

# Minitornillos: Evidencia anátomo-tomográfica

Awuapara-Flores S, Cerro-Temoche AH, Meneses-López A. Minitornillos: Evidencia anátomo-tomográfica. Rev Estomatol Herediana. 2008; 18(2):75-82.

## RESUMEN

El uso de minitornillos para obtener un anclaje absoluto ha llegado a ser muy popular en tratamientos de ortodoncia. Este anclaje se caracteriza por ser temporal, de fácil colocación y presentar grandes posibilidades de inserción en distintas áreas; posibilitando innumerables aplicaciones clínicas. El propósito de este estudio fue determinar la distancia existente entre la superficie de los minitornillos y las estructuras anatómicas adyacentes, en las zonas más frecuentes de colocación. Material y métodos: En un cráneo seco, se colocaron 10 minitornillos (Dewimed/Alemania) de 6 y 7 mm de longitud por 1,2 mm de diámetro. Los datos se obtuvieron utilizando el escáner volumétrico (Picasso Master/Korea). Se midieron los espacios interradiculares a 3, 5 y 7 mm de la cresta alveolar, y las distancias de los minitornillos a las estructuras anatómicas más cercanas (raíces y seno maxilar). Resultados: Existe mayor cantidad de hueso en dimensión mesiodistal en la zona posterior. En el maxilar superior, la zona palatina presenta mayor cantidad de hueso que la zona vestibular. Encontramos un adecuado margen de espacio interradicular entre segundas premolares y molares, y entre canino e incisivo lateral. En la mandíbula la mayor cantidad de hueso en sentido mesiodistal lo observamos entre premolares. La distancia interradicular aumenta a medida que nos alejamos de la cresta alveolar. Los minitornillos colocados en la zona palatina media anterior estuvieron muy cerca de las raíces de las piezas más cercanas, pero alejados del seno maxilar. Conclusiones: Las zonas aptas para la colocación de los minitornillos son: maxilar superior, las zonas posteriores y entre canino e incisivo lateral; maxilar inferior, entre premolares. En el paladar los minitornillos deben ser colocados casi paralelos a las raíces de las piezas adyacentes.

Palabras clave: MÉTODOS DE ANCLAJE EN ORTODONCIA / TORNILLOS ÓSEOS / TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA POR RAYOS EN CONO.

## Miniscrews: Tomographic-anatomic evidence ABSTRACT

The use of miniscrews to obtain an absolute anchorage has become very popular in orthodontic treatment. This anchorage is of temporal use, easy placement and presents great possibilities of insertion in different areas; enabling countless clinical applications. The purpose of this study was to determine the distance between the miniscrews surface and the adjacent anatomic structures, in the most frequent placement sites. Materials and methods: Ten miniscrews (Dewimed/Germany) were placed on a dry skull of 6 and 7 mm of length (1.2 mm of diameter). The data was obtained using a volumetric scanner (Picasso Master/Korea). The interradicular bone was measured at 3, 5 and 7 mm from the alveolar crest, and the distances from the miniscrews to the closest anatomic structures (teeth, maxillary sinus) were also measured. Results: There was more quantity of interradicular bone (mesiodistal) in the posterior region. In the maxilla, the palatal region presents higher amount of bone than the buccal; we also found adequate spaces between second premolars and first molars, and between canine and lateral incisors. In the mandible the higher amount of bone was found between premolars, and the interradicular space increased as we separate from the alveolar crest. The miniscrews placed in the anterior palatal region were too close to the roots, but far from the maxillary sinus. Conclusions: The suitable areas for the placement of the miniscrews are: in the maxilla, the posterior region and between canine and lateral incisor; and in the mandible, between premolars. In the palate, the miniscrews must be placed almost parallel to the roots of the teeth.

Key words: ORTHODONTIC ANCHORAGE PROCEDURES / BONE SCREWS / CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY.

Shereen Awuapara Flores<sup>1</sup>  
Aura H. Cerro Temoche<sup>1</sup>  
Abraham Meneses López<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Residente del Postgrado de Ortodoncia  
<sup>2</sup>Docente del Departamento Académico de Estomatología del Niño y del Adolescente. Facultad de Estomatología. Universidad Peruana Cayetano Heredia

## Correspondencia

Shereen Awuapara Flores  
Av. Manuel Olguín 555 - Lima 33, Perú  
Teléfono: (511)4375804  
e-mail: shereenaf@gmail.com

Recibido : 10 de setiembre del 2008

Aceptado : 15 de diciembre del 2008

## Introducción

El control del anclaje es una consideración crítica cuando planeamos un tratamiento para pacientes con maloclusiones esqueléticas y dentarias. En mandíbulas edéntulas, el anclaje del ligamento periodontal no está disponible y asegurar el anclaje, ya sea interno o externo, depende principalmente de la colaboración del paciente. La pobre cooperación puede causar complicaciones no esperadas o comprometer los resultados. Es por esto, que el uso de implantes endoóseos para el anclaje

absoluto ortodóntico se ha enfocado en diversos estudios (1-8). Gainsforth y Higley (9) colocaron tornillos de vitallium en la mandíbula de perros. Roberts et al. (1) utilizaron tornillos de titanio como implantes ortodónticos en mandíbulas de perros. Shapiro y Kokich (2) reportaron el primer uso de implantes endoóseos en ortodoncia y, Block y Hoffman (3) utilizaron onplants.

Cuando el anclaje intraoral es estable, biocompatible y se puede encontrar en gran cantidad de lugares, puede ser utilizado efectivamente sin

la cooperación del paciente. Los sistemas que pueden satisfacer estos criterios incluyen miniplacas, minitornillos y microtornillos (10-17). Las mayores ventajas comparadas con los implantes dentales o microplacas son: su tamaño reducido, que permiten la colocación en distintas áreas intraorales, el bajo costo, la fácil implantación y retiro y el menor trauma quirúrgico (16-20). Se han presentado numerosos lugares anatómicos para la aplicación de los minitornillos (4-6). Kanomi (7) implantó microtornillos de 1,2 mm de

diámetro y minitornillos de 2,0 mm de diámetro en el hueso basal, sin embargo, estos microtornillos fueron posicionados muy arriba y la fuerza aplicada, para tener vectores verticales, fue limitada. Park et al. (8) implantaron minitornillos de 1,2 mm de diámetro en el hueso alveolar entre las raíces de los dientes posteriores para aumentar el componente horizontal de la fuerza aplicada. Estos implantes pueden ser colocados en el reborde inferior de la apertura piriforme, hueso alveolar maxilar, cresta infracigomática, hueso palatino alveolar, tuberosidad maxilar, paladar duro y área de la sutura media palatina (10). Otro factor crítico en la evaluación de los minitornillos incluye las guías anatómicas para la inserción segura, las adecuadas propiedades mecánicas de los tornillos, el mejor material usado, el tipo y longitud de la carga activa (18).

El área de la sutura media palatina está compuesto de hueso cortical denso y se ha determinado que este sitio es el mejor para el anclaje en la maxila (21,22). Además de la zona media palatina, en el paladar también podemos colocar minitornillos para realizar la expansión maxilar rápida, evitando los efectos adversos provocados por el anclaje de estos aparatos en los dientes (23).

Para los clínicos, las preocupaciones comunes sobre el anclaje absoluto son las tasas de éxito y los factores de riesgo para el fracaso. Sin embargo, pocos estudios en humanos se han realizado para examinar los factores asociados con la estabilidad del anclaje esquelético (20,24). Kuroda et al. (11) demostraron que existe una correlación significativa entre la tasa de éxito y la proximidad radicular.

Se sabe que la cantidad (volumen) y la calidad (densidad) del hueso alveolar son factores importan-

tes para la estabilidad de los implantes (25). Pocos estudios han evaluado la cantidad de hueso para la colocación de implantes para anclaje esquelético. Schnelle et al. (26) reportaron la evaluación del hueso disponible para la colocación de los minitornillos utilizando radiografías panorámicas. Sin embargo, las radiografías pueden presentar los errores metodológicos de las evaluaciones de dos dimensiones. Gahleitner et al. (27) evaluaron el volumen de hueso utilizando tomografía computarizada dental (TC), a pesar de que ellos sólo se enfocaron en el paladar duro para colocar implantes palatinos. Costa et al. (28) evaluaron la profundidad de los tejidos duros y blandos de la cavidad oral utilizando TC volumétrica. Sin embargo, las localizaciones medidas fueron diferentes a las utilizadas para los minitornillos en la clínica, y las medidas fueron mayormente realizadas bicorticalmente en vez de monocorticalmente. Deguchi et al. (25) mostraron que los escaneos 3D sugieren que se utilicen tornillos con un diámetro de 1,3 a 1,5 mm y de una longitud de 6 a 8 mm para el anclaje esquelético en áreas interradiculares. Además determina que la mejor localización para un minitornillo es a mesial o distal de la primera molar y la mejor angulación es de 30° del eje longitudinal del diente.

A pesar del gran interés en el control de anclaje con los tornillos autorroscantes, se han realizado pocos estudios para evaluar los sitios anatómicos para la implantación segura de los minitornillos en los espacios interradiculares de los arcos maxilares y mandibulares (18). El propósito de este estudio fue determinar la distancia existente entre las raíces de las piezas dentarias en cada uno de los cuadrantes y la distancia

existente entre las estructuras anatómicas adyacentes y los minitornillos en las zonas más frecuentes de colocación.

## Material y métodos

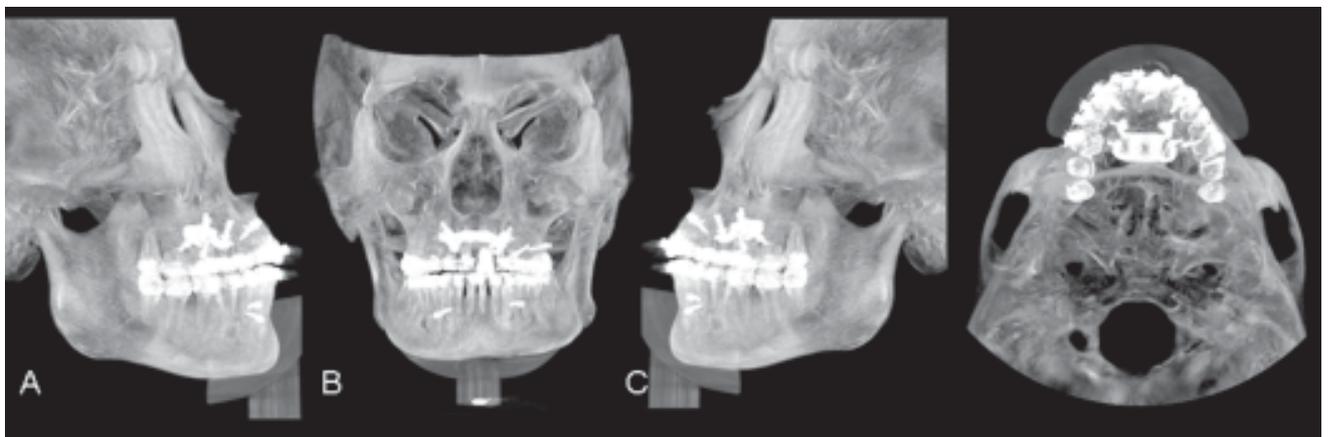
Se diseñó un estudio descriptivo para lo cual se colocaron 10 minitornillos (Dewimed®/Alemania) de 6 y 7 mm de longitud y de 1,2 mm de diámetro a un cráneo seco. Estos fueron insertados en los lugares de frecuente colocación en ortodoncia. Por vestibular, en el maxilar superior se colocaron dos entre incisivos laterales y caninos, de 6 mm de longitud; también se colocó uno entre primera y segunda molar de 7 mm; por palatino se colocó uno entre segunda premolar y primera molar (de 7 mm), además de cuatro en la zona palatina (de 6 mm) que podrían ser utilizados para realizar una expansión maxilar. En el maxilar inferior se colocaron dos entre caninos y premolares, de 6 mm de longitud (Fig. 1,2,3).

Se dio una nomenclatura a los minitornillos de acuerdo a su ubicación para facilitar el estudio:

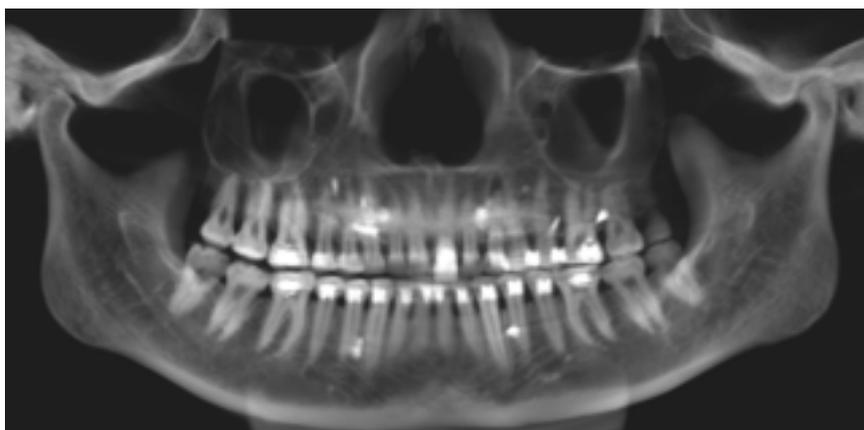
- M1: ubicado entre la pieza 26 y 27 por vestibular.
- M2: ubicado entre la pieza 25 y 26 por palatino.
- M3: ubicado entre la pieza 23 y 22 por vestibular.
- M4: ubicado entre la pieza 13 y 12 por vestibular.
- M5: ubicado en la zona palatina anterior derecha.
- M6: ubicado en la zona palatina anterior izquierda.
- M7: ubicado en la zona palatina posterior derecha.
- M8: ubicado en la zona palatina posterior izquierda.
- M9: ubicado entre la pieza 33 y 34 por vestibular.
- M10: ubicado entre la pieza 43 y 44 por vestibular.



**Fig. 1.** Cráneo con minitornillos colocados. A Vista perfil derecho. B Vista frontal. C Vista perfil izquierdo. D Vista palatina.



**Fig. 2.** A, B, C, D. Vistas tomográficas del cráneo con los minitornillos.



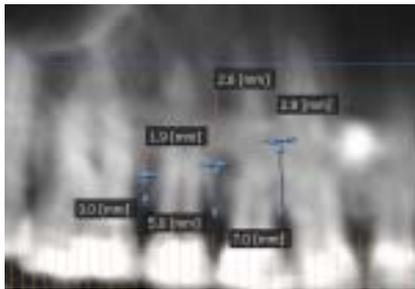
**Fig. 3.** Corte panorámico (10 mm de espesor).

Luego de colocar los minitornillos se procedió a tomar una tomografía volumétrica con el escáner volumétrico Picasso Máster. Los registros con este escáner no presentan distorsión dando una imagen a tamaño real tridimensional de alta resolución y bien contrastadas, ofre-

ciendo cortes de hasta 0,1mm de espesor. Posteriormente se realizaron las mediciones correspondientes.

Se midió el espacio interradicular a nivel de todas las piezas a 3, 5 y 7 mm de la cresta alveolar para evaluar el ancho mesiodistal del hueso (Fig. 4). Estas medidas fueron rea-

lizadas en el corte panorámico de una axial tomando como referencia el punto central de cada corona. El corte panorámico se calibró a 10 mm de espesor para poder observar mejor todas las estructuras (Fig. 3). Posteriormente, se ubicó los tornillos en la mejor vista para poder realizar las medidas, y se evaluó la cantidad de hueso presente a mesial y distal de los tornillos (Fig. 5). En los 4 tornillos palatinos (M5, M6, M7, M8) por la ubicación de estos, no se pudo medir la cantidad de hueso mesio distal, por lo que se procedió a medir la distancia de estos minitornillos al seno maxilar y a las raíces adyacentes (Fig. 6A). Además, se midió el ángulo que formaban estos con el eje axial de la pieza dentaria más cercana (Fig. 6B). Los minitornillos anteriores (M3, M4, M9



**Fig. 4.** Medidas interradiculares a 3, 5 y 7 mm de la cresta alveolar.

y M10) fueron evaluados en un corte panorámico de 5 mm de espesor, ubicándonos en el punto medio de los dientes.

**Resultados**

Para colocar un minitornillo, es importante conocer la topografía del espacio interradicular. La distancia interradicular aumenta desde los dientes anteriores hacia los dientes posteriores y desde la línea cervical hacia el ápice radicular tanto en el maxilar superior como en el maxilar inferior (Tablas 1 y 2).

En el maxilar superior, la mayor distancia interradicular encontrada a 3 mm de la cresta alveolar, estuvo entre las piezas 24, 25 y 26 (2,9 mm). A 5 mm de la cresta alveolar el mayor espacio interradicular fue de 3,7 mm y se encontró entre las piezas 25 y 26; y a 7 mm de la cresta esta distancia aumenta a 3,9 mm. La menor distancia encontrada fue de



**Fig. 5.** Vista de los minitornillos (M2) y medición de las distancias de estos a las raíces adyacentes.

1,3 mm entre las piezas 23 y 24 a 3 mm de la cresta, entre estas piezas el espacio interradicular a 5 y 7 mm de la cresta aumenta a 1,8 y 2,2 mm.

A nivel de los dientes postero superiores, la distancia interradicular es mayor que en los dientes anteriores. A 5 mm de la cresta la cantidad de hueso es en promedio de 2,7 mm donde el menor valor se encuentra entre la segunda y primera molar y el mayor valor se encuentra entre la primera molar y la segunda premolar. Entre los caninos e incisivos laterales superiores los espacios interradiculares exceden los 3 mm desde los 5 mm de la cresta, sin embargo entre la pieza 13 y 12 la distancia es de 3 mm a una altura de 3 mm de la cresta.

En el maxilar inferior, la mayor distancia interradicular a 3, 5 y 7 mm de la cresta se encontró entre las piezas 46 y 47 y estos valores eran de 4,1 mm, 4 mm, y 4,4 mm respectivamente. La cantidad de hueso entre las premolares inferiores a 3 mm de la cresta son de 2,6 mm en el lado derecho y 3,2 mm en el lado izquierdo, a 5 y 7 mm de la cresta todos los valores exceden los 3 mm. (Tabla 2).

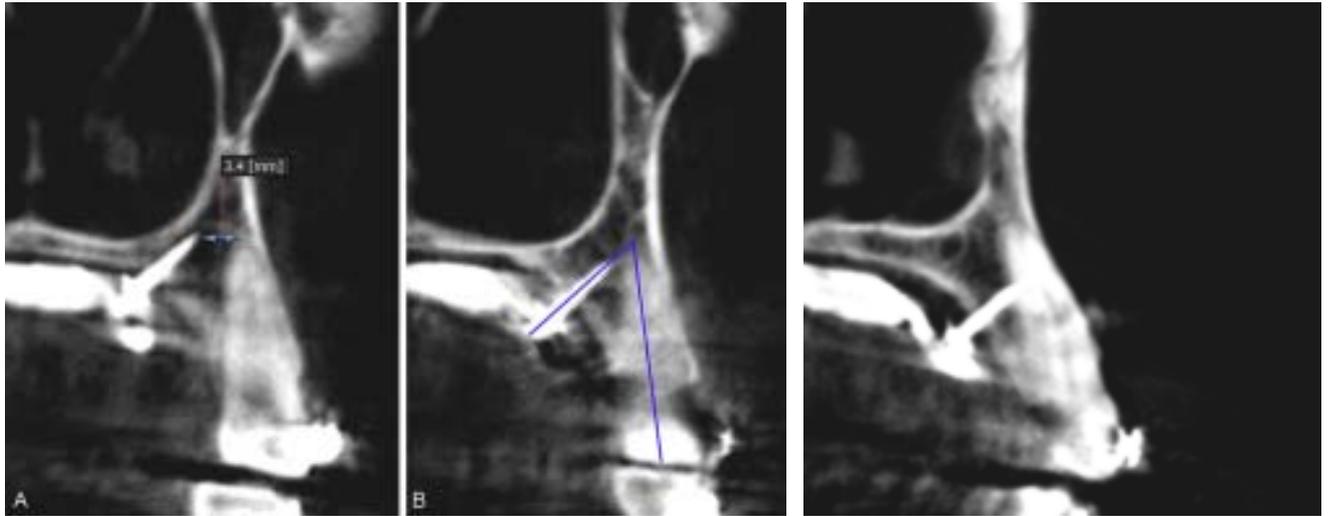
En los dientes antero-inferiores, se encuentran las menores distancias interradiculares, a 3, 5 y 7 mm de la cresta. El menor valor se encontró entre la pieza 43 y 42 a 3 mm de la cresta y el mayor fue de 2,7 mm a 7 mm de la cresta entre las piezas 31 y 32. Entre la primera

**Tabla 1.** Distancia interradicular entre dientes en la maxila desde la cresta alveolar.

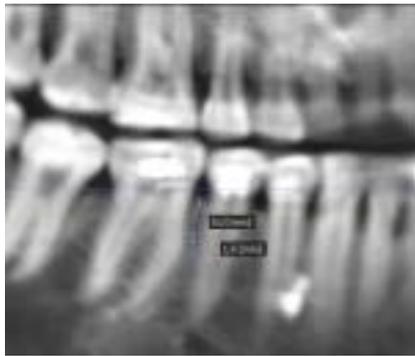
Espacio interradicular	Distancia desde cresta alveolar		
	3 mm	5 mm	7 mm
17-16	2,1	2,0	2,6
16-15	1,9	2,8	3,0
15-14	2,0	2,6	2,9
14-13	2,1	2,5	2,8
13-12	3,0	3,1	3,7
12-11	1,5	1,8	3,0
11-21	2,8	3,4	3,9
21-22	1,9	2,0	2,3
22-23	2,6	3,2	3,5
23-24	1,3	1,8	2,2
24-25	2,9	3,2	3,4
25-26	2,9	3,7	3,9
26-27	2,6	2,1	2,5

**Tabla 2.** Distancia interradicular entre dientes en la mandíbula desde la cresta alveolar.

Espacio interradicular	Distancia desde cresta alveolar		
	3 mm	5 mm	7 mm
47-46	4,1	4,0	4,4
46-45	1,8	1,4	1,9
45-44	2,6	3,2	3,6
44-43	1,4	1,6	2,1
43-42	1,0	1,4	1,4
42-41	1,7	1,9	2,1
41-31	1,7	1,8	1,9
31-32	1,6	2,5	2,7
32-33	1,6	1,7	1,8
33-34	1,8	2,4	2,6
34-35	3,2	3,6	4,1
35-36	1,8	1,6	2,0
36-37	2,7	3,6	4,3



**Fig. 6.** A. Medición de distancia del minitornillo M7 a la raíz de la pieza 15. B. Medición del ángulo del minitornillo M6 a la pieza 24. **Fig. 7.** Minitornillo M5 contactando con la raíz de la pieza 13.



**Fig. 8.** Medición de la distancia interradicular entre la pieza 45 y 46, a 5 mm de la cresta alveolar.

molar y la segunda premolar, los valores interradiculares decrecen a 5 mm de la cresta.

Se colocaron minitornillos de 6 y 7 mm de longitud y de 1.2 mm de diámetro y se midieron las distancias existentes entre cada uno de ellos a las estructuras anatómicas adyacentes como raíces y seno maxilar (Tabla 3 y 4)

El minitornillo ubicado entre las piezas 25 y 26 por palatino a 2,3 mm de la cresta alveolar fue el que presentó menor riesgo de comprometer

ter la raíz de los dientes adyacentes siendo los minitornillos ubicados entre la pieza 26 y 27 por vestibular y la pza 33 y 34 por vestibular los que presentaron mayor riesgo de comprometer raíces adyacentes. El minitornillo colocado entre la pieza 26 y 27 tuvo un rango de hueso por mesial de 0,5 mm y por distal de 0,3 mm, sin embargo no hubo contacto con las raíces (Tabla 3).

Con respecto a los cuatro minitornillos colocados en la zona palatina (de 6 mm), M5 (palatino anterior derecho) fue el que presentó riesgo de comprometer la raíz de la pieza 23, éste fue colocado con la angulación de 70° (Fig. 7), a diferencia del M6 (palatino anterior izquierdo) que no presentó el mismo riesgo y fue colocado con un ángulo de 66°, este último se encontraba a 0,6 mm de la pieza 24. Los minitornillos colocados en la zona palatina media posterior no presentaron riesgo de comprometer ninguna estructura, existe más de 1 mm

de separación con las raíces adyacentes y un mínimo de 2 mm al seno maxilar. Los minitornillos colocados en la zona posterior fueron colocados de forma más paralela a las raíces que los anteriores.

### Discusión

En el maxilar superior encontramos que el espacio interradicular aumenta a medida que nos alejamos de la cresta alveolar, tanto en la zona anterior como en la posterior. En el maxilar inferior el espacio interradicular aumenta a medida que nos alejamos de la cresta en la zona anterior; sin embargo, en la zona posterior podemos observar que el espacio sufre una pequeña reducción a los 5 mm de la cresta por la anatomía de las raíces en dicha zona (Fig. 8). Doldo et al. (29) encontraron también que el grosor mesiodistal aumentaba a medida que nos alejábamos de la cresta, sin embargo no encontraron la reducción hallada por nosotros a los 5 mm en el maxilar

**Tabla 3.** Distancia de los minitornillos (mm) a las raíces adyacentes en sentido mesio distal.

	M1	M2	M3	M4	M9	M10
Altura	2,1	2,3	4,9	4,2	4,4	7,3
Mesial	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8
Distal	0,3	1,1	0,7	0,8	0	0,4

**Tabla 4.** Distancia de los minitornillos (mm) al seno maxilar y raíces adyacentes.

	M5	M6	M7	M8
Al seno maxilar	8,9	9,5	2,2	4,4
A raíces adyacentes	0,0	0,6	3,4	1,1
Angulación del tornillo	70°	66°	56°	55°

inferior. Esto se puede deber a que Doldo dividió al diente en tres tercios, los cuales pueden no haber coincidido con los 5 mm de la cresta que nosotros tomamos como referencia.

Las distancias mesiodistales más pequeñas halladas en el maxilar superior se encontraron a 3 mm de la cresta (1,3 y 1,5 mm) para el espacio entre la pieza 23-24 y el espacio entre la pieza 12-11 respectivamente. Esto indicaría que los espacios entre canino-premolar e incisivo lateral-incisivo central no son sitios adecuados para la colocación, a menos que nos ubiquemos a una distancia entre 5 y 7 mm de la cresta alveolar. Sin embargo, debemos evaluar el tejido blando en esta zona, porque puede no ser favorable para su colocación. Los anchos mesiodistales mayores encontrados en el maxilar superior se encontraron entre las piezas 11-21, 22-23 y 25-26, medidos a 7 mm de la cresta alveolar. Entre las piezas 11-21 encontramos que por la inclinación natural de estas piezas dentarias tenemos un gran espacio para la colocación de los minitornillos, sin embargo este espacio no es viable porque en esta zona se encuentra el frenillo anterior que impediría la colocación de cualquier tornillo. En la zona ubicada entre las piezas 25-26 y 15-16, encontramos distancias mayores de 3 mm lo cual nos aseguraría una inserción segura de los minitornillos, considerando que estos tienen 1,2 mm de diámetro; estas medidas las encontramos a 7 mm de la cresta, pero en el caso del espacio entre 25-26 podemos observar un espacio de 3,7 mm a 5 mm de la cresta.

La distancia mesiodistal más pequeña encontrada en el maxilar inferior se encuentra entre las piezas 43-42 a 3 mm de la cresta. El espa-

cio encontrado entre caninos e incisivos laterales, incisivos laterales e incisivos centrales y entre incisivos centrales es muy reducido para la colocación de tornillos ya sea a 3, 5 ó 7 mm de la cresta. Por lo cual las zonas que se encuentran entre los caninos inferiores (zona antero inferior) no son adecuadas para la colocación de los minitornillos. Se recomienda que en el maxilar inferior, estos se coloquen a partir del espacio entre premolares, siendo este el más recomendable porque presenta un promedio de 2,9 mm y 3,4 mm a 3 y 5 mm de la cresta respectivamente. El mayor ancho mesio distal de hueso lo encontramos entre la primera y segunda molar a 7 mm de la cresta (4,35 mm en promedio), sin embargo esta zona es de difícil acceso por lo que no es muy recomendable para la colocación. Otra consideración que debemos tomar en cuenta en el maxilar inferior es la anatomía de las raíces de la primera molar que disminuye el espacio interradicular con las piezas colindantes.

Poggio et al. (18) recomiendan que debe haber un mínimo de 1 mm de hueso alveolar alrededor del minitornillo. Considerando que los minitornillos presentan un diámetro de 1,2 mm, necesitaríamos un espacio interradicular de 3,2 mm. Esta cantidad de espacio interradicular se encuentra en el maxilar superior entre la segunda premolar y la primera molar, y entre premolares a 5 y 7 mm de la cresta; y entre canino e incisivo lateral a 3, 5 y 7 mm en el maxilar superior. En el maxilar inferior encontramos estas medidas entre primera y segunda molar en los tres niveles, y entre premolares a 5 y 7 mm de la cresta alveolar.

Kuroda et al. (11) encontraron que la proximidad de los minitornillos a las raíces es un factor de riesgo

mayor para el fracaso del anclaje. Sin embargo, las tasas de éxito, aún en los minitornillos colocados sobre la lámina dura, estuvieron sobre el 75%. Sólo el grupo del maxilar inferior donde los minitornillos estaban sobre la lámina dura tuvo una tasa de éxito del 35%.

Al evaluar las distancias de los minitornillos colocados con las raíces adyacentes encontramos que los minitornillos que presentan mayor espacio a mesial y distal son los colocados entre caninos y laterales superiores (M3, M4) a 4,9 y 4,2 mm respectivamente, esto es posible por la inclinación distal de la raíz del canino. Los minitornillos M1 y M2 fueron colocados casi a la misma altura (2,1 y 2,3 mm respectivamente). M1 fue colocado por vestibular y M2 por palatino, este último con un espacio interradicular bastante más grande que el vestibular. Esto concuerda con el estudio realizado por Deguchi et al. (25) en el que encuentran que la mayor cantidad de hueso se encontró por palatino entre la segunda premolar y primera molar.

En el maxilar inferior el minitornillo M9 contacto con una raíz, este minitornillo fue colocado a 4,4 mm de la cresta alveolar, en el lado contrario se colocó otro minitornillo a 7,3 mm de la cresta y este tuvo un margen de 0,8 mm por mesial y 0,4 mm por distal lo cual tampoco puede ser suficiente para un anclaje adecuado o puede tener limitaciones anatómicas por el tejido blando encontrado a este nivel. Es por esto que se recomienda colocar los minitornillos entre premolares, donde podemos encontrar mayor cantidad de hueso.

De los cuatro minitornillos colocados en la zona palatina media, uno rozó una raíz (M5) (Fig. 7), y el opuesto (M6) a este, estuvo a 0,6

mm de la pieza 24. Un factor posible para que haya ocurrido esto es la angulación de los minitornillos. El minitornillo M5, ubicado en la zona palatina anterior derecha presento una angulación de 70° con respecto a la pieza 13, y el minitornillo M6, ubicado en la zona palatina anterior izquierda presento una angulación de 66° con respecto a la pieza 24. Teniendo en cuenta que las distancias a los senos maxilares eran bastante considerables (8,9 mm para M5 y 9,5 mm para M6) se recomienda colocar los minitornillos de manera más vertical y paralela a los dientes, para evitar rozar las raíces. En los minitornillos palatinos posteriores no se observan mayores problemas, los márgenes hacia las raíces de los dientes adyacentes y hacia el seno maxilar eran bastante amplios, sin embargo, también consideramos que se deben colocar de manera paralela a las raíces y no perpendicular a estas para evitar rozarlas.

Costa et al. (30) reportaron complicaciones mínimas luego de la perforación del seno maxilar con minitornillos ortodónticos, por lo que puede ser más apropiado conseguir una retención adecuada sin tomar importancia en la perforación del seno.

Se debe tener en cuenta que este estudio fue realizado en un solo cráneo, en el cual se observó gran variabilidad en los espacios interradiculares debido a la inclinación de las piezas, a pesar de que estas se encontraban alineadas. Es por esto que se debe considerar las condiciones anatómicas de cada uno de los pacientes mediante una radiografía de la zona. En algunos casos, podemos realizar movimientos dentarios para conseguir una mejor posición de las piezas dentarias para la colocación de los minitornillos. Sin embargo, este estudio es de gran

ayuda ya que no contamos con investigaciones similares en nuestra población. Además, podemos encontrar que los valores son similares para los distintos cuadrantes de la cavidad oral, expresándose una tendencia favorable para la colocación de los minitornillos en las distintas zonas.

### Conclusiones

- En el maxilar superior, las zonas aptas para la colocación de los minitornillos son las zonas posteriores (entre premolares, entre primer molar y segunda premolar) y entre canino e incisivo lateral.
- La zona palatina presenta mayor cantidad de hueso que la zona vestibular
- En el maxilar inferior, las zonas adecuadas para la colocación de los minitornillos son entre premolares.
- En el paladar, los minitornillos deben ser colocados casi paralelos a las raíces de las piezas adyacentes para evitar rozarlas.
- Se debe considerar que cada paciente es distinto, por lo cual se debe siempre tomar una radiografía antes de colocar los minitornillos.

### Agradecimientos

Agradecemos al Dr. Hugo Aguayo por facilitarnos la toma de las tomografías y a la doctora Hanny González por su apoyo en la recolección de la muestra y las imágenes.

### Referencias bibliográficas

1. Roberts WE, Helm FR, Marshall KJ, Gongloff RK. Rigid endosseous implants for orthodontic and orthopedic anchorage. *Angle Orthod.* 1989; 59(4):247-56.
2. Shapiro PA, Kokich VG. Uses of

implants in orthodontics. *Dent Clin North Am.* 1988; 32(3):539-50.

3. Block MS, Hoffman DR. A new device for absolute anchorage for orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995; 107(3):251-8.
4. Park YC, Lee SY, Kim DH, Jee SH. Intrusion of posterior teeth using mini-screw implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003; 123(6):690-4.
5. Kyung HM, Park HS, Bae SM, Sung JH, Kim IB. Development of orthodontic micro-implants for intraoral anchorage. *J Clin Orthod.* 2003; 37(6):321-8
6. Park HS, Kwon OW, Sung JH. Micro-implant anchorage for forced eruption of impacted canines. *J Clin Orthod.* 2004; 38(5):297-302
7. Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod.* 1997; 31(11):763-7
8. Park HS, Bae SM, Kyung HM, Sung JH. Micro-implant anchorage for treatment of skeletal Class I bialveolar protrusion. *J Clin Orthod.* 2001; 35(7):417-22
9. Gainsforth BL, Higley LB. A study of orthodontic anchorage possibilities in basal bone. *Am J Orthod Oral Surg.* 1945; 31(8):406-17.
10. Kim HJ, Yun HS, Park HD, Kim DH, Park YC. Soft-tissue and cortical-bone thickness at orthodontic implant sites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 130(2):177-82.
11. Kuroda S, Yamada K, Deguchi T, Hashimoto T, Kyung H, Yamamoto T. Root proximity is a major factor for screw failure in orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 131(4):S68-S73.

12. Turley PK, Kean C, Schur J, Stefanac J, Gray J, Hennes J, Poon LC. Orthodontic force application to titanium endosseous implants. *Angle Orthod.* 1988; 58(2):151-62.
13. Umemori M, Sugawara J, Mitani H, Nagasaka H, Kawamura H. Skeletal anchorage system for open-bite correction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 115(2):166-74.
14. Sherwood KH, Burch JG, Thompson WJ. Closing anterior open bites by intruding molars with titanium miniplate anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002; 122(6):593-600.
15. Fukunaga T, Kuroda S, Kurosaka H, Takano-Yamamoto T. Skeletal anchorage for orthodontic correction of maxillary protrusion with adult periodontitis. *Angle Orthod.* 2006; 76(1):148-55.
16. Creekmore TD, Eklund MK. The possibility of skeletal anchorage. *J Clin Orthod.* 1983; 17(4):266-9.
17. Kyung HM, Park HS, Bae SM, Sung JH, Kim IB. Development of orthodontic micro-implants for intraoral anchorage. *J Clin Orthod.* 2003; 37(6):321-8
18. Poggio PM, Incorvati C, Velo S, Carano A. "Safe zones": a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. *Angle Orthod.* 2006; 76(2):191-7.
19. Kuroda S, Sugawara Y, Yamashita K, Mano T, Takano-Yamamoto T. Skeletal Class III oligodontia patient treated with titanium screw anchorage and orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005; 127(6):730-8.
20. Kuroda S, Sugawara Y, Deguchi T, Kyung HM, Takano-Yamamoto T. Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: success rates and postoperative discomfort. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 131(1):9-15.
21. Lee JS, Kim DH, Park YC, Kyung SH, Kim TK. The efficient use of midpalatal miniscrew implants. *Angle Orthod.* 2004; 74(5):711-4.
22. Tinsley D, O'Dwyer JJ, Benson PE, Doyle PT, Sandler J. Orthodontic palatal implants: clinical technique. *J Orthod.* 2004; 31(1):3-8.
23. Gamba D, de Lima R, Francischone C, Pedron P. Expansão rápida da maxila ancorada em implantes - uma nova proposta para expansão ortopédica na dentadura permanente. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2007; 12(3):75-81.
24. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003; 124(4):373-8.
25. Deguchi T, Nasu M, Murakami K, Yabuuchi T, Kamioka H, Takano-Yamamoto T. Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 129(6):721.e7-12.
26. Schnelle MA, Beck FM, Jaynes RM, Huja SS. A radiographic evaluation of the availability of bone for placement of miniscrews. *Angle Orthod.* 2004; 74(6):832-7.
27. Gahleitner A, Podesser B, Schick S, Watzek G, Imhof H. Dental CT and orthodontic implants: imaging technique and assessment of available bone volume in the hard palate. *Eur J Radiol.* 2004; 51(3):257-62.
28. Costa A, Pasta G, Bergamaschi G. Intraoral hard and soft tissue depths for temporary anchorage devices. *Semin Orthod.* 2005; 11(1):10-5.
29. Doldo T, Costa A, Vessio V, Fazzari A. Evaluation of bone thickness for inserting miniscrews in inter-radicular sites. *Int Dent S Afr.* 2007; 9(5):64-73.
30. Costa A, Raffaini M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1998; 13(3):201-9.