EVALUACION TOMOGRAFICA DE MINI-IMPLANTES ORTODONTICOS (MIO) EN LA REGION INFRACIGOMATICA

LUIS FERNANDO DIAZ[1] · JULIO CESAR OSORIO[1] · CARLOS HUMBERTO MARTINEZ[1] · DANIEL VELEZ MARTINEZ[2] · JORGE LUIS MARTINEZ[2]

Correspondencia* Luis Fernando Díaz lfernandodiaz@unicoc.edu.co

. [1] Institución Universitaria Colegios de Colombia Colegio Odontológico, Docente Posgrado Ortodoncia – Cali - Colombia

. [2] Institución Universitaria Colegios de Colombia Colegio Odontológico, Residente Posgrado Ortodoncia – Cali - Colombia

RESUMEN

Objetivo: Explorar mediante Tomografía computarizada cone beam (CBCT) las relaciones anatómicas entre los Mini-implantes ortodónticos (MIO) y las estructuras adyacentes de la región infracigomática.

Metodología: Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal en pacientes que ingresaron a la Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC (Cali-Colombia) y pacientes de la consulta particular del Doctor Luis Fernando Díaz que se encontraban en tratamiento ortodóntico y que presentaban MIO como parte de su tratamiento y se les hubiera tomado CBCT luego de la colocación de éste, La muestra total fue de 20 pacientes que se reclutaron entre octubre de 2017 y enero 2019.

Resultados: A través del CBCT se encontró que el 13% de los pacientes con MIO no presentaron afectación (perforación del seno, contacto con la raíz dental y/o los dos). Se encontró que más del 50% de los MIO en cresta presentaron algún tipo de contacto con la raiz de un diente adyacente, tanto los implantados unilateral como

bilateralmente, también se encontró que el 60% de los MIO presentaron perforación de la cortical interna del seno maxilar donde se debe resaltar que la lesión siempre presento un comportamiento bilateral, No hubo diferencias en los 4 grupos y la angulacion de insercion del MIO

Conclusiones: Los riesgos de la colocación de MIO en cresta infracigomática en su mayoria pasan desapercibidos y solo pueden ser detectados a través de un estudio 3D, se recomienda una CBCT previo a la inserción y una posterior que permita determinar el estado real de los MIO de manera inmediata. Según la literatura el ángulo de inserción debe ser de 55° a 70° respecto al plano oclusal, para evitar compromiso con estructuras adyacentes, no se encontro diferencias estadísticamente significativa al comparar la angulación en los 4 grupos en los que se dividió la muestra (p=0,201).

ABSTRACT

Objective: To explore by cone beam computed tomography (CBCT) the anatomical relationships between orthodontic orthodontic mini-implants (MIO) in the adjacent structures of the infracigomatic region.

Methodology: A descriptive cross-sectional study was conducted in patients admitted at the Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC - Cali (Colombia) and patients from the private practice of Dr. Luis Fernando Díaz who were in orthodontic treatment and who presented MIO as part of their treatment. and They would have taken CBCT after the placement of it. Patients were recruited between October 2017 and January 2019.

Results: Through the CBCT it was found that 13% of patients with MIO did not present involvement (sinus perforation, contact with the dental root and / or both). It was found that more than 50% of MIO in crest presented some type of dental lesion, both those implanted unilaterally and bilaterally, it was also found that 60% of MIO presented perforation of the inner cortical of the maxillary sinus where it should be noted that the lesion always present a bilateral behavior.

Conclusions: The potential risks and complications of the placement of MIO in the infrazygomatic crest in its vast majority go unnoticed and can only be detected through a 3D study as it is the CBCT, a CBCT study is recommended prior to the insertion of MIO which serves as an insertion guide and a subsequent one to the placement of the same, that allows to determine the real state of the MIOs immediately.

Palabras clave: Tomografía haz de cono (CBCT), Mini-implante ortodontico (MIO), Dispositivo de anclaje temporal, Seno maxilar, Raíz dental, cresta infracigomática.

Keywords: Cone beam Computed Tomography (CBCT), Orthodontic Mini-implant (MIO), Temporary anchoring device, maxillary sinus, tooth root, infrazygomatic crest.

INTRODUCCION

El uso de dispositivos de anclaje temporal, tales como Onplants, las mini-placas, los implantes palatales y los mini-implantes ortodonticos (MIO)[1] se han convertido en los últimos años en una de las mejores opciones de tratamiento en ortodoncia [2], facilitando conseguir los objetivos planteados, debido a su versatilidad, mínima invasividad, y la relación costo-beneficio. [3] Los MIO tienen un beneficio de anclaje casi absoluto y facilita el uso e implementación de mecánicas complejas con un impacto en el acortamiento del tiempo de tratamiento. [4,5] Además de los beneficios ya mencionados, los MIO disminuyen la necesidad de colaboración del paciente, el uso de dispositivos extra orales y elementos fijos auxiliares.[1][6]

El uso de los MIO ha tenido un gran aumento, como se evidencia en estudios realizados en Estados Unidos (EEUU) y Suiza donde entre un 70-91% de los ortodoncistas los han utilizado en su práctica laboral o durante su programa de residencia[7–9] Adicionalmente, se ha calculado una tasa de éxito clínico superior al 75% en estudios realizados en seres humanos.[10] En cuanto a la tasa de fracaso, que representa el restante 10-25%, los factores que lo ocasionan son modificables como: el diámetro y tipo de mini-implante usado, lugar de colocación, técnica de

inserción, experiencia del operador y factores no modificables como edad del paciente, espesor del hueso cortical, edema de tejidos circundantes, condiciones sistémicas, etc.[11].

Según los reportes de la literatura, las complicaciones más frecuentes de su insercion son: la fractura del MIO (principal complicación)[12] daño a estructuras anatómicas como raíces dentarias o estructuras nerviosas, irritación local con o sin sobreinfección como mucositis y periimplantitis, penetración en las fosas nasales o en el seno maxilar, rechazo del dispositivo, dolor durante la colocación del mini-implante, desplazamiento del miniimplante durante la mecánica, dolor durante la masticación [12,13] Son riesgos que se corren en la cirugía de instalación o en la remoción del mismo [14]. Raras veces se presenta, durante el movimiento dentario, lesión sobre las raíces; y gracias al reducido tamaño de los MIO, pueden ser colocados entre ellas.[15] Muchas de estas complicaciones no tienen una gran relevancia clínica debido al corto tiempo de la sintomatología, por lo que en muchas ocasiones no son reportadas ni detectadas.

En diversos estudios se han evaluado radiográficamente los MIO ubicados en la cresta infracigomática[16], para evaluar si estos presentan desplazamiento, posterior a la tracción por fuerzas mecánicas[17]. Otros han comenzado a evaluar los MIO por medio de la tomografía cone beam (CBCT) [18] , ya que permite evaluar estructuras en los tres planos del espacio y complementar el diagnóstico imagenológico. Dado el gran auge de los MIO y los avances diagnósticos generados por el CBCT, el propósito de este estudio fue explorar mediante CBCT las relaciones anatómicas entre los MIO en las estructuras adyacentes de la región infracigomática.

MATERIALES Y METODOS

Selección de pacientes

Desde octubre del 2017 hasta enero del 2019, 20 pacientes fueron incluidos en el estudio de los cuales 9 pacientes fueron atendidos en las Clínicas de Ortodoncia y

Ortopedia de la Institución Universitaria Colegios de Colombia (UNICOC sede Cali) y 11 fueron atendidos en la Consulta particular de Dr. Luis Fernando Díaz cepeda debido a que presentaban algún tipo de maloclusión. A los 20 pacientes, se les explico el objetivo de este estudio, a los que aceptaron y firmaron el consentimiento informado, se les realizo una tomografía computarizada cone beam CBCT de la zona donde estaba ubicado el MIO, con el fin de conocer el estado del implante. El número total de mini implantes incluidos fue de 30.

De los 9 pacientes de la Institución universitaria 4 pacientes presentaban MIO bilateral y 5 unilateral, y de los 11 pacientes de la Consulta privada del investigador principal 6 pacientes presentaban MIO bilateral y 5 unilateral. En general fueron 10 pacientes con MIO bilaterales y otros 10 pacientes con solo un MIO.

Los 20 pacientes atendidos tenían edades que van desde los 18 a los 43 años de edad. Este rango de edad asegura que la densidad ósea debido a cambios hormonales y mineralización sean similares.

Las imágenes contenidas en estos informes de CBCT fueron revisadas por un ortodoncista experimentado con más de 16 años de experiencia en Ortodoncia y 9 años de experiencia en el uso de CBCT. Solo aquellos pacientes con CBCT de maxilar superior y uno o dos MIOS en Cresta infracigomática fueron incluidos en el estudio.

Adquisición de imagen

Todos los exámenes se realizaron con un escáner CBCT (ORTHOPANTOMOGRAPH® OP300 CALI- COLOMBIA) (90 kVp, 10 mA, tiempo de exposición 2.3s, 6 × 4 cm FOV, profundidad de 14 bits).
Además, el conjunto de datos de alta resolución producido por CBCT se procesó adicionalmente en imágenes multiplanares (MPR) que eran paralelas (panorámicas) o perpendiculares (de sección transversal) a la curvatura del arco dental superior.

Análisis de imagen

El mismo ortodoncista experimentado realizó el análisis de imágenes utilizando el software avanzado e interactivo OnDemand 3D.

Los siguientes parámetros fueron medidos en imágenes CBCT:

• Se evaluó en las imágenes trasversales y en la reconstrucción volumétrica sí existía contacto entre el MIO y alguna de las raíces dentales del maxilar superior. **Fig. 1**

• Se evaluó en las imágenes sagitales si el MIO perforaba la cortical interna del seno maxilar. **Fig. 2**

• Se evaluó en las imágenes sagitales y panorámicas si había presencia o ausencia de zonas hipertróficas en la membrana de Schneider en el seno maxilar. **Fig. 3**

• Se evaluó a través de reconstrucción 3D de tejidos óseos y dentales, el ángulo formado por el plano oclusal (cúspides vestibulares de primer o segundo molar superior con su antagonista) y el MIO. **Fig. 4**

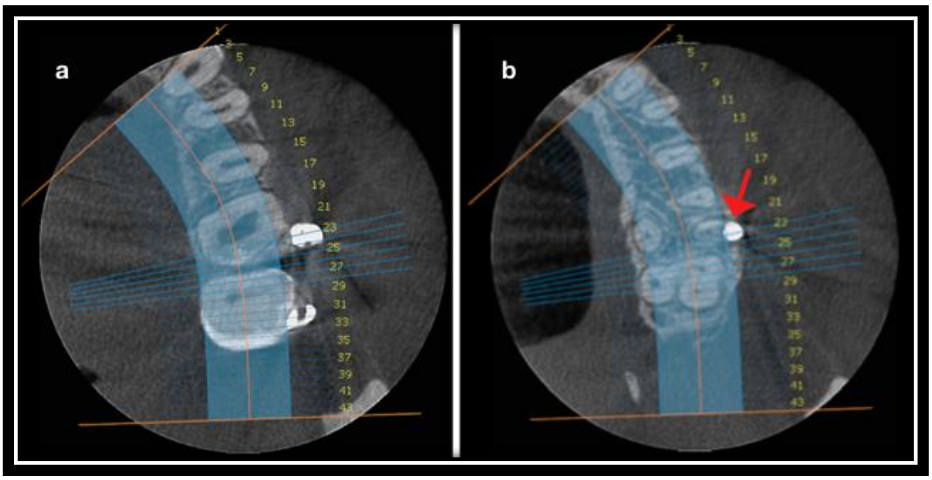


Fig. 1 Imágenes transversales de CBCT que muestran la Relación con estructuras dentales. **a** se observa que no existe contacto entre el MIO y la Raíz del primer

molar. **b** se observa el contacto que existe entre el MIO y la Raíz DV del primer molar.

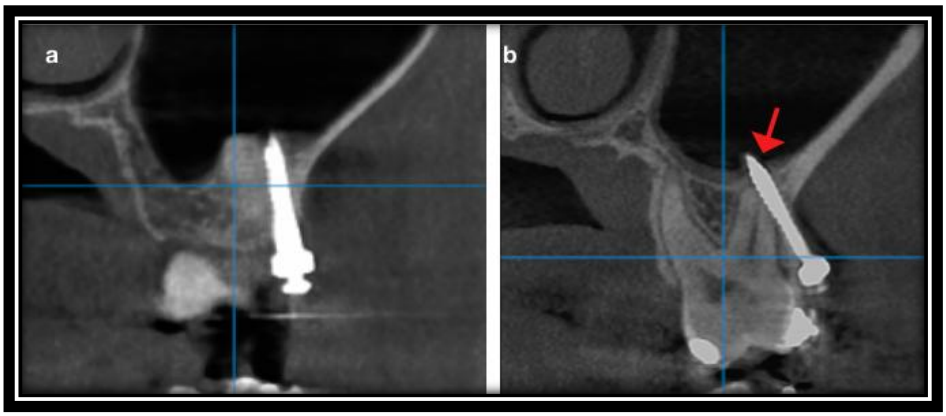


Fig. 2. Imágenes sagitales de CBCT que muestran la Relación con seno maxilar. **a.** se observa que no existe contacto entre el MIO y el seno maxilar, (MIO no perfora cortical interna) **b.** se observa el contacto que existe entre el MIO y el seno maxilar. Flecha roja

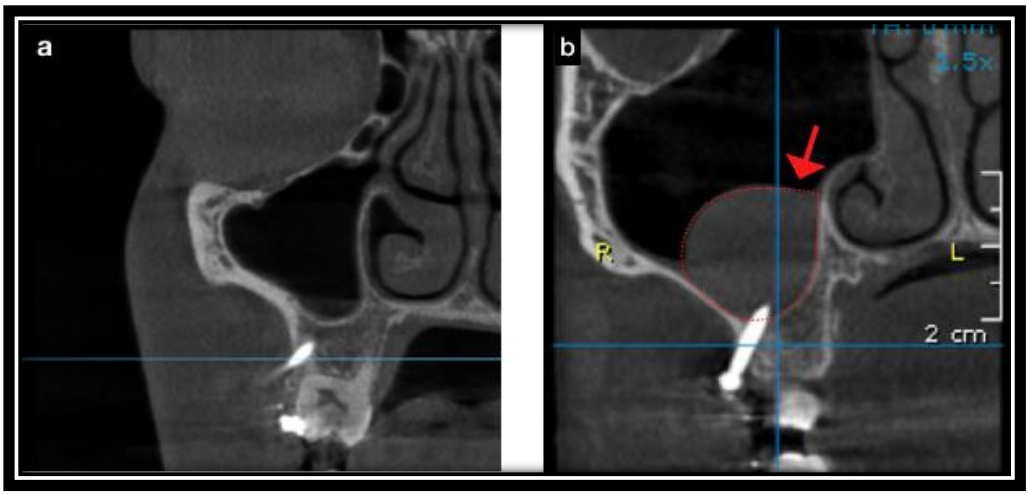


Fig. 3. a Imágen sagital de CBCT que muestra la ausencia de zonas hipertróficas en la membrana de Schneider en el Seno Maxilar, en condiciones normales la memebrana del seno maxilar no debe observarse[19]. **b** Imágen de CBCT que muestra la presencia de zonas hipertróficas en la membrana de Schneider en el

Seno Maxilar, Punteado y flecha roja. Cuando la mucosa del seno maxilar excede un engrosamiento mayor de 2 mm, se considera como una condición patológica[20]

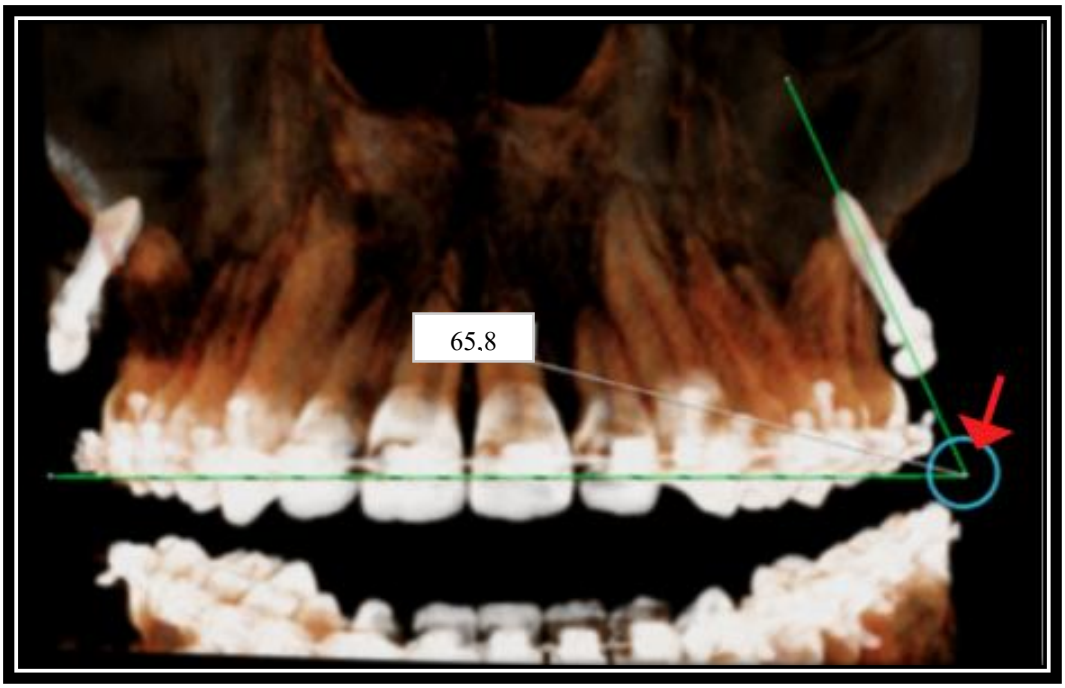


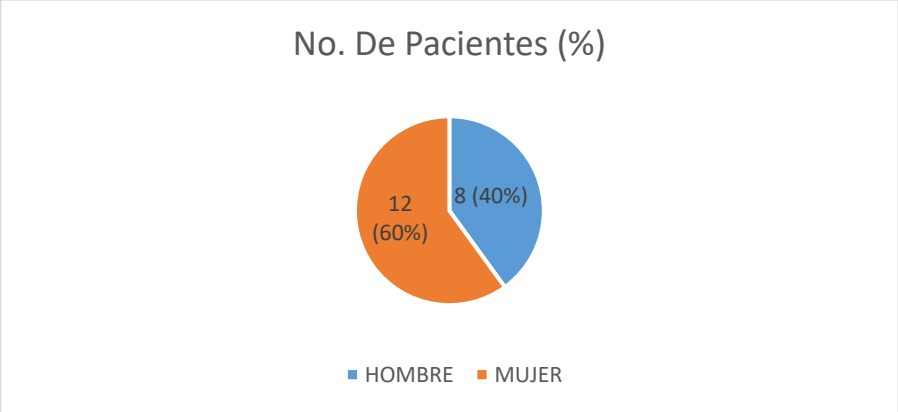
Fig. 4. Imágen de CBCT muestra la reconstrucción 3D, donde se observa el ángulo formado por el MIO en relación con el plano oclusal maxilar. Angulación indicada por flecha roja.

Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron en el paquete estadístico IBM SPSS 22. Con el análisis exploratorio se determino el comportamiento de la distribución de las variables, evaluación de datos ausentes e identificación de datos atípicos. Las variables cuantitativas se presentaron con sus correspondientes medidas de tendencia central (promedio o mediana) y dispersión (rangos intercuantílicos o desviación estándar) de acuerdo a la distribución (normal o no normal). Las variables categóricas que fueron expresadas en frecuencias y porcentajes.

RESULTADOS

Los 20 pacientes analizados (12 mujeres, 8 hombres) presentaron 16 mini-implantes en la cresta infracigomática izquierda y 14 en la cresta infracigomática derecha. Todos los pacientes tienen procedencia de la ciudad de Cali y presentaron edades entre los 18 y 43 años (media 27.3 ± 7.3 años).



A través del CBCT se encontró que el 13% (4 pacientes) de los pacientes con MIO no presentaron afectación (perforación del seno, contacto con la raíz dental y/o los dos). Por otro lado, el 87% de los MIO presentaron algún grado de compromiso en sus estructuras adyacentes (tabla 1). Estos compromisos se dividieron en tres grupos: El 30% (9) de los MIO presentaron perforación del seno. Otro 30% (9) presentó contacto con la raíz dental y el 27% (8) restante presento tanto perforación del seno como contacto con la raíz dental (tabla 1). Un hallazgo relevante fue que dos pacientes que presentaron compromiso en el seno y en la raíz dental también presentaron zonas hipertróficas en la membrana de Schneider en el Seno Maxilar y otros dos pacientes con solo compromiso (perforación) del seno también presentaron dicho hallazgo, se pudo comprobar con ayudas diagnosticas (Ortopantomografía) previas a la colocación de los MIO que este este hallazgo ya estaba presente y no fue ocasionado por esta relación.

Tabla 1. División por grupos de la relación del MIO con las estructuras adyacentes Seno maxilar (S), raíz dental (D).

Característica	No. MIO (%)
Sin compromiso	4 (13)
Compromiso Dental	9 (30)
Compromiso del Seno	9 (30)
Compromiso S + D	8 (27)

Además, se evaluó el ángulo tomográfico formado entre el plano oclusal y el eje longitudinal del MIO. Al comparar este ángulo entre los pacientes con MIO agrupados en la tabla 1, se determinó que este ángulo no presenta diferencias estadísticas (p=0,201).

Tabla 2. Frecuencia de lesiones evaluados en CBCT. Se describe la frecuencia de compromiso teniendo en cuenta el número de pacientes y el número de MIO. Compromiso Dental (CD), Compromiso con Seno Maxilar (CSM) y Zonas hipertróficas (ZH).

Numero de pacientes (n)	Compromiso Dental (%)	Compromiso Seno Maxilar	CD + CSM	Zonas hipertroficas	CD + CSM + ZH
Pacientes con MIO unilateral (10)	6 (60)	6 (60)	4 (40)	2 (20)	1 (10)
Paciente con MIO bilateral (10)	7 (70)	6 (60)	3 (30)	1 (10)	1 (10)
Numero de MIO (n)	**Compromiso Dental (%)**	**Compromiso Seno Maxilar**	**CD + CSM**	**Zonas hipertroficas**	**CD + CSM + ZH**
MIO unilateral (10)	6 (60)	6 (60)	3 (30)	2 (20)	1 (10)
MIO bilateral (20)	10 (50)	12 (60)	3 (15)	2 (10)	1 (5)

***Se realizó comparación de dos proporciones de poblaciones independientes con un nivel de confianza del 95% mediante el estadístico Z. No se encontró diferencias entre el número de lesiones al realizar un solo MIO o dos MIO en un mismo paciente.**

Se encontró que mas del 50% de los MIO en cresta presentaron algún tipo de lesión dental tanto los implantados unilateral como bilateralmente, también se encontró que el 60% de los MIO presento perforación de la cortical interna del seno maxilar donde se debe resaltar que la lesión siempre presento un comportamiento bilateral.

La presencia de zonas hipertróficas en el análisis tomográfico de CBCT en senos maxilares reporto un 20% en los MIO unilaterales y 10% en los MIO bilaterales.

El 40% de los pacientes con MIO unilaterales y el 30% de MIO bilaterales presentaron tanto compromiso dental como perforación del seno maxilar. El 10% de ambos grupos presentaron tanto compromiso dental, perforación del seno y la presencia de zonas hipertróficas en la membrana de Schneider

DISCUSIÓN

La cresta infracigomática es una region anatómica en el maxilar, adecuada para la colocación de mini-implantes en el tratamiento ortodóntico, que específicamente se ha usado para proporcionar un anclaje esquelético para la retracción del canino maxilar, retracción anterior, retracción anterior en masa y la intrusión de los dientes posteriores superiores[21,22]

La gran mayoría de los MIO tiene una tasa de supervivencia clínica elevada superior al 75%[22] donde se evalúan la mayoría de características clínicas, como lo son estabilidad primaria, ausencia de periimplantitis, mucositis entre otros, donde la sintomatología presentada por los pacientes suele ser transitoria y de poca relevancia.

En cuanto a la anatomía de la zona infracigomática, ésta es un pilar del hueso cortical en el proceso cigomático del maxilar. Específicamente en esa área, una seria complicación durante la inserción del mini-implante es la lesión de la raíz mesiobucal del primer molar superior[21][23] y la penetración del seno maxilar, nuestros resultados muestran en concordancia con el estudio realizado por Jia[18] donde reportan una tasa de penetración de los MIO en el Seno maxilar superior al 78% en un estudio CBCT, el cual permite evaluar las estructuras en los 3 planos del espacio. La tasa de éxito puede ser mucho menor de lo que se reporta en investigaciones previas y en el estudio de Jia, en el cual se excluyeron todos los pacientes que presentaron algún tipo de compromiso entre el MIO y la estructura dental.

Se ha encontrado en estudios CBCT que esta cresta infracigomática, tiene un grosor cortical con un promedio de 2,67 mm donde se recomienda un anclaje bi-cortical[24–26] para mejorar la estabilidad en el tratamiento ortodóntico[27] La penetración del Seno maxilar con rompimiento de la membrana de Schneider ha sido documentado por varios autores, donde perforaciones pequeñas (<2 mm) se resuelven por si solas sin ninguna intervención [28–31] lo que explicaría por qué los pacientes del estudio se encontraban asintomáticos en el momento del examen y porque esta condición fue pasado por alto posterior a la intervención clínica.

Uno de los principales riesgos en la colocación de los MIO es el contacto con la raíz de los dientes adyacentes lo que puede ocasionar grandes daños y se puede deber a factores como una inserción inapropiada, un ángulo de inserción incorrecto, variaciones anatómicas individuales de la forma de la raíz, migración dental durante el tratamiento, cortical delgada, poco hueso en la zona o a la ausencia de ayudas diagnosticas previas como radiografías o CBCT que sirvan como guía para la inserción.[28] [32–35]

Otro problema que se puede presentar a futuro y que reporta la literatura puede ser la reabsorción radicular superficial causada indirectamente por el contacto entre el MIO y la raíz, posterior al tratamiento [36]

En concordancia con Papadopoulos [37] la ubicación del MIO es un factor de riesgo importante para el fracaso y la región infracigomática es un área donde pueden existir grandes compromisos con estructuras vecinas.

Diversos autores han reportado que la CBCT es el estándar de oro para evaluar los senos paranasales[38], debido a menor dosis de radiación, mayor resolución y menor duración en el tiempo de exploración y dado a que ofrece la gran ventaja de contar con una imagen tridimensional que elimina las situaciones de distorsión y superposición[39,40]. Lu et al.[19] informó que la prevalencia del engrosamiento de la mucosa del seno maxilar fue del 41,5%, mucho mayor a lo encontrado en este

estudio, donde se encontró un 20% para MIO unilaterales y 10% para MIO bilaterales.

El ángulo de inserción del MIO en esta región de acuerdo con la literatura debe ser de 55° a 70° respecto al plano oclusal maxilar[16], para evitar compromiso con estructuras adyacentes y según lo encontrado en los resultados no hubo diferencia estadísticamente significativa al comparar la angulación en los 4 grupos en los que se dividió la muestra (p=0,201). Los MIO evaluados presentaron angulaciones promedio de 60% donde no se encontró diferencias estadisticamente significativas en la distrubucion de los grupos.

Se sabe que los tratamientos buscan lograr un efecto deseado específico, sin embargo, es importante describir de manera detallada los eventos colaterales que estos conllevan, debido a que ninguna terapia está exenta de eventos adversos.

El presente estudio está limitado por varios factores. Primero, Los observadores en este estudio no fueron radiólogos entrenados y pueden tener diferentes experiencias en la evaluación tomográfica, sin embargo, los observadores tenían experiencia clínica oral y odontológica utilizando CBCT en su rutina clínica. Segundo, se recomienda realizar estudios cuantitativos que permitan describir variables de forma mas detallada (longitud, aleación y diámetro del MIO, biomecánica empleada, evaluar grosor de la cortical y sitio exacto de colocación del MIO) Tercero, los MIO evaluados en CBCT fueron colocados en diferentes etapas del tratamiento ortodontico y no todos eran utilizados para la misma mecanica ortodontica. Cuarto, los pacientes pueden presentar diversas variaciones en el ancho de encía adherida lo que lleva a modificar el lugar de inserción de los MIO en cresta infracigomática.

Un conocimiento profundo de la técnica de colocación, de la selección del mini implante, la densidad ósea, de los tejidos blandos y de las estructuras anatómicas regionales son imprescindibles para una técnica segura del uso de MIO, además se

hace imprescindible el uso de ayudas diagnosticas previas y posteriores a la colocación de mini-implantes, idealmente ayudas en 3D (CBCT).

CONCLUSIONES

El presente articulo ha destacado los riesgos potenciales y complicaciones de la colocación de MIO en la región infracigomática, dando a conocer que la mayor cantidad de riesgos pasan desapercibidos y en la mayoría de las ocasiones solo pueden ser detectados a través de un estudio 3D como lo es la CBCT, se recomienda posterior a la colocación de los mismos, un estudio CBCT que permita determinar el estado real de los MIOs de manera inmediata.

En este estudio no se encontró ninguna relación entre el ángulo de inserción de los MIO en relación con el compromiso o no de las estructuras vecinas, se recomienda realizar mas estudios relacionados donde se incluyan otras variables como lo son, la longitud, material y el diámetro del MIO, mediciones cuantitativas, análisis de las zonas seguras de la inserción del MIO de acuerdo a la edad, ubicación anatómica de la Cresta infracigomática en nuestra población y otras.

Los MIOs son una valiosa herramienta que debe ser usada con cuidado y evitando al máximo causar daños en los pacientes.

CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS ÉTICAS

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Estándares éticos: Todos los procedimientos realizados en este estudio se ajustaron a los estándares éticos del comité de investigación institucional y a la

declaración de Helsinki de 1964 y sus modificaciones posteriores o estándares éticos comparables.

Consentimiento informado: Este estudio conto con Consentimiento informado de cada uno de los pacientes el cual fue aprobado por el comité de ética institucional.

REFERENCIAS

1. Schätzle M, Männchen R, Zwahlen M, Lang NP. Survival and failure rates of orthodontic temporary anchorage devices: A systematic review. Clin Oral Implants Res. 2009;20(12):1351–9.
2. Chen Y, Kyung HM, Zhao WT, Yu WJ. Critical factors for the success of orthodontic mini-implants: A systematic review. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2009;135(3):284–91.
3. Leo M, Cerroni L, Pasquantonio G, Condò SG, Condò R. Temporary anchorage devices (TADs) in orthodontics: Review of the factors that influence the clinical success rate of the mini-implants. Clin Ter. 2016;167(3):70–7.
4. Daskalogiannakis J. Glossary of Orthodontic Terms. In: Hanover Park, IL. 2000.
5. Jara LM, Reyes JH, González LA, Torre E, Malaver P, Pachón MA. Comparación de la retención mecánica a la fuerza de tracción en dos diseños de mini-implantes ortodónticos Comparison of the mechanical retention of traction force in two designs of orthodontic mini-screws. 2012;5(10):8–15.
6. Duarte SP, Gómez FM, Riveros DC, Varón MT, Jara LM, Villamizar CA, et al. Evaluación del desplazamiento de los mini-implantes mediante tomografías Assessment of mini-implant movement using computed tomography. 2014;7(May):20–5.
7. Buschang P, Carrillo R, Ozenbaugh B, Rossouw P. 2008 survey of AAO members on miniscrew usage. J Clin Orthod. 2008;42(9):513–8.
8. Shirck JM, Firestone AR, Beck FM, Vig KWL, Huja SS. Temporary anchorage device utilization: comparison of usage in orthodontic programs and private

practice. Orthodontics (Chic). 2011;12(3):222–31.

9. Markic G, Katsaros C, Pandis N, Eliades T. Temporary anchorage device usage: A survey among Swiss orthodontists. Prog Orthod. 2014;15(1):1–10.
10. Janssen KI, Raghoebar GM, Vissink A, Sandham A. Skeletal anchorage in orthodontics--a review of various systems in animal and human studies. Int J Oral Maxillofac Implants [Internet]. 2008;23(1):75–88. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18416415
11. Chang JZC, Chen YJ, Tung YY, Chiang YY, Lai EHH, Chen WP, et al. Effects of thread depth, taper shape, and taper length on the mechanical properties of mini-implants. Am J Orthod Dentofac Orthop [Internet]. 2012;141(3):279–88. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.09.008
12. Labaye R, Villena N, Garc P, Casta E, Mart B. Microtornillos : Una revisión. Av en periodoncia e Implantol oral. 2014;26(1):25–38.
13. Lanfranchi G, Crespi JC, Prada I. Anclaje con microimplantes. Soc Argentina Ortod. 2005;8–11.
14. Lima G, Soares M, Penha S, Romano M. Comparison of the fracture torque of different Brazilian mini-implants. Braz Oral Res. 2011;25(2):116–21.
15. Cousley RRJ. A clinical strategy for maxillary molar intrusion using orthodontic mini-implants and a customized palatal arch. J Orthod. 2010;37(3):202–8.
16. 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.
17. Liou EJW, Pai BCJ, Lin JCY. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? Am J Orthod Dentofac Orthop. 2004;126(1):42–7.
18. Jia X, Chen X, Huang X. Influence of orthodontic mini-implant penetration of the maxillary sinus in the infrazygomatic crest region. Am J Orthod Dentofac Orthop [Internet]. 2018;153(5):656–61. Available from: https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.08.021
19. Wang H, Zhang L, Huang D, Lu Y, Zhou X, Liu Z, et al. Associations between Maxillary Sinus Mucosal Thickening and Apical Periodontitis Using Cone-

Beam Computed Tomography Scanning: A Retrospective Study. J Endod [Internet]. 2012;38(8):1069–74. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2012.04.027

20. Ren S, Zhao H, Liu J, Wang Q, Pan Y. Significance of maxillary sinus mucosal thickening in patients with periodontal disease. Int Dent J. 2015;65(6):303–10.
21. De Clerck H, Geerinckx V, Siciliano S. The Zygoma Anchorage System. J Clin Orthod. 2002;XXXVI(8):455–9.
22. Lee N-K, Choi D-S, Jang I-S, Cha B-K, Lin JC, Liou EJ, et al. A new bone screw for orthodontic anchorage. Korean J Orthod. 2003;37(12):304–13.
23. 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.
24. Holberg C, Winterhalder P, Rudzki-Janson I, Wichelhaus A. Finite element analysis of mono- and bicortical mini-implant stability. Eur J Orthod. 2014;36(5):550–6.
25. Lee RJ, Moon W, Hong C. Effects of monocortical and bicortical mini-implant anchorage on bone-borne palatal expansion using finite element analysis. Am J Orthod Dentofac Orthop [Internet]. 2017;151(5):887–97. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.10.025
26. Brettin BT, Grosland NM, Qian F, Southard KA, Stuntz TD, Morgan TA, et al. Bicortical vs monocortical orthodontic skeletal anchorage. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2008;134(5):625–35.
27. Costa A, Pasta G, Bergamaschi G. Intraoral hard and soft tissue depths for temporary anchorage devices. Semin Orthod. 2005;11(1 SPEC. ISS.):10–5.
28. Kravitz ND, Kusnoto B. Risks and complications of orthodontic miniscrews. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2007;131(4 SUPPL.):43–51.
29. Ardekian L, Oved-Peleg E, Mactei EE, Peled M. The clinical significance of sinus membrane perforation during augmentation of the maxillary sinus. J Oral Maxillofac Surg. 2006;64(2):277–82.
30. Ulm C, Schiebel V, Schwarz L, Hof M, Pommer B, Watzek G. Risk Factors of Membrane Perforation and Postoperative Complications in Sinus Floor

Elevation Surgery: Review of 407 Augmentation Procedures. J Oral Maxillofac Surg [Internet]. 2015;73(7):1275–82. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2015.01.039

31. Tabrizi R, Amid R, Taha Özkan B, Khorshidi H, Langner NJ. Effects of exposing dental implant to the maxillary sinus cavity. J Craniofac Surg. 2012;23(3):767–9.
32. Gintautaite G, Kenstavicius G, Gaidyte A. Dental roots' and surrounding structures' response after contact with orthodontic mini implants: A systematic literature review. Stomatologija. 2018;20(3):73–81.
33. Kadioglu O, Büyükyilmaz T, Zachrisson BU, Maino BG. Contact damage to root surfaces of premolars touching miniscrews during orthodontic treatment. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2008;134(3):353–60.
34. Wang YC, Liou EJW. Comparison of the loading behavior of self-drilling and predrilled miniscrews throughout orthodontic loading. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2008;133(1):38–43.
35. Puente Rodríguez M, Martínez V, Montoto G, Hernández LC, Galbán L. 'Bone map' for a safe placement of miniscrews generated by computed tomography. Clin Oral Implants Res. 2008;19(6):576–81.
36. Kim H, Kim TW. Histologic evaluation of root-surface healing after root contact or approximation during placement of mini-implants. Am J Orthod Dentofac Orthop [Internet]. 2011;139(6):752–60. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.06.042
37. Papadopoulos MA, Tarawneh F. The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: A comprehensive review. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. 2007;103(5):6–15.
38. Tassoker M. What are the risk factors for maxillary sinus pathologies? A CBCT study. Oral Radiol [Internet]. 2019;(0123456789). Available from: http://link.springer.com/10.1007/s11282-019-00382-5
39. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. 2008;106(1):106–14.

40. Howe RB. First molar radicular bone near the maxillary sinus: a comparison of CBCT analysis and gross anatomic dissection for small bony measurement. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology [Internet]. 2009;108(2):264–9. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.tripleo.2008.12.021