que las medidas se limitaron al análisis de tejido duro (Jung 2015).

### **III. PROPÓSITO DEL ESTUDIO**

En los últimos años, la CBCT ha sido específicamente introducida y utilizada con éxito para evaluar las estructuras 3D, volúmenes, arquitectura ósea y la morfología del hueso cortical en el complejo maxilo-mandibular. Si bien, las fuerzas musculares se han relacionado con el grosor cortical y la divergencia facial, se ha realizado una investigación limitada conducente a asociar ambos parámetros (Gaffuri, 2021).

El presente estudio tiene como propósito investigar la relación del tipo facial sobre el grosor de la cortical ósea palatina utilizando imágenes de CBCT en pacientes no tratados, a fin de guiar a los clínicos en la planificación y selección de los dispositivos de anclaje temporal esqueléticos.

#### **IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Existe una asociación entre el grosor de la cortical ósea palatina y los diferentes tipos faciales?

## **V. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

### **V.1.Hipótesis**

El grosor de la cortical ósea palatina paramediana tiene una relación con el tipo facial.

### **V.2.Objetivo general**

Evaluar la relación entre el grosor de la cortical bucal del paladar de las regiones paramedianas de la sutura palatina media con los diferentes patrones faciales y sexo.

### **V.3. Objetivos específicos**

1. Categorizar el patrón facial de la muestra utilizando la medida FMA de Tweed.
2. Calcular mediante el uso imágenes tridimensionales de CBCT el grosor de la cortical bucal de la zona paramediana del paladar.
3. Determinar si existe alguna relación entre el grosor de la cortical palatina y las variables edad y sexo.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### VI.1. Tipo de estudio

El diseño del estudio correspondió a uno observacional, de corte transversal, descriptivo y correlacional causal.

### VI.2. Muestra

La muestra fue no probabilística y por conveniencia. De un total de 59 Cone Beam de cráneo completo obtenidos de pacientes atendidos en la unidad de Ortodoncia de clínica de la Universidad de Chile entre los años 2020 a 2023, se seleccionaron 36 de ellos, de acuerdo con los criterios de inclusión expuestos en la Tabla 1. Los datos de los pacientes fueron anonimizados, otorgándoles un número correlativo con las iniciales del nombre y apellidos del paciente.

**Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión para la selección del estudio.**

Criterios de inclusión y exclusión	
Inclusión	Exclusión
Mujeres y hombres	Individuos con fisura palatina
Individuos Clase II esquelética	Individuos con presencia de síndromes craneofaciales
Individuos entre 11 y 60 años	Individuos con dientes maxilares incluidos
Individuos que cuentan con una CBCT de cráneo completo	Individuos con agenesias
Individuos con dentición completa en el maxilar superior	Mujeres en etapa menopáusica
	Individuos que presenten enfermedades que afectan el metabolismo óseo.

### **VI.3. Procedimientos**

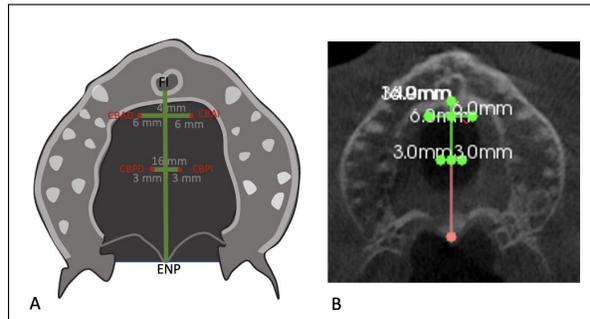
Las imágenes de las CBCT se obtuvieron de un equipo Carestream 9600® (origen Francia), con un protocolo de toma de imagen; voltaje 120 Kv, corriente 6,3 Ma, campo de visión de 0,16x0,17, tamaño de voxel de 300  $\mu$ m, rotación de captura de 360°, y tiempo de exposición de 30 seg.

Utilizando el software Carestream (CS 3D Imaging) se determinó la clase esquelética de los sujetos utilizando la proyección sagital del cráneo con la medida de Steiner ANB, seleccionado a aquellos con un valor mayor a 2°. Con la misma imagen, se determinó el patrón facial de los sujetos de acuerdo con la medida cefalométrica FMA, clasificándolos en patrón de ángulo bajo, ángulo medio y ángulo alto.

Para evaluar el grosor de la cortical ósea palatina de la región del paladar, se ubicaron 4 puntos principales en las regiones paramedianas a la sutura palatina media, 2 puntos en el lado derecho uno anterior y otro posterior y 2 puntos en el lado izquierdo uno anterior y otro posterior.

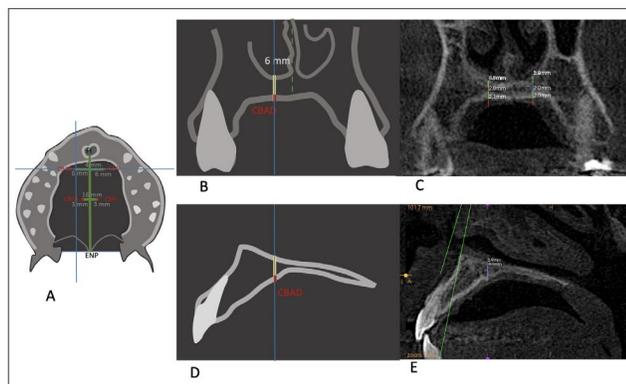
Con las imágenes de los cortes coronales, se confeccionó una malla de medición para cada individuo, las medidas fueron estandarizadas ubicando una línea guía que pasa por la pared posterior del foramen incisivo a la espina nasal posterior. Desde el foramen incisivo se trazó una línea de 4 mm y una de 16 mm. En la primera línea de 4 mm, se realizaron mediciones perpendiculares de 6 mm a cada lado, y en la segunda línea de 16 mm, se realizaron medidas perpendiculares de 3 mm por lado, que corresponden a los 4 puntos en las zonas laterales a la sutura media palatina: CBAD (cortical bucal anterior derecha), CBAI (cortical bucal anterior izquierda), CBPD (cortical bucal posterior derecha) y CBPI

(cortical bucal posterior izquierda). En la imagen 14 se observa las ubicaciones de los trazados.



**Imagen 14. A**, esquema de un corte coronal con las líneas de referencia para ubicar los 4 puntos CBAD, CBAI, CBPD y CBPI. **B**, imagen de la plantilla de trabajo en un corte coronal de una CBCT.

Una vez ubicados los puntos CBAD, CBAI, CBPD y CBPI, uno a uno se observaron en el corte transversal, se comprobó su posición vertical según el corte longitudinal, y se midió en milímetros cada uno de los espesores de las corticales bucales (Imagen 15). Las medidas (en milímetros) de los espesores corticales de cada punto, se tabularon de acuerdo con el patrón facial, sexo y edad de cada sujeto para los análisis estadísticos.



**Imagen 15. A**, esquema del corte coronal ubicando el punto CBAD. **B**, esquema de la imagen transversal en el Cone Beam ubicando una línea del espesor total

del hueso palatino y se mide el espesor de la cortical bucal. **C**, imagen del corte transversal de los puntos CBAD y CBAI. **D**, esquema de la imagen longitudinal para comprobar la posición del punto CBAD. **E**, imagen longitudinal de los puntos CBAD y CBDI.

#### **VI.4. Análisis estadístico**

Las variables categóricas se describieron como proporciones, mientras que las variables cuantitativas, en promedios y desviaciones estándar. La relación entre la categoría grosor de cortical palatina y el tipo facial se estableció mediante el test de ANOVA, previo a la demostración de la distribución normal de los datos con la prueba de Shapiro-Wilk.

En el caso de los resultados significativos del test de ANOVA, se incluyeron las variables edad y sexo como variables de ajuste. Todas estas pruebas se realizaron utilizando el paquete estadístico STATA15®.

El poder estadístico se estimó en base a  $\alpha=0,05$ ,  $\beta=0,8$ , usando los tamaños muestrales, los promedios y la desviación estándar de las medidas con resultados significativos. Esta estimación se hizo aplicando un test Sample Size Calculator disponible en la página <https://homepage.univie.ac.at/robin.ristl/samplesize.php>.

## VII. RESULTADOS

Luego de analizar los datos obtenidos del grosor de la cortical palatina de 36 pacientes de ambos sexos se obtuvo que un 55,6% correspondían a mujeres (N=20) y un 44,4% a hombres (N=16), donde las edades promediaron 23,6 años, siendo el mínimo de edad de 11 años y la máxima de 60. Los pacientes del estudio según su tipo facial se dividieron en 38,89% de ángulo alto (N=14), 52,78% ángulo medio (N=19) y 8,33% ángulo bajo (N=3), (Tabla 2).

**Tabla 2. Resumen de la muestra**

Sexo	N	Edad		Patrón Facial según $\sphericalangle$ FMA		
		Niños	Adultos	Alto	Medio	Bajo
<b>Femenino</b>	20	7 sujetos	13 sujetos	6 sujetos	14 sujetos	0 sujetos
<b>Masculino</b>	16	7 sujetos	9 sujetos	8 sujetos	5 sujetos	3 sujetos
<b>Total</b>	36	14 sujetos	22 sujetos	14 sujetos	19 sujetos	3 sujetos

N=número muestral

Las variables cuantitativas estudiadas fueron: cortical bucal anterior derecha, cortical bucal anterior izquierda, cortical bucal posterior derecha, cortical bucal posterior izquierda. El análisis de los 4 sitios de la cortical palatina en la zona paramediana a la sutura palatina, reveló que el grosor promedio en cada sitio fue 1,55 mm en CBDA, 1,59 mm en CBDI, 0,79 mm en CBPD y 0,67 mm en CBPI. Mediante una prueba de Shapiro-Wilk se determinó que todas las variables tuvieron una distribución normal y se mostraron en base a promedios de desviación estándar (Tabla 3).

**Tabla 3. Valores promedios y desviaciones estándar según las medidas corticales y patrón facial.**

<b>Puntos corticales medidos</b>	<b>Patrón vertical</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>
<b>CBAD</b>	Ángulo alto	1,44 mm	0,65 mm
	Ángulo medio	1,47 mm	0,59 mm
	Ángulo bajo	2,57 mm	0,21 mm
<b>CBAI</b>	Ángulo alto	1,68 mm	0,83 mm
	Ángulo medio	1,47 mm	0,49 mm
	Ángulo bajo	1,97 mm	0,06 mm
<b>CBPD</b>	Ángulo alto	0,70 mm	0,62 mm
	Ángulo medio	0,92 mm	0,69 mm
	Ángulo bajo	0,50 mm	0,87 mm
<b>CBPI</b>	Ángulo alto	0,69 mm	0,40 mm
	Ángulo medio	0,64 mm	0,59 mm
	Ángulo bajo	0,77 mm	0,15 mm

CBAD: Cortical Bucal Anterior Derecha, CBAI: Cortical Bucal Anterior Izquierda, CBPD: Cortical Bucal Posterior Derecha, CBPI: Cortical Bucal Posterior Izquierda.

**Tabla 4. Test ANOVA para variables corticales palatinas en relación al tipo facial.**

<b>Variables</b>	<b>Coefficiente f</b>	<b>P-value</b>
CBAD	4,72 mm	<b>*0,02 mm</b>
CBAI	0,97 mm	0,39 mm
CBPD	0,72 mm	0,49 mm
CBPI	0,10 mm	0,91 mm

CBAD: Cortical Bucal Anterior Derecha, CBAI: Cortical Bucal Anterior Izquierda, CBPD: Cortical Bucal Posterior Derecha, CBPI: Cortical Bucal Posterior Izquierda.

La significancia encontrada en el ANOVA para la medición CBAD se puede explicar por la diferencia en el promedio de esta medición en los grupos de tipo facial de ángulo alto y ángulo medio versus el tipo facial de ángulo bajo ( $p=0,021$ ) de acuerdo al test de Scheffe (datos no mostrados).

El análisis de la relación entre las categorías se analizó mediante un ANOVA. Aquellos resultados significativos se ajustaron por edad y sexo, arrojando que el grosor de la cortical palatina era independiente de ambos parámetros (Tabla 5).

**Tabla 5. Análisis de ANOVA de la relación entre CBAD y tipo facial ajustado por sexo y edad.**

<b>Modelo</b>	<b>P-Value</b>
CBAD sin ajuste	0,02 mm
CBAD ajustado por sexo	0,03 mm
CBAD ajustado por edad	0,02 mm

CBAD: Cortical Bucal Anterior Derecha

Se estimó el poder estadístico de la muestra evidenciando un nivel de confianza de 91% para la medición de CBAD (datos no mostrados).

## VIII. DISCUSIÓN

La morfología craneofacial está determinada principalmente por factores genéticos, aunque las demandas funcionales tienen un efecto significativo en su crecimiento y desarrollo (El-Schallah, 2022).

La hipótesis mecanicista de Frost explicó la adaptabilidad del hueso a la fuerza muscular masticatoria como un tipo de adaptación a las demandas funcionales. Sugirió que hay una variedad de fuerzas que mantienen la forma y la masa del hueso, y explicó que aquellas por debajo o por encima de este rango inducen cambios en las características óseas. Como los músculos ejercen fuerzas que tensan el hueso, las fuerzas más ligeras podrían inducir menos adaptaciones óseas corticales (El-Schallah, 2022).

Se ha concluido que existe una relación entre la divergencia facial y la función de los músculos masticatorios. Estudios recientes utilizando CBCT han mostrado diferencias en el hueso cortical maxilar y mandibular entre pacientes con distintos tipos faciales verticales. Estas discrepancias se clasificaron como un tipo de mecanismo compensatorio. La evidencia indicó que estas diferencias en la calidad y cantidad del proceso dentoalveolar entre los tipos faciales verticales son parámetros relevantes para el éxito de los dispositivos de anclaje temporal esquelético (DAT) para promover el anclaje absoluto (El-Schallah, 2022).

Las mediciones del presente estudio arrojaron que el área cortical de mayor grosor óseo fue la zona paramediana ubicada 4 mm posterior al agujero incisivo y 6 mm a la derecha e izquierda del rafe medio (CBAD Y CBAI). Estas conclusiones concuerdan con las ya reportadas en la literatura y podrían

explicarse en parte por el mayor volumen óseo que ha sido reportado para la zona anterior del paladar duro (Farnsworth, 2011).

Los pacientes de ángulo bajo de nuestra muestra mostraron grosores mayores en la medición de la cortical bucal anterior derecha (CBAD), obteniendo un valor estadísticamente significativo para este parámetro. Esto se condice con lo reportado por Ozdemir (2013), quien encontró que el grosor del hueso cortical de sujetos de ángulo bajo fue significativamente mayor que el de sujetos ángulo alto al realizar mediciones de las corticales palatinas en pacientes entre 20 y 45 años mediante CBCT. Si bien no existen investigaciones publicadas en Chile respecto al estudio de la cortical palatina, trabajos recientes que midieron los espesores óseos en las regiones infracigomáticas y buccal shelf concluyeron que existe diferencia entre los distintos patrones faciales, siendo los pacientes de ángulo bajo los que presentan la mayor disponibilidad ósea, lo que sería congruente con nuestros hallazgos (Zura, 2022a, 2022 b)

En los individuos de tipo facial bajo de nuestro estudio no se encontraron valores de CBAD inferiores a 2,4 mm mientras que, en el tipo facial alto el menor valor registrado fue 0,7 mm (Anexo 1). El grosor de la cortical tiene implicancias clínicas importantes, ya que se ha demostrado que las probabilidades de fracaso de los microtornillos eran de 6,9 veces mayor cuando el hueso cortical tenía menos de 1 mm de espesor que cuando tenía más de 1 mm de grosor (Motoyoshi, 2009 a). Estos hallazgos podrían guiar el uso clínico de los DAT en las regiones maxilares según los diferentes tipos faciales, teniendo que considerar la incorporación de algunas estrategias adicionales para aumentar la estabilidad primaria en los tipos faciales hiperdivergentes, como lo es la angulación del microtornillo para aumentar el espesor del hueso cortical en contacto (Kim, 2006) o utilizar mini-implantes con diámetros mayores a 2,3 mm (Miyawaki, 2003; Ozdemir, 2013).

En nuestra investigación observamos que el grosor de la cortical palatina no se vio influenciada por la edad de los individuos, lo que está de acuerdo con lo reportado por Deguchi y colaboradores (2006). Si bien el rango etario de los sujetos incluidos en este estudio fue amplio (11-60 años), se obtuvieron resultados comparables a los obtenidos por Graco y colaboradores, quienes realizaron un trabajo en pacientes entre 10 y 44 años, determinando que no había diferencias en el espesor del hueso palatino entre adultos y adolescentes (Gracco y cols, 2008). Kim y colaboradores (2006) encontraron que un grupo de dentición mixta temprana mostró significativamente un hueso cortical palatino más delgado en comparación con los grupos con dentición mixta tardía y grupos de dentición permanente, que no fueron significativamente diferentes entre ellos. Estos resultados tal vez podrían ser más atribuibles al tipo de dentición que a la edad de los individuos, ya que se han encontrado fuerzas masticatorias significativamente mayores en los dientes molares y premolares, con una distribución simétrica entre el lado izquierdo y derecho del arco (Ferrario, 2004).

Farnsworth (2011) reportó una gran variabilidad interindividual identificada entre y dentro de las regiones del maxilar. Este hecho podría explicar la ausencia de significancia para las 3 medidas restantes (CBAI, CBPD, CBPI). Según algunos estudios sobre asimetrías en la morfología palatina, se ha determinado que existen diferencias morfológicas inter-individuales durante el crecimiento palatino, concluyendo que se debe a una cadena de respuestas funcionales, tales como hábitos de succión no nutritiva, desarrollo del lenguaje, consistencia de los alimentos, entre otros (Oxilia, 2021). De acuerdo con Moreira y colaboradores (2008), todos los cráneos de su estudio presentaron algún grado de asimetría entre lado derecho e izquierdo en el paladar duro, indicando que el mecanismo de desarrollo entre lado derecho e izquierdo está modulado por proteínas que presentan expresiones diferenciales entre lado derecho e izquierdo, además de

la expresión del fenotipo representada en la asimetría que puede ocurrir en una estructura ósea o en órganos internos. La evidencia antes expuesta podría ser la respuesta a la diferencia encontrada en nuestro estudio al comparar las mediciones de ambos lados del paladar.

En nuestros resultados no se observó efecto alguno del sexo de los participantes en el grosor de la cortical palatina. Estudios previos concuerdan con estos resultados (Deguchi, 2006; Farnsworth, 2011). Dado que la fuerza de mordida máxima no es una función regular o habitual, como la masticación, no se puede esperar que produzca diferencias por dimorfismo sexual en el grosor cortical. Si bien las mujeres tienden a comer alimentos ricos en fibra como frutas y verduras, y los hombres comen más carnes y alimentos con mayor contenido de grasa, estas variaciones en la dieta no reflejan necesariamente diferencias en la capacidad funcional (Farnsworth, 2011).

Dentro de las limitaciones del estudio se encuentra un tamaño muestral modesto. Esto se debió principalmente a la selección de individuos de Clase II esquelética de un gran universo de Cone Beam, a fin de disminuir las variables confundentes y homogeneizar la muestra. Por otra parte, tuvimos una distribución poco equitativa de los tipos faciales ángulo alto, medio y bajo, representando éstos últimos sólo un 1% del N total. Según un trabajo realizado para estudiar las características de la población de 414 jóvenes con oclusión normal y perfil armónico se determinó que, al compararse con normas caucásicas internacionales, los sujetos chilenos tienen una tendencia a la Clase II esquelética, por una mandíbula retrognática, y un crecimiento más vertical, lo cual se condice con la distribución de la muestra obtenida para nuestra investigación, por lo cual tendría una adecuada representatividad en nuestra población (Montt, 2015).

Se debe tener precaución al interpretar estos resultados debido al número relativamente pequeño de la muestra. Sin embargo, el poder obtenido representa un gran nivel de confianza, con resultados significativos para nuestros objetivos.

## **IX.CONCLUSIONES**

Nuestra hipótesis se valida parcialmente, al encontrarse valores estadísticamente significativos sólo para uno de los puntos de medición estudiados.

Los tipos faciales están relacionados con el grosor de la cortical ósea palatina. Los sujetos hipodivergentes presentaron un hueso cortical más grueso en comparación con sujetos de tipo normodivergente e hiperdivergente.

El grosor cortical palatino no difiere entre pacientes femeninos y masculinos en el mismo grupo de tipo facial vertical, tampoco se encontraron diferencias de acuerdo a la edad. El tipo facial debe tenerse en cuenta a la hora de planificar tratamientos de ortodoncia que incluyan dispositivos temporales de anclaje esquelético a fin de asegurar su estabilidad.

En futuras investigaciones sería interesante evaluar las medidas estudiadas que no tuvieron significancia en un tamaño muestral mayor, a fin de complementar nuestros resultados.

## X. BIBLIOGRAFÍA

Actis, A. (2014). Sistema estomatognático. Bases Morfofuncionales aplicadas a la clínica. Editorial Panamericana. Buenos Aires. P.175.

Ahmed, M., Shaikh, A., & Fida, M. (2016). Diagnostic performance of various cephalometric parameters for the assessment of vertical growth pattern. *Dental press journal of orthodontics*, 21(4), 41–49.

Almeida M. R. (2019). Biomechanics of extra-alveolar mini-implants. *Dental press journal of orthodontics*, 24(4), 93–109.

Angelieri, F., Cevitanes, L. H., Franchi, L., Gonçalves, J. R., Benavides, E., & McNamara, J. A., Jr (2013). Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 144(5), 759–769.

Arango E. Anatomía y biomecánica aplicada a anclajes esqueléticos en ortodoncia. (2022). Editorial Amolca. Colombia.

Baumgaertel S. (2009). Quantitative investigation of palatal bone depth and cortical bone thickness for mini-implant placement in adults. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 136(1), 104–108.

Baumgaertel S. (2014). Hard and soft tissue considerations at mini-implant insertion sites. *Journal of orthodontics*, 41 Suppl 1, S3–S7.

Bernhart, T., Vollgruber, A., Gahleitner, A., Dörtbudak, O., & Haas, R. (2000). Alternative to the median region of the palate for placement of an orthodontic implant. *Clinical oral implants research*, 11(6), 595–601.

Bobadilla Ponce, C. (2022). Concordancia taxonómica y diagnóstica de la clasificación de morfometría geométrica con clasificaciones cefalométricas utilizadas para identificar el biotipo facial. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/191777>

Brown, R. N., Sexton, B. E., Gabriel Chu, T. M., Katona, T. R., Stewart, K. T., Kyung, H. M., & Liu, S. S. (2014). Comparison of stainless steel and titanium alloy orthodontic miniscrew implants: a mechanical and histologic analysis. *American*

*journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 145(4), 496–504.

Cadavid, D., Duque, L., Correa, S., Buschang, P., Roldan, S. (2014). Estabilidad de los miniimplantes en Ortodoncia. "Biología ósea y Biomecánica". *CES Odontología*, 27(2), 93-103. Retrieved April 07, 2023, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120971X2014000200009&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120971X2014000200009&lng=en&tlng=es).

Caeiro, J., Robleda, S., Vaquero-Cervino E., Ruiz L., Ramos M. (2005). Factores determinantes de la resistencia ósea. *Revista Española de Enfermedades Metabólicas Óseas*. 14(4): 67-74.

Caorsi, P., Toro-Ibacache M. (2018). Diferencias en la respuesta mecánica mandibular de individuos que ejercen cargas masticatorias de distinto tipo e intensidad: Estudio mediante análisis de elementos finitos. Tesis (cirujano dentista)-Universidad de Chile.

Chang, H. P., & Tseng, Y. C. (2014). Miniscrew implant applications in contemporary orthodontics. *The Kaohsiung journal of medical sciences*, 30(3), 111–115.

Chugh, T., Jain, A. K., Jaiswal, R. K., Mehrotra, P., & Mehrotra, R. (2013). Bone density and its importance in orthodontics. *Journal of oral biology and craniofacial research*, 3(2), 92–97.

Collett, A. R., & West, V. C. (1993). Terminology of facial morphology in the vertical dimension. *Australian dental journal*, 38(3), 204–209.

Costa, J., Ramos, A. L., & Iwaki Filho, L. (2021). Zygomatic-maxillary cortical bone thickness in hyper, normo and hypodivergent patients. *Dental press journal of orthodontics*, 26(1), e211965.

Cousley R. (2013) *The orthodontic mini-implant clinical book*. Editorial Wiley Blackwell.

Deguchi, T., Nasu, M., Murakami, K., Yabuuchi, T., Kamioka, H., & Takano-Yamamoto, T. (2006). Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 129(6).

El-Schallah, A. A., Ajaj, M. A., & Hajeer, M. Y. (2022). The Relationship Between Vertical Facial Type and Maxillary Anterior Alveolar Angle in Adults Using Cone-Beam Computed Tomography. *Cureus*, 14(10), e30356.

Enlow R. (1992). *Crecimiento Maxilofacial*. Tercera edición Interamericana McGraw Hill, México.

Farnsworth, D., Rossouw, P. E., Ceen, R. F., & Buschang, P. H. (2011). Cortical bone thickness at common miniscrew implant placement sites. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 139(4), 495–503.

Ferrario, V. F., Sforza, C., Serrao, G., Dellavia, C., & Tartaglia, G. M. (2004). Single tooth bite forces in healthy young adults. *Journal of oral rehabilitation*, 31(1), 18–22.

Frost, H. M. (1987). Bone “mass” and the “mechanostat”: a proposal. *The Anatomical Record*, 219(1), 1-9.

Gaffuri, F., Cossellu, G., Maspero, C., Lanteri, V., Ugolini, A., Rasperini, G., Castro, I. O., & Farronato, M. (2021). Correlation between facial growth patterns and cortical bone thickness assessed with cone-beam computed tomography in young adult untreated patients. *The Saudi dental journal*, 33(3), 161–167.

Gracco, A., Lombardo, L., Cozzani, M., & Siciliani, G. (2008). Quantitative cone-beam computed tomography evaluation of palatal bone thickness for orthodontic miniscrew placement. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 134(3), 361–369.

Horner, K. A., Behrents, R. G., Kim, K. B., & Buschang, P. H. (2012). Cortical bone and ridge thickness of hyperdivergent and hypodivergent adults. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 142(2), 170–178.

Hwang, S., Jeong, S., Choi, Y. J., Chung, C. J., Lee, H. S., & Kim, K. H. (2018). Three-dimensional evaluation of dentofacial transverse widths of adults with various vertical facial patterns. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 153(5), 692–700.

Jung, B. A., Wehrbein, H., Heuser, L., & Kunkel, M. (2011). Vertical palatal bone dimensions on lateral cephalometry and cone-beam computed tomography: implications for palatal implant placement. *Clinical oral implants research*, 22(6), 664–668.

Jung, P. K., Lee, G. C., & Moon, C. H. (2015). Comparison of cone-beam computed tomography cephalometric measurements using a midsagittal projection and conventional two-dimensional cephalometric measurements. *Korean journal of orthodontics*, 45(6), 282–288.

Kapetanović, A., Theodorou, C. I., Bergé, S. J., Schols, J. G. J. H., & Xi, T. (2021). Efficacy of Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE) in late adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis. *European journal of orthodontics*, 43(3), 313–323.

Kim, H. J., Yun, H. S., Park, H. D., Kim, D. H., & Park, Y. C. (2006). Soft-tissue and cortical-bone thickness at orthodontic implant sites. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 130(2), 177–182.

Kim KB. (2014). Bone-anchored rapid palatal expansion. In: Kim KB, ed. *Temporary Skeletal Anchorage Devices: A Guide to Design and Evidence-Based Solution*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2014, pp. 99–117.

Knaup, B., Yildizhan, F., & Wehrbein, H. (2004). Age-related changes in the midpalatal suture. A histomorphometric study. *Journal of orofacial orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopädie : Organ/official journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie*, 65(6), 467–474.

Knigge, R. P., McNulty, K. P., Oh, H., Hardin, A. M., Leary, E. V., Duren, D. L., Valiathan, M., & Sherwood, R. J. (2021). Geometric morphometric analysis of growth patterns among facial types. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 160(3), 430–441.

Kyung, S. H., Hong, S. G., & Park, Y. C. (2003). Distalization of maxillary molars with a midpalatal miniscrew. *Journal of clinical orthodontics : JCO*, 37(1), 22–26.

Lee JS. (2007). Applications of orthodontic mini-implants. Editorial Quintessence books.

Lee, K. J., Park, Y. C., Park, J. Y., & Hwang, W. S. (2010). Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 137(6), 830–839.

Lekholm, U., Zarb, GA., Albrektsson, T. (1985): "Patient selection and preparation. Tissue integrated prostheses." Chicago: Quintessence Publishing Co. Inc. 199-209

Ludwig, B., Glasl, B., Bowman, S. J., Wilmes, B., Kinzinger, G. S., & Lisson, J. A. (2011). Anatomical guidelines for miniscrew insertion: palatal sites. *Journal of clinical orthodontics : JCO*, 45(8), 433–467.

Lyu, X., Guo, J., Chen, L., Gao, Y., Liu, L., Pu, L., Lai, W., & Long, H. (2020). Assessment of available sites for palatal orthodontic mini-implants through cone-beam computed tomography. *The Angle orthodontist*, 90(4), 516–523.

MacGinnis, M., Chu, H., Youssef, G., Wu, K. W., Machado, A. W., & Moon, W. (2014). The effects of micro-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE) on the nasomaxillary complex--a finite element method (FEM) analysis. *Progress in orthodontics*, 15(1), 52.

Mallya S. (2019). White and Pharoah's Oral Radiology: Principles and Interpretation, 8 th Edition.13:533.

Masumoto, T., Hayashi, I., Kawamura, A., Tanaka, K., & Kasai, K. (2001). Relationships among facial type, buccolingual molar inclination, and cortical bone thickness of the mandible. *European journal of orthodontics*, 23(1), 15–23.

Melsen, B., & Costa, A. (2000). Immediate loading of implants used for orthodontic anchorage. *Clinical orthodontics and research*, 3(1), 23–28.

Misch C.E., Kircos L.T. Diagnostic imaging and techniques. (1999). In: Misch C.E., editor. *Contemporary Implant Dentistry*. 2nd ed. Mosby; St. Louis:pp. 73–87

Misch, C.E. (2020). *Implantología Contemporánea*. 4° Edition. Editorial Elsevier.

Miyawaki, S., Koyama, I., Inoue, M., Mishima, K., Sugahara, T., & Takano-Yamamoto, T. (2003). Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 124(4), 373–378.

- Mizrahi E. (2016). The Use of Miniscrews in Orthodontics: a Review of Selected Clinical Applications. *Primary dental journal*, 5(4), 20–27.
- Molina-Solana, R. , Yáñez-Vico, R. , Iglesias-Linares, A. , Torres-Lagares, D. and Solano-Reina, E. (2013) Miniscrew appliances and their use in orthodontics. *Open Journal of Stomatology*, 3, 103-108.
- Mondragón T., García D., Quintanilla A., Venegas R. (2021). Valoración de las dimensiones del paladar y su relación con alteraciones verticales. *Revista De Odontopediatría Latinoamericana*, 11(1).
- Montt R., Joaquín, Miquel M., Oyonarte R. (2015). Características Cefalométricas en Jóvenes con Oclusión Normal y Perfil Armónico en Población Chilena. *International Journal of Morphology*, 33(1), 237-244.
- Moreira, R. S., Sgrott, E. A., Stuker, H., Alonso, L. G., & Smith, R. L. (2008). Palatal asymmetry during development: an anatomical study. *Clinical anatomy (New York, N.Y.)*, 21(5), 398–404.
- Motoyoshi, M., Inaba, M., Ono, A., Ueno, S., & Shimizu, N. (2009). The effect of cortical bone thickness on the stability of orthodontic mini-implants and on the stress distribution in surrounding bone. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 38(1), 13–18.
- Motoyoshi, M., Ueno, S., Okazaki, K., & Shimizu, N. (2009). Bone stress for a mini-implant close to the roots of adjacent teeth--3D finite element analysis. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 38(4), 363–368.
- Murilo M., Flores-Mir, C., Almeida, M. R., Vieira, B. D. S., Freitas, K. M. S., Nunes, D. C., Ferreira, M. C., & Ursi, W. (2021). Miniscrew insertion sites of infrazygomatic crest and mandibular buccal shelf in different vertical craniofacial patterns: A cone-beam computed tomography study. *Korean journal of orthodontics*, 51(6), 387–396.
- Navarrete C., Couve F., Torres J. (2009). Validación del Indicador de Displasia Anteroposterior (APDI) para el diagnóstico cefalométrico de la clase esquelética y su relación con el ángulo plano palatino. *AB.Rev Chil Ortodon*;26(2):63-69.
- Nienkemper, M., Santel, N., Hönscheid, R., & Drescher, D. (2016). Orthodontic mini-implant stability at different insertion depths : Sensitivity of three stability measurement methods. *Journal of orofacial orthopedics*, 77(4), 296–303.
- Oh, S. H., Lee, S. R., Choi, J. Y., Kim, S. H., Hwang, E. H., & Nelson, G. (2021). Quantitative cone-beam computed tomography evaluation of hard and soft tissue thicknesses in the midpalatal suture region to facilitate orthodontic mini-implant placement. *Korean journal of orthodontics*, 51(4), 260–269.

Oxilia G, Menghi Sartorio JC, Bortolini E, et al. Exploring directional and fluctuating asymmetry in the human palate during growth.(2021). *Am J Phys Anthropol*;175:847–864.

Ozdemir, F., Tozlu, M., & Germec-Cakan, D. (2013). Cortical bone thickness of the alveolar process measured with cone-beam computed tomography in patients with different facial types. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 143(2), 190–196.

Pepicelli, A., Woods, M., & Briggs, C. (2005). The mandibular muscles and their importance in orthodontics: a contemporary review. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 128(6), 774–780.

Rodríguez Basulto, E. (2014). Unidades Hounsfield en tomografía computarizada, torque quirúrgico de inserción y frecuencia de resonancia como predictores de indicación de carga protésica inmediata en implantes unitarios. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/130716>

Ryu, J. H., Park, J. H., Vu Thi Thu, T., Bayome, M., Kim, Y., & Kook, Y. A. (2012). Palatal bone thickness compared with cone-beam computed tomography in adolescents and adults for mini-implant placement. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 142(2), 207–212.

Schulz R., Núñez M., Cerda B., Rivera M., Ponce de León E. (2018). Características esqueléticas para determinación cualitativa del biotipo facial en la telerradiografía lateral: Estudio piloto. *Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral*. Vol11(3); 164-166.

Song, J. E., Um, Y. J., Kim, C. S., Choi, S. H., Cho, K. S., Kim, C. K., Chai, J. K., & Jung, U. W. (2008). Thickness of posterior palatal masticatory mucosa: the use of computerized tomography. *Journal of periodontology*, 79(3), 406–412.

Stahl, E., Keilig, L., Abdelgader, I., Jäger, A., & Bourauel, C. (2009). Numerical analyses of biomechanical behavior of various orthodontic anchorage implants. *Journal of orofacial orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopadie : Organ/official journal Deutsche Gesellschaft fur Kieferorthopadie*, 70(2), 115–127.

Steiner, C.C. (1953) Cephalometrics for You and Me. *American Journal of Orthodontics*, 39, 729-755.

- Tsai, C. C., Chang, H. P., Pan, C. Y., Chou, S. T., & Tseng, Y. C. (2016). A prospective study of factors associated with orthodontic mini-implant survival. *Journal of oral science*, 58(4), 515–521.
- Tsunori, M., Mashita, M., & Kasai, K. (1998). Relationship between facial types and tooth and bone characteristics of the mandible obtained by CT scanning. *The Angle orthodontist*, 68(6), 557–562.
- Tweed C.H. (1946). The Frankfort-mandibular plane angle in orthodontic diagnosis, classification, treatment planning, and prognosis. *American journal of orthodontics and oral surgery*, 32, 175–230.
- Venkatesh, E., & Elluru, S. V. (2017). Cone beam computed tomography: basics and applications in dentistry. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 51(3 Suppl 1), S102–S121.
- Viana, Murilo & Freitas, Deborah & Gomes, Amanda & Prado, Felipe & Nejaim, Yuri. (2020). Classification and morphological analysis of the hard palate in CBCT scans: a retrospective study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 79.
- Vidaurre F, Toro Ibacache M. (2018). Estudio mediante análisis de elementos finitos de la diferencia en la respuesta mecánica craneofacial de individuos que difieren en la intensidad y en el tipo de carga masticatoria. Tesis (cirujano dentista)-Universidad de Chile.
- Yi-Jyun Chen, Chia-Tze Kao, Tsui-Hsien Huang. (2010). Evaluation of ten extra-alveolar temporary anchorage device insertion sites by Cone Beam volumetric computer tomography: a pilot study, *Journal of Dental Sciences*. (5)1: 21-29.
- Zura M., Carrasco D. (16-18 de noviembre de 2022). Viabilidad clínica de inserción de microtornillos en el buccal shelf mandibular en los 3 patrones faciales: Estudio Tomográfico Computarizado [Trabajo de investigación]. XVIII Congreso Internacional de Ortodoncia, Santiago, Chile.
- Zura M., Carrasco D. (16-18 de noviembre de 2022). Disponibilidad ósea en la cresta infracigomática en los 3 patrones faciales y las implicancias clínicas: Estudio Tomográfico Computarizado [Trabajo de investigación]. XVIII Congreso Internacional de Ortodoncia, Santiago, Chile.

## ANEXO 1

Paciente	Sexo	Edad	Tipo facial	CBAD	CBAI	CBPD	CBPI
VCF01	F	22	Medio	2,1	1,8	2	1,8
BBA02	F	30	Medio	2,8	2,4	0,5	0
MGV03	F	12	Medio	1,7	1,4	0,8	0,7
AZS04	F	17	Medio	1,5	0,7	1,9	1,2
GRR05	F	28	Medio	0	1,8	2,3	1,9
AVF06	F	32	Medio	1	1,1	1,3	0,5
NHC07	F	14	Medio	1,9	1,4	1,2	0,6
SMR08	F	11	Medio	1,5	1,9	0,6	0,4
MGL09	F	14	Alto	1,4	1,5	0,8	1,1
CDC10	F	20	Medio	1,8	2	1,7	0,9
FAC11	F	14	Medio	1,7	1,6	0	0
PMA12	F	60	Medio	1,1	1,2	0,8	0
BNL13	F	13	Alto	1	0,8	1,5	0,7
KMG14	F	37	Alto	1	1,7	0	0,4
NFR15	F	26	Medio	1,4	1,2	0	0
RDB16	F	16	Alto	0,7	1	0	0
NSA17	F	29	Medio	1,5	1,7	0,6	0
CSS18	F	48	Medio	1,6	2,3	0	0
MVV19	F	12	Alto	0,8	0,9	0	0
NRO20	F	41	Alto	1,6	1,2	0,8	0,9
CTF21	M	35	Bajo	2,5	1,9	0	0,9
TDH22	M	12	Medio	1	1,3	0,9	1
MVV23	M	19	Alto	1,3	1,2	0,8	0,7
DCP24	M	29	Alto	1,1	2,8	0	1,1
AVU25	M	11	Alto	1,7	1,1	0,6	0,7
ITN26	M	29	Alto	2,8	2,6	0,5	0,5
RHG27	M	31	Medio	0,8	0,7	0	0,7
VCA28	M	23	Alto	1,6	2,3	2	1,2
MBV29	M	10	Medio	1,1	1,1	0,8	0,6
GPG30	M	17	Medio	2	1,6	1	0,8
AHM31	M	30	Medio	1,5	0,8	1	1,1
IBR32	M	16	Alto	0,8	0,7	0,5	0,5
PSB33	M	17	Bajo	2,8	2	1,5	0,8
OMP34	M	21	Alto	1,7	2,6	0,8	1,3
JZI35	M	26	Alto	2,7	3,1	1,5	0,6
CMB36	M	17	Bajo	2,4	2	0	0,6
$\bar{X}$				1,55	1,59	0,79	0,67