

Facultad de Odontología
Programa de estudios de postgrado
Maestría en ortodoncia y ortopedia maxilofacial



Medición del grosor óseo de la Cresta infracigomática en los pacientes tratados de la Clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala desde el año 2017 hasta el 2021.

Dr. Aldo Mendizábal Higueros

AUTOR

Dr. Leopoldo Raúl Vesco Leiva

ASESOR

Dr. Leopoldo Raúl Vesco Leiva

COORDINADOR DE MAESTRÍA

Dr. Bienvenido Argueta

REVISOR

Dr. Carlos Alvarado Barrios

DIRECTOR ESCUELA DE POSTGRADO

Índice

I. Introducción	3
II. Planteamiento de Problema	5
III. Antecedentes	7
IV. Justificación.....	10
V. Objetivos.....	11
VI. Hipótesis	12
VII. Marco teórico	14
VIII. Variables.....	32
IX. Materiales y métodos	33
X. Consideraciones bioéticas del estudio.....	39
XI. Recursos y tiempo	40
XII. Resultados	42
XIII. Discusión de Resultados.....	66
XIV. Conclusiones	70
XV. Recomendaciones.....	71
XVI. Bibliografía.....	72
XVII. ANEXO I.....	76
XVIII. Anexo II	77
XIX. ANEXO III.....	79

I. Introducción

Durante años el desafío de tratar maloclusiones complejas se ha abordado desde muchos puntos de vista y abundantes técnicas en el ámbito de la ortodoncia. Este reto ha llevado a la ciencia ortodóntica a reinventarse constantemente. Esto con el fin de darle una solución adecuada y precisa en el menor tiempo posible a las problemáticas encontradas en distintos pacientes. Uno de los puntos en los cuales los ortodoncistas han alcanzado diferentes alternativas es el tema del anclaje.

A lo largo del tiempo, se han utilizado diferentes mecánicas, técnicas internas en la prescripción del bracket y dobleces auxiliares para poder brindar un anclaje directo en los dientes sin modificar su posición inicial. Dentro de las mecánicas encontramos: el arco extraoral, aparatos distalizadores y de anclaje como el arco transpalatino (ATP) y el botón de nance. A pesar de los esfuerzos, estas mecánicas aún generan efectos secundarios no deseados. Esto se debe a que las diferentes fuerzas son aplicadas hacia los dientes, presentándose complicaciones que tienen que ser abordadas por el ortodoncista durante el tratamiento.

En la actualidad, la mecánica de anclaje esquelético ha obtenido buenos resultados y ha permitido a la ortodoncia darle solución a muchos de los retos que se presentaban antes. Casos complejos como: la distalización de las arcadas completas, intrusión de los dientes anteriores y posteriores, y obtener un anclaje máximo en casos de extracciones se consiguen solucionar mediante el uso de microtornillos. Esto se logra porque los anclajes esqueléticos nos permiten tener un punto de apoyo sobre el cual se puede aplicar una fuerza hacia un diente o un segmento de piezas sin necesidad de utilizar otro diente como soporte. Estos dispositivos permiten que se dirijan las fuerzas a una región específica, minimizando la pérdida de anclaje o los efectos secundarios hacia las piezas no involucradas.

Una región importante es la cresta infracigomática, ya que desde el punto de vista anatómico permite una inserción extra-alveolar y, por lo tanto, minimiza el riesgo al contacto radicular. De esta manera se disminuyen las

complicaciones durante la colocación y uso del microtornillo. Una de las problemáticas en cuanto a la región es que no se ha estudiado lo suficiente como para determinar cuál es el sitio más seguro y adecuado durante la inserción del microtornillo. Esto se debe a que las recomendaciones en cuanto a la colocación se han basado en medidas realizadas en poblaciones asiáticas, las cuales fueron las pioneras en el uso de esta técnica. Sin embargo, se expuso en publicaciones recientes que existe una discrepancia entre lo que se documentó en Asia y las poblaciones de diferentes etnias.

El conocimiento de los fenotipos sexuales, las variaciones anatómicas, las características poblacionales, además del estudio y cuantificación del grosor óseo de la cresta permitirá a los ortodoncistas mejores resultados a corto, mediano y largo plazo en la práctica clínica. Esto dará una mayor seguridad y máxima fiabilidad de la técnica durante la colocación e inserción de los dispositivos de anclaje esquelético.

II. Planteamiento de Problema

El uso de microtornillos en la cresta infracigomática ha proporcionado al ortodoncista muchas herramientas y alternativas de tratamiento que antes no eran posibles; dentro de ellas se incluye la distalización de la arcada superior en casos de maloclusión clase II canina unilateral y/o bilateral, retracción de dientes anteriores, intrusión de los molares superiores y técnica VISTA (caninos impactados)(1). La colocación de un microtornillo en esta región requiere de un conocimiento amplio de la anatomía de la misma, así como de la técnica a utilizar durante la colocación. Liou E. y col (2007) evaluaron el espesor óseo a nivel de la cresta infracigomática en región de primer molar superior en 16 individuos utilizando tomografías computarizadas Cone-Beam (CBCT). Ellos sugieren que los microtornillos se deben colocar a nivel del primer molar superior con una angulación de 55°-70° a una distancia de 13mm a 16mm desde el plano oclusal, obteniendo como un mínimo de 6mm para retención de espesor óseo(2). Esta referencia se tomó como una norma para realizar la inserción de los microtornillos en la cresta infracigomática.

En una publicación posterior, Liu H. y col (2016) evaluaron diferentes regiones de la cresta infracigomática en tomografías computarizadas Cone-Beam (CBCT) tomadas a 60 pacientes. Una de sus conclusiones fue que a pesar que se había recomendado el sitio de primer molar se encontró un mejor grosor óseo en la región infracigomática del segundo molar(3). En la actualidad, la literatura toma como referencia estos estudios para la enseñanza y la inserción de microtornillos en la región de la cresta infracigomática. No obstante, estos estudios se realizaron ambos en pacientes de origen asiático. Esto plantea un problema, ya que se ha demostrado que existen diferencias en la anatomía de la cresta infracigomática en diferentes razas. Un ejemplo de esto es el estudio de Agudelo (2019) al evaluar una muestra de 127 colombianos, concluyó que en solo un cuarto de la población se puede colocar un microtornillo en el área descrita por el doctor Lin en su libro de manera segura(4). Además, se encontraron medias de grosores más altas en

ubicaciones más apicales. La falta de información acerca de esta región anatómica conlleva a plantear la siguiente interrogante: ¿Existe una diferencia entre la media del grosor óseo en diferentes sitios, posiciones anatómicas, alturas y sexo dentro de la cresta infracigomática en los pacientes de la clínica de la Universidad de San Carlos de Guatemala para la colocación de microtornillos?

III. Antecedentes

Esta estructura anatómica se ubica inmediatamente debajo del proceso cigomático y es un pilar de hueso cortical en el proceso cigomático del maxilar. Existen varios métodos para localizar la ubicación anatómica ideal y por lo general se definen las regiones de la cresta infracigomática en referencia a la pieza dental ubicada en la posición inferior a la misma (1).

En el artículo del 2007 del Dr. Liou se recomendó utilizar el hueso localizado mesial al primer molar permanente a unos 13 a 17 mm del plano oclusal, donde se encontró un grosor de 5 a 9 mm de hueso con una angulación de 40° a 75° con respecto al plano oclusal. Esto se obtuvo estudiando 16 tomografías de 16 adultos, 6 mujeres y 10 hombres. Después se realizó un análisis estadístico mediante un ANOVA con un P de 0.05. Para determinar el ángulo de inserción del microimplante se ubicaron diferentes angulaciones con respecto al seno maxilar, variando 5 grados en cada medición. Con esta ubicación se describió que se podía lograr los 6 mm de hueso para la retención mínima requerida y que se podía mantener una separación de la raíz mesial del molar (2).

Posteriormente, se revisó esta información en un artículo complementario realizado por el Dr. Liu en el cual se evaluó diferentes regiones de la cresta infracigomática en tomografías computarizadas Cone-Beam (CBCT) tomadas a 60 pacientes 18 hombres y 46 mujeres. Se realizó un análisis de Kruskal-Wallis con un valor P de 0.05. Para obtener los datos de este estudio se tomaron medidas con respecto a las piezas 5 y 6, 6 y 6, y 6 y 7 a 5 mm, 7 mm, 9 mm, y 11 mm desde el reborde alveolar paralelo al plano oclusal. Una de sus conclusiones fue que a pesar de que se había recomendado el sitio de primer molar, se encontró un mejor grosor óseo en la región infracigomática del segundo molar (3). Actualmente esta información es la que se utiliza como referencia para la ubicación y localización de la cresta infracigomática en el maxilar.

Varios estudios han valorado el grosor y localización óptima de la cresta infracigomática en diferentes poblaciones y patrones faciales en los últimos años,

dentro de los cuales se puede encontrar información muy valiosa. En 2019, Agudelo, al evaluar una muestra de 127 colombianos, se concluyó que en solo un cuarto de la población se puede colocar un microtornillo en el área descrita por el doctor Liou en su artículo de manera segura, encontrando medias de grosores más altas en regiones más apicales. Este estudio se realizó de manera descriptiva utilizando los porcentajes en los cuales la muestra encaja dentro de los parámetros descritos por el doctor Liou (4).

Santos en 2020 presento un estudio en el cual se evaluaron 40 tomografías tomadas desde una prueba de poder estadístico de R-software a un poder de 80% con un nivel alfa de 0.05 realizando 2 medidas a 2 mm y a 4 mm desde el ápice de la raíz distal del primer molar permanente y después se compararon estas medidas a través de un análisis de T-student con un nivel de significancia de 5%. Dentro de los resultados a destacar se encontró que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de diferente sexo, encontrando una media de medidas de 2.29 y 2.44 mm en ambas posiciones (5).

En 2020, Vargas, evaluando población brasileña, demostró que el mejor sitio para colocación de microimplante en el área infracigomática es mesial al primer molar permanente. Sin embargo, en sus conclusiones recomienda que se tomen tomografías auxiliares a los pacientes, ya que muestra medidas variables de grosor y pacientes en donde no se presentan los 6 mm mínimos necesarios para una colocación segura del mini implante. Esto se determinó mediante un análisis en tomografías de 100 pacientes, el número de muestra se determinó mediante una prueba de poder estadístico de Pandis con un poder de 95% y una significancia alfa de 0.05, midiendo en las raíces mesial y distal de ambos molares superiores (pieza UM6 y UM7) tomando como medida vertical 6 y 11 mm desde la unión cemento esmalte a una angulación de 60 y 70 grados. Para el análisis de estudio se hizo un análisis de correlación de spearman para comparar los grosores óseos con los patrones faciales en los pacientes. En este estudio no se realizó ningún análisis para comparar los grosores entre sí, solo la descripción de los valores. En este mismo estudio se intentó correlacionar el tipo de patrón facial con el grosor de hueso

existente en la cresta infracigomática. Sin embargo, a diferencia del shelf mandibular, no se logró encontrar una correlación adecuada entre el ángulo gonial y el patrón facial con la cantidad de hueso presentada en el sitio anatómico (6).

En otro estudio del mismo año, Paulin evaluó la relación que existe entre el patrón facial de pacientes con el grosor de hueso cortical en diferentes ubicaciones dentro de la cresta infracigomática en pacientes de la India, se utilizó una prueba de poder estadístico a el 80% con un nivel de significancia de 0.05 la cual determinó que eran necesarios 33 pacientes en el estudio. En este estudio se logró concluir que los pacientes con patrón facial bajo tenían un grosor de hueso cortical estadísticamente significativo mayor que en pacientes con un patrón facial alto. Otra de las conclusiones de este estudio es que a partir de los 12 mm desde el plano oclusal se encuentra mayor grosor de cortical ósea (7).

Muruguesan (2020) realizó un estudio para valorar el grosor de la cresta infracigomática en pacientes de origen draviano en la india utilizando las mismas medidas que se determinó en el estudio de Liou(2). Para valorar el grosor de hueso de la cresta a nivel del primer molar permanente con incrementos de 5 grados desde los 40 a los 70 grados en la inserción de tornillos. Estas medidas se compararon mediante un ANOVA con un valor P de 0.05 para valorar el mejor sitio de inserción. Se concluyó que el grosor óseo es significativamente más alto a una angulación entre 65 y 75 grados de inclinación a 12 milímetros del plano oclusal (8).

IV. Justificación

Existe una importancia teórica y clínica al investigar las características físicas y estructurales de la cresta infracigomática. Las decisiones clínicas del ortodoncista dependen de tres factores claves cuando se trabaja en cresta infracigomática; los cuales son: la calidad del hueso, la localización óptima para la colocación de un microtornillo dentro del mismo y la biomecánica resultante de esta ubicación. Los factores como el tipo de mecánica a aplicar, además de la selección del tamaño y características del microimplante van a depender de la fisiología ósea de los pacientes. El conocimiento del sitio de inserción de un microtornillo es crucial en la biomecánica, ya que los vectores y los momentos de fuerza en el movimiento dental dependerán de la altura a la cual queda situada la cabeza del tornillo. Muchas veces los vectores de fuerza resultantes de una altura de la cabeza inadecuada provocan efectos secundarios no deseados durante el tratamiento que son complejos de corregir (9).

En este momento los estudios que cumplen con los parámetros adecuados se han hecho solo en poblaciones asiáticas con muestras muy pequeñas. Ante la carencia de información en la población local, se han tomado estos valores como norma para dictar las indicaciones de cómo se deben colocar los microtornillos. El conocimiento de las características de esta región anatómica permite una mecánica más segura y con menores complicaciones. Por lo tanto, es necesario realizar un estudio exploratorio de la población local para evaluar si estos valores son similares a los descritos en anterioridad o los guatemaltecos presentan características óseas distintas a lo determinado en pacientes asiáticos, además, de conocer si presentan diferencias en los fenotipos sexuales en esta región. De esta forma se podrá orientar de mejor manera a los ortodoncistas guatemaltecos en la toma de decisiones durante este tipo de mecánicas.

V. Objetivos

Objetivo General

- Analizar el grosor de la cresta infracigomática para los sitios anatómicos en pacientes de la clínica de la Universidad de San Carlos de Guatemala para la colocación de microtornillos

Objetivos específicos

- Comparar las medias del grosor óseo de la cresta a las diferentes alturas de hueso
- Determinar si existe una relación entre la posición anatómica dental con el grosor óseo de la cresta infracigomática
- Demostrar si existe una diferencia entre el grosor de la anatomía entre diferentes sexos

VI. Hipótesis

Las hipótesis que resuelven las preguntas de investigación 1, 2 y 3 se presentan formalmente con el siguiente esquema:

$$H_0 = M_1 - M_2 = 0$$

$$H_i = M_1 - M_2 \neq 0$$

En términos concretos las hipótesis se formula de la siguiente manera:

Hipótesis nula

Ho: No existe una diferencia significativa entre las medias del grosor de la cresta infracigomática en los sitios anatómicas diferentes

Hipótesis alterna

Hi: Si existe una diferencia significativa entre las medias del grosor de la cresta infracigomática en los sitios anatómicos diferentes

Hipótesis nula

Ho: No existe una diferencia significativa entre las medidas del grosor de la cresta infracigomática en las 5 posiciones anatómicas diferentes

Hipótesis alterna

Hi: Si existe una diferencia significativa entre las medidas del grosor de la cresta infracigomática en las 5 posiciones anatómicas diferentes

Hipótesis nula

Ho: No existe una diferencia significativa entre las medidas del grosor de la cresta infracigomática en las 3 alturas anatómicas diferentes

Hipótesis alterna

Hi: Si existe una diferencia significativa entre las medidas del grosor de la cresta infracigomática en las 3 alturas anatómicas diferentes

Hipótesis nula

Ho: No existe una diferencia significativa entre las medidas del grosor de la cresta infracigomática entre sexos

Hipótesis alterna

Hi: Si existe una diferencia significativa entre las medidas del grosor de la cresta infracigomática entre sexos

VII. Marco teórico

Anclaje en ortodoncia

En esencia, el anclaje significa la resistencia hacia el movimiento ante una aplicación de fuerza. La importancia del anclaje deriva de la tercera ley de Newton que dice: “A toda acción corresponde una reacción igual y en sentido contrario”. En ortodoncia esto significa que siempre que se aplique una fuerza hacia un grupo de dientes habrá otra en el sentido contrario. Un aditamento de anclaje es aquel que impide que un grupo de dientes sea trasladado, permitiendo de esta manera el movimiento de otro grupo dental. El movimiento dental resulta de varios factores que se han estudiado.

Existen factores biológicos y factores mecánicos, dentro de los cuales están el tipo de fuerza aplicada con respecto al centro de resistencia, el estrés causado en el ligamento periodontal, la respuesta inflamatoria y la calidad y cantidad de hueso. Existen diferentes estructuras anatómicas sobre las que se puede apoyar para mejorar el control del anclaje, dentro de las cuales se encuentran los dientes, el paladar duro, el hueso alveolar, el hueso occipital, y el dorso del cuello (10)(11).

Tipos de movimiento dental

Existen 4 tipos básicos de movimiento dental, inclinación, translación, movimiento de raíz, y rotación, el tipo de movimiento resulta de la aplicación de diferentes fuerzas y momentos. Esta relación momento/fuerza está determinada dependiendo del centro de rotación del diente estas relaciones se pueden observar de la siguiente forma:

Inclinación: el centro de rotación se encuentra apical al centro de resistencia del diente, dependiendo si se ubica en el ápice o no, el centro de rotación se puede sub clasificar como inclinación no controlada o controlada. En la inclinación no controlada existe una fuerza simple horizontal por lo general a nivel del bracket lo

que causara un movimiento de corona y raíz en direcciones contrarias, la relación momento/fuerza para este tipo de movimiento va desde 0:1 hasta 5:1. La inclinación controlada se alcanza al obtener una relación momento/fuerza de 7:1 en donde el centro de rotación se encuentra en el ápice del diente, por ende, dando un movimiento de corona.

Traslación: se le conoce como movimiento en cuerpo, en este movimiento el centro de rotación es infinitamente lejano, para obtener un movimiento de traslación puro se requiere de una relación momento fuerza de 10:1. Durante este tipo de movimiento producen tensiones uniformes en el periodonto.

Movimiento de raíz: esto ocurre cuando se aumenta la relación momento fuerza a 12:1 trasladando el centro de rotación hacia incisal. Se le conoce en ortodoncia como torque este movimiento causa tensión en la raíz y provoca movimiento radicular

Rotación: para realizar este movimiento se requiere de un aditamento adicional para obtener un punto por el cual se pueda una fuerza en lados contrarios con la misma magnitud en direcciones opuestas (12).

Factores mecánicos

Uno de los factores a tomar en cuenta es el tamaño de la raíz y la distribución del ligamento periodontal, un diente con un tamaño de raíz más grande tendrá por consecuencia un mayor ligamento periodontal lo que en teoría se traslada como un valor de anclaje más grande. Sin embargo, esto dependerá del tipo de movimiento que queremos realizar, ya que un movimiento de traslación pura necesita más fuerza y un valor de anclaje superior que un tip controlado. La carga total aplicada a un diente va a depender del balance en el sistema de fuerzas ejercido hacia el centro de resistencia del mismo (10).

Factores biológicos

Los factores biológicos son factores intrínsecos que varían localmente entre diente y diente o de individuo en individuo. Pueden existir diferentes variantes inflamatorias hacia un mismo modelo mecánico de fuerzas. Esto se transmite a que pueda producir una inducción menor o mayor de osteoclastos y en consecuencia causaría una variación en la velocidad del movimiento dental. Si existe un bloqueo hacia el flujo sanguíneo, este provocará un retraso en el movimiento dental. Además, hay tomar en cuenta los factores genéticos que influyen en las sustancias de inflamación, como las prostaglandinas, los leucotrienos, entre otras sustancias químicas importantes en la inflamación.

Otros factores a tomar en cuenta son la densidad y tipo de hueso. Es más fácil para los osteoclastos remodelar hueso trabecular a remodelar hueso compacto. Un factor significativo son las condiciones o patologías que podría padecer el individuo como lo son las anomalías en la función paratiroidea o renal, osteoporosis, etc. (10).

Clasificación de anclaje

Dependiendo del tipo de movimiento requerido, el anclaje se clasifica como crítico, simétrico, o no crítico. El anclaje se clasifica de la siguiente manera:

Anclaje Grupo A: se refiere al anclaje que depende de que los dientes posteriores se mantengan en la posición inicial sin movimiento anterior y requiere una retracción del 75% de los dientes anteriores, siendo el anclaje en posterior crítico.

Anclaje Grupo B: se refiere al grupo que requiere un movimiento simétrico del sector posterior y el sector anterior, por lo general este tipo de movimiento es el más sencillo.

Anclaje Grupo C: se refiere al grupo en el cual se requiere mayor movimiento del sector posterior hacia anterior que retracción del sector anterior, se le denomina anclaje no crítico, el 75% del cierre del espacio se da mediante la mesialización del sector posterior (12).

Estrategias para obtener anclaje intraoral

Numero de dientes y unidades segmentarias

La estrategia más fácil para obtener anclaje es agregar más dientes hacia el grupo que se está moviendo, esto añade a la fórmula más ligamento periodontal, lo cual provocaría mayor estrés para estimular osteoclastos. El radio de anclaje entre los dientes posteriores y anteriores en un caso de exodoncia de primeros premolares es de 1:1 sin incluir el segundo molar, al introducir el segundo molar este radio se incrementa de 1.6:1. Por lo cual si el espacio fuese de 7.8 mm se esperaría que 4.8 mm de desplazamiento anterior y 3 mm de desplazamiento posterior teniendo así 3 mm de pérdida de anclaje (10).

Momentos diferenciales

En casos donde hay extracciones se puede utilizar ansas para el cierre de espacios, la forma, distribución y dirección de las ansas tendrá una influencia en la biomecánica del sistema y por ende habrá una repercusión en el tipo de anclaje obtenido. La ubicación del ansa es clave para obtener el anclaje deseado. Cuando un ansa es colocada en el centro del espacio al momento de ser activada, realizará fuerzas y momentos de similar magnitud, pero de direcciones opuestas, realizando un cierre de espacio recíproco.

Cuando el ansa se coloca de manera asimétrica o descentrada, el ansa produce momentos desiguales o diferenciales, provocando que un lado obtenga superior anclaje que el otro. Los dientes que estén más cercanos al ansa tendrán una mayor magnitud en el momento y resultará superior anclaje, dado que el tipo de movimiento dental se determinan por los índices de momento/fuerza. Este tipo de momentos también producen fuerzas verticales en los cuales los dientes más cercanos a la ansa tendrán fuerzas extrusivas y los alejados de la ansa tendrán fuerzas intrusivas que tienen que ser consideradas dentro del sistema de fuerzas (12).

Aparatos de anclaje

Botón de nance

Es uno de los aparatos de anclaje más utilizados, lleva una almohadilla acrílica cuyo tamaño deberá ser similar a una moneda (1 cm de diámetro) recostada sobre el paladar duro en dirección al hueso basal, puede ir soldando a bandas a los molares superiores. Este aparato provoca que haya una barrera física entre el molar y el espacio anterior y, por lo tanto, evitará el movimiento del molar hacia mesial (11).

Arco transpalatino (ATP)

Fue introducido por el doctor Goshgarian en 1972. Está conformado por un alambre que cruza el paladar uniendo los molares permanentes. Es considerado una unidad de anclaje moderado, ya que crea una unidad que resiste el movimiento mesial de los molares y la tendencia a rotar de las raíces al incorporar mayor número de piezas dentales al anclaje. Es uno de los aparatos más utilizados por ortodoncistas. Puede ser removible y ser un aparato de uso activo al ayudar a derrotar molares y además se puede utilizar para distalizar los molares de forma unilateral (11).

Transpalanance

Es la fusión del arco transpalatino con el botón de nance. Es utilizado en casos de apiñamiento severos y en aquellos pacientes donde se tiene como objetivos el cambio facial. Una desventaja del uso del transpalanance es que el botón puede invaginarse en la encía palatina provocando úlceras (11).

Arco extraoral

El arco extraoral es un dispositivo utilizado para trabajar maloclusiones clase II, consiste de un arco que se une a los tubos accesorios de las bandas de los primeros molares superiores. Dependiendo de la vectorización de la fuerza se pueden obtener resultados variados. Dentro de los tipos de tracción se encuentra el tiro cervical, alto, y combinado. Cuando se emplea el método de tracción cervical se restringe el crecimiento anterior del maxilar y previene la mesialización de los dientes superiores, crea extrusión y distalización de las piezas posteriores. Cuando se usa de tiro alto se realiza un efecto de distalización e intrusión, se recomienda en pacientes que presentan mordida abierta al permitir una rotación mandibular al cerrar el eje de la mordida. El arco extraoral se puede combinar para buscar una distalización en cuerpo (13).

Anclaje esquelético

La tecnología y los avances en el tema de anclaje esquelético han permitido a los ortodoncistas encontrar soluciones eficientes a problemas clínicos que antes se consideraban inconcebibles. La aplicación de los microtornillos ha evolucionado mucho desde el año 1983, cuando se observó por primera vez en un caso clínico la posibilidad de anclaje absoluto. Con el anclaje esquelético mediante microtornillos se puede abordar problemas en el plano vertical, transversal y postero-anterior (14).

Aspectos históricos de los TADs

El primer intento de obtener anclaje esquelético se realizó por Gainsforth e Higley en 1945 al utilizar tornillos de vitalio en la mandíbula de un perro. Los implantes se colocaron con propósitos ortodónticos; sin embargo, los tornillos perdieron su anclaje 4 semanas después de la carga inicial de fuerzas (15). Durante los siguientes 40 años no se realizaron muchas publicaciones acerca del tema.

En 1969 Linkow publicó un reporte usando implantes de anclaje para elásticos clase II (16). Sherman en 1978 evaluó a la reacción del hueso hacia la colocación de TADs y aplicación de fuerzas ortodónticas usando tornillos de carbono vitroso. Una de las recomendaciones fue que se deje un tiempo de

cicatrización antes ejercer fuerzas (17). Branemark et al. Condujeron estudios durante el mismo periodo de tiempo que mostró que tornillos de titanio lograban tener osteointegración sin mucho efecto secundario (18).

Durante los años 80 el anclaje ortodóntico mediante implantes se volvió el punto focal de los investigadores. La meta principal era mejorar la efectividad al usar implantes dentales para anclaje esquelético ortodóntico. Gray et al. evaluaron la efectividad de los implantes dentales de vitalio y bioglass en fémures de conejos cargados con fuerzas ortodónticas de 60 g, 120 g, y 180 g luego de un periodo de cicatrización de 28 días, no se encontró diferencia estadística en cuanto al movimiento del implante en ninguno de los escenarios(19). Roberts et al. publicaron resultados similares con el uso de implantes de titanio con 100 gramos de fuerza durante 8 semanas, a lo largo del estudio 19 de 20 implantes permanecieron rígidos (20).

Aparte de los estudios en animales, en los años 80 se inició a publicar casos clínicos utilizando implantes como anclaje ortodóntico en humanos. Ejemplo de esto son los casos de Creekmore y Eklund donde realizaron la intrusión de un incisivo mediante el anclaje a un implante de vitalio (21). Además de Roberts et al. quienes lograron protraer 2 molares mandibulares usando implantes endóseos como anclaje (22).

Basándose en el éxito que los estudio sobre implantes dentales iniciaron a tener en los 80, se empezaron a desarrollar varios diseños de microimplantes específicos para el ámbito ortodóntico. Estos comenzaron a distribuirse poco a poco en el mercado. Kanomi empezó a emplear microimplantes de 1-2 mm de diámetro y 6 milímetros de longitud para intrusión de incisivos mandibulares. Block y Hoffman utilizaron microtornillos de una aleación de titanio con un revestimiento de hidroxiapatita para anclajes palatinos. Sugawara et al. Introdujeron un nuevo sistema de anclaje con miniplacas con el fin de la corrección de mordidas abiertas. Sin embargo, todos estos microtornillos venían con una indicación de uso darle

tiempo prudencial de cicatrización antes de ser cargados con fuerzas ortodónticas (14).

Posterior a estos intentos iniciales surgió la duda si era necesaria o deseable la osteointegración para poder utilizar los microtornillos como aparatos de anclaje y por consecuencia el concepto de retención mecánica se introdujo. Uno de los primeros investigadores en el tema fue Freudenthaler et al. Al emplear fuerza sobre microtornillos sin tiempo de cicatrización. De los 12 microtornillos a los cuales se les aplicó fuerza, solo 1 perdió su retención, 2 de ellos se removieron por irritación en la mucosa y luego de un período de cicatrización fueron reimplantados y reutilizados en la mecánica, los 9 restantes cumplieron su tiempo de uso sin fracaso. Una de las conclusiones a las que se llegó fue que al cargar los tornillos de inmediato, el tiempo de tratamiento se reduce de manera significativa. Además, la ausencia de osteointegración permite que la remoción del TAD sea simple y mínimamente invasiva (23).

En un inicio, los microtornillos en ortodoncia se insertaban mediante un método de pre-taladrado. Esto significa que previo a roscar el tornillo se utilizaba una fresa quirúrgica para crear una guía en el hueso. En 2005, Kim et al. compararon este método con microtornillos autorroscantes y autoperforantes en la mandíbula de 2 perros. Una semana después de la inserción de los TADs se aplicaron fuerzas ortodónticas de 200-300 gramos utilizando resortes de cierre. 12 semanas después la movilidad de los microimplantes fue evaluada y se encontró que los microtornillos autorroscantes y autoperforantes tenían menor movilidad y mayor contacto directo con el hueso comparado con los microtornillos con pre-taladrado. Por ende, pueden ser eficientes para el uso en ortodoncia(24). En la actualidad, se utilizan microtornillos autorroscantes y autoperforantes de titanio o acero, los cuales pueden ser cargados por fuerzas ortodónticas de inmediato.

Comparación con métodos convencionales

Varios estudios han evaluado el desenlace entre diversos métodos de anclaje comparados con los TADs como el arco extraoral, botón de nance, distalizadores

entre otros. Recientemente, un metaanálisis evaluó la efectividad de los microimplantes en la retracción en masa posterior a extracciones de premolares. Este estudio evaluó 14 artículos y 616 pacientes. Dentro de las conclusiones están que el anclaje mediante TADs permitió 1.86 mm en promedio de preservación de anclaje posterior más que los métodos convencionales al limitar el movimiento de los molares maxilares (25).

Sander et al. En el 2014 evaluaron la diferencia entre el arco extraoral, botón de nance y microimplantes no se encontró diferencia entre los grupos en cuanto a anclaje se refiere; sin embargo, se encontró que hay mayor confort hacia los pacientes para el microimplante así como menos problemas que en los otros grupos (26).

En otro estudio realizado por Da Costa se evaluó la distalización con aparatos soportados mediante microimplantes contra soportados con botón de nance y se encontró que al utilizar microimplantes se distaliza más (5.1 mm en promedio) que el método convencional (3.3 mm en promedio) en un menor tiempo de uso (27).

Aspectos histológicos durante el uso de TADs

Cope propuso la distinción entre 2 tipos de microtornillos los TADs osteointegrados y los TADs retenidos mecánicamente. En su estructura estos tornillos son diferentes, ya que los osteointegrados dependen de un máximo contacto con el hueso para que se forme osteointegración. Mientras que los mecánicamente integrados necesitan de áreas con mayor brecha entre las roscas donde no es necesario el contacto óseo para la retención mecánica (28).

Los microtornillos difieren en su proceso de cicatrización a los implantes dentales para fines protésicos. Estos requieren de osteointegración y un proceso de cicatrización de meses, mientras que los microtornillos pueden ser cargados de inmediato posterior a su colocación.

En el proceso de cicatrización de los implantes y microtornillos osteointegrados durante las primeras tres semanas existe un proceso de formación hueso reticular inmaduro. Este hueso es un hueso muy celular y poco organizado que se forma rápido en respuesta a la injuria. Unos milímetros alejados del TAD se formará un callo óseo aproximadamente en la sexta semana. Desde la sexta hasta la decimoctava semana se formará por completo hueso maduro que permitirá al implante ser cargado.

Cuando el proceso de remodelado óseo se ha completado (4 meses aproximadamente) se iniciará con la mineralización del hueso primaria. En este proceso se depositarán grandes cantidades de cristales de hidroxiapatita en el hueso recién formado. Luego de esto, o la mineralización secundaria ocurrirá por un proceso no celular durante un periodo de meses. Los microtornillos, a diferencia de los implantes dentales, pueden ser cargados inmediatamente gracias a una interdigitación mecánica a través del contacto directo del hueso cortical con el microtornillo mismo.

Los microtornillos retenidos de manera mecánica no dependen de una respuesta biológica para ser funcionales. Sin embargo, hay cambios fisiológicos dentro del hueso donde se alojan.

Del día 1 al día 7 después de su colocación hay una reducción en los marcadores de diferenciación osteoblástica, un deceso en la proliferación, y un aumento en la muerte de osteocitos, así como un incremento en la micro fracturas alrededor del TAD. No existe respuesta inflamatoria durante la primera semana y los osteoblastos se encuentran en íntimo contacto con el microimplante.

Durante la segunda y cuarta semana, las áreas en contacto con el microtornillo serán reabsorbidas y reemplazadas por hueso nuevo. A pesar, de esta disminución del tejido duro, el microtornillo permanece estable clínicamente.

Existe una diferencia en el proceso de cicatrización entre el hueso cortical que rodea el microtornillo en el hueso maxilar y mandibular. En el hueso maxilar

durante la etapa inicial de cicatrización, hueso inmaduro se formará por debajo del hueso laminar en las primeras 3 semanas. Se sugiere que esta formación de hueso inmaduro mantiene el grosor del hueso cortical y permite que el microtornillo sea cargado de inmediato. Después de 6 semanas un incremento de hueso cortical alrededor del microtornillo se puede observar terminando a las 12 semanas con una capa uniforme de hueso cortical.

A diferencia del maxilar, en la mandíbula no se tiende a formar mayor cantidad de cortical ósea alrededor del microtornillo lo cual podría explicar por qué hay más fracaso en la retención en esta región. El microimplante al depender de la retención mecánica inmediata tendrá una relación directa entre la retención y la cantidad de hueso cortical a la cual está siendo roscado, ya que no necesitará de osteointegración completa para ser cargado (14).

Aspectos mecánicos de los Microtornillos

Torque de inserción y desinserción

La cantidad de torque necesaria para la inserción de un microtornillo varía según el diámetro del tornillo, la fuerza axial y la fricción sobre la superficie a tratar. El rango va a rondar entre 5-10 N*cm, sin embargo, todo va a variar dependiendo del tamaño y tipo de microimplante. Por ejemplo, se ha demostrado que se necesita más torque con un microimplante con la forma cilíndrica que con uno autorroscante y autoperforante de 4N a 13N (29).

Diseño

La estabilidad de un tornillo dependerá mucho de su diseño y la distribución entre el fondo y los filetes que este contiene. Se recomienda que se obtenga un menor fondo y mayor cantidad de filetes para poder tener máximo contacto con el hueso cortical, así como una mejor fuerza de arrastre y una estabilidad primaria superior. Se recomienda colocar una porción en forma de cresta que mueva los fragmentos de hueso durante el paso del tornillo, ya que estos se tienden a acumular

en los filetes del mismo. Mientras más grande sea esta cresta, disminuirá el torque necesario para la inserción del tornillo.

Contradictoriamente, el tamaño del tornillo no tendrá efecto en la retención del mismo, ya que se ha demostrado que la retención mecánica dependerá del contacto con el hueso cortical que el microimplante tenga. Un método efectivo para mejorar la retención es aumentar el diámetro del tornillo al tener mayor área de contacto con el hueso cortical, sin embargo, esto aumentará el riesgo a contacto con el área radicular (30)(31).

Antecedentes históricos cresta infracigomática

El uso del anclaje en la región infracigomática data desde la introducción del método MIA inventado por el Dr. Park en el año 2001. En simultáneo, el Dr. Sugawara empieza a utilizar placas corticales en la región en su sistema de “Skeletal Anchorage Sistem” SAS y de esta manera se inicia el proceso de cambio en cuando a anclaje esquelético respecta. El primero en emplear microtornillos en la cresta infracigomática es el Dr. Erick Liou en Taiwán en el año 2007, usando una colocación extra alveolar que contrastaba en gran medida con la utilización interarticular prevalente en la época (1).

Anatomía de la Cresta Infracigomática

Esta estructura anatómica se ubica inmediatamente debajo del proceso cigomático y es un pilar de hueso cortical en el proceso cigomático del maxilar. Existen varios métodos para localizar la ubicación anatómica ideal y por lo general se definen las regiones de la cresta infracigomática en referencia a la pieza dental ubicada en la posición inferior a la misma.(1) Se puede observar la ubicación anatómica de esta estructura en la figura 1.

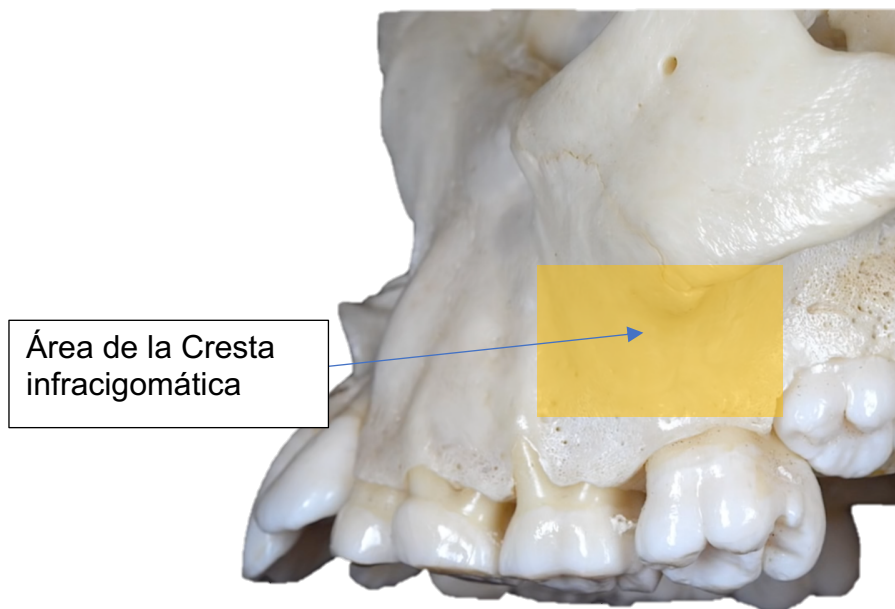


Figura 1: Ubicación anatómica de la cresta inframaxilar. Imagen obtenida del artículo de Chang, C. (2018) (32)

En el artículo del 2007 del Dr. Liou se recomendó utilizar el hueso localizado mesial al primer molar permanente a unos 13 a 17 mm del plano oclusal, donde se encontró un grosor de 5 a 9 mm de hueso con una angulación de 40° a 75° con respecto al plano oclusal. Esto se obtuvo estudiando 16 tomografías de 16 adultos, 6 mujeres y 10 hombres. Después se realizó un análisis estadístico mediante un ANOVA con un P de 0.05. Para determinar el ángulo de inserción del microimplante se ubicaron diferentes angulaciones con respecto al seno maxilar, variando 5 grados en cada medición. Con esta ubicación se describió que se podía lograr los 6 mm de hueso para la retención mínima requerida y que se podía mantener una separación de la raíz mesial del molar (2).

Posteriormente, se revisó esta información en un artículo complementario realizado por el Dr. Liu en el cual se evaluó diferentes regiones de la cresta inframaxilar en tomografías computarizadas Cone-Beam (CBCT) tomadas a 60 pacientes 18 hombres y 46 mujeres. Se realizó un análisis de Kruskal-Wallis con un valor P de 0.05. Para obtener los datos de este estudio se tomaron medidas con

respecto a las piezas 5 y 6, 6 y 6, y 6 y 7 a 5 mm, 7 mm, 9 mm, y 11 mm desde el reborde alveolar paralelo al plano oclusal. Una de sus conclusiones fue que a pesar de que se había recomendado el sitio de primer molar, se encontró un mejor grosor óseo en la región infracigomática del segundo molar(3). Actualmente esta información es la que se utiliza como referencia para la ubicación y localización de la cresta infracigomática en el maxilar.

Antecedentes Actuales

Varios estudios han valorado el grosor y localización óptima de la cresta infracigomática en diferentes poblaciones y patrones faciales en los últimos años, dentro de los cuales se puede encontrar información muy valiosa. En 2019, Agudelo, al evaluar una muestra de 127 colombianos, se concluyó que en solo un cuarto de la población se puede colocar un microtornillo en el área descrita por el doctor Liou en su artículo de manera segura, encontrando medias de grosores más altas en regiones más apicales. Este estudio se realizó de manera descriptiva utilizando los porcentajes en los cuales la muestra encaja dentro de los parámetros descritos por el doctor Liou (4).

Santos en 2020 presento un estudio en el cual se evaluaron 40 tomografías tomadas desde una prueba de poder estadístico de R-software a un poder de 80% con un nivel alfa de 0.05 realizando 2 medidas a 2 mm y a 4 mm desde el ápice de la raíz distal del primer molar permanente y después se compararon estas medidas a través de un análisis de T-student con un nivel de significancia de 5%. Dentro de los resultados a destacar se encontró que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de diferente sexo, encontrando una media de medidas de 2.29 y 2.44 mm en ambas posiciones (5).

En 2020, Vargas, evaluando población brasileña, demostró que el mejor sitio para colocación de microimplante en el área infracigomática es mesial al primer molar permanente. Sin embargo, en sus conclusiones recomienda que se tomen tomografías auxiliares a los pacientes, ya que muestra medidas variables de grosor y pacientes en donde no se presentan los 6 mm mínimos necesarios para una

colocación segura del mini implante. Esto se determinó mediante un análisis en tomografías de 100 pacientes, el número de muestra se determinó mediante una prueba de poder estadístico de Pandis con un poder de 95% y una significancia alfa de 0.05, midiendo en las raíces mesial y distal de ambos molares superiores (pieza UM6 y UM7) tomando como medida vertical 6 y 11 mm desde la unión cemento esmalte a una angulación de 60 y 70 grados. Para el análisis de estudio se hizo un análisis de correlación de spearman para comparar los grosores óseos con los patrones faciales en los pacientes. En este estudio no se realizó ningún análisis para comparar los grosores entre sí, solo la descripción de los valores. En este mismo estudio se intentó correlacionar el tipo de patrón facial con el grosor de hueso existente en la cresta infracigomática. Sin embargo, a diferencia del shelf mandibular, no se logró encontrar una correlación adecuada entre el ángulo gonial y el patrón facial con la cantidad de hueso presentada en el sitio anatómico (6).

En otro estudio del mismo año, Paulin evaluó la relación que existe entre el patrón facial de pacientes con el grosor de hueso cortical en diferentes ubicaciones dentro de la cresta infracigomática en pacientes de la India, se utilizó una prueba de poder estadístico a el 80% con un nivel de significancia de 0.05 la cual determinó que eran necesarios 33 pacientes en el estudio. En este estudio se logró concluir que los pacientes con patrón facial bajo tenían un grosor de hueso cortical estadísticamente significativo mayor que en pacientes con un patrón facial alto. Otra de las conclusiones de este estudio es que a partir de los 12 mm desde el plano oclusal se encuentra mayor grosor de cortical ósea (7).

Muruguesan (2020) realizó un estudio para valorar el grosor de la cresta infracigomática en pacientes de origen draviano en la india utilizando las mismas medidas que se determinó en el estudio de Liou(2). Para valorar el grosor de hueso de la cresta a nivel del primer molar permanente con incrementos de 5 grados desde los 40 a los 70 grados en la inserción de tornillos. Estas medidas se compararon mediante un ANOVA con un valor P de 0.05 para valorar el mejor sitio de inserción. Se concluyó que el grosor óseo es significativamente más alto a una angulación entre 65 y 75 grados de inclinación a 12 milímetros del plano oclusal(8).

Consideraciones con tejido blando

Una de las preocupaciones que surgieron a partir de la ubicación anatómica en la cual los microtornillos en cresta infracigomática se utilizaban fue que en varias ocasiones estos terminaban ubicados en encía móvil. Esto provocó que se empezara a dudar la viabilidad de la ubicación de estos tejidos blandos para la retención hacia el futuro del microtornillo.

En respuesta a esta incógnita surgió un estudio en 2017 por el Dr. Hsu en donde se evaluaron 778 microtornillos colocados bilateralmente, uno en encía adherida y otro en encía móvil. Para este estudio se definió como fracaso la pérdida del anclaje primario. Dentro de las conclusiones se demostró que no existe diferencia estadística entre la retención de los microtornillos insertados en encía adherida y móvil (33).

Biomecánica con TADs

El uso de microtornillos en cresta infracigomática conlleva un conocimiento adecuado y profundo de biomecánica. Esta mecánica será dependiente de las condiciones de cada paciente. La fuerza que se recomienda a utilizar varía entre los 220 a 240 g (8 a 12 oz) para retracción de la arcada completa, mientras la fuerza para distalizar caninos y premolares varía entre los 150 y 200 g. La utilización de estos microtornillos va a ser determinada por el sistema de fuerza aplicada en cada caso. La aplicación de la fuerza sobre el arco dental crea un momento de rotación horaria sobre el centro de resistencia. Esto genera una intrusión de los molares y el segmento posterior y una extrusión del segmento anterior y los incisivos.

Este tipo de efectos secundarios pueden ser beneficiosos cuando no hay mucho despliegue de los incisivos y cuando se encuentra una mordida abierta anterior al provocar cierre del eje mandibular (34).

Para modificar el sistema de fuerzas se pueden utilizar dos métodos: cambiar la altura del microtornillo y agregar aditamentos como ganchos y cantilievres

adaptados al arco principal. La modificación de la localización del microimplante en ocasiones es compleja, ya que en la gran mayoría de los casos este está determinada por la cantidad y calidad de hueso que presente el paciente. Sin embargo, se puede modificar el tamaño de la longitud del microtornillo y de esa manera acercarse hacia el plano oclusal.

La modificación de los aditamentos anclados al arco es más sencilla y permite modificar el sistema de fuerzas de manera más controlada. Al colocar un brazo de poder o gancho hay que tomar en consideración la altura de dicho aditamento. Esto se debe a que un gancho pequeño va a crear una fuerza similar a la directa al arco, puesto que se aplica una fuerza por debajo del centro de resistencia de la arcada maxilar. Al utilizar un gancho de tamaño medio se reducen los efectos secundarios al acercarse al centro de resistencia y se preserva el torque de las piezas anteriores. Un aditamento largo permite que se aplique una fuerza por encima del centro de resistencia, lo cual genera un momento antihorario que, dando un torque lingual a las raíces de los dientes anteriores, permitiendo un movimiento controlado de distalización. Sin embargo, esto produce irritación a los tejidos y no siempre es viable debido a la ulceración de los mismos.

En ocasiones el paciente presenta una sonrisa gingival o tiene un buen despliegue de encía durante la retracción. En estos casos se recomienda la utilización de dos microimplantes interradiculares entre los incisivos laterales y centrales; con la finalidad de contrarrestar la extrusión de los incisivos superiores. Se recomienda usar una fuerza de 40 gramos en cada lado.

El uso de un cantiléver ayuda a contrarrestar el efecto de intrusión posterior, ya que al generar una rotación antihoraria del dispositivo produce una fuerza extrusiva en el sector posterior y una fuerza intrusiva en el sector anterior. Además, esto promueve una distalización de las piezas aledañas. A pesar de los beneficios obtenidos con los microimplantes es imperativo que el operador conozca los sistemas de fuerza a utilizar en las diferentes situaciones clínicas, ya que esto es lo que garantiza el éxito del tratamiento (9).

Tomografía CBCT en ortodoncia

La tomografía computarizada de haz cónico o CBCT en sus siglas en inglés es una tecnología que con rapidez está desarrollándose para proporcionar imágenes de alta resolución en tres dimensiones (3D). La manera en la que funciona es que se encuentra de un costado con la fuente de rayos y en el lado contrario el sensor de imágenes. Este equipo gira 360 grados alrededor de la cabeza basándonos en un fulcro de rotación en el brazo del aparato. Esto produce una serie de imágenes que varían en rango de 150 a 599 en 2D que son reconstruidas por medio de un algoritmo en la computadora hacia un modelo 3D. Todo esto se produce en un promedio de tiempo de entre 5 y 40 segundos.

Durante la reconstrucción las imágenes son apiladas en subunidades pequeñas denominadas Voxels que van de 0.07 a 0.40 mm por lado, el cual recibe un valor en la escala de grises que representa el tejido o espacio que está intentando reproducir. Estos valores se determinan después en unidades Hounsfield y se utilizan para representar la densidad mineral del hueso y para cuantificar cambios relativos en el hueso alveolar. La cantidad de tejido tomado será determinado por el tamaño del FOV o campo de visión, mientras más grande sea el FOV menos resolución tendrán las imágenes (35)(36).

Esta tecnología tiene muchas aplicaciones en el área de la ortodoncia y en la actualidad nos encontramos en un periodo de transición en el tema del diagnóstico bidimensional contra el diagnóstico tridimensional. Aun así, en pacientes en crecimiento se aconseja utilizar el principio de ALARA que significa “as low as reasonably achievable” o tan bajo como sea razonablemente alcanzable. Dentro de esta filosofía se recomienda un CBCT cuando la interrogante no se pueda resolver con imágenes bidimensionales.

En ortodoncia se recomienda para anomalías de estructura dental, anomalías en la posición dental, evaluación de tablas óseas, valoración de asimetrías, piezas retenidas, etc. (35)(36).

VIII. Variables

Variable independiente

Alturas de medición

Posiciones anatómicas

Variables dependientes

Grosor cortical óseo en mm

Variables cuantitativas

Grosor óseo: variable de razón medida en milímetros, se define operacionalmente como la longitud que existe entre la cortical ósea bucal atravesando el hueso trabeculado hasta el fin de la cortical ósea de la pared del seno maxilar o raíz dental.

Altura: punto medido a diferentes milímetros desde el reborde alveolar trazando una línea paralela a el plano oclusal está proyectado hacia apical.

Variables cualitativas:

Posición anatómica: determinada por la posición de las piezas dentales del maxilar superior

Glosario: UP5 (segundo premolar superior) UM6 (primer molar superior) UM7 (segundo molar superior)

Sitio anatómico: punto de referencia determinado por la combinación entre la altura y la posición anatómica

Glosario: 7 mm, 9 mm, 11mm

Sexo: condición orgánica que distingue machos y hembras

IX. Materiales y métodos

Diseño del estudio y selección de la muestra:

Para poder obtener el número de sujetos necesarios para el estudio se utilizó la siguiente fórmula utilizando el lote de 898 tomografías obtenidas desde el año 2017 a el año 2021

$$n = \frac{Nz^2pq}{(N-1)e^2 + z^2pq}$$

N=898

Z= 1.96

E=0.05

p = 0.05

q=0.95

Al realizar la Formula se determinó que eran necesarios 69 sujetos para el estudio, sin embargo, para tener mayor poder y validez en los datos se decidió medir 80 sujetos por medio de una aleatorización simple.

Técnica de Medida e Instrumentación:

El ancho del hueso en la cresta infracigomática se midió mediante escaneos CBCT en el software BlueskyPlan®. Se utilizó el software BlueskyPlan, versión 4, para el análisis y las mediciones. Se realizaron ajustes a el eje YZ paralelo a el plano oclusal, el eje Xz se ajustó el plano oclusal colocando las cúspides mesiales de las primeras molares superiores como referencias paralelas a este eje y el plano XY se ajustó para alinearlo con la línea media dental del maxilar superior. Posteriormente se ajustó internamente el programa para que siguiera la línea de la curvatura maxilar

al ubicarla en el punto medio radicular de cada pieza dental de esta forma se logró ver un corte a 90 grados de cada pieza dental. Estos planos se pueden observar en la figura 2.

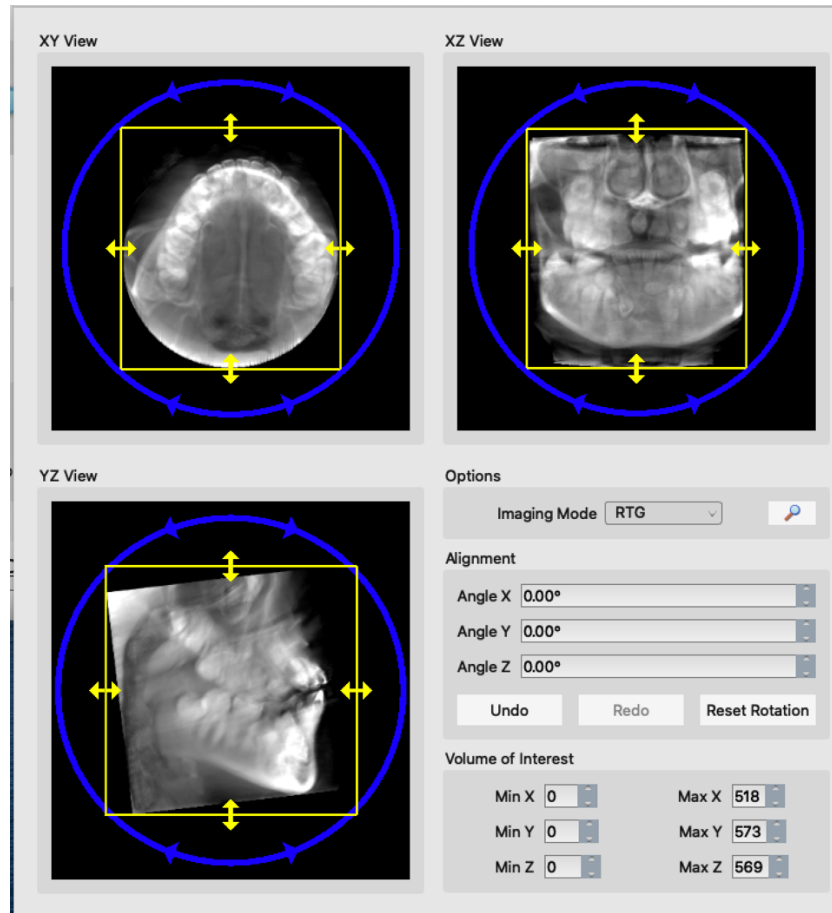


Figura 2: planos modificables en programa Blue Sky Pan. Imagen obtenida del programa Blue Sky Plan ®

En el corte tomográfico se ubicó un ángulo a 90 grados desde el plano oclusal y se midió 7mm, 9mm, 11mm desde el reborde alveolar. Desde estas alturas se ubicó un ángulo de 70 grados desde el primer contacto óseo para simular la inserción del tornillo hipotético. Posteriormente se midieron desde el punto de primer contacto óseo hasta el seno maxilar o el contacto con raíz y se tomó esta medida como grosor óseo se puede observar esto en la figura 3 delimitado en color rojo. Se realizó esto en la pieza UP 5, interproximal entre UP5 y UM6, pieza UM6, interproximal entre UM6 y UM7 y pieza UM7, se puede ver estos sitios anatómicos en la figura 4.

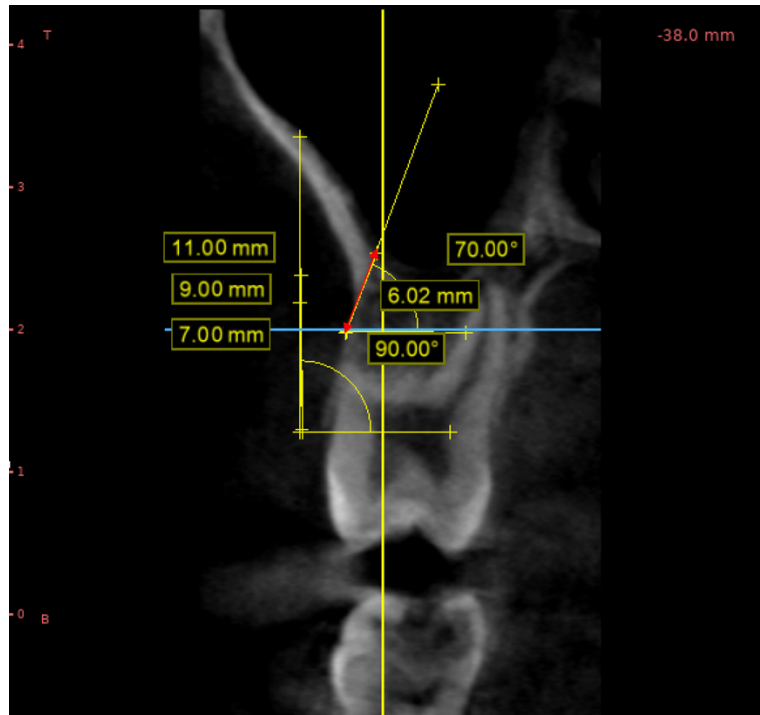


Figura 3: orientación y guía para obtener medidas de estudio. El grosor óseo obtenido de la medida marcada en color Rojo. Imagen obtenida del programa Blue Sky Plan ®

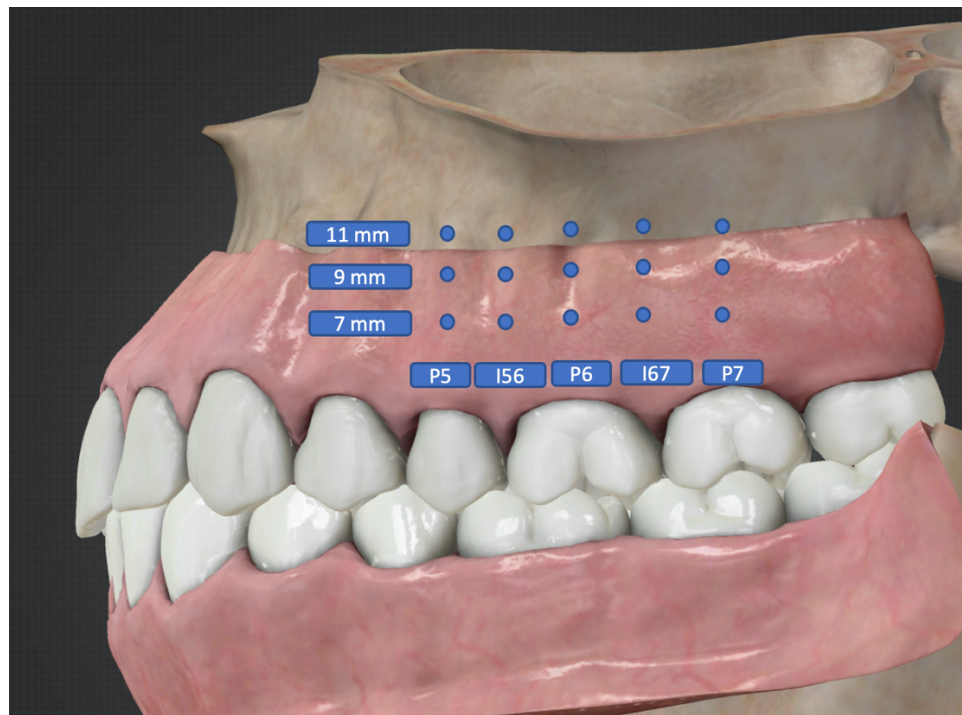


Figura 4: Sitios anatómicos estudiados. Imagen obtenida del programa Bone Box Dental Lite ®

Los datos recolectados en cada expediente se archivaron en la ficha diseñada para el estudio, localizada en el anexo I, entre estos datos se encuentran el número de registro, la región que se midió y la altura a la cual se está realizando la medición.

Estas medidas se tomaron para establecer grosores óseos de las regiones estudiadas y estos datos se tabularon inmediatamente digitalmente hacia un documento de Excel.

Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión para el estudio son los siguientes: paciente sin síndromes, en dentición permanente, pacientes que se encuentren en tratamiento de ortodoncia activo donde no estén sujetos a tratamientos con extracciones en las cuales haya habido una migración de piezas significativa de su posición original, sin asimetrías faciales esqueléticas

Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión para el estudio son los siguientes: pacientes con asimetrías faciales esqueléticas, con síndromes, en dentición mixta, o primaria, pacientes con deformidades dentofaciales, pacientes con exodoncias de piezas superiores.

Análisis estadístico:

Para analizar los datos obtenidos en este estudio, se empleó un diseño, considerando los efectos de la posición y la altura como factores fijos. El posicionamiento de las medidas a lo largo de la cresta infracigomática (cinco posiciones) y las tres alturas diferentes proporcionaron una evaluación integral del ancho del hueso en esta región.

Para evaluar las diferencias estadísticas en el ancho del hueso en función de los factores de posición y altura, se realizó un análisis de Kruskal-Wallis dado a que posterior al estudio de normalidad se determinó que no existía un comportamiento

normal de los datos por lo que se optó por utilizar una prueba no paramétrica. El análisis de Kruskal-Wallis permitió determinar los efectos de la posición y la altura, así como su efecto de interacción en las medidas del ancho del hueso. Este análisis determinó si había diferencias significativas en el ancho del hueso entre las diferentes posiciones y alturas a lo largo de la cresta infracigomática.

Antes de realizar el Kruskal-Wallis, se realizó una prueba de Kolmogórov-Smirnov dado a que sobrepasa los 50 individuos se determinó un valor de significancia p de 0.05. Al realizar la prueba se determinó que el valor p es menor a 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, dado a que los datos provienen de una distribución no normal, reforzando el uso de la prueba no paramétrica.

De acuerdo con la práctica estándar, se eligió un nivel de significancia (nivel α) de 0,05 para determinar la significancia estadística de los resultados del Kruskal-Wallis. Si el valor de p obtenido fuera inferior a 0,05, indicaría que hubo diferencias significativas en el ancho del hueso entre el sexo, y las diferentes posiciones y alturas a lo largo de la cresta infracigomática. Por el contrario, si el valor de p fuera mayor o igual a 0,05, sugeriría que no se observaron diferencias significativas.

Al adherirse al nivel α elegido de 0,05, el estudio aseguró un análisis estadístico riguroso con un umbral bien definido para determinar la importancia de las diferencias observadas en las medidas del ancho del hueso.

Para determinar qué medidas específicas de ancho eran las más gruesas entre las diferentes posiciones y alturas, se realizó una separación de medias por pares. Este enfoque permitió una comparación directa de los anchos promedios en cada combinación de posición y altura. Se utilizó la prueba post hoc de Games-Howell de pruebas no paramétricas, para evaluar la significancia estadística de las diferencias entre las medias. El análisis de separación media por pares ayudó a identificar las combinaciones específicas de posición y altura donde el ancho del hueso difiere significativamente, proporcionando información valiosa sobre las

variaciones en las dimensiones del hueso dentro de la cresta infracigomática. Este análisis ayudó a identificar las regiones que exhibieron el mayor ancho óseo y contribuyó a una comprensión más completa de las características morfológicas de la cresta infracigomática en la población de estudio.

X. Consideraciones bioéticas del estudio

El estudio se realizó en tomografías (CBCT) de tratamiento de pacientes tratados en la clínica de la USAC durante el año 2017 al 2021 estas radiografías fueron tomadas de los registros del área de radiología, para lo que se pidió autorización a la Escuela de estudios de postgrado de la Facultad de Odontología USAC (anexo II) entidad encargada de resguardar dicha información.

Para efectos del estudio los datos obtenidos de las medidas tomografías fueron confidenciales, cada uno de los casos a analizar se seleccionó aleatoriamente, sin tener conocimiento de la identidad o información personal de los sujetos de estudio, información que tampoco fue incluida en ninguna recolección de datos o publicación de la investigación, asegurando que todos los datos obtenidos se encontrarán en estricta confidencialidad. Es por esto que, este estudio no tiene efecto negativo sobre las personas a las que se les tomaron las tomografías, donde se calcularon las medidas, y bajo ningún punto de vista se vio comprometida su información personal.

Con el fin de facilitar la correcta identificación de los datos, a cada ficha recolectora se le asignó un número de registro, según la base de datos de los pacientes ingresados en la Clínica de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Esto permitió que el estudio mantenga la validez y confiabilidad de los datos, los cuales se guardaron bajo estricta confidencialidad. Cada una de las mediciones obtenidas se registró en la ficha recolectora (anexo I), misma que se encontrará en un documento de Excel, dentro de una computadora de uso individual, la cual cuenta con detector de huellas dactilares y contraseña. Los datos recolectados serán utilizados exclusivamente para los fines del estudio.

XI. Recursos y tiempo

Recursos y materiales:

Expedientes de pacientes que se encuentran ingresados en el sistema durante el periodo 2021, de estos expedientes se utilizarán las tomografías (CBCTs) de maxilar superior

Lápiz.

Lapicero

Computadora.

Impresora y tinta

Oficina de ortodoncia del postgrado.

Tiempo:

El tiempo estimado para la realización del trabajo de campo desde la aprobación del protocolo hasta la entrega de resultados es de 3 meses, donde se evaluaron las tomografías obtenidas de los expedientes realizando cortes tomográficos en 5 regiones diferentes para realizar 3 medidas a diferentes alturas para el análisis de los resultados

Cronograma

	Agosto- septiembre 2023	Septiembre 2023	Septiembre 2023	Octubre 2023	Octubre 2023	Noviembre 2023
Protocolo						
Revisión Coord. de Investigación						
Bioética						
Recolección de datos						
Análisis de datos						
Entrega de resultados						

XII. Resultados

En el siguiente estudio se incluyeron 80 tomografías obtenidas de la base de datos del área de radiología de las clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala entre los años 2017 al año 2021. Con cada tomografía midió tanto el lado derecho como izquierdo, dando como un total 160 crestas infracigomáticas evaluadas. A estas crestas se le realizaron 15 mediciones a cada una, dando un total de 2400 datos a estudiar como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1 Resumen de Datos Casos						
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Grosor	2400	100.0%	0	0.0%	2400	100.0%

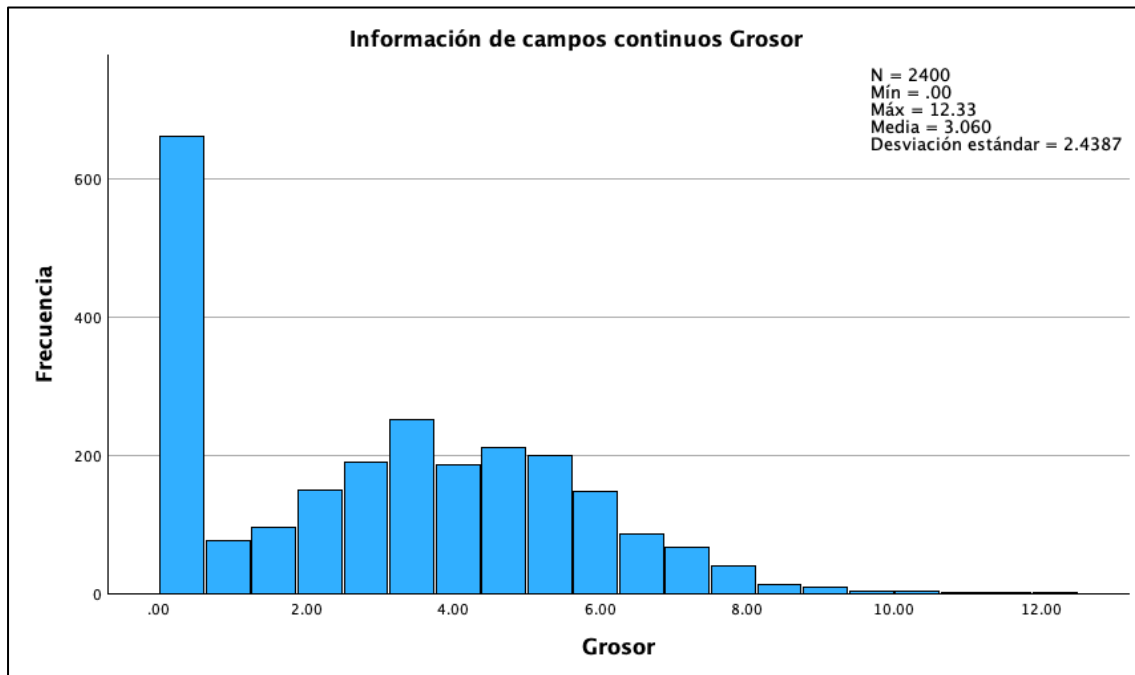
Tabla 1, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

Para poder establecer normalidad en los datos resultados se realizó una prueba de Kolmogórov-Smirnov dado que sobrepasa los 50 individuos se fijó un valor significancia p de 0.05. Al efectuar la prueba se determinó que el valor p es menor a 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, dado que los datos provienen de una distribución no normal evidenciada en la tabla 2 y en la gráfica 1 donde se puede observar el patrón no normal de la distribución

Tabla 2 Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Grosor	.154	2400	<.001	.928	2400	<.001
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Tabla 2, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

Gráfica 1



Gráfica 1, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

Sexo

Se encontró una proporción igual entre hombres y mujeres (40 por grupo) lo que equivale a 1,200 mediciones de cada uno como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3							
Distribución por sexo							
		Válido		Perdidos		Total	
Sexo		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Grosor	f	1200	100.0%	0	0.0%	1200	100.0%
	m	1200	100.0%	0	0.0%	1200	100.0%

Tabla 3, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

En la distribución por sexo se determinó que las mujeres presentan una media de 3.00 mm de grosor de cresta con una desviación estándar de 2.42, mientras que los hombres, una media de 3.11 mm con una desviación estándar de 2.44 (tabla 4).

Tabla 4				
Estadísticos Descriptivos Sexo				
		Sexo	Estadístico	Error estándar
Grosor	f	Media	3.0057	.06992
		Desv. estándar	2.42194	
	m	Media	3.1151	.07087
		Desv. estándar	2.45508	

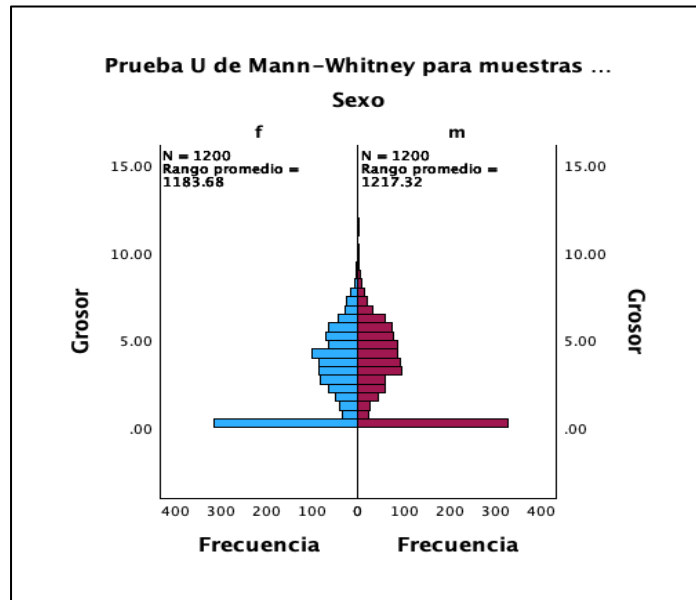
Tabla 4, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

Para evaluar si hay diferencia significativa entre los valores de sexo se procedió a realizar una prueba U de Mann-Whitney (Gráfica 2) para muestras independientes. Se obtuvieron los siguientes resultados: nivel de significancia de 0.230, por lo que al ser mayor el valor p de 0.05 se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis de investigación, por lo que podemos afirmar que no existen diferencias significativas para la variable sexo entre hombres y mujeres. (tabla 5)

Tabla 5				
Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. ^{a, b}	Decisión
1	La distribución de Grosor es la misma entre categorías de Sexo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	.230	Conserve la hipótesis nula.
a. El nivel de significación es de .050.				
b. Se muestra la significancia asintótica.				

Tabla 5, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

Gráfica 2



Gráfica 2, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

Posición anatómica

Una de las variables a estudiar era posición anatómica determinada por la pieza dental subyacente a esta, se tomaron como puntos de referencia la pieza UP5, interproximal entre UP5 y UM6, pieza UM6, interproximal entre UM6 y UM7 y pieza UM7. Se analizaron 3 medidas a 3 diferentes alturas en la posición anatómica estudiada, por lo que se obtuvieron 480 mediciones por grupo (tabla 6).

Tabla 6							
Distribución por posición anatómica							
Posición Anatómica		Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Grosor	5	480	100.0%	0	0.0%	480	100.0%
	6	480	100.0%	0	0.0%	480	100.0%
	7	480	100.0%	0	0.0%	480	100.0%
	56	480	100.0%	0	0.0%	480	100.0%
	67	480	100.0%	0	0.0%	480	100.0%

Tabla 6, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

En la descripción se determinó que para la pieza UP5 hay una media de 1.12 mm con una desviación estándar de 2.27. En la posición interproximal entre pieza UP5 y pieza UM6 hay una media de 2.33 con una desviación estándar de 2.57. Para la posición en la pieza UM6 se encontró que hay una media de 4.11 mm con una desviación estándar de 1.89. En el área interproximal entre pieza UM6 y pieza UM7 se encontró una media de 4.14 mm con una desviación estándar de 1.86. Los datos de la pieza UM7 son una media de 3.58 mm con una desviación estándar de 2.00. (tabla 7)

Tabla 7				
Estadísticos descriptivos Posición anatómica				
		Posición Anatómica	Estadístico	Error estándar
Grosor	5	Media	1.1234	.10388
		Desv. estándar	2.27582	
	6	Media	4.1131	.08663
		Desv. estándar	1.89797	
	7	Media	3.5834	.09169
		Desv. estándar	2.00887	
	56	Media	2.3373	.11773
		Desv. estándar	2.57940	
	67	Media	4.1447	.08500
		Desv. estándar	1.86226	

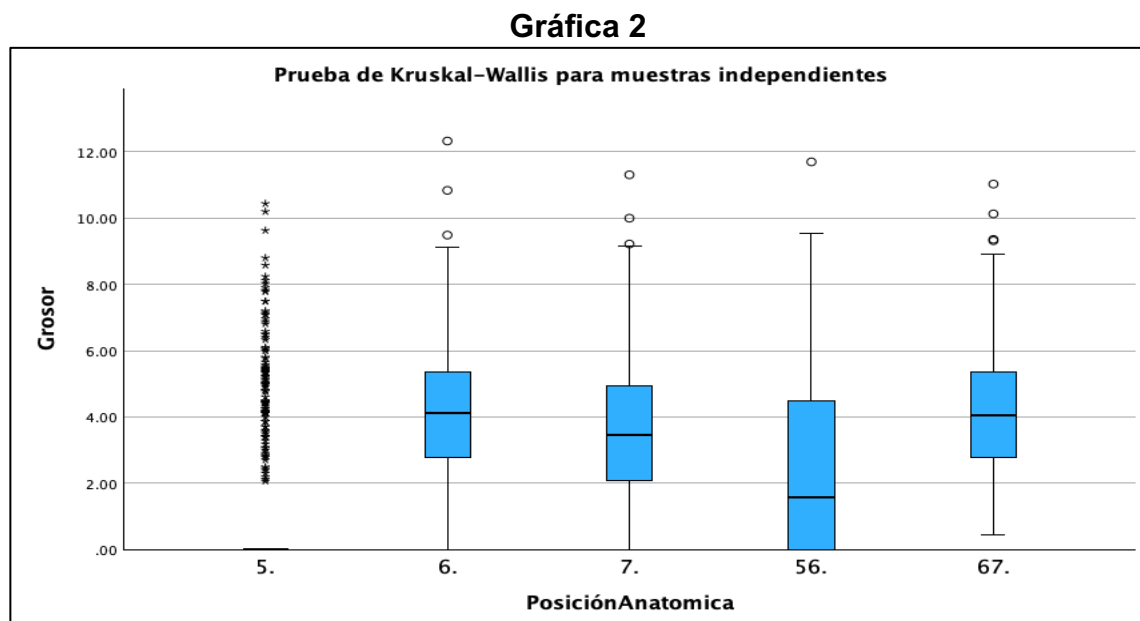
Tabla 7, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

Para poder determinar si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los valores se procedió a realizar una prueba de Kruskal-Wallis (Gráfica 2) para muestras independientes. Se obtuvieron los siguientes resultados: nivel de significancia de $<.001$, por lo que al ser menor que el valor p de 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, por lo que

podemos afirmar que si existen diferencias significativas entre los grupos de valores como lo muestra la tabla 8.

Tabla 8				
Posición Anatómica				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. ^{a, b}	Decisión
1	La distribución de Grosor es la misma entre categorías de Posición Anatómica.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	<.001	Rechace la hipótesis nula.
a. El nivel de significación es de .050.				
b. Se muestra la significancia asintótica.				

Tabla 8, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS



Gráfica 2, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

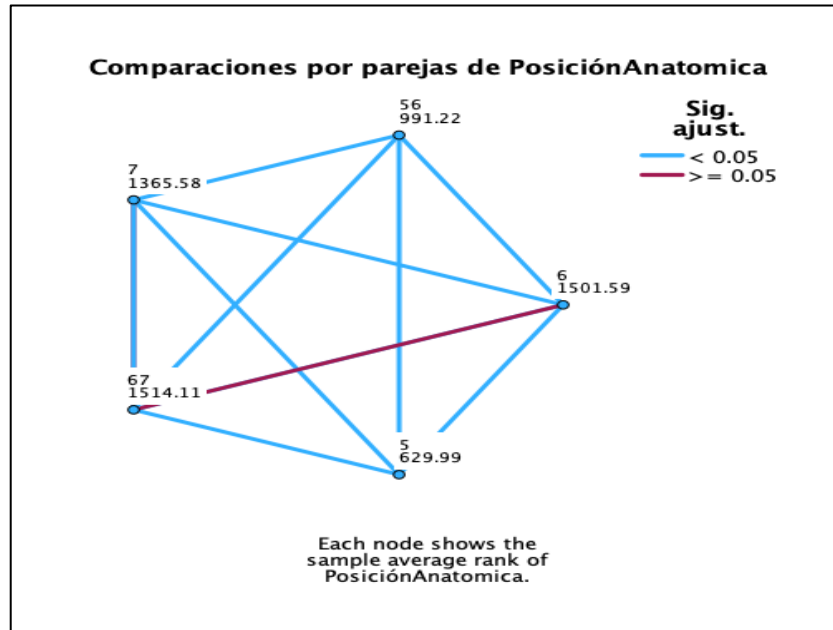
Para poder determinar en donde se encuentran las diferencias se realizó una prueba post hoc Games-Howell (tabla 9 y Gráfica 3). Se encontró que existe una diferencia entre todas las posiciones anatómicas dado que existe un nivel de significancia menor a 0.05, excepto a nivel de pieza UM6 e interproximal entre UM6

y UM7 con un nivel de significancia 0.99. Al ser mayor de 0.05 rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula en la cual se determina que no hay diferencia estadísticamente significativa entre ambos valores.

Tabla 9 Comparaciones múltiples Prueba post hoc Posición Anatómica Variable dependiente: Grosor Games-Howell						
Posición Anatómica	Posición Anatómica	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
5	6	-2.98973*	.13526	<.001	-3.3594	-2.6200
	7	-2.46008*	.13856	<.001	-2.8388	-2.0814
	56	-1.21390*	.15701	<.001	-1.6430	-.7848
	67	-3.02133*	.13422	<.001	-3.3882	-2.6545
6	5	2.98973*	.13526	<.001	2.6200	3.3594
	7	.52965*	.12614	<.001	.1849	.8744
	56	1.77583*	.14617	<.001	1.3763	2.1754
	67	-.03160	.12137	.999	-.3633	.3001
7	5	2.46008*	.13856	<.001	2.0814	2.8388
	6	-.52965*	.12614	<.001	-.8744	-.1849
	56	1.24619*	.14923	<.001	.8383	1.6541
	67	-.56125*	.12503	<.001	-.9030	-.2195
56	5	1.21390*	.15701	<.001	.7848	1.6430
	6	-1.77583*	.14617	<.001	-2.1754	-1.3763
	7	-1.24619*	.14923	<.001	-1.6541	-.8383
	67	-1.80744*	.14521	<.001	-2.2044	-1.4105
67	5	3.02133*	.13422	<.001	2.6545	3.3882
	6	.03160	.12137	.999	-.3001	.3633
	7	.56125*	.12503	<.001	.2195	.9030
	56	1.80744*	.14521	<.001	1.4105	2.2044
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						

Tabla 9, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

Gráfica 3



Gráfica 3, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

Altura

La tercera variable a analizar es la altura en donde se ingresa, se establecieron 3 alturas desde la cresta ósea hasta el sitio de inserción, las cuales son 7 mm, 9 mm y 11 mm. Las 3 alturas diferentes se midieron en las 5 posiciones anatómicas distintas por lo tanto existen 800 mediciones para cada altura propuesta tal como se muestra en la tabla 10

Tabla 10							
Altura							
		Válido		Casos Perdidos		Total	
Altura		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Grosor	7	800	100.0%	0	0.0%	800	100.0%
	9	800	100.0%	0	0.0%	800	100.0%
	11	800	100.0%	0	0.0%	800	100.0%

Tabla 10, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

Al analizar los datos se observó que a nivel de 7 mm de altura existe una media de grosor de 3.77 mm con una desviación estándar de 2.83. A 9 mm de altura se encuentra un grosor medio de 2.94 mm con una desviación estándar de 2.29 mm. Por último, a la altura de 11 mm hay una media de 2.46 mm con una desviación estándar de 1.92. (tabla 11)

Tabla 11				
Estadísticos Descriptivos				
Altura				
		Altura	Estadístico	Error estándar
Grosor	7	Media	3.7740	.10012
		Desv. estándar	2.83174	
	9	Media	2.9449	.08114
		Desv. estándar	2.29488	
	11	Media	2.4622	.06791
		Desv. estándar	1.92080	

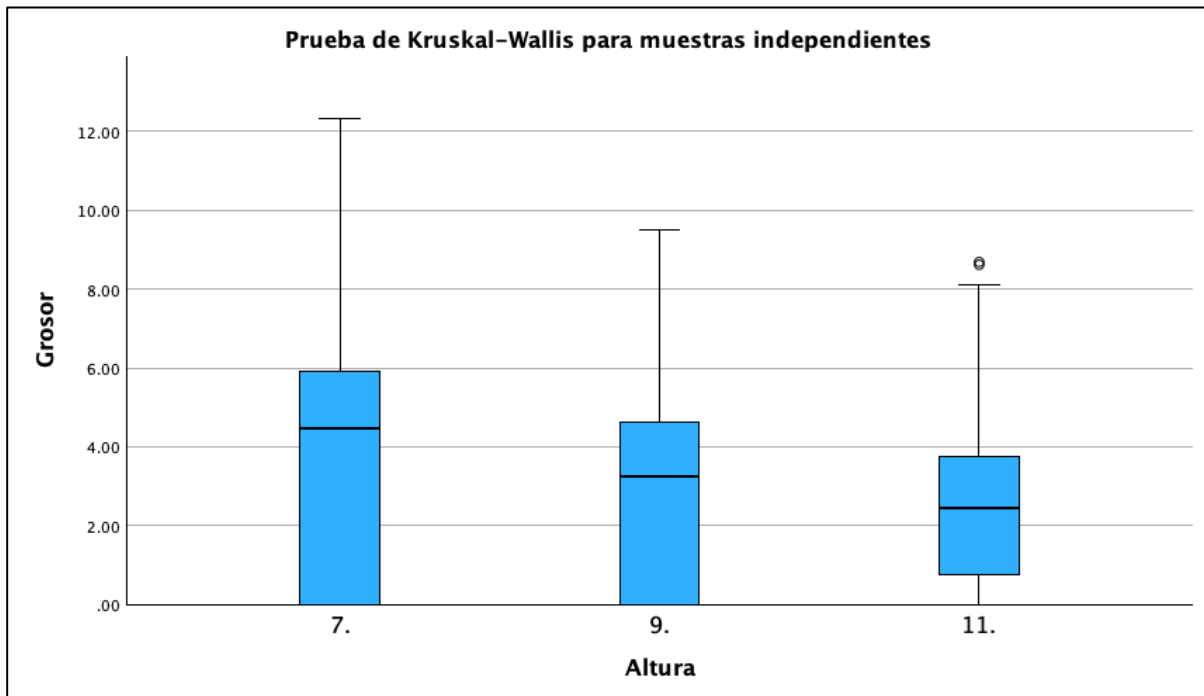
Tabla 11, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

Para poder determinar si existe una diferencia estadísticamente significativa entre los 3 valores de altura se realizó una prueba de Kruskal-Wallis (gráfica 3) para muestras independientes. Se determinó que se encontró un nivel de significancia de $<.001$ por lo que al ser menor que el valor p de 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, por lo que podemos afirmar que si existen diferencias significativas entre los grupos de valores como lo muestra la tabla 12

Tabla 12				
Altura				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. ^{a, b}	Decisión
1	La distribución de Grosor es la misma entre categorías de Altura.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	$<.001$	Rechace la hipótesis nula.
a. El nivel de significación es de .050.				
b. Se muestra la significancia asintótica.				

Tabla 12, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

Gráfica 4



Gráfica 4, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

Para poder determinar en donde se encuentran las diferencias se realizó una prueba post hoc Games-Howell (tabla 13 y Gráfica 5) en donde se encontró nivel de significancia de $<.001$ por lo que al ser menor que el valor p de 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, por lo que podemos afirmar que si existen diferencias significativas entre los grupos.

Tabla 13						
Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Grosor						
Games-Howell						
(I) Altura	(J) Altura	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
7	9	.82903*	.12887	<.001	.5267	1.1313
	11	1.31181*	.12098	<.001	1.0280	1.5956

9	7	-.82903*	.12887	<.001	-1.1313	-.5267
	11	.48279*	.10581	<.001	.2346	.7310
11	7	-1.31181*	.12098	<.001	-1.5956	-1.0280
	9	-.48279*	.10581	<.001	-.7310	-.2346
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						

Tabla 13, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

Gráfica 5



Gráfica 5, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

Sitio anatómico (Posición anatómica más Altura)

Se establecieron 15 sitios anatómicos posibles de medición, estos surgen de combinar la posición anatómica determinada por la pieza dental y la altura denominada por la cresta ósea. Para cada sitio se tomaron 160 medidas como lo muestra la tabla 14.

Tabla 14 Sitio anatómico							
	Posición y Altura	Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Grosor	5 a 11 mm	160	100.0%	0	0.0%	160	100.0%
	5 a 7 mm	160	100.0%	0	0.0%	160	100.0%
	5 a 9 mm	160	100.0%	0	0.0%	160	100.0%
	15-6 a 11 mm	160	100.0%	0	0.0%	160	100.0%
	15-6 a 7 mm	160	100.0%	0	0.0%	160	100.0%
	15-6 a 9 mm	160	100.0%	0	0.0%	160	100.0%
	6 a 11 mm	160	100.0%	0	0.0%	160	100.0%
	6 a 7 mm	160	100.0%	0	0.0%	160	100.0%
	6 a 9 mm	160	100.0%	0	0.0%	160	100.0%
	167 a 11 mm	160	100.0%	0	0.0%	160	100.0%
	167 a 7 mm	160	100.0%	0	0.0%	160	100.0%
	167 a 9 mm	160	100.0%	0	0.0%	160	100.0%
	7 a 11 mm	160	100.0%	0	0.0%	160	100.0%
	7 a 7 mm	160	100.0%	0	0.0%	160	100.0%
	7 a 9 mm	160	100.0%	0	0.0%	160	100.0%

Tabla 14, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

A nivel de la pieza UP5 y altura de 7 mm se encuentra una media de grosor de 0.86 mm con una desviación estándar de 2.31. En la pieza UP5 de nuevo a 9 mm se encuentra una media de 0.88 mm con una desviación estándar de 2.06. La posición más alta a 11 mm de la pieza UP5 se encuentra una media de grosor de 1.62 mm con una desviación estándar de 2.36. (tabla 15)

A nivel interproximal de la pieza UP5 y UM6 a una altura de 7 mm se encuentra una media de 2.64 mm con una desviación estándar de 3.02. A nivel de 9 mm entre la pieza UP5 y UM6 se observó una media de 2.21 mm con una desviación estándar de 2.47. En la altura de 11 mm interproximal de pieza UP5 y UM6 se observó una media de 2.14 mm con una desviación estándar de 2.14. (tabla 15)

A nivel de la pieza UM6 a 7 mm de altura se encontró una media de 5.08 y una desviación estándar de 1.89. En la altura de 9 mm en la pieza UM6 se observó

una media de 4.04 y una desviación estándar de 1.89. A nivel de la pieza UM6 a la altura de 11 mm se midió una media de 3.20 mm con una desviación estándar de 1.86. (tabla 15)

En interproximal entre UM6 y UM7 a una altura de 7 mm se encontró una media de 5.52 y una desviación estándar de 1.57. A nivel de 9 mm de altura interproximal de pieza UM6 y UM7 midió una media de 5.52 y una desviación estándar de 1.56. Entre las piezas UM6 y UM7 a una altura de 11 mm se encontró una media de 2.87 mm y una desviación estándar de 1.39. (tabla 15)

A nivel de pieza UM7 a una altura de 7 mm se encuentra una media de 4.74 mm con una desviación estándar de 2.01. En la pieza UM7 a 9 mm se encuentra una media de 3.55mm y una desviación estándar de 1.76. En la posición más alta de la pieza UM7 a 11 mm se encuentra una media de 2.45 mm y una desviación estándar de 1.53. (tabla 15)

Tabla 15				
Sitio Anatómico				
Posición y Altura			Estadístico	Error estándar
Grosor	5 a 11 mm	Media	1.6218	.18706
		Desv. estándar	2.36609	
	5 a 7 mm	Media	.8611	.18314
		Desv. estándar	2.31650	
	5 a 9 mm	Media	.8872	.16323
		Desv. estándar	2.06477	
	15-6 a 11 mm	Media	2.1494	.16993
		Desv. estándar	2.14948	
	15-6 a 7 mm	Media	2.6459	.23909
		Desv. estándar	3.02422	
	15-6 a 9 mm	Media	2.2164	.19576
		Desv. estándar	2.47616	
	6 a 11 mm	Media	3.2089	.12544
		Desv. estándar	1.58673	
	6 a 7 mm	Media	5.0865	.15005
		Desv. estándar	1.89796	
		Media	4.0439	.13581

6 a 9 mm	Desv. estándar	1.71789	
l67 a 11 mm	Media	2.8799	.11010
l67 a 7 mm	Desv. estándar	1.39268	
l67 a 7 mm	Media	5.5292	.12488
l67 a 9 mm	Desv. estándar	1.57968	
l67 a 9 mm	Media	4.0249	.12399
7 a 11 mm	Desv. estándar	1.52263	
7 a 7 mm	Media	2.4508	.12037
7 a 7 mm	Desv. estándar	1.52263	
7 a 7 mm	Media	4.7472	.15969
7 a 7 mm	Desv. estándar	2.01995	
7 a 9 mm	Media	3.5524	.13928
7 a 9 mm	Desv. estándar	1.76181	

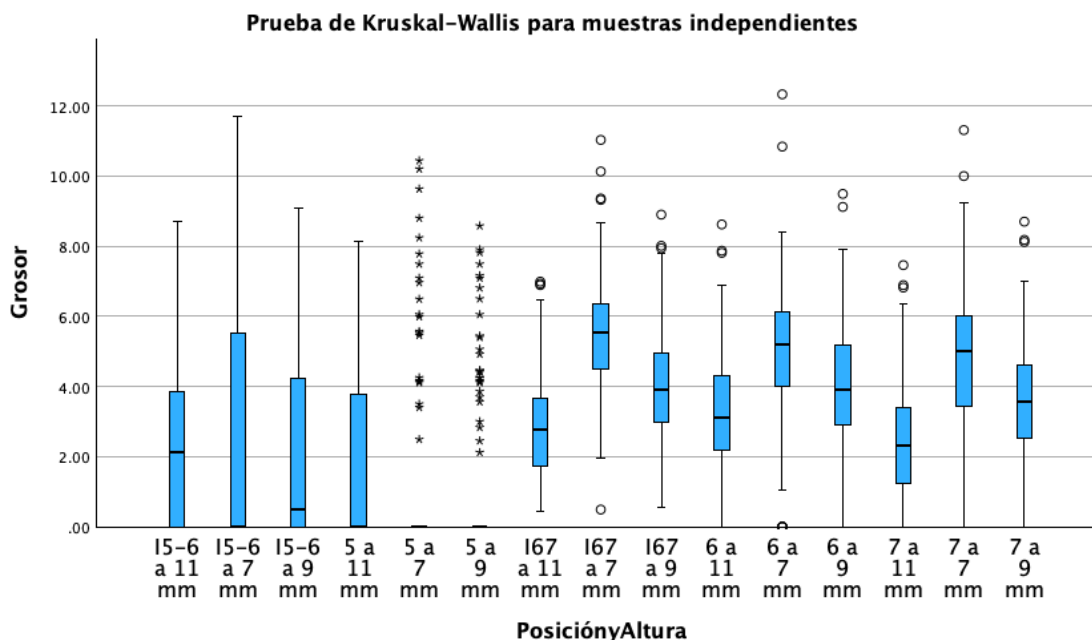
Tabla 15, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

Para poder determinar si existe una diferencia estadísticamente significativa entre los valores de sitio anatómico se realizó una prueba de Kruskal-Wallis (gráfica 6) para muestras independientes. Se encontró un nivel de significancia de $<.001$ por lo que al ser menor que el valor p de 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación. Se puede por ende afirmar que si existen diferencias significativas entre los grupos de valores como lo muestra la tabla 16.

Tabla 16				
Sitio anatómico				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. ^{a, b}	Decisión
1	La distribución de Grosor es la misma entre categorías de Posición y Altura.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	$<.001$	Rechace la hipótesis nula.
a. El nivel de significación es de .050.				
b. Se muestra la significancia asintótica.				

Tabla 16, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

Gráfica 6



Gráfica 6, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

Para poder determinar en donde se encuentran las diferencias en los grupos se realizó una prueba de post hoc de Games-Howell hacia todos los valores de sitio anatómico (tabla 17) en la cual se puede valorar sitio por sitio en donde se encuentran las diferencias específicas.

A nivel de la pieza UP5 a 7 mm se encontró una diferencia estadísticamente significativa con todos los valores al encontrar valor de significancia menor a 0.05 ($p < 0.001$) rechazando exceptuando los sitios ubicados en la pieza UP5 con 9 mm ($p = 1.00$) de altura y pieza UP5 a 11 mm ($p = 0.199$).

A nivel de la pieza UP5 a 9 mm se encontró una diferencia estadísticamente significativa con todos los valores al encontrar valor de significancia menor a 0.05 exceptuando los sitios ubicados en la pieza UP5 con 7 mm ($p = 1.00$) de altura y pieza UP5 a 11 mm ($p = 0.176$).

A nivel de la pieza UP5 a 11 mm se encontró una diferencia estadísticamente significativa con todos los valores al encontrar valor de significancia menor a 0.05 exceptuando el sitio ubicado en la pieza UP5 con 7 mm de altura ($p=0.199$), pieza UP9 a 11mm ($p=0.176$), interproximal entre UP5 y UM6 a 7 mm ($p=0.055$), interproximal entre 5 y 6 a 9 mm ($p=0.687$) e interproximal entre UP5 y UP6 a 11 mm ($p=0.742$)

En el sitio interproximal entre UP5 y UM6 a 7 mm se encontró una diferencia estadísticamente significativa la mayoría de los sitios al encontrar valor de significancia menor a 0.05 exceptuando los sitios ubicados en la pieza UP5 a 11 mm ($p=0.055$), UM7 con 9 mm ($p=0.066$), interproximal entre UP5 y UM6 a 9 mm ($p=0.988$), pieza UM6 a 11 mm ($p=0.714$), pieza UM7 a 11 mm ($p=1.00$), interproximal entre UP5 y UM6 a ($p=0.934$) e interproximal entre UM6 y UM7 a 11 mm ($p=1.00$).

En el espacio interproximal entre UP5 y UM6 a 9 mm se encontró una diferencia estadísticamente significativa la mayoría de las medidas al encontrar valor de significancia menor a 0.05 exceptuando los sitios ubicados en la pieza UP5 con 11 mm de altura ($p=0.687$), interproximal entre UP5 y UM6 a 7 mm ($p=0.988$), pieza UM7 a 11 mm ($p=0.999$), interproximal entre UP5 y UM6 a 11 mm ($p=1.00$), interproximal entre UM6 y UM7 a 11 mm ($p=0.188$).

En el área interproximal entre UP5 y UM6 a 11 mm se encontró una diferencia estadísticamente significativa la mayoría de las medidas al encontrar valor de significancia menor a 0.05 exceptuando los sitios ubicados en la pieza UP5 a 11 mm ($p=0.742$), interproximal entre UP5 y UM6 a 7 mm ($p=0.934$), interproximal entre UP5 y UM6 a 9 mm ($p=1.00$), y pieza UM7 a 11 mm ($p=0.982$).

A nivel de la pieza UM6 a 7 mm se encontró una diferencia estadísticamente significativa con todos los valores al encontrar valor de significancia menor a 0.05, exceptuando pieza UM7 a 7 mm ($p=0.968$) e interproximal entre UM6 y UM7 a 7 mm ($p=0.615$).

A nivel de la pieza UM6 a 9 mm se encontró una diferencia estadísticamente significativa con todos los valores al encontrar valor de significancia menor a 0.05,

exceptuando pieza UM7 a 7 mm ($p=0.061$), pieza UM7 a 9 mm ($p=0.425$), interproximal entre UM6 y UM7 a 9 mm ($p=1.00$).

A nivel de la pieza UM6 a 11 mm se encontró una diferencia estadísticamente significativa con todos los valores al encontrar valor de significancia menor a 0.05, exceptuando pieza UM7 a 9 mm ($p=0.883$) e interproximal entre UM5 y UM6 a 11 mm ($p=0.714$).

En el sitio interproximal entre UM6 y UM7 a 7 mm se encontró una diferencia estadísticamente significativa con todas las medidas al encontrar valor de significancia menor a 0.05 exceptuando el sitio ubicado en la pieza UM6 con 7 mm de altura ($p=0.615$).

En el espacio interproximal entre UM6 y UM7 a 9 mm se encontró una diferencia estadísticamente significativa con todas las medidas al encontrar valor de significancia menor a 0.05 exceptuando los sitios ubicados en la pieza UM6 a 9 mm ($p=0.100$) y pieza UM7 a 9 mm ($p=0.419$).

En el área interproximal entre UM6 y UM7 a 11 mm se encontró una diferencia estadísticamente significativa la mayoría de las medidas al encontrar valor de significancia menor a 0.05 exceptuando los sitios ubicados en interproximal entre UP5 y UM6 a 7 mm ($p=1.00$), interproximal entre UP5 y UM6 a 9 mm ($p=0.188$), pieza UM6 a 11 mm ($p=0.814$) y UM7 a 11 mm ($p=0.353$).

A nivel de la pieza UM7 a 7 mm se encontró una diferencia estadísticamente significativa con todos los valores al encontrar valor de significancia menor a 0.05, exceptuando pieza UM6 a 7 mm ($p=0.968$) y pieza UM6 a 9 mm ($p=0.061$).

A nivel de la pieza UM7 a 9 mm se encontró una diferencia estadísticamente significativa con la mayoría de los valores al encontrar valor de significancia menor a 0.05, exceptuando pieza UM6 a 9 mm ($p=0.425$), pieza UM6 a 11 mm ($p=0.883$), interproximal entre UP5 y UM6 a 7 mm ($p=0.066$), e interproximal entre UM6 y UM7 a 9 mm ($p=0.419$).

A nivel de la pieza UM7 a 11 mm se encontró una diferencia estadísticamente significativa con la mayoría de los valores al encontrar valor de significancia menor a 0.05, interproximal entre UP5 y UM6 a 7 mm ($p=1.00$), interproximal entre UP5 y

UM6 a 9 mm ($p=0.188$), pieza UM6 a 11 mm ($p=0.814$) y pieza UM7 a 11 mm ($p=0.353$).

Estos resultados se pueden apreciar en la gráfica 7 donde pueden ver las correlaciones en pares de la prueba Games-Howell.

Tabla 17 Sitio anatómico Variable dependiente: Grosor Games-Howell						
(I) Sitio Anatómico	(J) Sitio Anatómico	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
57	59	-.02613	.24532	1.000	-.8648	.8126
	67	-4.22544*	.23675	<.001	-5.0350	-3.4159
	69	-3.18281*	.22800	<.001	-3.9627	-2.4029
	77	-3.88612*	.24298	<.001	-4.7168	-3.0554
	79	-2.69131*	.23008	<.001	-3.4783	-1.9044
	511	-.76075	.26178	.199	-1.6556	.1341
	567	-1.77974*	.29822	<.001	-2.7995	-.7599
	569	-1.35244*	.27018	<.001	-2.2761	-.4287
	611	-2.34781*	.22198	<.001	-3.1074	-1.5882
	677	-4.66812*	.22166	<.001	-5.4266	-3.9096
	679	-3.16387*	.22116	<.001	-3.9207	-2.4070
	711	-1.58969*	.21915	<.001	-2.3398	-.8396
	5611	-1.28838*	.24983	<.001	-2.1424	-.4343
	6711	-2.01888*	.21368	<.001	-2.7506	-1.2872
59	57	.02613	.24532	1.000	-.8126	.8648
	67	-4.19931*	.22172	<.001	-4.9573	-3.4414
	69	-3.15669*	.21234	<.001	-3.8827	-2.4306
	77	-3.86000*	.22836	<.001	-4.6406	-3.0794
	79	-2.66519*	.21458	<.001	-3.3988	-1.9315
	511	-.73463	.24827	.176	-1.5834	.1142
	567	-1.75361*	.28643	<.001	-2.7336	-.7737
	569	-1.32632*	.25711	<.001	-2.2056	-.4471

	611	-2.32169*	.20587	<.001	-3.0258	-1.6176
	677	-4.64200*	.20553	<.001	-5.3449	-3.9391
	679	-3.13775*	.20498	<.001	-3.8389	-2.4366
	711	-1.56356*	.20282	<.001	-2.2573	-.8698
	5611	-1.26225*	.23563	<.001	-2.0677	-.4568
	6711	-1.99275*	.19690	<.001	-2.6666	-1.3189
67	57	4.22544*	.23675	<.001	3.4159	5.0350
	59	4.19931*	.22172	<.001	3.4414	4.9573
	69	1.04263*	.20238	<.001	.3508	1.7345
	77	.33931	.21912	.968	-.4097	1.0884
	79	1.53413*	.20473	<.001	.8343	2.2340
	511	3.46469*	.23980	<.001	2.6447	4.2847
	567	2.44570*	.27913	<.001	1.4903	3.4011
	569	2.87300*	.24894	<.001	2.0214	3.7246
	611	1.87763*	.19558	<.001	1.2089	2.5463
	677	-.44269	.19522	.615	-1.1102	.2248
	679	1.06156*	.19465	<.001	.3960	1.7271
	711	2.63575*	.19236	<.001	1.9779	3.2936
	5611	2.93706*	.22670	<.001	2.1620	3.7121
	6711	2.20656*	.18611	<.001	1.5699	2.8432
69	57	3.18281*	.22800	<.001	2.4029	3.9627
	59	3.15669*	.21234	<.001	2.4306	3.8827
	67	-1.04263*	.20238	<.001	-1.7345	-.3508
	77	-.70331	.20963	.061	-1.4201	.0134
	79	.49150	.19454	.425	-.1735	1.1565
	511	2.42206*	.23116	<.001	1.6313	3.2128
	567	1.40308*	.27174	<.001	.4725	2.3337
	569	1.83037*	.24063	<.001	1.0068	2.6539
	611	.83500*	.18488	<.001	.2030	1.4670
	677	-1.48531*	.18450	<.001	-2.1160	-.8546
	679	.01894	.18390	1.000	-.6097	.6476
	711	1.59312*	.18148	<.001	.9727	2.2136
	5611	1.89444*	.21753	<.001	1.1505	2.6383
	6711	1.16394*	.17483	<.001	.5661	1.7618
77	57	3.88612*	.24298	<.001	3.0554	4.7168
	59	3.86000*	.22836	<.001	3.0794	4.6406
	67	-.33931	.21912	.968	-1.0884	.4097
	69	.70331	.20963	.061	-.0134	1.4201

	79	1.19481*	.21190	<.001	.4704	1.9193
	511	3.12537*	.24595	<.001	2.2845	3.9663
	567	2.10639*	.28443	<.001	1.1332	3.0796
	569	2.53368*	.25487	<.001	1.6620	3.4053
	611	1.53831*	.20307	<.001	.8438	2.2328
	677	-.78200*	.20272	.012	-1.4753	-.0887
	679	.72225*	.20217	.031	.0308	1.4137
	711	2.29644*	.19998	<.001	1.6124	2.9804
	5611	2.59775*	.23319	<.001	1.8006	3.3949
	6711	1.86725*	.19397	<.001	1.2035	2.5310
79	57	2.69131*	.23008	<.001	1.9044	3.4783
	59	2.66519*	.21458	<.001	1.9315	3.3988
	67	-1.53413*	.20473	<.001	-2.2340	-.8343
	69	-.49150	.19454	.425	-1.1565	.1735
	77	-1.19481*	.21190	<.001	-1.9193	-.4704
	511	1.93056*	.23322	<.001	1.1328	2.7283
	567	.91158	.27349	.066	-.0249	1.8480
	569	1.33887*	.24261	<.001	.5087	2.1691
	611	.34350	.18744	.883	-.2973	.9843
	677	-1.97681*	.18707	<.001	-2.6163	-1.3373
	679	-.47256	.18648	.419	-1.1101	.1649
	711	1.10162*	.18409	<.001	.4722	1.7310
	5611	1.40294*	.21972	<.001	.6516	2.1542
	6711	.67244*	.17754	.015	.0653	1.2796
511	57	.76075	.26178	.199	-.1341	1.6556
	59	.73463	.24827	.176	-.1142	1.5834
	67	-3.46469*	.23980	<.001	-4.2847	-2.6447
	69	-2.42206*	.23116	<.001	-3.2128	-1.6313
	77	-3.12537*	.24595	<.001	-3.9663	-2.2845
	79	-1.93056*	.23322	<.001	-2.7283	-1.1328
	567	-1.01899	.30065	.055	-2.0470	.0090
	569	-.59169	.27285	.687	-1.5245	.3411
	611	-1.58706*	.22522	<.001	-2.3578	-.8163
	677	-3.90737*	.22491	<.001	-4.6771	-3.1376
	679	-2.40312*	.22442	<.001	-3.1712	-1.6351
	711	-.82894*	.22244	.019	-1.5904	-.0675
	5611	-.52763	.25272	.742	-1.3916	.3363
	6711	-1.25813*	.21705	<.001	-2.0015	-.5148

567	57	1.77974*	.29822	<.001	.7599	2.7995
	59	1.75361*	.28643	<.001	.7737	2.7336
	67	-2.44570*	.27913	<.001	-3.4011	-1.4903
	69	-1.40308*	.27174	<.001	-2.3337	-.4725
	77	-2.10639*	.28443	<.001	-3.0796	-1.1332
	79	-.91158	.27349	.066	-1.8480	.0249
	511	1.01899	.30065	.055	-.0090	2.0470
	569	.42729	.30799	.988	-.6257	1.4803
	611	-.56808	.26671	.714	-1.4819	.3457
	677	-2.88839*	.26645	<.001	-3.8013	-1.9755
	679	-1.38414*	.26603	<.001	-2.2957	-.4726
	711	.19005	.26436	1.000	-.7159	1.0960
	5611	.49136	.29030	.934	-.5016	1.4844
	6711	-.23914	.25985	1.000	-1.1301	.6518
569	57	1.35244*	.27018	<.001	.4287	2.2761
	59	1.32632*	.25711	<.001	.4471	2.2056
	67	-2.87300*	.24894	<.001	-3.7246	-2.0214
	69	-1.83037*	.24063	<.001	-2.6539	-1.0068
	77	-2.53368*	.25487	<.001	-3.4053	-1.6620
	79	-1.33887*	.24261	<.001	-2.1691	-.5087
	511	.59169	.27285	.687	-.3411	1.5245
	567	-.42729	.30799	.988	-1.4803	.6257
	611	-.99537*	.23493	.003	-1.7998	-.1910
	677	-3.31568*	.23464	<.001	-4.1191	-2.5123
	679	-1.81143*	.23416	<.001	-2.6132	-1.0096
	711	-.23725	.23227	.999	-1.0327	.5582
	5611	.06407	.26141	1.000	-.8298	.9579
	6711	-.66643	.22711	.188	-1.4447	.1118
611	57	2.34781*	.22198	<.001	1.5882	3.1074
	59	2.32169*	.20587	<.001	1.6176	3.0258
	67	-1.87763*	.19558	<.001	-2.5463	-1.2089
	69	-.83500*	.18488	<.001	-1.4670	-.2030
	77	-1.53831*	.20307	<.001	-2.2328	-.8438
	79	-.34350	.18744	.883	-.9843	.2973
	511	1.58706*	.22522	<.001	.8163	2.3578
	567	.56808	.26671	.714	-.3457	1.4819
	569	.99537*	.23493	.003	.1910	1.7998
	677	-2.32031*	.17701	<.001	-2.9254	-1.7152

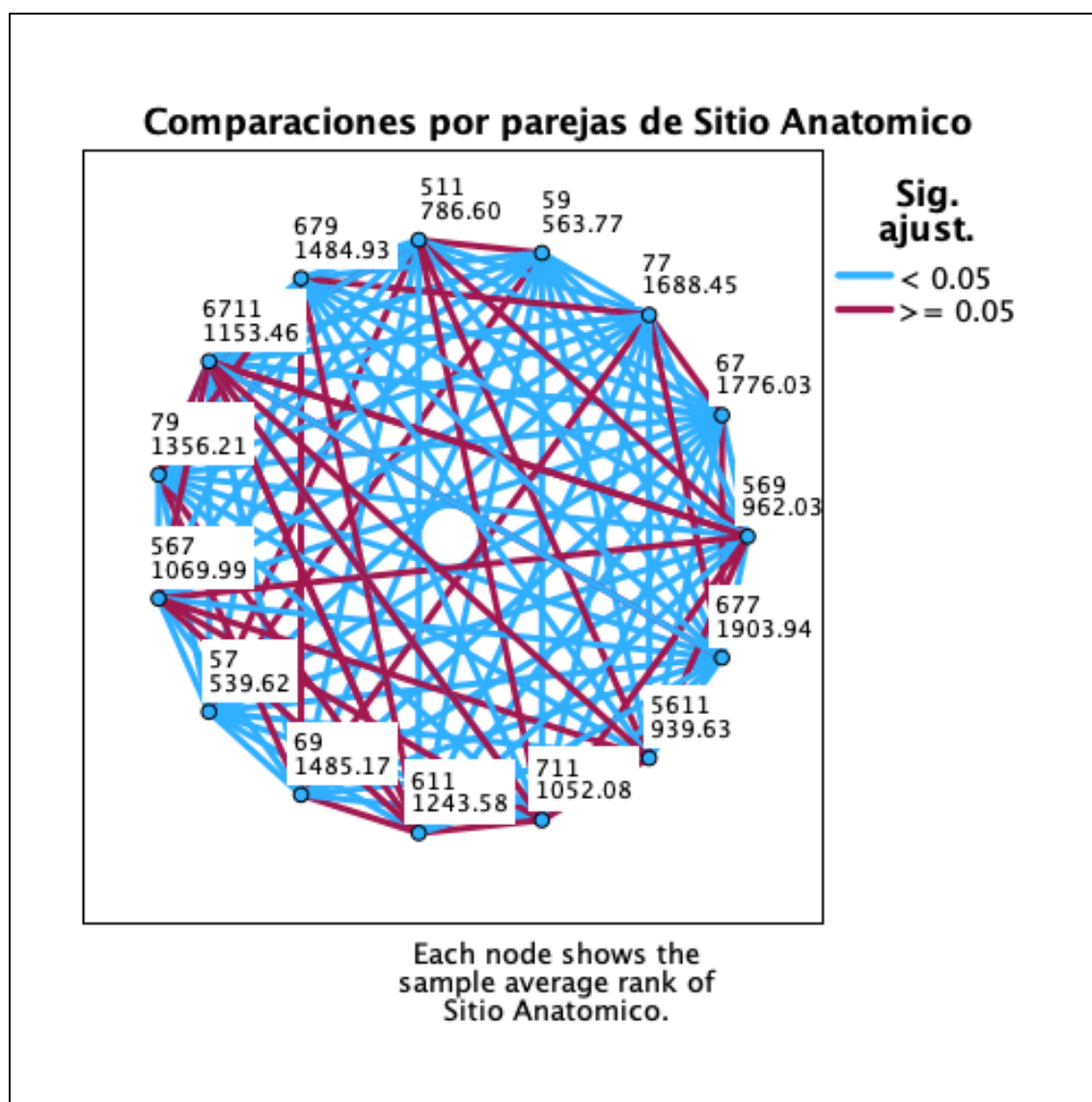
	679	-.81606*	.17638	<.001	-1.4190	-.2131
	711	.75812*	.17386	.002	.1638	1.3524
	5611	1.05944*	.21122	<.001	.3369	1.7819
	6711	.32894	.16691	.814	-.2417	.8996
677	57	4.66812*	.22166	<.001	3.9096	5.4266
	59	4.64200*	.20553	<.001	3.9391	5.3449
	67	.44269	.19522	.615	-.2248	1.1102
	69	1.48531*	.18450	<.001	.8546	2.1160
	77	.78200*	.20272	.012	.0887	1.4753
	79	1.97681*	.18707	<.001	1.3373	2.6163
	511	3.90737*	.22491	<.001	3.1376	4.6771
	567	2.88839*	.26645	<.001	1.9755	3.8013
	569	3.31568*	.23464	<.001	2.5123	4.1191
	611	2.32031*	.17701	<.001	1.7152	2.9254
	679	1.50425*	.17598	<.001	.9027	2.1058
	711	3.07844*	.17345	<.001	2.4855	3.6714
	5611	3.37975*	.21089	<.001	2.6584	4.1011
	6711	2.64925*	.16649	<.001	2.0801	3.2184
679	57	3.16387*	.22116	<.001	2.4070	3.9207
	59	3.13775*	.20498	<.001	2.4366	3.8389
	67	-1.06156*	.19465	<.001	-1.7271	-.3960
	69	-.01894	.18390	1.000	-.6476	.6097
	77	-.72225*	.20217	.031	-1.4137	-.0308
	79	.47256	.18648	.419	-.1649	1.1101
	511	2.40312*	.22442	<.001	1.6351	3.1712
	567	1.38414*	.26603	<.001	.4726	2.2957
	569	1.81143*	.23416	<.001	1.0096	2.6132
	611	.81606*	.17638	<.001	.2131	1.4190
	677	-1.50425*	.17598	<.001	-2.1058	-.9027
	711	1.57419*	.17281	<.001	.9835	2.1649
	5611	1.87550*	.21036	<.001	1.1559	2.5951
	6711	1.14500*	.16582	<.001	.5781	1.7119
711	57	1.58969*	.21915	<.001	.8396	2.3398
	59	1.56356*	.20282	<.001	.8698	2.2573
	67	-2.63575*	.19236	<.001	-3.2936	-1.9779
	69	-1.59312*	.18148	<.001	-2.2136	-.9727
	77	-2.29644*	.19998	<.001	-2.9804	-1.6124

	79	-1.10162*	.18409	<.001	-1.7310	-.4722
	511	.82894*	.22244	.019	.0675	1.5904
	567	-.19005	.26436	1.000	-1.0960	.7159
	569	.23725	.23227	.999	-.5582	1.0327
	611	-.75812*	.17386	.002	-1.3524	-.1638
	677	-3.07844*	.17345	<.001	-3.6714	-2.4855
	679	-1.57419*	.17281	<.001	-2.1649	-.9835
	5611	.30131	.20825	.982	-.4112	1.0138
	6711	-.42919	.16313	.353	-.9869	.1285
5611	57	1.28838*	.24983	<.001	.4343	2.1424
	59	1.26225*	.23563	<.001	.4568	2.0677
	67	-2.93706*	.22670	<.001	-3.7121	-2.1620
	69	-1.89444*	.21753	<.001	-2.6383	-1.1505
	77	-2.59775*	.23319	<.001	-3.3949	-1.8006
	79	-1.40294*	.21972	<.001	-2.1542	-.6516
	511	.52763	.25272	.742	-.3363	1.3916
	567	-.49136	.29030	.934	-1.4844	.5016
	569	-.06407	.26141	1.000	-.9579	.8298
	611	-1.05944*	.21122	<.001	-1.7819	-.3369
	677	-3.37975*	.21089	<.001	-4.1011	-2.6584
	679	-1.87550*	.21036	<.001	-2.5951	-1.1559
	711	-.30131	.20825	.982	-1.0138	.4112
	6711	-.73050*	.20248	.028	-1.4236	-.0374
6711	57	2.01888*	.21368	<.001	1.2872	2.7506
	59	1.99275*	.19690	<.001	1.3189	2.6666
	67	-2.20656*	.18611	<.001	-2.8432	-1.5699
	69	-1.16394*	.17483	<.001	-1.7618	-.5661
	77	-1.86725*	.19397	<.001	-2.5310	-1.2035
	79	-.67244*	.17754	.015	-1.2796	-.0653
	511	1.25813*	.21705	<.001	.5148	2.0015
	567	.23914	.25985	1.000	-.6518	1.1301
	569	.66643	.22711	.188	-.1118	1.4447
	611	-.32894	.16691	.814	-.8996	.2417
	677	-2.64925*	.16649	<.001	-3.2184	-2.0801
	679	-1.14500*	.16582	<.001	-1.7119	-.5781
	711	.42919	.16313	.353	-.1285	.9869

5611	.73050*	.20248	.028	.0374	1.4236
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.					

Tabla 17, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

Gráfica 7



Gráfica 7, obtenida del análisis realizado en el programa SPSS

XIII. Discusión de Resultados

La búsqueda del sitio anatómico ideal para inserción de microimplantes se ha realizado varias veces en diversos estudios. Dentro de las conclusiones que se han llegado es que se recomienda una angulación de 70 grados para la inserción del mismo(2)(8). Este estudio partió con esa información para determinar la relación que existe entre sexo, posición anatómica dental y altura de inserción para encontrar el mejor sitio anatómico para inserción de microtornillos.

Al analizar la relación que existe entre el sexo y el grosor de la cresta se encontró que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre ambos. Esta carencia de fenotipo sexual marcado es coincidente con estudios previos en donde tampoco se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres (5).

Dentro de los hallazgos se encontró que sí existe una relación en la variable posición anatómica dental para la toma de decisión del operador. Se encontró que a nivel de pieza UM6 e interproximal entre UM6 y UM7 se encuentra un grosor mayor significativo para la inserción de los tornillos con una media de 4.11 mm y 4.14 mm respectivamente, esto refuerza lo que se planteó en el estudio original del Dr. Liou en 2007 al referirse a la pieza UM6 como el sitio de elección para la colocación de microtornillos y refuta los hallazgos en el estudio subsecuente clásico del Dr. Liu en donde se describe la cresta infracigomática a nivel de pieza UM7 como sitio a elección (2)(3). Esto podría estar explicado por las diferencias étnicas en las poblaciones estudiadas.

Adicionalmente, se tomó como referencia la altura de inserción de microtornillos en donde en estudios previos se había encontrado un mayor grosor óseo a mayor altura de inserción. Debido a esto se empezaron a utilizar microtornillos más largos y con inserciones más apicales (3)(4). Sin embargo, los resultados de este estudio demuestran que siguiendo los 70 grados de inserción se encuentran mayores grosores óseos a alturas más incisales. Así mismo, se demostró que mientras más alta es la inserción existe menor cantidad de hueso para la retención del microimplante teniendo una media de hueso de 3.77 mm a 7 mm, 2.94 mm a 9 mm y 2.43 mm a 11 mm mostrando un patrón descendente hacia

las posiciones más apicales. Esto se podría explicar debido a la anatomía y neumatización que tiene el seno maxilar, dejando un grosor de hueso mejor en posiciones más altas. Esto refuta las indicaciones de estudios previos en los cuales se recomienda una inserción de 12 mm a partir de la unión cemento esmalte(7).

Dentro de las implicaciones clínicas de esta información está la elección del largo del microimplante, ya que al tener mayores grosores óseos a alturas menores se puede tomar la decisión de escoger un microtornillo de 8 a 12 mm. De esta manera se podrá obtener una buena biomecánica resultante de la posición final de la cabeza del microimplante.

Al combinar ambas variables (altura y posición anatómica) se evaluaron los mejores sitios de inserción de microtornillos dentro de los cuales se recomiendan la región interproximal entre pieza UM6 y UM7 a 7 mm y a nivel de pieza UM6 a 7 mm, ya que son las medidas que presentan las medias más altas de grosor óseo con una media de 5.53 y 5.08 mm teniendo una diferencia estadísticamente significativa con las demás. Por esto se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis de investigación en la cual se demuestra que sí existe una diferencia significativa entre las medias del grosor de la cresta infracigomática en las cinco posiciones y tres alturas anatómicas diferentes.

El problema que ocurre a niveles más incisales es que debido a la proximidad de las raíces, muchas veces el microimplante puede llegar a quedar a nivel interradicular y no extrarradicular como lo exige la mecánica. Si se llegara a encontrar este problema durante en el análisis tomográfico se recomienda utilizar sitios anatómicos más apicales. Dentro de los que presentan mayores grosores se encuentra la pieza UM6 a 9 mm y la región interproximal entre UM6 y UM7 a 9 mm con una media de 4.02 mm y 4.04 mm.

Ante la necesidad de colocar el implante por impedimentos físicos o anatómicos en regiones más apicales, no se recomienda utilizar las alturas de 11 mm, ya que al presentar una media de 2.46 mm no se puede llegar a obtener los 6 mm de grosor recomendados por Liou para la retención de los tornillos. Esto podría resultar en el fracaso del sistema y la mecánica(2). Si esta situación llegara a ocurrir,

es recomendable evaluar otro tipo tratamiento, ya sea mediante extracciones dentales o un método alternativo a la distalización en masa de piezas dentales como las miniplacas(37).

A nivel de piezas dentales se encontraron valores estadísticamente significativos más bajos en todas las alturas a nivel de pieza UP5 e interproximal entre UP5 y UM6. Por lo tanto, no se recomienda la inserción de microtornillos en estos sitios anatómicos, ya que presentan grosores óseos insuficientes para la retención de los mismos.

A nivel de pieza UM7 se encuentran los valores medios del estudio por lo que se debe de estudiar con cuidado el uso de ese sitio anatómico para la inserción de microimplantes.

Una representación visual de esta información se puede ver en la figura 5. En esta figura se puede ver en color verde los sitios anatómicos con mayor grosor óseo representados en color verde, los sitios en color amarillo con un grosor óseo medio y los sitios en donde hay menor grosor en color rojo.

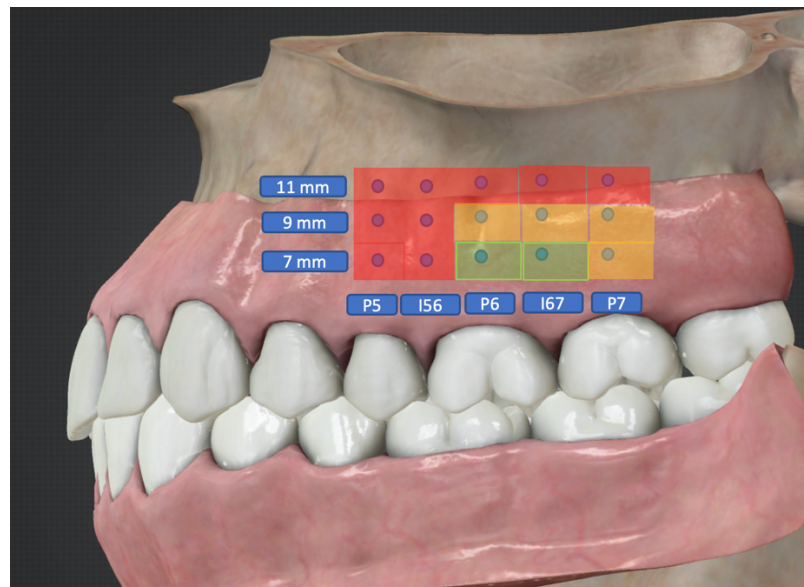


Figura 5: Mapa de Calor sitios anatómicos (verde alto, amarillo medio y rojo bajo). Imagen obtenida del programa Bone Box Dental Lite ®

Para aumentar el éxito del tratamiento se recomienda individualizar cada caso y hacer uso de la tomografía en la planificación de la colocación de los microimplantes. De esta manera se puede evaluar en el paciente en una representación fiel de la anatomía ósea del mismo para ubicar el mejor sitio de inserción de microtornillos. Al individualizar el caso se puede buscar el mejor sitio de inserción para el paciente, pero se puede buscar de manera más precisa conociendo en donde se encuentran los sitios que en promedio presentan mejores densidades óseas guiando al clínico a poder ahorrar tiempo de trabajo, mejorar la planificación y aumentando el éxito del tratamiento.

Existen otros factores que se pueden seguir estudiando para conocer la anatomía de la cresta infracigomática como la edad, el biotipo facial, la correlación con el tejido blando, etc. La ampliación del conocimiento con respecto a este tema es vital para guiar a el clínico a tener resultados con mejores pronósticos en las mecánicas de tratamiento.

XIV. Conclusiones

Basado en el estudio se puede concluir que:

- Existen diferencias estadísticamente significativas en el grosor de hueso en de la cresta infracigomática entre los sitios anatómicos estudiados.
- No existen diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres para el grosor óseo de la cresta infracigomática.
- Existen diferencias estadísticamente significativas para la altura de hueso y el grosor óseo de la cresta infracigomática.
- Existen diferencias estadísticamente significativas para la posición anatómica dental y el grosor óseo de la cresta infracigomática.
- Para la población estudiada se encuentra un mayor grosor óseo a nivel de la pieza UM6 e interradicular entre pieza UM6 y UM7 a 7 mm desde la cresta ósea.
- A mayor altura hacia apical de inserción se encuentra menor grosor óseo presentando los valores menores a nivel de 11 mm, por lo que no se recomienda su uso para inserción de microtornillos extrarradiculares.
- Las posiciones anatómicas en la pieza UP5 e interproximal entre UP5 y UM6 presentan los valores más bajos de grosor óseo por lo que no se recomienda su uso para microtornillos extrarradiculares.

XV. Recomendaciones

- Hacer uso de la tomografía como herramienta de planificación para casos de microtornillos en la cresta infracigomática dentro de la práctica clínica.
- Realizar estudios acerca de la anatomía de la cresta para correlacionarla con variables como edad y biotipo facial.
- Estudiar las diferentes etnias a las cuales se les realizará tratamientos ya que se han encontrado diferencias con respecto a la población asiática inicialmente estudiada.
- Evaluar la cresta infracigomática de cada paciente para encontrar el sitio idóneo para la colocación de microimplantes.
- Estandarizar el uso de la tomografía como instrumento de diagnóstico en casos que necesiten microimplantes como protocolo dentro de la práctica clínica de la universidad de San Carlos de Guatemala

XVI. Bibliografía

1. John L, Jong L. Creative Orthodontics Blending the Damon System & TADs to Manage Difficult Malocclusions. 3rd ed. Chen L, editor. Taipei: Yong Chen Enterprise Co.; 2017. 127–229 p.
2. Liou EJW, Chen PH, Wang YC, Lin JCY. A computed tomographic image study on the thickness of the infrazygomatic crest of the maxilla and its clinical implications for miniscrew insertion. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2007;131(3):352–6.
3. Liu H, Wu X, Yang L, Ding Y. Safe zones for miniscrews in maxillary dentition distalization assessed with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2016;151(3):500–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.07.021>
4. Aguelo M. Of, Thickness Infrazygomatic, T H E By, Evaluated Beam, Cone Tomography, Computed. *Rev Cient odontológica*. 2019;7(1):11–22.
5. Santos AR, Castellucci M, Crusoé-Rebello IM, Sobral MC. Assessing bone thickness in the infrazygomatic crest area aiming the orthodontic miniplates positioning: A tomographic study. *Dental Press J Orthod*. 2017;22(4):70–6.
6. Vargas EOA, Lopes de Lima R, Nojima LI. Mandibular buccal shelf and infrazygomatic crest thicknesses in patients with different vertical facial heights. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2020;158(3):349–56. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.08.016>
7. Paul P, Mathur AK, Chitra P. Cone beam computed tomographic comparison of infrazygomatic crest bone thickness in patients with different facial types. *Orthod Waves* [Internet]. 2020;79(2–3):99–104. Available from: <https://doi.org/10.1080/13440241.2020.1814523>
8. Murugesan A, Sivakumar A. Comparison of bone thickness in infrazygomatic crest area at various miniscrew insertion angles in Dravidian population – A cone beam computed tomography study. *Int Orthod* [Internet]. 2020;18(1):105–14. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2019.12.001>

9. Almeida MR. Biomechanics of extra-alveolar mini-implants. 2019;24(4):93–109.
10. Burstone C, Choy K. The Biomechanical Foundation of Clinical Orthodontics. 1st ed. Huffman L, editor. Chicago: Quintessence Publishing Co, Inc; 2015. 199–207 p.
11. Rodríguez E. 1001 Tips en Ortodoncia y sus Secretos. 1st ed. Santa Cruz G, editor. Caracas: AMOLCA; 2007. 40–84 p.
12. Nanda R. Biomechanics and Esthetic Strategies in Clinical Orthodontics. 1st ed. Rudolph P, editor. St. Luis: Elsevier inc.; 2005. 177–210 p.
13. Ricketts R. Técnica Bioprogresiva de Ricketts. 1st ed. Mexico: Panamericana; 1988. 75–95 p.
14. Park JH. Temporary Anchorage Devices in Clinical Orthodontics. 1st ed. Park JH, editor. Hoboken: Wiley Blackwell; 2020. 759 p.
15. Gainsforth BL, Higley LB. A study of orthodontic anchorage possibilities in basal bone. Am J Orthod Oral Surg. 1945;31(8):406–17.
16. Linkow L. The endosseous blade implant and its use in orthodontics. Int J Orthod. 1969;7:149–54.
17. Sherman AJ. Bone reaction to orthodontic forces on vitreous carbon dental implants. Am J Orthod. 1978;74(1):79–87.
18. Adell R, Branemark BO, Branemark PI, Breine U. Intra-osseous anchorage of dental prostheses: II. Review of clinical approaches. Plast Reconstr Surg. 1972;49(1):102.
19. Gray JB, Steen ME, King GJ, Clark AE. Studies on the efficacy of implants as orthodontic anchorage. Am J Orthod. 1983;83(4):311–7.
20. Roberts WE, Smith RK, Zilberman Y, Smith RS, Mozsary PG. Osseous adaptation to continuous of rigid endosseous implants. Am J Orthod. 1984;86(2):95–111.
21. Creekmore T, Eklund M. The possibility of skeletal anchorage. J Clin Orthod.

1983;17:266–9.

22. Roberts W, Marshall K, Mozsary P. Rigid Endosseous Implant Utilized as Anchorage to Protract Molars and 6 weeks postinsertion. *J Oral Implantol*. 2006;32:110–6.
23. Freudenthaler JW, Haas R, Bantleon HP. Bicortical titanium screws for critical orthodontic anchorage in the mandible: A preliminary report on clinical applications. *Clin Oral Implants Res*. 2001;12(4):358–63.
24. Kim JW, Ahn SJ, Chang Y II. Histomorphometric and mechanical analyses of the drill-free screw as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2005;128(2):190–4.
25. Antoszewska-Smith J, Sarul M, Łyczek J, Konopka T, Kawala B. Effectiveness of orthodontic miniscrew implants in anchorage reinforcement during en-masse retraction: A systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2017;151(3):440–55.
26. Sandler J, Murray A, Thiruvengkatachari B, Gutierrez R, Speight P, O'Brien K. Effectiveness of 3 methods of anchorage reinforcement for maximum anchorage in adolescents: A 3-arm multicenter randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2014;146(1):10–20. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2014.03.020>
27. Da Costa Grec RH, Janson G, Branco NC, Moura-Grec PG, Patel MP, Castanha Henriques JF. Intraoral distalizer effects with conventional and skeletal anchorage: A meta-analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2013;143(5):602–15.
28. Cope JB. Temporary anchorage devices in orthodontics: A paradigm shift. *Semin Orthod*. 2005;11(1 SPEC. ISS.):3–9.
29. Motoyoshi M, Hirabayashi M, Uemura M, Shimizu N. Recommended placement torque when tightening an orthodontic mini-implant. *Clin Oral Implants Res*. 2006;17(1):109–14.
30. Brinley CL, Behrents R, Kim KB, Sridhar C, Kyung HM, Buschang PH. Pitch

and longitudinal fluting effects on the primary stability of miniscrew implants. *Angle Orthod.* 2009;79(6):1156–61.

31. Duaibis R, Kusnoto B, Natarajan R, Zhao L, Evans C. Factors affecting stresses in cortical bone around miniscrew implants A three-dimensional finite element study. *Angle Orthod.* 2012;82(5):875–80.
32. Chang CCH, Lin JSY, Yeh HY. Extra-Alveolar Bone Screws for Conservative Correction of Severe Malocclusion Without Extractions or Orthognathic Surgery. 2018;
33. Hsu E, Shin J, Chang C. Comparison of the Failure Rate for Infra- Zygomatic Bone Screws Placed in Movable Mucosa or Attached Gingiva. *Int J Orthod Impantology.* 2017;47(1):96–106.
34. Roberts WE, Vieceilli RF, Chang C, Katona TR, Paydar NH. Biology of biomechanics : Finite element analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 148(6):943–55. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.10.002>
35. Kapila SD, Nervina JM. CBCT in orthodontics: Assessment of treatment outcomes and indications for its use. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015;44(1).
36. Abdelkarim A. Cone-beam computed tomography in orthodontics. *Dent J.* 2019;7(3).
37. Baik UB, Chun YS, Jung MH, Sugawara J. Protraction of mandibular second and third molars into missing first molar spaces for a patient with an anterior open bite and anterior spacing. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2012;141(6):783–95. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.07.031>

XVII. ANEXO I

Universidad de San Carlos de Guatemala
Maestría en Ortodoncia y Ortopedia Maxilofacial

Instrumento de tesis de postgrado

Grosor óseo de cresta infracigomática

Registro Px evaluado

Sitio anatómico	Grosor óseo mm
Distal de pieza 5 a 7 mm	
Distal de pieza 5 a 9 mm	
Distal de pieza 5 a 11 mm	
Interdental entre pieza 5 y 6 a 7 mm	
Interdental entre pieza 5 y 6 a 9 mm	
Interdental entre pieza 5 y 6 a 11 mm	
Media de pieza 6 a 7 mm	
Media de pieza 6 a 9 mm	
Media de pieza 6 a 11 mm	
Interdental entre pieza 6 y 7 a 7 mm	
Interdental entre pieza 6 y 7 a 9 mm	
Interdental entre pieza 6 y 7 a 11 mm	
Mesial de pieza 7 a 7 mm	
Mesial de pieza 7 a 9 mm	
Mesial de pieza 7 a 11 mm	

XVIII. Anexo II

Autorización para la realización del estudio

Doctor

Carlos Alvarado

Director

Escuela de Postgrados Facultad de Odontología

Presente.

Doctor Alvarado

El postgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilofacial, con el afán de brindar mejor atención a los pacientes atendidos cada día, por este postgrado, está realizando el estudio llamado.

“Grosor de Cresta infracigomática en los pacientes tratados de la Clínica de Maestría en Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala durante el año 2021.

Este estudio será realizado por el residente a cargo, Aldo Mendizábal Higueros, con carnet número 201112236

La investigación se realizará a través de la evaluación de tomografías de los pacientes atendidos en la clínica de la maestría en ortodoncia y ortopedia maxilofacial de la Universidad de San Carlos de Guatemala durante el año 2021

Para realizar la investigación, solicito autorización y su colaboración para acceder a dichas tomografías a cargo de la institución anteriormente mencionada, la información extraída de los archivos será confidencial y únicamente se utilizará para el trabajo de tesis.

Agradeciendo su atención me suscribo.

Dr. Leopoldo Raúl Vesco Leiva

Asesor de Tesis

XIX. Anexo III

Hojas de firmas



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 del grosor óseo de la Cresta alveolar
en los pacientes tratados en la clínica de la
Facultad de Odontología de la Universidad de
San Carlos de Guatemala desde el año 2014 hasta el
2021

Profesor Asesor:

Dr. Leopoldo Raúl Vero Leiva

(nombre completo)

(firma)

VoBo:

Dr. Carlos Alberto Barrios

(nombre completo del Coordinador de la Maestría)

(firma)

Dr. Leopoldo Raúl Vero Leiva

(nombre completo del Director de Postgrado)

(firma)



APROBACIÓN FINAL DEL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN:

Dr. Leopoldo Raul Vesco Leiva

(nombre completo del Profesor Asesor)

(firma)

Dr. Bienvenida Argueda Hernández

(nombre completo del Coordinador de Investigación)

B. Argueda

(firma)

Dr. Leopoldo Raul Vesco Leiva

(nombre completo del Coordinador de Maestría)

(firma)

Dr. Carlos Alberto Domínguez

(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

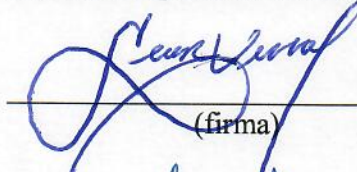
Título del Trabajo de Investigación:

Medición del grupo óseo de la Cresta infragomita
en los pacientes tratados en la Clínica de la
Facultad de Odontología de la Universidad de San
Carlos de Guatemala desde el año 2017 hasta el
2021

APROBACIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Dr. Leopoldo Raul Vesco Leiva

(nombre completo del Profesor Asesor)


(firma)

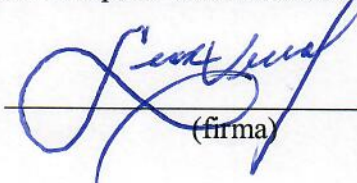
Dr. Bienvenido Arqueta Hernández

(nombre completo del Coordinador de Investigación)

B. Arqueta
(firma)

Dr. Leopoldo Raul Vesco Leiva

(nombre completo del Coordinador de Maestría)


(firma)



Ceolles Alonzo Barnes
(nombre completo del Director de Postgrado)

[Firma]
(firma)

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

Herman Antonio Ovalle Escamilla
(nombre completo)

[Firma]
(firma)

Daniela Estefanía Contreras Carara
(nombre completo)

[Firma]
(firma)

Claudia Inés Barrientos Arana de Arriaga
(nombre completo)

[Firma]
(firma)