



Facultad de Ciencias de la Salud

Especialidad de Ortodoncia

Tema:

Valoración tomográfica de la altura y grosor de la zona supra-alveolar del paladar para la colocación tricortical de mini-implantes en pacientes con diferentes biotipos faciales.

Tesis para la obtención del título de “Especialista en ortodoncia”

Presentado por:

Samanta Estefania Flores Vargas

Tutor:

Dr. Eduardo Miranda

Quito, febrero de 2026

Resumen

El paladar se reconoce como uno de los sitios anatómicos más seguros y predecibles para la colocación de dispositivos de anclaje temporal, debido a su favorable configuración ósea y a la estabilidad que proporciona para su inserción. En particular, la zona supra-alveolar del paladar permite alcanzar una inserción tricortical, lo que incrementa la estabilidad primaria del mini-implante y mejora el pronóstico clínico. No obstante, la morfología ósea palatina puede variar entre los pacientes, lo que hace necesaria una evaluación tomográfica individualizada previa a la inserción de mini-implantes para expansión rápida del maxilar asistida por mini-implantes (MARPE).

El objetivo del presente estudio fue valorar tomográficamente la altura y el grosor de la zona supra-alveolar del paladar para la colocación tricortical de mini-implantes en pacientes con diferentes biotipos faciales. Se realizó un estudio observacional, transversal, descriptivo y comparativo en 60 tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT), distribuidas equitativamente en biotipos mesofacial, braquifacial y dolicofacial. El análisis estadístico se efectuó mediante SPSS versión 26, considerando un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Los resultados mostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los biotipos faciales en cuanto a altura y grosor óseo ($p > 0,05$). El análisis mediante ANOVA evidenció diferencias estadísticamente significativas entre piezas dentales ($p = 0,001$), observándose mayores valores en las piezas 14 y 24 y menores en las piezas 16 y 26. En conclusión, el biotipo facial no constituye un factor determinante en la variación de la altura ni del grosor óseo de la zona supra-alveolar del paladar; sin embargo, la localización del sitio de inserción influye en la estabilidad primaria y la seguridad del procedimiento.

Palabras clave: Mini-implantes ortodóncicos; paladar; zona supra-alveolar; inserción tricortical; biotipo facial; tomografía computarizada de haz cónico.

DECLARACIÓN DE ACEPTACIÓN DE NORMA ÉTICA Y DERECHOS

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.



Firmado electrónicamente por:

SAMANTA
ESTEFANIA FLORES
VARGAS

Samanta Estefanía Flores Vargas

C. I: 1724394737

Dedicatoria

Dedicado a mis padres, Patricio Flores y Susana Vargas, quienes han sido el motor fundamental en cada etapa de mi vida, brindándome su amor incondicional, apoyo moral constante y respaldo económico, permitiéndome culminar este importante proceso de formación profesional. Su paciencia, confianza y sacrificio han sido pilares esenciales para alcanzar este objetivo académico, y los valores que me han inculcado han guiado de manera firme mi crecimiento personal y profesional.

A mis hermanas, Andrea y Kelly, y a mi sobrino Sebastián, por ser parte importante de este proceso, por su cariño, confianza y motivación permanente, acompañándome en cada desafío a lo largo de este camino académico y personal.

A mi grupo de amigas, por su apoyo incondicional, comprensión y compañía durante esta etapa, por las palabras de aliento y la energía positiva que hicieron más llevadero este proceso de formación profesional.

Finalmente, a mis profesores, quienes con su conocimiento, dedicación y vocación docente contribuyeron de manera significativa a mi formación académica; y de manera especial a mi tutor, Dr. Eduardo Miranda, por su guía, acompañamiento y valiosos aportes durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

Tabla de contenido

Resumen	2
Introducción	12
Marco Referencial	14
Investigación	19
Resultados	24
Discusión	36
Conclusiones	39
Referencias	41

Índice de tablas

Tabla 1. Caracterización de la muestra, f (%).....	24
Tabla 2. Relación del género y biotipo facial, f (%).....	25
Tabla 3. Mediciones en hemiarcada superior derecha en relación al biotipo, media (DS)	26
Tabla 4. Mediciones en hemiarcada superior izquierda en relación al biotipo, media (DS)	27
Tabla 5. Mediciones por pieza en relación al biotipo dolicofacial, media (DS)....	30
Tabla 6. Mediciones por pieza en relación al biotipo mesofacial, media (DS).....	32
Tabla 7. Mediciones por pieza en relación al biotipo braquifacial, media (DS)...	34

Índice De Gráficos

Figura 1. Medición de la altura	21
Figura 2. Medición grosor	22

Valoración tomográfica de la altura y grosor de la zona supra-alveolar del paladar para la colocación tricortical de mini-implantes en pacientes con diferentes biotipos faciales

Samanta Estefania Flores Vargas

Universidad Hemisferios

sefloresv@estudiantes.uhemisferios.edu.ec

Resumen

El paladar se reconoce como uno de los sitios anatómicos más seguros y predecibles para la colocación de dispositivos de anclaje temporal, debido a su favorable configuración ósea y a la estabilidad que proporciona para su inserción. En particular, la zona supra-alveolar del paladar permite alcanzar una inserción tricortical, lo que incrementa la estabilidad primaria del mini-implante y mejora el pronóstico clínico. No obstante, la morfología ósea palatina puede variar entre los pacientes, lo que hace necesaria una evaluación tomográfica individualizada previa a la inserción de mini-implantes para expansión rápida del maxilar asistida por mini-implantes (MARPE).

El objetivo del presente estudio fue valorar tomográficamente la altura y el grosor de la zona supra-alveolar del paladar para la colocación tricortical de mini-implantes en pacientes con diferentes biotipos faciales. Se realizó un estudio observacional, transversal, descriptivo y comparativo en 60 tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT), distribuidas equitativamente en biotipos mesofacial, braquifacial y dolicofacial. El análisis estadístico se efectuó mediante SPSS versión 26, considerando un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Los resultados mostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los biotipos faciales en cuanto a altura y grosor óseo ($p > 0,05$). El análisis mediante ANOVA evidenció diferencias estadísticamente significativas entre piezas dentales ($p = 0,001$), observándose mayores valores en las piezas 14 y 24 y menores en las piezas 16 y 26. En conclusión, el biotipo facial no constituye un factor determinante en la variación de la altura ni del grosor óseo de la zona supra-alveolar del paladar; sin embargo, la localización del sitio de inserción influye en la estabilidad primaria y la seguridad del procedimiento.

Palabras clave: Mini-implantes ortodóncicos; paladar; zona supra-alveolar; inserción tricortical; biotipo facial; tomografía computarizada de haz cónico.

Abstract

The palate is recognized as one of the safest and most predictable anatomical sites for the placement of temporary anchorage devices due to its favorable bone configuration and the stability it provides for insertion. In particular, the supra-alveolar region of the palate allows tricortical insertion, which increases primary stability of the mini-implant and improves clinical prognosis. However, palatal bone morphology may vary among patients, making individualized tomographic evaluation necessary prior to the insertion of microimplants for miniscrew-assisted rapid palatal expansion (MARPE).

The aim of this study was to tomographically assess the height and thickness of the supra-alveolar region of the palate for tricortical placement of mini-implants in patients with different facial biotypes. An observational, cross-sectional, descriptive, and comparative study was conducted on 60 cone-beam computed tomography (CBCT) scans, equally distributed among mesofacial, brachyfacial, and dolichofacial biotypes. Statistical analysis was performed using SPSS version 26, considering a significance level of $p < 0.05$.

Results showed no statistically significant differences among facial biotypes regarding bone height and thickness ($p > 0.05$). ANOVA analysis revealed statistically significant differences among dental sites ($p = 0.001$), with higher values observed in teeth 14 and 24 and lower values in teeth 16 and 26. In conclusion, facial biotype is not a determining factor in the variation of height and thickness of the supra-alveolar palatal region; however, the specific insertion site influences primary stability and procedural safety.

Keywords: Orthodontic mini-implants; Palate; Supra-alveolar zone; Tricortical insertion; Facial biotype; Cone beam computed tomography.

Introducción

En la ortodoncia contemporánea, los dispositivos de anclaje temporal (DAT), en particular los mini-implantes, han transformado la biomecánica del tratamiento al permitir movimientos dentales complejos sin depender exclusivamente del anclaje dentario tradicional ni de la colaboración del paciente (Papadopoulos et al., 2022). Entre las distintas zonas anatómicas propuestas para su colocación, el paladar se ha consolidado como una de las más seguras y estables, debido a la ausencia de raíces dentarias, su baja movilidad y la adecuada disponibilidad ósea (Miyawaki et al., 2021). En particular, la región supra-alveolar del paladar medio ofrece la posibilidad de alcanzar una inserción tricortical, atravesando la cortical palatina, el hueso esponjoso y la cortical del piso nasal, lo que incrementa la estabilidad primaria del implante y optimiza su pronóstico clínico (Choi et al., 2019).

No obstante, la viabilidad de esta técnica depende de factores anatómicos que no son homogéneos entre los pacientes. Estudios han demostrado que la altura y el grosor del paladar varían en función del biotipo facial, siendo los pacientes dolicofaciales quienes presentan menor espesor y densidad ósea en comparación con los braquifaciales, lo que podría comprometer la estabilidad de los mini-implantes (Gracco et al., 2010; Mummolo et al., 2021). A pesar de esta evidencia, en la práctica clínica aún se seleccionan sitios de inserción de manera empírica, lo que aumenta el riesgo de movilidad temprana, fracaso del implante o incluso daño a estructuras adyacentes (Hassan et al., 2019).

La incorporación de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) ha permitido valorar de forma tridimensional la morfología palatina, proporcionando datos precisos sobre la altura, grosor y densidad ósea que facilitan la planificación individualizada de los tratamientos (Lione et al., 2020). Sin embargo, persiste controversia respecto al sitio ideal de inserción de mini-implantes en el paladar, especialmente al considerar las diferencias

morfológicas derivadas de los biotipos faciales (Schneider et al., 2018; Reyes et al., 2021; Ryu et al., 2022). Estas limitaciones ponen en evidencia la necesidad de generar evidencia científica que permita establecer protocolos claros y seguros para la colocación tricortical. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo valorar tomográficamente la altura y el grosor de la zona supra-alveolar del paladar en pacientes con diferentes biotipos faciales, con el fin de determinar su viabilidad para la colocación tricortical de mini-implantes ortodóncicos.

Marco Referencial

El paladar se ha consolidado como un sitio anatómicamente favorable para la colocación de mini-implantes ortodóncicos debido a sus características morfológicas particulares. La ausencia de raíces dentarias en la línea media palatina disminuye el riesgo de daño radicular, mientras que la baja movilidad de la mucosa y la adecuada cantidad de hueso cortical favorecen la estabilidad primaria del implante, factores que lo convierten en una de las zonas más seguras para el anclaje esquelético (Miyawaki et al., 2003; Gracco et al., 2010).

Además de estas ventajas, la región palatina presenta una vascularización reducida y escasa cantidad de tejido blando móvil, lo cual reduce las complicaciones postoperatorias como inflamación o sangrado, y mejora la higiene del sitio de inserción. Estas condiciones contribuyen a una mayor supervivencia del mini-implante en comparación con otros sitios de colocación, como las zonas interradiculares donde la proximidad a las raíces dentarias representa un riesgo significativo (Schneider et al., 2018; Hassan et al., 2019).

En particular, la zona supra-alveolar del paladar es considerada de gran relevancia clínica porque permite lograr una inserción tricortical. Este tipo de inserción atraviesa la cortical palatina, el hueso esponjoso y finalmente la cortical del piso nasal, aumentando la estabilidad primaria y reduciendo la probabilidad de micromovimientos que podrían comprometer el éxito del tratamiento ortodóncico (Choi et al., 2019; Lione et al., 2020).

La colocación tricortical en el paladar ha demostrado proporcionar mayor resistencia mecánica en comparación con la monocortical, lo que resulta fundamental en casos que requieren fuerzas ortodóncicas elevadas. No obstante, la viabilidad de este tipo de inserción depende de la disponibilidad de altura y grosor óseo suficientes, parámetros que pueden

variar según el biotipo facial y otras características individuales del paciente (Mummolo et al., 2021; Ryu et al., 2022).

Por lo tanto, el paladar representa una región anatómicamente privilegiada para el anclaje de dispositivos temporales en ortodoncia, siempre que se realice una evaluación detallada de las condiciones óseas y se planifique cuidadosamente el sitio de inserción. Este análisis clínico debe sustentarse en estudios de imagen tridimensional como la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), que permite identificar la disponibilidad de hueso y prevenir riesgos asociados (Papadopoulos et al., 2022; Reyes et al., 2021).

El biotipo facial constituye un elemento esencial en la planificación ortodóncica pues determina en gran medida la disponibilidad y calidad del hueso palatino. Los pacientes braquifaciales, caracterizados por un patrón de crecimiento horizontal, suelen presentar un mayor grosor cortical y una estructura ósea más compacta, lo que favorece la retención y estabilidad de los mini-implantes en el paladar. Estas características proporcionan un entorno más seguro y predecible para el éxito clínico de los dispositivos de anclaje temporal, ya que la cortical más gruesa y densa de los pacientes braquifaciales favorece la estabilidad primaria y reduce la posibilidad de fracaso temprano (Lione et al., 2020).

En contraste, los sujetos dolicofaciales, que exhiben un patrón de crecimiento vertical y paladares más estrechos y profundos, presentan un hueso cortical más delgado y menor densidad ósea. Estas condiciones anatómicas limitan las opciones de anclaje esquelético y elevan el riesgo de fracaso, requiriendo un análisis tomográfico detallado para identificar las zonas de inserción más favorables y evitar complicaciones clínicas (Reyes et al., 2021).

Diversos estudios han demostrado que el grosor óseo palatino puede variar según el biotipo facial, influyendo directamente en la estabilidad primaria de los mini-implantes y en

la planificación del anclaje ortodóncico. En este sentido, se ha descrito que las características morfológicas del paladar presentan diferencias relacionadas con el patrón facial, lo que hace imprescindible una evaluación tomográfica previa para optimizar la selección del sitio de inserción (Mummolo et al., 2021; Gracco et al., 2010).

Además de la influencia directa en la disponibilidad ósea, el biotipo facial también incide en la biomecánica del tratamiento ortodóncico. En pacientes dolicofaciales, la tendencia a una rotación mandibular posterior puede comprometer el control del anclaje, lo que hace indispensable seleccionar sitios con mayor resistencia mecánica y utilizar dispositivos diseñados para optimizar la retención (Papageorgiou et al., 2018).

Por lo tanto, el reconocimiento del biotipo facial en la planificación ortodóncica no solo constituye un criterio diagnóstico, sino también un factor decisivo para la predicción del éxito de los mini-implantes. La integración de la información cefalométrica con los hallazgos obtenidos mediante CBCT permite diseñar protocolos de tratamiento individualizados, adaptados a las características anatómicas y funcionales de cada paciente (Mummolo et al., 2021; Papageorgiou et al., 2018).

La anatomía de la zona tricortical constituye un aspecto clave en la planificación ortodóncica cuando se considera la colocación de mini-implantes, pues esta región se caracteriza por la presencia de tres capas corticales superpuestas que incrementan la resistencia ósea y mejoran la estabilidad del anclaje. En el maxilar superior, la zona tricortical corresponde principalmente a la región palatina posterior, donde confluyen la cortical palatina, el hueso trabecular y la cortical del piso nasal o del seno maxilar, generando una superposición de estructuras que incrementa la resistencia mecánica y mejora la estabilidad del mini-implante (Deguchi et al., 2006; Carmo de Menezes et al., 2020).

La importancia clínica de esta región radica en que un mayor grosor cortical permite alcanzar una estabilidad primaria más robusta, lo que se traduce en menores tasas de fracaso y mayor predictibilidad del tratamiento ortodóncico. Estudios han evidenciado que, en promedio, los pacientes braquifaciales pueden alcanzar espesores corticales tricorticales superiores a 2.5 mm, mientras que los dolicofaciales rara vez superan los 1.5 mm, lo que condiciona el sitio de colocación y la selección del mini-implante más adecuado para garantizar estabilidad y disminuir el riesgo de fracaso (Mummolo et al., 2021; Papageorgiou et al., 2018).

El análisis detallado de esta región permite no solo mejorar la retención mecánica de los dispositivos de anclaje, sino también reducir riesgos asociados como la movilidad temprana del mini-implante o el daño a estructuras anatómicas vecinas. Por ello, el estudio tridimensional mediante CBCT se considera indispensable, ya que brinda la posibilidad de observar con precisión la posición y el grosor de las corticales, estableciendo protocolos de inserción individualizados y más seguros (Deguchi et al., 2006).

Asimismo, el conocimiento de la zona tricortical ofrece al ortodoncista la posibilidad de seleccionar zonas con mejores características biomecánicas, adaptando la angulación, la longitud y el diámetro del mini-implante según la morfología ósea individual del paciente (Papageorgiou et al., 2018; Carmo de Menezes et al., 2020).

La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) se ha consolidado como una herramienta diagnóstica indispensable en la ortodoncia contemporánea, particularmente para la evaluación tridimensional de la zona tricortical. A diferencia de las radiografías convencionales, la CBCT ofrece imágenes volumétricas de alta resolución y con dosis relativamente bajas de radiación, lo que permite analizar con precisión la morfología ósea, la

densidad del hueso, la altura disponible y la relación con estructuras anatómicas adyacentes que deben ser preservadas durante la inserción del mini-implante (Deguchi et al., 2006; Hassan et al., 2019).

Cuando se busca investigar la zona tricortical, la CBCT permite mapear con exactitud el grosor de las corticales, su continuidad y la viabilidad para lograr una inserción estable de mini-implantes. Esta tecnología es especialmente útil en pacientes dolicofaciales, quienes suelen presentar un hueso cortical más delgado, pues facilita identificar áreas con mayor espesor y planificar la inserción de manera segura, reduciendo los riesgos de fracaso (Mummolo et al., 2021). Asimismo, la CBCT permite ajustar la longitud, el diámetro y el ángulo de inserción del mini-implante de acuerdo con la trayectoria ósea disponible, evitando así el contacto con raíces dentarias, la perforación del piso nasal o la invasión del seno maxilar (Hassan et al., 2019; Schneider et al., 2018).

Los estudios recientes confirman que la CBCT no solo es un método diagnóstico, sino también un recurso esencial en la planificación ortodóncica basada en evidencia. Gracias a esta tecnología, es posible establecer protocolos individualizados según el biotipo facial y las condiciones anatómicas del paciente, lo que se traduce en mejores resultados clínicos y una mayor predictibilidad del anclaje esquelético (Cattaneo et al., 2009; Reyes et al., 2021; Ryu et al., 2022).

Investigación

El presente trabajo corresponde a una investigación de tipo observacional, transversal, descriptiva y comparativa, cuyo propósito fue analizar cuantitativamente las características morfológicas del hueso palatino en pacientes con diferentes biotipos faciales. Para ello, se evaluaron imágenes diagnósticas obtenidas mediante CBCT, con el fin de determinar la altura y el grosor de la zona supra-alveolar del paladar y valorar su viabilidad para la colocación tricortical de mini-implantes ortodóncicos, de acuerdo con lo descrito en la literatura especializada (Deguchi et al., 2006).

El diseño metodológico permitió realizar mediciones a partir de cortes tomográficos en un único momento temporal, sin intervención clínica directa, garantizando un análisis ético y confiable. Asimismo, la comparación entre pacientes con distintos biotipos faciales (mesofacial, braquifacial y dolicofacial), determinados previamente mediante análisis cefalométrico, permitió identificar posibles variaciones anatómicas relevantes para la planificación ortodóncica (Papageorgiou et al., 2018; Carmo de Menezes et al., 2020).

La población de estudio estuvo constituida por 60 tomografías CBCT de pacientes atendidos en la Universidad Hemisferios, en la ciudad de Quito. A partir de esta población, se seleccionó una muestra de 60 estudios correspondientes a pacientes entre 14 y 30 años de edad, provenientes de los archivos digitales institucionales proporcionados por la universidad. El presente estudio fue desarrollado bajo estándares adecuados de calidad diagnóstica. Al tratarse de una investigación clasificada como sin riesgo, fue evaluado y aprobado por el Comité de Bioética correspondiente bajo el formulario N.º CEUHE25-153, previo al análisis de las tomografías. La investigación se llevó a cabo respetando los principios éticos de beneficencia, justicia y confidencialidad, garantizando en todo momento el anonimato de la información.

La muestra se conformó mediante un muestreo por conveniencia, de acuerdo con la disponibilidad de estudios tomográficos que cumplieran los criterios de inclusión y calidad diagnóstica establecidos, distribuyéndose equitativamente en tres grupos según el biotipo facial: 20 pacientes mesofaciales, 20 braquifaciales y 20 dolicofaciales. Se incluyeron tomografías correspondientes a pacientes dentro del rango etario establecido, con diagnóstico cefalométrico que permitiera identificar claramente el biotipo facial, con adecuada resolución, ausencia de distorsiones o artefactos, presencia bilateral de primeros molares, primeros y segundos premolares superiores permanentes erupcionados, y con integridad ósea palatina sin evidencia de patología o cirugía previa.

Se excluyeron tomografías de pacientes con antecedentes de cirugía ortognática o palatina, alteraciones esqueléticas congénitas o síndromes craneofaciales, pérdida de dientes posteriores, apiñamiento severo que dificultara la visualización del paladar, errores de posicionamiento, presencia de artefactos metálicos o ausencia de tratamiento ortodóncico previo.

La recolección de datos se realizó mediante la evaluación de tomografías previamente almacenadas en formato DICOM, las cuales fueron importadas a un software especializado de visualización y análisis tomográfico (NemoStudio). Este software permitió la obtención de cortes axiales, sagitales y coronales, así como la adecuada visualización de la anatomía palatina para la realización de las mediciones correspondientes.

La altura de la zona supra-alveolar fue medida como la distancia desde el ápice de la raíz palatina de los primeros molares, primeros y segundos premolares superiores, de forma bilateral, hasta la zona tricortical correspondiente a cada región anatómica.

Figura 1*Medición de la altura*

Fuente: Elaboración propia.

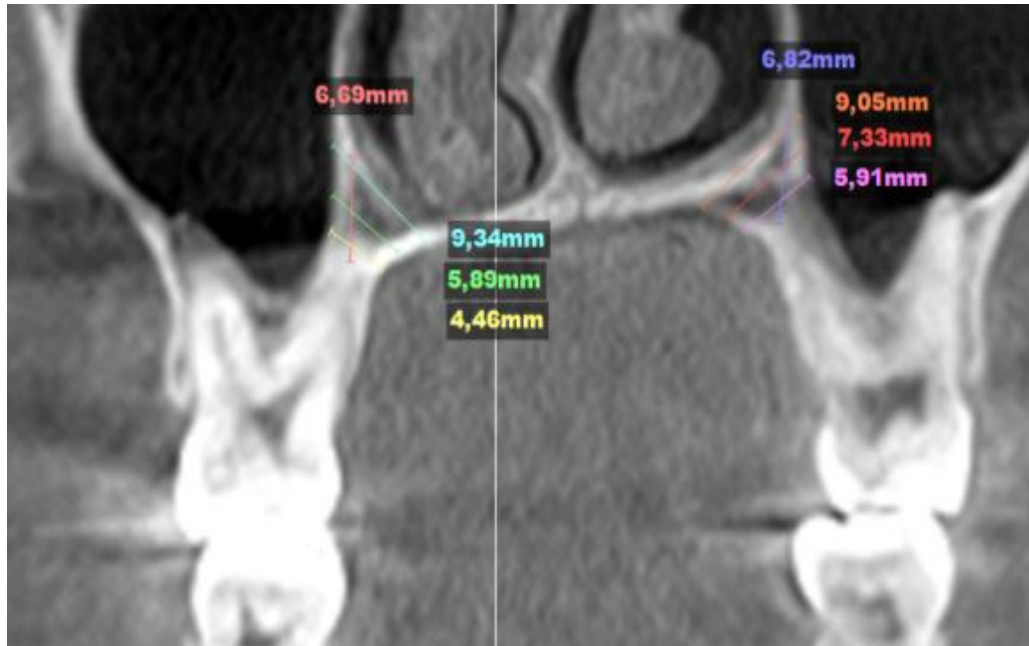
En la figura 1 se observa el corte coronal tomográfico obtenido mediante CBCT del maxilar superior, en el que se ilustra la medición de la altura de la zona supra-alveolar del paladar. La altura ósea fue determinada como la distancia lineal desde el ápice de la raíz palatina de la pieza dental evaluada hasta la zona tricortical, identificada por la convergencia de la cortical palatina, el hueso esponjoso y la cortical del piso nasal o pared lateral del paladar.

Posteriormente, el grosor óseo de la zona supra-alveolar fue evaluado dividiendo dicha altura en tres tercios: uno a nivel del ápice radicular, otro en la porción media del trayecto y un tercero a nivel de la zona tricortical, involucrando la cortical palatina y la pared lateral del paladar. Este procedimiento fue aplicado de manera bilateral en las piezas 14, 15,

16, 24, 25 y 26. El procedimiento de medición de la altura y el grosor de la zona supra-alveolar del paladar se ilustra en la Figura 2.

Figura 2

Medición grosor



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2 se observa la imagen tomográfica obtenida mediante CBCT en corte coronal del maxilar superior, correspondiente a la región palatina a nivel de los primeros molares superiores (piezas 16 y 26). En la imagen se ilustra el procedimiento de medición de la altura y el grosor de la zona supra-alveolar del paladar. La altura ósea fue medida de forma bilateral desde el ápice de la raíz palatina de los primeros molares superiores hasta la zona tricortical, identificada por la convergencia de la cortical palatina, el hueso esponjoso y la pared lateral del paladar. Posteriormente, dicha medida fue dividida en tres tercios para estandarizar la evaluación del grosor óseo, el cual fue registrado a nivel del ápice radicular, en la porción media del trayecto y a nivel de la zona tricortical, involucrando la cortical del

paladar y la pared lateral. Este mismo procedimiento de medición fue aplicado de manera bilateral en los primeros premolares superiores (piezas 14 y 24) y segundos premolares superiores (piezas 15 y 25).

La determinación del biotipo facial se realizó considerando ciertas medidas cefalométricas, como el ángulo mandibular, la altura facial inferior y la relación entre altura y longitud facial, de acuerdo con los criterios establecidos por Ricketts (1981). Todas las mediciones fueron efectuadas por un único operador previamente calibrado y replicadas en un segundo momento con el fin de evaluar la confiabilidad intraobservador. Para ello, se utilizó una regla digital integrada en el software, con una precisión de 0,01 mm.

Resultados

La información obtenida de las mediciones en tomografías se organizó en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2023. Luego de la depuración y codificación se exportó como base de datos al programa SPSS 26, versión en español de IBM®.

En primer lugar, se procedió a caracterizar la muestra, la misma que consistió en 60 casos de pacientes de entre 14 y 30 años, con una media de 24,5 años y una desviación estándar de 5,6 años.

Tabla 1

Caracterización de la muestra, f (%).

Variable	Opción	Edad	f (%)
Género	Femenino	25,4 ± 5,3	33 (55)
	Masculino	23,4 ± 6	27 (45)
Botipo	Dolicofacial	22,3 ± 6,2	20 (33,3)
	Mesofacial	25,7 ± 5,4	20 (33,3)
	Braquifacial	25,5 ± 4,8	20 (33,3)
	Total	24,5 ± 5,6	60 (100)

Fuente: Elaboración propia.

De los 60 casos, 33 (55%) correspondieron a pacientes del género femenino y 27 (45%) al masculino. El biotipo facial se conformó con 20 casos (33,3%) dolicofaciales, otros 20 casos (33,3%) mesofaciales y 20 casos más (33,3%) braquifaciales.

Tabla 2

Relación del género y biotipo facial, f (%).

Género	Biotipo facial			Total
	Dolicofacial	Mesofacial	Braquifacial	
Femenino	11(33,3)	14(42,4)	8(24,2)	33(100)
Masculino	9(33,3)	6(22,2)	12(44,4)	27(100)
Total	20(33,3)	20(33,3)	20(33,3)	60(100)

Fuente: Elaboración propia.

En las mujeres predominó el biotipo mesofacial con 14 casos (42,4%), seguido por el dolicofacial con 11 casos (33,3%) y el braquifacial con 8 casos (24,2%). En los hombres se invirtieron los resultados; predominó el braquifacial con 12 casos (44,4%), seguido por el dolicofacial con 9 casos (33,3%) y el mesofacial con 6 casos (22,2%). No obstante, la prueba de chi cuadrado no encontró relación significativa entre el género y el biotipo facial ($p = 0,16$).

En atención a los objetivos interesó evaluar las medidas correspondientes a altura y grosor de la zona supra-alveolar del paladar para la colocación tricortical de mini-implantes. Tales resultados se observan en las tablas 3 y 4.

Tabla 3

Mediciones en hemiarcada superior derecha en relación al biotipo, media (DS).

Biotipo	Edad	Altura desde el ápice hasta zona tricortical (mm) (D.S.)	Ancho el óseo a nivel del ápice (mm) (D.S.)	Ancho óseo (mm) en parte media	Ancho óseo (mm) en zona tricortical hasta parte plana del paladar (D.S.)	Altura desde el ápice hasta la zona tricortical al (mm) (D.S.)	Ancho óseo (mm) a nivel del ápice (D.S.)	Ancho óseo (mm) en parte media (D.S.)	Ancho óseo (mm) en zona tricortical hasta parte plana del paladar (D.S.)	Altura desde el ápice hasta la zona tricortical al (mm) (D.S.)	Ancho óseo (mm) a nivel del ápice (D.S.)	Ancho óseo (mm) en parte media (D.S.)	Ancho óseo (mm) en zona tricortical hasta parte plana del paladar (D.S.)
Facial		Pieza 14	Pieza 14	Pieza 14	Pieza 14	Pieza 15	Pieza 15	Pieza 15	Pieza 15	Pieza 15	Pieza 16	Pieza 16	Pieza 16
Dolicofacial	2,3 ± 6,2	11,1(±2,7)	9,0(±3)	9,5(±3,1)	12,6(±3,4)	10,9(±3)	7,6(±3,2)	6,4(±3,4)	9,2(±3,9)	8(±2,3)	5,6(±3,2)	5,6(±2,9)	7,8(±2,2)
Mesofacial	5,7 ± 5,4	11,8(±3,4)	8,7(±1,7)	9,1(±3,2)	12,7(±3,3)	11,1(±3)	8,1(±2,3)	8,4(±3,9)	11,3(±3,7)	7,8(±2,2)	4,7(±3,8)	4,6(±3,9)	5,9(±3,4)
Braquifacial	5,5 ± 4,8	11,0(±2,4)	9,6(±1,9)	10,8(±3,7)	13,0(±3,8)	9,9(±2,5)	7,9(±3,6)	7,5(±4,7)	9,1(±4,5)	7,5(±2)	5,6(±3,7)	6(±4,2)	7,4(±3,2)
Total	4,5 ± 5,6	11,3(±2,8)	9,1(±2,3)	9,8(±3,4)	12,8(±3,5)	10,7(±2,9)	7,9(±3)	7,5(±4,1)	9,9(±4,1)	7,8(±2,1)	5,3(±3,6)	5,4(±3,7)	7,0(±3,1)
p	0,610 101	0,448	0,247	0,946	0,381	0,887	0,303	0,169	0,799	0,677	0,469	0,117	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4

Mediciones en hemiarcada superior izquierda en relación al biotipo, media (DS).

Biotipo facial	Edad	Altura desde el ápice hasta la zona tricortical (mm) (D.S.)	Ancho óseo (mm) a nivel del ápice (D.S.) Pieza 24	Ancho óseo (mm) en parte media (D.S.) Pieza 24	Ancho óseo (mm) desde zona tricortical hasta parte plana del paladar (D.S.) Pieza 24	Altura desde el ápice hasta la zona tricortical (mm) (D.S.) Pieza 25	Ancho óseo (mm) a nivel del ápice (D.S.) Pieza 25	Ancho óseo (mm) en parte media (D.S.) Pieza 25	Ancho óseo (mm) desde zona tricortical hasta parte plana del paladar (D.S.) Pieza 25	Altura desde el ápice hasta la zona tricortical (mm) (D.S.) Pieza 26	Ancho óseo (mm) a nivel del ápice (D.S.) Pieza 26	Ancho óseo (mm) en parte media (D.S.) Pieza 26	Ancho óseo (mm) desde zona tricortical hasta parte plana del paladar (D.S.) Pieza 26
Dolicofacial	2,3 ± 6,2	10,8(±3,3)	8,6(±2,3)	10,2(±3,9)	14,5(±4,9)	10,7(±3)	7,5(±3,5)	7,1(±4,5)	9,8(±4,4)	7,9(±2,5)	6(±3,6)	6,3(±4,3)	8,6(±4,5)
Mesofacial	5,7 ± 5,4	11,1(±2,2)	8,5(±3)	9,4(±4,2)	13,2(±4,7)	10,1(±2,5)	8,8(±2,9)	8,8(±3,6)	11,9(±3,4)	7,6(±1,8)	5,1(±2,6)	4,7(±2,9)	7,5(±2,8)
Braquifacial	5,5 ± 4,8	10,6(±2,1)	10,2(±1,9)	10,7(±4,1)	14,3(±5,2)	9,6(±2,8)	9(±2,9)	7,9(±4)	10(±3,8)	8,2(±1,8)	7,3(±4,6)	7,6(±5,6)	8,6(±2,9)
Total	4,5 ± 5,6	10,8(±2,6)	9,1(±2,5)	10,1(±4)	14(±4,9)	10,1(±2,7)	8,4(±3,1)	7,9(±4)	10,6(±3,9)	7,9(±2)	6,1(±3,7)	6,2(±4,5)	8,2(±3,5)
p	0,859	0,053	0,625	0,677	0,450	0,299	0,437	0,191	0,637	0,169	0,106	0,520	

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 3 permite analizar la valoración tomográfica de la zona supra-alveolar del paladar en las piezas 14, 15 y 16. Se evidencian diferencias cuantitativas entre los biotipos faciales (dolicofacial, mesofacial y braquifacial) en las cuatro magnitudes analizadas; sin embargo, ninguna de estas diferencias alcanzó significación estadística ($p > 0,05$), de acuerdo con la prueba ANOVA.

Para el primer premolar derecho (pieza 14), se observa que la altura desde el ápice hasta la zona tricortical presentó valores similares entre los tres biotipos, con un promedio general de 11,3 mm, siendo ligeramente mayor en el biotipo mesofacial (11,8 mm). El ancho óseo a nivel del ápice y en la parte media fue mayor en el biotipo braquifacial (9,6 mm y 10,8 mm respectivamente), mientras que el biotipo mesofacial mostró los valores más bajos. El ancho óseo desde la zona tricortical hasta la parte plana del paladar fue elevado en todos los biotipos, con un promedio total de 12,8 mm, destacando nuevamente el biotipo braquifacial.

Para el segundo premolar derecho (pieza 15), la altura ósea fue mayor en el biotipo mesofacial (11,1 mm), seguido del dolicofacial (10,9 mm), con un promedio general de 10,7 mm. El ancho óseo a nivel del ápice y en la parte media mostró valores moderados, con una tendencia a mayores grosores en el biotipo mesofacial en la parte media (8,4 mm). El ancho óseo palatino desde la zona tricortical hasta la superficie plana fue claramente mayor en el biotipo mesofacial (11,3 mm), aunque sin significación estadística.

Finalmente, para el primer molar derecho (pieza 16) se observaron los valores más bajos de altura y grosor óseo en comparación con las piezas 14 y 15.

La altura desde el ápice hasta la zona tricortical tuvo un promedio general de 7,8 mm, siendo ligeramente mayor en el biotipo dolicofacial. El ancho óseo a nivel del ápice y en la parte media presentó los menores valores del estudio, especialmente en el biotipo mesofacial (4,7 mm y 4,6 mm respectivamente).

El ancho óseo palatino mostró un promedio de 7,0 mm, siendo mayor en el biotipo dolicofacial.

Al analizar los resultados de la tabla 4 (hemiarcada superior izquierda) se evidencian variaciones en la altura y el grosor óseo entre los diferentes biotipos faciales, para las cuatro magnitudes y en las tres piezas; sin embargo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las magnitudes analizadas ($p > 0,05$), de acuerdo a la prueba ANOVA.

Para el primer premolar izquierdo (pieza 24), la altura desde el ápice hasta la zona tricortical presentó un promedio general de 10,8 mm, con valores ligeramente mayores en el biotipo mesofacial (11,1 mm). El ancho óseo a nivel del ápice fue mayor en el biotipo braquifacial (10,2 mm), mientras que los biotipos dolicofacial y mesofacial mostraron valores similares. En la parte media, el mayor grosor óseo correspondió nuevamente al biotipo braquifacial (10,7 mm).

El ancho óseo desde la zona tricortical hasta la parte plana del paladar fue el más elevado entre todas las piezas analizadas, con un promedio total de 14,0 mm, destacándose los biotipos dolicofacial y braquifacial.

Para el segundo premolar izquierdo (pieza 25), la altura ósea mostró un promedio general de 10,1 mm, siendo ligeramente mayor en el biotipo dolicofacial (10,7 mm). El ancho óseo a nivel del ápice fue mayor en el biotipo braquifacial (9,0 mm), seguido del mesofacial. En la parte media, el biotipo mesofacial presentó el mayor grosor óseo (8,8 mm). El ancho óseo palatino evidenció valores variables, con un promedio total de 10,6 mm, destacando el biotipo mesofacial (11,9 mm).

Para el primer molar izquierdo (pieza 26), la altura desde el ápice hasta la zona tricortical presentó un promedio general de 7,9 mm, similar entre los biotipos.

El ancho óseo a nivel del ápice y en la parte media fue mayor en el biotipo braquifacial (7,3 mm y 7,6 mm, respectivamente), mientras que el biotipo mesofacial presentó los valores más bajos.

El ancho óseo desde la zona tricortical hasta la parte plana del paladar mostró un promedio total de 8,2 mm, con valores similares en los biotipos dolicofacial y braquifacial.

Adicionalmente, con fines comparativos se parametrizó el biotipo facial y se analizaron las variaciones de las cuatro magnitudes por cada una de las seis piezas analizadas. Las tablas 5-7 recogen esos resultados.

Tabla 5

Mediciones por pieza en relación al biotipo dolicofacial, media (DS)

	Altura desde el ápice hasta la zona tricortical (mm) (DS)	Ancho óseo (mm) a nivel del ápice (DS)	Ancho óseo (mm) en parte media (DS)	Ancho óseo (mm) desde zona tricortical hasta parte plana del paladar (DS)
Pieza 14	11,1(±2,7)	9(±3)	9,5(±3,1)	12,6(±3,4)
Pieza 15	10,9(±3,3)	7,6(±3,2)	6,4(±3,4)	9,2(±3,9)
Pieza 16	8(±2,3)	5,6(±3,2)	5,6(±2,9)	7,8(±2,2)
Pieza 24	10,8(±3,3)	8,6(±2,3)	10,2(±3,9)	14,5(±4,9)
Pieza 25	10,7(±3)	7,5(±3,5)	7,1(±4,5)	9,8(±4,4)
Pieza 26	7,9(±2,5)	6(±3,6)	6,3(±4,3)	8,6(±4,5)
P	0,001	0,001	0,001	0,001

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar las magnitudes valoradas para los pacientes con biotipo dolicofacial, se observó que las cuatro medias difirieron entre sí para cada una de las seis piezas de las cuales se obtuvieron las magnitudes ($p = 0,001$); no obstante, al complementar la prueba de ANOVA con el test de Tukey para realizar comparaciones por pares se obtuvieron las magnitudes que efectivamente superaron a sus correspondientes en las distintas piezas. Así, por ejemplo, la altura desde el ápice hasta la zona tricortical tuvo mayor media para la pieza 14 con 11,1 mm, seguido por la pieza 15 con 10,9 mm, luego la 24 con 10,8 mm y la 25 con 10,7 mm, entre estas alturas no existieron diferencias significativas, pero fueron muy superiores a las halladas en las piezas 16 y 26 que no superaron los 8 mm.

Para el ancho óseo a nivel del ápice, destacaron las piezas 14 con 9 mm y 24 con 8,6 mm, sin que entre estas dos existan diferencias significativas, pero obviamente se diferenciaron del resto de piezas analizadas.

Considerando el ancho óseo en parte media, la pieza 24 presentó la mayor media con un valor de 10,2 mm, seguido por la pieza 14 con 9,5 mm. Entre estas dos piezas no existió diferencia significativa, pero sí de estas dos con el resto.

Finalmente, para el ancho óseo desde la zona tricortical hasta la parte plana del paladar, la pieza 24 presentó mayor media con un valor de 14,5 mm, seguido por la pieza 14 con 12,6 mm. Entre estas dos piezas no existió diferencia significativa, pero sí de estas dos con las medias obtenidas en las piezas 15, 16, 25 y 26.

Tabla 6

Mediciones por pieza en relación al biotipo mesofacial, media (DS)

	Altura desde el ápice hasta la zona tricortical (mm) (DS)	Ancho óseo (mm) a nivel del ápice (DS)	Ancho óseo (mm) en parte media (DS)	Ancho óseo (mm) desde zona tricortical hasta parte plana del paladar (DS)
Pieza 14	11,8(±3,4)	8,7(±1,7)	9,1(±3,2)	12,7(±3,3)
Pieza 15	11,1(±3)	8,1(±2,3)	8,4(±3,9)	11,3(±3,7)
Pieza 16	7,8(±2,2)	4,7(±3,8)	4,6(±3,9)	5,9(±3,4)
Pieza 24	11,1(±2,2)	8,5(±3)	9,4(±4,2)	13,2(±4,7)
Pieza 25	10,1(±2,5)	8,8(±2,9)	8,8(±3,6)	11,9(±3,4)
Pieza 26	7,6(±1,8)	5,1(±2,6)	4,7(±2,9)	7,5(±2,8)
p	0,001	0,001	0,001	0,001

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar las magnitudes valoradas para los pacientes con biotipo mesofacial, se observó que las cuatro medias difirieron entre sí para cada una de las seis piezas de las cuales se obtuvieron las magnitudes ($p = 0,001$). No obstante, al complementar la prueba de ANOVA con el test de Tukey para realizar comparaciones por pares, se obtuvieron las magnitudes que efectivamente superaron a sus correspondientes en las distintas piezas. Así, por ejemplo, la altura desde el ápice hasta la zona tricortical tuvo mayor media para la pieza 14 con 11,8 mm, seguido por la pieza 15 con 11,1 mm y la 24 también con 11,1 mm. La pieza 25 presentó una altura media menor que las anteriores con 10,1 mm, pero las alturas de

estas cuatro piezas no presentaron diferencias significativas, aunque fueron muy superiores a las halladas en las piezas 16 con 7,8 mm y la pieza 26 con 7,6 mm, que no superaron los 8 mm.

Para el ancho óseo a nivel del ápice, destacaron las piezas 25 con 8,8 mm, la 14 con 8,7 mm, la 24 con 8,5 mm y la pieza 15 con 8,1 mm, sin que entre estas cuatro existan diferencias significativas, pero obviamente se diferenciaron del resto de piezas analizadas.

Considerando el ancho óseo en parte media, la pieza 24 presentó mayor media con un valor de 9,4 mm, seguido por la pieza 14 con 9,1 mm, la pieza 25 con 8,8 mm y la pieza 15 con 8,1 mm. Entre estas cuatro piezas no existieron diferencias significativas, pero sí con las piezas 16 y 26.

Finalmente, para el ancho óseo desde la zona tricortical hasta la parte plana del paladar, la pieza 24 presentó la mayor media con un valor de 13,2 mm, seguido por la pieza 14 con 12,7 mm. Entre estas dos piezas no existió diferencia significativa, pero sí de estas dos con las medias obtenidas en las piezas 15, 16, 25 y 26.

Tabla 7

Mediciones por pieza en relación al biotipo braquifacial, media (DS)

Braquifacial	Altura desde el ápice hasta la zona tricortical (mm) (DS)	Ancho óseo (mm) a nivel del ápice (DS)	Ancho óseo (mm) en parte media (DS)	Ancho óseo (mm) desde zona tricortical hasta parte plana del paladar (DS)
Pieza 14	11(±2,4)	9,6(±1,9)	10,8(±3,7)	13(±3,8)
Pieza 15	9,9(±2,5)	7,9(±3,6)	7,5(±4,7)	9,1(±4,5)
Pieza 16	7,5(±2)	5,6(±3,7)	6(±4,2)	7,4(±3,2)
Pieza 24	10,6(±2,1)	10,2(±1,9)	10,7(±4,1)	14,3(±5,2)
Pieza 25	9,6(±2,8)	9(±2,9)	7,9(±4)	10(±3,8)
Pieza 26	8,2(±1,8)	7,3(±4,6)	7,6(±5,6)	8,6(±2,9)
P	0,001	0,001	0,001	0,001

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar las magnitudes valoradas para los pacientes con biotipo braquifacial, se observó que las cuatro medias difirieron entre sí para cada una de las seis piezas de las cuales se obtuvieron las magnitudes ($p = 0,001$). No obstante, al complementar la prueba de ANOVA con el test de Tukey para realizar comparaciones por pares, se obtuvieron las magnitudes que efectivamente superaron a sus correspondientes en las distintas piezas. Así, por ejemplo, la altura desde el ápice hasta la zona tricortical tuvo mayor media para la pieza 14 con 11 mm, seguido por la pieza 25 con 9,6 mm y la 24 con 10,6 mm, pero las alturas de estas piezas no presentaron diferencias significativas, aunque fueron muy superiores a la hallada en la pieza 16, que presentó una altura media menor de 7,5 mm.

Para el ancho óseo a nivel del ápice, destacaron las piezas 24 con 10,2 mm, la 14 con 9,6 mm, sin que entre este par existan diferencias significativas, pero obviamente se diferenciaron del resto de piezas analizadas, en especial de la pieza 16 que apenas alcanzó los 5,6 mm.

Considerando el ancho óseo en parte media, la pieza 14 presentó mayor media con un valor de 10,8 mm, seguido por la pieza 24 con 10,7 mm. Entre estas dos piezas no existieron diferencias significativas, pero sí de estas con las otras, que no superaron los 7,6 mm.

Finalmente, para el ancho óseo desde la zona tricortical hasta la parte plana del paladar, la pieza 24 presentó mayor media con un valor de 14 mm, seguido por la pieza 14 con 13 mm. Entre estas dos piezas no existió diferencia significativa, pero sí de estas dos con las medias obtenidas en las piezas 15, 16, 25 y 26.

Discusión

Un aspecto fundamental en la interpretación de los resultados del presente estudio es que, si bien el biotipo facial no se comportó como un factor determinante en la variación global de la altura y el grosor óseo de la zona supra-alveolar del paladar, el análisis por pieza dentaria evidenció diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,001$). Esto indica que la variabilidad anatómica está más relacionada con la localización específica del sitio de inserción para mini-implantes supra-alveolares que con el patrón facial del paciente. En este contexto, pequeñas variaciones milimétricas adquieren relevancia clínica, ya que pueden influir directamente en la estabilidad primaria y en el pronóstico del mini-implante, tal como señalan Reynders et al. (2012) y Wilmes et al. (2019).

Los hallazgos obtenidos coinciden parcialmente con investigaciones previas que no han encontrado una relación directa entre el patrón facial y el espesor óseo palatino en zonas paramedianas (Ludwig et al., 2011; Gracco et al., 2010). No obstante, en el presente estudio se observó una variación anteroposterior en la disponibilidad ósea, evidenciándose menores valores de altura y grosor en la región molar, los cuales aumentan progresivamente hacia la zona del segundo premolar y alcanzan sus mayores valores a nivel del primer premolar. De manera similar, Schneider et al. (2018) describen una menor disponibilidad ósea en pacientes dolicofaciales asociada a patrones hiperdivergentes y menor densidad cortical. En la presente investigación, si bien se observaron diferencias entre biotipos, la tendencia de aumento de la disponibilidad ósea hacia la región premolar fue constante, lo que sugiere que la localización anatómica podría influir más significativamente que el biotipo facial en la selección del sitio de inserción.

Desde el punto de vista anatómico, la mayor disponibilidad ósea observada en las piezas 14 y 24 puede explicarse por su proximidad a la sutura palatina media y por la

morfología cortical característica de la región anterior del paladar, donde se ha descrito mayor espesor y mejor calidad ósea (Baumgaertel & Hans, 2009; Ludwig et al., 2011). Esta distribución anteroposterior del hueso palatino ha sido ampliamente documentada, mostrando una disminución progresiva hacia las regiones molares, similar a lo que sucedió con respecto a las mediciones obtenidas en el presente estudio entre los primeros premolares y el primer molar. En contraste, la menor disponibilidad ósea posterior podría estar relacionada con la anatomía del proceso alveolar y con la neumatización progresiva del seno maxilar, especialmente en pacientes adultos, condición descrita como un factor limitante para la colocación de mini-implantes en zonas posteriores del paladar (Reynders et al., 2012).

Un aspecto significativo evidenciado en el presente estudio fue la simetría observada entre las hemiarcadas derecha e izquierda, lo que sugiere un patrón morfológico relativamente homogéneo en ausencia de alteraciones craneofaciales severas. Estudios previos han reportado baja prevalencia de asimetrías significativas en el espesor óseo palatino, respaldando el uso de referencias bilaterales durante la planificación del anclaje esquelético (Winsauer et al., 2014).

Asimismo, los resultados del presente estudio respaldan el uso de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) como método diagnóstico indispensable en la planificación del anclaje esquelético palatino. A diferencia de las evaluaciones bidimensionales, el CBCT permite analizar con precisión tridimensional la altura y el grosor óseo, así como la relación con estructuras anatómicas adyacentes, reduciendo el riesgo de complicaciones intraoperatorias y aumentando la predictibilidad del tratamiento (Papageorgiou et al., 2018).

Desde una perspectiva clínica, aunque el biotipo facial no se comportó como un factor determinante en la variación de las dimensiones óseas palatinas, la localización específica del

sitio de inserción demostró ser un elemento crítico para lograr estabilidad primaria y una inserción tricortical segura. En concordancia con Wilmes et al. (2019), la estabilidad primaria depende principalmente del espesor cortical y de la correcta selección del sitio de inserción, más que del patrón facial en sí.

En relación con el hueso requerido para la estabilidad de los mini-implantes, la literatura señala que la estabilidad primaria depende directamente del espesor óseo disponible, particularmente de la cortical, en relación con el diámetro del dispositivo. En el presente estudio se evidenció una mayor disponibilidad ósea en la región de los primeros premolares (piezas 14 y 24), mientras que en la zona molar (16 y 26) los valores fueron menores, siguiendo un patrón anteroposterior previamente descrito por Baumgaertel y Hans (2009) y Ludwig et al. (2011). No obstante, aunque la región molar presentó menor grosor y altura, los valores obtenidos se mantienen dentro de rangos clínicamente aceptables para la inserción de microimplantes, siempre que se realice una planificación tomográfica individualizada que garantice un espesor óseo suficiente para lograr adecuada estabilidad primaria. Asimismo, el análisis estadístico demostró que la localización del sitio de inserción fue el factor determinante en la disponibilidad ósea ($p = 0,001$), más que el biotipo facial.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio permiten concluir que el biotipo facial (mesofacial, braquifacial y dolicofacial) no mostró diferencias estadísticamente significativas en la altura ni en el grosor óseo de la zona supra-alveolar del paladar cuando se analizó de manera general ($p > 0,05$). Esto significa que el tipo de rostro del paciente, por sí solo, no determina cuánta cantidad de hueso está disponible en esta zona del paladar. Sin embargo, cuando el análisis se realizó considerando cada pieza dentaria por separado, sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellas ($p = 0,001$). Esto indica que la cantidad de hueso disponible depende principalmente de la pieza donde se planifique la inserción del mini-implante y no del biotipo facial del paciente.

En relación con la altura ósea, medida desde el ápice hasta la zona tricortical, se observó una disminución progresiva hacia la región molar posterior. Sin embargo, aunque tanto la altura como el grosor óseo fueron menores en las piezas 16 y 26 en comparación con los primeros premolares, los valores obtenidos se mantienen dentro de rangos clínicamente favorables para la colocación de mini-implantes. Particularmente, el ancho óseo disponible en estas zonas permite una adecuada inserción del dispositivo en relación con su diámetro, favoreciendo la estabilidad primaria. Por tanto, si bien la región premolar ofrece condiciones anatómicas más favorables, la zona molar no se encuentra contraindicada, siempre que la planificación se base en una evaluación tomográfica individualizada que confirme un espesor óseo suficiente.

En cuanto al grosor óseo, especialmente a nivel del primer tercio (nivel del ápice), la pieza 24 presentó las mayores dimensiones, destacándose en el biotipo braquifacial. Asimismo, en la medición transversal desde la zona tricortical hasta el plano palatino se

registraron valores cercanos a 14,5 mm en la pieza 24, lo que confirma que esta región ofrece mayor volumen óseo para lograr una inserción tricortical más estable.

Las piezas 15 y 25 presentaron valores intermedios tanto en altura como en grosor, mientras que las piezas 16 y 26 evidenciaron las menores dimensiones en la mayoría de las mediciones realizadas. Estos hallazgos sugieren que las regiones molares posteriores requieren mayor cuidado durante la planificación, debido a la menor cantidad de hueso disponible.

Desde el punto de vista clínico, las piezas 14 y 24 pueden considerarse las zonas más favorables para la colocación tricortical de mini-implantes ortodóncicos, ya que combinan mayor altura y mayor espesor óseo. En cambio, las regiones correspondientes a las piezas 16 y 26 deben evaluarse con mayor detalle mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) para asegurar una inserción segura y una adecuada estabilidad primaria.

Finalmente, se concluye que la planificación del anclaje esquelético palatino debe basarse principalmente en una evaluación tomográfica individualizada y en la pieza dentaria específica donde se realizará la inserción, más que en el biotipo facial del paciente, con el objetivo de mejorar la seguridad del procedimiento y aumentar la predictibilidad clínica del tratamiento.

Referencias

- Baumgaertel, S., & Hans, M. G. (2009). Assessment of infrazygomatic bone depth for mini-screw insertion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *135*(4), 512–520. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.04.044>
- Carmo de Menezes, C., Lenza, M. A., Lenza, M. G., & Souza, R. S. (2020). Bone characteristics of the palatal region for orthodontic mini-implant placement: A cone-beam computed tomography study. *Dental Press Journal of Orthodontics*, *25*(2), 44–52. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.25.2.044-052.oar>
- Cattaneo, P. M., Dalstra, M., & Melsen, B. (2009). The finite element method: A tool to study orthodontic biomechanics. *Journal of Dental Research*, *88*(5), 428–433. <https://doi.org/10.1177/0022034509335582>
- Choi, S. H., Kang, Y. G., Lim, H. J., & Kim, S. J. (2019). Stability of palatal mini-implants with bicortical and tricortical anchorage: A cone-beam computed tomography study. *The Angle Orthodontist*, *89*(3), 451–458. <https://doi.org/10.2319/051118-348.1>
- Deguchi, T., Takano-Yamamoto, T., Kanomi, R., Hartsfield, J. K., Roberts, W. E., & Garetto, L. P. (2006). The use of small titanium screws for orthodontic anchorage. *Journal of Dental Research*, *85*(4), 377–381. <https://doi.org/10.1177/154405910608500411>
- Gracco, A., Lombardo, L., Cozzani, M., & Siciliani, G. (2010). Quantitative evaluation with CBCT of palatal bone thickness in different facial biotypes. *Progress in Orthodontics*, *11*(2), 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.pio.2010.04.001>
- Hassan, A. H., Al-Fraidi, A. A., & Al-Saeed, S. H. (2019). Cortical bone thickness in the palatal region for orthodontic mini-implant placement: A cone-beam computed tomography study. *Journal of Orthodontic Science*, *8*, 10. https://doi.org/10.4103/jos.JOS_63_18

- Lione, R., Cozza, P., & Franchi, L. (2020). The role of CBCT in orthodontic diagnosis and treatment planning. *Progress in Orthodontics*, 21(1), 20.
<https://doi.org/10.1186/s40510-020-00316-6>
- Ludwig, B., Baumgaertel, S., & Bowman, S. J. (2011). Palatal mini-implant placement: An anatomical study. *Journal of Clinical Orthodontics*, 45(8), 433–441.
- 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*, 124(4), 373–378. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(03\)00565-1](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(03)00565-1)
- Mummolo, S., Marchetti, E., Marzo, G., & Gracco, A. (2021). Palatal bone thickness in different facial types: A cone-beam computed tomography study. *European Journal of Orthodontics*, 43(4), 431–438. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjaa065>
- Papadopoulos, M. A., Tarawneh, F., & Theodorou, C. I. (2022). Skeletal anchorage in orthodontics: Mini-implants and biomechanics. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 25(Suppl 1), 12–15. <https://doi.org/10.1111/ocr.12544>
- Papageorgiou, S. N., Zogakis, I. P., & Papadopoulos, M. A. (2018). Failure rates and associated risk factors of orthodontic miniscrew implants: A meta-analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 153(3), 295–305.
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.08.016>
- Reyes, B., Lagravère, M., & Major, P. (2021). Assessment of palatal bone thickness and morphology for orthodontic mini-implant placement. *European Journal of Orthodontics*, 43(6), 712–720. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjab021>
- Ricketts, R. M. (1981). Perspectives in the clinical application of cephalometrics: The first fifty years. *The Angle Orthodontist*, 51(2), 115–150. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1981\)051<0115:PITCAO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1981)051<0115:PITCAO>2.0.CO;2)

Reynders, R., Ronchi, L., & Bipat, S. (2012). Mini-implants in orthodontics: A systematic review of the literature. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 142(5), 564–576. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.05.007>

Ryu, J. H., Kim, Y. J., & Lee, K. J. (2022). Morphological evaluation of palatal bone for orthodontic anchorage using CBCT. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 25(4), 421–430. <https://doi.org/10.1111/ocr.12571>

Schneider, P., Meurer, E., & Göllner, P. (2018). Palatal bone thickness in different facial types: A CBCT study. *The Angle Orthodontist*, 88(5), 578–584. <https://doi.org/10.2319/101017-689.1>

Wilmes, B., Nienkemper, M., Ludwig, B., & Drescher, D. (2019). Early loading of palatal mini-implants: Stability and success rates. *Clinical Oral Implants Research*, 30(1), 12–19. <https://doi.org/10.1111/clr.13350>

Winsauer, H., Vlachoianis, J., Winsauer, C., & Bumann, A. (2014). Symmetry of palatal bone thickness in orthodontic patients: A CBCT study. *European Journal of Orthodontics*, 36(3), 322–327. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjt018>