

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILOFACIAL



TESIS DE MAESTRÍA

Medición de las dimensiones de la línea oblicua externa (shelf mandibular) según sexo y biotipo facial en pacientes que asistieron a evaluación tomográfica (CBCT) al Departamento de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala del año 2019 al 2021.

José Roberto Zuñiga Cifuentes

AUTOR

Dr. Gerson Rudick Chinchilla Dubón

ASESOR

Dr. Leopoldo Raúl Vesco Leiva

COORDINADOR DE MAESTRÍA

Dr. Bienvenido Argueta

REVISOR

Dr. Carlos Alvarado Barrios

DIRECTOR ESCUELA DE POSTGRADO

Guatemala, noviembre de 2023

ÍNDICE

SUMARIO	4
1. INTRODUCCIÓN	5
2. JUSTIFICACIÓN	7
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1. Formulación del problema	10
PREGUNTA PRINCIPAL	10
4. MARCO TEÓRICO	12
4.1. Antecedentes	12
4.2. Anclaje en Ortodoncia	19
4.2.2. Propósitos de los aparatos de anclaje	21
4.2.3. Técnicas clínicas para incrementar el anclaje	21
4.2.4. Tipos de anclajes	22
4.3. Comparación entre los métodos tradicionales de anclaje y los microtornillos ..	23
4.4. Generalidades sobre los microtornillos	25
4.5. Características principales de los microtornillos	26
4.5.1 Características físicas de los microtornillos	27
4.6. Anatomía mandibular	28
4.6.1 Mandíbula	28
4.6.2. Shelf mandibular o línea oblicua externa	29
4.7. Tomografía de Haz Cónico	32
4.7.1 Qué es la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) y cómo funciona	32
4.7.2 Usos del CBCT en ortodoncia	34
4.8. Biotipo facial	36
4.8.1 Características de los biotipos faciales	37
4.8.2 Métodos para determinar el biotipo facial en radiografía cefalométrica ..	37
5. OBJETIVOS	40
5.1. Objetivo general	40
5.2. Objetivos específicos	40
6. HIPÓTESIS	41
7. VARIABLES	42
7.1. Definición de Variables	42
7.1.2 Variables independientes	42

7.1.3 Variables dependientes.....	43
8. MATERIALES Y MÉTODOS	45
8.1. Tipo de estudio	45
8.2. Población	45
8.3. Muestra.....	45
8.4. Criterios de inclusión y exclusión.....	46
8.4.1. Criterios de inclusión.....	46
8.4.2. Criterios de exclusión.....	47
8.5. Consideraciones bioéticas del estudio.....	47
8.6. Método.....	48
9. RECURSOS Y TIEMPO	53
9.1 Recursos y materiales:.....	53
9.2 Cronograma y tiempo de trabajo.....	53
10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
10.1 Resultados.....	55
10.1.1 Distribución de la muestra según sexo y biotipo facial	55
10.1.2 Comparación de las mediciones de altura y anchura según los puntos de referencia anatómicos utilizados	55
10.1.3. Comparación de los resultados de las mediciones de altura y anchura entre hemiar cadas derecha e izquierda.....	57
10.1.4 Comparación de los resultados de las mediciones de altura y anchura entre sexos masculino y femenino	59
10.1.5 Comparación de los resultados de las mediciones de altura y anchura según biotipo facial	61
10.2 Discusión	62
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
11.1 Conclusiones	66
11.2 Recomendaciones	67
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
13. ANEXO I.....	72
14. ANEXO II.....	74
15. ANEXO III.....	75
16. ANEXO III.....	76

SUMARIO

El objetivo de este estudio fue determinar las dimensiones de anchura y altura del shelf mandibular para identificar la región con mayores dimensiones y luego, realizar la comparación de los resultados de estas mediciones entre hemiarcadas, sexo y biotipo facial de los sujetos analizados. En este estudio retrospectivo, se evaluaron 75 tomografías de haz cónico (CBCT). En las imágenes de los CBCT se realizó la medición de altura (a 2 y 4 mm de la unión cemento-esmalte (UCE)) y anchura (a 6 y 11 mm de la UCE) del shelf mandibular, en las raíces mesial y distal de los primeros y segundos molares derechos e izquierdos. Luego de realizar las mediciones de altura, los resultados mostraron que existe un aumento progresivo en la medición desde la raíz mesial de primera molar hasta la raíz distal de la segunda molar; la misma tendencia de aumento progresivo de los valores obtenidos desde la raíz mesial de primera molar hasta la raíz distal de segunda molar también se observó al realizar la medición de anchura. Al comparar las mediciones de altura entre las hemiarcadas derecha e izquierda, se encontraron diferencias estadísticamente significativas; sin embargo, al realizar la misma comparación en las mediciones de altura no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Con relación a la comparación por sexo y biotipo facial, no se encontraron diferencias significativas al comparar las mediciones de altura y anchura. Como conclusiones del estudio podemos mencionar que existe un aumento progresivos de las medidas de altura y anchura desde mesial de primera molar a distal de segunda molar inferior, que el hueso bucal a nivel de la raíz distal de segunda molar presenta las mayores dimensiones y características más favorables para colocación de microtornillos en el shelf mandibular, que las medidas de altura y anchura fueron mayores en la hemiarcada derecha que en la izquierda y, que no se encontraron diferencias significativas al comparar los resultados de las mediciones realizadas entre sexo masculino y femenino y, entre los biotipos faciales.

1. INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la práctica de la ortodoncia, el control de anclaje ha sido uno de los principales objetivos de los ortodoncistas. El control de anclaje se resume en diseñar mecánicas o aparatos que nos permitan realizar los movimientos dentales planificados evitando que se muevan otras piezas dentales, para conseguir los objetivos que se hayan planteado dentro del tratamiento.

En años recientes se ha incorporado a la práctica de la ortodoncia el uso de microtornillos como método de anclaje. Con su uso se ha abierto un abanico más amplio de posibilidades de tratamiento, hasta el punto de corregir maloclusiones que muchas veces solo podían tratarse con cirugía ortognática. Dentro de los usos que se les ha dado a los microtornillos, además del anclaje, podemos mencionar: intrusión de molares, distalización de segmentos posteriores, extrusión de incisivos, intrusión de arcadas completas, manejo de la sonrisa gingival, entre otros. Por las razones antes expuestas, los microtornillos han ganado mucha popularidad entre los ortodoncistas, sin embargo, sus aplicaciones clínicas no aseguran el éxito del tratamiento y garantizar su estabilidad es esencial al utilizarlos.

La estabilidad primaria de los microtornillos se produce por retención mecánica, y puede verse afectada por las características anatómicas del sitio de inserción, la proximidad de la raíz de una pieza dental, el diseño geométrico del microtornillo, la técnica utilizada para su colocación, la magnitud y tiempo de carga de la fuerza ortodóncica o la inflamación en el sitio luego de su colocación.

Con respecto a los sitios de colocación de microtornillos, podemos dividirlos en interradiculares y extrarradiculares. Estos dependen del sitio anatómico escogido y el diseño de la mecánica de tratamiento a utilizar. Dentro de los sitios extrarradiculares podemos mencionar la cresta infracigomática en la arcada superior y la región del shelf mandibular en la arcada inferior, siendo estos los más comúnmente utilizados.

Al analizar la anatomía de la mandíbula, el shelf mandibular se observa como una meseta o engrosamiento horizontal que se forma al nivel de la parte distal de los primeros molares y en la región del segundo molar inferior. Varios estudios indican que los microtornillos colocados en esta región son confiables como anclaje para realizar mecánicas de retracción del arco mandibular completo a fin de corregir apiñamientos severos o maloclusiones esqueléticas severas. Dentro de las mecánicas de tratamiento ortodóncico que se pueden realizar colocando microtornillos en el shelf mandibular podemos mencionar la distalización de los segmentos mandibulares posteriores, la intrusión de molares inferiores, la corrección del plano oclusal, el apoyo para cantilievers y la verticalización de molares, entre otros.

Según la literatura, el sitio con la anatomía más adecuada para la colocación de anclajes esqueléticos en la región de shelf mandibular se encuentra entre la primera y segunda molar inferior, ya que es el área más pronunciada y está recubierta por encía adherida. Esta zona puede tener variaciones de tamaño que dependen del biotipo facial del paciente. Al decidir colocar un microtornillo en esta área se puede determinar el sitio de colocación a través de palpación clínica, pero para poder determinarlo de mejor manera, la literatura sugiere confirmar la anatomía del área a través del análisis de una tomografía computarizada de haz cónico (CBCT, por sus siglas en inglés).

La combinación de un adecuado diseño de la mecánica de tratamiento, la toma de decisión del tamaño, configuración del microtornillo y, el correcto análisis clínico y tomográfico del sitio de colocación del microtornillo son factores claves para el éxito del tratamiento al utilizar dispositivos de anclaje temporal. Realizar estudios anatómicos detallados de los sitios de colocación de microtornillos permite a los clínicos conocer de mejor manera las características detalladas de estos, y el uso de imágenes tomográficas es indispensable para lograr este objetivo. Por tales razones, el presente estudio realizó la medición de anchura y altura de la región de la línea oblicua externa o shelf mandibular en tomografías computarizadas de haz cónico con el fin de determinar el sitio más adecuado para la colocación de microtornillos. Adicionalmente, evaluó la relación de las medidas con el biotipo facial, las diferencias entre hemiarquadas, y si existen diferencias anatómicas entre sexo masculino y femenino. Este estudio se realizó en una muestra de pacientes que acudieron a evaluación tomográfica al Departamento de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

2. JUSTIFICACIÓN

Uno de los factores a tomar en cuenta al decidir realizar una mecánica de tratamiento con microtornillos es el sitio de colocación. Evaluar adecuadamente la anatomía del sitio de colocación es importante para conocer las medidas del área y así escoger una zona de inserción para el microtornillo que nos permita realizar las mecánicas de tratamiento planificadas de manera efectiva.

Dentro de los sitios de colocación extra-alveolares encontramos la zona conocida como shelf mandibular o línea oblicua externa. La región del shelf mandibular se observa como una meseta o engrosamiento horizontal que se forma a nivel de la parte distal de los primeros molares y se extiende en dirección posterior hasta la región distal de los segundos molares inferiores. Este sitio para colocación de microtornillos resulta conveniente debido a que presenta una adecuada densidad y volumen de las corticales óseas. Al colocar microtornillos en esta área podemos realizar mecánicas de tratamiento como distalización de segmentos posteriores inferiores, intrusión de molares inferiores, corrección del plano oclusal, verticalización de molares, etc.^{1,2,3}

En diversos estudios se ha reportado la comparación de las mediciones anatómicas entre hemiarcadas derecha e izquierda, y entre sexo masculino y femenino; aunque la literatura reporta que no existen diferencias estadísticamente significativas en las características anatómicas del shelf mandibular al realizar estas comparaciones, se planteó efectuar las medidas de todas maneras con el fin de enriquecer la investigación.^{4,5}

De acuerdo con la literatura, la zona del shelf mandibular puede presentar variaciones de tamaño que dependen del biotipo facial del paciente. Esto quiere decir que en algunos pacientes podremos encontrar un shelf mandibular con anatomía bien definida, mientras que, en otros, encontraremos una zona vertical con ausencia de meseta horizontal. Partiendo de las variaciones de la anatomía del shelf mandibular con respecto al biotipo facial reportadas en la literatura, se evaluaron estas mismas características en la muestra a analizar.⁶

En general, la técnica de inserción de microtornillos en la región del shelf mandibular se lleva a cabo a través de palpación clínica, y casi siempre sin realizar ningún estudio tomográfico previo. El presente estudio demostró la importancia de la valoración tomográfica previa del sitio donde se colocará el microtornillo, para asegurar su colocación en el área más adecuada para el paciente.

Actualmente, los estudios que han hecho mediciones de la región del shelf mandibular se han realizado en su mayoría en poblaciones asiáticas y estadounidenses, algunos pocos en muestras de poblaciones de países latinoamericanos (México, Colombia y Brasil). Ante la ausencia de estudios realizados en población local, los valores obtenidos en dichos estudios han sido tomados como parámetros aplicables a la población guatemalteca y se han utilizado como referencia al tomar decisiones clínicas con respecto a los sitios de colocación de microtornillos. En la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala tampoco se han realizado estudios que evalúen y cuantifiquen las medidas de la región del shelf mandibular y permitan determinar un promedio que ayude a establecer la región más adecuada para la colocación de microtornillos. Por las razones antes expuestas, se planteó realizar el presente estudio para ayudar a los ortodoncistas guatemaltecos a tomar decisiones clínicas basadas en una muestra de la población local.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Determinar el sitio más adecuado para la colocación de microtornillos en la región del shelf mandibular es el primer paso para realizar una mecánica de tratamiento adecuada que nos permita lograr el objetivo específico propuesto para cada paciente. La adecuada selección del sitio de colocación del microtornillo es importante para que este tenga estabilidad primaria y sea capaz de resistir las fuerzas que se le apliquen durante el tiempo que se necesite.

En 2012 y 2016, Chang y Roberts realizaron estudios en población asiática en los cuales mencionaron el área del shelf mandibular entre primera y segunda molar inferior como una zona segura para la colocación de microtornillos. Estos autores reportaron que el sitio óptimo para la colocación de microtornillos extra-alveolares se encuentra en el área interproximal entre primera y segunda molar, de 5 a 7 mm de la cresta alveolar.⁴

En 2018, Elshebiny y colaboradores realizaron un estudio en pacientes estadounidenses para evaluar las mediciones de altura, anchura y profundidad de inserción para microtornillos en la región del shelf mandibular. Los autores concluyeron que la zona del shelf mandibular es adecuada para la colocación de microtornillos, principalmente en la región localizada distal al segundo molar permanente.⁷

Los estudios anteriormente mencionados fueron realizados en poblaciones con características morfológicas y anatómicas distintas a la población guatemalteca, por esta razón, aunque se han considerado como referencia para nuestra población, no es posible determinar al 100% su aplicabilidad al tomar decisiones clínicas.

En 2021, Escobar-Correa y colaboradores realizaron un estudio para evaluar las características del shelf mandibular bucal en población colombiana, utilizando CBCT.⁸ El objetivo del estudio era evaluar la angulación, profundidad y anchura del shelf mandibular, y correlacionar estas medidas con la edad, el sexo y los patrones faciales sagital y vertical, además de determinar el sitio óptimo para la inserción de microtornillos. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: 1) no se encontró diferencia significativa en las mediciones al

comparar ambas hemiarquadas; 2) los valores aumentaron progresivamente de la región anterior a la posterior y fueron significativamente menores a nivel de la raíz mesial del primer molar, y mayores a nivel de la raíz distal del segundo molar; 3) no se encontraron diferencias significativas en las mediciones de acuerdo al sexo de la población; 4) con respecto al patrón facial sagital, los pacientes Clase III mostraron valores más altos que los Clase I y II; y 5) con respecto al patrón facial vertical, los valores tendieron a ser mayores en pacientes con ángulo bajo, aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Los autores concluyeron que todas las mediciones realizadas aumentaban progresivamente de mesial de primera molar a distal de segunda molar inferiores, y que la región localizada al nivel de la raíz distal del segundo molar era la más apta para la colocación de microtornillos en el shelf mandibular. Además, concluyeron que los pacientes Clase III y con patrones verticales de ángulo bajo presentaban mejores características óseas en la región del shelf mandibular. Por haber sido realizado en una muestra de una población proveniente de un país latinoamericano, este estudio sirve de referencia para la población guatemalteca, ya que la población colombiana presenta características morfológicas y anatómicas similares.

Actualmente no se han realizado estudios que evalúen las medidas de anchura y altura de la región del shelf mandibular en una muestra de la población guatemalteca para determinar el sitio más adecuado para la colocación de microtornillos en dicha región y realizar comparaciones entre las mediciones con respecto a las hemiarquadas derecha e izquierda, sexo de los pacientes y biotipo facial.

3.1. Formulación del problema

PREGUNTA PRINCIPAL

- ¿Cuáles son las dimensiones de anchura y altura de la línea oblicua externa o shelf mandibular?

PREGUNTAS ESPECÍFICAS

- ¿Existen diferencias estadísticamente significativas entre las dimensiones de anchura de la línea oblicua externa según el sexo y biotipo facial?

- ¿Existen diferencias estadísticamente significativas entre las dimensiones de altura de la línea oblicua externa según el sexo y biotipo facial?
- ¿Existen diferencias estadísticamente significativas entre las dimensiones de anchura y altura de la línea oblicua externa entre las hemiarquadas derecha e izquierda?

Se intentó resolver el problema y responder las preguntas de investigación analizando una serie de CBCT de pacientes que acudieron a evaluación tomográfica al Departamento de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el periodo comprendido entre los años 2019 y 2021.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes

Gainsforth y Higley (1945) fueron los primeros autores que mencionaron el uso de anclaje esquelético en ortodoncia, utilizaron tornillos de vitalio colocados en el borde anterior de la rama mandibular de perros para realizar el movimiento de retracción de caninos superiores.^{9,10}

En 1983, Creekmore y Eklund mencionaron que, con el uso de tornillos, pines u otros aditamentos removibles anclados a los maxilares, se podrían aplicar fuerzas para producir movimiento en cualquier dirección sin los efectos adversos de las fuerzas recíprocas. Las fuerzas ortopédicas se podrían aplicar directamente a los maxilares a través del anclaje esquelético en lugar de utilizar anclaje dental. También mencionaron que a través del uso de anclaje esquelético se podría reducir el uso de fuerzas extraorales y la realización de extracciones dentales con fines terapéuticos.^{10,11}

En 1985, Kokich y colaboradores reportaron un caso clínico donde utilizaron como fuente de anclaje absoluto una pieza primaria anquilosada, la cual se empleó para protraer el maxilar en un paciente con retrusión maxilar severa. Este reporte de caso resultó un claro ejemplo de las posibilidades del uso del anclaje esquelético.^{10,12}

En 1988, Shapiro y Kokich advirtieron el uso de implantes endo-óseos en ortodoncia para proporcionar anclaje a las piezas dentales y a los movimientos ortodóncicos. Informaron su utilización como medio de anclaje y como anclaje esquelético en pacientes parcialmente edéntulos, para modificar el crecimiento facial.^{13,14}

En 1990, Roberts y colaboradores reportaron un caso clínico en el cual se utilizó un implante esquelético endo-óseo como método de anclaje intraoral para realizar movimientos de intrusión y mesialización de segundo y tercer molar inferiores izquierdos hacia el espacio de primer molar, con tres años de seguimiento satisfactorio.^{15,16}

Block y Hoffman, en 1995, desarrollaron el uso de *onplants* en el maxilar, utilizando un aparato que requería un abordaje con anclaje indirecto y necesitaba tiempo para su biointegración a fin de realizar la carga de fuerzas. La mayor desventaja de este abordaje era la invasión quirúrgica extensa que necesitaba antes y después del tratamiento.^{13,17}

En 1996, Kokich realizó un reporte de varios casos clínicos exitosos al utilizar implantes como medio de anclaje durante el tratamiento ortodóncico. Mencionó que, previa planificación interdisciplinaria con el rehabilitador oral, los implantes que se iban a colocar para reponer piezas perdidas se podían utilizar como medio de anclaje para realizar diferentes movimientos ortodóncicos como mesialización, distalización, intrusión y extrusión.^{13,18}

Wehrbein y colaboradores, en 1999, introdujeron un sistema de anclaje palatino que fue lanzado con el nombre comercial de *Orthosystem*. Este sistema se basaba en un anclaje indirecto que unía un implante de 3.3 mm de diámetro a las piezas dentales con un arco transpalatino.^{13,19}

Durante estos años, varios autores publicaron investigaciones que mencionaban la posibilidad de utilizar implantes quirúrgicos como métodos de anclaje ortodóncico, pero presentaban limitaciones anatómicas, dificultades en la dirección de aplicación de las fuerzas ortodóncicas, imposibilidad de realizar mecánicas de carga inmediata, tiempo de espera para su oseointegración y complicaciones postquirúrgicas.^{13,20}

Kanomi, en 1997, describió por primera vez un mini-implante diseñado específicamente para uso ortodóncico. Este mini-implante era bastante pequeño, y su tamaño permitía su colocación en cualquier área del hueso alveolar, su procedimiento de colocación era fácil de realizar por el ortodoncista, tenía pocas complicaciones para el paciente luego de su colocación y era fácil de remover posterior a su utilización.^{20,21,22}

En 1998, Costa y colaboradores describieron un tipo de microtornillo con la cabeza parecida a un bracket, que podía utilizarse tanto para anclaje directo como para anclaje indirecto. Estaba diseñado para soportar la carga de fuerzas aplicadas inmediatamente después de su inserción.²¹

En el año 2001, Park, en Corea, publicó un libro ilustrado con una amplia variedad de casos donde se utilizó anclaje esquelético con microtornillos que atrajo la atención de muchos ortodoncistas. El mismo año, Park y colaboradores publicaron un reporte de caso de un paciente con biprotusión maxilar severa tratado con anclaje absoluto proporcionado por microtornillos, a los que llamaron microimplantes. A partir de entonces, aparecieron varios artículos acerca de la implementación de diferentes tipos de microtornillos de uso exclusivo para ortodoncia y sitios de colocación.²²

Desde que se inició la utilización de microtornillos como método de anclaje en ortodoncia, fueron colocados con frecuencia en diferentes sitios del proceso alveolar y en áreas interradiculares. Autores como Chang, Park, Almeida y otros propusieron nuevos sitios extra-alveolares para la colocación de microtornillos. Estos autores recomendaron sitios en la cresta infracigomática y en la región del shelf mandibular para ser tenidos en cuenta en varias terapias ortodóncicas que requieren sistemas de anclaje seguros y eficientes.²³

Chang y Roberts, en 2012, propusieron el shelf mandibular como un sitio adecuado para la colocación de dispositivos de anclaje extra-alveolar, con el fin de realizar mecánicas de retracción completa del arco mandibular para abordar casos de apiñamiento severo y, algunos casos de maloclusiones esqueléticas, sin realizar extracciones o cirugía ortognática. En este estudio se menciona el área del shelf mandibular localizada entre la primera y segunda molares inferiores como una zona segura para la colocación de microtornillos de 2x12 mm. El estudio también valora el índice de fracaso de los microtornillos colocados en el shelf mandibular y la diferencia entre colocarlos en encía adherida y mucosa móvil. Los autores determinaron que, en términos de estabilidad y tasa de fracaso, no existe diferencia, sin embargo, se prefiere la inserción en mucosa móvil debido a que permite el acceso a mayor volumen óseo, más facilidad de colocación y mayor comodidad para el paciente, sin sacrificar la estabilidad.⁴

Estos mismos autores, en 2016, realizaron un estudio tridimensional utilizando imágenes obtenidas de CBCT para evaluar la orientación de la plataforma esquelética y la cantidad de tejido óseo disponible para la colocación de microtornillos el shelf mandibular. El propósito del estudio era cuantificar la anatomía ósea de la región del shelf mandibular en doce pacientes Clase III. Esta cuantificación se realizó sobre la base de: 1) la angulación de la meseta de hueso; 2) el ancho del hueso cortical medido vertical a la superficie de la molar (Figura 1); y 3) la cantidad de hueso cortical remanente en la interfase entre la pieza dental y el microtornillo colocado lateral a las raíces dentales y perpendicular al plano oclusal. En este estudio se realizó la medición de la anchura de la cortical ósea adyacente a la primera y segunda molar trazando líneas de referencia en mesial, medial y distal de cada una de las molares, y una en la región interradicular. Se escogieron siete sitios que fueron evaluados en cortes frontales del CBCT de mesial de primera molar a distal de segunda molar (Figura 2). Los autores encontraron que el shelf mandibular se va aplanando de manera progresiva en dirección anteroposterior, y que el sitio óptimo para la colocación de microtornillos extra-alveolares se encuentra en el área interproximal entre primera y segunda molar, de 5 a 7 mm de la cresta alveolar.²⁴

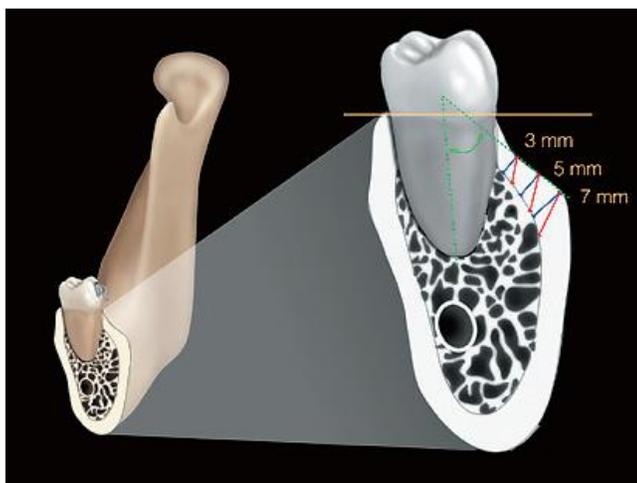


Figura 1: El ángulo del shelf mandibular se midió relativo a la inclinación axial del molar adyacente. El grosor del hueso se midió a 3, 5 y 7 mm de la cresta alveolar. El ancho de la cortical se midió perpendicular (líneas azules) y a un ángulo de 30° de la superficie ósea (líneas rojas).³

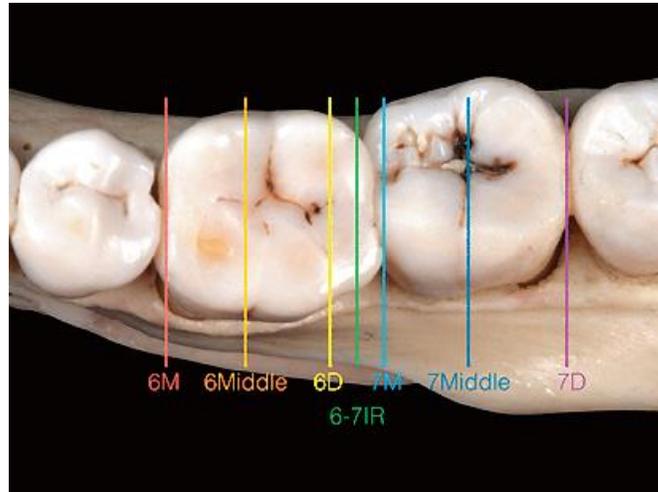


Figura 2: Áreas utilizadas para realizar la medición en los cortes frontales del CBCT.³

Elshebiny, Palomo y Baumgaertel, en su publicación de 2018, evaluaron anatómicamente en CBCT la región del shelf mandibular como sitio de colocación para microtornillos a través de cuatro variables: grosor de la cortical ósea, anchura del hueso, profundidad disponible para la inserción y proximidad del nervio bucal al microtornillo ya inserto. Para realizar las mediciones se tomaron como puntos de referencia la cúspide distobucal del primer molar y, las cúspides mesiobucal y distobucal del segundo molar. El ancho del hueso en el shelf mandibular se determinó como la totalidad de hueso disponible de bucal a lingual, partiendo del punto más bucal del hueso alveolar hasta llegar a la raíz del molar. Las mediciones se realizaron tomando como puntos de referencia verticales dos zonas localizadas en las raíces a 4 y 8 mm desde la unión cemento-esmalte (UCE). En este estudio, que utilizó un nivel de significancia de $P \leq 0.05$, se encontró una distribución normal de la muestra (según la prueba de Shapiro-Wilk); para asegurar la adecuada obtención de resultados, la muestra se analizó dos veces con un periodo de dos meses de diferencia. Se utilizó el análisis de varianza para evaluar la influencia del sitio y el nivel de medición sobre el ancho de hueso cortical, el grosor del hueso de la porción bucal del shelf mandibular y la cantidad de integración del hueso con el microtornillo. Se utilizó la prueba de Tukey post hoc para evaluar otras interacciones entre variables. Dentro de los resultados que obtuvieron podemos mencionar: 1) que el hueso cortical es típicamente más grande a nivel de la cúspide distobucal del segundo molar; y 2) que el ancho de hueso es mayor en la región de la cúspide distobucal del segundo molar medido a 8 mm de la UCE. A través de estas mediciones, los autores concluyeron que la zona del shelf mandibular es

adecuada para la colocación de microtornillos, principalmente en la región localizada distal al segundo molar permanente.³⁸

En 2021, Escobar-Correa y colaboradores realizaron un estudio para evaluar las características del shelf mandibular bucal en población colombiana, utilizando CBCT. El objetivo del estudio era evaluar la angulación, profundidad y anchura del shelf mandibular y correlacionar estas medidas con la edad, el sexo, y los patrones faciales sagital y vertical, además de determinar el sitio óptimo para la inserción de microtornillos. Realizaron un estudio descriptivo retrospectivo en 34 pacientes, evaluando en las imágenes del CBCT la angulación, profundidad y grosor del shelf mandibular, utilizando como punto de referencia la UCE; las mediciones las realizaron al nivel de las raíces mesial y distal de primero y segundo molar inferior. La medición de profundidad apicocoronal se realizó midiendo el hueso cortical y medular vestibular, trazando dos líneas horizontales de referencia desde la UCE, a 4 y 6 mm, paralelas al eje Y marcado en la tomografía. A partir de cada punto se trazó una línea vertical hasta el punto más externo en el hueso, realizando la medición. El grosor o anchura ósea se midió trazando dos líneas de referencia verticales desde la UCE, una a 6 mm y la otra a 11 mm, paralelas al eje Z marcado en la tomografía. Luego se trazaron dos líneas horizontales perpendiculares a cada punto, y se realizó sobre estas últimas la medición. Después de la recolección de datos, se utilizaron métodos estadísticos descriptivos (media y desviación estándar) para resumir los datos de las mediciones. Antes de realizar el análisis comparativo, se evaluó la distribución de normalidad a través de la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para determinar la variabilidad en las características óseas del shelf mandibular, se compararon los valores de angulación, profundidad y grosor entre las hemiarcadas derecha e izquierda, y entre pacientes de sexo masculino y femenino. La comparación se llevó a cabo con la prueba de t-Student para muestras independientes. Con el análisis de varianza (ANOVA) se compararon las medidas de acuerdo a su localización anatómica, los rangos de edad y los patrones faciales sagital y vertical. Cuando los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias estadísticamente significativas, se realizó la prueba de Tukey post-hoc, y el valor de $P < 0.05$ se utilizó para determinar la significancia. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: 1) no se encontró diferencia significativa en las mediciones al comparar ambas hemiarcadas; 2) los valores aumentaron progresivamente de la región anterior a la posterior, y fueron significativamente menores a nivel de la raíz mesial del primer molar y mayores a nivel de la raíz distal del segundo molar; 3) no se encontraron diferencias significativas en las mediciones

de acuerdo al sexo de la población; 4) los valores más altos se encontraron en los rangos de edad de 16-24 años; 5) con respecto al patrón facial sagital, los pacientes Clase III mostraron valores más altos que los Clase I y II; y 6) con respecto al patrón facial vertical, los valores tendieron a ser mayores en pacientes con ángulo bajo, aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Los autores concluyeron que todas las mediciones realizadas aumentaban progresivamente de mesial de primera molar a distal de segunda molar inferiores, y que la región localizada a nivel de la raíz distal del segundo molar era la más apta para la colocación de microtornillos en el shelf mandibular. Además, concluyeron que los pacientes Clase III y con patrones verticales de ángulo bajo presentaban mejores características óseas en la región del shelf mandibular.⁸

Durante el mismo año, Matías y colaboradores realizaron un estudio cuyo objetivo era identificar las áreas óptimas para la inserción de microtornillos extra-alveolares en la cresta infracigomática y el shelf mandibular en pacientes con diferentes patrones craneofaciales, utilizando el CBCT. Los autores realizaron un estudio transversal cuya muestra incluyó 78 pacientes del archivo digital de una práctica privada. Luego de aplicar los criterios de exclusión, se dividió la muestra en tres grupos de acuerdo a los patrones faciales determinados por el índice VERT de Rickets, obteniendo 15 pacientes clasificados como braquifaciales, 15 pacientes clasificados como mesofaciales y 15 pacientes dólicofaciales. Realizaron las mediciones en la región del shelf mandibular, estandarizando la posición de la tomografía en la vista sagital de acuerdo al plano oclusal funcional (el cual es una línea que une un punto que cruza las superficies oclusales de los primeros molares superior e inferior, y el punto donde se intercuspidizan los primeros premolares; de esta manera, la imagen se posiciona paralela al piso). Las mediciones se efectuaron en las siguientes áreas mandibulares bucales: la proyección de la raíz distal de la primera molar mandibular del lado derecho e izquierdo, la proyección de la raíz mesial de la segunda molar del lado derecho e izquierdo, y la proyección de la raíz distal de la segunda molar mandibular del lado derecho e izquierdo. Para cada diente, la línea de referencia vertical del software para visualizar el CBCT se posicionó a nivel de la UCE, y se trazó una línea de referencia vertical perpendicular desde el punto localizado en dicha unión. La medición del grosor total del hueso bucal se realizó a partir de dos líneas horizontales trazadas desde la línea de referencia vertical hasta el borde externo del hueso cortical. Estas líneas se trazaron a una distancia de 4 y 8 mm desde la UCE. La normalidad de la distribución de los datos se examinó utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se

recurrió al análisis de varianza (ANOVA) para comparar los grupos según la edad. La distribución de acuerdo a la variable sexo se evaluó utilizando la prueba de chi-cuadrado, y las comparaciones intergrupo de los hallazgos del CBCT se realizaron con el método ANOVA y la prueba de Tukey. Los resultados obtenidos de las mediciones en la región del shelf mandibular mostraron que el grosor del hueso bucal aumenta de la región anterior a posterior. Con respecto a la diferencia del grosor óseo en el área según los patrones faciales, se esperaba encontrar diferencias entre estos, además de valores mayores para los patrones de ángulo bajo; sin embargo, los sujetos con patrones faciales de ángulo alto y bajo presentaron valores similares, y los de patrón mesofacial presentaron valores menores. El estudio concluyó que el patrón facial tiene influencia, pero no es determinante para la disponibilidad de hueso para la colocación de microtornillos en la región del shelf mandibular.⁵

4.2. Anclaje en Ortodoncia

Proffit define el término anclaje como la “resistencia a un movimiento dental no deseado”.²⁵ En otras palabras, el ortodoncista coloca aparatología con el objetivo de producir los movimientos dentales que ha planificado según sus objetivos de tratamiento propuestos, los cuales serían los “movimientos deseados”. Pero, para cada movimiento deseado existe un movimiento de reacción igual y opuesto que puede causar “movimientos no deseados” en otros dientes. Por consiguiente, el anclaje se explica como cualquier medio que ejerza resistencia a estas fuerzas de reacción y que evite que se produzcan los movimientos no deseados.

Uribe define anclaje como “la habilidad de asegurar, sostener y prevenir el movimiento de un diente o grupo de dientes, mientras otros se mueven”.²⁶ Las diferentes mecánicas en ortodoncia tienen reacciones no deseadas en sentido contrario al movimiento que se está realizando, las cuales pueden limitarse de forma efectiva utilizando distintos medios.

El anclaje en ortodoncia está basado en la Tercera ley de Newton o “Ley de Acción y reacción”, la cual enuncia que toda acción o fuerza genera una reacción de igual magnitud, pero en sentido contrario. Cuando se realizan movimientos en un diente o grupo de dientes utilizando diferentes sistemas mecánicos, estos son anclados a otros dientes que también se mueven.

El anclaje en ortodoncia se trabaja y diseña con base en el conocimiento de esta ley, y el análisis y las aplicaciones más importantes se hacen mediante el análisis del equilibrio estático. El anclaje se logra a través de la habilidad para elaborar sistemas de fuerza apropiados y analizar los principios básicos de la mecánica para controlar los efectos no deseados en otros dientes. Si se tiene conciencia de los movimientos dentales que se producirán en el área de acción, se pueden diseñar y construir sistemas de fuerza que sean contrarios y no permitan movimientos en el área de reacción, y de esta manera conseguir el anclaje.²⁶

El control de anclaje es uno de los aspectos clave del tratamiento activo de ortodoncia, y desempeña un papel primordial en el manejo de los casos que permite lograr adecuados resultados estéticos y estructurales. Dentro de las técnicas clínicas que podemos mencionar para incrementar el anclaje, encontramos: agrupar varios dientes en el punto desde el cual aplicaremos la fuerza, realizar dobleces para obtener anclaje en la región posterior y así limitar los movimientos de inclinación, utilización de elásticos intermaxilares, utilización de fuerzas extraorales y, más recientemente, la utilización de dispositivos de anclaje temporal como microtornillos o placas corticales.^{23,26}

Lograr el anclaje máximo o absoluto siempre ha sido un objetivo complejo para los ortodontistas; el efecto llamado “pérdida de anclaje” suele ser un resultado frecuente. En años recientes, los microtornillos han ganado mucha popularidad y se considera que proveen un anclaje esquelético absoluto para realizar mecánicas ortodóncicas. Sin embargo, las aplicaciones clínicas de los microtornillos no garantizan el éxito del tratamiento, y asegurar su estabilidad es esencial antes de utilizarlos para las diferentes modalidades de este. En la literatura se ha reportado una gran variación en las tasas de éxito de los microtornillos, que oscila entre un 35% y un 95%. La efectividad de los microtornillos usualmente depende de la medida en que se integra (tanto mecánica como biológicamente) con los tejidos circundantes (hueso, encía y mucosa palatina).

Con el uso de los microtornillos se ha abierto un abanico más amplio de posibilidades de tratamiento, y es posible corregir maloclusiones que en el pasado solo podían tratarse a través

de la cirugía ortognática de una manera efectiva y a un costo menor. Además, el uso de anclajes esqueléticos facilita movimientos intrusivos y extrusivos de molares e incisivos, y la distalización de molares, movimientos que con ortodoncia convencional son muy difíciles de realizar.^{23,27}

4.2.2. Propósitos de los aparatos de anclaje

Los aparatos de anclaje se colocan para lograr los siguientes objetivos:

- Conservar el ancho transversal y el perímetro de las arcadas dentales.
- Corregir rotaciones dentales individuales sin afectar la posición de otras piezas dentales.
- Servir de sostén anteroposterior para corregir asimetrías.
- Ayudar a mantener el nivel del plano oclusal.
- Aumentar la resistencia a movimientos no deseados de las unidades en el área de reacción.
- Mantener la distancia intercanina
- Mantener la distancia intermolar.
- Prevenir movimientos de inclinación y rotación de los molares al realizar mecánicas de cierre de espacios.
- Evitar la mesialización de los molares.

4.2.3. Técnicas clínicas para incrementar el anclaje

En la práctica profesional existen diversas acciones que buscan aumentar la eficiencia del anclaje. Entre ellas:

- Agrupar la mayor cantidad de dientes en el área de reacción.
- Realizar dobleces en los arcos que produzcan anclaje posterior y limiten los movimientos de inclinación.
- Usar elásticos intermaxilares.
- Utilizar fuerzas de anclaje extraoral.
- Utilizar microtornillos y placas de anclaje temporal.

4.2.4. Tipos de anclajes

Los tipos de anclajes en Ortodoncia guardan relación con el tratamiento que se lleve a cabo y responden a las características del caso, en favor de los resultados deseados.

- a. Movimiento dental recíproco: en una situación de movimiento recíproco se aplican fuerzas iguales a los dientes y a los segmentos de arcada, que se distribuyen de manera uniforme en el ligamento periodontal.²⁵ El anclaje recíproco se produce cuando dos o más dientes se mueven en direcciones opuestas, pero con igual resistencia.²⁶
- b. Anclaje simple: es cuando se produce inclinación en el diente o dientes de anclaje como respuesta a la fuerza aplicada para mover otros.
- c. Anclaje estacionario: los dientes de anclaje se mueven en cuerpo, y en el área de reacción los dientes se inclinan hacia el espacio.
- d. Anclaje dinámico: se produce cuando se aplican momentos diferenciales, los cuales son una estrategia mecánica eficiente en la cual se realizan dobleces de inclinación con diferente magnitud en los dos extremos. Esta técnica desestabiliza el comportamiento de un segmento con respecto al otro y facilita el movimiento de uno de los dos.
- e. Anclaje reforzado: se produce al unir varios dientes para que actúen como uno solo.

- f. Anclaje cortical: mueve las raíces de los dientes hacia la tabla cortical vestibular, enfrentándolas con esta, produciendo anclaje debido a que la tabla cortical es más resistente a los procesos de reabsorción ósea que ocurren al realizar movimientos ortodóncicos.
- g. Anclaje intermaxilar: para conseguir este tipo de anclaje se utilizan elásticos intermaxilares con distintos tipos de vectores de aplicación de fuerza, con el objetivo de impedir el movimiento dental en el punto de aplicación.
- h. Dispositivos de anclaje temporal: se consigue utilizando aparatología que incrementa la resistencia al movimiento. Los dispositivos de anclaje temporal pueden ser extra o intraorales. Entre ellos, podemos mencionar el arco extraoral, la barra transpalatina, el botón de Nance y el arco lingual.²⁶
- i. Anclaje absoluto: es proporcionado por estructuras diferentes a las piezas dentales que permiten realizar movimientos sin efectos secundarios en otras piezas distintas a las que se están moviendo. Este anclaje se consigue a través de dispositivos colocados en hueso. Actualmente, los más utilizados son los microtornillos y las placas corticales.²⁵

4.3. Comparación entre los métodos tradicionales de anclaje y los microtornillos

Dentro de los métodos tradicionales utilizados para proveer anclaje máximo durante el tratamiento de ortodoncia, podemos mencionar el arco transpalatino, el arco extraoral, el botón de Nance, los elásticos intermaxilares y la aplicación de momentos diferenciales en múltiples dientes en el segmento de anclaje. Sin embargo, la eficiencia en la utilización de estos métodos de anclaje se ve comprometida por factores tales como la necesidad de colaboración por parte del paciente, diseños complicados en la elaboración de la aparatología y lo complejo que puede resultar realizar dobleces en el alambre. Además, los factores antes mencionados se han asociado con la pérdida de anclaje, que afecta directamente los resultados del tratamiento.^{3,23}

Los microtornillos y miniplacas se han utilizado para superar las deficiencias en los métodos tradicionales, principalmente para aquellos casos que requieren un manejo absoluto del anclaje; estos dispositivos de anclaje temporal son colocados a nivel óseo y, por lo tanto, no permiten ningún movimiento dental innecesario, por lo que proveen un anclaje absoluto.^{3,28} Los microtornillos ofrecen un anclaje óseo estable y superan los problemas de pérdida de anclaje que ocurren al realizar mecánicas de cierre de espacios por extracción con métodos de anclaje tradicionales.²⁹

Se han realizado diversos estudios para comparar los distintos métodos de anclaje tradicional con el anclaje proporcionado por los microtornillos. Así mismo, en la literatura podemos encontrar distintas revisiones sistemáticas publicadas que analizan los resultados de estos estudios.

En 2017, Xu y Xie evaluaron catorce publicaciones que comparaban los efectos de los microtornillos como unidades de anclaje con los métodos convencionales en pacientes con protrusión dentoalveolar maxilar. Concluyeron que la utilización de anclaje con microtornillos fue más efectiva para la retracción de dientes anteriores y que se produjo menor pérdida de anclaje al realizar este tipo de movimiento.²⁹

Liu y colaboradores (2020) realizaron una revisión sistemática para comparar la efectividad clínica de los microtornillos y los aparatos de anclaje convencional utilizados para reforzar el anclaje en pacientes con maloclusión Clase I o II con biprotrusión. Concluyeron que los microtornillos eran más efectivos que los métodos convencionales en minimizar la mesialización de molares al realizar mecánicas de retracción máxima de los dientes anteriores, y que al utilizarlos se aumentó el grado de retracción de dientes anteriores.³

Liu y colaboradores, en su estudio del 2019, mencionan la efectividad del uso de microtornillos en el shelf bucal para la realización de mecánicas de distalización en masa para pacientes con maloclusión Clase III y casos de apiñamiento severo anteroinferior. También explican la dificultad que representaba la realización de este tipo de mecánicas previo al advenimiento de

los microtornillos, y los resultados exitosos que se obtienen al realizar distalización en la arcada inferior.³⁰

4.4. Generalidades sobre los microtornillos

Actualmente, los microtornillos son ampliamente utilizados en la práctica clínica ya que ofrecen múltiples ventajas. Son pequeños, su colocación y remoción son relativamente simples, y su costo es bajo. En la mayoría de los casos, los pacientes no experimentan mucha incomodidad luego de su colocación, y se pueden cargar de manera inmediata.

Los microtornillos pueden fracasar luego de seis meses de su implantación. La tasa de fracaso de los primeros reportes indicaba una variación de 0 a 40,8%.²⁷ Sin embargo, en publicaciones más recientes se ha reportado una tasa de fracaso de 13,5 a 14%.²⁷ La mejora en la tasa de éxito de los microtornillos en la práctica diaria es muy importante, ya que aumenta la eficiencia del tratamiento clínico, elimina la carga asociada con la necesidad de que el ortodoncista reinserte el microtornillo, y aumenta la satisfacción postratamiento del paciente, minimizando su incomodidad.

Los microtornillos comúnmente utilizados en ortodoncia son de acero inoxidable, pueden tener de 5 a 17 mm de longitud y de 1 a 2,3 mm de diámetro; además, pueden ser de forma cónica, cilíndrica o mixta. Se ha reportado que, aunque solo un 5% del microtornillo esté en contacto con el hueso, es suficiente para soportar las fuerzas ortodóncicas.³¹

La estabilidad primaria del microtornillo se da por retención mecánica como resultado de un estado de tensión-compresión generado por la interfase hueso-tornillo. Dicha estabilidad puede verse afectada por las características anatómicas del sitio de inserción, la proximidad de la raíz de una pieza dental, el diseño geométrico del tornillo, la inflamación del sitio de colocación, la técnica utilizada por el operador, y la magnitud y tiempo de carga de la fuerza ortodóncica.

Aunque la tasa de fracaso de los microtornillos no se ha relacionado a características como sexo, edad o un lado en particular de la boca del paciente, sí se ha correlacionado a ciertas características anatómicas de los maxilares. Se ha reportado que los pacientes con ángulo del plano mandibular alto son más propensos al fracaso de los microtornillos, debido que presentan menor densidad ósea y a que el hueso cortical es más delgado que el que se encuentra en pacientes con distinto patrón vertical. Algunos estudios han reportado que el grosor la cortical ósea bucal en la región de primer molar mandibular, es menor en pacientes que tienen un ángulo del plano mandibular alto. Además, se ha reportado mayor porcentaje de fallos en los microtornillos que se colocan en mandíbula que los que se colocan en el maxilar.³¹

Debido a que la cortical ósea de la mandíbula es más gruesa que en el maxilar, la estabilidad primaria puede ser mayor; pero debido a que en esta área se necesita mayor torque de inserción, el microtornillo tiende a causar necrosis del hueso circundante, que resulta en un aumento del tiempo de cicatrización y menor estabilidad secundaria.

Otro factor importante para minimizar la tasa de fracaso es mantener una adecuada higiene luego de la colocación del microtornillo.³¹ Dado que el vestíbulo de la mandíbula es más estrecho que el del maxilar, es difícil para el paciente realizar una higiene adecuada. Como consecuencia, esta área es vulnerable a inflamación e infección en el tejido blando. La inflamación del tejido circundante al microtornillo puede causar pérdida de hueso, lo que producirá que el tornillo se mueva.

4.5. Características principales de los microtornillos

- Están diseñados para colocarse en zonas específicas del maxilar o la mandíbula y se seleccionan tomando en cuenta el sistema de fuerza que se planea utilizar y las características del hueso disponible en la zona donde se colocarán.
- No requieren un periodo de espera para su óseo-integración, por lo cual se les puede aplicar fuerzas de manera inmediata.

- Los tornillos se fabrican de varios diámetros y longitudes.
- Son elaborados principalmente de acero inoxidable de uso quirúrgico y, en algunos casos, de titanio.
- Al ser dispositivos de uso temporal, solo permanecen en boca mientras se logra el objetivo planeado.^{2,13,27}

4.5.1 Características físicas de los microtornillos

Los microtornillos tienen dos partes principales: la cabeza y el cuerpo. Este último, conformado por la parte activa y el perfil transmucoso.²

1. Cabeza: puede tener diversas formas y aplicaciones que permiten acoplar la aparatología necesaria según la biomecánica requerida. Podemos encontrar microtornillos con cabeza con corte transversal, cabeza con agujero para inserción de distintos aditamentos, cabeza con aditamento tipo “hook”, cabeza de hongo y cabeza con forma de bracket.^{2,13}
2. Cuerpo: generalmente, los microtornillos poseen forma cónica. El cuerpo tiene tres partes que son: cuerpo roscado o roscas, perfil transmucoso o collar transgingival y punta activa. Los diámetros más utilizados van desde 1,3 a 2,7 mm y la longitud del cuerpo va desde los 3 hasta los 30 mm. La punta activa puede ser autoperforante, lo que significa que no necesita de una perforación previa para su inserción y depende de la geometría de los filetes de las roscas y la forma cónica del microtornillo. La distancia entre los filetes de la rosca presente en el cuerpo del microtornillo se conoce como paso de rosca. Como regla general, el paso de rosca del microtornillo debe ser inversamente proporcional a la densidad ósea del área donde se colocará.^{2,13}
3. Perfil transmucoso o collar transgingival: se refiere a la parte del microtornillo que, al no tener roscas, no se inserta dentro del hueso y queda en contacto con la mucosa del sitio de colocación. Suele tener diferentes medidas y formas que le permiten adaptarse a los diferentes grosores y tipos de mucosa. Existen perfiles con forma cilíndrica (que son los más comunes), cónica, hexagonal u octogonal. Su longitud puede variar desde

1 hasta los 20 mm. La selección de la longitud del perfil transmucoso a utilizar va a depender del tipo de mucosa que recubre la estructura ósea donde se colocará el microtornillo, y de la vía de inserción o procedimiento para su colocación.²

4.6. Anatomía mandibular

4.6.1 Mandíbula

Es un hueso irregular cuya forma es semejante a una herradura. Es el hueso más grande y fuerte de la cara. Presenta un cuerpo y dos ramas ascendentes. El cuerpo de la mandíbula tiene forma de U y exhibe dos caras externas y una interna, un borde superior o porción alveolar, y un borde inferior o base. Las ramas ascendentes de la mandíbula son unas láminas óseas más o menos cuadriláteras que poseen dos caras, una externa y otra interna, y tres bordes: anterior, superior y posterior. En los bordes superiores de las ramas ascendentes de la mandíbula encontramos el cóndilo, la escotadura sigmoidea y la apófisis coronoides. El cuerpo de la mandíbula es más grueso que las ramas. Sus partes más gruesas se encuentran al nivel de la línea milohioidea y la línea oblicua externa (Figuras 3 y 4).^{19,23}

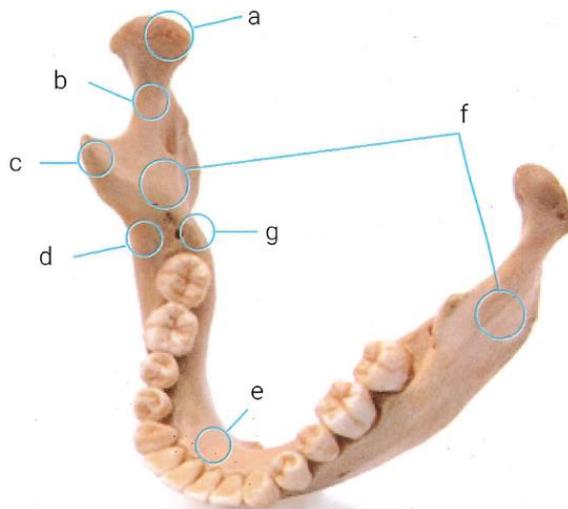


Figura 3: a) Cóndilo mandibular, b) escotadura sigmoidea, c) apófisis coronoides, d) línea oblicua externa, e) cuerpo mandibular, f) ramas mandibulares, g) línea oblicua interna.²

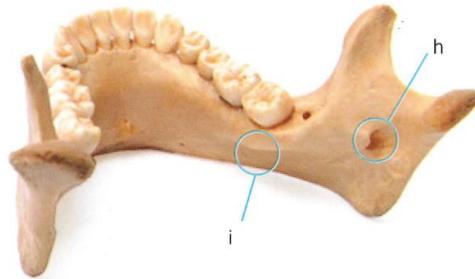


Figura 4: h) LÍngula y orificio superior del conducto mandibular, i) línea milohioidea.²

En la mandíbula podemos encontrar cinco zonas apropiadas para la colocación de anclajes esqueléticos o microtornillos, dispuestas a lo largo de los contrafuertes mandibulares transversal y transversal inferior. Estas zonas son:

- Reborde alveolar
- Sínfisis y eminencia mentoniana
- Línea oblicua externa o shelf mandibular
- Área retromolar
- Triángulo retromolar²

4.6.2. Shelf mandibular o línea oblicua externa

La línea oblicua externa corresponde al borde anterior y externo de la rama mandibular. Es un área bien definida y ancha al nivel del tercer y segundo molar inferior, y de allí se dirige hacia abajo y adelante hasta terminar como una línea muy delgada, por debajo del proceso alveolar de los primeros molares inferiores. La meseta horizontal que se forma en la zona ensanchada al nivel de los segundos molares inferiores y distal de los primeros es conocida como shelf mandibular (Figura 4).¹⁹

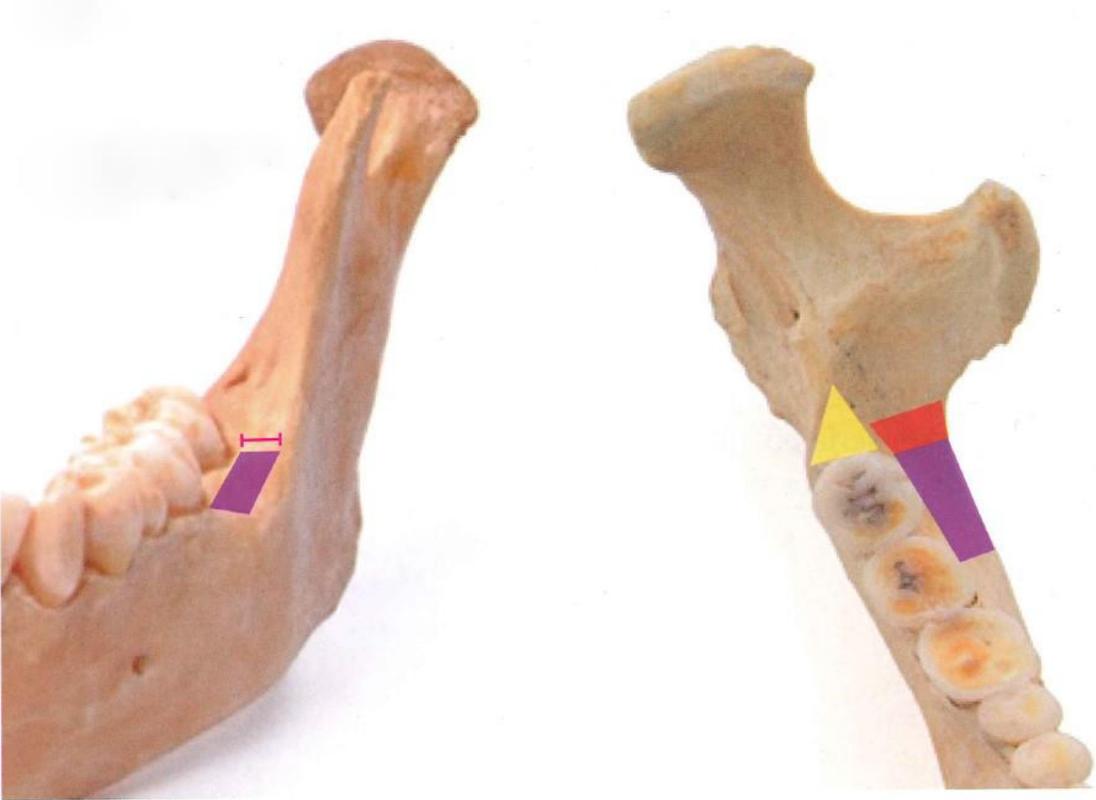


Figura 5: Vistas frontal y superior del shelf mandibular.²

También podemos describir la región del shelf mandibular como una meseta, engrosamiento, o extensión de la línea oblicua externa que se encuentra ubicada entre distal del primer molar inferior y distal del segundo molar inferior.^{2,13} Esta zona se encuentra apical a la línea mucogingival, por lo tanto, está recubierta por mucosa de transición entre la encía queratinizada y la mucosa no queratinizada.²

Existen numerosos reportes de caso que indican que los microtornillos colocados en la región del shelf mandibular son confiables como anclaje extra-alveolar para realizar la retracción del arco mandibular completo a fin de corregir de manera conservadora maloclusiones esqueléticas o dentales severas sin recurrir a la realización de extracciones dentales o cirugía ortognática. La ubicación de microtornillos en esta área es muy conveniente debido al volumen de los corticales, la mayor densidad ósea, y a que la escasa mucosa que presenta reduce el riesgo de generar lesiones en los tejidos blandos del paciente. Los anclajes colocados en la zona del shelf mandibular sirven como soporte para realizar procedimientos biomecánicos en

sentido sagital, transversal y vertical, por ejemplo: distalización de toda la dentición mandibular, intrusión de molares, corrección de planos oclusales cantedados, apoyo para cantilevers, verticalización de molares, entre otros.^{1,2,3}

El sitio con la anatomía más adecuada para colocación de anclajes en el shelf mandibular lo podemos encontrar entre la primera y segunda molar inferior, ya que es el área más pronunciada y está recubierta por encía adherida. La anatomía del shelf mandibular para cada paciente debe ser confirmada a través de un CBCT.¹³

En la mayoría de pacientes, la meseta del shelf mandibular que se encuentra lateral a la primera molar inferior es más inclinada, comparada con la morfología más plana de la meseta que se encuentra lateral a la segunda molar inferior, esta última es la zona más adecuada para la colocación de microtornillos. La meseta cercana a la tercera molar inferior es la más plana, pero la zona de encía adherida es usualmente inadecuada. Entre más plana es la meseta del shelf mandibular, más fácil es dirigir los microtornillos autorroscantes. Clínicamente, podemos determinar el sitio más plano del shelf mandibular a través de la palpación, pero es necesario evaluar el grosor la cortical ósea y la anatomía interna a través de un CBCT. El canal mandibular se localiza en una posición lingual con respecto a los ápices de los molares mandibulares, por lo tanto, la probabilidad de contactar este canal con un microtornillo de 12 mm es prácticamente nula. Anatómicamente, el shelf mandibular es un sitio bastante seguro para la colocación de microtornillos y, debido a la densidad del hueso cortical, es un área excelente para ser utilizada como anclaje esquelético.¹³

La zona del shelf mandibular puede variar de tamaño, y esta variación se encuentra asociada al biotipo facial de los pacientes. Por lo tanto, en algunos está muy definida, mientras que en otros se presenta como una zona totalmente vertical con ausencia de meseta horizontal, lo que la vuelve imperceptible. En promedio, se ubica a 5 mm apical de la zona amelocementaria de las molares inferiores y tiene una dimensión transversal promedio entre 3 y 6 mm.²

En la zona de shelf mandibular están indicados microtornillos de 2x12 mm de longitud; la selección de la longitud del microtornillo a colocar dependerá de las variaciones anatómicas del paciente y del tipo de procedimiento biomecánico que se vaya a utilizar.²

4.7. Tomografía de Haz Cónico

4.7.1 Qué es la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) y cómo funciona

La introducción del CBCT específicamente dedicada a obtener imágenes de la región maxilofacial marca un giro paradigmático en la reconstrucción de imágenes diagnósticas y la adquisición de datos desde un enfoque bidimensional a uno tridimensional. El interés de todos los campos de la odontología en el uso del CBCT ha creado una revolución en el diagnóstico por imágenes, facilitando la transición del diagnóstico con imágenes bidimensionales a la utilización de imágenes tridimensionales, expandiendo la utilización de las imágenes más allá de la observación diagnóstica y permitiendo el uso de estas como guía para procedimientos operativos y quirúrgicos a través de distintos softwares y herramientas de impresión en 3D.³³

El CBCT es una técnica médica de adquisición de imágenes basada en un haz de rayos X de forma cónica, centrado en un detector bidimensional. Es capaz de proporcionar imágenes exactas, de resolución submilimétrica y en formatos que permiten la visualización tridimensional de la región maxilofacial.^{33,34}

En el CBCT las imágenes se obtienen mediante un soporte giratorio al cual se fijan la fuente de rayos X y un detector. Una fuente cónica de radiación ionizante se proyecta del centro de la zona de interés hacia el detector de rayos X que se encuentra situado en el lado opuesto. La fuente de rayos X y el detector giran alrededor de un fulcro fijo de rotación en el centro de la región de interés, de esta manera se obtienen múltiples imágenes planas secuenciales del campo de visión. Como resultado, se obtiene una serie de imágenes bidimensionales que luego serán reconstruidas en un set de datos tridimensional. El rango de imágenes obtenidas

varía de 150 a 599 vistas radiográficas únicas, y el tiempo de escaneo es de entre 5 y 40 segundos, dependiendo de la unidad y el protocolo configurado.^{33,34,35}

La fuente de rayos X emite un haz divergente de bajo miliamperaje, cuyo tamaño está limitado por un colimador circular o rectangular para que coincida con las dimensiones del sensor, pero en algunos casos puede colimarse para que coincida con la región anatómica de interés. Luego del escaneo, el set de imágenes resultante se somete a un proceso de reconstrucción que resulta en la producción de un volumen digital de información anatómica que puede visualizarse utilizando un software específico. Este volumen puede ser cilíndrico o esférico y está compuesto por elementos llamados *vóxe/s*, apilados en filas o columnas. Los *vóxe/s* son las subunidades más pequeñas de este volumen digital. Los *vóxe/s* del CBCT generalmente son isotrópicos (iguales en todas sus dimensiones) y tienen un rango de tamaño entre 0.07 y 40 mm por lado. A cada *vóxel* se le atribuye un valor en la escala de grises que se aproxima al valor de atenuación del tejido o espacio al que representa. El tamaño pequeño e isotrópico del *vóxel* combinado con el amplio rango de la escala de grises han contribuido a la exactitud y precisión con que los clínicos pueden medir las dimensiones de las estructuras anatómicas y visualizar sus formas. El volumen de *vóxe/s* puede recuperarse y visualizarse utilizando un software que permite una serie de opciones que incluyen ángulos en los que se pueden observar múltiples planos, o solamente uno (coronal, axial o sagital). También se pueden observar cortes oblicuos y curvos, y representar y visualizar todo el volumen desde cualquier ángulo en tercera dimensión.³⁵

El campo de visión o FOV (por sus siglas en inglés) se refiere al volumen o área que el aparato es capaz de cubrir. Sus dimensiones dependen del tamaño y forma del detector, la geometría del haz proyectado y la capacidad que tenga el haz de colimar. La forma del volumen de escaneo puede ser cilíndrica o esférica. La colimación del haz de rayos X primario limita la exposición a radiación a la región de interés. La limitación del campo permite asegurar que se pueda seleccionar un FOV óptimo para cada paciente basado en el área específica que se desea estudiar. Los sistemas de CBCT pueden clasificarse de acuerdo con el FOV que tengan disponible de la siguiente manera:

- Región localizada: aproximadamente 5 cm o menos (ej. región dentoalveolar localizada, o articulación temporomandibular).
- Arcada única: 5 a 7 cm (ej. maxilar o mandíbula).
- Inter-arcada: 7 a 10 cm (ej. Mandíbula y paladar duro).
- Maxilofacial: 10 a 15 cm (ej. Mandíbula y maxilar hasta nasión).
- Craneofacial: mayor a 15 cm (ej. Desde el borde inferior de la mandíbula hasta la parte superior de la cabeza).³¹

4.7.2 Usos del CBCT en ortodoncia

Los pilares de un tratamiento ortodóncico exitoso son el diagnóstico preciso y la adecuada planificación. En ortodoncia se han utilizado durante décadas técnicas radiográficas bidimensionales tales como las radiografías panorámicas, cefalométricas, oclusales y periapicales como métodos de diagnóstico. Los recientes avances en el campo de las imágenes tridimensionales han dado lugar a desarrollo del CBCT que, comparado con la tomografía computarizada de uso médico, permite evaluar las estructuras del complejo craneofacial con una dosis menor de radiación, mejor resolución espacial, a un costo menor y con menor exposición a la radiación. El CBCT se ha convertido el tipo de imagen de elección en casos clínicos que requieren un diagnóstico tridimensional más amplio, tales como: pacientes con asimetrías craneofaciales, desórdenes de la articulación temporomandibular, piezas dentales impactadas y problemas respiratorios que involucran los senos paranasales y las vías aéreas superiores. Aunque en la literatura no se ha reportado la necesidad de cambiar las radiografías (panorámica y cefalométrica) que comúnmente se han utilizado en el diagnóstico ortodóncico por el CBCT, sí se ha cuestionado su confiabilidad frente a la exactitud que se puede obtener a través de la utilización de este método de diagnóstico tridimensional.³⁶ Por estas razones, el CBCT ha ido ganando terreno como un método de diagnóstico indispensable para poder realizar tratamientos de ortodoncia mejor planificados y de esta manera obtener mejores resultados.

Dentro de los usos que tiene el CBCT en el campo de la ortodoncia, los más relevantes para la presente investigación son:

- Dispositivos de anclaje temporal: con el aumento del uso de dispositivos de anclaje temporal en los tratamientos de ortodoncia, la planificación previa a la colocación de estos dispositivos se ha hecho más precisa utilizando el CBCT. A través de su uso se pueden evaluar la calidad y cantidad de hueso disponible y las estructuras circundantes para determinar la probabilidad de éxito del dispositivo de anclaje y la estabilidad que se puede conseguir en el sitio de colocación elegido. Además, a través de la evaluación del CBCT se pueden evitar complicaciones relacionadas con el daño a las estructuras circundantes tales como raíces dentales o nervios. Estudios recientes que han evaluado en CBCT los sitios para colocación de dispositivos de anclaje temporal reportaron que existen ciertos sitios de colocación más adecuados que otros. Además, a través de la combinación de las imágenes tridimensionales y los softwares que permiten el diseño e impresión 3D, es posible realizar guías quirúrgicas que permiten realizar una colocación exacta del dispositivo de anclaje temporal en el sitio donde se planificó.^{33,37}
- Evaluación de la morfología craneofacial: las radiografías convencionales tienen una serie de limitaciones que pueden resultar en errores de magnificación. Además, dependiendo de la manera en que se coloque la cabeza del paciente algunas veces se obtienen imágenes dobles, situaciones que no permiten realizar una evaluación y un diagnóstico adecuados de, por ejemplo, casos como asimetrías faciales. Con el uso del CBCT no tenemos este tipo de errores, ya que los objetos en 3D son reconstruidos a través de un algoritmo matemático que tiene la habilidad de calcular y eliminar la magnificación. Las imágenes isotrópicas generadas por el CBCT facilitan la observación visual de las asimetrías y anormalidades, que pueden confirmarse utilizando las herramientas de medición lineal y angular que incluyen los paquetes de software. Estas mediciones son totalmente confiables y anatómicamente exactas.³⁸
- Evaluación del desarrollo dental: debido a la complejidad del proceso del desarrollo dental, es difícil realizar una adecuada evaluación de este en una radiografía bidimensional, particularmente si el paciente presenta variaciones en el número, la forma, la secuencia de erupción y la posición de los dientes. El CBCT ofrece una vista sin distorsión de la dentición y muestra detalles de morfología dental individual,

incluyendo las características de las raíces de los dientes, así como una orientación espacial tridimensional de los dientes y sus raíces. El CBCT permite al clínico evaluar de una mejor manera los patrones de erupción y sus variaciones para que, a través del estudio de este tipo de imágenes tridimensionales, pueda enfocar sus decisiones de tratamiento.³⁸

- Precisión lineal de las mediciones: en radiología diagnóstica, la habilidad de realizar mediciones precisas es crítica para tomar decisiones de diagnóstico y diseñar un plan de tratamiento, y para evaluar la progresión y resultados de este. Las imágenes del CBCT pueden utilizarse para generar imágenes de corte transversal en reconstrucciones con múltiples planos, además de imágenes panorámicas y cefalométricas. Los estudios han demostrado que las mediciones lineales que se obtienen de este tipo de imágenes son confiables debido a su precisión submilimétrica y a que tienen un margen de error menor al 1%.³⁷

4.8. Biotipo facial

Dentro de las características anatómicas a tomar en cuenta en el diagnóstico y tratamiento en ortodoncia es esencial enfocarse en el complejo craneofacial. Es importante medir la altura, ancho y angulación de las estructuras, y tener en cuenta la influencia de los músculos y la configuración geométrica de la cara. El análisis cefalométrico es de gran importancia para el diagnóstico y tratamiento en ortodoncia, y también es crucial para la comunicación entre profesionales. Además, nos permite obtener mediciones relacionadas con la dirección de crecimiento del complejo craneofacial, y distinguir los diferentes biotipos faciales.³⁹

Se llama biotipo facial al “conjunto de características morfodiferenciales de individuos de la misma especie, en relación con ciertos rasgos en común del esqueleto facial determinados por la genética y el ambiente”.³⁹

La clasificación del biotipo facial se realiza tomando en cuenta las proporciones del esqueleto de la cara, y podemos mencionar tres biotipos:

- Dolicofacial: en este biotipo predomina el largo de la cara sobre el ancho.
- Braquifacial: en este biotipo el ancho facial es predominante sobre el largo.
- Mesofacial: Existe un equilibrio entre las dimensiones de largo y ancho de la cara.

4.8.1 Características de los biotipos faciales

- Dolicofacial: las ramas mandibulares están poco desarrolladas en relación con el cuerpo, la cara se observa alargada y arcadas dentarias son angostas. Verticalmente, el largo de la cara predomina sobre el ancho. La dirección de crecimiento de la cara en estos pacientes es vertical.
- Mesofacial: tienen una dirección de crecimiento facial normal (hacia abajo y adelante), las proporciones de la cara son similares en sus diámetros transversal y vertical; los maxilares y arcadas dentarias tienen una configuración y dimensiones parecidas.
- Braquifacial: son pacientes con caras anchas, con ramas mandibulares y musculatura bien desarrolladas, arcadas dentarias anchas, mentón prominente y surco mentolabial marcado. Tienen una dirección de crecimiento facial horizontal, esto se evidencia observando la rotación anterior de la sínfisis mandibular que presentan. El eje facial tiende a girar hacia adelante y arriba.

4.8.2 Métodos para determinar el biotipo facial en radiografía cefalométrica

Los puntos y mediciones cefalométricas que nos permiten identificar el biotipo facial de un paciente se basan en la evaluación de características tales como la dirección de crecimiento

facial, los aspectos cualitativos y cuantitativos del crecimiento del complejo cráneo mandibular y los aspectos del desarrollo mandibular específicamente. Para determinar el biotipo facial podemos utilizar las siguientes referencias:

- Ángulo mandibular o ángulo goniaco: este es un parámetro independiente de la edad e indica la relación existente entre el cuerpo y la rama mandibular. Para realizar la medición de este ángulo se debe trazar una línea tangente al borde posterior de la rama y otra al borde inferior del cuerpo de la mandíbula. La medida de este ángulo según la norma es de 123° , con una desviación estándar de $\pm 10^\circ$. Un ángulo aumentado indica un menor desarrollo de la rama mandibular en relación con el cuerpo, característico de los pacientes dolicofaciales; por el contrario, un ángulo disminuido es característico de los pacientes braquifaciales, en los cuales podemos encontrar una equivalencia entre el cuerpo y la rama. Si el ángulo se encuentra dentro de la norma, se clasificará al paciente como mesofacial.
- Análisis de Björk-Jarabak: en este análisis cefalométrico los biotipos fáciles se definen en función de la relación proporcional de la altura facial anterior y la altura facial posterior. Esta relación da cuenta del grado de divergencia del plano mandibular con respecto al plano Silla-Nasion. Se obtiene realizando la siguiente fórmula:

$$\text{Biotipo facial} = (\text{Altura facial posterior/altura facial anterior}) * 100$$

Si el resultado obtenido es de un 54-58%, se clasifica al paciente como hiperdivergente (dolicofacial); si está entre 59-63%, se lo clasifica como normodivergente (mesofacial); y si se obtiene un resultado entre el 64-80%, se lo clasifica como hipodivergente (braquifacial).

- Divergencia facial de Downs-Steiner: para realizar este análisis es necesario realizar la medición del ángulo formado entre los planos cefalométricos Silla-Nasion y Gonion-Gnathion. Este análisis clasifica el tipo de crecimiento mandibular midiendo la convergencia de la mandíbula en relación con la base del cráneo. Según Steiner, la norma es de $32^\circ \pm 2^\circ$. Un ángulo dentro de la norma indica que el paciente es mesofacial, un ángulo mayor a la norma indica que el paciente se clasifica como

dólicofacial, y un ángulo menor nos indica que el paciente se clasifica como braquifacial.

- Altura facial inferior de Ricketts: se obtiene midiendo el ángulo formado entre las líneas que se proyectan desde el punto Xi en la rama de la mandíbula hacia la espina nasal anterior y el punto mentón. La norma es de $47^{\circ} \pm 4^{\circ}$. Un ángulo mayor a la norma indica divergencia entre la mandíbula y el maxilar, esta divergencia corresponde a un patrón dolicofacial, estos pacientes pueden presentar musculatura débil y tendencia a mordida abierta. De manera inversa, los valores menores a la norma indican un patrón braquifacial, estos pacientes presentan musculatura fuerte y tendencia a mordida profunda. Un valor dentro de la norma, indica un patrón mesofacial.
- Ángulo B de Schwarz: representa la actividad masticatoria y en consecuencia el desarrollo muscular. Este ángulo tiene un valor de $20^{\circ} \pm 5^{\circ}$. Para determinarlo, se traza un plano de espina nasal anterior a espina nasal posterior y a la línea mandibular de Schwarz (que va del punto mentón hasta la parte más profunda de la escotadura maseterina). Un resultado dentro de la norma representa a un individuo mesofacial, un ángulo mayor a la norma representa un individuo dolicofacial, y un ángulo menor un individuo braquifacial.
- Índice VERT de Ricketts: este índice corresponde a un coeficiente de variación que establece numéricamente el tipo y la cantidad de crecimiento vertical del tercio inferior del rostro, provocado por la rotación posterior o anterior de la mandíbula. Incluye cinco ángulos que relacionan la posición mandibular, estos son: eje facial, profundidad facial, plano mandibular, altura facial inferior y arco mandibular. Se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$\text{VERT} = ((\text{Eje Facial} - 90)/3) + ((\text{Profundidad facial} - 90)/3) + ((24,5 - \text{Plano mandibular})/4) + ((47 - \text{Altura facial inferior})/4) + ((\text{Arco mandibular} - 28.5)/5).^{40}$$

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

- Determinar las dimensiones de anchura y altura de la línea oblicua externa según sexo y biotipo facial en pacientes que asistieron a la clínica de radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala entre los años 2019 y 2021.

5.2. Objetivos específicos

- Establecer la diferencia que existe al comparar las dimensiones de la anchura de la línea oblicua externa según el sexo y biotipo facial.
- Establecer la diferencia que existe al comparar las dimensiones de la altura de la línea oblicua externa según el sexo y biotipo facial.
- Comparar las dimensiones de anchura y altura de la línea oblicua externa entre las hemiarcadas derecha e izquierda. según sexo y biotipo facial.
- Identificar cual es la región que presenta mayor cantidad de anchura y altura según sexo y biotipo facial.

6. HIPÓTESIS

Las hipótesis que buscarán responder a las preguntas y problemas de investigación son las siguientes:

1. H_0 = No existe una diferencia estadísticamente significativa al comparar las dimensiones de anchura según el sexo y biotipo facial.

H_a = Si existe una diferencia estadísticamente significativa al comparar las dimensiones de anchura según el sexo y biotipo facial.

2. H_0 = No existe una diferencia estadísticamente significativa al comparar las dimensiones de altura según el sexo y biotipo facial.

H_a = Si existe una diferencia estadísticamente significativa al comparar las dimensiones de altura según el sexo y biotipo facial.

3. H_0 = No existe una región que presente mayor cantidad de anchura y altura según sexo y biotipo facial.

H_a = Sí existe una región que presente mayor cantidad de anchura y altura según sexo y biotipo facial.

7. VARIABLES

7.1. Definición de Variables

7.1.2 Variables independientes

Variable	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Valor Final
Sexo	Según documento de identificación.	Cualitativa	Nominal	Femenino Masculino
Biotipo facial	La medición de esta variable se realizará obteniendo la imagen cefalométrica de cada uno de los CBCT incluidos en la muestra, a través de un ajuste de integración en la vista sagital en 2D de la tomografía a 82.5 mm; de esta manera se podrá conseguir una imagen similar a la de una radiografía lateral de cráneo, que es el tipo de imagen radiológica comúnmente utilizada para realizar las mediciones que permiten identificar el biotipo facial de un paciente. Para la clasificación del biotipo facial de los pacientes incluidos en la población a estudiar se utilizará el ángulo B de Schwarz, que tiene un valor de $20\pm 5^\circ$. Para determinarlo se	Cualitativa	Nominal	Dólicofacial Mesofacial Braquifacial

	<p>trazará un plano de espina nasal anterior a espina nasal posterior y la línea mandibular de Schwarz (que va de punto mentón hasta la parte más profunda de la escotadura maseterina). Un ángulo mayor a la norma representará un individuo dolicofacial, y un ángulo menor a un individuo braquifacial.⁷</p>			
--	--	--	--	--

7.1.3 Variables dependientes

Variable	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Valor Final
Altura	<p>Medición en sentido vertical de la región de la línea oblicua externa que será realizada a nivel de las raíces mesial y distal de la primera y segunda molar inferior, partiendo de dos puntos de referencia localizados a 2 y 4 mm de la unión cemento-esmalte</p>	Cuantitativa	Razón	Milímetros

Anchura	Medición en sentido horizontal de la región de la línea oblicua externa que será realizada a nivel de las raíces mesial y distal de la primera y segunda molar inferior, partiendo de dos puntos de referencia localizados a 6 y 11 mm de la unión cemento-esmalte.	Cuantitativa	Razón	Milímetros
---------	---	--------------	-------	------------

8. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. Tipo de estudio

Este estudio realizó mediciones anatómicas en la región del shelf mandibular a partir de CBCT de pacientes no tratados ortodóncicamente. Para eso, se clasificó según mediciones cefalométricas a cada uno de los individuos según su biotipo facial. A partir de las mediciones y clasificaciones, se planteó como objetivo establecer la relación existente entre los datos obtenidos. Por lo tanto, se realizó un diseño observacional que se aplicó de manera transversal (retrospectivo); se combinaron los métodos descriptivo y analítico, ya que en primera instancia se procedió a realizar mediciones anatómicas y la clasificación de los sujetos incluidos en la muestra, aplicando el método descriptivo; finalmente, se intentó establecer una posible correlación entre las variables y los resultados obtenidos, aplicando el método analítico. El enfoque del estudio fue cuantitativo, ya que este tipo de planteamiento metodológico es el que mejor se adapta a las características y necesidades de la investigación.

8.2. Población

Se utilizaron CBCT de pacientes que acudieron a evaluación tomográfica al Departamento de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el período del 2019 al 2021. Estos fueron proporcionados por DISA Digital, empresa encargada de resguardar y procesar dicha información. La población estuvo conformada por un total de 500 CBCT.

8.3. Muestra

La muestra es definida por Pineda, Alvarado y Hernández como “un subconjunto de la población en que se llevará a cabo la investigación con el fin posterior de generalizar los hallazgos al todo”.⁴¹ En el presente estudio se utilizó la siguiente fórmula para calcular el tamaño adecuado de la muestra:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * N - 1 + Z^2 * p * q}$$

En la fórmula anterior, n equivale al tamaño de la muestra a utilizar; N equivale al tamaño total de la población; Z equivale al nivel de confianza; e equivale al error de estimación máximo aceptado; p equivale a la probabilidad de que ocurra el evento estudiado; y q equivale a la probabilidad de que dicho evento no ocurra. El valor obtenido como resultado de la fórmula anterior se utilizará solamente como referencia para conocer el tamaño mínimo de la muestra a utilizar. Para el presente estudio se utilizó un nivel de confianza del 95% (1.96), un error de estimación del 5%, y un valor para p del 0.05 y q de 0.95.

El total de tomografías incluidas en la población del estudio es de 500. Al realizar el cálculo de la muestra según la fórmula planteada, se encontró que el número mínimo de individuos a incluir dentro del estudio era de 63. Se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión a las 500 tomografías, obteniendo 110 que cumplían con los criterios propuestos para ser incluidas en el estudio. Las 110 tomografías fueron numeradas de 1-110, posteriormente se procedió a seleccionar las primeras 75 tomografías a conveniencia, las cuales fueron analizadas para cumplir con los objetivos del estudio.

8.4. Criterios de inclusión y exclusión

8.4.1. Criterios de inclusión

- Pacientes de sexo masculino o femenino que hayan acudido al Departamento de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala para evaluación tomográfica durante el periodo comprendido entre los años 2019 y 2021.
- Presencia de dentición permanente.
- Presencia de la primera y segunda molar inferior permanente.

8.4.2. Criterios de exclusión

- Pacientes con ausencia de la primera o segunda molar inferior permanente.
- Pacientes con restauraciones extensas en la primera y segunda molar inferior permanente.
- Hallazgos en la región de interés como los que se listan a continuación: lesiones periapicales o patologías perirradiculares (de origen endodóntico o periodontal), tumores de origen óseo u odontogénico, piezas supernumerarias, y pérdida ósea horizontal o vertical.
- Pacientes que hayan tenido tratamiento de ortodoncia previo.
- Pacientes a quienes se les hayan realizado exodoncias de premolares u otras piezas dentales como parte del tratamiento de ortodoncia, incluyendo terceros molares inferiores.
- Pacientes con agenesias dentales, excepto terceros molares inferiores.

8.5. Consideraciones bioéticas del estudio

Este estudio se realizará en CBCT de pacientes que han sido referidos al Departamento de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala durante el periodo 2019 a 2021. Las radiografías serán tomadas de los registros del departamento mencionado, para lo cual se solicitó autorización a la empresa DISA Digital, que es la entidad encargada de resguardar y procesar dicha información.

Para los efectos de este estudio, los datos obtenidos de las mediciones realizadas a los CBCT serán confidenciales. Cada uno de los casos se analizó sin tener conocimiento de la identidad o información personal de los sujetos de estudio. La información personal de los pacientes que se encuentra en los archivos tomográficos no fue incluida en ninguna recolección de datos o publicación de la investigación, a fin de asegurar que los datos obtenidos se encuentran en

estricta confidencialidad. El único dato que se extrajo de la información personal contenida en el archivo de la tomografía es el sexo de cada uno de los sujetos de estudio. Por las razones antes expuestas, podemos considerar que este estudio no tiene efecto negativo sobre los individuos a quienes se les realizaron las tomografías en las cuales se llevarán a cabo las mediciones, y bajo ningún punto de vista se vio comprometida su información personal.

Con el fin de facilitar la identificación de los datos, a cada ficha recolectora se le asignó un número de registro, lo que permitió que el estudio mantenga validez y confiabilidad. Los datos se guardaron bajo estricta confidencialidad. Cada una de las mediciones obtenidas se registraron en la ficha recolectora, que se encuentra en un documento de Excel, dentro de una computadora de uso personal, la cual cuenta con contraseña para ingresar. Los datos obtenidos fueron utilizados exclusivamente para los fines del estudio. En la presentación de resultados no se empleó ninguna imagen obtenida de las tomografías que se utilizaron.

8.6. Método

Se realizó de la siguiente manera según lo propuesto en el cronograma de actividades.

Se envió el protocolo de investigación a los revisores para su autorización, al obtenerla se envió al Comité de Bioética de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala para su aprobación.

Se seleccionó la población, la cual estuvo compuesta por CBCT de pacientes que han asistido para evaluación al Departamento de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala durante el período del 2019 al 2021. Se realizó el método propuesto para la obtención de la muestra, seleccionando a conveniencia las tomografías que fueron incluidas en el estudio.

Para la clasificación del biotipo facial de los pacientes incluidos en la población a estudiar se utilizó el ángulo B de Schwarz, que tiene un valor de $20\pm 5^\circ$. Para determinarlo, se trazó un

plano de espina nasal anterior a espina nasal posterior y la línea mandibular de Schwarz (que va del punto mentón hasta la parte más profunda de la escotadura maseterina). Al evaluar los resultados, si el valor del ángulo se encontraba dentro de la norma se clasificó al paciente como mesofacial, un ángulo mayor a la norma representó un individuo dólicofacial, y un ángulo menor a un individuo braquifacial (Figura 6).⁴¹ Al obtener las mediciones angulares se procedió a tabular estos datos en una tabla de Excel para luego clasificar a cada uno de los pacientes, y determinar cuántos pertenecen a cada grupo y realizar la estratificación de la muestra según el biotipo facial. En este punto también se obtuvo la información del sexo de cada uno de los pacientes.

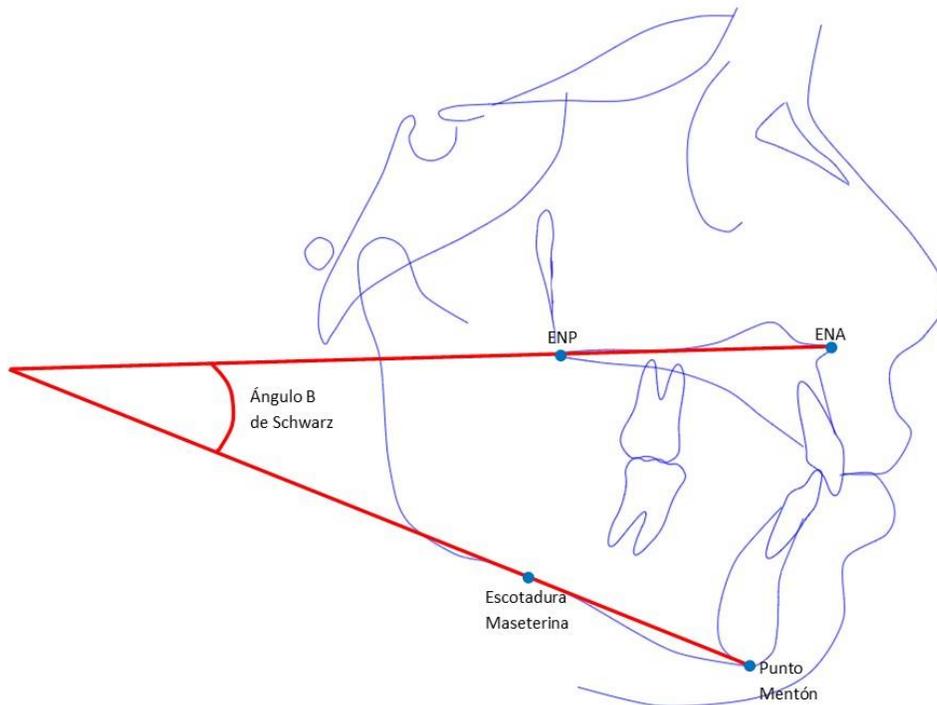


Figura 6: Ángulo B de Schwarz.

Luego de realizar la estratificación de la muestra según el biotipo facial, y de haber obtenido de manera aleatoria los individuos a quienes se les realizaron las mediciones de la región de shelf mandibular, se procedió a orientar los planos de referencia en cada una de las tomografías: 1) plano axial (transversal): este plano pasa por el eje “Y” y permite mover la

imagen de abajo hacia arriba, estará orientado a nivel de las furcas del primero y segundo molar inferiores; 2) plano sagital (anteroposterior): este plano pasa a través del eje “Z” y permite mover la imagen de derecha a izquierda, se localizó en el centro del proceso dentoalveolar de la raíz mesial de la primera molar inferior a la raíz distal de la segunda molar inferior; 3) plano frontal o coronal (vertical): este plano pasa a través del eje “X” y permite mover la imagen en dirección anterior o posterior, se localizó en el eje axial de las cuatro raíces a ser evaluadas. Al tener establecida la localización de los planos de referencia, se procedió a realizar las mediciones para cada hemiarcada en cuatro regiones: 1) raíz mesial del primer molar; 2) raíz distal del primer molar; 3) raíz mesial del segundo molar; y 4) raíz distal del segundo molar. Las mediciones en cada una de estas cuatro regiones se realizaron de la siguiente manera:

- **Altura:** se midió el hueso cortical y medular trazando una línea horizontal paralela al eje “Y” a partir de la UCE, y luego sobre esta línea se marcaron dos puntos, uno a 2 mm y el otro a 4 mm. A partir de estos se trazaron dos líneas perpendiculares a la línea horizontal hasta el punto más externo e inferior de la cortical ósea. La medida se realizó de este punto hacia el más externo y superior de la cortical ósea en ambas líneas (Figura 7).

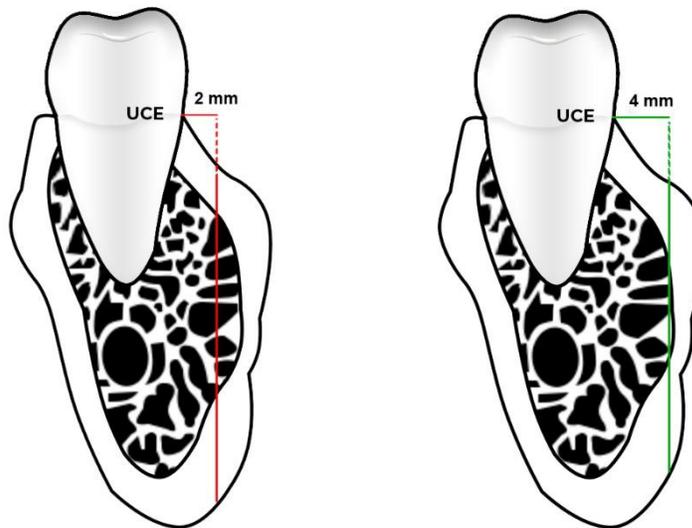


Figura 7: Altura de la región de la línea oblicua externa.

- Anchura: se midió el hueso cortical y medular trazando una línea vertical paralela al eje “Z” a partir de la UCE. Sobre esta línea se marcaron dos puntos a 6 y 11 mm a partir de los cuales se trazaron dos líneas perpendiculares a la primera línea trazada, hasta tocar la parte más externa de la cortical ósea, y sobre esta línea se realizó la medición de grosor de la región de shelf mandibular (Figura 8).

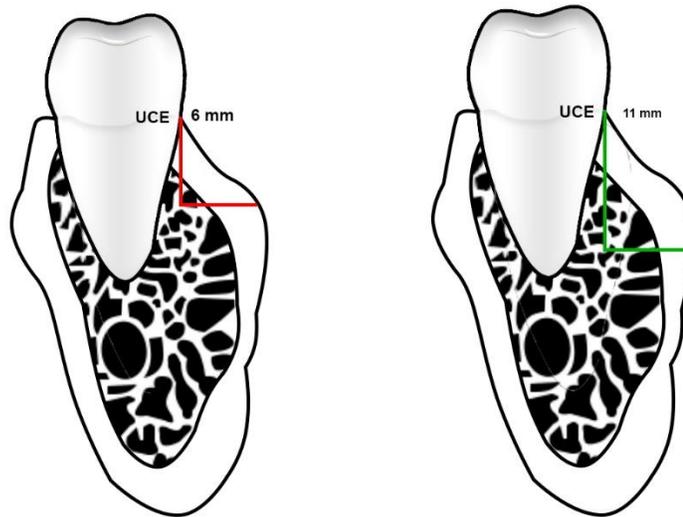


Figura 8: Anchura de la región de la línea oblicua externa.

8.6.1 Plan de procesamiento y análisis de datos

Todos los datos obtenidos de las mediciones de anchura y altura se tabularon en una tabla de Excel donde fueron incluidos los siguientes datos: número de expediente, sexo, biotipo facial, medición de anchura y altura. Se procedió a ingresar los datos tabulados al programa SPSS.

Para describir las variables cuantitativas, se utilizó la mediana y rango intercuartílico como medidas de resumen, ya que al realizar las pruebas de normalidad con la prueba de Kolmogorov-Smirnov se encontró una distribución no normal de la muestra. Las variables cualitativas se describieron con frecuencias y porcentajes.

Para comparar la anchura y altura de la región de shelf mandibular según el sexo de las personas y entre hemiarcada derecha e izquierda, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney al obtener una distribución no normal de las variables. Se realizó el cálculo de la prueba de Kruskal-Wallis al obtener una distribución no normal de las variables, para determinar si existe diferencia al comparar la anchura y altura entre el biotipo facial. Se utilizó una significancia de 0.05.

Todos los datos fueron presentados en tablas para su interpretación, y con base en estas se procedió a discutir los resultados para obtener las conclusiones y recomendaciones del estudio.

9. RECURSOS Y TIEMPO

9.1 Recursos y materiales:

- 500 tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT) de pacientes que hayan asistido a evaluación tomográfica al Departamento de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el período 2019-2021, proporcionados por Disa Digital, empresa encargada del procesamiento de dichas imágenes.
- Computadora
- Impresora y tinta
- Regla protractor
- Hojas de papel bond
- Lapiceros de colores

9.2 Cronograma y tiempo de trabajo

	Diciembre 2022-marzo 2023	Abril-julio 2023	Agosto 2023	Septiembre 2023	Octubre 2023	Noviembre 2023
Protocolo						
Revisión por coordinadores de Investigación						
Bioética						
Recolección de datos						
Análisis de datos						

Entrega de resultados							
-----------------------	--	--	--	--	--	--	--

El tiempo estimado para la realización del trabajo de campo desde la aprobación del protocolo hasta la entrega de resultados fue de un mes. En ese lapso se evaluaron las tomografías para realizar las mediciones y se extrajeron las imágenes cefalométricas para realizar el trazado en cada una de ellas y se obtuvo el biotipo facial de cada uno de los pacientes.

10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

10.1 Resultados

10.1.1 Distribución de la muestra según sexo y biotipo facial

Luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se obtuvieron 75 CBCT, este número es mayor que el tamaño de la muestra obtenido según la fórmula propuesta (el cual era de 63 CBCT). De las 75 tomografías analizadas, se encontraron 36 pacientes de sexo femenino (48%) y 39 pacientes de sexo masculino (52%) (Tabla 1).

Tabla 1.
Características demográficas y clínicas

Variable	n = 75
<i>Características demográficas</i>	
Sexo [n (%)]	
Femenino	36 (48.0)
Masculino	39 (52.0)
<i>Características clínicas</i>	
Biotipo facial [n (%)]	
Mesofacial	32 (42.7)
Dolicofacial	40(53.3)
Braquifacial	3(4)

Con respecto a la clasificación según el biotipo facial, se encontraron 32 individuos con un biotipo mesofacial (42.7%), 40 individuos con un biotipo dolicofacial (53.3%), y 3 individuos con un biotipo braquifacial (4%) (Tabla 1).

10.1.2 Comparación de las mediciones de altura y anchura según los puntos de referencia anatómicos utilizados

Tabla 2.
Resultados de mediana y rango de las mediciones de la altura del shelf mandibular a 2 y 4 mm de la UCE en los puntos anatómicos utilizados.

Punto de referencia anatómico [Mdn (RIQ)]	Resultado
Primera molar a 2 mm de la UCE	
Raíz mesial	0 mm (0 a 13.1 mm)
Raíz distal	15.4 mm (10.7 a 18.8 mm)
Segunda molar a 2 mm de la UCE	

Raíz mesial	18.7 mm (16.0 a 20.2 mm)
Raíz distal	20.8 mm (19.1 a 23.0 mm)
Primera molar a 4 mm de la UCE	
Raíz mesial	0 mm (0 a 0 mm)
Raíz distal	0 mm (0 a 13.0 mm)
Segunda molar a 4 mm de la UCE	
Raíz mesial	12.6 mm (7.4 a 16.3 mm)
Raíz distal	16.4 mm (13.2 a 19.2 mm)

Se evaluó la distribución de los resultados obtenidos de las mediciones de altura para determinar si esta se aproximaba a la normal. A través de la prueba de Kolmogorov Smirnov ($p < 0.05$) se identificó que estos datos no presentaban una distribución aproximadamente normal, por tal razón, se resumieron las variables a través de mediana y rango intercuartílico. En la Tabla 2 podemos observar que, al realizar las mediciones de altura a 2 mm de la UCE a nivel de las raíces mesial y distal, de la primera y segunda molares inferiores, los valores de la altura fueron en aumento progresivo desde la raíz mesial de primera molar hasta la raíz distal de segunda molar. Al realizar las mediciones de altura a 4 mm de la UCE a nivel de las raíces mesial y distal, de la primera y segunda molares inferiores, la tabla nos muestra que en la región de primera molar inferior no se encontró altura para realizar la medición, y que al realizar la medición en la segunda molar el valor de la mediana para la altura es mayor en la raíz distal que en la mesial.

Tabla 3.

Resultados de mediana y rango de las mediciones de la anchura del shelf mandibular a 6 y 11 mm de la UCE en los puntos anatómicos utilizados.

Punto de referencia anatómico [Mdn (RIQ)]	Resultado
Primera molar a 6 mm de la UCE	
Raíz mesial	0.9 mm (0.4 a 1.3 mm)
Raíz distal	1.5mm (0.9 a 2.0 mm)
Segunda molar a 6 mm de la UCE	
Raíz mesial	2.6 mm (1.8 a 3.9 mm)
Raíz distal	4.4 mm (3.3 a 6.0 mm)
Primera molar a 11 mm de la UCE	
Raíz mesial	1.5 mm (0.9 a 2.2 mm)
Raíz distal	2.8 mm (2.0 a 3.7 mm)
Segunda molar a 11 mm de la UCE	
Raíz mesial	4.9 mm (3.7 a 5.9 mm)
Raíz distal a 6 mm de la UCE	6.4 mm (5.2 a 7.1 mm)

Se evaluó la distribución de los resultados obtenidos de las mediciones de anchura para determinar si esta se aproximaba a la normal. A través de la prueba de Kolmogorov Smirnov ($p < 0.05$) se identificó que estos datos no presentaban una distribución aproximadamente normal, por tal razón, se resumieron las variables a través de mediana y rango intercuartílico. En la Tabla 3 se observa que, al realizar las mediciones de anchura a 6 mm de la UCE a nivel de las raíces mesial y distal, de la primera y segunda molares inferiores; los valores de la anchura aumentaron de manera progresiva desde la raíz mesial de primera molar hasta la raíz distal de segunda molar. Este mismo patrón se repitió al realizar las mediciones de anchura a 11 mm de la UCE a nivel de las raíces mesial y distal, de la primera y segunda molares inferiores.

10.1.3. Comparación de los resultados de las mediciones de altura y anchura entre hemiarcadas derecha e izquierda

Luego de determinar la distribución no normal de la muestra, se realizaron los cálculos de mediana y rango para las mediciones de altura y anchura en milímetros, y la prueba U de Mann-Whitney para la comparación entre las hemiarcadas derecha e izquierda.

Tabla 4.

Prueba U de Mann-Whitney para la comparación de la altura y anchura del shelf mandibular entre hemiarcadas derecha e izquierda.

Variable y punto de referencia anatómico [Mdn (RIQ)]	Hemiarcada		Valor p
	Derecha n = 75	Izquierda n = 75	
Altura			
Primera molar a 2 mm de la UCE			
Raíz mesial	10.4 mm (0 mm a 15.6 mm)	0 mm (0 mm a 9.9 mm)	<0.01
Raíz distal	18.3 mm (14.6 mm a 20.3 mm)	12.8 mm (0 mm a 16.2 mm)	<0.01
Segunda molar a 2 mm de la UCE			
Raíz mesial	19.3 mm (17.2 mm a 20.5 mm)	17.7 mm (14.1 mm a 19.84 mm)	<0.01
Raíz distal	21 mm (19.1 mm a 22.9 mm)	20.7 mm (19 mm a 23 mm)	0.7
Primera molar a 4 mm de la UCE			
Raíz mesial	0 mm (0 mm a 0 mm)	0 mm (0 mm a 0 mm)	<0.01
Raíz distal	11.7 mm (0 mm a 15.5 mm)	0 mm (0 mm a 0 mm)	<0.01
Segunda molar a 4 mm de la UCE			

Raíz mesial	14.5 mm (10.3 mm a 17.3 mm)	9.7 mm (0 mm a 14.7 mm)	<0.01
Raíz distal	18 mm (15.2 mm a 21 mm)	15.3 mm (12 mm a 17.8 mm)	<0.01
Anchura			
Primera molar a 6 mm de la UCE			
Raíz mesial	0.7 mm (0.1 mm a 1.4 mm)	1 mm (0.6 mm a 1.3 mm)	0.3
Raíz distal	1.6 mm (1.1 mm a 2.2 mm)	1.3 mm (0.9 mm a 1.8 mm)	0.3
Segunda molar a 6 mm de la UCE			
Raíz mesial	2.7 mm (1.8 mm a 4.3 mm)	2.6 mm (1.7 mm a 3.5 mm)	0.1
Raíz distal	5 mm (3.6 mm a 6.8 mm)	4.1 mm (2.8 mm a 5.4 mm)	<0.01
Primera molar a 11 mm de la UCE			
Raíz mesial	1.6 mm (0.7 mm a 2.5 mm)	1.4 mm (1 mm a 2 mm)	0.3
Raíz distal	3.1 mm (2.2 mm a 4.3 mm)	2.7 mm (1.7 mm a 3.3 mm)	<0.01
Segunda molar a 11 mm de la UCE			
Raíz mesial	5.2 mm (4.1 mm a 6.6 mm)	4.5 mm (3.4 mm a 5.5 mm)	<0.01
Raíz distal	6.9 mm (5.6 mm a 7.7 mm)	5.8 mm (4.8 mm a 6.6 mm)	<0.01

La tabla 4 muestra que, según los resultados obtenidos para la variable altura del shelf mandibular, si existen diferencias estadísticamente significativas entre las hemiarcadas derecha e izquierda; excepto a nivel de la raíz distal de la segunda molar a 2 mm de la UCE donde según el resultado de la prueba de comparación, no existe diferencia estadísticamente significativa.

Las pruebas de comparación para la variable anchura mostraron que si existen diferencias estadísticamente significativas entre las hemiarcadas derecha e izquierda a nivel de la raíz distal de segunda molar inferior a 6 mm de la UCE, a nivel de la raíz distal de la primera molar inferior a 11 mm de la UCE, y a nivel de las raíces mesial y distal de la segunda molar inferior a 11 mm de la UCE (Tabla 4).

10.1.4 Comparación de los resultados de las mediciones de altura y anchura entre sexos masculino y femenino

Tabla 5.

Prueba U de Mann-Whitney para la comparación de la altura y anchura del shelf mandibular entre sexo masculino y femenino.

Variable y punto de referencia anatómico [Mdn (RIQ)]	Sexo		Valor p
	Femenino n = 36	Masculino n = 39	
Altura			
Primera molar a 2 mm de la UCE			
Raíz mesial	0 mm (0 mm a 12.8 mm)	0 mm (0 mm a 15 mm)	0.4
Raíz distal	14.7 mm (11.3 mm a 18.3 mm)	15.9 mm (10.1 mm a 19.2 mm)	0.3
Segunda molar a 2 mm de la UCE			
Raíz mesial	17.9 mm (14.8 mm a 19.5 mm)	19.5 mm (16.9 mm a 21.3 mm)	<0.01
Raíz distal	20.1 mm (18.2 mm a 21.3 mm)	21.9 mm (19.9 mm a 24.2 mm)	<0.01
Primera molar a 4 mm de la UCE			
Raíz mesial	0 mm (0 mm a 0 mm)	0 mm (0 mm a 0 mm)	0.1
Raíz distal	0 mm (0 mm a 11.5 mm)	0 mm (0 mm a 14.7 mm)	0.1
Segunda molar a 4 mm de la UCE			
Raíz mesial	11.7 mm (6.4 mm a 15.7 mm)	13.75 mm (7.6 mm a 17.2 mm)	0.1
Raíz distal	15.6 mm (12.8 mm a 18.2 mm)	17.8 mm (13.5 mm a 20.9 mm)	<0.01
Anchura			
Primera molar a 6 mm de la UCE			
Raíz mesial	0.9 mm (0.1 mm a 1.3 mm)	0.9 mm (0.475 mm a 1.3 mm)	0.5
Raíz distal	1.5 mm (0.9 mm a 2.1 mm)	1.5 mm (0.9 mm a 2 mm)	1
Segunda molar a 6 mm de la UCE			
Raíz mesial	2.9 mm (1.9 mm a 3.9 mm)	2.6 mm (1.7 mm a 3.6 mm)	0.3
Raíz distal	4.8 mm (3.2 mm a 6.3 mm)	4.3 mm (3.3 mm a 5.7 mm)	0.3
Primera molar a 11 mm de la UCE			
Raíz mesial	1.5 mm (0.6 mm a 2.6 mm)	1.5 mm (1 mm a 2.1 mm)	0.9

Raíz distal	2.9 mm (2.1 mm a 3.9 mm)	2.8 mm (2.0 mm a 3.7 mm)	0.6
Segunda molar a 11 mm de la UCE			
Raíz mesial	4.7 mm (3.8 mm a 5.7 mm)	5.2 mm (3.3 mm a 6.2 mm)	0.4
Raíz distal	6.4 mm (5.4 mm a 6.9 mm)	6.4 mm (5 mm a 7.4 mm)	1

Para evaluar si existe diferencia significativa entre las mediciones de altura del shelf mandibular a nivel de las raíces mesial y distal de las primeras molares inferiores con respecto al sexo de los pacientes analizados, se procedió a realizar el cálculo de las medidas de mediana y rango distribuidas según sexo masculino y femenino, obteniendo los resultados presentados en la Tabla 5. Posteriormente, se realizó la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes donde se observa que la mayoría de los resultados obtenidos para el valor p son mayores que el nivel de significancia de 0.05; excepto en las mediciones realizadas en la raíz mesial de segunda molar a 2 mm de la UCE y, en la raíz distal de la segunda molar a 2 y 4 mm de la UCE respectivamente. En la mayoría de las mediciones realizadas, no se rechaza la hipótesis nula y se puede afirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre sexo masculino y femenino para la altura del shelf mandibular a nivel de las raíces mesial y distal de las primeras molares inferiores derecha izquierda.

Para evaluar si existe diferencia significativa entre las mediciones de anchura del shelf mandibular a nivel de las raíces mesial y distal de las primeras y segundas molares inferiores con respecto al sexo de los pacientes analizados, se procedió a realizar el cálculo de las medidas de mediana y rango distribuidas según sexo masculino y femenino, obteniendo los resultados presentados en la Tabla 5. Posteriormente, se realizó la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes donde se observa que todos los resultados obtenidos para p son mayores que el nivel de significancia de 0.05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula y se puede afirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre sexo masculino y femenino para la anchura del shelf mandibular a nivel de las raíces mesial y distal de las primeras molares inferiores derecha izquierda.

10.1.5 Comparación de los resultados de las mediciones de altura y anchura según biotipo facial

Tabla 6.

Prueba H de Kruskal-Wallis para la comparación de la altura y anchura del shelf mandibular según el biotipo facial.

Variable y punto de referencia anatómico [Mdn (RIQ)]	Biotipo Facial			Valor p
	Mesofacial n = 32	Dólicofacial n = 40	Braquifacial n = 3	
Altura				
Primera molar a 2 mm de la UCE				
Raíz mesial	0 mm (0 mm a 13.3 mm)	0 mm (0 mm a 13 mm)	1.4 mm (0 mm a 15.7 mm)	0.9
Raíz distal	16 mm (11.2 mm a 18.9 mm)	15.1 mm (10.8 mm a 19 mm)	14.1 mm (7.2 mm a 19.2 mm)	0.9
Segunda molar a 2 mm de la UCE				
Raíz mesial	18.8 mm (16 mm a 20.1 mm)	18.6 mm (16.1 mm a 20.3 mm)	20.2 mm (15.7 mm a 22.3 mm)	0.6
Raíz distal	20.7 mm (18.7 mm a 22.8 mm)	21 mm (19.1 mm a 23.3 mm)	21.3 mm (19.5 mm a 22.7 mm)	0.7
Primera molar a 4 mm de la UCE				
Raíz mesial	0 mm (0 mm a 0 mm)	0 mm (0 mm a 0 mm)	0 mm (0 mm a 1.25 mm)	0.8
Raíz distal	0 mm (0 mm a 11.3 mm)	0 mm (0 mm a 14 mm)	0 mm (0 mm a 13.5 mm)	0.9
Segunda molar a 4 mm de la UCE				
Raíz mesial	12.35 mm (7.3 mm a 16.4 mm)	12.7 mm (6.5 mm a 16.3 mm)	15.2 mm (7.1 mm a 19.3 mm)	0.7
Raíz distal	16.6 mm (13 mm a 19.1 mm)	16.5 mm (13.3 mm a 19.6 mm)	14.7 mm (12.4 mm a 19.5 mm)	0.9
Anchura				
Primera molar a 6 mm de la UCE				
Raíz mesial	0.9 mm (0.525 mm a 1.275 mm)	0.95 mm (0.325 mm a 1.375 mm)	0.7 mm (0.375 mm a 1.25 mm)	0.9
Raíz distal	1.55 mm (0.9 mm a 2.1 mm)	1.365 mm (1 mm a 2 mm)	1.55 mm (0.75 mm a 1.925 mm)	1.0
Segunda molar a 6 mm de la UCE				
Raíz mesial	2.55 mm (1.725 mm a 3.9 mm)	2.7 mm (1.8 mm a 3.7 mm)	3.25 mm (1.75 mm a 5.1 mm)	0.8
Raíz distal	4.45 mm (2.95 mm a 6.1 mm)	4.45 mm (3.325 mm a 5.8 mm)	4.85 mm (3.675 mm a 7.3 mm)	0.8
Primera molar a 11 mm de la UCE				
Raíz mesial	1.5 mm (1 mm a 2.2 mm)	1.5 mm (0.725 mm a 2.2 mm)	1.25 mm (0.75 mm a 2.275 mm)	0.8
Raíz distal	3 mm (2.155 mm a 3.775 mm)	2.75 mm (1.725 mm a 3.675 mm)	2.75 mm (1.875 mm a 4.325 mm)	0.8
Segunda molar a 11 mm de la UCE				

Raíz mesial	4.9 mm (3.8 mm a 5.7 mm)	4.9 mm (3.625 mm a 5.9 mm)	4.95 mm (3.3 mm a 6.925 mm)	0.9
Raíz distal	6.4 mm (5.1 mm a 6.9 mm)	6.4 mm (5.325 mm a 7.2 mm)	6 mm (5.125 mm a 7.55 mm)	0.9

Para evaluar si existe diferencia significativa entre las mediciones de altura y anchura del shelf mandibular a nivel de las raíces mesial y distal de las primeras molares inferiores con respecto al biotipo facial de los pacientes analizados, se procedió a realizar el cálculo de las medidas de mediana y rango distribuidas según biotipo facial, obteniendo los resultados presentados en la Tabla 6. Posteriormente, se realizó la prueba H de Kruskal-Wallis para muestras independientes donde se observa que todos los resultados obtenidos para p son mayores que el nivel de significancia de 0.05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula y se puede afirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los biotipos faciales para la altura y anchura del shelf mandibular a nivel de las raíces mesial y distal, de las primeras y segundas molares inferiores derecha e izquierda.

10.2 Discusión

La toma de decisión del sitio a utilizar para colocar un microtornillo se basa principalmente en la biomecánica a utilizar y en la evaluación de la anatomía del área donde se colocará (entre otros factores). Las características anatómicas del sitio de colocación pueden afectar directamente la estabilidad primaria del microtornillo, por lo tanto, es importante realizar una adecuada evaluación de estas. Actualmente, el grosor y anchura del hueso cortical se consideran como factores anatómicos importantes al planificar y colocar un microtornillo, y debido a esto, varios estudios han utilizado la tomografía computarizada de haz cónico para evaluar la calidad y cantidad del hueso para determinar los sitios más favorables de inserción, así como para evaluar estructuras en riesgo.^{7,31} La zona del shelf mandibular se ha convertido en un sitio de inserción de microtornillos comúnmente utilizado, principalmente en pacientes en los cuales se requiere realizar mecánicas de retracción del arco mandibular completo, con el fin de corregir desde apiñamientos severos hasta maloclusiones esqueléticas.^{1,2,3} La literatura describe la región del shelf mandibular como una meseta o engrosamiento horizontal correspondiente al borde anterior y externo de la rama mandibular, que se forma a nivel de la parte distal de los primeros molares y se extiende hacia distal, terminando en un área bien definida y ancha a nivel del segundo y tercer molar inferior.²

El propósito principal de este estudio era determinar las dimensiones de anchura y altura del shelf mandibular utilizando como puntos de referencia las raíces mesial y distal de los primeros y segundos molares inferiores, para luego identificar el sitio con mayor cantidad de hueso. Además de cumplir con estos dos objetivos, se propuso establecer la diferencia que existe al comparar las mediciones de altura y anchura, según el sexo y biotipo facial de los pacientes analizados.

Los resultados obtenidos al realizar las mediciones de anchura y altura demuestran que existe un patrón de incremento de la anchura y altura del hueso del shelf mandibular de mesial de primera molar inferior a distal de segunda molar inferior, hallazgos que coinciden con los estudios realizados por Elshebiny y Escobar-Correa.^{7,8} Estos resultados sugieren que, en términos de características óseas, el mejor sitio para inserción de microtornillos en la región de shelf mandibular se encuentra cercano a la raíz distal de la segunda molar.

Al nivel de la raíz distal de la segunda molar fue donde se encontró presencia de hueso para realizar las mediciones de altura en los dos puntos de referencia (a 2 y 4 mm de la UCE), y fue donde se encontraron los valores mayores de altura, contrario a los resultados obtenidos al nivel de la raíz mesial de la primera molar, sitio en el cual no se encontró hueso para realizar las mediciones de altura en ninguno de los puntos de referencia. El valor máximo al realizar la medición de altura fue encontrado a 2 mm de la UCE de la raíz distal de la segunda molar (Mdn=20,85 mm, Q1=19,1 mm, Q3=23 mm). Este valor fue menor al realizar la medición a 4 mm (Mdn=16,45 mm, Q1=13,17 mm, Q=19,22 mm). Estos resultados sugieren que entre más cerca de la molar se coloque el microtornillo se encontrará mayor altura de hueso, sin embargo, Escobar-Correa recomienda mantener algunos milímetros de separación para evitar contacto con la raíz del molar.⁸ Es importante mencionar que al realizar la medición de altura a 4 mm de la UCE en las raíces mesial y distal de la primera molar, no se encontró hueso para realizar la medición, y al realizar la medición de anchura los valores obtenidos fueron menores en esta región, razón por la cual se puede afirmar que al nivel de la primera molar no se encuentran altura y anchura adecuadas para la inserción de microtornillos, además de que las mediciones nos indican la proximidad de las raíces de las molares en esta región.

Con respecto a la anchura del shelf mandibular, los resultados de este estudio coinciden con los obtenidos por Elshebiny y Escobar-Correa,^{7,8} quienes reportaron un aumento progresivo de la anchura del shelf mandibular de mesial a distal, y determinaron que la región cercana a la raíz distal de la segunda molar era la más adecuada para la colocación de microtornillos. Al utilizar los dos puntos de referencia propuestos (a 6 y 11 mm de la UCE), se encontraron valores menores al nivel de la raíz mesial de la primera molar inferior (6 mm de la UCE: Mdn=0,9 mm, Q1=0,4 mm, Q3=1,3 mm; 11 mm de la UCE: Mdn=1,5 mm, Q1=0,88 mm, Q3=2,2 mm), y valores mayores al nivel de la raíz distal de la segunda molar inferior (6 mm de la UCE: Mdn=4,45 mm, Q1=3,27 mm, Q3=6,02 mm; 11 mm de la UCE: Mdn=6,4 mm, Q1=5,17 mm, Q3=7,12 mm).

Según estos resultados, y a pesar de las limitaciones de este estudio, se puede afirmar que el sitio con mayor anchura y altura ósea en los pacientes analizados se encuentra al nivel de la raíz distal de la segunda molar. Este sitio es clínicamente accesible en la mayoría de los pacientes y es un área donde se facilita la colocación. Sin embargo, es importante considerar la proximidad potencial del nervio alveolar inferior y recordar que se debe realizar un diagnóstico y plan de tratamiento individuales para cada paciente, por lo tanto, es necesario evaluar la anatomía del paciente previo a la colocación.⁷

Con respecto a los factores relacionados con la estabilidad primaria de los microtornillos, el diámetro y longitud de estos tienen un papel importante para que esta se pueda lograr.⁸ Realizar mediciones de la anatomía del shelf mandibular nos permite no solamente identificar el sitio más adecuado para la colocación del microtornillo, sino también saber si la longitud y diámetro que hemos elegido es adecuada para el sitio donde se colocará. La literatura reporta que para la zona del shelf mandibular están indicados los microtornillos de 2 x 12 mm² y, según los resultados obtenidos en este estudio, los valores de altura y anchura encontrados al nivel de raíz distal de segunda molar, los microtornillos con estas dimensiones serían apropiados para colocarse en el shelf mandibular.

Al analizar la relación existente entre la variable sexo y las mediciones de anchura y altura del shelf mandibular, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre hombres

y mujeres para los resultados obtenidos de las mediciones, hallazgo que coincide con lo reportado en el estudio de Escobar-Correa.⁸

En cuanto a la comparación de las mediciones realizadas en el shelf mandibular entre las hemiarquadas derecha e izquierda, se consiguieron resultados contrarios a los obtenidos en el estudio realizado por Escobar-Correa⁸ en pacientes colombianos para las mediciones de altura. Sí se encontró una diferencia estadísticamente significativa en las mediciones de altura, entre las hemiarquadas derecha e izquierda, reportando valores mayores en la hemiarcada derecha, excepto en la medición realizada a 2 mm de la UCE al nivel de la raíz distal de la segunda molar, donde la diferencia no fue estadísticamente significativa. Para las mediciones de anchura del shelf mandibular, aunque los resultados obtenidos fueron mayores en la hemiarcada derecha, esta diferencia solamente fue estadísticamente significativa a 11 mm de la UCE a nivel de la raíz distal de la primera molar, a 11 mm de la UCE a nivel de la raíz mesial de segunda molar y, a 6 y 11 mm de la UCE a nivel de la raíz distal de la segunda molar, siendo estos resultados distintos a los reportados por otros estudios.

Sobre la comparación de las mediciones realizadas en shelf mandibular entre los biotipos faciales (mesofacial, dólicofacial, y braquifacial), se esperaba encontrar diferencias significativas entre estos, sobre todo entre los pacientes dólicofaciales y braquifaciales; sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar los resultados. Al analizar los resultados de las mediciones, en los tres biotipos faciales se encontró que la anchura y altura de la región de shelf mandibular aumenta de manera progresiva de mesial a distal, siendo mayores a nivel de la segunda molar inferior. Estos hallazgos coinciden con el estudio realizado por Matías y colaboradores, quienes concluyeron que el patrón facial tiene influencia, pero no es determinante para la disponibilidad de hueso para la colocación de microtornillos en la región del shelf mandibular.⁵

El presente estudio presenta las características anatómicas de la muestra evaluada, encontrando resultados que son comparables con otras publicaciones científicas.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 Conclusiones

- Al realizar las mediciones de anchura y altura del shelf mandibular, se encontró que existe un aumento progresivo de estas desde la raíz mesial de la primera molar hasta la raíz distal de la segunda molar inferior, patrón que se repite al analizar los resultados para los tres biotipos faciales.
- El hueso bucal adyacente a la raíz distal de la segunda molar inferior presenta las características óseas más favorables para la inserción de microtornillos en la región del shelf mandibular.
- Las mediciones de altura del shelf mandibular fueron significativamente mayores en la hemiarcada derecha.
- Las mediciones de anchura del shelf mandibular mostraron resultados mayores en la hemiarcada derecha, pero esta diferencia no fue estadísticamente significativa en la mayoría de resultados.
- Las características óseas de la región del shelf mandibular no varían entre pacientes de sexo masculino y femenino.
- No se encontraron diferencias entre las mediciones realizadas según los biotipos faciales.
- Es importante realizar una evaluación tomográfica individualizada de cada paciente para determinar las características anatómicas del sitio de colocación de microtornillos y escoger adecuadamente el sitio con las mejores características y dimensiones óseas según la biomecánica que hayamos decidido utilizar.

11.2 Recomendaciones

- Para realizar una mejor comparación entre las mediciones y los biotipos faciales, se sugiere obtener una muestra más homogénea que sea representativa de los tres biotipos faciales.
- Se recomienda realizar estudios que evalúen los sitios de colocación incluyendo los tejidos blandos presentes alrededor del sitio de colocación, así como una posible comparación entre las mediciones y la edad de los pacientes.
- Para realizar un mejor diagnóstico del biotipo facial de los pacientes analizados, se sugiere utilizar la radiografía cefalométrica, ya que en estas radiografías se pueden utilizar otros análisis cefalométricos más certeros que el utilizado en el presente estudio.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chopra, S. S., Mukherjee, M., Mitra, R., Kochar, G. D., Kadu, A. Comparative evaluation of anchorage reinforcement between orthodontic implants and conventional anchorage in orthodontic management of bimaxillary dentoalveolar protrusion. *Med. J. Armed Forces India*. 2017; 73(2), 159-166.
2. Arango E. Anatomía y Biomecánica aplicada a anclajes esqueléticos en ortodoncia. AMOLCA. 2022.
3. Liu, Y., Yang, Z. J., Zhou, J., Xiong, P., Wang, Q., Yang, Y., Hu, J. T. Comparison of anchorage efficiency of orthodontic mini-implant and conventional anchorage reinforcement in patients requiring maximum orthodontic anchorage: a systematic review and meta-analysis. *J. Evid. Based Dent. Pract.* 2020; 20(2), 101401.
4. Chang, C. H., Roberts, W. E. A retrospective study of the extra-alveolar screw placement on buccal shelves. *Int. J. Orthod. Implantol.* 2013; 32, 80-89.
5. Matías, M., Flores-Mir, C., de Almeida, M. R., da Silva Vieira, B., de Freitas, K. M. S., Nunes, D. C., ... Ursi, W. 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*. 2021; 51(6), 387-396.
6. Arango E. Anatomía y Biomecánica aplicada a anclajes esqueléticos en ortodoncia. AMOLCA. 2022.
7. Elshebiny, T., Palomo, J. M., Baumgaertel, S. Anatomic assessment of the mandibular buccal shelf for miniscrew insertion in white patients. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2018; 153(4), 505-511.
8. Escobar-Correa, N., Ramírez-Bustamante, M. A., Sánchez-Urbe, L. A., Upegui-Zea, J. C., Vergara-Villarreal, P., Ramírez-Ossa, D. M. Evaluation of mandibular buccal shelf characteristics in the Colombian population: A cone-beam computed tomography study. *Korean Journal of Orthodontics*. 2021; 51(1), 23-31.
9. Ludwig, B. The possibility of skeletal anchorage. *J. Clin. Orthod.* 2017; 51(9): 513-515.

10. Paik, C. H. Orthodontic Miniscrew Implants: Clinical Applications. 1a ed. Reino Unido: Mosby Ltd; 2009.
11. Creekmore, T. D. The possibility of skeletal anchorage, *J. Clin. Orthod.* 1983; 17: 266-269.
12. Kokich, V. G., Shapiro, P. A., Oswald, R., Koskinen-Moffett, L., Clarren, S. K. Ankylosed teeth as abutments for maxillary protraction: a case report. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1985; 88(4), 303-307.
13. Lin, J. J. J., White, L. W. Creative orthodontics: Blending the Damon System & TADs to manage difficult malocclusions. Yong Chieh Enterprise Company; 2017.
14. Shapiro, P. A., Kokich, V. G. (1988). Uses of implants in orthodontics. *Dental Clinics of North America.* 1998; 2(3), 539-550.
15. Roberts, W. E., Marshall, K. J., Mozsary, P. G. Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close an atrophic extraction site. *Angle Orthod.* 1990; 60(2), 135-152.
16. Melsen, B. Mini-implants: where are we?. *J. Clin. Orthod.* 2005; 39(9), 539.
17. Block, M. S., Hoffman, D. R. A new device for absolute anchorage for orthodontics. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1995; 107(3), 251-258.
18. Kokich, V. G. Managing complex orthodontic problems: the use of implants for anchorage. *Seminars in orthodontics.* 1996; 2(2), 153-160.
19. Wehrbein, H., Feifel, H., Diedrich, P. Palatal implant anchorage reinforcement of posterior teeth: a prospective study. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1999; 116(6), 678-686.
20. Kanomi, R. Mini-implant for orthodontic anchorage. *J. Clin. Orthod.* 1997; 31, 763-767.
21. Melsen, B. Mini-implants: where are we?. *J. Clin. Orthod.* 2005; 39(9), 539.
22. Paik, C. H. Orthodontic Miniscrew Implants: Clinical Applications. 1a ed. Reino Unido: Mosby Ltd; 2009.
23. Nanda, R., Uribe, F. A., Yadav, S. Temporary anchorage devices in orthodontics. 2a ed. Elsevier; 2019.
24. Chang, C., Huang, C., Roberts, W. E. 3D cortical bone anatomy of the mandibular buccal shelf: a CBCT study to define sites for extra-alveolar bone screws to treat Class III malocclusion. *Int J Orthod Implantol.* 2016; 41, 74-82.

25. Proffit, W. R., Fields, H. W., Larson, B., Sarver, D. M. Contemporary orthodontics. Elsevier Health Sciences; 2018.
26. Uribe G., Uribe P. Ortodoncia y Teoría Clínica, "Énfasis en biomecánica". Fondo Editorial CIB. 2019.
27. Park, J. H., Shin, K. An Overview of Clinical Applications for Temporary Anchorage Devices (TADs). En Park, J. H. Temporary Anchorage Devices in Clinical Orthodontics. NJ: John Wiley & Sons; 2020; 1-15.
28. Kuroda, S., Yamada, K., Deguchi, T., Kyung, H. M., Takano-Yamamoto, T. Class II malocclusion treated with miniscrew anchorage: comparison with traditional orthodontic mechanics outcomes. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 2009; 135(3), 302-309.
29. Xu, Y., Xie, J. Comparison of the effects of mini-implant and traditional anchorage on patients with maxillary dentoalveolar protrusion. The Angle Orthodontist. 2017; 87(2), 320-327.
30. Liu, H., Wu, X., Tan, J., Li, X. Safe regions of miniscrew implantation for distalization of mandibular dentition with CBCT. Progress in orthodontics. 2019; 20(1), 1-8.
31. Choi, S. H., Hwang, C. J. Factors Affecting the Failure of TADs and Efforts to Improve the Biomechanical Stability of TADs. En Park, J. H. Temporary Anchorage Devices in Clinical Orthodontics. NJ: John Wiley & Sons; 2020; 61-67.
32. O'Rahilly, M. D. Anatomía de Gardner, 5a. Ed. México DF: El Manual Moderno. 2001.
33. Scarfe, W. C., Farman, A. G. What is cone-beam CT and how does it work?. Dental Clinics of North America. 2008; 52(4), 707-730.
34. De Vos, W., Casselman, J., Swennen, G. R. J. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. Int. J. Oral Maxillofac. Surg. 2009; 38 (6), 609-625.
35. Hatcher, D. C. Operational principles for cone-beam computed tomography. J. Am. Dent. Assoc. 2010; 141, 3S-6S.
36. Tadinada, A., Marczak, A., Yadav, S., & Mukherjee, P. M. Applications of cone beam computed tomography in orthodontics: a review. Turkish Journal of Orthodontics. 2016; 29(3), 73.
37. Tadinada, A., Schneider, S., Yadav, S. Role of cone beam computed tomography in contemporary orthodontics. Seminars in Orthodontics. 2018; 24 (4), 407-415.

38. Mah, J. K., Huang, J. C., Choo, H. Practical applications of cone-beam computed tomography in orthodontics. *J. Am. Dent. Assoc.* 2010; 141, 7S-13S.
39. Martins, L. F., Vigorito, J. W. Photometric analysis applied in determining facial type. *Dental Press Journal of Orthodontics.* 2012; 17, 71-75.
40. Cerda-Peralta, B., Schulz-Rosales, R., López-Garrido, J., Romo-Ormazabal, F. Parámetros cefalométricos para determinar biotipo facial en adultos chilenos. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral.* 2019; 12(1), 8-11.
41. Pineda, A., De Alvarado, E. L., & De Canales, F. H. *Metodología de la Investigación.* 2a ed. Washington DC: Organización Panamericana de la Salud; 1994.

13. ANEXO I

INSTRUMENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

Universidad de San Carlos de Guatemala

Maestría en Ortodoncia y Ortopedia Maxilofacial

Registro de tomografía evaluada: _____

Sexo del paciente: _____

Biotipo facial:

Valor del ángulo: _____

Dólicofacial	
Mesofacial	
Braquifacial	

Mediciones de altura:

Punto de referencia:	2 mm de la UCE	4 mm de la UCE
Primera molar inferior		
Raíz Mesial Derecha		
Raíz Distal Derecha		
Raíz Mesial Izquierda		
Raíz Distal Izquierda		
Segunda molar inferior		
Raíz Mesial Derecha		
Raíz Distal Derecha		
Raíz Mesial Izquierda		
Raíz Distal Izquierda		

Mediciones de anchura:

Punto de referencia:	6 mm de la UCE	11 mm de la UCE
Primera molar inferior		
Raíz Mesial Derecha		
Raíz Distal Derecha		
Raíz Mesial Izquierda		
Raíz Distal Izquierda		
Segunda molar inferior		
Raíz Mesial Derecha		
Raíz Distal Derecha		
Raíz Mesial Izquierda		
Raíz Distal Izquierda		

14. ANEXO II

Autorización para la realización del estudio

Guatemala 20 de julio de 2023

A quien interese:

Por este medio hago constar que autorizo al Dr. José Roberto Zuñiga Cifuentes, estudiante de la Maestría en Ortodoncia y Ortopedia Maxilofacial de la Universidad de San Carlos de Guatemala para utilizar las tomografías de haz cónico tomadas en la sede de DISA-USAC durante el periodo comprendido del año 2019 al 2021 en su trabajo de investigación titulado: "Medición de las dimensiones de anchura y altura de la línea oblicua externa (shelf mandibular) según sexo y biotipo facial en pacientes adultos que asistieron a evaluación tomográfica (CBCT) al departamento de radiología de la Universidad de San Carlos de Guatemala de la Universidad de San Carlos de Guatemala durante los años 2019-2021". Para realización de tesis.

Atentamente,



Dr. Vincent Archila

Gerente General – DISA

DR. LUIS VINCENT ARCHILA MONTENEGRO
Cirujano Dentista / Radiología Oral y Maxilofacial
No. de Colegiado 3,812

15. ANEXO III

Aprobación comité de bioética



APROBACIÓN COMITÉ DE BIOÉTICA MAESTRÍA EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILOFACIAL

La infrascrita Comisión de Bioética de la Maestría en Ortodoncia y Ortopedia Maxilofacial de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Odontología, Universidad de San Carlos de Guatemala, por este medio hace constar que fue presentado ante este comité el proyecto de investigación titulado:

“Medición de las dimensiones de anchura y altura de la línea oblicua externa (shelf mandibular) según sexo y biotipo facial en pacientes adultos que asistieron a evaluación tomográfica (CBCT) al departamento de radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala durante los años 2019-2021”.

Presentado por el **Dr. José Roberto Zuñiga Cifuentes**, Registro académico: 200210725.

Por lo cual, informamos que este comité otorga el siguiente dictamen de la evaluación Bioética:

APROBADO

Debido a que no presenta ningún conflicto de interés y cumple con las normas bioéticas de investigación científica.

En la Ciudad de Guatemala el seis de noviembre del año dos mil veintitrés.

“Id y Enseñad a Todos”

Dr. **Leopoldo Raúl Vesco Leiva**
Coordinador, Maestría en Ortodoncia
y Ortopedia Maxilofacial

Dra. **Edlin Anahí Peláez Achtmann**
Docente, Maestría en Ortodoncia y
Ortopedia Maxilofacial

Dr. **Carlos Guillermo Alvarado Barrios**
Director, Escuela de Estudios de Postgrado

C.c. Archivo

16. ANEXO III HOJAS DE FIRMAS



FOUSAC
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN HOJA DE FIRMAS

Título del Protocolo de Investigación:

Medición de las dimensiones de anchura y altura de la línea oblicua externa (shelf mandibular) según sexo y biotipo facial en pacientes adultos que asistieron a evaluación tomográfica (CBCT) al departamento de radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala durante los años 2019-2021.

Profesor Asesor:

Gerson Rudick Chinchilla Dubón

(nombre completo)



(firma)

VoBo:

Leopoldo Raúl Vesco Leiva

(nombre completo del Coordinador de la Maestría)



(firma)

Carlos Guillermo Alvarado Barrios

(nombre completo del Director de Postgrado)



(firma)



APROBACIÓN FINAL DEL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN:

Gerson Rudick Chinchilla Dubón

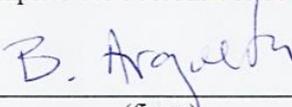
(nombre completo del Profesor Asesor)



(firma)

Bienvenido Argueta Hernández

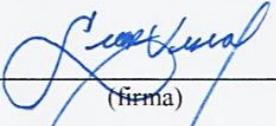
(nombre completo del Coordinador de Investigación)



(firma)

Leopoldo Raúl Vesco Leiva

(nombre completo del Coordinador de Maestría)



(firma)

Carlos Guillermo Alvarado Barrios

(nombre completo del Director de Postgrado)



(firma)

Nombres y firmas de los profesores nombrados miembros del equipo evaluador de Postgrado que aprobaron el protocolo (además de los Coordinadores y del Director):



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN HOJA DE FIRMAS

Título del Trabajo de Investigación:

Medición de las dimensiones de anchura y altura de la línea oblicua externa (shelf mandibular) según sexo y biotipo facial en pacientes adultos que asistieron a evaluación tomográfica (CBCT) al departamento de radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala durante los años 2019-2021.

APROBACIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Gerson Rudick Chinchilla Dubón

(nombre completo del Profesor Asesor)


(firma)

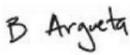
Leopoldo Raúl Vesco Leiva

(nombre completo del Coordinador de Maestría)


(firma)

Bienvenido Argueta Hernández

(nombre completo del Coordinador de Investigación)


(firma)

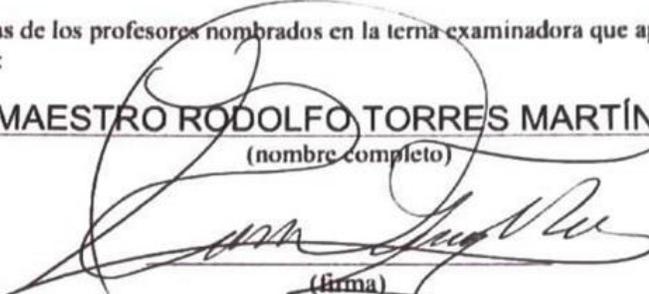


Carlos Guillermo Alvarado Barrios
(nombre completo del Director de Postgrado)

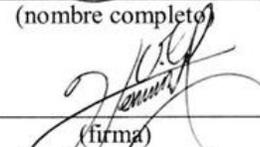

(firma)

Nombres y firmas de los profesores nombrados en la terna examinadora que aprobaron la tesis final de investigación:

MAESTRO RODOLFO TORRES MARTÍNEZ
(nombre completo)


(firma)

Herman Antonio Ovalle Escamilla
(nombre completo)


(firma)

Daniela Estefanía Contreras García
(nombre completo)


(firma)