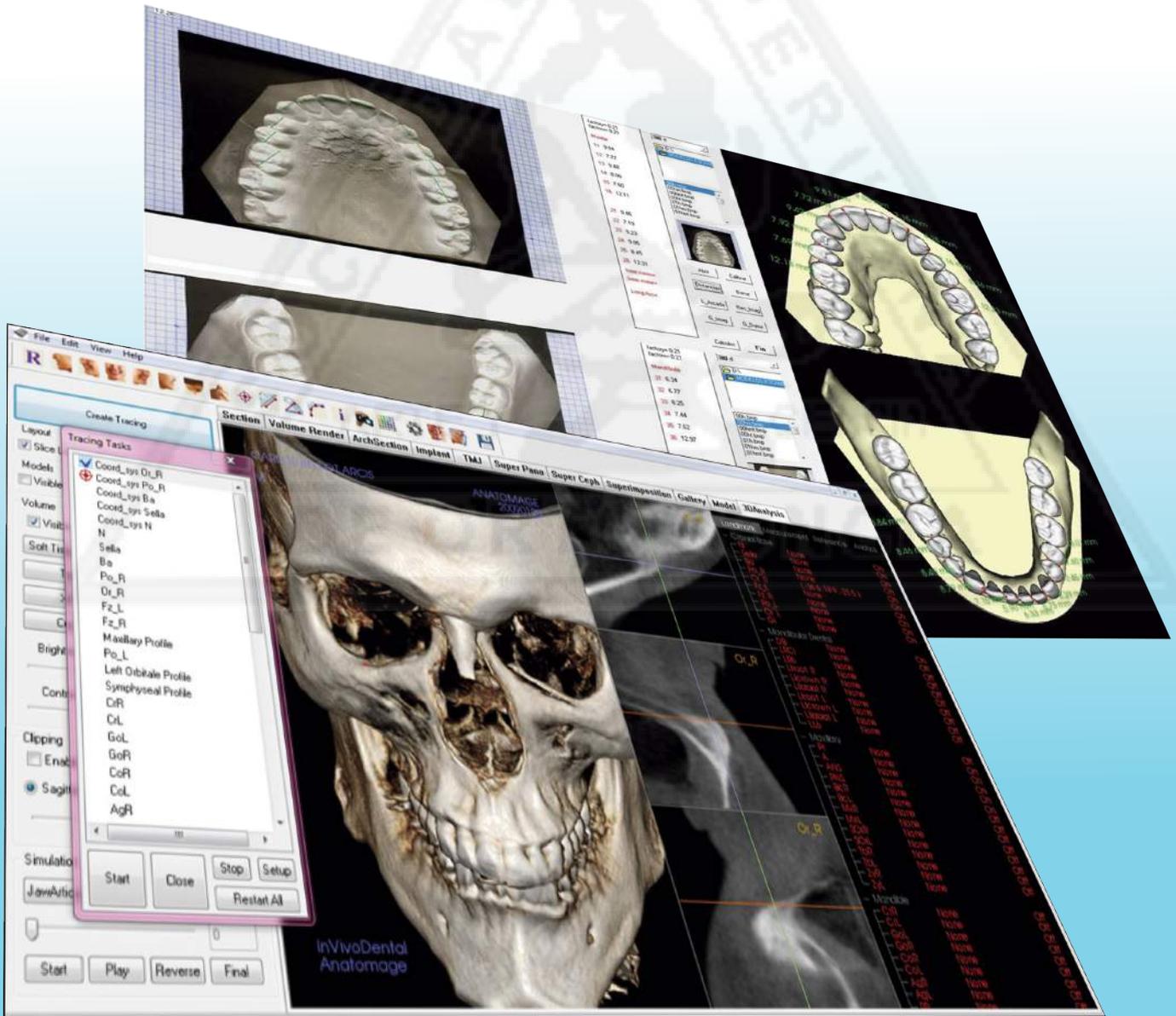


# ORTODONCIA CIENCIA & ARTE



Órgano Oficial de la Sociedad Peruana de Ortodoncia





# DOBLE PROTECCIÓN CONTRA LOS ATAQUES DE ÁCIDOS

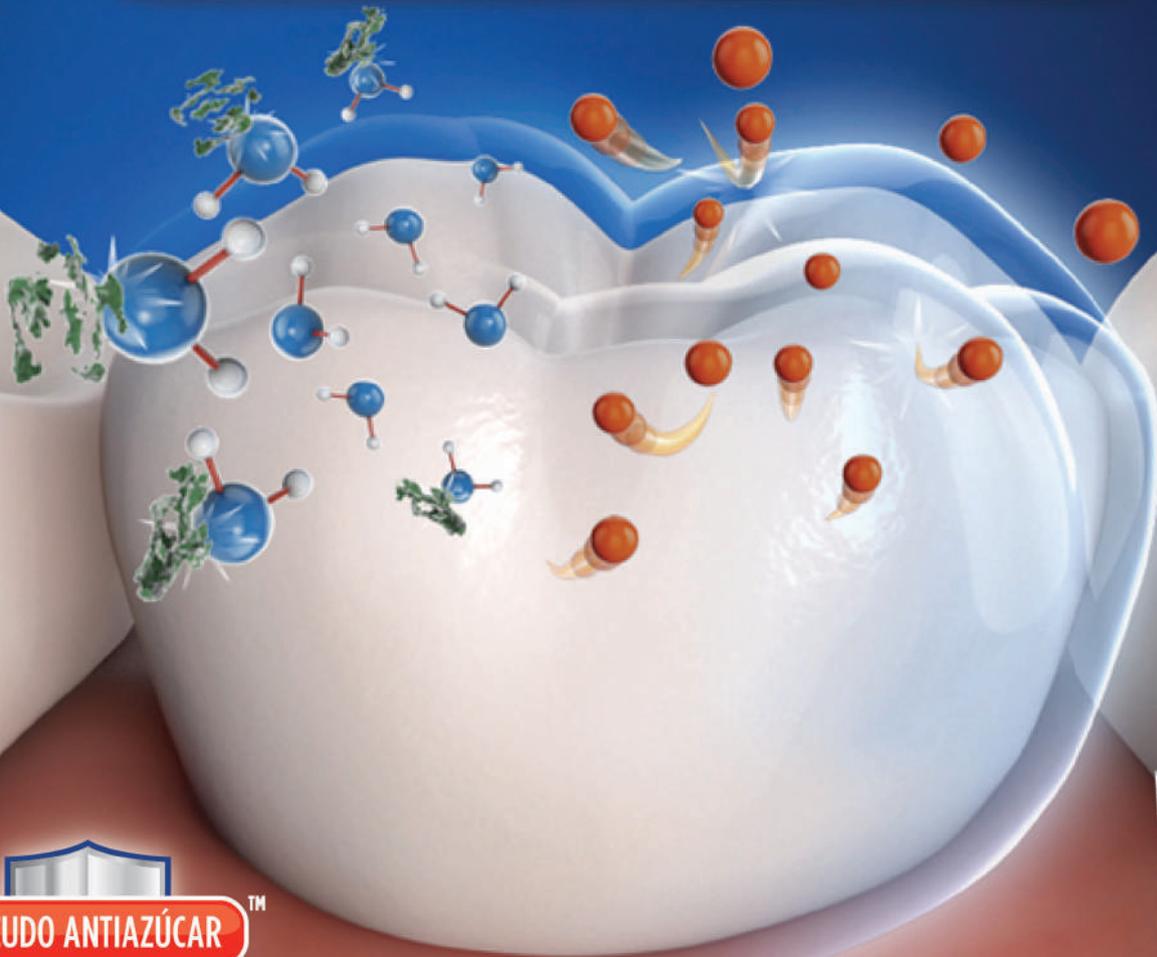
## PREVIENE

Ayuda a prevenir  
la formación  
de ácidos  
bacterianos



## DEFIENDE

Ayuda a defender  
contra la erosión del  
esmalte causada por  
los ácidos de la dieta



Recomiende **ORAL-B PRO-SALUD**—potenciado con estaño ( $\text{Sn}^{+2}$ ) + fluoruro ( $\text{F}^-$ ) para ayudar a **prevenir** la formación de ácido y **defender** contra la erosión ácida.

Título: Ortodoncia Ciencia & Arte  
Órgano Oficial de la Sociedad Peruana de Ortodoncia  
Rev Ort SPO  
Vol 1 Nº 2  
Julio-Diciembre 2014

Lima – Perú

Editor:

Luciano Soldevilla Galarza  
(Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú)

Comité Editorial:

Freddie Williams Díaz  
(Universidad Peruana Cayetano Heredia, Perú)

Jorge Luis Castillo Cevallos  
(Universidad Peruana Cayetano Heredia, Perú)

Eduardo Morzán Valderrama  
(Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú)

Armando Fernández Rivas  
(Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú)

Ney Paredes Sampen  
(Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú)

Comité Editorial Internacional:

Jorge Faber DDS, MS, PhD

Editor jefe, Journal of the World Federation of Orthodontists

Professor de Ortodontia e Odontologia Baseada em Evidências, Universidade de Brasília (Brasil)

Dr. Roberto Justus, D.D.S., Physicist, M.S.D.

President World Federation of Orthodontists WFO (USA)

Flavia Artese DDS, MS, PhD

Editora Associada da Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial e do Journal of the World Federation of Orthodontics.

Professor adjunto da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Brasil)

Roberto Hideo Shimizu DDS, MS, PhD

Consultor científico da Dental Press Journal of Orthodontics, Revista Clínica de Ortodontia Dental Press

Professor Adjunto Doutor da Universidade Tuiuti do Paraná (UTP-PR)

Membro Efetivo da Associação Paranaense de Ortodontia ed Ortopedia Facial , Brasil

---

Dirección: Av. Del Pinar 180 Oficina 302 Santiago de Surco Lima 33, Perú

Frecuencia: Semestral

Tiraje: 1000 ejemplares

Distribución: Nacional e Internacional

El contenido de cada artículo es de responsabilidad de su autor o autores y no compromete la opinión de la revista. Prohibida la reproducción total o parcial de los artículos publicados en esta revista.

Revista Arbitrada Por Pares (par review)

Página web: <http://ortodoncia.org.pe/>

Contacto: [lucianosol@yahoo.com](mailto:lucianosol@yahoo.com)

## SOCIEDAD PERUANA DE ORTODONCIA

Junta Directiva

SPO 2013-2015

PRESIDENTE: Dr. Fernando Silva Esteves Raffo

VICE-PRESIDENTE: Dr. Marcos Chico Bazán

PAST-PRESIDENTE: Dr. Eduardo Morzán Valderrama

SECRETARIA: Dra. Shereen Awuapara Flores

TESORERO: Dr. Armando Fernández Rivas

DIRECTOR CIENTIFICO: Dr. Jorge Luis Castillo Cevallos

VOCAL: Dr. Freddie Williams Díaz

VOCAL: Dra. Caridad Hidalgo Sifuentes

VOCAL: Dr. Luciano Soldevilla Galarza

VOCAL: Dr. Freddie Williams Albites

Edita:

  
**Ripano**  
EDITORIAL MÉDICA

Ronda del Caballero de la Mancha, 135

28034 Madrid (España)

Tel. (+34) 91 372 13 77

Fax: (+34) 91 372 03 91

[www.ripano.eu](http://www.ripano.eu)

e-mail: [ripano@ripano.eu](mailto:ripano@ripano.eu)

## CONTENIDO

Editorial.....	5
Diagnóstico ortodóntico mediante la tomografía computarizada cone beam(tccb): análisis tridimensional cefalométrico y de modelos de estudio.....	6
<i>Orthodontic diagnosis by Cone Beam Computed Tomography(CBCT): three dimensional cephalometric analysis an study models</i>	
<i>Beatriz Tarazona, Natalia Zamora, Vanessa Paredes, Jose Luis Gandia</i>	
Efectos dentales del seno maxilar en los tratamientos de expansión rápida maxilar.....	24
<i>Dental effects of maxillary sinus in rapid maxillary expansion treatments</i>	
<i>VuD, Heo G, Lagravère MO</i>	
Correlación entre la maduración esquelética vertebral y el desarrollo dentario de la segunda molar inferior permanente.....	33
<i>Correlation between vertebral skeletal maturation and tooth development of the second permanent mandibular molar</i>	
<i>Shereen Awuapara Flores, Fernando Silva Esteves Raffo, Carlos Liñan Duran</i>	
Biomecánica de alambres pre-calibrados durante el cierre de espacios de extracción y manejo de diferentes situaciones clínicas.....	47
<i>Biomechanics of pre-calibrated wires during extraction space closure and management of different clinical situations</i>	
<i>René Yabar, Flavio Uribe, Ravindra Nanda</i>	
El dilema del ortodoncista: ¿Manejo temprano o tratamiento tardío del apiñamiento de los incisivos inferiores? .....	56
<i>The orthodontist dilemma: early management or delayed treatment of lower incisors crowding?</i>	
<i>Sergio Weimberger</i>	
Aplicación de aparato de protracción mandibular unilateral para corrección de la desviación de línea media inferior por agenesia de diente 35. Relato de caso clínico .....	63
<i>Applying unilateral mandibular protraction device for correction of midline deviation by lower tooth agenesis 35. Clinical case</i>	
<i>Marden Oliveira Bastos, Mateus Costa Pieroni, Eduardo San Juan Basualto</i>	
Manejo Ortodóntico de un paciente con Clase III esquelética y transposición de canino por primera premolar maxilar.....	72
<i>Orthodontic approach of a Class III skeletal patient with maxillary canine-first premolar transposition</i>	
<i>Victor Valdivieso, Luciano Soldevilla</i>	

## Navegando en la ortodoncia... Una reflexión

Luciano Soldevilla Galarza\*

La historia de la ortodoncia, especialmente durante las últimas décadas, ha pasado por numerosos conceptos y técnicas denominadas por algunos como filosofía; en la que muchos de ellos han utilizado los principios del arco de canto.

Vamos a encontrar con ellos un enfoque biomecánico distinto y en dos categorías: la primera es la personalización de la forma del arco ideal y las demandas de requerimiento individual y la otra la utilización de los arcos "ideales" prefabricados en todos los pacientes.

Desafortunadamente no existen dos personas que tengan dos maloclusiones exactamente iguales lo cual nos obliga a proponer tratamientos individualizados. Un producto comercial prediseñado no puede ser aplicado a todos los pacientes. La planificación en ortodoncia debe dirigirse a la individualidad de los casos de baja, mediana y alta complejidad según se presente el caso clínico.

En la actualidad los ortodontistas se basan en la educación, experiencia clínica e investigación y las universidades juegan un rol importante en la búsqueda del conocimiento, de allí que sus trabajos e investigaciones son fundamentales.

Los esquemas de formación académica deben mantener su fortaleza en las áreas fundamentales de las ciencias básicas y el diagnóstico como pilares.

El desarrollo de la tecnología en la elaboración de brackets, tubos, alambres, dispositivos de anclaje temporal y aditamentos auxiliares son herramientas importantes, así como también el equipamiento en tomógrafos y softwares.

"Cada día sabemos más y entendemos menos" – Albert Einstein. Debemos entender que todos los pacientes son distintos, con diagnósticos específicos, en la que se propondrá una estrategia de planificación biomecánica eficiente para una elección de las mejores herramientas a utilizar.

\*Editor de la Revista Ortodoncia. Ciencia y Arte

# Diagnóstico ortodóntico mediante la tomografía computarizada cone beam (tccb): análisis tridimensional cefalométrico y de modelos de estudio

*Orthodontic diagnosis by Cone Beam Computed Tomography (CBCT): three dimensional cephalometric analysis and study models*

*Beatriz-Tarazona<sup>1</sup>, Natalia-Zamora<sup>1</sup>, Vanessa-Paredes<sup>2</sup>, José Luís-Gandía<sup>3</sup>*

## RESUMEN

**Objetivos:** La introducción de herramientas diagnósticas como la Tomografía Computarizada Cone Beam (TCCB) y su aplicación clínica a la imagen dentofacial en 3D, es una de las materias más interesantes y novedosas en Ortodoncia. El objetivo de la investigación fue valorar la fiabilidad y reproducibilidad de la localización de puntos cefalométricos del cráneo y cara, de tamaños mesiodistales dentarios y medidas de la arcada dentaria mediante la TCCB. **Materiales y método:** La muestra estuvo compuesta por un total de 50 pacientes a los que se les realizó una TCCB como parte de su diagnóstico ortodóntico. El tomógrafo utilizado fue el Dental Picasso Master 3D.® Las imágenes fueron procesadas mediante el software InVivoDental® (Anatomage®, San José, California). **Resultados:** En cuanto a las mediciones cefalométricas la reproducibilidad intra e interexaminador para todos los ejes fue elevada siendo los [ICC  $\geq$  0.99] con la mejor concordancia en el eje Z. Los puntos más reproducibles fueron: Na, S, Ba, Pod, A, Ena, Pg, Gn, Me, Fzd, Fzi, B36, B46 ISd, Ild, Bcd, Bci, Cdd, Cdi y Agd. Respecto al análisis de modelos, no existieron diferencias significativas entre las mediciones dentarias realizadas con la TCCB con los escaneados de los modelos. **Conclusiones:** La TCCB nos permite realizar mediciones cefalométricas y dentarias de manera fiable por lo que pueden ser empleados como registro diagnóstico en el ámbito de la ortodoncia.

**Palabras clave:** Tomografía computarizada cone beam, Cefalometría, Medición dentaria, Reproducibilidad.

<sup>1</sup> Profesora Asociada Facultad de Medicina y Odontología, Universidad de Valencia. Doctora en Odontología Universidad de Valencia. Master en Ortodoncia Universidad de Valencia.

<sup>2</sup> Profesora Contratada. Facultad de Medicina y Odontología. Universidad de Valencia. Doctora en Odontología Universidad de Valencia. Master en Ortodoncia Universidad Complutense de Madrid.

<sup>3</sup> Profesor Titular Facultad Medicina y Odontología. Universidad de Valencia. Director Master Ortodoncia. Universidad de Valencia

## ABSTRACT

**Objective:** The introduction of diagnostic tools such as Cone Beam Computed Tomography (CBCT) and its clinical application to dentofacial 3D image is currently one of the most interesting and novel materials in Orthodontics. The purpose of this study was to assess the reliability and reproducibility in locating cephalometric points of the skull and face and mesiodistal tooth sizes and dental arch measurements using CBCT. **Methods:** The sample comprised a total of 50 patients who underwent one CBCT as part of their orthodontic diagnosis. The Dental CBCT used was the Picasso Master 3D<sup>®</sup>. The images were processed by InVivoDental<sup>®</sup> software (Anatomage<sup>®</sup>, San Jose, California). **Results:** For cephalometric measurements intra-and interexaminer reproducibility for all axes was elevated [ICC  $\geq 0.99$ ] with better frequency in Z axis. The most reproducible points were: Na, S, Ba, Pod, A, Ena, Pg, Gn, Me, Fzd, FZI, B36, B46, ISD, Ild, Bcd, Bci, Cdd, Cdi and Agd. Regarding dental casts analysis, there were no significant differences between the dental measurements made with CBCT. **Conclusions:** CBCT allows us to make reliably cephalometric and dental measurements so they can be used as a diagnostic record in the field of orthodontics.

**Keywords:** Cone Beam Computed Tomography, Cephalometry, Tooth measurement, Reliability.

## INTRODUCCIÓN

La introducción de la tomografía computarizada cone beam (TCCB) a finales de los años 90 por Mozzo et al.<sup>1</sup> supuso un gran paso en el diagnóstico ortodóntico. La TCCB nos proporciona mayor resolución espacial de las imágenes con una alta calidad, mediante escaneados más cortos y con radiaciones más bajas que la tomografía computarizada convencional (TC).<sup>2,3</sup>

En el ámbito de la ortodoncia, nos permite realizar un diagnóstico preciso y nos proporciona información de las estructuras orofaciales en los tres planos del espacio.<sup>4-6</sup>

Dentro de la ortodoncia, la cefalometría tiene un especial interés ya que es uno de los métodos diagnósticos más empleados para la toma de decisiones en esta especialidad. La forma de enfocar la misma ha ido variando a lo largo de los años a medida que se han ido sucediendo los avances tecnológicos.

Por ello, el primer paso para poder realizar estudios cefalométricos con la TCCB debe ser el estudio de las características y límites de estos equipos en relación a la exactitud, precisión,<sup>3,7-20</sup> fiabilidad y re-

producibilidad<sup>12,15,20-24</sup> de los puntos anatómicos o cefalométricos en los tres planos del espacio.

Sin embargo, a pesar de que la exactitud y reproducibilidad de los puntos cefalométricos ha sido estudiada tanto en TCs médicos<sup>7,17,18,25</sup> como en TCCBs,<sup>8-10,12-19</sup> muchos de estos trabajos, tratan con medidas lineales entre dos puntos suponiendo esto, una limitación, ya que si observamos poca exactitud en una medición, no podemos determinar cuál de los dos puntos que forman la línea es el inexacto.<sup>20</sup>

Por otro lado, es necesario el entrenamiento del clínico y su adaptación a la localización de los puntos cefalométricos, que en este tipo de sistemas representan únicamente estructuras anatómicas y no radiológicas. Según Katsumata et al.<sup>25</sup> estos puntos pueden ser localizados desde cualquier vista como puntos exactos y con una misma localización anatómica y además, como apuntan Oliveira et al.<sup>23</sup> y Cevidane et al.<sup>26</sup> deben estar definidos para cada uno de los tres planos del espacio 3D como coordenadas.

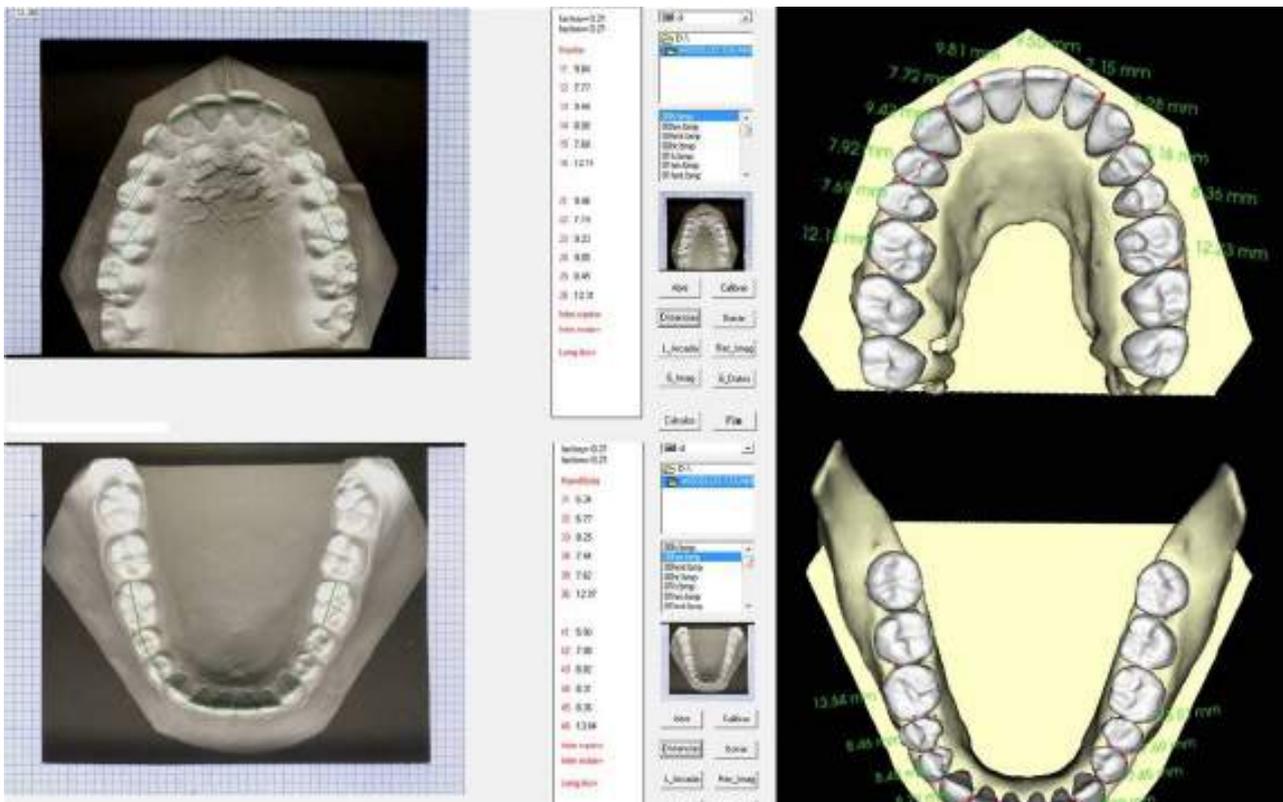


parte del comité de ética de la Universidad de Valencia. Se seleccionaron 50 pacientes del Departamento de Ortodoncia y Cirugía de la Universidad de Valencia, 27 mujeres y 23 hombres, con una edad media de 30.22 años, que tenían realizada una tomografía computarizada de cráneo completo así como modelos de estudio de escayola como parte de sus registros diagnósticos.

Los criterios de inclusión en el presente estudio fueron los siguientes:

- Pacientes que no hubieran sido tratados de ortodoncia previamente.
- Pacientes con dentición permanente.
- Discrepancia óseo dentaria menor a 6 mm (en positivo o negativo).
- Ausencia de anomalías en el número y forma dentaria.
- Ausencia de grandes restauraciones oclusales o prótesis.
- Ausencia de asimetrías óseas severas.

Las tomografías computarizadas cone beam de todos los pacientes fueron obtenidas con el tomógrafo Dental Picasso Master 3D® (EWOOTechnology, República de Corea, 2005) de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Valencia. Este tomógrafo cuenta con dos modalidades: campo de visión (FOV) estándar y amplia. Para la realización del presente estudio, se empleó la dimensión amplia para la cabeza completa 200 x 190 mm (14 bits). El tiempo de escaneado fue de 24 segundos, puesto que el modo empleado fue de calidad alta. El ángulo de escaneado cubre los 360° y genera un número de imágenes de cortes que, para el FOV amplio fue de 592. El tamaño de los vóxeles es de 0.4 mm, con un voltaje del tubo de 50 kV y una intensidad de 6 mA. Posteriormente, los datos sin procesar y los cortes obtenidos de los TCCB de los pacientes fueron introducidos en el software INVIVO5® (Anatomage®, San Jose, CA). Este programa informático se emplea para visualización de los



**Figura 2.** modelo digital Ortodig (izquierdo) y modelo CBCT mediante el programaInVivoDental® (derecho).

cortes y las imágenes tridimensionales que se obtienen en una TCCB. Entre sus aplicaciones, las que empleamos para el presente estudio fueron las de localización de puntos cefalométricos, realización de análisis tridimensionales y análisis de modelos (Figuras 1 y 2). Además, para poder completar el estudio de modelos de cada uno de los pacientes, todas las imágenes de las TCCB fueron enviadas en formato Dicom de forma segura a la Web de la compañía InVivoDental®. Allí se realizó el proceso de segmentación obteniendo las imágenes tridimensionales más precisas de las arcadas dentarias y, por tanto, una digitalización de las mismas (Figura 2).

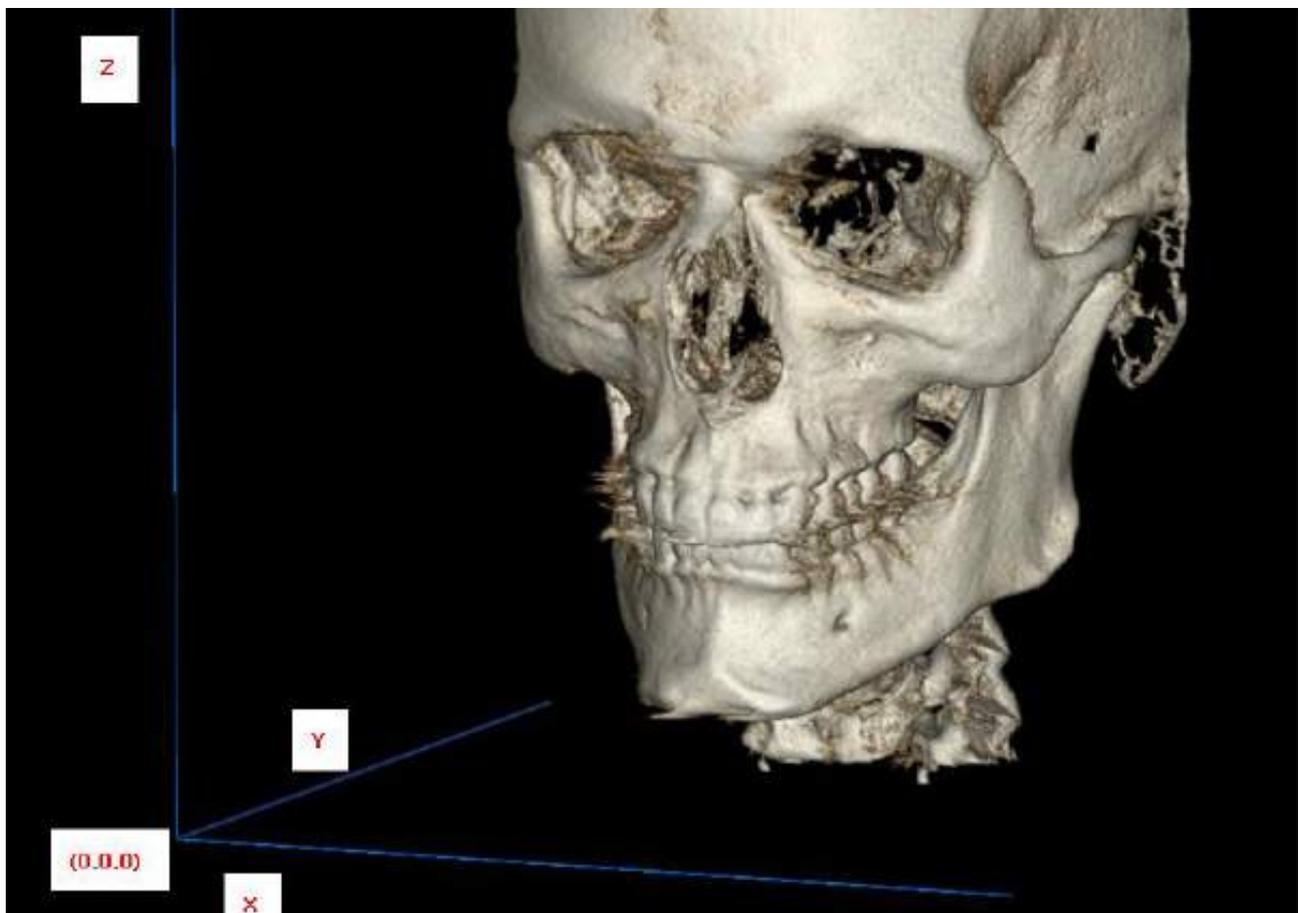
Por último, se realizó también una digitalización de los modelos de estudio de escayola de los pacientes a través del Método DigitalOrtodig® diseñado por

un grupo de trabajo de la Universidad de Valencia, cuya fiabilidad y reproducibilidad ya habían sido probadas anteriormente.<sup>31,32</sup>

Una vez digitalizados los modelos, las imágenes se almacenaron y analizaron mediante el programa Ortodig® (Figura 2).

Para poder estudiar la reproducibilidad en la localización de puntos cefalométricos se definieron y localizaron 41 puntos sobre tejidos duros. Estos puntos fueron escogidos por ser habitualmente empleados en ortodoncia para la localización de estructuras craneofaciales y por lo tanto, puntos que los clínicos están habituados a reconocer y localizar fácilmente (Tabla I).

La localización de los puntos en el espacio se ha podido llevar a cabo una vez que se ha estandarizado el sistema de coordenadas. El software ha determi-



**Figura 3.** Sistema de coordenadas. El software ha determinado de manera automática el origen de coordenadas (0,0,0) en la esquina anteroinferior derecha del cubo que contiene la imagen 3D.

**Tabla I.** Definición anatómica y definición en cada uno de los tres planos del espacio (X, Y y Z) de los 41 puntos cefalométricos empleados en este estudio.

Nombre	Definición anatómica	Vista Sagital o Lateral	Vista coronal o frontal	Vista axial
Silla turca (S)	Punto medio anteroposteriormente de la fosa pituitaria del hueso esfenoides	Punto medio de la anchura anteroposterior	Punto medio de la anchura lateral de la fosa, determinado anteroposteriormente por los otros dos cortes	Punto medio de la anchura anteroposterior y lateral de la fosa
Nasion (Na)	Punto más anterior de la sutura frontonasal	Punto más anterior	Punto medio	Punto más anterior y medio del contorno anterior
Basion (Ba)	Punto más anterior del foramen magnum	Punto más posterior e inferior	Punto medio del foramen, determinado anteroposteriormente por los otros dos cortes	Punto más anterior del foramen
Crista Galli (Cg)	Punto más superior de la crista galli del hueso etmoides	Punto más superior	Punto medio	Punto medio, determinado superoinferiormente por los otros dos cortes
Porion derecho (Pod)	Punto más superior y medio del techo del conducto auditivo externo derecho	Punto más superior y medio	Punto más superior	Punto medio, determinado superoinferiormente por los otros dos cortes
Porion izquierdo (Poi)	Punto más superior y medio del techo del conducto auditivo externo izquierdo	Punto más superior y medio	Punto más superior	Punto medio, determinado superoinferiormente por los otros dos cortes
Punto A (A)	Punto más posterior de la curvatura del maxilar, entre la espina nasal anterior y el punto supradental	Punto más posterior	Punto medio determinado anteroposteriormente por los otros dos cortes	Punto más anterior y medio
Punto B (B)	Punto más posterior de la superficie anterior de la sínfisis mandibular	Punto más posterior	Punto medio determinado anteroposteriormente por los otros dos cortes	Punto más anterior y medio
Pogonion (Pg)	Punto más anterior de la sínfisis de la mandíbula	Punto más anterior	Punto medio	Punto más anterior y medio
Gnathion (Gn)	Punto más anteroinferior de la sínfisis de la mandíbula	Punto más anterior e inferior	Punto medio y más inferior	Punto más anterior, inferior y medio
Menton (Me)	Punto más inferior de la sínfisis de la mandíbula	Punto más inferior	Punto inferior	Punto más inferior y medio

Nombre	Definición anatómica	Vista Sagital o Lateral	Vista coronal o frontal	Vista axial
Espina Nasal Anterior (ENA)	Punto más anterior del proceso maxilar a la altura del suelo nasal	Punto más anterior	Punto más anterior y medio	Punto más anterior y medio
Espina Nasal Posterior (ENP)	Punto más posterior y medio del contorno del hueso palatino	Punto más posterior	Punto más posterior y medio	Punto más posterior y medio
Condilion derecho (Cdd)	Punto más superior de la cabeza del cóndilo derecho	Punto más superior y posterior	Punto más superior y medio	Punto más posterior
Condilion izquierdo (Cdi)	Punto más superior de la cabeza del cóndilo izquierdo	Punto más superior y posterior	Punto más superior y medio	Punto más posterior
Gonion derecho (God)	Punto más posterior del borde posterior de la rama derecha. Bisectriz de las tangentes del borde posterior de la rama y del cuerpo inferior	Punto más posterior	Punto más posterior y medio	Punto más posterior, determinado superoinferiormente por los otros dos cortes
Gonion izquierdo (Goi)	Punto más posterior del borde posterior de la rama izquierda. Bisectriz de las tangentes del borde posterior de la rama y del cuerpo inferior	Punto más posterior	Punto más posterior y medio	Punto más posterior, determinado superoinferiormente por los otros dos cortes
Maxilar derecho (Mxd)	Cresta cigomático-alveolar derecha, el punto muestra la concavidad máxima del contorno del maxilar alrededor de los molares y el contorno inferior del proceso maxilo-cigomático derecho	Punto medio a nivel del primer molar superior	Punto más interno de la concavidad	Punto más interior, determinado superoinferiormente por los otros dos cortes
Maxilar izquierdo (Mxi)	Cresta cigomático-alveolar izquierda, el punto muestra la concavidad máxima del contorno del maxilar alrededor de los molares y el contorno inferior del proceso maxilo-cigomático izquierdo	Punto medio a nivel del primer molar superior	Punto más interno de la concavidad	Punto más interior, determinado superoinferiormente por los otros dos cortes
Orbitale derecho (Ord)	Punto más anterosuperior del margen infraorbitario de la órbita derecha	Punto más anterior	Punto más superior y medio	Punto más anterior
Orbitale izquierdo (Ori)	Punto más anterosuperior del margen infraorbitario de la órbita izquierda	Punto más anterior	Punto más superior y medio	Punto más anterior
Supraorbitario derecho (SOrd)	Punto más anterosuperior del margen supraorbitario de la órbita derecha	Punto más anterior	Punto más inferior y medio	Punto más anterior
Supraorbitario izquierdo (SOri)	Punto más anterosuperior del margen supraorbitario de la órbita izquierda	Punto más anterior	Punto más inferior y medio	Punto más anterior

Nombre	Definición anatómica	Vista Sagital o Lateral	Vista coronal o frontal	Vista axial
Bucal derecho (Bcd)	Punto situado en la superficie externa del arco cigomático derecho, donde el arco se hace recto y comienza a meterse hacia dentro	Punto más anterior	Punto medio	Punto más anterior y medio
Bucal izquierdo (Bci)	Punto situado en la superficie externa del arco cigomático izquierdo, donde el arco se hace recto y comienza a meterse hacia dentro	Punto más anterior	Punto medio	Punto más anterior y medio
Punto anterior de la rama derecha (Rd)	Punto más profundo del borde anterior de la rama derecha	Punto más posterior y medio	Punto medio	Punto medio, determinado determinado superoinferiormente por los otros dos
Punto anterior de la rama izquierda (Ri)	Punto más profundo del borde anterior de la rama izquierda	Punto más posterior y medio	Punto medio	Punto medio, determinado determinado superoinferiormente por los otros dos
Borde incisal del incisivo central superior derecho (ISd)	Punto más inferior del borde incisal del incisivo central derecho	Punto más inferior	Punto más mesial de la anchura mesiodistal	Punto más anterior y mesial
Borde incisal del incisivo central inferior derecho (IId)	Punto más inferior del borde incisal del incisivo central derecho	Punto más inferior	Punto más mesial de la anchura mesiodistal	Punto más anterior y mesial
1º molar superior derecho (A16)	Punto más posterior y medio de la superficie distal del molar derecho	Punto más posterior y medio	Punto medio determinado anteroposteriormente por los otros dos cortes	Punto más posterior y medio
1º molar superior izquierdo (A26)	Punto más posterior y medio de la superficie distal del molar izquierdo	Punto más posterior y medio	Punto medio determinado anteroposteriormente por los otros dos cortes	Punto más posterior y medio
1º molar inferior derecho (B46)	Punto más posterior y medio de la superficie distal del molar derecho	Punto más posterior y medio	Punto medio determinado anteroposteriormente por los otros dos cortes	Punto más posterior y medio
1º molar inferior izquierdo (B36)	Punto más posterior y medio de la superficie distal del molar izquierdo	Punto más posterior y medio	Punto medio determinado anteroposteriormente por los otros dos cortes	Punto más posterior y medio
Tuberosidad derecha (Tbd)	Punto más posteroinferior del contorno distal de la tuberosidad maxilar derecha	Punto más posterior e inferior	Punto más inferior y medio	Punto más posterior y medio
Tuberosidad izquierda (Tbi)	Punto más posteroinferior del contorno distal de la tuberosidad maxilar izquierda	Punto más posterior e inferior	Punto más inferior y medio	Punto más posterior y medio

Nombre	Definición anatómica	Vista Sagital o Lateral	Vista coronal o frontal	Vista axial
Sutura frontocigomática derecha (Fzd)	Punto más anteroinferior de la sutura frontocigomática del lado derecho	Punto más anteroinferior	Punto medio	Punto medio, determinado superoinferiormente por los otros dos cortes
Sutura frontocigomática izquierda (Fzi)	Punto más anteroinferior de la sutura frontocigomática del lado izquierdo	Punto más anterior	Punto medio	Punto medio, determinado superoinferiormente por los otros dos cortes
Zygion derecho (Zyd)	Punto más lateral del borde externo del arco cigomático derecho	Punto más anteroinferior	Punto más lateral	Punto más anterior y medio determinado superoinferiormente por los otros dos cortes
Zygion izquierdo (Zyi)	Punto más lateral del borde externo del arco cigomático izquierdo	Punto más anteroinferior	Punto más lateral	Punto más anterior y medio determinado superoinferiormente por los otros dos cortes
Antegonion derecho (Agd)	Punto más alto de la concavidad del borde inferior de la rama mandibular derecha en su unión con el cuerpo de la mandíbula	Punto más superior	Punto superior y medio	Punto medio, determinado superoinferiormente por los otros dos cortes
Antegonion izquierdo (Agi)	Punto más alto de la concavidad del borde inferior de la rama mandibular izquierda en su unión con el cuerpo de la mandíbula	Punto más superior	Punto superior y medio	Punto medio, determinado superoinferiormente por los otros dos cortes

nado de manera automática el origen de coordenadas (0,0,0) en la esquina anteroinferior derecha del cubo que contiene la imagen 3D. Se definieron tres ejes, X paralelo a la dirección derecha-izquierda, Y en dirección posteroanterior y Z superoinferior y se recogieron las posiciones espaciales de cada punto como valores numéricos en cada uno de estos ejes (**Figura 3**).

Para afinar la localización de los puntos y poder determinar sus coordenadas tridimensionales se crearon ventanas en la vista sagital, en la coronal o frontal y en la vista axial, que además se ampliaron a pantalla completa empleando el zoom (**Figura 1**)

Para localizar cada uno de los puntos se escogió el corte del plano más apropiado y luego se ajustó dicho punto en los otros planos para una mayor exactitud.

Para poder estudiar la reproducibilidad en las mediciones dentarias se midieron los modelos digitales, tanto los obtenidos a partir de modelos de estudio de escayola digitalizados como los obtenidos a partir de la TCCB (**Figuras 2**)

1- Tamaño Mesiodistal. Este tamaño se corresponde con la máxima distancia entre los puntos de contacto en sus caras proximales, mesial y distal. Se excluyeron los segundos y terceros molares tanto

superiores como inferiores. En los dientes malposicionados, se miden los puntos de contacto hipotéticos en sus caras proximales, mesial y distal.

2- Distancia Intercanina Superior (DICS) e Inferior (DICI). Distancia lineal entre las cúspides de ambos caninos, o en el centro de sus facetas de desgaste en el caso de presentarlas, tanto en la arcada superior como inferior.

3- Distancia Intermolar Superior (DIMS) e Inferior (DIMI). Es la máxima distancia hallada entre las superficies vestibulares de los primeros molares permanentes de uno y otro lado de la arcada tanto para la superior como la inferior.

4- Longitud de arcada superior (LAS) e inferior (LAI). La línea ideal que pasa por los puntos de contacto ideales de cada uno de los dientes y se obtiene por tanto, uniendo los puntos más mesiales y distales de cada diente seleccionado, de mesial del primer molar a mesial del primer molar superior e inferior.

Para establecer la reproducibilidad en la colocación de los puntos cefalométricos así como en la medi-

ción de los modelos digitalizados y hallar el error intraobservador e interobservador, dos observadores calibrados y entrenados previamente, con los mismos años de experiencia en Ortodoncia participaron en el presente estudio.

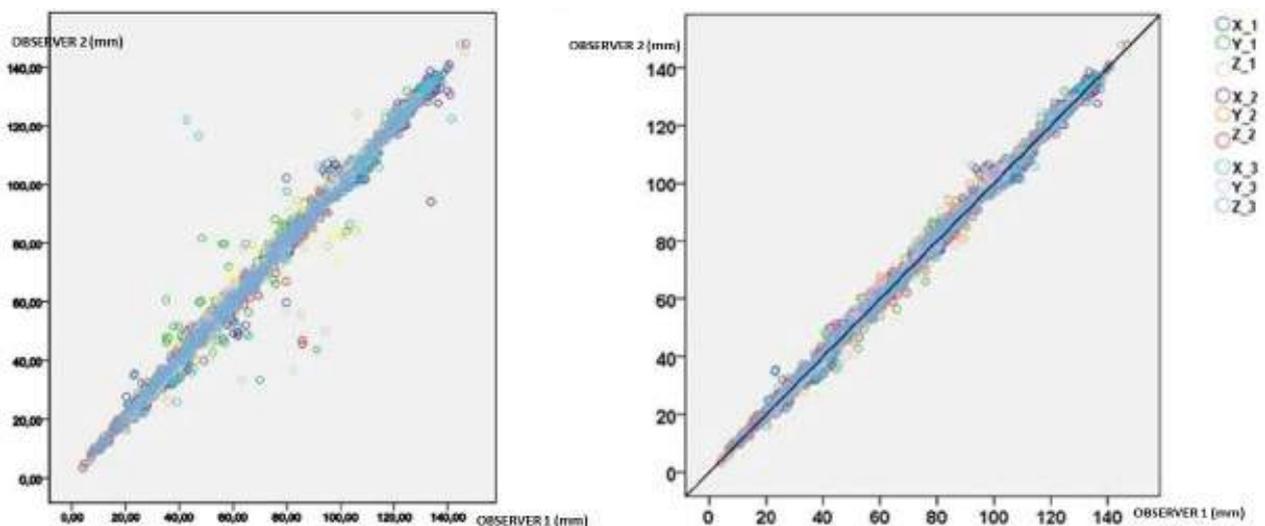
Para hallar el error intraobservador se seleccionaron aleatoriamente 15 de los 50 pacientes del estudio y el mismo observador volvió a medir cada una de las medidas directas en 3 ocasiones con un intervalo de una semana entre cada una de ellas.

Para calcular el error interobservador, el segundo observador midió 3 veces cada una de las medidas directas con una semana de intervalo entre las mediciones en los 15 pacientes seleccionados anteriormente.

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los valores obtenidos en el presente trabajo se introdujeron en fichero de datos para ser tratados con el paquete estadístico SPSS® versión 15.0 para Windows.

Los test estadísticos aplicados fueron los de compa-



**Figura 4.** Gráfico con valores (mm) de las 1845 determinaciones llevadas a cabo por el Observador 1 y de las 1845 determinaciones llevadas a cabo por el Observador 2, para cada eje, con una desviación estándar (DS) menores a 0,5mm y con un máximo de 2mm.

ración de medias de medidas apareadas y el estudio de correlación entre variables, a través del análisis de rectas de regresión y coeficientes de correlación. Para hallar la reproducibilidad del método en la localización de los puntos cefalométricos se realizó un análisis de la varianza de medidas repetidas (MANOVA) con dos factores de variación (tiempo y observador) para cada eje (X, Y, Z) y para cada uno de los puntos localizados, mediante el método de Bonferroni, con el objetivo de hallar las diferencias en las mediciones de los observadores (Ob1 y Ob2) y de los diferentes tiempos (t1, t2, t3), estableciendo significación estadística para un  $P < 0.05$ .

Se calcularon además los Coeficientes de Correlación Intraclase (ICC) intra e interexaminador por ejes de coordenadas.

La discrepancia entre los métodos en el análisis de modelos digitalizados se calculó como la diferencia entre el valor medio de cada punto determinado por cada método en comparación con el valor medio del parámetro medido por el método digital expresado como un porcentaje.

## RESULTADOS

### REPRODUCIBILIDAD EN LA LOCALIZACIÓN DE PUNTOS CEFALOMÉTRICOS

Los resultados de las 1845 determinaciones realizadas por cada observador se analizaron considerando cada eje (X,Y,Z) de forma independiente para saber si las indeterminaciones en la localización de los puntos estaba más asociada a uno u otro eje de coordenadas.

Únicamente se encontró diferencia estadísticamente significativa para el caso del Ob 1 y en el Eje Y entre t1 y las siguientes t2 y t3 ( $p=0.006$  entre t1-t2; y  $p=0.008$  entre t1-t3). No hubo diferencia estadísticamente significativa para el Ob1 entre t2-t3 ni para el Ob2 en cada uno de los tiempos. El ICC intraobservador e interobservador para cada eje de coor-

denadas (X, Y, Z) fue [ICC > 0.99] para todos los ejes, siendo los valores más altos los correspondientes al eje Z [ICC > 0.996].

Para poder establecer el error asociado a la localización y al método de medida se representó tanto el valor de la coordenada X como la Y y la Z de cada punto en un gráfico conjunto (**Figura 4**). Se han representado 5535 parejas de puntos (x,y) donde en abcisas se han representado los valores obtenidos por el Ob 1 y en ordenadas los del Ob 2. Los valores situados sobre la diagonal de la gráfica indican que los dos observadores dieron el mismo valor siendo los valores más reproducibles, mientras que los valores menos reproducibles fueron aquellos más alejados de la diagonal. Los puntos sobre la bisectriz se tuvieron en cuenta para la determinación del error de sensibilidad del método y los puntos fuera de la bisectriz para determinar el error de localización.

Para determinar el error asociado a la localización, teniendo en cuenta que de cada punto medido se tienen 6 determinaciones, puede saberse qué observación u observaciones son las responsables del alejamiento de la bisectriz, bien por ser una determinación que se aleja de las otras,<sup>5</sup> o bien porque aunque sean similares las medidas intraobservador, son diferentes entre ambos observadores.

Para detectar estos errores de localización se consideró tanto aquella determinación que en cualquiera de los ejes se alejara más de 10 mm de la media del resto de las determinaciones como aquéllas en que para el mismo punto en el mismo paciente, la media de los valores de las tres determinaciones realizadas por un observador se alejaba más de 10 mm de la media de las del otro observador.

Con estas consideraciones, 61 determinaciones de puntos se consideraron errores de localización, lo que supone un error de 0.55% CI95% [0.54% -

**Tabla II.** Puntos cefalométricos que presentan un porcentaje (%) de error elevado. Cada punto anatómico se ha medido 90 veces (3 veces por cada observador, en 15 pacientes). El sombreado gris oscuro y gris claro indican los puntos con mayor porcentaje de error

PUNTO	NÚMERO DE ERRORES	% DE ERROR
A26	1	1.1%
Rd	1	1.1%
Pod	1	1.1%
Sord	9	10%
A16	1	1.1%
Goi	2	2.2%
Zyd	7	7.8%
Zyi	1	1.1%
Ori	1	1.1%
B	2	2.2%
Cg	2	2.2%
Agi	3	3.3%
Tbi	1	1.1%
Mxi	1	1.1%
Enp	6	6.7%
God	3	3.3%
Tbd	1	1.1%
Ord	3	3.3%
Rd	2	2.2%
SOri	11	12.2%
Mxd	2	2.2%

**Tabla III.** Desviaciones estándar (DS) y porcentaje (%) de determinaciones con DS menores a 0.5 mm y con un máximo de 2 mm, para cada observador (Ob1, Ob2) y cada eje de coordenadas (X, Y, Z).

EJE	Porcentaje (%) de determinaciones con DS<=0.5mm		Porcentaje (%) de determinaciones con DS<=2mm		DS máxima	
	Ob1	Ob2	Ob1	Ob2	Ob1	Ob2
X	50.2%	46.1%	95.3%	93.3%	4.5mm	6.3mm
Y	59.8%	57.7%	93.3%	95.4%	5.4mm	5.7mm
Z	58.5%	52.4%	95.3%	94.1%	4.1mm	7.1mm

0.56%]. Esto significa que el Ob1 presentó 0.45% CI95% [0.44% - 0.66%] y el Ob 2, 0.65% CI95% [0.64% - 0.66%].

La distribución con respecto a los tres ejes de coordenadas tampoco fue la misma: 13 (0.11%) corres-

ponde a X, 38 (0.34%) a Y y 10 (0.09%) a Z (**Tabla II**).

Para determinar el error asociado al método de medida, se eliminaron las 61 determinaciones anteriormente descritas que pertenecían a errores téc-

nicos. Se decidió su eliminación ya que los errores grandes suelen deberse a errores técnicos cuando se emplea el software y no se deben a errores de inhabilidad en la localización de puntos o al no entendimiento de su definición. Se encontró que los puntos más dispersos corresponden al eje Y y a la primera medición principalmente. La línea de ajuste de estos puntos presenta un coe-

ficiente de correlación de Pearson de 0.998 con una curva de  $0.999$  CI95% [0.997, 1.001] y un origen de ordenadas de  $0.007$  CI95% [-0.124, 0.137], mostrando que las mediciones de los dos observadores son perfectamente comparables. La desviación estándar (DS) de cada coordenada (X, Y, Z) fue analizada para cada punto y para cada paciente. De acuerdo con estos resultados, la reproducibilidad fue muy

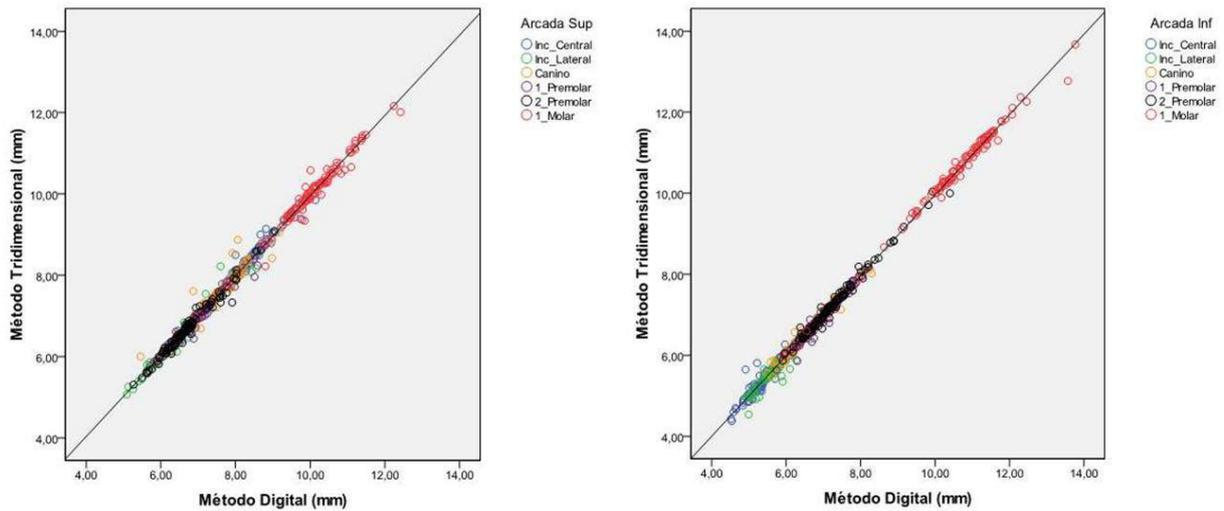


Figura 5a y 5b. Gráfica de regresión lineal. Tamaños mesiodistales arcada superior (5a) y arcada inferior (5b), por ambos Métodos de medición.

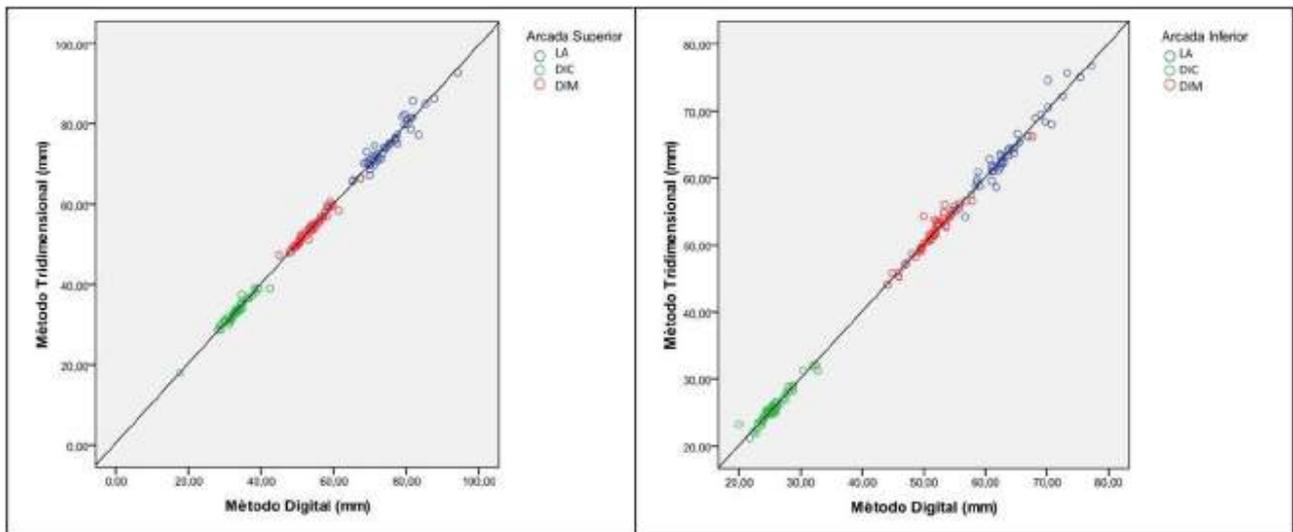


Figura 5a y 5b. Gráfica de regresión lineal. Tamaños mesiodistales arcada superior (5a) y arcada inferior (5b), por ambos Métodos de medición.

parecida en los tres ejes del espacio (**Tabla III**).

La DS media de todos los puntos fue de 1.0 mm, lo que corresponde a un error relativo del 1.3%. 74% de las mediciones en el eje X, 76.5% en el eje Y y 69.7% en el eje Z estuvieron por debajo de un error de 1.5%. Los 95% CIs mostraron únicamente diferencias estadísticamente significativas entre los porcentajes de eje Y [74.1%, 78.8%] y el X [67.1%, 72.2%].

y 0.998 para la arcada superior e inferior respectivamente.

La **Tabla IV** muestra las diferencias entre los datos obtenidos con el Método Tridimensional (TCCB) menos los datos obtenidos con el Método Digital de los tamaños mesiodistales de los dientes.

En las **Figuras 6a y 6b** observamos las gráficas de regresión lineal para la anchura intercanina, intermolar y longitud de arcada de manera conjunta, tanto superior como inferior. De nuevo en el eje de

Figura 5a y 5b. Gráfica de regresión lineal. Tamaños mesiodistales arcada superior (5a) y arcada inferior (5b), por ambos Métodos de medición.

<b>MÉTODO TRIDIMENSIONAL (CBCT) -MÉTODO DIGITAL</b>					
<b>DIENTES</b>		<b>MEDIA</b>	<b>INTERVALO</b>	<b>SD</b>	<b>MAX.DISCREPANCIAS</b>
<b>A R C A D A SUPERIOR</b>	IC	0,003	-0,018/0,024	0,108	-0,35/0,50
	IL	-0,007	-0,031/0,017	0,119	-0,39/0,42
	C	0,007	-0,026/0,041	0,169	-0,56/0,61
	1°PM	-0,029	-0,049/0,009	0,101	-0,55/0,21
	2°PM	<b>-0,023</b>	<b>-0,043/-0,002</b>	<b>0,105</b>	<b>-0,58/0,26</b>
	1°M	<b>-0,046</b>	<b>-0,076/-0,167</b>	<b>0,148</b>	<b>-0,58/0,57</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>-0,016</b>	<b>-0,026/-0,005</b>	<b>0,128</b>	<b>-0,58/0,61</b>
<b>A R C A D A INFERIOR</b>	IC	-0,000	-0,026/0,025	0,130	-0,28/0,54
	IL	-0,032	-0,057/-0,007	0,125	-0,56/0,25
	C	0,000	-0,018/0,019	0,092	-0,34/0,34
	1°PM	-0,030	-0,049/-0,011	0,098	-0,44/0,24
	2°PM	-0,017	-0,036/0,002	0,095	-0,40/0,31
	1°M	-0,032	-0,056/-0,008	0,121	-0,60/0,23
	<b>TOTAL</b>	<b>-0,018</b>	<b>-0,027/-0,009</b>	<b>0,111</b>	<b>-0,60/0,54</b>

## REPRODUCIBILIDAD EN LAS MEDICIONES DENTARIAS

En primer lugar, presentamos los resultados de las medidas directas, las **Figuras 5a y 5b** muestran las gráficas de regresión lineal para los tamaños mesiodistales superiores e inferiores. En el eje de abscisas se muestran los resultados con el Método Digital y en el eje de ordenadas con el Método Tridimensional (TCCB).

El coeficiente de correlación r-Pearson es de 0.996

absicisas se muestran los resultados con el Método Digital y en el eje de ordenadas con el Método Tridimensional (CBCT). Al igual que en los tamaños dentarios, el coeficiente de correlación de Pearson, es muy alto, de 0.998 para ambas arcadas.

La **Tabla V** muestra las diferencias entre los datos obtenidos con el Método Tridimensional (TCCB)

menos los datos obtenidos con el Método Digital para la distancia intercanina, intermolar y longitud de arcada.

## DISCUSIÓN

En la actualidad prácticamente todos los aparatos de TCCB comercializados, son capaces de proporcionar imágenes 1:1 y por tanto capaces de localizar con exactitud puntos cefalométricos y puntos dentales.

Desde el punto de vista clínico, son sistemas adecuados tanto para la localización de dichos puntos como para la realización de análisis cefalométricos<sup>20-24</sup> y análisis odontométricos de las arcadas dentarias.<sup>27-30</sup> Estos sistemas de TCCB podrían sustituir a las radiografías y a los modelos de estudio convencionales a la hora de realizar el diagnóstico ortodóncico, ya que durante el proceso de reconstrucción de imágenes, es posible generar modelos virtuales 3D, siendo éstos proyecciones válidas para la localización de los puntos.<sup>2,4-6</sup>

Sin embargo, se debe tener en cuenta que la localización de los puntos en 3D es más compleja que en 2D y requiere de un mayor tiempo para su localización; en primer lugar, debido a que se precisa un entrenamiento previo por parte del profesional para familiarizarse con los diferentes cortes que se le presentan y en segundo lugar porque para la localización de cada punto se necesita una primera localización en uno de los planos y un posterior ajuste en los otros dos planos restantes.<sup>23</sup>

## REPRODUCIBILIDAD EN LA LOCALIZACIÓN DE PUNTOS CEFALOMÉTRICOS

Todos los puntos cefalométricos seleccionados en el presente estudio pertenecen a estructuras anatómicas, descartándose puntos habituales que re-

presentan líneas generadas por las superposiciones presentes en las radiografías convencionales. En los sistemas de TCs y TCCBs no se producen superposiciones de estructuras,<sup>6,33</sup> y por tanto, los puntos basados en ellas, pierden interés en este tipo de registros.

Los elevados ICC intraobservador e interobservador para cada eje de coordenadas indican un alto grado de fiabilidad en la localización de los puntos cefalométricos con el previo proceso de aprendizaje por parte de los observadores.

Los resultados del presente estudio coinciden con los de Oliveira et al.<sup>23</sup> quienes encontraron un [ICC  $\geq 0,9$ ] para el 85% de las mediciones intraobservador y para el 65,5% de las medidas interobservador. El mejor ICC lo obtuvieron, al igual que el presente trabajo, en el eje Z (93,3%). Igualmente, se coincide con los resultados de Lagravère et al.<sup>21</sup> quienes encontraron una elevada fiabilidad y un [ICC  $> 0,97$ ] para las mediciones intraobservador y un [ICC  $> 0,92$ ] para las mediciones interobservador y con los de Park et al.<sup>34</sup> quienes concluyeron que la reproducibilidad de todos sus puntos era alta ya que se constató una buena localización de los mismos en los tres ejes del espacio.

De los 41 puntos medidos, 20 no presentaron errores en su determinación en ninguna de las 90 mediciones realizadas (Na, S, Ba, Pod, A, Ena, Pg, Gn, Me, Fzd, Fzi, B36, B46 ISd, Ild, Bcd, Bci, Cdd, Cdi, Agd). Esto sugiere que dichos puntos pueden ser empleados de manera segura en la cefalometría tridimensional. Sin embargo, de los 21 puntos restantes, los puntos: SOrd, SOri, Zyd y Enp, con más de 6 errores en su determinación, corresponderían a puntos que no deberían, en principio utilizarse como puntos básicos para la cefalometría 3D, a menos que se establezca un buen entrenamiento por parte de los clínicos en su localización.

Al igual que en el presente estudio, Lagravère et al.<sup>21</sup> encontraron que los puntos que se encontraban con errores entre 1-2 mm fueron: Ord, S, Ba,

Ena, Enpen en el eje X, God, Goi, Pod y Enp en el eje Y y el punto B y la raíz del incisivo inferior en el eje Z. Encontraron también que los puntos menos reproducibles (con >2mm de error) fueron: Ori, Pod, Poi, Cdd, Cdi en el eje X, Ena en el eje Y; y God, Goi en el eje Z.

## REPRODUCIBILIDAD EN LAS MEDICIONES DENTARIAS

Hasta ahora, las mediciones de los tamaños dentarios, la distancia intercanina e intermolar y la longitud de arcada se realizaban sobre los modelos de estudio tanto de escayola como los digitalizados, con Métodos Digitales.

Actualmente, con la incorporación del TCCB a la clínica ortodóntica, existe una nueva alternativa para realizar estas mediciones.<sup>29</sup>

Al analizar los tamaños mesiodistales entre los dos Métodos, el Método Digital y el Método Tridimensional (CBCT), se observó cómo todos los valores se encuentran sobre las rectas de ajuste cercanas a la bisectriz, por lo que se puede afirmar que ambos métodos son equiparables, además, el coeficiente de correlación r-Pearson es de 0.996 y 0.998 para la arcada superior e inferior respectivamente.

Sin embargo, existen algunas diferencias entre ambos métodos para determinados dientes como en el segundo premolar y primer molar superior, en el incisivo lateral, primer premolar y primer molar inferior, aunque estas diferencias no son clínicamente significativas.

## REFERENCIAS

1. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *EurRadiol.* 1998;8(9):1558-64.

Por otro lado, el resto de medidas directas de la arcada dentaria, la distancia intercanina e intermolar y la longitud de arcada son idénticas entre ambos métodos ya que las diferencias incluyen en cero en todos los casos, tanto para la arcada superior como para la inferior.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en nuestro estudio, podemos establecer las siguientes conclusiones:

La reproducibilidad a la hora de localizar puntos cefalométricos es elevada en los tres ejes del espacio, siendo el error [ICC > 0,99] para todos los ejes.

Los puntos más reproducibles son: Nasion (Na), Silla (S), Basion (Ba), suturas frontocigomáticas (Fzd-Fzi), puntos bucales (Bcd-Bci), espina nasal anterior (Ena), punto A, Porion derecho (pod), puntos condilares (Cdd- Cdi), punto antegonial derecho (Agd), Pogonion (Pg), Gnation (Gn), Menton (Me), primeros molares inferiores (B36, B46), incisivo superior derecho (ISd) e incisivo inferior derecho (Ild).

Los puntos con mayor grado de dispersión son los puntos supraorbitarios (SOrd-SOri), zygon derecho (Zyd) y espina nasal posterior (ENP).

Los resultados de los tamaños mesiodistales medidos con el Método Digital y con el Método Tridimensional (TCCB) son muy similares presentando ligeras diferencias clínicamente no significativas.

Los resultados de la distancia intercanina e intermolar y la longitud de arcada son idénticas entre el Método Digital y con el Método Tridimensional (TCCB).

2. Farman AG; Scarfe WC. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. *Am J OrthodDentofacial Orthop.*2006; 130(2):257-65.
3. Mischkowski R.A; Pulsfort R; Ritter L; Neugebauer J; Brochhagen H.G; Keeve E; Zöllner J.E. Geometric accuracy of a newly developed cone-beam device for maxillofacial imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral RadiolEndod* 2007; 104(4):551-9.
4. Mah J, Hatcher D.Diagnóstico por imagen craneofacial en ortodoncia. Capítulo 2. En: Grabber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL, editors. *Orthodontics: current principles and techniques*. St Louis: Elsevier; 2005.p.71-100.
5. Quintero JC, Trosien A, Hatcher D, Kapila S. Craniofacial imaging in orthodontics: Historical perspective, current status, and future developments. *Angle Orthod.* 1999; 69(6):491-506
6. Cattaneo PM, Melsen B.The use of cone-beam computed tomography in an orthodontic department in between research and daily clinic. *World J Orthod.* 2008; 9(3):269-82.
7. Kitaura H, Yonetsu K, Kitamori H, Kobayashi K, Nakamura T. Standardization of 3-D CT measurements for length and angles by matrix transformation in the 3-D coordinate system. *Cleft Palate Craniofac J.* 2000; 37:349–56.
8. Pinsky HM, Dyda S, Pinsky RW, Misch KA, Sarment DP. Accuracy of three-dimensional measurements using cone-beam CT. *DentomaxillofacRadiol.* 2006; 35(6):410-6.
9. Lascala CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). *DentomaxillofacRadiol.* 2004; 33:291-4.
10. Marmulla R, Wörtche R, Mühling J, Hassfeld S. Geometric accuracy of the NewTom9000 Cone Beam CT. *DentomaxillofacRadiol.* 2005; 34(1):28-31.
11. Moshiri M, Scarfe WC, Hilgers ML, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. *Am J OrthodDentofacialOrthop.* 2007; 132(4):550-60.
12. Moerenhout BA, Gelaude F, Swennen GR, Casselman JW, Van Der Sloten J, Mommaerts MY. Accuracy and repeatability of cone-beam computed tomography (CBCT) measurements used in the determination of facial indices in the laboratory setup.*J CraniomaxillofacSurg.* 2008; 22:1-6.
13. Lagravère MO, Gordon JM, Guedes IH, Flores-Mir C, Carey JP, Giseon H, Major PW. Reliability of traditional cephalometric landmarks as seen in three-dimensional analysis in maxillary expansion treatments.*Angle orthod.*2009; 79:104-56.
- 14.Stratemann SA, Huang JC, Maki K, Miller AJ, Hatcher DC. Comparison of cone beam computed tomography imaging with physical measures.*DentomaxillofacRadiol.* 2008; 37(2):80-93.
15. Periago DR, Scarfe WC, Moshiri M, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear Accuracy and Reliability of Cone Beam CT Derived 3-Dimensional Images Constructed Using an Orthodontic Volumetric Rendering Program.*Angle Orthod.* 2008; 78(3):387-95.
16. Kumar V, Ludlow JB, Mol A, Cevidanés L. Comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *DentomaxillofacRadiol.* 2007; 36:263–9.
17. Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamamoto A. Accuracy measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004; 19(2):228-31.
18. Suri S, Utreja A, Khandelwal N, Mago SK. Craniofacial computerized tomography analysis of the midface of patients with repaired complete unilateral cleft lip and palate. *Am. J. Orthod.* 2008; 134:418-29.
19. Brown AA, Scarfe WC, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear Accuracy of Cone Beam CT Derived 3D Images. *Angle Orthod.*2009; 79:150–7.
20. Lou L, Lagravère MO, Compton S, Major PW, Flores-Mir C. Accuracy of measurements and reliability of landmark identification with computed tomography (CT) techniques in the maxillofacial area: a systematic review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral RadiolEndod.* 2007; 104(3):402-11.
21. Lagravère MO, Low C, Flores-Mir C, Chung R, Carey JP, Heo G et al. Intraexaminer and interexaminer reliabilities of landmark

- identification on digitized lateral cephalograms and formatted 3-dimensional cone-beam computerized tomography images. *Am J OrthodDentofacialOrthop*.2010;137:598-604.
22. Muramatsu A, Nawa H, Kimura M, Yoshida K, Maeda M, Katsumata A, Arijii E, Goto S. Reproducibility of Maxillofacial Anatomic Landmarks on 3-Dimensional Computed Tomographic Images Determined with the 95% Confidence Ellipse Method. *Angle Orthod*. 2008; 78(3):396-402.
23. Oliveira AE, Cevidanes LH, Phillips C, Motta A, Burke B, Tyndall D. Observer reliability of three-dimensional cephalometric landmark identification on cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral RadiolEndod*.2009; 107:256-65.
24. Zamora N, Llamas JM, Cibrián R, Gandia JL, Paredes V. A study on the reproducibility of cephalometric landmarks when undertaking a three-dimensional (3D) cephalometric analysis. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012;17(4):e678-88.
25. Katsumata A, Fujishita M, Maeda M, Arijii Y, Arijii E, Langlais RP. 3D-CT evaluation of facial asymmetry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral RadiolEndod*.2005;99:212-20.
26. Cevidanes LH, Styner MA, Proffit WR. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. *Am J OrthodDentofacialOrthop*. 2006; 129(5):611-8.
27. Baumgaertel S, Martin Palomo J, Palomo L, Hans MG. Reliability and accuracy of cone-beam computed tomography dental measurements. *Am J OrthodDentofacialOrthop*; 2009: 136:19-28.
28. Damstra, J; Fourie, Z; Huddleston Slater, J.J; Slater; Ren, Y. Accuracy of linear measurements from cone-beam computed tomography-derived surface models of different voxel sizes. *American J OrthodDentOrthop* 2010; 137(1):16.e1-e6.
29. Kau CH, Littlefield J, Rayny N, Nguyen J, Creed B. Evaluation of CBCT Digital models and traditional models using the Little's Index. *Angle Orthod* 2010; 80:435-9.
30. Tarazona B, Llamas JM, Cibrián R, Gandia JL, Paredes V. A comparison between dental measurements taken from CBCT models and those taken from a Digital Method. *Eur J Orthod*. 2013;35(1):1-6.
31. Paredes V, Gandia JL, Cibrián R. Determination of Bolton tooth-size ratios by digitization, and comparison with the traditional method. *Eur J Orthod* 2006; 28:120-5.
32. Paredes, V; Gandia, J.L; Cibrián, R. Método de medición del índice de Bolton mediante digitalización de la arcada dentaria. *OrtodEsp* 2003; 43:75-84.
33. Swennen GR, Schutyser F. Three-dimensional cephalometry: Spiral multi-slice vs cone-beam computed tomography. *Am J OrthodDentofacialOrthop*. 2006; 130(3):410-6.
34. Park SH, Yu HS, Kim KD, Lee KJ, Baik HS. A proposal for a new analysis of craniofacial morphology by 3-dimensional computed tomography. *Am J OrthodDentofacialOrthop*. 2006; 129(5):600.e23-e34.
35. Schlicher W, Nielsen I, Huang JC, Maki K, Hatcher DC, Miller AJ. Consistency and precision of landmark identification in three-dimensional cone beam computed tomography scans. *Eur J Orthod*. 2012;34(3):263-75.

Recibido: 22-04-2014

Aceptado: 01-12-2014

Correspondencia: vanessa.paredes@uv.es

# Efectos dentales del seno maxilar en los tratamientos de expansión rápida maxilar

*Dental Effects of Maxillary Sinus in Rapid Maxillary Expansion Treatments*

*Vu D<sup>1</sup>, Heo G<sup>2</sup>, Lagravère MO<sup>2</sup>*

## RESUMEN

**Objetivo:** El objetivo de este estudio es investigar el efecto de la invasión del seno maxilar sobre la influencia del grado de expresión de inclinación de los dientes de anclaje maxilar en pacientes con expansión rápida maxilar tratados ya sea con soporte dentario o dispositivo de anclaje óseo. **Materiales y Métodos:** La muestra utilizada para este estudio consistió en exploraciones TCCB tomadas de 59 pacientes (edades de 11 a 17 años) con diagnóstico de deficiencia transversal maxilar. Los pacientes se distribuyeron en uno de los tres grupos de tratamiento (control, anclaje dentario y expansor de anclaje óseo). La segmentación del seno maxilar se restringió al primer molar superior, limitada anteriormente por el corte que primero presentaba la raíz mesiovestibular, y posteriormente por el último segmento que presenta la raíz distoves-tibular. Para analizar los datos fueron utilizadas estadística descriptiva, coeficiente de correlación intraclass (ICC) y prueba T pareada. **Resultados:** Las diferencias medias entre los puntos de tiempo para cada grupo no muestran tendencia clara de aumento o disminución en la invasión del seno entre las raíces molares. La angulación molar muestra un aumento en la inclinación bucal para los grupos de tratamiento. Ninguna clara tendencia o correlación pueden deducirse de los valores obtenidos. La correlación más alta obtenida fue de 0,504 para el grupo de anclaje óseo no dando ninguna clara relación directa entre la invasión del seno maxilar y la inclinación dental. **Conclusión:** La presencia de invasión del seno maxilar no es un predictor significativo / determinante si una mayor inclinación dental se observa durante la ERM.

**Palabras clave:** Tomografía computarizada cone beam, Expansión rápida del maxilar, Seno Maxilar.

## ABSTRACT

**Objective:** The aim of this study is to investigate the effect of maxillary sinus invasion on influencing the degree of experienced tipping of maxillary anchorage teeth in rapid maxillary expansion patients treated with either a tooth borne or bone anchored appliance. **Materials and Methods:** The sample used for this study consisted of CBCT scans taken from 59 patients (ages of 11 to 17 years) diagnosed with maxillary transverse deficiency. Patients fell into one of three treatment groups (control, tooth anchored and bone anchored expander). Segmentation of the maxillary sinus was restricted to the maxillary first molar, bounde

<sup>1</sup>DDS Private Practice, Edmonton, Canada.

<sup>2</sup>PhD Assistant Professor, School of Dentistry, University of Alberta, Edmonton, Canada.

anteriorly by the slice which first presents the mesiobuccal root, and posteriorly by the last slice that presents the distobuccal root. Descriptive statistics, intraclass correlation coefficient (ICC) test and paired T-test were used to analyze the data. Results: Mean differences between time points for each group show no clear tendency of increase or decrease in sinus invasion between molar roots. Molar angulation does show an increase in buccal tipping for the treatment groups. No clear tendency or correlation can be inferred from the values obtained. The highest correlation obtained was 0.504 for the bone-anchored group giving no clear direct relationship between maxillary sinus invasion to dental tipping. Conclusion: The presence of maxillary sinus invasion is not a significant predictor/determinant whether more dental tipping will be observed during RME.

**Keywords:** Cone beam computer tomography, Rapid maxillary expansion, Maxillary sinus.

## INTRODUCCIÓN

La expansión rápida del maxilar (ERM) es una modalidad de tratamiento comúnmente empleada para la normalización de la deficiencia maxilar transversal, corrección de mordidas cruzadas posteriores, y alivio de apiñamiento dental.<sup>1-5</sup> Aunque el objetivo principal de la expansión maxilar rápida es lograr el ensanchamiento de la sutura media palatina y la subsecuente expansión corporal del maxilar; se dan otros efectos como la inclinación dental de los dientes pilares del dispositivo y la flexión que ocurre en los alvéolos maxilares.<sup>1,6-9</sup>

La presente investigación muestra que la inclinación ortodóntica y la flexión de las crestas alveolares representan más del 60% de la expansión total del maxilar posterior a nivel de la primera molar.<sup>2,5</sup> Investigaciones anteriores han atribuido estos efectos secundarios a la resistencia de la expansión ortopédica del maxilar posterior, debido a las articulaciones proximales rígidas de los maxilares incluyendo la pterigopalatina, cigomaticomaxilar y suturas cigomaticotemporal,<sup>5,6</sup> y que el patrón habitual de la expansión maxilar es triangular, con la base más amplia ubicada anteriormente.<sup>1</sup>

Una de las estructuras presentes en el maxilar superior es el seno maxilar. El seno maxilar es el mayor de los cuatro senos paranasales y reside en un espa-

cio confinado anteriormente por la superficie facial, lateralmente por el proceso cigomático, posteriormente por la pared infratemporal, e inferiormente por la pared alveolar.<sup>10</sup> No es raro que el piso del seno maxilar se extienda entre y alrededor de las raíces de los molares superiores por debajo del nivel de los ápices. Esta extensión puede ser llamada neumatización del seno que se tratará como la invasión del seno maxilar (ISM) en el presente artículo. En los casos de ISM, la proximidad del suelo del seno maxilar alrededor de las raíces molares maxilares significa que hay capa de hueso cortical en muy estrecha proximidad con las superficies de la raíz.

La tomografía computarizada cone-beam (TCCB) es una herramienta de imagen que se está utilizando más en el campo de la ortodoncia con fines no limitados a la cefalometría, localización del diente, cálculos de inclinación de los dientes, y la evaluación de los cambios estructurales nasomaxilares después de tratamientos.<sup>1,5,11</sup>

La TCCB permite el análisis de los planos sagital, coronal y axial (MPR), y ofrece una alternativa de radiación inferior a la tomografía computarizada (TC).<sup>1,5,12,13</sup> Con el software adecuado, las imágenes escaneadas pueden ser secundariamente reconstruidas en imágenes radiográficas tradicionales 2D

incluyendo el cefalograma lateral y pantomografía.<sup>12</sup> Investigaciones han demostrado que las mediciones TCCB son altamente reproducibles, precisas, que no muestran diferencias sistemáticas con las marcas en las radiografías convencionales en 2D de cráneos secos.<sup>12,13</sup>

Además, la segmentación de las estructuras anatómicas de datos de imágenes que es común con la tomografía computarizada médica (TC), ya está disponible con TCCB. Esto permite la cuantificación de las estructuras y espacios, una característica que no es posible con técnicas bidimensionales.<sup>14</sup>

Aparte de las aplicaciones de la TCCB anteriormente mencionadas, los hallazgos incidentales pueden

surgir a partir de estas exploraciones,<sup>11</sup> y son más evidentes que en las técnicas radiográficas extraorales dentales tradicionales 2D.

En nuestra investigación, la ISM parece ser más prevalente de lo esperado inicialmente, y se plantea la hipótesis de que la proximidad del hueso cortical del suelo del seno maxilar a las raíces de los molares superiores puede desempeñar un papel en la inclinación dental de ERM.

El objetivo de este estudio es investigar el efecto de la invasión del seno maxilar en la influencia del grado de inclinación de dientes de anclaje maxilares en pacientes con ERM tratados ya sea con soporte dentario o con dispositivos de anclaje óseo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

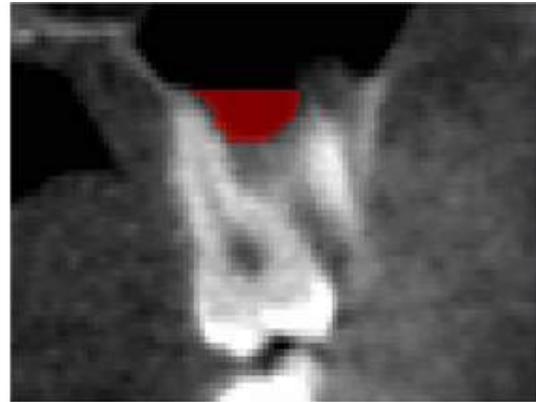
La muestra utilizada para este estudio consistió en exploraciones de TCCB tomados de un ensayo clínico anterior<sup>15</sup> de 59 pacientes (edades de 11 a 17 años) con diagnóstico de deficiencia transversal maxilar en el Programa de Postgrado de Ortodoncia de la Universidad de Alberta. La prevalencia exacta de ISM en la muestra no fue conocida previo al análisis de las imágenes de TCCB. De la muestra seleccionada, los pacientes fueron distribuidos en uno de los tres grupos de tratamiento.

El grupo control donde se indicó la expansión maxilar pero no recibió ningún tratamiento de ERM (n = 21) durante los primeros 6 meses.

Un grupo de tratamiento (n = 19) que recibió un expansor maxilar de anclaje dentario (Hyrax con bandas en los primeros molares permanentes y primeros premolares), donde el tornillo se activó dos veces al día (0,5 mm al día) hasta que se logró la sobrecorrección posterior de la mordida cruzada dentaria. Un grupo de tratamiento (n = 19) que recibió un expansor maxilar con anclaje óseo compuesto de dos onplants de acero inoxidable (8 mm de diámetro y 3 mm de altura) y dos minitornillos (12 mm

de longitud y 1,5 mm de diámetro; Straumann GBR-System, Straumann, Mandover, MA, USA) uno en cada lado del paladar. La activación de este aparato se hizo con una vuelta cada dos días hasta que se logró la sobrecorrección. Para ambos grupos de tratamiento, una vez que se logró la expansión deseada, fue colocada resina en el tornillo de expansión para evitar un desatornillado no deseado y se dejó pasivo en la boca hasta 6 meses después de la inserción del aparato. Las exploraciones en TCCB se obtuvieron utilizando un escáner NewTom 3G (Aperio Services, Verona, Italy) en 110 kV,<sup>6,19</sup> mAs y 8 mm de filtración de aluminio en dos intervalos: T1 - en la cita inicial antes del tratamiento, y T2 - 6 meses después de la inserción del expansor. Las imágenes TCCB se convirtieron en formato DICOM (digital imaging and communication in medicine) para la segmentación de la imagen y el análisis realizado con el software Avizo 6,0 (Visualization Sciences Group, Hillsboro, Oregon).

La segmentación del seno maxilar se realizó utilizando el plano coronal como el plano principal para la medición del volumen del seno maxilar que inva-



**Figuras 1a y 1b.** Arriba se muestra un corte coronal a través del primer molar izquierdo con compromiso sinusal. Área de invasión sinusal en el corte está segmentado en Avizo 6,0 y un cálculo del volumen es generado a partir de la suma de los cortes involucrados.

de por debajo de los ápices de las raíces de los primeros molares maxilares permanentes seguido por la confirmación de la segmentación utilizando las otras dos orientaciones de segmentación (axial y sagital). El área de medición se restringe al primer molar superior, limitada anteriormente por el primer corte que presenta la raíz mesiovestibular, y posteriormente por el último corte que presenta la raíz distoventibular.

Las imágenes fueron mejoradas para una mejor visualización del suelo del seno maxilar y raíces de primeras molares maxilares mediante la regulación fina del contraste, gamma, y las opciones de brillo según fuese necesario. El área de la invasión fue trazada y registrada en cada segmentación coronal que muestra evidencia de MSI (Véanse las Figuras 1a y 1b), y verificado en los planos sagital y axial, con suma final de las segmentos pertinentes para aproximar el volumen de MSI (volumen seno derecho - VolR y el volumen del seno izquierdo - VolL). Un operador llevó a cabo las mediciones de volumen de MSI a ciegas, sin conocimiento del grupo de tratamiento al cual pertenecía el paciente.

Para evaluar la fiabilidad intraexaminador, se midieron los volúmenes de MSI de cinco pacientes seleccionados al azar en diferente orden tres veces con al menos 24 horas entre cada observación. La evaluación del coeficiente de correlación intraclass (CCI) mostró alta intra-confiabilidad entre las segmentaciones (derecha MSI 0,986 CI 0,941-0,998; izquierda MSI 0,995 CI desde 0,978 hasta 0,999).

Los cambios en la angulación molar se obtuvieron a partir de datos publicados en Lagravere et al. de la misma muestra. Puntos de referencia utilizados fueron cámaras pulpares (CP) de primeros molares superior e inferior y los ápices mesiovestibular (AMV) de los primeros molares superiores. Con estos puntos de referencia se obtuvieron cuatro ángulos para determinar la inclinación dental de los primeros molares superiores después de la expansión como se informa en Lagravere et al<sup>15</sup>.

Estos cambios de ángulo molares fueron luego correlacionados con los cambios de ISM para verificar el impacto de esto en inclinaciones dentales. Todas las mediciones fueron tabuladas utilizando el software Microsoft Excel 2010 (Microsoft, WA) y los

análisis estadísticos se realizaron con SPSS (IBM SPSS Statistics 19, Armonk, NY, USA.). Se utilizó la prueba t pareada para analizar las diferencias de medias entre las mediciones y encontrar correlaciones entre los cambios en el ISM en diferentes momentos entre los pacientes y los cambios en la inclinación dental.

## RESULTADOS

La **Tabla 1** presenta las estadísticas descriptivas de los volúmenes (VOLr y Voll), angulaciones molares, así como las diferencias de cada uno, respectivamente, en los diferentes puntos de tiempo.

Las diferencias medias entre los puntos de tiempo para cada grupo no muestran una clara tendencia de aumento o disminución en la invasión del seno entre las raíces molares. La angulación molar muestra un aumento en la inclinación bucal de los grupos de tratamiento.

Los volúmenes ISM (VOLr y Voll) y grados de inclinación dental fueron medidos y calculados de forma independiente y luego emparejados.

Por ejemplo, los volúmenes de ISM de sujetos X fueron emparejados con el grado de inclinación dental del mismo sujeto; y de estos emparejamientos se calculó la correlación.

Los valores de correlación se presentan en la **tabla 2**

**Tabla 1.** Estadística descriptiva de volúmenes (mm<sup>3</sup>) y angulación molar (°). También se muestran las diferencias entre los puntos de tiempo

Mediciones	Control		Expansión maxilar de anclaje dentario		Expansión maxilar de anclaje óseo	
	Media	Desviación Std.	Media	Desviación Std.	Media	Desviación Std.
T1VoIR	36.5	52.2	40.3	38.1	59.8	94.0
T1VoIL	26.8	40.7	60.9	81.1	75.0	70.1
T3VoIR	35.7	43.9	57.2	70.5	52.0	71.2
T3VoIL	32.9	44.1	63.7	80.2	78.7	79.9
T1T3VoIR	0.9	32.0	-16.9	55.9	7.7	33.9
T1T3VoIL	-6.1	33.0	-2.8	64.2	-3.7	52.3
MBA16PC16PC26T1	95.1	22.5	101.1	4.4	100.4	7.3
MBA16PC16PC26T3	96.3	23.0	94.8	4.6	92.8	8.5
MBA16PC16PC26T3T1	1.2	4.4	-6.3	3.1	-7.6	5.7
MBA26PC26PC16T1	100.8	6.9	101.3	5.7	101.4	6.5
MBA26PC26PC16T3	101.7	7.4	94.3	8.2	93.1	8.7
MBA26PC26PC16T3T1	0.9	3.8	-7.1	5.3	-8.3	6.2
MBA16PC46PC16T1	13.0	3.9	14.0	4.5	12.1	4.3
MBA16PC46PC16T3	13.3	4.3	7.6	4.5	7.1	4.3
MBA16PC46PC16T3T1	0.3	2.6	-6.3	3.9	-5.1	3.3
MBA26PC36PC26T1	13.1	3.8	13.9	4.5	12.1	2.9
MBA26PC36PC26T3	13.5	4.0	9.0	4.4	7.3	3.1
MBA26PC36PC26T3T1	0.3	2.1	-5.0	4.1	-4.9	3.5

**Tabla 2.** Correlación entre los volúmenes de MSI y la inclinación dental.

Control	Control		Expansión maxilar de anclaje dentario		Expansión maxilar de anclaje óseo	
	Media	Desviación Std.	Media	Desviación Std.	Media	Desviación Std.
T1VoIR & MBA16PC16PC26T1	.167	.469	.227	.351	.504	.028
T3VoIR & MBA16PC16PC26T3	.025	.913	.327	.172	.414	.078
T1T3VoIR & MBA16PC16PC26T3T1	.000	.999	.144	.557	.201	.408
T1VoIL & MBA26PC26PC16T1	.036	.879	.450	.053	.353	.138
T3VoIL & MBA26PC26PC16T3	.416	.068	.056	.820	.502	.029
T1T3VoIL & MBA26PC26PC16T3T1	.097	.684	.251	.301	.492	.032
T1VoIR & MBA16PC46PC16T1	.076	.742	.311	.195	-.105	.670
T3VoIR & MBA16PC46PC16T3	.325	.151	.175	.474	-.212	.384
T1T3VoIR & MBA16PC46PC16T3T1	-.136	.557	-.276	.252	.129	.597
T1VoIL & MBA26PC36PC26T1	.216	.361	.359	.131	-.054	.827
T3VoIL & MBA26PC36PC26T3	.387	.091	-.212	.383	-.091	.712
T1T3VoIL & MBA26PC36PC26T3T1	-.231	.327	-.083	.734	.245	.312

Como se notó, ninguna tendencia clara o correlación puede deducirse de los valores obtenidos. La correlación más alta obtenida fue de 0,504 para el grupo de anclaje óseo dando ninguna relación directa clara entre la invasión del seno maxilar con la inclinación dental.

## DISCUSIÓN

El uso de la terapia ortodóncica exitosa para resolver la constricción maxilar y posterior mordida cruzada en gran medida beneficia a los pacientes afectados, pero una expansión corporal predecible del maxilar libre de complicaciones con efectos secundarios no está garantizada.

Cuando se emplea expansión rápida no quirúrgica del maxilar, el objetivo es ampliar esquelétalmente el maxilar, con énfasis en el ensanchamiento posterior del maxilar con el movimiento corporal de los dientes y alvéolos. Comúnmente se han encontrado efectos secundarios no deseados asociados con

ERM que incluyen la inclinación de los dientes de anclaje, en particular de los primeros molares, y la deflexión de los alvéolos, en lugar de una verdadera expansión del cuerpo, y la reabsorción radicular externa.

Garret et al.<sup>5</sup> informó que después de los tratamientos de expansión maxilar rápida, el 49% del cambio fue causado por inclinación dental, 38% de expansión esquelética y 13% de deflexión alveolar. También se informaron de un aumento del ancho nasal de 37,2% y la disminución del ancho seno maxilar.<sup>5, 16</sup>

Este último hallazgo puede ser explicado como un efecto del aumento del ancho nasal.<sup>17</sup> La resistencia del maxilar a una expansión esquelética pura puede ser debido a las articulaciones fuertes y rígidas del maxilar posterior consistente en las suturas pterigopalatino, cigmaticomaxilar, cigomaticotemporal y frontomaxilar.<sup>18</sup>

El aumento del uso de TCCB en la comunidad dental ha producido investigaciones sobre descubrimien-

tos incidentales durante estas exploraciones, descubrimientos que normalmente no se pueden ver en las radiografías bidimensionales 2D. De particular interés para la discusión de este artículo es la presencia de neumatización del seno maxilar,<sup>19,20</sup> sobre todo en la región molar. Wehrbein et al.<sup>21</sup> ha mencionado que el tratamiento de ortodoncia que implica el movimiento de los dientes a través del piso del seno sinusal puede causar reabsorción radicular y un alto grado de inclinación.

Kwak et al.<sup>19</sup> analizó la relación entre las raíces de dientes posteriores con el piso del seno maxilar encontrando que aproximadamente 50% de los primeros molares presentó un tipo de invasión del seno maxilar.

Cuando son comparados los resultados con el presente estudio, más del 90% de la muestra presentó ISM. Una posible explicación de esto es que la presente muestra fue limitado a paciente con maxilares deficientes (que necesitan expansión maxilar) donde el seno invadió el espacio disponible.

Ahora, con el conocimiento de que la neumatización del seno maxilar (o invasión del seno) se produce con menor infrecuencia de como se pensaba, tal vez puede haber una asociación con el grado de inclinación dental en la ERM. En la ISM, el piso del seno recubre entre y alrededor de las raíces de los dientes posteriores superiores.

Esto conduce a un aumento de la presencia de hueso cortical desde el suelo del seno en las proximidades de las raíces de los molares superiores, en comparación con los casos en que la neumatización sinusal está ausente, las raíces molares están rodeadas más abundantemente por un hueso esponjoso más suave y más fácilmente remodelable.<sup>19,20</sup> Así quizás la proximidad del hueso cortical encontrado en los casos de invasión del seno pueden desempeñar un papel en la inducción de inclinación dental durante la ERM.

Dos aparatos diferentes dispositivos/modalidades de ERM fueron utilizados para este artículo para tra-

tar de dilucidar el mecanismo de expansión de los expansores Hyrax diente-hueso y del minitornillo/implante hueso-anclaje maxilar.<sup>15</sup> Las expectativas estuvieron en pacientes con ausencia o con muy limitado volumen de ISM, donde habría menos inclinación dental en comparación con los pacientes con más de ISM que conduce a una mayor inclinación dental. El grupo de control se utilizó para determinar si la inclinación dental se produciría independientemente en ausencia de ERM. En algunos pacientes que presentaron 0,0 mm<sup>3</sup> de ISM, se esperaba menos hueso cortical que rodeara las raíces de los primeros molares permanentes superiores, por lo tanto menor inclinación, o más movimiento corporal de los molares. Sin embargo, estos pacientes presentaban el mismo grado de inclinación dental como los pacientes con ISM incrementada.

Sin embargo, los datos muestran que hay pobre correlación entre los volúmenes de ISM y el grado de inclinación dental. Longitudinalmente durante los intervalos de tiempo, se podrían encontrar indistintos patrones con los volúmenes de ISM, tiempo y las respuestas en función de tratamiento. Además, no hubo diferencias significativas entre las correlaciones entre los grupos control, soporte dentario, y los grupos de anclaje óseo. Por lo tanto, los resultados de este estudio no apoyan la hipótesis de que la invasión del seno maxilar entre las raíces de los dientes posteriores del maxilar contribuye a una mayor inclinación dental durante ERM. No hay estudios que analicen los cambios dentales y de la invasión del seno maxilar en la literatura.

Al tratar de encontrar relaciones entre el seno maxilar y los problemas de ortodoncia, Endo et al (2010) encontró que el tamaño del seno maxilar no tenía relación con las clase de maloclusión o con el sexo de los pacientes.

Aunque en el presente estudio no se encontró una clara relación entre la ISM y la inclinación dental después de la expansión maxilar, aún se deberían tomar cuidados cuando se está tratando de movili-

zar los dientes a través del hueso cortical que rodea el seno previniendo toda posible reabsorción radicular.

## CONCLUSIÓN

Por lo tanto, de nuestros datos, la presencia de invasión del seno maxilar, lo cual sitúa las raíces de los dientes posteriores superiores en una cercana proximidad al hueso cortical del suelo del seno, no es un predictor significativo / determinante si se observa una mayor inclinación dental durante ERM.

## REFERENCIAS

1. Pangrazio-Kulbersh V, Wine P, Haughey M, Pajtas B, Kaczynski R. Cone Beam Computed Tomography Evaluation of Changes in the Naso-Maxillary Complex Associated with Two Types of Maxillary Expanders. *Angle Orthod* 2012;82:448-457.
2. Holberg C, Holberg N, Schwenzler K, Wichelhaus A, Rudzki-Janson I. Biochmechanical Analysis of Maxillary Expansion in CLP Patients. *Angle Orthod* 2007;77(2):280-287.
3. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid Maxillary Expansion – Tooth Tissue-Borne Versus Tooth-Borne Expanders: A Computed Tomography Evaluation of Dentoskeletal Effects. *Angle Orthod* 2005;75:548-557.
4. Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Long-Term Dental Arch Changes After Rapid Maxillary Expansion Treatment: A Systematic Review. *Angle Orthod* 2005;75:155-161.
5. Garrett BJ, Caruso JM, Rungcharassaeng K, Farrage JR, Kim JS, Taylor GD. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008 Jul;134(1):8-9.
6. Alpern MC, Yurosko JJ. Rapid Palatal Expansion In Adults With and Without Surgery. *Angle Orthod* 1987 Jul;57(3):245-63.
7. Handelman CS, Wang L, BeGole EA, Haas AJ. Nonsurgical Rapid Maxillary Expansion in Adults: Report on 47 Cases Using the Haas Expander. *Angle Orthod* 2000;70:129-144.
8. Handelman CS. Nonsurgical Rapid Maxillary Alveolar Expansion in Adults: A Clinical Evaluation. *Angle Orthod* 1997;67(4):291-308.
9. Asanza S, Cisneros GJ, Nieberg LG. Comparison of Hyrax and bonded expansion appliances. *Angle Orthod* 1997;62(1):15-22.
10. Liebgott B. *The Anatomical Basis of Dentistry* 2nd ed. St. Louis, MO: Mosby. 2001.
11. Rogers SA, Drage N, Durning P. Incidental findings arising with cone beam computed tomography imaging of the orthodontic patient. *Angle Orthod* 2011;81:350-355.
12. Gribel BF, Gribel MN, Frazao DC, McNamara Jr JA, Manzi FR. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral

- cephalometry and 3D measurements on CBCT scans. *Angle Orthod* 2011;81:26-35 Grauer D, Cevidanes LSH, Styner MA, Heulfe I, Harmon ET, Zhu H, Proffit WR. Accuracy and Landmark Error Calculation Using Cone-Beam Computed Tomography-Generated Cephalograms. *Angle Orthod* 2010;80:286-294.
13. Liu Y, Olsezewski R, Alexandroni ES, Enciso R, Xu T., Mah JK. Validity of In Vivo Tooth Volume Determinations from Cone-Beam Computed Tomography. *Angle Orthod* 2010;80:160-166.
  14. Lagravere MO, Carey J, Heo g, Toogood RW, Major PW. Transverse, Vertical, and Anteroposterior Changes from Bone-Anchored Maxillary Expansion vs Traditional Rapid Maxillary Expansion: A Randomized Clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137(3):e1-12 discussion 304-5.
  15. Chung CH, Font B. Skeletal and Dental changes in the Sagittal, Vertical and Transverse Dimensions after Rapid Palatal Expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:569-75.
  16. . Darsey DM, English JD, Kau CH, Ellis RK, Akyalcin S. Does Hyrax Expansion therapy affect Maxillary sinus volume? A Cone-Beam Computed Tomography Report. *Imaging Sci Dent* 2012;42:83-8.
  17. Podesser B, Williams S, Crismani AG, Bantleon HP. Evaluation of the effects of Rapid Maxillary Expansion in Growing Children using Computer tomography Scanning: A Pilot Study. *Eur J Orthod* 2007;29:37-44.
  18. Kwak HH, Park HD, Yoon HR, Kang MK, Koh KS, Kim HJ. Topographic Anatomy of the Inferior Wall of the Maxillary Sinus in Koreans. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004;33:382-88.
  19. Sharan A, Madjar D. Correlation between Maxillary Sinus floor Topography and Related Root Position of Posterior Teeth using Panoramic and Cross-Sectional Computed Tomography Imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;102:375-81.
  20. . Wherbein H, bauer W, Wessing G, Diedrich P. The effect of the Maxillary Sinus Floor on Orthodontic Tooth Movement. *Fortschr Kieferorthop* 1990;51:345-51.
  21. Endo T, Abe R, Kuroki H, Kojima K, Oka K, Shimooka S. Cephalometric Evaluation of Maxillary Sinus Sizes in Different Malocclusion Classes. *Odontology* 2010;98:65-72.

Recibido: 01-12-2014

Aceptado: 15-12-2014

Correspondencia: manuel@ualberta.ca

# Correlación entre la maduración esquelética vertebral y el desarrollo dentario de la segunda molar inferior permanente

*Correlation between vertebral skeletal maturation and tooth development of the second permanent mandibular molar*

*Shereen Atwua para Flores<sup>1</sup>, Fernando Silva Esteves Raffo<sup>2</sup>, Carlos Liñan Duran<sup>3</sup>*

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la asociación entre la maduración esquelética cervical y el desarrollo dentario. Se examinaron las radiografías digitales panorámicas y cefalométricas de 264 pacientes (109 niños y 155 niñas, en un rango de 9 a 16 años de edad). El desarrollo dental fue evaluado por los estadios de Nolla de las segundas molares mandibulares, mientras que la maduración esquelética fue estimada por los estadios de maduración esquelética vertebral (CVM). La estadística kappa fue calculada para evaluar el acuerdo intra e inter-observador (inter-observador, segunda molar: 0.94, CVM: 0.93; intra-observador, segunda molar: 0.87, CVM: 1). Cada estadio CVM se presentó más temprano en las mujeres que en los hombres (entre 6 meses y 1 año). Sin embargo, el desarrollo dental fue más avanzado en los sujetos hombres al compararlos con las mujeres en relación al mismo estadio CVM. Además, el pico de crecimiento, producido cuando el paciente se encuentra entre CVM 3 y 4, inicia cuando el segundo molar mandibular se encuentra en Nolla 8, con una correlación de  $\rho = 0.88$  para la segunda molar. Podemos concluir entonces que existe una correlación significativa entre la maduración esquelética medida en las vértebras cervicales y el desarrollo dental de la segunda molar inferior. Además, que el pico máximo de crecimiento puberal inicia cuando la segunda molar inferior se encuentra en Nolla 8.

**Palabras clave:** Maduración, Vértebras cervicales, Calcificación de dientes.

## ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the association between dental and skeletal maturity. Digital panoramic radiographs and lateral skull cephalograms of 264 patients (109 boys and 155 girls, ranging from 9 to 16 years of age) were examined. Dental maturity was assessed by calcification stages of the mandibular second molars, whereas skeletal maturity was estimated by the cervical vertebral maturation (CVM) stages. The kappa statistic was calculated to evaluate intra- and interobserver agreement (interobserver second molar: 0.94, CVM: 0.93; intraobserver, second molar: 0.87, CVM: 1).

<sup>1</sup> Docente de Post Grado. Universidad Peruana Cayetano Heredia.

<sup>2</sup> Coordinador del área de Ortodoncia en el Post Grado de Odontopediatría. Universidad Peruana Cayetano Heredia.

<sup>3</sup> Docente de Maestría en Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

The appearance of each CVM stage was consistently earlier in female than in male subjects (between 6 months to a year earlier). However, the dental maturity stages were more advanced in male subjects as compared with female subjects in relation to the same CVM stage. Further, the growth peak, produced when the patient is between CVM 3 and 4, starts when the mandibular second molar is in stage 8 of Nolla, with correlation values of  $\rho = 0.88$  for the second molar. We can conclude then, that there is a significant correlation between skeletal maturity examined on the cervical vertebrae and dental calcification. Furthermore, the pubertal growth spurt starts when the mandibular second molar is in stage 8 of Nolla.

**Keywords:** Maturation, Cervical vertebrae, Teeth calcification.

## INTRODUCCIÓN

El tiempo óptimo para la ortopedia dentofacial está íntimamente relacionado con la identificación de los periodos de crecimiento acelerado o intenso que pueden contribuir significativamente a la corrección de los desequilibrios esqueléticos en los pacientes.<sup>1-3</sup> La efectividad óptima en el uso de aparatología ortodóntica u ortopédica es lograda durante el pico de crecimiento puberal, es por esto que la evaluación y predicción del crecimiento es importante al momento de preparar un plan de tratamiento para corregir las anomalías dentales y maxilofaciales.<sup>1,2,4-10</sup> Las variaciones considerables en el desarrollo entre niños de la misma edad cronológica ha llevado a la introducción de conceptos de edad de desarrollo o fisiológica basada en el grado de maduración de diferentes tejidos y sistemas.<sup>3,11,12</sup> La edad fisiológica es el registro de la tasa de progreso hacia la madurez que puede ser estimada mediante la maduración somática, sexual, esquelética, y dental.<sup>12</sup>

La maduración esquelética evaluada en las radiografías carpales es considerada el mejor indicador de maduración esquelética por la disponibilidad de los distintos tipos de huesos en esta área.<sup>7,11-15</sup> Su validez ha sido confirmada por numerosos estudios.<sup>14,16</sup> A pesar de que las radiografías carpales han sido utilizadas para evaluar los estados somáticos de maduración, el uso de dichas radiografías ha sido cuestionado

debido a la radiación que implica la toma de una radiografía adicional.<sup>3,4,14,17,15-20</sup> Actualmente, el análisis de vértebras cervicales es ampliamente utilizado por los ortodoncistas para evaluar la maduración esquelética por su simplicidad, objetividad, y repetitividad al utilizar las radiografías cefalométricas laterales de rutina. El análisis vertebral es tan válido como el análisis carpal, con la ventaja de que se reduce la exposición a la radiación en los sujetos en crecimiento.<sup>1,2,4,7,11,21-30</sup> Kamal y col.<sup>31</sup> encontraron que la evaluación de la maduración esquelética mediante el análisis de vértebras cervicales presentaba la misma confiabilidad que la evaluación de la edad esquelética mediante el análisis de Fishman.<sup>31</sup>

La maduración dental puede ser determinada por el estado de erupción dentaria o por el estado de formación dentaria. Sin embargo, se ha propuesto evaluar la formación dental como un método más confiable para determinar la maduración dentaria.<sup>12,15,32,33</sup> La necesidad de reconocer el estado de desarrollo dentario y la disponibilidad de radiografías periapicales o panorámicas en la mayoría de consultas de odontopediatría u ortodoncia son razones prácticas para intentar evaluar la maduración fisiológica sin recurrir a radiografías adicionales.<sup>15,34</sup>

En la literatura se ha reportado la correlación entre

la etapa de calcificación de dientes individuales y la maduración esquelética,<sup>4,34-38</sup> y se ha encontrado que la maduración dental está asociada con la maduración esquelética en el análisis carpal.<sup>15,34,38</sup>

Uysal y col. encontraron que el estadio de maduración de la segunda molar mostró la mayor correlación con la maduración esquelética, con un grado de confianza similar al de las radiografías carpales.<sup>15</sup> Krailassiri y col. realizaron un estudio muy similar en una población Tailandesa, encontrando que el estadio F de calcificación de Demirjian y col. (dos tercios de raíz formada) para el canino en ambos sexos, coincidía con la etapa de inicio del periodo de crecimiento acelerado.

La segunda molar en estadio E (un tercio de formación radicular) para las mujeres y G (raíz casi formada, ápice abierto) para los hombres, se encontraba relacionada con el periodo de velocidad de crecimiento acelerado.<sup>12</sup> Sin embargo, no existe mucha literatura de la asociación entre el estadio de calcificación dental y la maduración de las vértebras cervicales. Chen y col.<sup>4</sup> evaluaron radiografías panorámicas y cefalométricas laterales de 302 pacientes en un rango de edad de 8 a 16 años. En estas evaluaron el grado de maduración dental mediante los estados de calcificación de los caninos mandibulares, primeros y segundos premolares, y segundas molares. En el estudio se encontró que el estadio de calcificación dentaria se encontraba significativamente correlacionado con el estado de maduración de las vértebras cervicales (CVM). La segunda molar mandibular para las niñas y el canino mandibular para los niños tuvieron las mayores correlaciones con el CVM.<sup>4</sup>

El propósito de este estudio es evaluar la asociación entre la maduración esquelética cervical con la maduración dental de la segunda molar inferior y determinar si existe una correlación entre la maduración dental y el pico máximo de crecimiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sujetos

Se seleccionaron las radiografías digitales cefalométricas laterales y radiografías panorámicas de 264 pacientes (109 hombres y 155 mujeres) atendidos en el Centro de Diagnóstico por Imágenes (Lima-Perú) entre 9 y 16 años de edad. Los criterios de inclusión fueron que los pacientes presenten las radiografías digitales tomadas en el mismo momento y que estas cuenten con buena nitidez y contraste. Los criterios de exclusión fueron radiografías panorámicas que no permitan la evaluación de las segundas molares inferiores o que alguna de estas piezas esté ausente y radiografías cefalométricas donde no se pueda evaluar las vértebras cervicales.

### Evaluación de la muestra

Todas las radiografías digitales fueron evaluadas en la misma computadora. Los estadios de maduración esquelética cervical y el desarrollo dental fueron evaluados sólo por un observador entrenado.

### Evaluación de la maduración esquelética

La evaluación del estadio de CVM fue realizada en las radiografías cefalométricas según el método de Baccetti y col.

- CVM1: Los bordes inferiores de las tres vértebras (C2-C4) son planos. Los cuerpos de C3 y C4 son de forma trapezoidal.
- CVM2: Se observa una concavidad en el borde inferior de C2. Los cuerpos de C3 y C4 siguen siendo trapezoidales.
- CVM3: Se observan concavidades en el borde inferior de C2 y C3. Los cuerpos de C3 y C4 pueden ser trapezoidales o en forma de rectángulo horizontal.
- CVM4: Se observan concavidades en el borde inferior

de C2, C3 y C4. Los cuerpos de C3 y C4 son de forma rectangular horizontal.

- CVM5: Las concavidades en los bordes inferiores de C2, C3 y C4 aún están presentes. Por lo menos uno de los cuerpos de C3 y C4 son cuadrados.
- CVM6: Las concavidades en los bordes inferiores de C2, C3, y C4 son evidentes. Por lo menos uno de los cuerpos de C3 y C4 es rectangular vertical.

### Evaluación del desarrollo dental

La evaluación del desarrollo dental fue realizada en base a los estadios de Nolla de las segundas molares inferiores en las radiografías panorámicas.

- Estadio 0: Ausencia de cripta
- Estadio 1: Presencia de cripta
- Estadio 2: Calcificación inicial de la corona
- Estadio 3: Un tercio de corona completa
- Estadio 4: Dos tercios de la corona completa
- Estadio 5: Corona prácticamente completa
- Estadio 6: Corona completa
- Estadio 7: Un tercio de la raíz completa
- Estadio 8: Dos tercios de la raíz completa
- Estadio 9: Raíz prácticamente completa, pero con el ápice abierto.
- Estadio 10: Raíz completa y ápice cerrado

### Método estadístico

Se realizó un análisis univariado para determinar las frecuencias y porcentajes. Luego, el análisis de correlación Rho de Spearman para las variables de

maduración esquelética y desarrollo dentario.

### Calibración del investigador

Se realizaron las calibraciones inter-observador e intra-observador con el 20% de la muestra. Para la calibración inter-observador, la muestra seleccionada fue reevaluada por un operador entrenado. Para la calibración intra-observador, se evaluó la muestra con una semana de separación. Se calcularon los valores Kappa.

### RESULTADOS

Los valores de la calibración inter-observador fueron de 0.937 y 0.936 para la evaluación del estadio de Nolla de la segunda molar inferior derecha e izquierda respectivamente. El valor inter-observador para la evaluación del estadio de maduración esquelética en las vértebras cervicales fue de 0.932. Los valores de la

calibración intra-observador para la segunda molar inferior fueron de 0.937 y 0.811 para la derecha e izquierda respectivamente. El valor intra-observador para la evaluación del estadio CVM fue de 1.00.

La **tabla 1** muestra la distribución de edad de los sujetos agrupados por el estadio de maduración esquelética vertebral.

Podemos observar que para todos los estadios de maduración esquelética vertebral, la edad promedio de las mujeres es menor. El estadio CVM3 se da en las mujeres a una edad media de 10.26 años y el estadio CVM4 a una edad media de 12.35 años.

En los hombres, el estadio CVM3 se da a una edad media de 10.85 años y el estadio CVM4 a una edad media de 13.27 años.

Al evaluar la asociación entre el estadio de maduración esquelética vertebral y el estadio de desarrollo dentario de la segunda molar inferior, se evidencia que en el estadio de maduración CVM1, el 58.3% de

**Tabla 1.** Distribución de edad (años) para todos los sujetos agrupados por los estadios de maduración esquelética vertebral (CVM).

CVM	Genero	n	Edad(años)	
			Media	SD
1	Hombres	8	9.13	1.25
	Mujeres	4	8.75	0.96
2	Hombres	16	10.19	1.33
	Mujeres	9	9.33	1
3	Hombres	26	10.85	1.05
	Mujeres	23	10.26	1.14
4	Hombres	33	13.27	1.33
	Mujeres	69	12.35	1.36
5	Hombres	24	15.04	1.04
	Mujeres	45	14.38	1.13
6	Hombres	2	16	.00
	Mujeres	5	14.2	1.6

**Tabla 2.** Distribución de frecuencias entre el estadio de maduración esquelética vertebral (CVM) y el estadio de desarrollo dentario (Nolla) de la segunda molar inferior izquierda (pieza 37)

CVM \ NOLLA		5	6	7	8	9	10	Total
		1	frecuencia	1	7	4		
	porcentaje	8.3%	58.3%	33.3%				100%
2	frecuencia	4	6	11	3	1		25
	porcentaje	16%	24%	44%	12%	4%		100%
3	frecuencia		6	15	22	6		49
	porcentaje		12.2%	30.6%	44.9%	12.2%		100%
4	frecuencia		1	4	11	79	7	102
	porcentaje		1%	3.9%	10.8%	77.5%	6.9%	100%
5	frecuencia			1		6	62	69
	porcentaje			1.4%		8.7%	89.9	100%
6	frecuencia						7	7
	porcentaje						100%	100%
Total	frecuencia	5	20	92	36	92	76	264
	porcentaje	1.9%	7.6%	13.6%	13.6%	34.8%	28.8%	100%

**Tabla 3.** Distribución de frecuencias entre el estadio de maduración esquelética vertebral (CVM) y el estadio de desarrollo dentario (Nolla) de la segunda molar inferior derecha (pieza 47).

CVM \ NOLLA		5	6	7	8	9	10	Total
		1	frecuencia	1	7	4		
	porcentaje	8.3%	58.3%	33.3%				100%
2	frecuencia	4	7	10	4			25
	porcentaje	16%	28%	40%	16%			100%
3	frecuencia		6	16	20	7		49
	porcentaje		12%	32.7%	40.8%	14.3%		100%
4	frecuencia		1	4	11	79	7	102
	porcentaje		1%	3.9%	10.8%	77.5%	6.9%	100%
5	frecuencia			1		6	62	69
	porcentaje			1.4%		8.7%	89.9	100%
6	frecuencia						7	7
	porcentaje						100%	100%
Total	frecuencia	5	21	35	92	92	76	264
	porcentaje	1.9%	7.6%	13.6%	34.8%	34.8%	28.8%	100%

las segundas molares inferiores izquierdas y derechas se encuentran en estadio 6 de Nolla; ; para CVM2, el 44% de las izquierdas y el 40% de las derechas se encuentran en estadio Nolla 7; para CVM3, el 44.9% de las izquierdas y el 40.8% de las derechas se encuentran en Nolla 8; para CVM4 el 77.5% se encuentran en estadio 9 de Nolla; para CVM5, el 89.9% se encuentran en estadio Nolla 10.

Por último, el 100% de las molares en CVM6 se encuentran en Nolla 10 (Tabla 2 y 3).

Al evaluar la asociación entre el estadio de maduración esquelética vertebral y el estadio de desarrollo dentario de la segunda molar inferior izquierda en los hombres y mujeres, se evidenció que para CVM3 el 42.3% de las molares de los hombres y el 47.8% de las

molares de las mujeres se encuentran en Nolla 8.

Para CVM4, el 78.8% de las molares de los hombres y el 76.8% de las molares de las mujeres se encuentran en Nolla 9. Para CVM5, el 95.8% de las molares de los hombres y el 86.7% de las molares de las mujeres se encuentran en Nolla 10.

En el lado derecho, para CVM3 el 42.3% de las molares de los hombres y el 39.1% de las molares de las mujeres se encuentran en Nolla 8.

Para CVM4, el 81.8% de las molares de los hombres y el 75.4% de las molares de las mujeres se encuentran en Nolla 9. Para CVM5, el 95.8% de las molares en los hombres y el 86.7% de las molares en las mujeres se encuentran en Nolla 10.

El valor de correlación entre la maduración de las vértebras cervicales (CVM) con la segunda molar inferior fue de  $\rho = 0.888$  para la pieza 47 y  $\rho = 0.885$  para la pieza 37. La correlación entre la maduración de las vértebras cervicales (CVM) en hombres para la pieza 37 y 47 fue de  $\rho = 0.914$  y  $0.918$  respectivamente. Así mismo, en la mujeres para la pieza 37 y 47 fue de  $\rho = 0.849$  y  $0.851$  respectivamente. No existieron diferencias estadísticamente significativas por sexo, lo que indica que la correlación no depende del sexo.

## DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó la asociación entre la maduración esquelética de las vértebras cervicales y el desarrollo dental de las segundas molares inferiores, para lo cual se analizaron las radiografías cefalométricas y panorámicas de 264 pacientes entre 9 y 16 años de edad. La evaluación de la maduración esquelética y el desarrollo dentario es una práctica clínica común, especialmente por la posibilidad de modificar el crecimiento en ortodoncia y ortopedia dentofacial.<sup>12</sup> La madurez esquelética puede ser evaluada por medio de la maduración de la mano y muñeca, y maduración esquelética vertebral.<sup>1</sup> De comprobarse la asociación entre la maduración esquelética y el desarrollo dental, contaríamos con una herramienta de diagnóstico de primer nivel para estimar el tiempo en el que se produce el pico de crecimiento puberal. Este método ofrece una ventaja al método convencional de la radiografía de muñeca o radiografía cefalométrica, debido a que la exposición a la radiación adicional no sería necesaria si se pudiera evaluar la maduración esquelética a través de las radiografías de rutina.<sup>12,15,39</sup>

El método de la radiografía carpal es considerado el más estandarizado para la evaluación de la maduración esquelética, y está basado en el tiempo y secuencia de la aparición de los huesos carpales y ciertos eventos de osificación.<sup>13,40</sup> El uso de las vértebras cervicales para determinar la madurez esquelética

empieza desde la década de 1970, cuando Lamparski analizó los cambios morfológicos de la segunda a la sexta vértebra cervical y los clasificó en seis estadios de maduración. La mayoría de los estudios que evalúan la maduración esquelética en las vértebras cervicales muestran valores de reproducibilidad mayores al 90%.<sup>23,25,41-45</sup> Sin embargo existen estudios que cuestionan la metodología de estos e indican una pobre reproducibilidad.<sup>40,46-50</sup> A pesar de estos estudios, las investigaciones muestran que el método CVM es un método válido para evaluar el momento del pico máximo de crecimiento.<sup>26-30,40,51</sup> Soegiharto y col.<sup>52</sup>, Chang y col., Lai y col., y Uysal y col.<sup>42</sup>, citaron resultados de reproducibilidad en un rango del 85% al 98% utilizando radiografías de pacientes.<sup>40</sup> Para este estudio se utilizó el método de análisis de CVM de Baccetti y col.<sup>1</sup> este fue elegido por la facilidad en su ejecución, además de haber sido validado en la literatura como un método confiable para evaluar la maduración esquelética en las vértebras cervicales, al compararlo con el método de evaluación carpal.<sup>24,25,31</sup>

El desarrollo dental puede ser evaluado y sea por la fase de erupción dentaria o por el estadio de calcificación de los dientes, siendo el segundo más confiable debido a que la emergencia de los dientes puede estar alterada por factores locales, enfermedades sistémicas, y hábitos nutricionales.<sup>15,53-56</sup> Baccetti y col.<sup>57</sup>, encontraron que los caninos permanentes maxilares erupcionan más frecuentemente durante los estadios prepuberales del desarrollo esquelético, sin embargo la erupción puede ocurrir desde antes del inicio hasta el fin del pico de crecimiento. Asimismo, Franchi y col.<sup>58</sup> evaluaron las fases de la dentición para determinar la maduración esquelética, sin embargo determinaron que ni la dentición mixta tardía, ni la dentición permanente temprana era un indicador válido para el inicio del pico de crecimiento puberal. Por este motivo, para el presente estudio se decidió utilizar la evaluación del desarrollo dentario.

El desarrollo dental ha sido ampliamente investigado

como un potencial predictor de la maduración esquelética.<sup>34,36,37,39,59,60</sup> Lewis y Garn en 1960 encontraron relación entre ciertas etapas de formación dental y la maduración sexual.<sup>59</sup> Chertkow<sup>37</sup> en 1980 ya había descrito que el establecimiento de la formación de la raíz del canino mandibular antes del cierre apical se encontraba estrechamente relacionada con la aparición de otros indicadores de la maduración entre niños caucásicos.<sup>37</sup> Coutinho y col.<sup>34</sup>, en 1993 también evaluaron la relación entre el desarrollo del canino mandibular y los indicadores esqueléticos del pico de crecimiento puberal evaluado en radiografías carpales. Así como este, otros estudios también confirmaron la relación entre los estadios de calcificación dental del canino mandibular y los indicadores de maduración esquelética.<sup>61-66</sup> En otras investigaciones, se reporta que los estadios de calcificación del segundo molar mandibular muestran la mayor correlación con los estadios de la maduración esquelética al compararlos con otros dientes. Se ha sugerido que las variaciones raciales también juegan un rol en la relación de la maduración dentaria y esquelética.<sup>39</sup> Ha sido reportado que el origen étnico predominante de una población, el clima, la nutrición, los niveles socioeconómicos, y la urbanización son factores causales de estas variaciones raciales.<sup>53,67</sup> Asimismo, Soegiharto y col.<sup>52</sup> encontraron diferencias en el tiempo de maduración esquelética entre los sexos y en distintos grupos étnicos. Flores-Mir y col.<sup>68</sup> evaluaron niños peruanos con retraso en el crecimiento, encontrando una alta correlación entre las etapas de maduración esquelética de la falange media del tercer dedo y la calcificación del canino mandibular.

Mack y col.<sup>69</sup>, encontraron que el estadio de maduración cervical y la edad dental eran más avanzadas en sujetos con índice de masa corporal aumentado. Otros estudios han demostrado que los pacientes celíacos presentan un retraso en la edad esquelética y dental.<sup>70</sup> Chen y col.<sup>4</sup>, evaluaron la correlación entre la maduración esquelética y la maduración dental en el canino mandibular

izquierdo, primera y segunda premolar y segundas molares. Los autores encontraron que el coeficiente de correlación con el estadio de CVM más alto en las mujeres se daba con la segunda molar mandibular; sin embargo, en los hombres el canino mandibular tuvo la relación más cercana con el estadio CVM.<sup>4</sup> Krailassiri y col.,<sup>12</sup> encontraron una fuerte correlación entre los estadios de maduración esquelética y el desarrollo de las premolares y las segundas molares. Así mismo, Basaran y col.,<sup>53</sup> y Uysal y col.,<sup>15</sup> encontraron que la mayor correlación se encontró en las segundas molares. Debemos considerar que a menudo las premolares están sujetas a alteraciones y agenesias. Es por esto que no se recomienda utilizarlas como un indicador. Además, debido a la presencia de estructuras calcificadas que se superponen en los dientes maxilares, los dientes mandibulares han sido reportados como los mejores para la identificación de los estadios de maduración en las radiografías panorámicas.<sup>12,15,53</sup> Para este estudio se decidió evaluar la correlación de la maduración esquelética con la maduración dental de la segunda molar mandibular; siendo esta, una de las piezas más estudiadas y que, según la literatura, presenta la mayor correlación con los estadios de maduración esquelética; además de que rara vez presenta anomalías de número o forma, y es fácilmente visualizada en una radiografía panorámica. A pesar de que la mayoría de los estudios sólo toma un cuadrante dental como referencia para hacer la evaluación, nosotros decidimos tomar ambos cuadrantes inferiores, para así tener una muestra más representativa y poder observar si existe alguna diferencia entre ambos lados. Sin embargo, esta diferencia no se presentó, por lo que para estudios futuros o para el uso clínico recomendamos el uso de una sola hemiarcada.

En este estudio utilizamos las radiografías panorámicas para evaluar la maduración dental, debido a que son radiografías disponibles rutinariamente. Además, en estas se pueden evaluar múltiples piezas y la región mandibular se observa claramente.

De acuerdo con Franchi, Baccetti y McNamara Jr.,<sup>21</sup> los índices de maduración de las vértebras cervicales describen características antes del pico, durante la fase acelerativa de crecimiento (CVM 1 al 3), y características después del pico, durante la fase desacelerativa de crecimiento (CVM 4 al 6). Por ende, el pico de crecimiento puberal ocurre entre los índices vertebrales de 3 y 4.<sup>21,71</sup> Para nuestra muestra, el estadio CVM3 se produce en las mujeres a una edad media de  $10.26 \pm 1.14$  años, y en los hombres a una edad media de  $10.85 \pm 1.05$  años. Así mismo, el estadio CVM4 se observa en las mujeres a una edad media de  $12.35 \pm 1.36$  años, y en los hombres a una edad media de  $13.27 \pm 1.33$  años. Esto coincide con los registros en la literatura<sup>4,21,39,53,72,73</sup> que describen que el pico de crecimiento se produce antes en las mujeres. Kumar y col.,<sup>39</sup> analizaron las radiografías panorámicas y cefalométricas de 300 sujetos Indios para evaluar las relaciones entre los estadios de calcificación de la segunda molar y la madurez esquelética.

Los autores encontraron que los estadios CVM se presentan a una mayor edad promedio que en nuestra muestra. Para el estadio CVM3, ellos encuentran que se presenta en los hombres a los 12.77 años y en las mujeres a los 11.7 años, en nuestro estudio se presentaron a los 10.85 y 10.26 respectivamente. Así mismo, el estadio CVM4 se presentó a los 14.58 años en los hombres y a los 13.45 años en las mujeres; sin embargo en nuestro estudio este se presentó a los 13.27 en los hombres y 12.35 en las mujeres. Chen y col.,<sup>4</sup> evaluaron una población de niños de China, encontrando que el estadio CVM3 se presentaba en las niñas a los  $11.6 \pm 1.44$  años, y en los niños a los  $12.73 \pm 0.81$  años.

Sin embargo; Vieira y col.<sup>72</sup> en una población brasilera, encontraron que el pico de crecimiento inicia con mayor frecuencia a partir de los 10 años y 7 meses en las mujeres y a partir de los 12 años 7 meses en los hombres. Estos valores son más cercanos a los que pudimos observar en nuestra población. Rózylo-

Kalinowska y col.<sup>11</sup> encontraron una ocurrencia más temprana, de aproximadamente 6 meses, para cada estadio de maduración esquelética en las mujeres. Divyashree y col.<sup>73</sup> también encontraron que cada estadio de maduración esquelética ocurre antes en las mujeres en un rango de 0.1 a 1.5 años (0.78 años antes en promedio). En nuestra investigación, la ocurrencia fue más temprana en las mujeres para todos los estadios, sin embargo esta diferencia fue distinta para cada uno de ellos. El estadio CVM3 se presentó 0.6 años antes en las mujeres, y el estadio CVM4 se presentó 0.9 años antes en las mujeres; lo cual indicaría que los hombres tienen un periodo más amplio de pico de crecimiento.

En base al desarrollo dental, el género femenino se muestra en un estado más avanzado de formación dentaria en relación al género masculino de acuerdo a la edad de los individuos. Vieira y col.,<sup>72</sup> describen que las mujeres logran los estadios finales de calcificación dental más precozmente. Esto concuerda también con el estudio de Carvalho y col.,<sup>74</sup> los cuales evidenciaron que el género femenino tiende a ser más precoz en la cronología de mineralización dentaria. Divyashree y col.,<sup>73</sup> encontraron que a medida que la formación radicular progresa, los estadios de calcificación ocurren a una edad significativamente mayor en los hombres comparándolos con las mujeres.

Al evaluar los estadios de desarrollo dentario en relación al estadio de maduración esquelética; Krailassiri y col.,<sup>12</sup> encontraron que los patrones de maduración del desarrollo dentario muestran que los individuos hombres tienden a ser más avanzados en comparación con las mujeres en relación al mismo estadio CVM. Basaran y col.,<sup>53</sup> encontraron una mayor distribución de los hombres hacia un desarrollo dental más avanzado para el mismo estadio CVM. Chertkow<sup>37</sup> también reportó una marcada tendencia a una calcificación más avanzada evidente en los hombres. Uysal y col.,<sup>15</sup> determinaron que en la misma etapa de maduración esquelética, los hombres tenían una

tendencia a una calcificación dental más avanzada, y el patrón opuesto estaba presente en las mujeres.<sup>15</sup>

Estos resultados sugieren que la mineralización de los dientes relativa a los estadios de maduración esquelética deben ser considerados individualmente para hombres y mujeres. En nuestro estudio pudimos observar que los hombres llegan al final del desarrollo dentario en estadios más tempranos que las mujeres. Es así que para la segunda molar inferior, el 9.1% de los hombres en estadio CVM4 ya presentaban las molares en estadio de Nolla 10; sin embargo, sólo un 5.8% de las segundas molares de las mujeres en CVM4 se encontraban en Nolla 10. Rózylo-Kalinowska y col.<sup>11</sup> reportaron que al final del estadio CVM4, para hombres y mujeres, la mayoría de las segundas molares aún presentaban el ápice abierto lo cual concuerda con nuestros resultados.

Al evaluar la asociación entre el estadio de maduración esquelética vertebral y el estadio de desarrollo dentario de la segunda molar inferior, para el estadio CVM3, la mayor distribución de la muestra se encuentra entre Nolla 7 y 8 (Nolla 7: pieza 37: 30.6%, pieza 47: 32.7%; Nolla 8: pieza 37: 44.9%, pieza 47: 40.8%). Esto concuerda con el estudio de Chen y col,<sup>4</sup> que muestra que la segunda molar inferior se encuentra en un estadio correspondiente al estadio 8 de Nolla en CVM3. Sin embargo, Rózylo-Kalinowska y col,<sup>11</sup> encontraron que la mayor parte de las segundas molares en esta etapa se encontraban en un estadio G de Demirjian, el cual sería equivalente a un estadio 9 de Nolla. Para el estadio CVM4, el mayor porcentaje de las segundas molares de la muestra se encuentra en Nolla 9 (pieza 37: 77.5%, pieza 47: 77.5%). Esto concuerda con los hallazgos de Rózylo-Kalinowska y col,<sup>11</sup> que indican que la mayoría de las segundas molares (69.7% en las mujeres, y 78.3% en los hombres), aún se presentan mayormente en el penúltimo estadio del desarrollo dental. Con lo cual podemos deducir que el pico máximo de crecimiento puberal se produce cuando la segunda molar inferior se encuentra entre

Nolla 8 y Nolla 9. Kumar y col,<sup>39</sup> también concluyen en su estudio que el pico máximo de crecimiento se produce cuando la segunda molar inferior se encuentra entre los estadios F y G de Demirjian, los cuales equivalen a los estadios 8 y 9 de Nolla.

Los coeficientes de correlación entre la maduración esquelética y los estadios de desarrollo dentario para este estudio fueron bastante altos ( $\rho = 0.88$ ), además de estadísticamente significativos ( $P < 0.01$ ). Rózylo-Kalinowska y col.<sup>11</sup> encontraron que la correlación más fuerte entre CVM y maduración dentaria se dio en las segundas premolares en las mujeres ( $r = 0.59$ ) y los caninos en los hombres ( $r = 0.52$ ). Uysal y col,<sup>15</sup> encontraron que la correlación más alta se presentó con la segunda molar, obteniendo un valor de  $r$  de 0.826 y 0.706 ( $P < 0.01$ ) para las mujeres y hombres respectivamente. Coutinho y col,<sup>34</sup> reportaron unos coeficientes de correlación entre la maduración esquelética y el canino mandibular de 0.53 a 0.85. Similarmente, se ha reportado la correlación entre la maduración de distintos dientes mandibulares, excluyendo la tercera molar, y las fases de maduración esquelética. Sierra<sup>75</sup>, encontró la mayor correlación para el canino inferior de 0.7 a 0.8. Krailassiri y col,<sup>12</sup> reveló relaciones significativas ( $r = 0.31-0.69$ ,  $P < 0.01$ ) entre los estadios de calcificación dental y los estadios de maduración esquelética. El diente que presentó la mayor correlación fue el segundo premolar mandibular ( $r = 0.66$  en hombres,  $r = 0.69$  en mujeres).

El canino presentó una correlación de 0.65 en mujeres y 0.56 en hombres, y la segunda molar presentó una correlación de 0.68 en mujeres y 0.63 en hombres. Perinetti y col.,<sup>76</sup> encontraron coeficientes de correlación para los estadios de maduración dental con los estadios CVM en un rango de 0.71 a 0.77 para el canino y la segunda molar respectivamente. Chen y col,<sup>4</sup> encontraron coeficientes de correlación de la maduración esquelética con la maduración dental en un rango de 0.391 a 0.528 para las mujeres y de 0.464 a 0.496 para los hombres. Todos estos estadísticamente

significativos ( $P < 0.05$ ). Para las mujeres, la secuencia de dientes en orden de la menor a la mayor correlación fue el canino (0.391), segundo premolar (0.454), primera premolar (0.482), y segunda molar (0.528). Para los hombres, la secuencia fue primera premolar (0.464), segunda molar (0.467), segunda premolar (0.491), y canino (0.496). Basaran y col,<sup>53</sup> encontró coeficientes de correlación entre 0.421 y 0.911 para ambos sexos. Para los sujetos hombres, la secuencia de la menor a la mayor correlación fue la tercera molar, incisivo central, canino, primera premolar, segunda premolar, primer molar, y segundo molar. Para las mujeres, la secuencia de la menor a la mayor fue tercera molar, canino, segunda premolar, primera premolar, primer molar, incisivo central, y segunda molar.

Del presente estudio, la relación entre los estadios de formación dentaria y los indicadores de maduración esquelética permitirían al clínico identificar con mayor facilidad los estadios del periodo de crecimiento puberal en una radiografía panorámica. La simplicidad de la evaluación del desarrollo de los dientes, así como la alta disponibilidad de las radiografías intra y extraorales es decisiva en la aplicación del método de maduración dental como una herramienta para la evaluación inicial del nivel de maduración esquelética en el niño. En el estudio se encontró que una segunda molar inferior entre el estadio 7 y 8 de Nolla indicaría un CVM3 ( $\rho = 0.88$ ). Estos hallazgos demuestran la

utilidad de los estadios de calcificación dental como una herramienta diagnóstica simple de primer nivel para determinar la maduración esquelética.

## CONCLUSIONES

1. Existe una relación significativa entre el pico máximo de crecimiento y el desarrollo dentario de la segunda molar ( $\rho = 0.88$ ). El pico máximo de crecimiento inicia cuando la segunda molar inferior se encuentra entre el estadio 7 y 8 de Nolla.
2. El pico máximo de crecimiento se produce en los hombres y las mujeres cuando la segunda molar se encuentra entre los estadios de Nolla 7 y 8. La correlación entre el pico máximo de crecimiento y el desarrollo dentario de la segunda molar en los hombres es de  $\rho = 0.914$  y  $0.918$  para la pieza 37 y 47 respectivamente; y en las mujeres de  $\rho = 0.849$  y  $0.851$  para la pieza 37 y 47 respectivamente.
3. Las mujeres maduran esqueléticamente más rápido que los hombres (entre 6 meses y un año antes). En los hombres el inicio del pico máximo de crecimiento puberal se produce en promedio a los 10.85 años y en las mujeres a los 10.26 años.

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Dr. Hugo Aguayo Olivares y al Centro de Diagnóstico por Imágenes por su apoyo al facilitarnos el acceso a su base de datos.

## REFERENCIAS

1. Baccetti T, Franchi L, McNamara J. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dento-facial orthopedics. *Semin Orthod* 2005;11:119-29. Pancherz H. Treatment of Class II malocclusions by jumping the bite with Herbst appliance. A cephalometric investigation. *Am J Orthod* 1979;76:423-442.
2. Baccetti T, Franchi L, McNamara J. An improved version of the cervical vertebral maturation (CMV) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod* 2002;72:316-23.
3. Damian M, Cechinato F, Molina R, Woitchunas F. Relationship between cranial and mandibular growth and the stages of maturation of the cervical vertebrae. *J Appl Oral Sci* 2007;15(2):115-9.

4. Chen J, et al. Correlation between dental maturity and cervical vertebral maturity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:777-83.
5. Baccetti T, Franchi L, Toth L, McNamara J. Treatment timing for twin-block therapy. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2000;118:159-70.
6. Faltin K, Faltin R, Baccetti T, Franchi L, Ghiozzi B, McNamara J. Long-term effectiveness and treatment timing for bionator therapy. *Angle Orthod* 2003;73:221-30.
7. Caldas M, Ambrosano G, Neto F. Computer-assisted analysis of cervical vertebral bone age using cephalometric radiographs in Brazilian subjects. *Braz Oral Res* 2010;24(1):120-6.
8. Baccetti T. Malocclusions de classe II: bien choisir le moment du traitement pur optimiser l'effet orthopédique des appareils fonctionnels. *Orthop Fr* 2010;81:279-86.
9. Malmgren O, Ömblus J, Hägg U, Pancherz H. Treatment with an appliance system in relation to treatment intensity and growth periods. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91:143-151.
10. Hägg U, Pancherz H. Dentofacial orthopaedics in relation to chronological age, growth period and skeletal development. An analysis of 72 male patients with Class II división 1 malocclusion treated with the Herbst appliance. *Eur J Orthod* 1988;10:169-76.
11. Rózylo-Kalinowska I, et al. Relationship between dental age according to Demirjian and cervical vertebrae maturity in Polish children. *Eur J Orthod* 2011;33:75-83.
12. Krailassiri S, Anuwongnukroh N, Dechkunakom S. Relationships between dental calcification stages and skeletal maturity indicators in Thai individuals. *Angle Orthod* 2002;72:155-66.
13. Fishman L. Radiographic evaluation of skeletal maturation; a clinically oriented method based on hand wrist films. *Angle Orthod* 1982;52:88-112.
14. Gandini P, Mancini M, Andreani F. A comparison of hand-wrist bone and cervical vertebral analyses in measuring skeletal maturation. *Angle Orthod* 2006;76(6):984-9.
15. Uysal T, Sari Z, Ramoglu S, Basciftei F. Relationship between dental and skeletal maturity in Turkish subjects. *Angle Orthod* 2004;74:657-64.
16. Grave K, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod* 1976;69:611-9.
17. Mito T, Sato K, Mitani H. Cervical vertebral bone age in girls. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;122:380-5.
18. Björk A, Helm S. Prediction of the age of maximum pubertal growth in body height. *Angle Orthod* 1967;37:134-43.
19. Ruf S, Pancherz H. Frontal sinus development as an indicator for somatic maturity at puberty. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1996;110:476-82.
20. Bergersen E. The male adolescent facial growth spurt: its prediction and relation to skeletal maturation. *Angle Orthod* 1972;42:319-38.
21. Franchi L, Baccetti T, McNamara J. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 118(3):335-40.
22. O'Reilly M, Yanniello G. Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae-a longitudinal cephalometric study. *Angle Orthod* 1988;58:179-84.
23. Hassel B, Farman A. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995;107:58-66.
24. Gandini P, Mancini M, Andreani F. A comparison of hand-wrist bone and cervical vertebral analyses in measuring skeletal maturation. *Angle Orthod* 2006;76:984-9.
25. Flores-Mir C, Burgess C, Jensend R, Pitcher M, Major P. Correlation of skeletal maturation stages determined by cervical vertebrae and hand-wrist evaluations. *Angle Orthod* 2006;76:1-5.
26. García-Fernandez P, Torre H, Flores L, Rea J. The cervical vertebrae as maturational indicators. *J Clin Orthod* 1998;32(4):221-225.
27. Jaqueira L, et al. Determining skeletal maturation stage using cervical vertebrae: evaluation of three diagnostic methods. *Braz Oral Res* 2010;24(4):433-7.
28. San Román P, Palma J, Oteo MD, Nevado E. Skeletal maturation by cervical vertebrae development. *Eur J Orthod* 2002;24:303-11.
29. Caldas M, Ambrosano G, Haiter Neto F. Use of cervical vertebral dimensions for assessment of children growth. *J Appl Oral Sci* 2007;15(2):144

30. Caldas M, Ambrosano G, Haiter Neto F. New formula to objectively evaluate skeletal maturation using lateral cephalometric radiographs. *Braz Oral Res* 2007;21(4):330-5.
31. Kamal M, Ragini, Goyal S. Comparative evaluation of hand wrist radiographs with cervical vertebrae for skeletal maturation in 10-12 years old children. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2006;24(3):127-35.
32. Demirjian A, Buschang H, Tanguy R, Patterson D. Interrelationships among measures of somatic, skeletal, dental, and sexual maturity. *Am J Orthod* 1985;88:433-8.
33. Nolla C. The development of the permanent teeth. *J Dent Child* 1960; 27(2):254-66.
34. Coutinho S, Buschang P, Miranda F. Relationships between mandibular canine calcification stages and skeletal maturity. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1993;104:262-8.
35. Lamons F, Gray S. Study of the relationship between tooth eruption age, skeletal development age, and chronological age in sixty-one Atlanta children. *Am J Orthod* 1958;44:687-91.
36. Green L. Interrelationship among height, weight and chronological, dental and skeletal age. *Angle Orthod* 1961;31:189-93.
37. Chertkow S. Tooth mineralization as an indicator of the pubertal growth spurt. *Am J Orthod* 1980;77:79-91.
38. Alkhal H, Wong R, Rabie B. Correlation between chronological age, cervical vertebral maturation and Fishman's skeletal maturity indicators in southern chinese. *Angle Orthod* 2008;78(4):591-6.
39. Kumar S, et al. Skeletal maturation evaluation using mandibular second molar calcification stages. *Angle Orthod* 2012;82:501-6.
40. Santiago R, et al. Cervical vertebral maturation as a biologic indicator of skeletal maturity. A systematic review. *Angle Orthod* 2012;82:1123-31.
41. Ozer T, Kama J, Ozer S. A practical method for determining pubertal growth spurt. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130\_131.e1-6.
42. Uysal T, Ramoglu S, Basciftci F, Sari Z. Chronologic age and skeletal maturation of the cervical vertebrae and hand-wrist: Is there a relationship?. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:622-8.
43. Chen L, Xu T, Jiang J, Zhang X, Lin J. Quantitative cervical vertebral maturation assessment in adolescents with normal occlusion: A mixed longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:720.e1-720.e7.
44. Ball G, et al. Relationship between cervical vertebral maturation and mandibular growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:e455-e461.
45. Wong R, Alkhal H, Rabie B. Use of cervical vertebral maturation to determine skeletal age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:484.e1-484.e6.
46. Nestman T, et al. Cervical vertebrae maturation method morphologic criteria: por reproducibility. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:182-8.
47. Gabriel D, et al. Cervical vertebrae maturation method: Poor reproducibility. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:478.e1-478.e7.
48. Chatzigianni A, Halazonetis D. Geometric morphometric evaluation of cervical vertebrae shape and it's relationship to skeletal
49. Fudalej P, Bollen A. Effectiveness of the cervical vertebral maturation method to predict postpeak circumpubertal growth of craniofacial structures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:59-65.
50. Zhao X, et al. Validity and reliability of a method for assessment of cervical vertebral maturation. *Angle Orthod* 2012;82:229-34.
51. Soegiharto B, Moles D, Cunningham S. Discriminatory ability of the skeletal maturation index and the cervical vertebrae maturation index and the cervical vertebrae maturation index in detecting peak pubertal growth in Indonesian and white subjects with receiver operating characteristics analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:227-37.
52. Soegiharto B, Cunningham S, Moles D. Skeletal maturation in Indonesian and white children assessed with hand-wrist and cervical vertebrae methods. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:217-26.
53. Basaran G, Özer T, Hamamci N. Cervical vertebral and dental maturity in Turkish subjects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:447.e13-447.e20.
54. Warhekar A, Panjab W, Phulambrikar T. Correlation of radiographic and chronological age in human by using Demirjian's method: a radiographic study. *Journal of Indian Academy of Oral Medicine and Radiology* 2011;23(1):1-4.

55. Almonaitiene R, Balciuniene I, Tutkuvienė J. Factors influencing permanent teeth eruption. Part one - general factors. *Stomatologija*. 2010;12:67-72.
56. Grezzi Galli Tassi N, Franchi L, Baccetti T, Barbato E. Diagnostic performance study on the relationship between the exfoliation of the deciduous second molars and the pubertal growth spurt. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:769-71.
57. Baccetti T, Franchi L, De Lisa S, Giuntini V. Eruption of the maxillary canines in relation to skeletal maturity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133:748-51.
58. Franchi L, Baccetti T, De Toffol L, Polimeni A, Cozza P. Phases of the dentition for the assessment of skeletal maturity: A diagnostic performance study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133:395-400.
59. Lewis A, Garn S. The relationship between tooth formation and other maturational factors. *Angle Orthod* 1960; 30:70-77.
60. Engström C, Engström H, Sagne S. Lower third molar development in relation to skeletal maturity and chronological age. *Angle Orthod* 1983;53:97-106.
61. Hareesha K, Chaitanya Babu N. Co-relationship between mandibular canine calcification stages and skeletal maturity. *J Int Oral Health* 2010;2(3):41-7.
62. Nayak R, Nayak K, Hegde G. Assessment of growth using mandibular canine calcification stages and its correlation with modified MP3 stages. *International J Clin Pediatr Dent* 2010;3(1):27-33.
63. Sachan K, Sharma V, Tandon P. A correlative study of dental age and skeletal maturation. *Indian J Dent Res*. 2011;22(6)
64. Malik P, Rana V, Rehani U. To evaluate the relationship between mandibular canine calcification stages and skeletal age. *Int J Clin Pediatr Dent* 2012;5(1):14-19.
65. Toledo G, Otaño R. Concordancia entre los estadios de maduración esquelética y los estadios de calcificación dental. *Rev Cubana Estomatología* Khan R, Ijaz A. Correlation of dental calcification and skeletal maturity indicators. *Annals* 2011;17(1):22-6.
66. Mappes M, Harris E, Behrentis R. An example of regional variation in the tempos of tooth mineralization and hand-wrist ossification. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101:145-51.
67. Flores-Mir C, Mauricio F, Orellana M, Major P. Association between growth stunting with dental development and skeletal maturation stage. *Angle Orthod* 2005;75:935-40.
68. Mack K, Phillips C, Jain N, Koruluk L. Relationship between body mass index percentile and skeletal maturation and dental development in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143:228-34.
69. Costacurta M, Condò R, Sicuro L, Perugia C, Docimo R. Cervical vertebral maturation and dental age in coeliac patients. *Oral Implantol* 2011;4(3):1
70. Gu Y, McNamara J. Mandibular growth changes and cervical vertebral maturation. *Angle Orthod* 2007;77(6):947-53.
71. Vieira C, Oliveira A, Ribeiro C, Lima A. Relação entre os índices de maturação das vértebras cervicais e os estágios de calcificação dentária. *Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial* 2009;14(2):45-53.
72. Divyashree R, Dinesh M, Amarnath B. Reliability of permanent mandibular canine calcification as an indicator of skeletal maturity in Karnataka population. *World Journal of Dentistry* 2010;1(1):7-11.
73. Carvalho A, Carvalho A, Santos-Pinto M. Estudio radiográfico do desenvolvimento da dentição permanente de crianças brasileiras com idade cronológica variando entre 84 e 131 meses. *Rev. Odontol. UNESP. Marília* 1990;19(1):31-9.
74. Sierra A. Assessment of dental and skeletal maturity. A new approach. *Angle Orthod* 1987;57:194-208.
75. Perinetti G, et al. Diagnostic performance of dental maturity for identification of skeletal maturation phase. *Eur J Orthod* 2012;34:487-92.

Recibido: 01-09-2014

Aceptado: 01-12-2014

Correspondencia: shereenaf@gmail.com

# Biomecánica de alambres pre-calibrados durante el cierre de espacios de extracción y manejo de diferentes situaciones clínicas

*Biomechanics of pre-calibrated wires during extraction space closure and management of different clinical situations*

René Yabar<sup>1</sup>, Flavio Uribe<sup>2</sup>, Ravindra Nanda<sup>3</sup>

## RESUMEN

El manejo adecuado de espacios producto de extracciones planificadas durante el tratamiento de ortodoncia es un reto que se presenta a diario en la práctica ortodóntica. Las dos estrategias más utilizadas son la técnica de cierre con fricción y la técnica de cierre sin fricción. El propósito del presente artículo es describir el manejo clínico de los arcos pre-calibrados para el cierre de espacios, utilizando una técnica mixta con y sin fricción y el concepto de diferencia de momentos como estrategia de control de anclaje. Además, serán descritas otras situaciones clínicas en las que los arcos pre-calibrados son usados.

**Palabras clave:** Biomecánica, Cierre de espacios, Fricción en ortodoncia.

## ABSTRACT

Space closure in cases of orthodontic treatment with extractions is a daily challenge in orthodontic practice. The two most common techniques are the friction and the frictionless technique. The aim of this paper is to describe the clinical management of pre-programed arch-wires for space closure, using a friction and frictionless mixed technique and the differential moment concept, as the only strategy for anchorage control. Also other clinical situations, in which pre-programed arch-wires are used, will be described.

**Keywords:** Biomechanic, Space closure, Friction in orthodontics.

## INTRODUCCIÓN

En la literatura ortodóntica, el proceso de cierre de espacios de extracción ha recibido mucha atención, ya que su manejo apropiado permite alcanzar los objetivos trazados durante la planificación de

tratamiento. Tradicionalmente se consideran dos técnicas de cierre de espacio: técnica con fricción y técnica libre de fricción.<sup>1-7</sup> Adicionalmente, hay autores que proponen mecanismos mixtos para este

<sup>1</sup> Ex Post Doctoral Fellow en Ortodoncia. Universidad de Connecticut.

<sup>2</sup> Director del Programa de Ortodoncia. Universidad de Connecticut.

<sup>3</sup> Profesor Jefe del Programa de Ortodoncia. Universidad de Connecticut

propósito y los consideran complementarios.<sup>8-10</sup>

El propósito del presente artículo es describir el uso clínico de algunos alambres pre-calibrados creados en el Departamento de Ortodoncia de la Universidad de Connecticut por el Dr. Ravindra Nanda, como el Arco de Intrusión de Connecticut (CIA) confeccionado con alambre de Niquel-Titanio<sup>34</sup> y el resorte de cierre Mushroom loop (M-loop) fabricado con alambre de CNA Beta-Titanio,<sup>13,35</sup> una modificación del T-loop, ambos utilizados para el cierre de espacios de extracción y manejo de anclaje. Además otras aplicaciones clínicas de estos alambres serán descritas.

## DISCUSIÓN

El cierre de espacios con la técnica con fricción es la más comúnmente usada por los ortodoncistas. En ella, el bracket se desliza a lo largo de un alambre ortodóntico a medida que el o los dientes se desplazan. Los momentos son obtenidos mediante arcos continuos, los cuales son torsionados en puntos mesial y distal al bracket, con la finalidad de producir cuplas. La fuerza de cierre es obtenida mediante módulos elastoméricos o resortes de alambre. La resultante instantánea de la proporción momento/fuerza, determina el tipo de movimiento dental. El refuerzo de anclaje se obtiene con aparatos ortodónticos adicionales como el arco transpalatal, botón de Nance, arco extraoral, arco lingual, elásticos inter-maxilares o microtornillos. Algunos efectos no deseados que se pueden presentar con esta técnica son: inclinación excesiva de los segmentos a cerrar, pérdida del control vertical con la consecuente extrusión de incisivos y pérdida de anclaje. Además, la cooperación del paciente con el uso de elásticos intermaxilares y/o arco extra-oral por periodos pro-

longados de tiempo es necesaria.<sup>1,2,11,12</sup>

Aunque el manejo de la técnica con fricción puede llevar a resultados satisfactorios, la magnitud de las fuerzas que se utilizan no pueden ser determinadas fácilmente, debido a la fricción desarrollada en la interfase bracket/alambre ortodóntico, la cual produce fuerzas menos predecibles y magnitudes relativamente desconocidas.<sup>11-15</sup>

En la técnica de cierre de espacios sin fricción, la incorporación de dobleces sobre segmentos de alambres o arcos continuos, permite configurar resortes, que manejados apropiadamente, posibilitan desarrollar momentos y fuerzas que nos aproximan no solo al movimiento dental deseado, sino a una adecuada estrategia de control de anclaje.<sup>8,9,16-19</sup>

Durante los últimos 40 años, la literatura ortodóntica ha mostrado intentos para desarrollar resortes efectivos durante el cierre de espacios de extracción, como los resortes verticales y sus modificaciones, adaptaciones de resortes en cantilever, resortes triangulares como el resorte en delta doble de Ricketts y sus modificaciones, resortes en Bull y sus modificaciones,<sup>20-26</sup> pero probablemente sea el resorte en T (T-loop), desarrollado por Burstone, el más estudiado.

El resorte en T es un elemento fundamental en la técnica segmentada y su versatilidad y eficiencia lo ha llevado a constituirse en una de las primeras herramientas con las que cuenta el ortodoncista para conseguir simultáneamente, los objetivos biomecánicos de control de anclaje y desarrollo de movimientos controlados.

Además, su eficacia ha sido probada mediante numerosos estudios a través de modelos teóricos, experimentales y clínicos.<sup>27,28,29,30,31,32,33</sup>

## DIFERENCIA DE MOMENTOS Y DOBLEZ EN "V"

En 1988, Burstone describió los sistemas de fuerzas y momentos desarrollados al doblar segmentos de alambres en forma de "V" o en escalón ("step bends"), los clasificó en seis sistemas y los llamó geometrías.<sup>16</sup> Dependiendo de la ubicación del doblez (proximidad al segmento anterior o posterior), se pueden conseguir diferentes momentos y fuerzas verticales. Nanda, basado en la geometría IV, desarrolló la técnica de diferencia de momentos anterior y posterior como una herramienta eficiente para el control de anclaje, sin necesidad de la utilización de aparatos ortodónticos adicionales, la cual ha sido probada clínicamente.<sup>6,13,34,36</sup> A continuación se describirán diferentes situaciones clínicas en las que este principio puede ser aplicado.

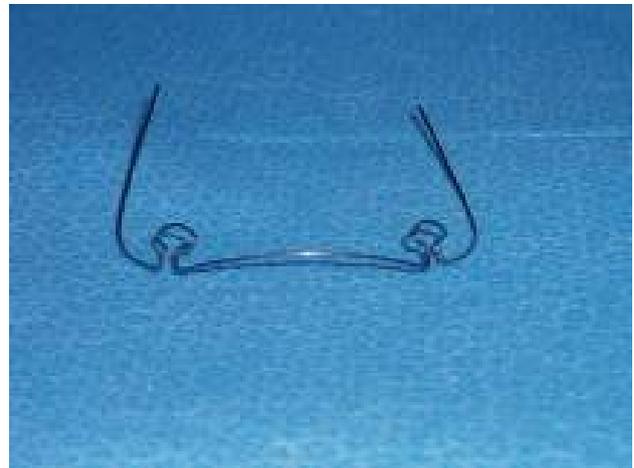
## CIERRE DE ESPACIOS DE EXTRACCIÓN

En ciertos casos de camuflaje de maloclusión clase II división 1 dentoalveolar, en los que extracciones de primeras premolares superiores y anclaje moderado son necesarios, la geometría IV es una opción apropiada. Consiste en un sistema de fuerzas y momentos en equilibrio en los que, en el segmento anterior se aplica una fuerza vertical intrusiva y en el posterior, un momento horario y una fuerza vertical

extrusiva, con el doblez en "V" excéntricamente posicionado. Por tratarse de un sistema estáticamente determinado, la magnitud de fuerzas y momentos son conocidos.<sup>13,16</sup>

Para el cierre de espacios en dos etapas, donde inicialmente la retracción de caninos es planificada, se utiliza un sistema mixto: un arco base de alambre redondo (0.018" o 0.020") de acero inoxidable es insertado en los tubos principales de las bandas de primeras molares superiores y un resorte de retracción de níquel-titanio o cadena elastomérica que conectan la primera molar superior con el canino superior, ejercen una fuerza horizontal de cierre.

Adicionalmente, un arco CIA pre-calibrado de Ni-



**Figura 1:** CIA: Arco de Intrusion de Connecticut. TMA 0.017" x 0.025".

**Figura 2:** M-loop pre-activados con Gable bends anterior y posterior



**Figura 3:** Secuencia de tratamiento con extracciones: retracción de canino superior utilizando el CIA y cierre de espacios en masa utilizando el M-loop

quel-Titanio (0.017" x 0.025") (**figura 1**) con el doblez en "V" próximo al segmento posterior es insertado en tubos auxiliares de las primeras molares. En el segmento anterior, este arco va amarrado en puntos distales a los incisivos laterales, ejerciendo una fuerza intrusiva. De esta manera, el arco de alambre redondo permitirá el deslizamiento del

bracket, con una fricción reducida y el arco CIA permitirá el control de anclaje desarrollando un mayor momento posterior. Además reducirá la tendencia a una excesiva deflexión del alambre redondo en el segmento bucal que podría producir extrusión de los dientes anteriores e incremento de la sobre mordida vertical.<sup>6,13,16,34</sup>



**Figura 4:** Técnica segmentada. Corrección simultánea de mordida profunda anterior y relación molar de clase II de media cúspide con el CIA TMA 0.017" x 0.025".

Una vez distalizados los caninos, para el cierre en masa del espacio residual distal a los incisivos laterales, el Mushroom-loop es utilizado, el cual puede ser posicionado céntrica o excéntrica, dependiendo de los requerimientos de anclaje. Con la finalidad de incrementar el anclaje en el segmento posterior, se introducen dobleces asimétricos en Gable, con una angulación mayor en el segmento

posterior, con el consecuente incremento de momento en este segmento (**figura 2**).<sup>6,13,34</sup>

De esta manera, la técnica de diferencia de momentos para el cierre de espacios es utilizada como única estrategia para el control el anclaje posterior. El cierre de espacios se conseguirá a través de un movimiento de los dientes anteriores que secuencial-



**Figura 5:** Corrección de mordida profunda anterior manteniendo segmentos posteriores



**Figura 6:** Corrección de mordida abierta dental con el arco de extrusión TMA 17x25

mente pasaran por un movimiento de inclinación controlada, movimiento a cuerpo entero y corrección del torque radicular.<sup>6,13,16,27-29,32,34</sup> La siguiente secuencia de fotos muestra un caso en el que esta técnica es utilizada (**figura 3**).

#### **OTRAS APLICACIONES CLÍNICAS:**

Otras aplicaciones de los alambres pre-calibrados son: corrección de mordida profunda y relación molar de clase II de media cúspide, como es

el caso de ciertas maloclusiones de clase II división 2. En estas situaciones, inicialmente un segmento de alambre es utilizado para el nivelamiento y alineación del sector anterior-superior. Una vez que esta corrección es obtenida, un arco de intrusión CIA de Niquel-Titanio 0.017" x 0.025" es utilizado para corregir la relación molar y reducir la mordida profunda simultáneamente (**figura 4**). La fuerza intrusiva ejercida es constante y de baja magnitud (aproximadamente 20 gr. de fuerza a cada incisivo), reduciendo la posibilidad de reabsorción radicular.

La corrección final de la inclinación corono/distal de la molar superior, consecuencia del momento posterior, puede ser obtenida con alambres continuos o un arco extraoral utilizado por un periodo breve. Si es necesaria únicamente la corrección de mordida profunda, esta puede ser obtenida diferencialmente para dos incisivos centrales o los cuatro incisivos superiores. En estos casos, un segmento rígido de alambre de acero en los segmentos bucales controlará el momento posterior, manteniendo la relación molar inalterada (**figura 5**). Para la corrección dentaria de mordidas abiertas dentoalveolares, Lindauer invirtió el CIA y lo utilizo como un arco de extrusión.<sup>37</sup> El sistema de fuerzas desarrollado es

opuesto y el refuerzo del anclaje en los segmentos bucales es más estricto para eliminar efectos no deseados como la inclinación anti-horaria del plano oclusal. Para esto, elásticos verticales o en triángulo son necesarios (**figura 6**).

## CONCLUSIONES:

Los arcos ortodónticos pre-calibrados fueron creados con la finalidad de simplificar el trabajo clínico de los ortodoncistas. Nanda, utilizando principios de la técnica segmentada de Burstone, los adaptó a una mecánica de arco continuo para la corrección de diversas maloclusiones como mordidas profundas, mordidas abiertas, planos oclusales inclinados y durante el cierre de espacios en casos con extracciones.

La predictibilidad del sistema de fuerzas desarrollado con estos arcos, permite manejar apropiadamente estas maloclusiones sin la necesidad de aparatos ortodónticos adicionales o cooperación mínima del paciente. Además las fuerzas ligeras y baja proporción de carga/deflexión desarrollados, permite periodos de activación más prolongados.

## REFERENCIAS

1. Borster CH, Jhonston LE. A Clinical Investigation of the Concepts of Differential and Optimal Force in canine Retraction. *Angle Orthod* 1974 Apr; 44(2):113-9.4.
2. Braun S, Sjurson RC, Legan H. On the management of extraction sites. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1997; 112:645-55.
3. Braun S, Garcia JL. The Gable bend revisited. *J Orthod Dentofac Orthop* 2002; 122: 523-7.
4. Burstone CJ, Koening HA. Optimizing anterior and canine retraction. *American Journal of Orthodontics* 1976; 70: 1-19.
5. Kulhberg A J, Priebe DN. Space closure and Anchorage Control. *Seminars in Orthodontics* 2001; 7: 42-49. Kusy RP, Tulloch JFC. Analysis of moment ratios in the mechanics of tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1986; 90: 127-31.
6. Kusy RP, Tulloch JFC. Analysis of moment ratios in the mechanics of tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1986; 90: 127-31
7. Haskell B, Spencer W. Auxiliary Springs in Continuous Arch Treatment: Part I. An Analytical Study Employing the Finite Element Method. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1990;98:387-97.
8. Haskell BS, Spencer WA, Day M. Auxiliary springs in continuous arch treatment: Part 2. Appliance use and case reports. *J Orthod Dentofac Orthop* 1990; 98: 488-98.

9. Braun S and Marcotte MR. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 1995;108:1-8.
10. Graber L, Vanarsdall R. Orthodontics. Current Principles and Techniques. Fifth Edition. Mosby. 2012.
11. Proffit W, Fields H. Contemporary Orthodontics. Fifth Edition. Mosby. 2013.
12. Nanda R. Biomechanics and Esthetic Strategies in Clinical Orthodontics. Elsevier Saunders, Philadelphia 2005.
13. Burstone CJ. Modern Edgewise Mechanics & the Segmented Arch Technique. 1995.
14. Meister M, Masella RS. Differential moments: An anchorage system. Am J Orthod Dentofac Orthop 2005; 128: 273-276.
15. Burstone CJ, Koenig HA. Creative wire bending- The force system from step and V bends. American Journal of Orthodontics 1988; 93: 59-67.
16. Manhartsberger C, Burstone CJ. Space closure in adult patients using the segmented arch technique. Angle Orthodontist 1989; 59: 205-210.
17. Marcotte MR. Prediction of orthodontic tooth movement. Am J Orthod Dentofac Orthop 1976; 69: 511- 523.
18. Choy K, Pae EK, Kim KH et al. Controlled Space Closure with a Statically Determinate Retraction System. Angle Orthod 2002; 72: 191-198.
19. Faulkner MG, Lipsett AW, El-Rayes K et al. On the use of vertical loops in retraction systems. Am J Orthod Dentofac Orthop 1991; 99 (4): 328-36.
20. Crismani AG, Freudenthaler JF, Bernhart T et al. Rectangular loops in Inconsistent Force Systems: A Laboratory Investigation. Journal of Oro-facial Orthopedics 2002; 63: 105-12.
21. Darendeliler MA, Darendeliler H, Uner O. The drum spring (DS) retractor: a constant and continuous force for canine retraction.
22. Dincer M, Gulsen A, Turk T. The retraction of upper incisors with the PG retraction system. European Journal of Orthodontics 2000; 22:33-41.
23. Do Amaral M. The wire material and cross-section effect on double delta closing loops regarding load and spring rate magnitude: An in vitro study. Am J Orthod Dentofac Orthop 1999; 115: 275-82.
24. Do Amaral M, Torino F, Aparecido S et al. Experimental force definition system for a new orthodontic retraction spring. Angle Orthod 2005; 75: 334-343.
25. Eden JD, waters NE. An investigation into the characteristics of the PG canine retract. Am J Orthod Dentofac Orthop 1994; 105- 49-60.
26. Kuhlberg A J, Burstone CJ. T-loop position and anchorage control. Am J Orthod Dentofac Orthop 1997; 112: 12- 8
27. Chen J, Markham DL, Katona TR. Effects of T- Loop Geometry on its force and moments. Angle Orthodontist 200; 70: 48-51.
28. Faulkner MG, Fuchshuber P, Habersock D et al. A Parametric study of the force moment systems produced by T-Loop retraction springs. J. Biomechanics 1989; 22: 637-647.
29. Gjessing P. Biomechanical design and clinical evaluation of a new canine- retraction spring. American journal of Orthodontics 1985; 87: 353-362.
30. Hoenigl KD, Freudenthaler J, Marcotte MR et al. The centered T- Loop- a new vary of pre-activation. Am J Orthod Dentofac Orthop 1995; 108:149-53.
31. Kuhlberg A J, Priebe D. Testing Force Systems and Biomechanics-Measured Tooth Movements from Differential Moment Closing Loops. Angle Orthod 2003; 73: 270-280.
32. Menghi C, Planert J, Melsen B. 3-D experimental identification of force systems from orthodontic loops activated for first order corrections. Angle Orthod 1999; 69: 49-57.
33. Nanda R, Marzban R, Kuhlberg A. The Connecticut Intrusion Arch. J Clin Orthod 1998;32:708-7 15.
34. Kayalioglu M, Toroglu S. Evaluation of the effects of the CNA Mushroom Loop Archwire in the Retraction of the Upper Incisors. A preliminary study. Orthodontics 2005; 1:113-9.
35. Rajcich M M, Sadowsky C 1997 Efficacy of intraarch mechanics using differential moments for achieving anchorage control in extraction cases. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 112:441-448.
36. Isaacson R, Lindauer S. Closing anterior open bites: The extrusion arch. Seminars in Orthodontics. 2001, 7(1): 34-41.

Recibido: 27-05-2014

Aceptado: 15-08-2014

Correspondencia: rene.yabar@aaomembers.org

## EL DILEMA DEL ORTODONCISTA: ¿MANEJO TEMPRANO O TRATAMIENTO TARDÍO DEL APIÑAMIENTO DE LOS INCISIVOS INFERIORES?

*The orthodontist dilemma: early management or delayed treatment of lower incisors crowding?*

*Sergio Weimberger<sup>1</sup>*

### RESUMEN

Este artículo describe el manejo del apiñamiento anterior mandibular al erupcionar los incisivos laterales permanentes inferiores. Cuatro factores permiten que los incisivos permanentes erupcionen y se alineen favorablemente: espacio interdental, distancia intercanina, incremento del perímetro del arco, y la proporción del tamaño entre los dientes primarios y los permanentes.

**Palabras clave:** Apiñamiento, Incisivos inferiores, Manejo temprano.

### ABSTRACT

The present paper describes the management of lower incisors crowding at the time of the eruption of the permanent lower lateral incisors. There are four factors allowing the permanent incisors to erupt and align favorably: Interdental spacing, inter-canine distance, increment of the arch perimeter, and size ratio between primary and permanent teeth.

**Keywords:** Crowding, Lower incisors, Early approach.

### INTRODUCCIÓN

La insatisfacción por el apiñamiento e irregularidad de los incisivos inferiores, es la razón más prevalente por la cual los pacientes buscan tratamiento ortodóntico.<sup>1</sup> El problema del apiñamiento incisivo mandibular es un fenómeno bien establecido, causa por la cual ha sido ampliamente debatido en la literatura a través de los años. Muchos investigadores han tratado de establecer los factores que con-

tribuyen al apiñamiento de los incisivos inferiores. Harvold<sup>2</sup> concentró sus estudios en los efectos de la presión de los tejidos blandos y reportó que el volumen y posición de la lengua están implicados en el apiñamiento incisivo. Moss y Picton<sup>3</sup> reportaron que la inclinación incisal estaba influenciada por presión de las mejillas. Keeling<sup>4</sup> reportó relación entre el apiñamiento incisal y las características

<sup>1</sup> Profesor asociado Facultad de Odontología, Universidad de Western. Doctor en Odontología Universidad de Western, London Ontario, Canadá. Especialista en Odontopediatría y Ortodoncia. Fellow del Royal College de Canadá. Diplomado del American Board de odontopediatría. Master en odontología clínica.

morfológicas de la mandíbula. Richardson<sup>5,6</sup> indicó que el movimiento anterior del primer molar permanente erupcionado es importante en el apiñamiento tardío del maxilar inferior.

Es más, el componente de la fuerza oclusal anterior, y oclusión anterior, tales como el overjet y overbite están también relacionados con el apiñamiento.

Otros autores han tratado de relacionar la posición de los incisivos a variables esqueléticas.<sup>7,8</sup> Leighton y Hunter<sup>7</sup> encontraron que los pacientes con apiñamiento incisivo inferior presentaban planos mandibulares elevados, altura facial posterior corta, menor incremento en el tamaño de mandíbula, entre las edades de 9 y 14 años, y rotación de crecimiento en sentido horario de la mandíbula. También se ha propuesto que el fenómeno de los terceros molares es una variable más que contribuye al apiñamiento incisivo. Sin embargo, al respecto, la principal conclusión derivada es que la extracción de los terceros molares para reducir o prevenir apiñamiento incisivo tardío no se justifica.<sup>9</sup>

Avrum y col.<sup>10</sup> han demostrado que el mayor crecimiento vertical, erupción de los incisivos, y en especial la divergencia facial, están relacionados con mayor apiñamiento incisivo después del tratamiento de ortodoncia.<sup>10</sup> En realidad, muchas de estas posibles causas del apiñamiento mencionadas anteriormente, no dejan muchas oportunidades de intervención para el ortodoncista. Quizá el mayor problema esté en que no hay muchas formas prácticas de prevenir e interceptar dicho apiñamiento, manipulando estas variables.

Sin embargo, otras variables que contribuyen al apiñamiento incisivo y que se prestan a intervención por parte del ortodoncista serán revisadas en este artículo. Para fines de esta revisión, la intervención

temprana se refiere a la etapa de desarrollo dental cuando los laterales permanentes hacen erupción.

Las siguientes variables que deben ser tomadas en cuenta y que afectan el alineamiento de los incisivos inferiores son:

- Espacio interdental



Figura 1



Figura 2

- Distancia intercanina
- Incremento del perímetro del arco
- La diferencia entre el tamaño de los incisivos primarios y permanentes

La distancia intercanina se refiere a la distancia entre las cúspides de caninos primarios (Figura 3). A medida que incrementa la distancia, esto puede ali-

viar el apiñamiento temprano. El incremento en la distancia intercanina entre los 2 años y la madurez es de menos de 4 mm en el maxilar inferior.<sup>12</sup> Hagberg<sup>13</sup> sugiere que una distancia intercanina de 28 mm o mayor muestra poco riesgo de apiñamiento.

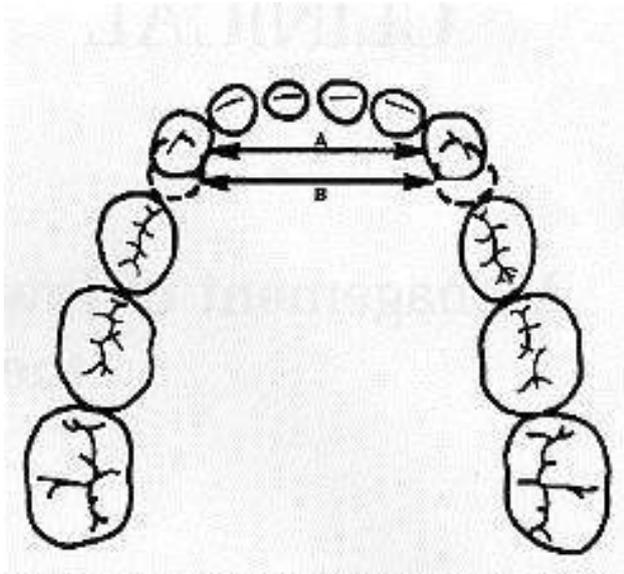


Figura 3

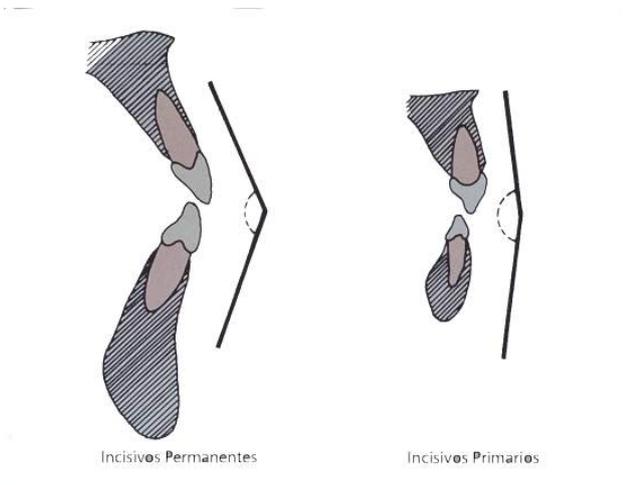


Figura 4

Una distancia de menos de 26 mm en niños entre 7 y 10 años puede asociarse con apiñamiento.

El incremento en el perímetro del maxilar inferior ocurre al momento de erupcionar los incisivos late-

rales permanentes.

Los incisivos primarios presentan una angulación mayor a los permanentes (Figura 4).

Sanin y Savara<sup>14</sup> encontraron que niños sin apiñamiento en dentición permanente tienden a presentar incisivos permanentes centrales labialmente inclinados.

La diferencia en el tamaño entre los incisivos primarios y permanentes, es otra variable que se ha investigado también.<sup>15-18</sup>



Figura 5A

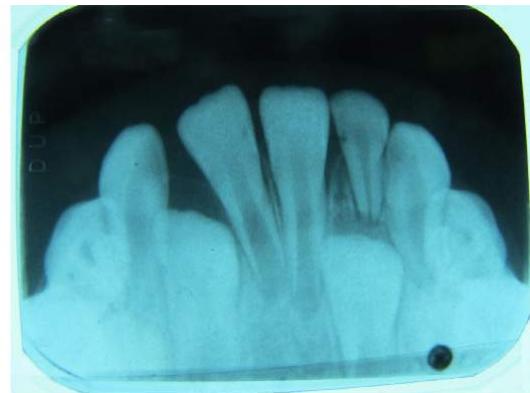


Figura 5B

Un tamaño pequeño de los incisivos permanentes en comparación de los primarios es favorable para el buen alineamiento de los incisivos, lo cual no

ocurre en caso contrario.

### Manejo del apiñamiento de los incisivos inferiores:

Las causas del apiñamiento inferior después del tratamiento ortodóntico tardío parecen ser multifactoriales, Dale<sup>19</sup> propone intervención y tratamiento temprano. La idea es de comenzar el tratamiento ortodóntico con incisivos inferiores alineados tempranamente y así poder prevenir en lo posible, el apiñamiento tardío. Las figuras 5A y 5B muestran la etapa de erupción dental anterior donde el ortodoncista necesita intervenir para interceptar el api-

ñamiento anteroinferior. Foley, Wright y Weinberger,<sup>23</sup> sugieren métodos para tratar el apiñamiento al momento de la erupción de los incisivos laterales. Este artículo expande esos principios. ¿Cuáles son las opciones para el manejo del apiñamiento?

### Observación

Proffitt y Fields<sup>20</sup> notaron que un periodo de apiñamiento de los incisivos mandibulares inferiores puede ser una etapa de desarrollo normal en niños. Por consiguiente, sugieren que casos con menos de 2 mm de apiñamiento usualmente se resuelven sin intervención. Otro método para decidir si inter-

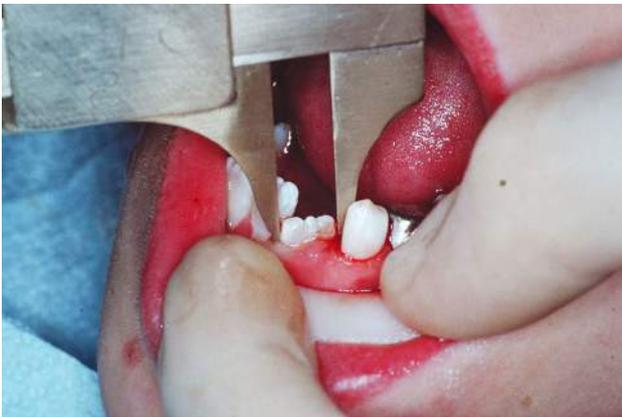


Figura 6A



Figura 6B



Figura 7

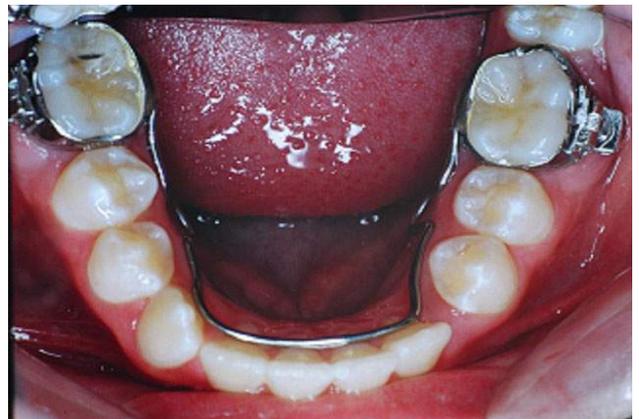


Figura 8

venir o no, es siguiendo el método de Hagberg<sup>13</sup> donde casos con una distancia intercanina mayor de 28 mm no resultará en apiñamiento. En casos de menos de 26 mm. algún tipo de intervención será necesario.



Figura 9A



Figura 9B

### Reducción de dientes primarios

La reducción de los caninos primarios va a favorecer al alineamiento de los incisivos laterales. Los casos ideales para este procedimiento son los casos que presentan entre 3 y 4 mm de apiñamiento. El objetivo de este tratamiento es el de transferir el apiñamiento anterior, a los segmentos posteriores, hacia la zona que viene a ser, el espacio de Leeway<sup>17,21,22</sup> (Figura 6A).

En algunas ocasiones, seguir con este procedimiento y reducir los molares primarios a medida que los incisivos, caninos y premolares erupcionan, puede ser muy favorable para el correcto alineamiento (Figura 6B).

### Extracción

La extracción de caninos primarios se reserva para casos donde el apiñamiento es entre 4 y 9 mm. La extracción de los caninos primarios ayuda a resolver la posición de los incisivos, o también prevenir el desarrollo de un problema periodontal (Figura 7).

Se tiene que tener en cuenta, que con este procedi-

miento, los incisivos pueden lingualizarse y de esta forma disminuir el perímetro del arco y contribuir a una mordida profunda. Si este es el caso, un arco lingual, evitará estos efectos no deseados (Figura 8). El arco lingual debe de ser diseñado en forma de herradura (Figuras 9A y 9B). Arcos linguales adaptados a la irregularidad de los incisivos, por lo general mantiene la irregularidad (Figuras 10A, 10B, y 10C). Los incisivos tienden a alinearse antes de la erupción de los caninos.

Casos con más de 10 mm de apiñamiento requieren comúnmente extracción de dientes primarios continuando con la extracción de piezas permanentes, a lo que comúnmente se le conoce como extracción seriada. Otros factores sin embargo se tendrán

que tener en cuenta, como por ejemplo el tipo de maloclusión y el tipo de crecimiento del paciente (Figuras 11A y 11B).

## DISCUSIÓN

El tratamiento interceptivo temprano para eliminar los factores que ayudan a reducir el apiñamiento de los incisivos inferiores es aplicado de diferente manera por los ortodoncistas. Se han buscado respuestas para lograr la estabilidad incisal inferior por décadas. Muchos estudios han evaluado la estabilidad de los incisivos inferiores después del trata-

al ortodoncista a determinar el pronóstico a largo plazo de la estabilidad incisal inferior, el tratamiento temprano podría ayudar a la estabilidad en esta etapa. No existe aún consenso para la intervención temprana del apiñamiento inferior. El presente artículo presenta opciones que pueden ser aplicadas por el ortodoncista para reducir o evitar este hecho.

## CONCLUSIONES

El protocolo para el manejo temprano del apiñamiento de los incisivos inferiores es debatible. Este artículo describe el desarrollo normal, problemas



Figura 10A



Figura 10B

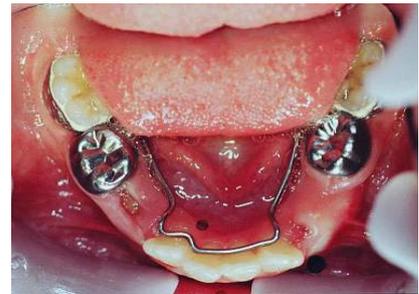


Figura 10C



Figura 11A



Figura 11B

miento de ortodoncia en dentición permanente. Estos estudios han demostrado alineación de incisivos inferiores no muy adecuada. Aunque aún no existen asociaciones o predictores que ayuden

de apiñamiento en la región incisal inferior y sugiere métodos para tratar este apiñamiento después de la erupción de los incisivos laterales inferiores.

## REFERENCIAS

1. Sheats rd, mc gorry sp, keeling s, wheeler tt, king gj. Occlusal traits and perception of orthodontic need in eighth grade students. Angle orthod.
2. Harvard ep. The role of function in the etiology and treatment of malocclusion am j orthod 1968; 54; 883-898.
3. Moss jp picton dc experimental mesial drift in adult monkeys (macaca irus) arch oral biol 1967 ; 12; 113-1320.
4. Keeling sd, riolo mi, martin re, ten have tr a multivariate approach to analytical the relation between occlusion and cranio-facial morphology. Am j orthod dentofacial orthod 1989; 95; 297-305.
5. Richardson me, late lower arch crowning, facial growth or forward drift? Eur j orthod. 1979 ; 1 ; 219-225.
6. Southard te, beherents rg, tulley ea. The anterior component of occlusal force. Part 2. Relationship with dental malalignment am j orthod dentofacial orthod 1990 ; 97 ; 41-44.
7. Leighton, b.c. and hunter, ws, relationship between lower arch spacing/crowning and facial height and depth. A, j orthod, 82-; 418-425, november 1982.
8. Miethke, r. And behn – menthel, a.: correlations between lower incisor crowning and lower incisor position and lateral craniofacial morphology. Am j orthod dentofac orthod 97; 393-403, may 1990
9. Nw harradine, mh pearson and b toth. "the effect of extraction or third molars on late lower incisor crowning" a randomized controlled trial may 1998 vol. 25 no 2 117-122. Br j orthod.
10. Avrum i. Goldberg, r.g. behrents, donald oliver, and peter h. B. Schang (2013) facial diveraence and mandibular crowning in treated subjects. The angle orthodontist; may 2013, vol. 83, no.3 pp. 381-388.
11. Baume, l.j.: physiologic tooth migration and its significant to development or occlusion. J dent research 29 ; 123,331,338,440, january-june 1950.
12. Mayne, w.r.; serial extraction-orthodontics at the crossroads. Dent clin n.a., 341-362, july 1968.
13. Hagberu, c.: the alignment or permanent incisors in children. A longitudinal prospective study. Eur j orthod, 16: 121-129, april 1994.
14. Sanin, c. And savara, b.s.: facture that affect the alignment of the manibular incisors: a longitudinal study. Am j orthod, 64: 248-257, september, 1973.
15. Moorrees, c.: dentition of the crowning child. Chapter 6, cambridge, ma: harvard univ. Press, 1954.
16. Sillman, j.h.: dimensional changes of the dental arches: longitudinal study from birth to 25 years. Am j orthod, 50: 824-842, november 1964.
17. Moyers, r.e.: handbook of orhtodontics, chicago; year book medical publishers, inc., 1988.
18. Moorrees, c.f.a and chadha, j.m.: available space for tite incisors during dental development a growth study based on physiologic age. Angle orthodont, 35 : 12-22, january 1965.
19. Dale, j.g.: interceptive guidedance of occlusion with emphasis on diagnosis. Orthodontics, current principles and techniques, eds. Graber, t.m. and vanarsdall, r.l. st. Louis: c.v. mosby, 1994, pp 291-379.
20. Proffitt, w.r. and fields, h.w.: contemporary orthodontics, st. Louis: c.v. mosby, 1992, p.81.
21. Hotz, r.p.: guidencance of eruption versus serial extraction. Am j. Orthod, 58:1-20, july 1970.
22. Rosa, m.: cozani, g.: sequential slicing of lower deciduous teeth to resolve incisor crowning. J clin orthod, 28:10,596-599 october 1994.
23. Foley, t., wright, g.: weinberger, s.: management of lower in cisor crowning in the early mixed dentition. Journal of dentistry for children, may-june 1996; 169-174.

Recibido: 25-02-2014

Aceptado: 02-06-2014

Correspondencia: sjweinberger@pediatricdentistry.ca

## APLICACIÓN DE APARATO DE PROTRACCIÓN MANDIBULAR UNILATERAL PARA CORRECCIÓN DE LA DESVIACIÓN DE LINEA MEDIA INFERIOR POR AGENESIA DE DIENTE 35. RELATO DE CASO CLÍNICO

*Applying unilateral mandibular protraction device for correction of midline deviation by lower tooth agenesis 35. Clinical case*

*Marden Oliveira Bastos,<sup>1</sup> Mateus Costa Pieroni,<sup>2</sup> Eduardo San Juan Basualto<sup>3</sup>*

### RESUMEN

El Aparato de Protracción Mandibular (APM) ideado por el Dr. Carlos Martins Coelho hijo, constituye una alternativa viable en el tratamiento de la clase II de Angle. La aplicación clínica del APM es múltiple. La incidencia de pacientes con pérdidas dentarias, agenesias, desvíos de línea media, discrepancias esqueléticas, entre otros problemas, nos obligan a buscar soluciones prácticas y estables.

En el presente trabajo, relatamos un caso clínico tratado con un APM unilateral para corrección de la línea media inferior debido a la agenesia de la pieza 45. EL APM demostró ser una buena alternativa de bajo costo para corregir la clase II subdivisión ocasionada por la agenesia del segundo premolar inferior.

**Palabras clave:** Aparato de protracción mandibular unilateral, APM unilateral, Mesialización de molares inferiores, Corrección de línea media inferior.

### ABSTRACT

The mandibular protraction device (MPD) created by Dr. Carlos Martins Coelho Jr, is a feasible alternative in the treatment of Angle's Class II malocclusions. The MPD clinical approach has multiple indications. The incidence of patients with tooth loss, agenesis, midline deviation, skeletal discrepancies, among other problems, drive us to seek practical and stable solutions.

The present paper reports a clinical case treated with a unilateral MPD to correct the lower midline due to agenesis of the tooth 29. The MPD proved to be a good low-cost alternative device to correct the Class II subdivision caused by agenesis of the lower second right premolar

**Keywords:** Jaw protraction unilateral device, Unilateral MPD, Lower molar mesialization, Lower midline correction.

<sup>1</sup> Cirujano Dentista, especialista y maestría en Ortodoncia, Coordinador de los cursos de especialización en Ortodoncia del IBPG Brasilia, Brasil y COOCH, Chile.

<sup>2</sup> Cirujano Dentista, especialista en Ortodoncia, Profesor de los cursos de Ortodoncia de la COOCH, Chile.

<sup>3</sup> Cirujano Dentista, Especialista en Ortodoncia por la Funorte - Brasil, Profesor de los cursos Tread- Autoligados.

## INTRODUCCIÓN

Ideado por el Dr. Carlos Martins Coelho hijo en los años 90, el Aparato de Protracción Mandibular (APM) es una alternativa económicamente viable y con una aplicabilidad clínica muy extensa en el tratamiento de las clases II de Angle. La idea era substituir el aparato de Herbst, reintroducido al medio ortodóntico en los años 80 por Pancherz.

El Herbst ya era un aparato consagrado en todo el mundo, sin embargo muy caro y con una dificultad de confección e instalación a considerar.<sup>1</sup>

Desde su aparición, el APM se ha modificado para producir un mejor comportamiento clínico optimizando su uso diario en nuestros consultorios. Una modificación progresiva de este aparato fue la incorporación del tubo telescópico en la parte maxilar del aparato, aumentando su resistencia, y facilitando su instalación. Esa modificación vino con el APM IV introducido en la comunidad ortodóntica en el 2002.<sup>2</sup>

Coelho<sup>2</sup> muestra que el APM IV posee enorme versatilidad dentro de la ortodoncia contemporánea. Inicialmente presentado como una importante herramienta para corregir la maloclusión de Clase II; el APM posee varias aplicaciones clínicas, como la corrección de la línea media inferior, anclaje para mesialización de los molares inferiores, corrección de clase II subdivisión, entre otras.

La práctica clínica muestra casos de alta complejidad, donde los individuos buscan al especialista para resolver problemas como pérdidas dentarias, cierre de espacios de agenesias, compensar discrepancias esqueléticas. El acceso y la velocidad de la información aumentaron el nivel de exigencia

estética y funcional; lo cual es un tema que crece cada día más en la ortodoncia.

En este contexto el APM se vuelve una herramienta imprescindible en la práctica ortodóntica moderna.

## Revisión de la Literatura

La agenesia dentaria es explicada como una falla en la proliferación y la diferenciación de la lámina dentaria, ocasionando la ausencia del mencionado diente.<sup>3,4</sup> La prevalencia de la agenesia de los segundos premolares varía entre 2 a 5 %, <sup>5,6,7,8,9</sup> siendo más frecuentemente encontrada en la mandíbula.<sup>6,10</sup>

Para optar por la mesialización de los dientes posteriores para corregir la agenesia o pérdidas dentarias, es fundamental considerar varios factores como edad, estética y tiempo de tratamiento. Sabemos que la cantidad de mesialización del segmento posterior corresponde aproximadamente a 0,5 mm/mes. <sup>11,12,13</sup>

Cuando existe pérdida del segundo molar inferior deciduo asociado a la agenesia del segundo premolar en sólo uno de los lados de la arcada, genera un desvío significativo de la línea media inferior para el lado de la agenesia. En este caso existen dos opciones de tratamiento: abrir espacio para la rehabilitación del segundo premolar inferior o mesializar los molares. Sin embargo, cabe recordar que, en cualquiera de las dos opciones de tratamiento, para que haya una corrección de la línea media, se debe respetar la relación de clase I en los caninos.

Cuando optamos por el cierre del espacio, hacemos

la exodoncia del molar deciduo para que el cierre del espacio ocurra de forma espontánea o con la mecanoterapia ortodóntica<sup>4</sup>. Para el cierre espontá-

neo del espacio, el molar deciduo debe ser extraído antes de la rizogénesis completa de los dientes adyacentes y antes de la erupción del segundo molar



**Figura 1:** *Records iniciales.*



**Figura 2:** *Records iniciales.*



**Figura 3:** *Records iniciales.*



**Figura 4:** - *Foto intra-oral inicial lateral derecha.*



**Figura 5:** - *Foto intra-oral inicial frontal.*



**Figura 6:** - *Foto intra-oral inicial lateral izquierda.*



**Figura 7:** - *Telerradiografía de perfil inicial.*



**Figura 8:** - *Radiografía panorámica inicial.*

molar permanente.<sup>14,15</sup> La edad ideal para facilitar ese movimiento sería entre los 8 y 9 años.<sup>14,15,16</sup>

Kessler<sup>17</sup> está en desacuerdo de la mesialización de molares, pues la dimensión de sus raíces, es mayor que el área edéntula. Ese movimiento podría cau-

sar pérdida de soporte óseo, conjuntamente con un empeoramiento periodontal. Hom y Turley<sup>18</sup> defienden la mesialización de los molares, sosteniendo que el movimiento es posible y bastante benéfico para gran parte de nuestros pacientes.



**Figura 9:** - Set fotográfico después de montaje.



**Figura 10:** - Set fotográfico después de montaje.



**Figura 11:** - Set fotográfico después de montaje.



**Figura 12:** - Set fotográfico después de montaje.



**Figura 13:** - Set fotográfico después de montaje.



**Figura 14:** - Set fotográfico después de montaje.

## Presentación de Caso Clínico

Individuo de género masculino, con 12 años y 4 meses de edad, leucoderma, dentadura mixta, patrón II (fig. 1, 2 y 3), dolicofacial (fig. 7), clase II de Angle (fig. 4, 5 y 6), con falta de sellado labial y agenesia de segundo premolar inferior izquierdo (fig. 8); acude a la clínica del Prof. Marden Bastos en agosto de 1999, indicado por el odontopediatra para evalua-

ción. El planeamiento propuesto fue la exodoncia precoz del diente 85 esperando la mesialización espontánea del diente 46 según Mamopoulou et al.<sup>15</sup> El paciente fue controlado cada 6 meses. Luego de 3 años y 8 meses, y al observar la no mesialización esperada del primer molar inferior izquierdo, se propuso un nuevo plan de tratamiento que incluía



**Figura 15:** - Fotos luego de alineación.



**Figura 16:** - Fotos luego de alineación.



**Figura 17:** - Fotos luego de alineación.



**Figura 18:** - Fotos luego de alineación.



**Figura 19:** - Fotos luego de alineación.

la alineación y nivelación dentaria (fig. 9, 10, 11, 12, 13 y 14) para instalación del APM Unilateral para corrección de la línea media inferior, lo cual automáticamente generaría corrección en clase I canino bilateral. El pronóstico era reservado debido a la cantidad de movimiento requerido.

### Plan de Tratamiento

- Aparato Fijo superior e inferior prescripción Roth System Speed.
- Alineación y Nivelación hasta Arco 0,017" x 0,025" de acero.

- APM IV unilateral por 6 a 12 meses.
- Acabado y Finalización con elásticos de clase II e intercuspidadón

### TRATAMIENTO

Fueron montados aparatos fijos superior e inferior en febrero de 2003. La alineación y nivelación fue realizada con arcos NiTi 0,016", NiTi 0,016" x 0,022" y acero 0,017" x 0,025" (fig. 15,16,17,18 y 19). En este momento fue instalado un APM IV del lado izquierdo (fig. 20, 21, 22 y 23).



**Figura 20:** - Fotos luego de instalación de APM.



**Figura 21:** - Fotos luego de instalación de APM.



**Figura 22:** - Fotos luego de instalación de APM.



**Figura 23:** - Detalle del APM instalado con la boca abierta.



**Figura 24:** - Nuevo avance del APM.

Después 5 meses de uso fue realizado un nuevo avance mandibular del lado izquierdo (fig. 24). El APM fue usado por 11 meses y el tratamiento con aparatología fija fue concluido en 30 meses (fig. 25, 26, 27, 28, 29 y 30). Las fotografías de 8 años de "follow up" mostraron la estabilidad del caso tratado (fig. 31, 32, 33, 34, 35 y 36).

## DISCUSIÓN

Con tendencia evolutiva y progresiva, es cada vez más común encontrar casos de atresia de los maxilares y agenesias de elementos dentarios.

El APM IV representa una óptima alternativa para corregir la línea media inferior, mesializar los dientes posteroinferiores para casos de pérdidas y agenesias de molares y premolares inferiores, permitiendo mejorar estética, función y salud periodontal.

Es un aparato de bajo costo donde el propio dentista puede confeccionarlo sin problemas, y con bastante tranquilidad; teniendo una buena aceptación por parte del paciente. Ningún problema articular se relató tratando pacientes en la fase de crecimiento o en la fase adulta, hayan sido utilizados propulsores mandibulares unilaterales o bilaterales; con-

cordando con los estudios de Ruf y Pancherz.<sup>19</sup>

Otra consideración importante, es la mesialización de los dientes posteroinferiores. Por otra parte, es una buena alternativa para pacientes con bajo poder financiero, pues siguiendo la mecanoterapia adoptada se evitan procedimientos como prótesis, mantenedores de espacios e implantes, que aumentarían el costo final del tratamiento.

Los ortodoncistas deben siempre alertar a los pacientes y los padres sobre algún disconfort del aparato, mostrar el aspecto del mentón desviado y adelantado (expresado durante la instalación) explicando que será una posición temporal.

Con todas esas informaciones evitaremos problemas de cuestionamientos legales, dando mayor credibilidad al profesional y seguridad al paciente.



**Figura 25:** - Foto intra oral derecha final.



**Figura 26:** - Foto intra oral frontal final.



**Figura 27:** - Foto intra oral lateral izquierda final.



**Figura 28:** - Foto extra oral frontal.



**Figura 29:** - Foto extra oral frontal sonriendo.



**Figura 30:** - Foto extra oral lateral derecha.



**Figura 31:** - Foto intra oral lateral derecha 7 años después de tratamiento.



**Figura 32:** - Foto intra oral frontal 7 años después de tratamiento.



**Figura 33:** - Foto intra oral lateral izquierda 7 años después de tratamiento.



**Figura 34:** Fotos 7 años postratamiento.



**Figura 35:** Fotos 7 años postratamiento.



**Figura 36:** Fotos 7 años postratamiento.

## CONCLUSIÓN

El APM unilateral mostró ser una excelente opción para corrección de la línea media inferior, y consecuente mesialización de los dientes posteriores para casos con agenesias de los segundos premolares inferiores, estableciendo la función, estética e integridad periodontal, y principalmente la estabilidad de la corrección.

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Dr. Fernando Silva Esteves Raffo por los consejos durante la elaboración de este reporte.

## REFERENCIAS

1. Coelho Filho CM. Emprego clínico do aparelho para projeção da mandíbula. R Dental Press Ortodon Ortop Facial. 1998 set-out; 3(5):69-130.
2. Coelho Filho CM. O aparelho de protração mandibular IV. R Dental Press Ortodon Ortop Facial. 2002 mar-abr; 7(2):49-60.
3. Ten Cate AR. Histologia bucal: desenvolvimento estrutura e função. 2ed. Rio de Janeiro: Guanabara; 1985.
4. Thys DG, Ribeiro GLU, Dutra EH, Souza LT, Tanaka O. Considerações biomecânicas em casos de agenesias de segundos pré-molares inferiores. R Dental Press Ortodon Ortop Facial. 2006 ago-set; 5(4):61-68.
5. Bergstrom K. An orthopantomographic study of hypodontia, supranumeraries and other anomalies in school children between the ages of eight to nine years. Swed Dent J. 1977; 1(4):145-157.
6. Grahen, H. Hypodontia in the permanent dentition. A clinical and genetic investigation. Odontologisk Revy. 1956; 7(3):1-100.
7. Loch S. Panoramic radiographic examination of 704 Danish children aged 9-10 years. Community Dent Oral Epidemiol. 1980 oct;8(7):375-380.
8. Rolling S. Hypodontia of permanent teeth in Danish school-children. Scand J Dent Res. 1980;88(5):365-369
9. Thilander B, Myrberg N. The prevalence of malocclusion in Swedish school children. Scand J Dent Res. 1973; 81(1):12-20.
10. Strizel F, Symons AL, Gage JP. Agenesis of the second premolar in males and females: distribution, number and sites affected. J Clin Pediatr Dent. 1990;15(1):39-41.
11. Roberts WE, Marshall KJ, Mozsry PG. Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close an atrophic extraction site. Angle Orthod. 1990 Summer;60(2):135-152.
12. Roberts WE, Arbuckle GR, Analoui M. Rate of mesial translation of mandibular molars using implant-anchored mechanics. Angle Orthod 1996;66(5):331-8.
13. Roberts WE, Goodwin WCJ, Heiner, SR. Cellular response to orthodontic force. Dent Clin North Am. 1981;25(1):3-17.
14. Lindqvist B. Extraction of the deciduous second molar in hypodontia. Eur J Orthod. 1980;2(3):173-181.
15. Mamopoulou A, Hägg U, Schröder U, Hansen K. Agenesis of mandibular second premolars. Spontaneous space closure after extraction therapy: a 4-year follow-up. Eur J Orthod. 1996 Dec;18(6):589-600.
16. Bjerklin K, Bennet J. The long-term survival of lower second primary molars in subjects with agenesis of the premolars. Eur J Orthod. 2000;22(3):245-255.
17. Kessler M. Interrelationships between orthodontics and periodontics. Am J Orthod. 1976 aug;70(2):154-172.
18. Hom BM, Turley PK. Effects of space closure of mandibular first molar area in adults. Am J Orthod 1984 june; 85(6):457-469.
19. Ruf S, Pancherz H. Temporomandibular joint remodeling in adolescents and young adults during Herbst treatment: a prospective longitudinal magnetic resonance imaging and cephalometric radiographic investigation. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999;115:607-18.

Recibido: 11-08-2014

Aceptado: 22-10-2014

Correspondencia: marden@ortodontista.com.br

# Manejo ortodóntico de un paciente con Clase III esquelética y transposición de canino por primera premolar maxilar

*Orthodontic approach of a Class III skeletal patient with maxillary canine-first premolar transposition*

Victor Valdivieso,<sup>1</sup> Luciano Soldevilla<sup>2</sup>

## RESUMEN

La transposición de caninos maxilares es una maloclusión poco frecuente y de gran dificultad en el manejo ortodóntico. El profesional debe determinar el grado de compromiso entre las superficies radiculares de las piezas comprometidas, ya que de ello dependen las posibilidades de tratamiento. Pese a que la evidencia ha reportado éxito en la corrección de la transposición, no siempre es el único camino a seguir y donde la búsqueda de requerimientos funcionales, estéticos y de salud de las estructuras de soporte periodontal del paciente dependen no solo de la elección del ortodoncista, sino también de la decisión del paciente de asumir los riesgos que ameritan decidir biomecánicas no convencionales para el manejo de las alteraciones posicionales. El objetivo de este reporte es presentar el caso de una paciente clase III esquelética con transposición del canino por primera premolar maxilar tratado con la técnica Multiloop Edgewise Arch Wire (MEAW), la cual presentaba antecedente de tratamiento ortodóntico previo.

**Palabras clave:** Tratamiento ortodóntico, Clase III esquelética, Técnica MEAW, Transposición dental.

## ABSTRACT

The Upper canine-premolar transposition is an unusual malocclusion with major difficulties in the orthodontic management. The professional must determine the compromise level among the involved root surfaces, in which the treatment options are based on. Regardless of the evidence available on success treatment for the transposition correction, is not always a unique option available. It also depends on the functional, esthetics and periodontal support structures health requirements, not only established by the decision of the orthodontist but the decision of the patient to assume risks that justify the non-conventional biomechanics for the position alteration management. The aim of the present report is to present the case of a Class III patient with transposition of the canine for a first premolar treated with the Multiloop Edgewise Arch Wire (MEAW) technique, who presented a previous history of orthodontic treatment.

**Keywords:** Orthodontic Treatment, Skeletal Class III, Multiloop Edgewise Arch Wire, Dental transposition.

<sup>1</sup> Residente Posgrado Ortodoncia y Ortopedia Maxilar Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

<sup>2</sup> Coordinador de Postgrado Ortodoncia y Ortopedia Maxilar Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

## INTRODUCCIÓN

La transposición de un diente es definida como un tipo de erupción anormal donde existe un intercambio en la posición de dos dientes adyacentes en el arco dental<sup>1,2</sup> o el desarrollo y erupción de un diente en una posición normal ocupada por otro diente no adyacente.<sup>3</sup> La prevalencia de transposición dentaria varía en la literatura entre 0.09% y 1,4 %, siendo los dientes más afectados los caninos y primeras premo-

lares superiores o los caninos y los incisivos laterales superiores.<sup>4</sup> La literatura menciona que la etiología aún no está esclarecida, sin embargo, ha sido considerada multifactorial,<sup>5</sup> proponiéndose como posibles factores etiológicos: la transposición de gérmenes dentarios en las fases primordiales, migración del diente durante la erupción, herencia, retención de dientes deciduos y trauma.<sup>6</sup>



**Figura 1:** - Registros Iniciales obtenidos de la Historia clínica de Posgrado de la UNMSM.

La transposición entre canino y la primera premolar maxilares es la más frecuente, y esto podría explicarse por qué el germen del canino superior permanentemente se desarrolla inicialmente en el límite entre los

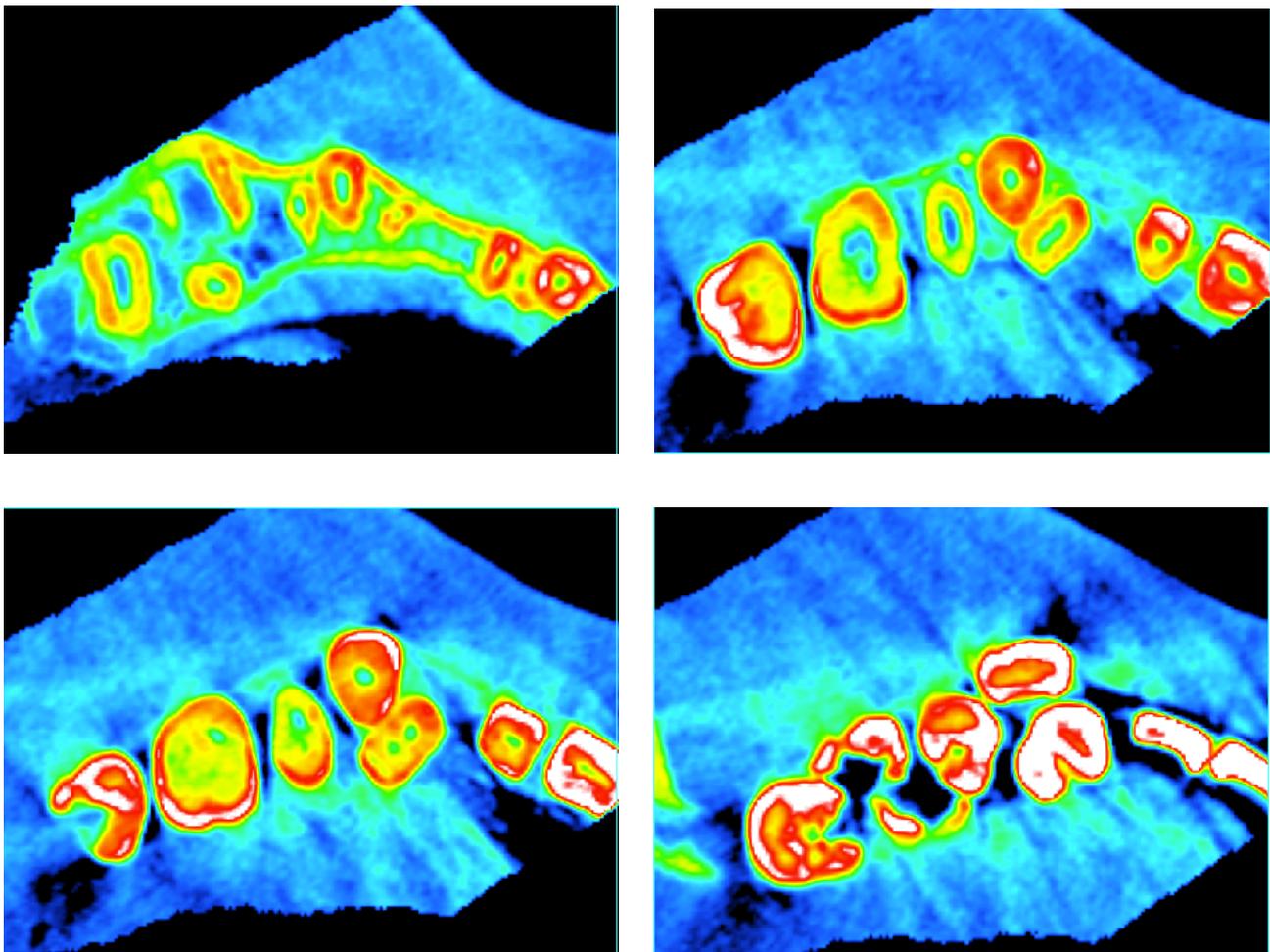
campos de desarrollo del incisivo lateral y el primer premolar, que se encuentra por arriba y hacia el paladar, justo debajo del reborde orbitario. Siguiendo esta vía de erupción, el canino superior se mueve

gradualmente más vestibular y mesial. <sup>7</sup> Peck y Peck presentaron en 1995 una clasificación de la transposición basados en factores anatómicos donde considera cinco tipos para el maxilar. <sup>8</sup> La transposición puede ser completa o incompleta. Basados en un criterio de severidad, en una transposición completa ambas coronas y las estructuras radiculares enteras son halladas en su posición transpuesta. <sup>9</sup>

En una transposición incompleta las coronas pueden estar transpuestas pero los ápices radiculares de los dientes involucrados permanecen aún en sus posiciones normales. <sup>10</sup> En los casos donde la planifica-

ción ortodóntica se realiza sin exodoncias, existe la posibilidad de corregir la transposición si es que esta afecta sólo la porción coronal del diente, <sup>11</sup> no obstante, cuando esta es más severa y afecta tanto la corona como la raíz dentaria, debería considerarse la opción de alinear los dientes en su orden de transposición <sup>11,12</sup> disminuyendo el riesgo de daño a los tejidos de soporte.

El propósito de este reporte es mostrar el manejo de una transposición completa y el uso de la técnica MEAW en el manejo ortodóntico de la clase III esquelética.



**Figura 2:** - Cortes axiales a nivel maxilar que establece la severidad de transposición entre canino y primera premolar, confirmando que afecta en su totalidad tanto corona como raíz.

## REPORTE DE CASO

Paciente de sexo femenino, de 12 años de edad, con crecimiento residual, que acudió a la clínica de posgrado de Ortodoncia de la UNMSM con presencia de su madre quien Paciente de sexo femenino, de 12 años de edad, con crecimiento residual, que acudió a la clínica de posgrado de Ortodoncia de la UNMSM con presencia de su madre quien manifestó que la menor estuvo en tratamiento ortodóncico por un periodo de 18 meses, el cual fue suspendido por no observar avances en dicho tratamiento, por el cual acuden a consulta refiriendo: "Quiero que enderece mis dientes que están chuecos". Presenta antecedentes

médicos de amigdalitis crónica e hipertrofia adeno-tonsilar en control periódico, y la presencia de respiración mixta, deglución adaptada con presión labial y alteración en la emisión de fonemas fricativos. Al examen extraoral (**figura 1**) presentó un tipo dolico-facial leve, asimetría leve, tercios desproporcionales, competencia labial en el rango de normalidad en reposo, labios levemente cortos, sonrisa asimétrica, línea de labio superior baja, arco de sonrisa no consonante y curvatura del labio superior recta, presencia de correderas bucales bilaterales; canteo leve del plano oclusal frontal con elevación del lado derecho

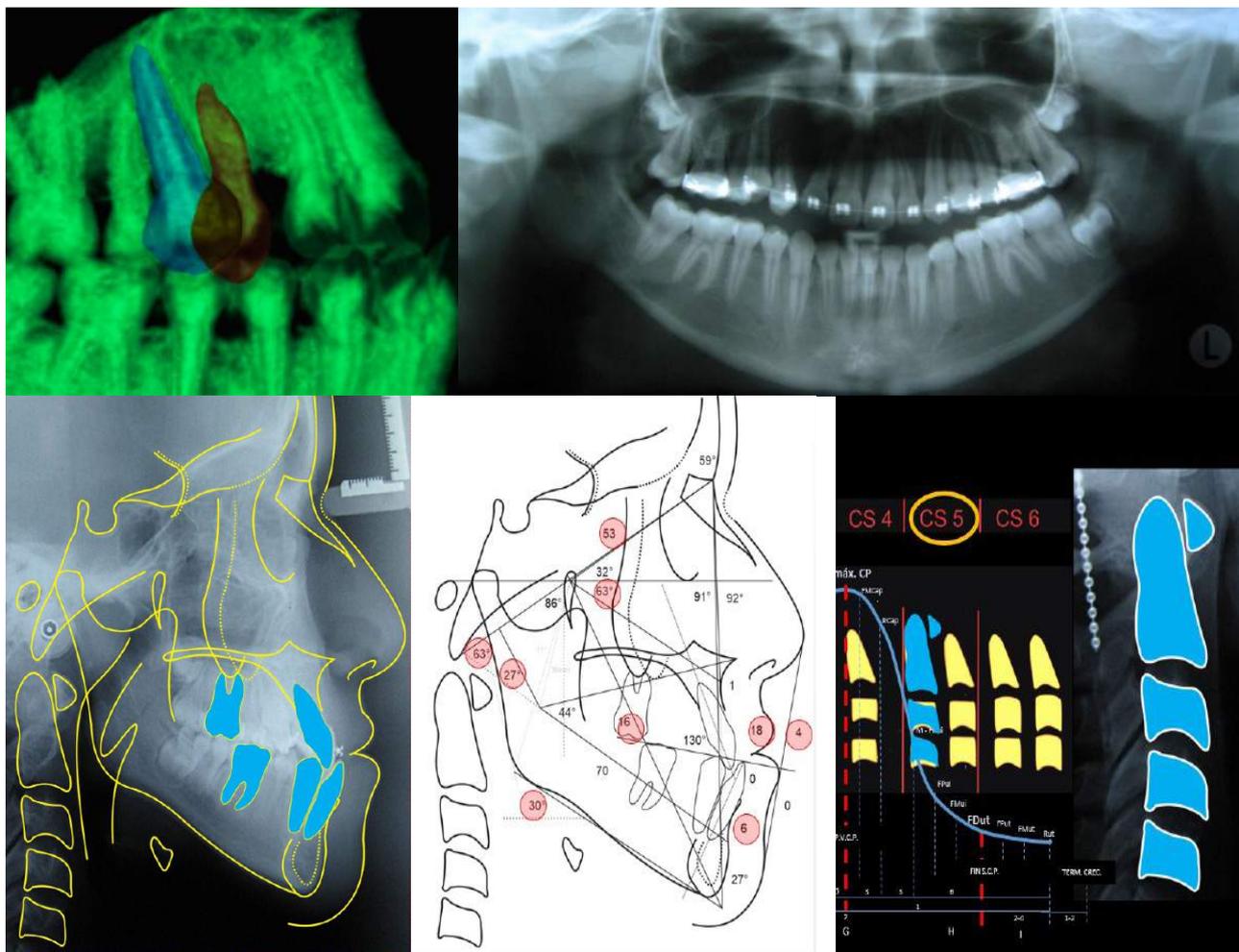


Figura 3: - Registros imagenológicos iniciales.

perfil total y del tercio inferior cóncavo crecimiento hiperdivergente, ángulos nasolabial cerrado y mentolabial dentro de un rango de normalidad.

En el examen intraoral presentaba un biotipo gingival delgado, arco superior cuadrado e inferior parabólico, relaciones molares clase III izquierda y súper I derecha, relación canina no registrable del lado derecho y de clase III en el lado izquierdo, mordida cruzada anterior con resalte negativo de -3mm, transposición canina – primera premolar maxilares del lado derecho, líneas medias no coincidentes con desvío de 1 mm. a la derecha en el maxilar y 2 mm a la dere-

mentada y simétrica, cuerpo mandibular. Transposición completa de piezas 1.3 y 1.4 (Figuras 2, 3 y 4). Dentición Permanente. 18 – 28- 37 en evolución intraósea y ausencia de germen dentario de 48.

En el análisis de Steiner, Tweed y Downs presentó: patrón esquelético clase III por protrusión mandibular leve, crecimiento hiperdivergente, retrusión y palato-version leve incisivo superior, vestibuloversión y protrusión dentaria inferior y plano oclusal empinado, protrusión labial inferior y retrusión labial superior. El estudio de modelos reveló una discrepancia de Bolton de 2 mm. antero inferior, una curva de Spee de 1



**Figura 4:** - Registros imagenológicos iniciales a partir de tomografía Cone Beam.

cha en mandíbula.

Al examen imagenológico presentaba: vías aéreas poco permeables por hipertrofia de cornetes inferiores, cavidades paranasales visualizadas de neumatización y transparencia conservadas, septum nasal de características normales, altura condilar bilateral au-

mm. y una curva de Wilson levemente pronunciada.

#### PLAN DE TRATAMIENTO

Se sugirió un primer plan de tratamiento que consideraba el manejo ort quirúrgico, sin embargo, las condiciones económicas del paciente jugaron un rol en la decisión final por las que se eligió tratamiento

ortodóntico de camuflaje, con aparatología fija de prescripción MBT slot 0.018" x 0.028" y técnica MEAW; considerando las extracciones de terceras molares superiores e inferior planteándose la siguiente secuencia:

- Alineamiento y nivelación
- Protrusión anterosuperior con arcos utilitario.
- Extracciones de las piezas dentarias 18, 28 y 38.



Figura 5: - Secuencia de tratamiento.

- Eliminación de interferencias:
- Reposición mandibular
- Reconstrucción del plano de oclusión
- Obtención de oclusión fisiológica
- Stripping anteroinferior
- Detallado y acabado
- Instalación de contención removible superior y fija inferior

## TRATAMIENTO

Se inició con la colocación de un arco transpalatino como anclaje, prosiguiendo con el alineamiento y nivelación con arcos nitinol 0.014" y 0.016" en arco maxilar ayudados de una férula removible con pistas de levante de mordida que generaban la desoclusión del sector anterior y premolar ya que se había decidido mantener el orden de transposición al haberse evidenciado proximidad marcada de coronas y raíces.

Este proceso tomó cinco meses. Posterior a ese periodo, el arco transpalatino sirvió de punto de apoyo para la colocación de un arco utilitario que ejerciera fuerzas leves diferenciales con efecto protrusivo sólo del lado de la transposición, con la finalidad de que se generase el espacio para la inclusión en el arco de la primera premolar afectada llevándola posteriormente a la zona que correspondería al canino de la hemiarcada maxilar afectada; proceso que duró otros cuatro meses.

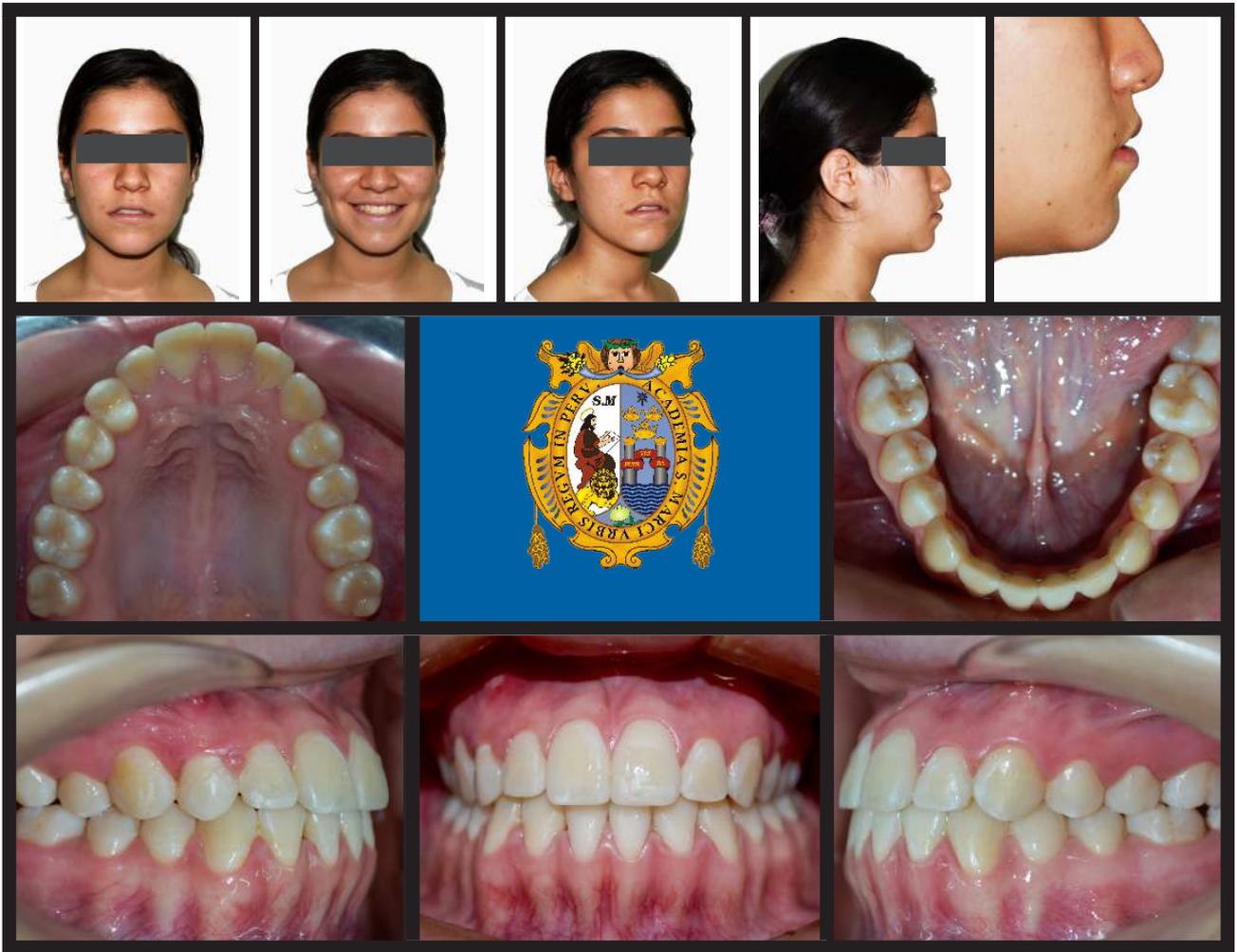
El arco inferior fue incorporado al noveno mes, por dos meses, después del cual se decidió la instalación de arcos MEAW de elgiloy azul 0.016" x 0.022" (Figura 5) con las activaciones de tip back de 5 grados por loop dando una curva de Spee para el arco superior

y curva reversa inferior asociada con el uso de elásticos cortos de 3/16" de 6.5 onzas con componente vertical para eliminar las interferencias por un lapso de dos meses; y en lo sucesivo la incorporación de elásticos con componente de clase III en conjunto con dobleces compensatorios suaves que generaron una leve reposición mandibular anterior.

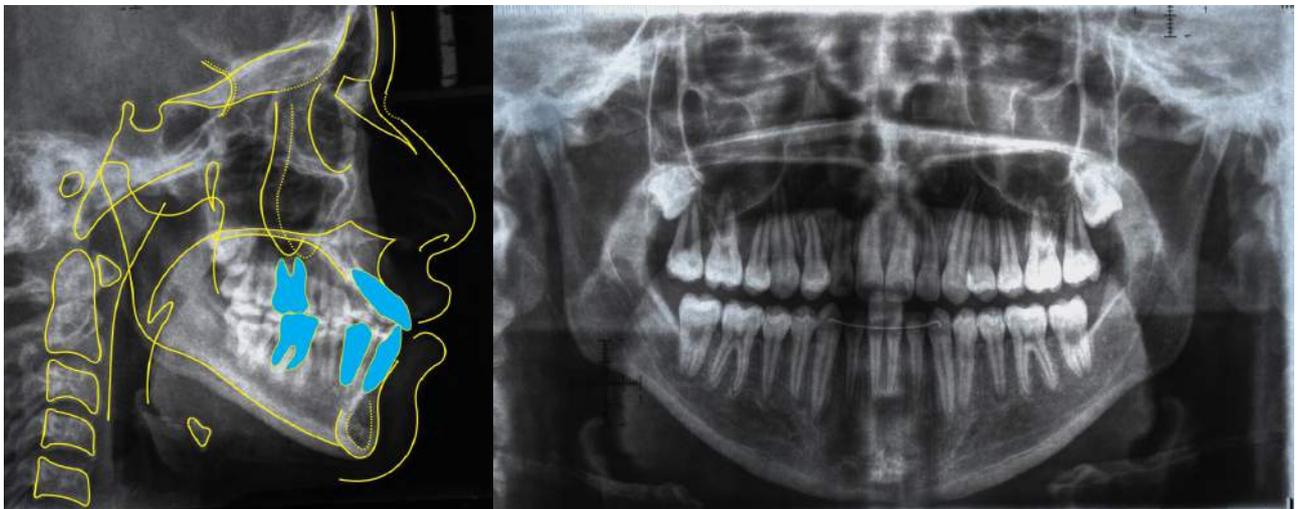
El siguiente paso prosiguió con la reconstrucción del plano oclusal para lo cual se realizaron los dobleces compensatorios individuales en las primeras y segundas molares superiores e inferiores manteniendo la dirección de fuerza generada por los elásticos. Se realizaron luego dobleces compensatorios en la zona anterior del arco superior a nivel de incisivos generando una leve extrusión a ese nivel que permitiesen una adecuada desoclusión incisiva durante la dinámica protrusiva así como una sobrecorrección que ejerciera leve contención para prevenir la tendencia a generar una relación borde a borde en el sector anterior.

Luego, para obtener un acabado y detallado adecuado, fue necesario realizar stripping anteroinferior y realizar tip forward en la arcada superior y tip back en el arco inferior para nivelar la altura de rebordes marginales y mejorar la intercuspidación. Posteriormente se segmentaron los arcos y se continuó con el uso de elásticos verticales durante 4 semanas para conseguir un mejor asentamiento.

Finalmente se retiró la aparatología y se realizó interconsulta a la especialidad de estética dentaria con la finalidad de evaluar la carga oclusal que podría generarse en la primera premolar al efectuar las funciones correspondientes al canino. Se decidió el ajuste oclusal de dicha pieza y remodelado leve de la cúspide vestibular por presentar una raíz de longitud ligeramente reducida, evitándose una sobrecarga de fuerzas en dinámica; para la zona incisiva maxilar se sugirió el remodelado leve por adición de composites de los bordes incisales para la mejora de la estéti-



**Figura 6:** - Registros Finales obtenidos de la Historia clínica de Posgrado de la UNMSM.



**Figura 7:** - Registros imagenológicos finales.

ca y función. En la pieza 13 se decidió la colocación de una restauración simulando la cara oclusal de una premolar para mejorar la armonía y estabilidad oclusal con su antagonista. Inmediatamente se instaló la contención superior la cual fue una placa Hawley removible con un orificio en el paladar de acrílico donde se incluyó una esfera móvil como recordatorio para la posición adecuada de la lengua mientras que la contención inferior fue alambre 0.028" de acero fijo de la pza. 33 a 43.

## RESULTADOS DEL TRATAMIENTO

Luego de transcurrir veinte meses de tratamiento se alcanzaron con éxito los objetivos propuestos al inicio, tales como el incremento del patrón dolicofacial que obedecía a las necesidades del camuflaje, la corrección de la mordida cruzada anterior, el mantenimiento del orden de transposición, la corrección de discrepancia de Bolton antero inferior, corrección de las relaciones molares y caninas, una mejora en el detallado de la sonrisa tanto en estática como en dinámica y un manejo multidisciplinario que contribuyeron a la mejora del perfil facial y del tercio inferior armonizando el aspecto de la sonrisa y de los labios respecto a las estructuras faciales (Figura 6 y 7).

## DISCUSIÓN

La literatura ha descrito opciones en el manejo no extractivo para transposiciones dentarias.<sup>7,8</sup> y si bien existen reportes sobre el manejo y corrección exitosa<sup>13,14</sup> cuando éstas son consideradas completas,<sup>10</sup> es el profesional quien debe sopesar si los objetivos ortodóncicos propuestos se ajustan a las necesidades, expectativas y condiciones del paciente para la elección de la adecuada biomecánica correctiva valorando el costo – beneficio.

En el presente reporte la paciente ya había recibido tratamiento ortodóntico y ante la falta de satisfacción en el desarrollo del mismo, ya presentaba

desaliento emocional. Además, la presencia de una transposición que abarcaba corona y raíz y las alteraciones dentoesqueletales que restaban la estética facial de la paciente, fueron motivos fundamentales que orientaron a la elección de la biomecánica propuesta para este caso.

La transposición del canino permanente maxilar, que es la más frecuente, se atribuye a su larga trayectoria de erupción, lo que lo hace más vulnerable a los movimientos de deflexión.<sup>7</sup>



**Figura 8:** - Contención removible superior, con bandas acrílicas para incrementar contacto y disminuir efectos indeseables en el tiempo.

Es conveniente considerar que el movimiento de los dientes a una posición correcta podría haber sido realizado, pero el tiempo de tratamiento podría ser extenso y muy complejo pudiendo causar interferencias a nivel radicular llevando a la necesidad de variar la posición de los ápices, así mismo la salud periodontal juega un papel importante en la decisión de movimiento para cada caso en particular debiendo considerar el riesgo sobre dichas estructuras<sup>11</sup> tales como recesiones gingivales por los largos periodos necesarios para la reposición.<sup>13,15,16</sup>

La paciente en este caso presentaba un biotipo gingival delgado corriéndose el riesgo de dañar las estructuras de soporte.

Fue indicado el uso de una placa Hawley modificada para disminuir la posibilidad de cambios inesperados en el tiempo (**Figura 8**).

## CONCLUSIONES

- La transposición entre canino y primera premolar se presenta como la más frecuente y de acuerdo al grado de severidad esta presenta posibilidades de tratamiento.
- Es imprescindible documentar cada caso con todos los registros necesarios para determinar tanto el grado de severidad como las estrategias ortodónticas más adecuadas para cada caso en particular.
- Se debe considerar evitar procedimientos que puedan afectar los tejidos periodontales y disminuir el riesgo de reabsorciones radiculares.
- La corrección de la clase III esquelética con mordida cruzada anterior utilizando la técnica MEAW puede ser lograda con la rotación horaria mandibular y modificación del plano oclusal.

## REFERENCIAS

1. Graber TM. Orthodontics, principles and practice. 2nd ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 1976. p. 368-85.
2. Rakosi T, Jonas I, Graber TM. Orthodontic diagnosis. New York: Thieme Medical Publishers; 1993.
3. Peck, L., Peck, S., Attia, Y. Maxillary canine-first premolar transposition, associated dental anomalies and genetic basis. Angle Orthod 1993; 63: 99-109.
4. Manhães Femando, Santamaria Milton, Vedovello Siiirá, Valdrighi Heloisa, Degan Viviane. A utilização do arco segmentado na correção de transposição de canino. Rev Clin Ortod Dental Press. 2010 out-nov;9(5):44-8.
5. Ely Nicola J, Sherriff M, Cobourne MT. Dental transposition as a disorder of genetic origin. Eur J Orthod 2006;28:145-51.
6. Deepti A, Rayen R, Jeevarathan J, Muthu MS, Rathna Prabhu V. Management of an impacted and transposed maxillary canine. J INDIAN SOC PEDOD PREVENT DENT | Jan - Mar 2010 | Issue 1 | Vol 28 |.
7. Philippos N, Synodinos, Ioannis Polyzois. Maxillary canine-first premolar transposition in the permanent dentition: treatment considerations and a case report. Journal of the Irish Dental Association 2010; 56 (6): 264-267.
8. Peck S, Peck L. Classification of maxillary tooth transpositions. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1995;107:505e517.
9. Shapira Y, Kuftepec MM. Tooth transpositions—a review of the literature and treatment considerations. Angle Orthod 1989; 59:271-6.
10. Kazuaki Nishimura, Kimihisa Nakao, Taijyu Aoki, Mariko Fuyamada, Keisuke Saito, Shigemi Goto. Orthodontic

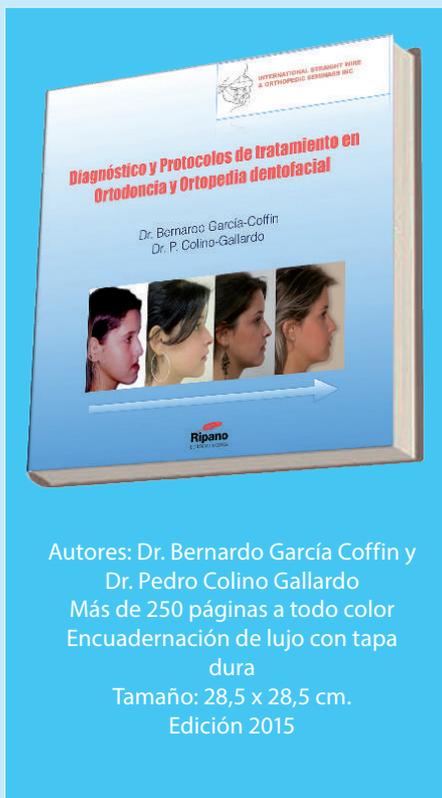
- correction of a transposed maxillary canine and first premolar in the permanent dentition.. Am J Dentofacial Orthop 2012; 142:524-33.
11. Giacomet Felipe, Tirre de Souza Araujo Mónica. Orthodontic correction of a maxillary canine-first premolar transposition . Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136:115-23.
  12. Capelozza Filho Leopoldino, De Almeida Cardoso Mauricio , Li An Tien, Bertoz Francisco Antonio. Maxillary Canine—First Premolar Transposition Restoring Normal Tooth Order With Segmented Mechanics, Angle Orthodontist, Vol 77, No 1, 2007.
  13. Maia F, Maia N. Unusual Orthodontic Correction of Bilateral Maxillary Canine-First Premolar Transposition. Angle Orthod. 2005;75:262–72.
  14. Sato K, Yokozeki M, Takagi T, Moriyama K. An Orthodontic Case of Transposition of the Upper Right Canine and First premolar. Angle Orthod. 2002;72:275–8.
  15. Filho LC, Cardoso MA, An TL, Bertoz FA. Maxillary canine-first premolar transposition. Angle Orthod. 2007;77:167–175.
  16. Kuroda S, Kuroda Y. Nonextraction treatment of upper canine-premolar transposition in an adult patient, Angle Orthod. 2005;75:472–477.

Recibido: 02-10-2014

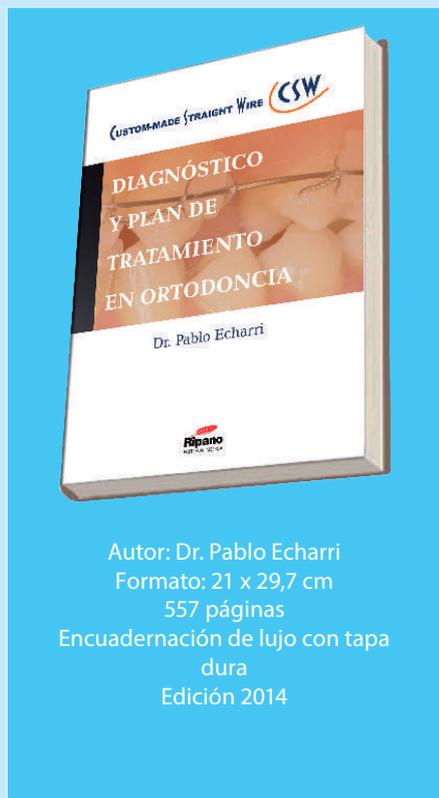
Aceptado: 26-11-2014

Correspondencia: dr.victorvaldivieso@hotmail.com

## - BIBLIOTECA RIPANO -



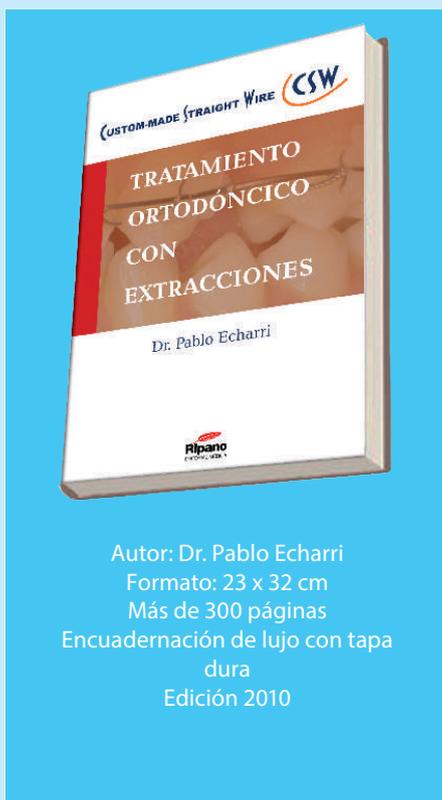
Autores: Dr. Bernardo García Coffin y  
Dr. Pedro Colino Gallardo  
Más de 250 páginas a todo color  
Encuadernación de lujo con tapa  
dura  
Tamaño: 28,5 x 28,5 cm.  
Edición 2015



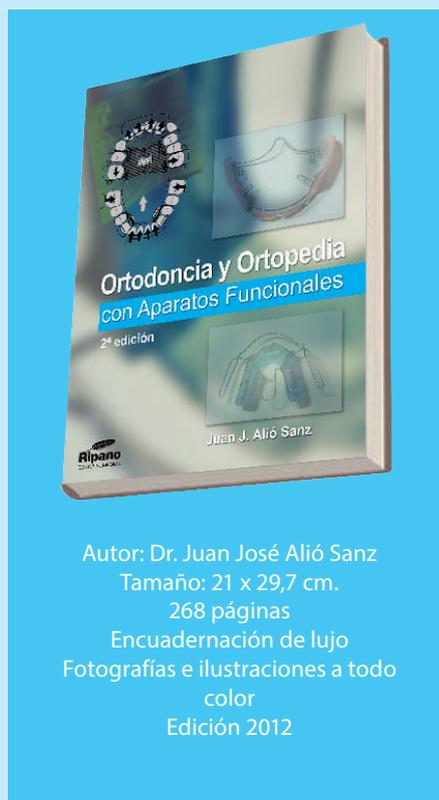
Autor: Dr. Pablo Echarri  
Formato: 21 x 29,7 cm  
557 páginas  
Encuadernación de lujo con tapa  
dura  
Edición 2014



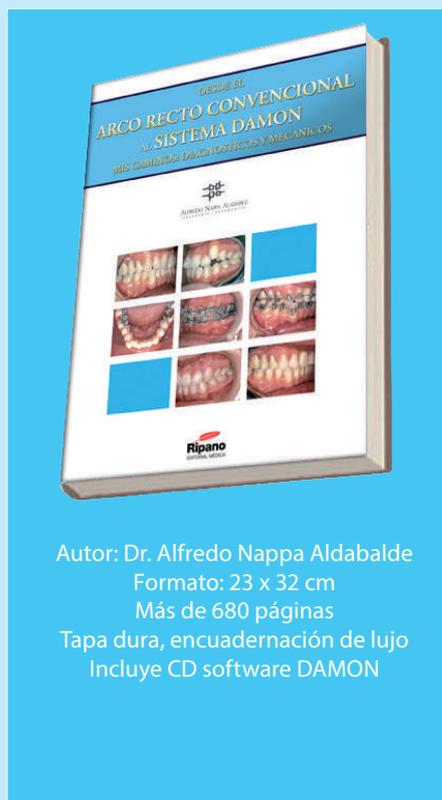
Autor: Dr. Pablo Echarri  
Formato: 23 x 32 cm  
Más de 450 páginas  
Encuadernación de lujo con tapa  
dura  
Edición 2012



Autor: Dr. Pablo Echarri  
Formato: 23 x 32 cm  
Más de 300 páginas  
Encuadernación de lujo con tapa  
dura  
Edición 2010



Autor: Dr. Juan José Alió Sanz  
Tamaño: 21 x 29,7 cm.  
268 páginas  
Encuadernación de lujo  
Fotografías e ilustraciones a todo  
color  
Edición 2012



Autor: Dr. Alfredo Nappa Aldabalde  
Formato: 23 x 32 cm  
Más de 680 páginas  
Tapa dura, encuadernación de lujo  
Incluye CD software DAMON

# 3D **Oral-B** WHITE

DIENTES MÁS BLANCOS REMOVIENDO  
HASTA 14 AÑOS DE MANCHAS\*.  
RESULTADOS QUE DURAN MESES.



\* BASADO EN PROMEDIO DE RECUPERACION DE MANCHAS POR AÑO PUBLICADO EN ESTUDIOS CLINICOS VS. ESTADO INICIAL DE LOS DIENTES. WHITESTRIPS NO SUSTITUYE LA ADELGADA, HIGIENE BUCCAL Y LA CONSULTA REGULAR AL ODONTÓLOGO.

3D WHITE

CON

**ESCUDO ANTIAZÚCAR**

TM

**BRINDA PROTECCIÓN  
EN LAS ÁREAS QUE LOS  
DENTISTAS REVISAN  
CON MÁS FRECUENCIA.**



aliados dentro y fuera del consultorio

**Oral-B**