



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**Uso de minitornillos en el tratamiento de maloclusión Clase II. Reporte de caso clínico.**

**TESIS**

Que para obtener el título de Especialista en Ortodoncia

**PRESENTA**

Nayeli Ugalde Cabañas

**ASESORA**

C.D.E.O. Lizbeth Guadalupe Gómez Zarco



Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, enero 2020.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Contenido

Resumen	4
Introducción	5
La historia de los minitornillos	6
Generalidades de los minitornillos	7
Estructura del minitornillo	7
Clasificación de los minitornillos	8
Respuesta biológica a los minitornillos	9
Características del tejido blando del sitio de colocación	10
Espesor de la mucosa	10
Calidad y cantidad del tejido óseo	10
Sitios de colocación	13
Selección del sitio de inserción	14
Protocolo de colocación	15
Ángulo de inserción del minitornillo	15
Factores de estabilidad	17
Tiempo de aplicación de la fuerza / carga	17
Tamaño del minitornillo	17
Estabilidad de los mini-tornillos en niños y adolescentes	18
Riesgos y complicaciones	19
Aplicaciones clínicas de los minitornillos	20
Cierre de espacios y anclaje	20
Intrusión	21
Principios biomecánicos en la Ortodoncia con minitornillos	24
Diseño del aparato	24
Uso de minitornillos en el tratamiento de maloclusión Clase II	25
Maloclusión Clase II y su tratamiento sin extracciones	25
Objetivos del tratamiento	26
Consideraciones en el diagnóstico	26
Biomecánicas para la corrección de la maloclusión Clase II sin extracciones	27
Biomecánica para la corrección de la maloclusión Clase II con minitornillos	29
Biomecánica de deslizamiento	29
Distalización en masa del arco maxilar completo	31

Limitaciones de la distalización	32
Caso Clínico	33
Superposiciones	53
Discusión y Conclusiones	59
Referencias	60

## Resumen

En Ortodoncia el anclaje es fundamental para lograr un tratamiento exitoso. Para tratar la maloclusión Clase II en un paciente en crecimiento existen dos posibles caminos: con extracciones y sin extracciones. En el caso del tratamiento de la maloclusión Clase II sin extracciones podemos lograr los objetivos por medio de la distalización molar con aditamentos extraorales o intraorales. Uno de los aparatos más efectivos es el arco extraoral, ya que éste puede tener un efecto ortopédico en pacientes en crecimiento, distalar molares o funcionar como anclaje; sin embargo, éste aparato depende totalmente de la cooperación del paciente, la cual suele ser escasa en pacientes adolescentes. Por esta razón el uso de minitornillos en el tratamiento de la maloclusión leve a moderada Clase II dental suele ser más efectivo que las mecánicas convencionales. Al combinar los minitornillos con las biomecánicas ya conocidas para corregir las relaciones oclusales tenemos grandes beneficios, entre ellos, uno de los más importantes es el evitar los movimientos indeseados provocados por las mecánicas que utilizan los dientes adyacentes como anclaje. Los minitornillos se han utilizado como anclaje temporal en Ortodoncia desde los años 90s y debido a los extraordinarios resultados obtenidos, poco a poco se han convertido en un recurso cotidiano del ortodoncista moderno. Entre sus mayores ventajas encontramos que no requieren de la cooperación del paciente, no se apoyan en dientes adyacentes, evitan movimientos indeseados y aportan un anclaje casi absoluto.

Se presenta en este trabajo el Caso Clínico de un paciente masculino de 9 años de edad con maloclusión Clase II dental. El análisis cefalométrico nos indica que presenta una relación esquelética Clase I (ANB  $-4^\circ$ ) con retrusión maxilar y mandibular (SNA  $72.4^\circ$  SNB  $72.9^\circ$ ), con dirección de crecimiento neutra y mesofacial. Los incisivos se encuentran proinclinados ( $113.1^\circ$ ) En el análisis dental presenta relación molar Clase II derecha y Clase I izquierda, mientras que en la relación canina presenta Clase II bilateral. La sobremordida horizontal y vertical se encuentran aumentadas (9mm y 4mm respectivamente). La biomecánica utilizada fue de retracción en masa del arco maxilar con ayuda de minitornillos bilaterales interradiculares. Como resultado se consiguió una relación Clase I molar y canina, la proinclinación interincisiva disminuyó ( $121.6^\circ$ ) y se logró una sobremordida horizontal y vertical de 2mm.

## Introducción

Un dispositivo de anclaje temporal (TAD) o minitornillo es un dispositivo que se fija temporalmente al hueso con el fin de mejorar el anclaje de Ortodoncia, ya sea apoyando los dientes de la unidad reactiva o evitando la necesidad de la unidad reactiva por completo, y posteriormente se retira después de su uso.<sup>1</sup>

El uso de dispositivos de anclaje temporal o minitornillos como medio de anclaje absoluto en Ortodoncia, es probablemente la revolución más importante de los últimos años, lo que lleva a la investigación a diseñar dispositivos siempre más versátiles, efectivos y fáciles de usar. En los últimos años, el control del anclaje con minitornillos ha adquirido cada vez más importancia en el manejo clínico de pacientes con Ortodoncia. Se han desarrollado diferentes sistemas para obtener un anclaje esquelético y evitar el uso de los dispositivos de Ortodoncia intra y extraoral más comunes, que generalmente provocan movimientos indeseados al apoyarse en otros dientes, o que debido a la incomodidad no son aceptados por los pacientes.<sup>2</sup>

La colocación de minitornillos se está convirtiendo, cada vez más, en un procedimiento rutinario para el tratamiento de las maloclusiones dentoalveolares, ya que presentan varias ventajas, entre las que se incluyen: ser de tamaño reducido, ser fáciles de insertar y retirar; proporcionar un sistema de anclaje seguro, permitir el control vertical y posibilitar el tratamiento ortodóntico seccionado tanto en el maxilar como en la mandíbula.

Durante las dos décadas anteriores, los tratamientos sin extracciones han aumentado, por lo que se han desarrollado muchos métodos para distalizar molares. Los aparatos de distalización, a excepción de los aparatos extraorales, siempre presentan efectos recíprocos que normalmente son indeseados. Los dientes anteriores tienden a moverse hacia adelante durante la distalización, y tienen que retraerse posteriormente apoyándose de los molares distalizados. Esta retracción podría mesializar los molares, perdiendo lo que ya se había logrado, lo que aumenta el tiempo de tratamiento.<sup>3</sup>

En cambio, el anclaje con minitornillos proporciona un tratamiento de Ortodoncia más predecible, permitiendo un óptimo desarrollo de la mecánica de deslizamiento con bajos niveles de fuerza y una respuesta biológica más favorable en diferentes situaciones, como es en el caso del distalamiento de molares en el tratamiento de las Clase II.<sup>4</sup>

## La historia de los minitornillos

La evolución de los mini tornillos se basó en el desarrollo y la mejora del anclaje ortodóncico tradicional, los implantes dentales y los métodos de fijación ortognática. Más tarde, las modificaciones de estas técnicas se unificaron con los principios biológicos y biomecánicos básicos de la osteointegración en la mecánica de Ortodoncia que finalmente se mejoró en base a las experiencias con la odontología interdisciplinaria.<sup>1</sup>

En 1945, Gainsforth e Higley<sup>5</sup> sugirieron usar implantes como dispositivos de anclaje. Colocaron tornillos de vitallium en la rama de perros y aplicaron elásticos desde el tornillo al gancho del arco maxilar para su distalización. Pero los tornillos fallaron entre los 16 y 31 días de haber sido colocados.

En 1964, Branemark et. al.<sup>6</sup> inicialmente intentaron usar implantes de titanio en el fémur de conejos; y en 1969, Branemark et. al.<sup>7</sup> introdujeron el concepto de osteointegración en odontología utilizando implantes de titanio, lo cual provocó una revolución en el campo.

Linkow<sup>8</sup> sugirió implantes para fines de anclaje y describió el uso de un implante de cuchilla endósea para la retracción de dientes anteriores en 1969. En 1983, Creekmore y Eklund<sup>9</sup> realizaron la intrusión de incisivos maxilares con la ayuda de un tornillo de osteosíntesis de titanio. Roberts et. al.<sup>10</sup> investigaron los efectos de la carga inmediata y diferida de los implantes dentales en conejos en 1984. En 1988, Turley et. al.<sup>11</sup> utilizaron implantes endóseos para investigar la influencia del anclaje absoluto en el movimiento dental en perros. Poco después, Roberts et. al.<sup>12</sup> informaron sobre la aplicación de estos principios para el movimiento molar en un paciente adulto. Con la invención del “onplant” en 1995, Block y Hoffman<sup>13</sup> introdujeron el paladar como una ubicación para los dispositivos de anclaje, y, en 1996, Wehrbein et. al.<sup>14</sup> utilizaron el paladar como un sitio para la colocación del implante. Kanomi<sup>15</sup> utilizó un mini-implante de 1.2mm de diámetro en 1997. Después de eso, se publicaron muchos informes sobre los sistemas de anclaje absoluto en Ortodoncia, lo que refleja su creciente popularidad e importancia. Algunos de estos solo incluían tornillos, y algunos usaban tornillos junto con miniplacas.<sup>16</sup>

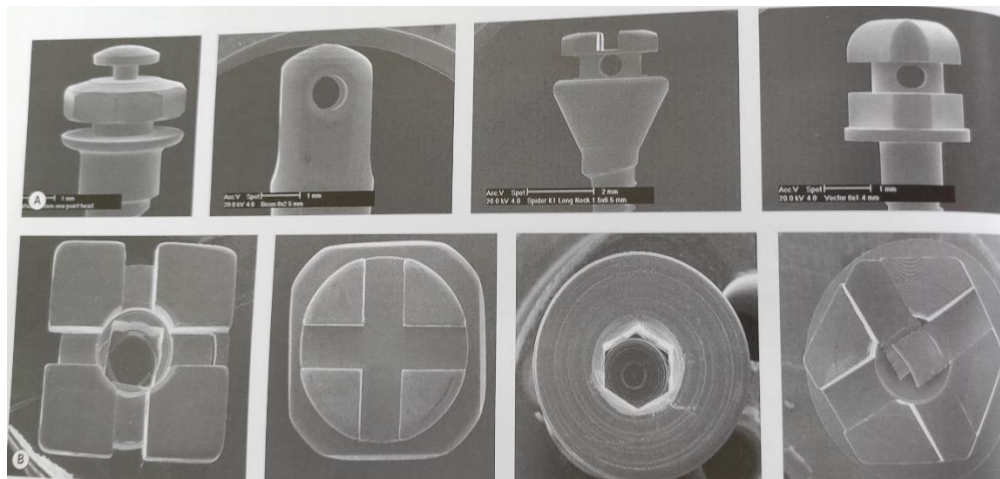
El reciente aumento en la popularidad del anclaje esquelético ha llevado a la introducción de muchos sistemas nuevos por lo que los ortodoncistas pueden elegir entre muchos de estos sistemas y componentes para lograr un anclaje absoluto.<sup>17</sup>

## Generalidades de los minitornillos

### Estructura del minitornillo

Existen muchos tipos de minitornillos en el mercado, cada uno con características y diseños diferentes. Sin embargo, aunque algunas estructuras puedan variar todos tienen las siguientes tres partes:

1) *La cabeza*. Es la porción más coronal del minitornillo y es la parte que queda por encima de la mucosa siguiendo la inserción en el hueso (Fig. 1). La cabeza facilita el uso del maneral para insertar y remover el minitornillo y su forma depende del tipo de aditamento que se usará en él. Cada tipo de cabeza presenta ventajas y desventajas clínicas. Una cabeza esférica solo puede albergar uno o dos resortes, en cambio una cabeza con gancho puede albergar más de dos resortes. Una cabeza en forma de bracket tiene un slot central y son pequeños por lo que puede limitar el ligado del arco y con ello el control del movimiento dental en sus tres dimensiones. Una cabeza con slot rectangular puede albergar fácilmente un arco, por lo que hasta ahora parece el diseño más útil.



**Fig. 1** Ejemplos de diferentes tipos de cabezas de minitornillos <sup>18</sup>

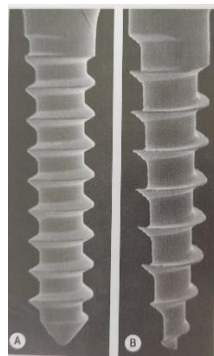
2) *El cuello*. Es la porción del minitornillo entre la cabeza y la cuerda intraósea. Puede variar en la longitud, pero siempre es lisa para evitar lesiones en tejidos blandos. (Fig. 2)





**Fig. 2** Ejemplos de diferentes longitudes de cuellos de los minitornillos. <sup>19</sup>

3) *El cuerpo o cuerda*: Puede ser cilíndrico o cónico y ranurado. (Fig. 3) Las ranuras facilitan la inserción y actúan como un mecanismo de retención en el hueso, contrarrestando las fuerzas axiales y longitudinales que podrían sacar al minitornillo del hueso. <sup>18</sup>



**Fig. 3** Ejemplos de tipos de cuerdas de los minitornillos. <sup>18</sup>

### Clasificación de los minitornillos

Los dispositivos de anclaje temporal se pueden clasificar bajo los siguientes criterios:

De acuerdo con la ubicación.

- 1) *Subperiostio*. El cuerpo del implante se encuentra sobre la cresta ósea.
- 2) *Transóseo*. El cuerpo del implante penetra completamente de una cortical a otra.
- 3) *Endo-óseo*. El implante se encuentra parcialmente sumergido y anclado, son los que se utilizan con mayor frecuencia para fines de Ortodoncia.

Basado en la configuración del diseño.

- 1) *Implantes en forma de raíz*. Estos son los implantes endóseos de tipo tornillo y el nombre se ha derivado debido a su estructura cilíndrica.

2) *Los implantes de placa.* Más planos y se pueden usar en crestas de borde afilado y cuchilla.

Según la composición.

- 1) Acero inoxidable.
- 2) Cobalto-cromo-molibdeno (Co-Cr-Mo).
- 3) Titanio.

Según la estructura de la superficie.

- 1) Con o sin rosca, los implantes de raíz son generalmente roscados ya que esto proporciona una mayor área de superficie y estabilidad del implante.<sup>20</sup>

**Tabla 1.** Ejemplos de algunas marcas que distribuyen minitornillos en México <sup>19;21-25</sup>

Distribuidor	Forma del tornillo	Longitud	Cabeza
<i>TD Orthodontics (Bioray)</i>	Cónico	5mm, 7mm, 8mm, 10mm, 12mm, 14mm	Cuadrada, hexagonal
<i>Borgatta (Elite)</i>	Cónica	9mm, 10mm, 11mm, 12mm, 13mm.	Hexagonal
<i>Forestadent (Ortho easy)</i>	Cilíndrica	6mm, 8mm, 10mm	Octagonal
<i>Ormco (VectorTAS)</i>	Cilíndrica	6mm, 8mm, 10mm, 12mm	Triangular
<i>REM Orthodontics</i>	Cilíndrico	6mm, 8mm, 10mm, 12mm	Hexagonal
<i>Dewimed</i>	Cilíndrico	5mm, 6mm, 7mm, 8mm, 9mm, 10mm, 12mm	Hexagonal

### Respuesta biológica a los minitornillos

En el caso de los minitornillos ortodónticos no osteointegrado, y de retención mecánica, las áreas del tornillo que están en contacto directo dentro del hueso son las responsables de la estabilidad mecánica primaria del dispositivo. Durante la primera semana, en las áreas de contacto directo con el tornillo no ocurre una invasión de células inflamatorias, en su lugar, un día después de la inserción, no sólo hay presencia de contactos de tejido óseo mineralizado entre la superficie del implante y el hueso, sino que los osteoblastos también están unidos firmemente a la superficie del implante de Ti. Luego de 1 a 2 semanas, en las áreas en las que están en contacto con el hueso, el hueso se reabsorbe y es reemplazado por hueso viable

de formación reciente. A pesar de esta pérdida temporal de contacto hueso duro, los implantes permanecen clínicamente estables. Este proceso no parece verse afectado cuando el tornillo es sometido a carga inmediata o si hay un periodo de cicatrización antes del inicio del sometimiento a carga de tipo externa.<sup>26</sup>

**Tabla 2.** Respuesta biológica a los dispositivos de anclaje temporales osteointegrados y mecánicamente retenidos<sup>26</sup>

<i>Periodo postimplante</i>	<i>Osteointegrado</i>	<i>Mecánicamente retenido</i>
Inmediato	Biopelícula, formación coagulos sanguíneos	-
1 día	Células sanguíneas rojas y células inflamatorias	Adhesión de osteoblastos a las superficies de titanio
3-5 días	Aparición de osteoblastos Reducción de las células inflamatorias	-
1-4 semanas	Remodelación del hueso	Remodelación del hueso

#### Características del tejido blando del sitio de colocación

El sitio más conveniente de inserción es entre la cresta alveolar que no es clínicamente visible y la línea mucogingival que sí es clínicamente evidente. La mucosa insertada garantiza una mayor estabilidad del minitornillo ya que presenta un mejor sellado alrededor del cuello. Si se inserta un minitornillo en la mucosa libre o cerca de un frenillo, el exceso de movilidad puede provocar irritación del tejido comprometiendo su estabilidad.

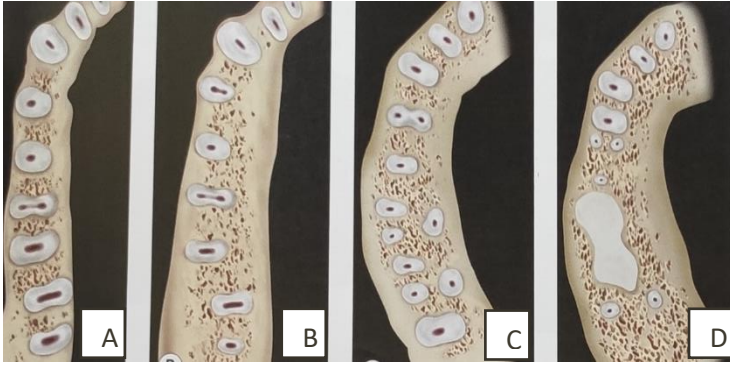
#### Espesor de la mucosa

La longitud del minitornillo debe ser elegida con el fin de que se asegure el paso del mismo a través de la mucosa y tenga suficiente contacto con el hueso para que éste quede estable.

En la maxila la mucosa con mayor espesor se encuentra generalmente en el paladar en la zona de la premaxila (en promedio 3.38mm) y en el paladar duro en su porción media con un promedio de 3.06mm. En la mandíbula es la mucosa del área retromolar la que tiene un mayor espesor siendo de alrededor de 3.02mm. Sin embargo, esto puede variar de persona a persona, por lo cual se recomienda evaluar el grosor de la mucosa del sitio en el cual se planea insertar el minitornillo con una sonda periodontal.

#### Calidad y cantidad del tejido óseo

La calidad del hueso se refiere a la densidad y espesor del mismo. Las paredes alveolares están formadas por hueso compacto, mientras que entre las corticales encontramos hueso esponjoso. Las dimensiones de estas áreas están determinadas principalmente por la genética, pero pueden ser modificadas por la distribución de fuerzas de la dentición. (Fig 4.)







**Fig. 4**

Cortes axiales del maxilar mostrando el espesor del hueso y la distancia interradicular. (A) Corte a nivel de la unión del cemento con el esmalte. (B) Corte a nivel del tercio coronal de la raíz. (C) Corte a nivel del tercio medio radicular. (D) Corte a nivel del tercio apical radicular.<sup>18</sup>

La maxila y la mandíbula están caracterizados por regiones anatómicas que varían en grados de mineralización y del espesor de la cortical; basados en el radio del hueso cortical al hueso trabeculado, se pueden identificar cuatro tipos de hueso según su calidad:

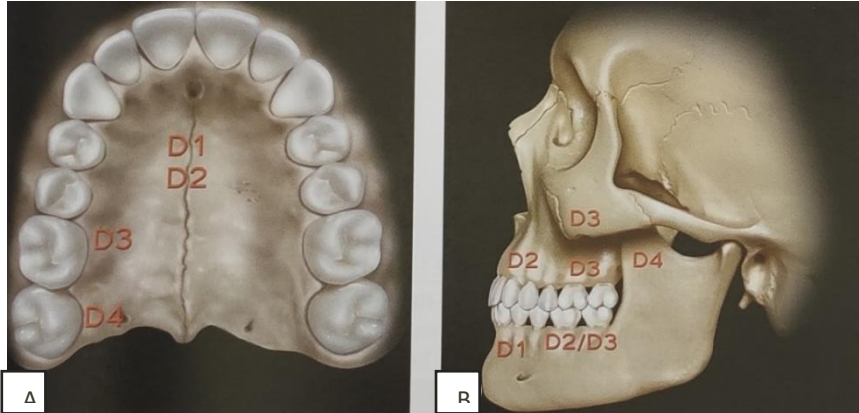
- Tipo 1: Hueso compacto en el cual predomina el hueso cortical.
- Tipo 2: Hueso con espesor medio en el cual la cortical es compacta y el hueso trabeculado es denso.
- Tipo 3: Hueso con cortical más delgada y el hueso esponjoso es menos denso.
- Tipo 4: Hueso con cortical delgada y trabéculas escasamente distribuidas.

Existe otra versión de la clasificación de la calidad de hueso que no está basada sólo en el espesor de la cortical y el hueso trabeculado, sino que también toma en cuenta las características macroscópicas del tejido óseo. Esta clasificación fue propuesta por Misch en 1987, quien identificó 5 densidades diferentes de los huesos (D1-D5). Las densidades en esta clasificación se miden en unidades de Hounsfield, la cual es una escala cuantitativa que describe la radiodensidad. Tabla 3.

Clasificación de la densidad ósea de Misch		
Tipo	Densidad	Sitio Anatómico
D1 	Hueso compacto en el cual se observa poco trabeculado (>1250HU)	Mandíbula: sínfisis y regiones alrededor de la sínfisis
D2 	Hueso con cortical gruesa y trabeculado denso (850-1250 HU)	Maxila: región anterior Mandíbula: región anterior y posterior
D3 	Hueso con cortical delgada(850-1250 HU)	Maxila: región anterior y posterior Mandíbula: región posterior
D4 	Hueso esponjoso con muy poca cortical (150-350 HU)	Maxila: región posterior
D5	Hueso inmaduro (< 150 HU)	Hueso inmaduro

**Tabla 3.** Clasificación de la densidad ósea de Misch. Misch 1990

El espesor de la cortical es un factor importante para asegurar la estabilidad primaria del minitornillo, por lo que se requiere que ésta tenga un espesor mínimo de 1mm. Se considera que al menos el 71.2% de la longitud del minitornillo penetre el hueso alveolar. Se recomienda que la rosca del tornillo llegue a una profundidad de al menos 5 mm en la mandíbula y 6 mm en la maxila. En corticales muy densas se recomienda realizar una perforación previa a la inserción del minitornillo.



**Fig 5.** Densidad ósea en los sitios de colocación de mini tornillos según la clasificación de Misch.<sup>18</sup>

## Sitios de colocación

Los estudios apoyan significativamente el maxilar como un sitio más adecuado para la colocación de minitornillos que la mandíbula.<sup>27</sup> Poggio et. al.<sup>28</sup> evaluaron imágenes tomográficas en mandíbula y maxilar para definir 'zonas seguras' para la colocación de minitornillos. En el maxilar, recomendaron espacios interradiculares entre el canino y el segundo molar en el lado palatino, y entre el canino y el primer molar en el lado bucal. En la mandíbula, sugirieron espacios interradiculares entre el canino y el segundo molar. En el área de la sutura del paladar medio, los implantes se pueden colocar solo en adultos, es decir, después del cese del crecimiento. El área parapatatal es adecuada para la colocación de implantes en adolescentes para prevenir posibles alteraciones del desarrollo de la sutura media palatina. Grange y cols.<sup>29</sup> concluyeron en un estudio llevado a cabo en cadáveres humanos que la calidad de la colocación y la estructura ósea son más importantes que la longitud del implante para que este sea estable. Los sitios de colocación más seguros son los siguientes:

### Maxila

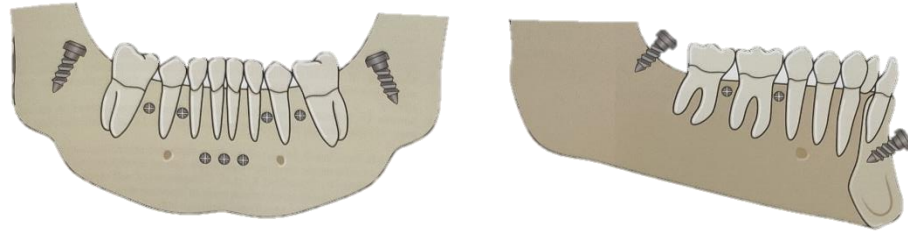
- Área de la cresta infracigomática.
- Área de la tuberosidad.
- Entre 1er y 2do molar vestibularmente.
- Entre primer molar y segundo premolar bucalmente.
- Entre canino y premolar bucalmente.
- Entre incisivos facialmente.
- Área del mediopalatina. (Fig. 6)



Fig. 6 Sitios de colocación seguros en el maxilar.<sup>18</sup>

### Mandíbula

- Área retromolar.
- Entre 1ra y 2º molares vestibularmente Entre 1er molar y 2º premolar bucal.
- Entre canino y premolar bucalmente.
- Sínfisis facial.
- Área edéntula. (Fig. 7)



**Fig. 7** Sitios de colocación seguros en la mandíbula.<sup>18</sup>

### Selección del sitio de inserción

Seleccionar el sitio de implante adecuado puede ser un factor importante en el éxito general del tratamiento. Cinco factores son importantes para determinar un sitio adecuado para la implantación.

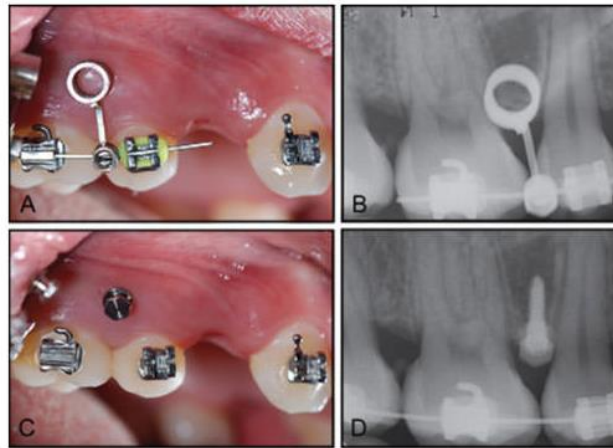
1. Indicación, sistema usado y mecánica requerida. Al colocar un mini-implante de Ortodoncia, el objetivo del tratamiento y el tiempo que el implante permanecerá in situ son de suma importancia. La mecánica debe ser tan simple y segura como sea posible, pero se debe anticipar el movimiento futuro de los dientes para evitar cualquier interferencia con el implante.
2. Colocación en la encía insertada, despejada del frenillo. El sitio del implante idealmente debe proporcionar suficiente gingiva insertada para la colocación del mini implante. Esto previene la incomodidad del paciente, el crecimiento excesivo de tejido y las sacudidas microscópicas que pueden conducir a la falla del implante a largo plazo.
3. Distancia interradicular suficiente. El implante debe colocarse donde las raíces estén lo suficientemente separadas para que no se inflija daño. Las radiografías periapicales o la tomografía computarizada de haz cónico tridimensional son una herramienta esencial para evaluar posibles sitios de implante. Si el sitio de implante preferido está obstruido por la proximidad de la raíz, es posible que sea necesario un enderezamiento de raíz preparatorio.
4. Evitar otras estructuras anatómicas. Otras estructuras anatómicas pueden interferir con la colocación de un mini-implante de Ortodoncia. Por ejemplo: el nervio alveolar inferior, alguna arteria o vena, el foramen mental, el seno maxilar y la cavidad nasal. De nuevo, las imágenes digitales tridimensionales pueden ayudar a evaluar las relaciones anatómicas.<sup>30</sup>
5. Grosor de hueso cortical adecuado. El grosor del hueso cortical es un factor importante en la estabilidad del mini-implante.<sup>31</sup> Colocar el implante en áreas de un grosor óseo favorable garantiza una mejor estabilidad primaria y un éxito a largo plazo.



### Protocolo de colocación

Los protocolos de ubicación pueden diferir, según los diversos sistemas. Se describen los pasos más comunes involucrados en la colocación de minitornillos. Los ortodoncistas deben consultar al fabricante para optimizar este protocolo para el sistema de minitornillo que se esté utilizando.

Para la colocación es necesaria una separación entre la raíz del diente y el mismo de 3mm. Liu et. al. recomiendan que por lo menos se requiere un espacio de separación de 2mm ya que el dispositivo puede migrar durante los movimientos de Ortodoncia de 1 a 1.5mm.<sup>32</sup>



**Fig. 8** Guía hecha con alambre, fija en los brackets para localizar una distancia interradicular adecuada para la inserción del mini tornillo.<sup>33</sup>

Huang et. al. advierten que al menos exista un espacio libre de 1.5mm; cuando este espacio es menor a 1 mm, la resorción de la superficie se lleva a cabo. Sin embargo, cuando el minitornillo es colocado a 1 mm del ligamento periodontal, existe una reabsorción radicular externa a pesar de no existir contacto entre la raíz y el mismo. Por lo tanto, en la colocación del minitornillo es necesario realizar radiografías de control para garantizar que sean colocados entre las raíces. Si se siente resistencia durante la colocación o el paciente responde con dolor; deberá ser retirado y reemplazado.<sup>34</sup>

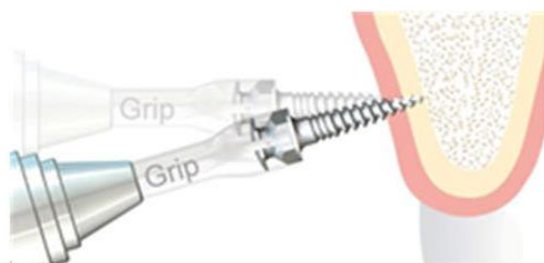
Otra manera de ayudarse en la correcta colocación son las guías; aunque su uso pueda llevar un tiempo extra, ayuda a evitar daños a las raíces. (Fig. 8)

### Ángulo de inserción del minitornillo

El ángulo de inserción influye en la dirección de la fuerza en Ortodoncia. Además, los minitornillos son colocados entre las raíces de los dientes o en el área retromolar, por lo tanto el riesgo de lesiones en las raíces debe ser considerado.<sup>35</sup>



Los estudios han informado que los minitornillos que se inclinan en relación con la superficie del hueso proporcionan un mayor contacto con el hueso cortical, lo que resulta en aumento de la retención mecánica y la estabilidad del implante. Según Petrey et al. (2010) un ángulo de inserción de  $90^\circ$  es más eficaz ya que ésta angulación puede reducir el riesgo de daño de la raíz.<sup>36</sup> Sin embargo, un ángulo muy oblicuo puede crear deslizamiento del minitornillo en su primer contacto con el hueso y conduce a la necesidad de perforación previa incluso con los de tipo autoenroscantes.<sup>37</sup> Los que se encuentran muy inclinados pueden crear dificultad al aplicar materiales de tracción y podrían aumentar el peligro de perforación del seno maxilar.<sup>36</sup>



**Fig. 9** Ejemplo de ángulo de inserción del minitornillo<sup>33</sup>

La colocación en ángulo oblicuo tiene una menor estabilidad y una calidad de anclaje menor. Existe una profundidad menor y por ende una estabilidad menor. El ángulo de colocación óptimo es entre  $50^\circ$  y  $70^\circ$ . Colocar el minitornillo con un ángulo inicial de  $90^\circ$  y después cambiarlo a  $45^\circ$  incrementa el espesor del hueso cortical en un 47 % y, por lo tanto, una estabilidad mayor.<sup>35</sup>

Se recomienda colocar anestesia tópica antes de la infiltración para reducir el dolor de la punción. Una pequeña cantidad de anestesia local es suficiente, para el simple procedimiento quirúrgico de insertar un minitornillo. No es necesario alcanzar anestesia profunda de los dientes, sólo el tejido blando debe ser anestesiado.<sup>38</sup> Debido a que todas las demás estructuras inervadas dentro del hueso no han sido bloqueadas por la anestesia, el paciente puede proporcionar al médico una retroalimentación importante. Si el clínico se acerca a las estructuras sensibles, como el alvéolo de un diente, el canal del nervio o el seno maxilar, el paciente siente dolor y puede alertar al médico antes de que el implante penetre en estas estructuras sensibles, evitando así un daño potencialmente irreversible.

Después de la identificación correcta del sitio del implante y la anestesia, se debe colocar un implante autopercutor o autorroscante en el hueso girando hacia la derecha con el maneral específico del sistema o una llave dinamométrica si se desea controlar la torsión. Solo en raras ocasiones es necesario un golpe de tejido blando o perforación de la placa cortical.

Algunos sistemas autorroscantes requieren un orificio piloto. Después de la identificación correcta del sitio del implante y la anestesia tópica, los tejidos blandos que cubren el hueso (encía y periostio) en el sitio del implante deben extirparse con un punzón de biopsia de tejido

blando. Esto garantiza un margen limpio de tejido blando que rodea el implante. Entonces, es necesaria una perforación inicial de la placa cortical con una fresa redonda, según lo indicado por el fabricante, porque las perforadoras piloto generalmente no están diseñadas para cortar el hueso cortical. Este elemento de diseño protege las raíces de los dientes. Después de la perforación de la placa cortical, la fresa piloto se usa para crear un canal a través del hueso con un diámetro más pequeño que el implante. La pieza de mano debe ser de baja velocidad con reducción de torque para permitir la perforación a aproximadamente 800 rpm. Todos los pasos que incluyen la perforación requieren un riego constante con solución salina estéril.

El implante puede girarse manualmente en el sentido de las agujas del reloj con un aplicador y una llave dinamométrica o un maneral.

La extracción del minitornillo generalmente no requiere anestesia. El aplicador manual o el controlador se utilizan para desrotar el implante en dirección contraria a las agujas del reloj.

## Factores de estabilidad

### Tiempo de aplicación de la fuerza / carga

Hay una serie de informes sobre el efecto de la carga inmediata sobre implantes en Ortodoncia, con muchos y diferentes resultados. Por ejemplo, algunos autores (Becker et al, 1994; Schnitman et al, 1997; Trisi y Rebaudi, 2005) postularon que la carga inmediata podría desestabilizar a los implantes y aumentar el número de fallos, mientras que otros (Machdub et al. 1999; Buchter et al. 2005; Berens y col, 2006) mostraron que la carga inmediata se puede aplicar sin pérdida de estabilidad.<sup>39</sup> Por otra parte, parece tener un efecto positivo sobre el hueso, y la densidad celular en las áreas adyacentes a los implantes de carga en comparación con los implantes sin fuerza aplicada (Melsen y Lang, 2001), lo que sugiere que la carga de Ortodoncia puede tener un efecto protector. Nkenke et al. (2003) por otro lado afirman que no existen diferencias significativas en términos de aposición ósea diaria, contacto hueso-implante, y la densidad ósea en la presencia o ausencia de carga temprana.<sup>40</sup>

La carga inmediata de los minitornillos puede ayudar a activar la remodelación ósea y aumentar el contenido de minerales en la región, además no afecta la osteointegración.<sup>41</sup> La mayoría de los minitornillos pueden soportar una carga inmediata de 100 a 200 g, sin embargo hay estudios que reportan que una vez estable el mini tornillo puede soportar hasta 450g.<sup>42</sup>

### Tamaño del minitornillo

Gallas et al. (2005) demostraron que el estrés se concentra alrededor de la punta del implante dental y el hueso circundante, alcanzando su vértice en el borde cervical del implante y la primera rosca. Miyawaki et al. (2003) mostraron que el diámetro del tornillo fue directamente proporcional a la tasa de éxito, que era 83.9% con el tornillo de 1.5mm y 85% con el tornillo de 2.3 mm<sup>3, 26</sup>. Esta diferencia no fue estadísticamente significativa, pero con tornillos de

1mm, la tasa de éxito disminuye a 0%. Wiechmann et al. (2007) confirman las conclusiones de los autores anteriores, reportando una tasa de éxito del 87% con minitornillos de 1.6mm y de 1.1 % con las versiones de 1.1mm.<sup>40</sup>

Kuroda et al. (2007) encontraron que la tasa de éxito fue mayor con minitornillos de 1.3mm (88.6 %) que con los tornillos de 2.0 y 2.3 mm (81.1 %). Mientras que Berens y col. (2006) reportaron una mayor tasa de éxito con los tornillos de mayor tamaño (2.0mm), pero sólo en la mandíbula

Un minitornillo con un diámetro de 2mm, longitud de 9.82mm y un nivel de 0.75mm ofrecen mejor estabilidad y resistencia. Los de mayor longitud penetran más en el hueso cortical ofreciendo un mayor anclaje mecánico; pero también se pueden asociar con una mayor incidencia de perforaciones sinusales. Además requieren un mayor ángulo de inserción y podrían causar micro daños.<sup>32</sup>

Tanto el estrés del hueso como el desplazamiento del tornillo disminuyen con el aumento del diámetro del mini - implante. La disminución de la longitud del mini - implante disminuye la magnitud de la fuerza.<sup>43</sup>

Clínicamente la ventaja de los mini implantes con mayor diámetro es la capacidad para distribuir las fuerzas sobre grandes áreas de hueso. La desventaja es la dificultad en la colocación a nivel de zonas posteriores ya que la retracción de la mejilla se convierte en una limitante.<sup>44</sup>

#### Rosca del minitornillo

El diseño de la rosca puede variar en intensidad, profundidad y forma. Estas características pueden influir en la resistencia. Una forma de rosca invertida posee una mayor estabilidad y resistencia a la retirada en comparación con los minitornillos con roscas redondeadas y trapezoidales.<sup>45</sup>

#### Estabilidad de los minitornillos en niños y adolescentes

En el campo de la Ortodoncia los pacientes son tratados desde edades tempranas. Los mini tornillos colocados en el hueso alveolar de pacientes adolescentes funcionan de manera efectiva, observándose grandes mejoras inclusive en casos con discrepancias esqueléticas. Sin embargo, en la práctica clínica, los minitorrnillos se pierden durante el tratamiento de Ortodoncia y esto sucede de manera más frecuente en adolescentes. M. Motoyochi<sup>46</sup> considera una tasa de éxito de tan sólo 60% en pacientes jóvenes. En su estudio coloca implantes en adolescentes (de 11.7 a 18.9 años de edad) y adultos (de 20.4 a 36.1 años de edad), dividiéndolos en 3 grupos según el rango de edad. Como resultado encontró que el rango de éxito en los adultos fue de 88.9-100%, en los adolescentes de mayor edad del 90.9-100% y en los más jóvenes del 55.6-71.4%. El autor recomienda que en pacientes jóvenes se deje el minitornillo *in situ* por 3 meses como un periodo latente para aumentar la tasa de éxito antes de la colocación de la aparatología fija.

Esta baja tasa de éxito podría atribuirse al periodo de curación, en el cual la falta de higiene y la acumulación de placa dentobacteriana alrededor del tornillo, pueden producir inflamación y con ella la pérdida del tornillo.<sup>47</sup> Sin embargo, parece haber un factor aún más determinante en la falta de estabilidad de los minitornillos.

Como ya se explicó anteriormente, la estabilidad de los mini tornillos depende de factores mecánicos (diseño y dimensiones del tornillo) y biológicos (calidad y cantidad de hueso, momento y tipo de carga). Considerando que la estabilidad del mini tornillo debe ser alcanzada por la interdigitación del mismo en el hueso, y no de una osteointegración durante el periodo de curación, la cantidad y calidad del hueso parece ser el factor principal para la estabilidad de un minitornillo. La densidad de la cortical y el hueso esponjoso es menor en un adolescente que en un adulto provocando un mayor número de fracasos durante el tratamiento ortodóncico. Esto puede deberse al alto metabolismo óseo que se presenta en un niño en crecimiento y a la poca maduración de sus huesos, incluyendo los huesos maxilofaciales.<sup>48</sup>

## Riesgos y complicaciones

Como con cualquier tratamiento, varias complicaciones potenciales están asociadas con los minitornillos de Ortodoncia. Una complicación común es la falla del mini-implante.

Actualmente, aproximadamente el 10% de los minitornillos de Ortodoncia fallan.<sup>49</sup> Esta tasa es ligeramente más alta que la de los implantes dentales y se puede atribuir al hecho de que el minitornillo de Ortodoncia no está diseñado para osteointegrarse. La osteointegración complicaría la eliminación del implante y, por lo tanto, no se desea. Las razones para reducir el éxito del implante son la selección inadecuada del lugar del implante, el sobrecalentamiento del hueso al taladrar un orificio piloto, la falta de estabilidad primaria, la inflamación gingival alrededor del implante, el trauma, la mala higiene oral y los factores idiopáticos. La falla del implante puede retrasar el tiempo de tratamiento. Algunos sistemas ofrecen mini implantes de un diámetro significativamente mayor que pueden colocarse inmediatamente en el sitio del implante fallido. Se debe tener extrema precaución para evitar el daño de las raíces adyacentes. Es necesario un tiempo de cicatrización de 2 a 3 meses antes de colocar un nuevo implante del mismo diámetro en la misma ubicación para permitir que el hueso se complete. Otra alternativa podría ser reemplazar el tornillo monocortical original por un tornillo bicortical más largo. El uso de tornillos bicorticales cuando los tornillos monocorticales fallan necesita una mayor investigación.

El mayor peligro de falla de un minitornillo es la aspiración si el implante se desprende completamente del dispositivo. Sin embargo, dado que la aspiración de objetos extraños es muy rara en pacientes despiertos, el riesgo de esto es insignificante en una persona neurológicamente normal.

El daño a las estructuras adyacentes puede ocurrir a pesar de que los minitornillos de Ortodoncia y las fresas piloto están diseñados específicamente para no cortar en las raíces. Por lo tanto, el daño de la raíz propiamente dicha es rara, pero es posible dañar las estructuras del ligamento periodontal. En ese caso, son posibles diferentes respuestas, que van desde la reparación completa hasta la anquilosis puntual. El daño del ligamento periodontal debe evitarse cuidadosamente mediante una planificación y colocación adecuada del implante. El requisito mínimo de espacio entre las raíces es 0.5 mm mesial y distal al implante, o 1 mm más que el diámetro del implante. Teóricamente, otras estructuras como el nervio alveolar inferior o los senos maxilares también están en riesgo, pero generalmente se puede evitar con una planificación adecuada del tratamiento. La retroalimentación del paciente cuando se usa solo anestesia tópica es útil para evitar estructuras importantes. Las fracturas de implantes durante la colocación del implante son raras y pueden evitarse casi por completo al no aplicar momentos de torsión excesivos. Por lo tanto, se prefieren los sistemas que incluyen un trinquete de control de par. Los momentos de par máximo varían de 20 a 40 N por centímetro según el sistema utilizado y deben ser proporcionados por el fabricante a pedido.<sup>50</sup>

En otros casos se puede producir lesiones en la mucosa palatina, debiéndose reemplazar el aparato, además de la aplicación de enjuagues bucales. La presencia de infecciones severas es raramente reportada y mejora con el retiro del material y uso de antibióticos sistémicos.<sup>51</sup>



**Fig. 10** Infamación alrededor del implante que puede provocar su fracaso.<sup>33</sup>

## Aplicaciones clínicas de los minitornillos

### Cierre de espacios y anclaje

El control de Anclaje es un concepto fundamental en el tratamiento de Ortodoncia. Por lo tanto, los objetivos del tratamiento deben tener en cuenta la eficacia de anclaje ortodóncico para la corrección más eficiente de la maloclusión ósea o dental de un paciente (Nanda y Kuhlberg, 1997). La estabilidad primaria del anclaje depende de la cantidad y calidad del hueso, el hueso cortical debe tener un espesor de más de 1mm para una buena estabilidad.<sup>15</sup> En los casos de pacientes que requieren extracciones y en el cierre de espacios

los dientes anteriores generan una fuerza recíproca a los dientes posteriores con la misma magnitud pero en diferente dirección. (Fig. 11)



**Fig. 11** Mecánica de retracción con minitronillo.<sup>33</sup>

El anclaje es definido como la capacidad de resistir el movimiento dentario no deseado, de importancia para garantizar la eficacia de la retracción y que por lo general en estos casos exige de un anclaje máximo; los aparatos extraorales y los implantes de Ortodoncia son los dos tipos principales de anclaje máximo.<sup>52</sup>

Tradicionalmente en Ortodoncia se han ocupado aparatos extraorales o intraorales para su anclaje, a menudo contando con la conformidad del paciente por su eficacia. Las diferencias entre ambos tipos de anclaje básicamente están dadas en la colaboración del paciente que requieren los aparatos de tracción alta, la mayor tasa de fracaso se encuentra relacionada precisamente con la misma; mientras que con los minitornillos al no requerir la colaboración los efectos adversos son mínimos.

La retracción con minitornillos no solo alivia la biomecánica al usarse, sino también controla los movimientos antero-posteriores y verticales de la parte anterior y en los dientes posteriores debido a la posibilidad de transmitir la fuerza cerca del centro de resistencia. Además de que el tiempo de retracción con minitornillos es menor en comparación con técnicas convencionales.(Fig. 11)

### Intrusión

En la intrusión de los dientes los métodos convencionales a usar son principalmente la curva de Spee invertida, el arco de intrusión de tres piezas, arco utilitario; a pesar de que la intrusión se puede lograr con cualquiera de estos métodos se producen efectos colaterales como la proinclinación de los incisivos durante la intrusión, la inclinación distal no deseada en el sector posterior que es inevitable.



Dentro de los mecanismos de intrusión por medio de minitornillos existe un método directo en el que éste se posiciona directamente al diente que se desea intruir y la intrusión propia se realiza mediante elásticos.(Fig. 12) Dentro del método indirecto el minitornillo se encuentra en dientes adyacentes los que proporcionarán el anclaje, en este mecanismo la intrusión se realiza simultáneamente con los arcos.<sup>53</sup> (Fig.13)



**Fig. 12** Mecánica para intruir el Primer molar con ayuda de minitornillos y cadena elastomérica.<sup>33</sup>



**Fig. 13** Método indirecto de intrusión por medio de una cadena elastomérica de un minitornillo al arco.<sup>33</sup>

Shimatsu, determinó que el centro de resistencia de los cuatro incisivos inferiores se encontraba entre los laterales y caninos. Burstone aconseja una fuerza de 40g para la intrusión. Del mismo modo, Weiland et al. recomienda una fuerza aplicada de 40-50 g. Algunos autores, como Bench et al. (75 g para los cuatro incisivos o 20 g por diente) y McNamara (25 g por diente), aconsejan una mayor fuerza. En la mecánica convencional, las fuerzas son distribuidas entre los incisivos y los molares.<sup>54</sup>

## Distalización molar

Los aparatos de tracción extraoral se han usado para la distalización de los molares. El uso de estos dispositivos depende de la colaboración del paciente para su resultado y para obtener un tratamiento con éxito.



**Fig. 14** Mecánica de distalización molar.<sup>33</sup>

Para evitar la colaboración del paciente en el éxito del tratamiento nuevos aparatos de Ortodoncia se han desarrollado, como el péndulo. Sin embargo, la pérdida de anclaje así como un aumento en la sobremordida horizontal, extrusión con la distalización y una rotación horaria de la mandíbula son los efectos adversos de este tipo de aparatos.

Para la distalización de un molar el minitornillo debe colocarse lo más cerca al molar; si en una misma arcada ambos molares tienen diferentes ubicaciones; es decir el molar de un lado se encuentra más hacia mesial que el otro, se colocará el minitornillo más cerca del molar que se desea distalar.<sup>55</sup>

En los casos especialmente de pacientes Clase II en los que se requiera una distalización y posterior retracción del sector anterior al espacio dejado por dicha distalización se puede recolocar el minitornillo que en una primera instancia se encuentra entre los premolares y molares para la distalización; una vez conseguida la distalización se puede recolocar entre los molares para realizar la retracción del sector anterior siempre y cuando el minitornillo se encuentre en buenas condiciones, en el caso contrario será necesario uno nuevo.<sup>56</sup>



## Principios biomecánicos en la Ortodoncia con minitornillos

Los minitornillos se usan para generar una fuerza única y constante de magnitud leve a moderada, independientemente del grado de cumplimiento por parte del paciente. El resultado real del tratamiento, por ende, depende de manera importante, del sistema de fuerzas diseñado por el ortodoncista. La fuerza entregada por los minitornillos se puede caracterizar de la siguiente manera:

1. *Fuerza lineal única.* Un minitornillo único y los componentes elásticos (cadenas elásticas o resortes helicoidales de níquel-titaneo), enganchados a la cabeza del tornillo, generan una fuerza lineal cuya línea de acción está representada por la dirección del componente elástico. La línea de acción se determina, de esta manera, mediante el sitio de inserción y la ubicación de los anexos sobre los dientes o los ganchos en el alambre arqueado.
2. *Fuerza de magnitud moderada.* Se espera que un minitornillo único sea capaz de soportar aproximadamente de 200 a 300 gramos de fuerza, lo cual parecería ser suficiente para mover segmentos de dientes o un diente único.
3. *Componente intrusivo de la fuerza.* La mecánica ortodóntica convencional tiene un efecto extrusivo en los dientes, mientras que los minitornillos normalmente tienen un componente intrusivo. Esto se debe a que usualmente se colocan en posición apical con relación al alambre arqueado.

En la mecánica convencional los segmentos molares o posteriores siempre han servido de anclaje, mientras que el resto del arco realiza el movimiento. En contraste, cuando los minitornillos se incorporan en el sistema como tercera contraparte se hace posible el movimiento selectivo de los segmentos anterior y posterior.

### Diseño del aparato

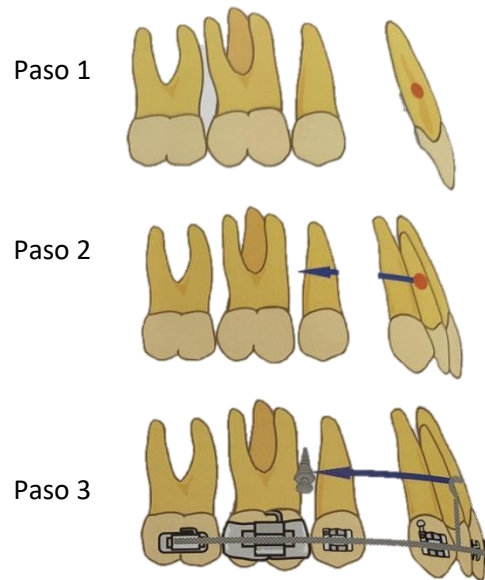
Los aparatos se construyen de acuerdo al siguiente procedimiento:

*Paso 1.* Determine el tipo de movimiento de diente o de segmento deseado. Se refiere al tipo o magnitud del movimiento dental deseado, tal como inclinación o traslación.

*Paso 2.* Determine el sistema de fuerza requerido. Constituye la construcción de un sistema de fuerza razonable, incluyendo línea de fuerza(s) y momento(s), para el movimiento dental deseado con respecto del centro de resistencia estimado.

*Paso 3.* Determine el lugar de inserción y el punto de aplicación de la fuerza.

*Paso 4.* Modifique el aparato de acuerdo a la necesidad.<sup>26</sup> (Fig. 15)



**Fig. 15** Pasos del diseño del aparato con minitornillos<sup>18</sup>

## Uso de minitornillos en el tratamiento de maloclusión Clase II

### Maloclusión Clase II y su tratamiento sin extracciones

La definición original de maloclusión de Clase II por Angle se basó en la relación sagital del arco dental de la dentición permanente basada principalmente en la posición original de los primeros molares permanentes. La maloclusión de clase II, según lo definido por Angle, tenía una relación molar distal bilateral y, según la posición de los incisivos maxilares, se dividió en dos: División 1 y División 2, con incisivos maxilares proclínicos y retroclínicos, respectivamente. Los casos con una relación molar distal unilateral se clasificaron como subdivisión de Clase II (División 1 o 2). Esta definición, aun ampliamente utilizada, se limita a la relación del arco dental sagital solamente, sin tener en cuenta las relaciones verticales y transversales del arco dental o la relación mandibular.<sup>57</sup>

La maloclusión Clase II división 1 se ha descrito como el problema de tratamiento más frecuente en la práctica ortodóntica, se calcula que cerca del 35% de niños norteamericanos la presentan. El movimiento distal de los primeros molares maxilares es un objetivo común en el tratamiento de la relación molar Clase II y en la resolución de discrepancias del tamaño de diente/longitud del arco maxilar.<sup>58</sup>

Otros autores toman en consideración la morfología facial y los patrones de crecimiento clasificando la maloclusión Clase II en: 1) dental, 2) dentoalveolar, 3) funcional o neuromuscular, 4) esquelética y 5) una combinación dentoalveolar y esquelética.

Las maloclusiones de Clase II del tipo dental son aquellas en las cuales la relación dentaria entre ambos maxilares es incorrecta, pero las bases apicales están normalmente relacionadas con la anatomía craneal y una con la otra. El proceso alveolar de los dientes anteriores superiores no se encuentra adelantado, pero los incisivos se encuentran protruidos.

#### Objetivos del tratamiento

El tratamiento de las maloclusiones Clase II está basado sobre tres objetivos en el tratamiento tanto con extracciones como sin extracciones: 1) la eliminación de las interferencias funcionales; 2) la corrección de la distooclusión de los dientes superiores posteriores y la retracción de los dientes superiores anteriores; y 3) el establecimiento de una sobremordida vertical y una sobremordida horizontal de los dientes anteriores que no interfieran con las excursiones de propulsión y de lateralidad de la mandíbula.<sup>59</sup>

#### Consideraciones en el diagnóstico

Desde los comienzos del año 2000, el tratamiento ortodóntico ha sido enfocado en el perfil blando en vez de las relaciones dentales y esqueléticas. Las consideraciones diagnósticas que se van a tomar en cuenta para el tratamiento de una maloclusión Clase II serán enfocadas en los efectos reflejados en la estética facial del paciente:

- 1) *La posición del labio superior.* Se han propuesto varias líneas cefalométricas, distancias y ángulos para evaluar la posición del labio superior, de las cuales la línea E es una de las más populares. La norma aceptada es de 4-5mm para hombres y de 2-3mm para mujeres. No existe un predictor preciso de la respuesta del labio superior al tratamiento ya que la respuesta puede variar desde el 40% al 70% de acuerdo al movimiento que presente el incisivo superior, pero se puede tener la certeza de que cualquier cambio va a seguir la dirección del movimiento que tengan los dientes anteriores maxilares.
- 2) *El mentón.* El mentón retruido se llega a presentar en el 85-90% de los pacientes con maloclusión Clase II por deficiencia mandibular. Si el paciente presenta una deficiencia en el mentón, el tratamiento debe ir encaminado a cambiar la posición del mismo. En adultos solamente se puede llevar el mentón hacia adelante con un procedimiento quirúrgico.
- 3) *Apiñamiento.* El apiñamiento, sin importar si se encuentra en el maxilar o en la mandíbula, es un factor que complica el tratamiento de la maloclusión Clase II. En el maxilar, el objetivo es retraer los incisivos y reducir la sobremordida horizontal, sin embargo, el espacio obtenido por medio de extracciones o la distalización de molares podría ser ocupado para resolver el apiñamiento dejando poco o nulo espacio para la retracción de los incisivos. En la mandíbula, el tratamiento está dirigido a mantener los incisivos en su posición, o proinclinarlos para ayudar a corregir la discrepancia

del plano sagital. Existe un acuerdo general de que los incisivos no se deben adelantar más de 2 mm o 3° ya que esto podría provocar problemas periodontales y recidiva.

- 4) *Potencial de crecimiento*. Cuando existe potencial de crecimiento, el objetivo será modificar el patrón del mismo. Los pacientes que se encuentran en la etapa de adolescencia tardía con poco crecimiento remanente deben ser tratados con camuflaje a menos que la maloclusión sea severa.<sup>18</sup>

### Biomecánicas para la corrección de la maloclusión Clase II sin extracciones

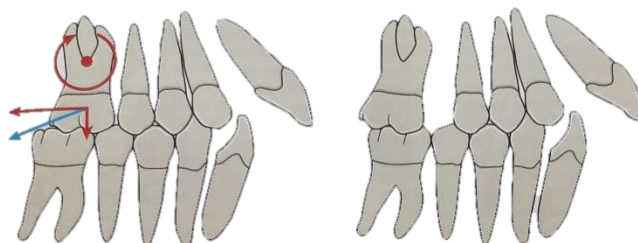
Es necesario seleccionar cuidadosamente a los pacientes para tratamiento sin extracción, los pacientes deberán presentar una relación dental Clase II o una relación esquelética menor de Clase II. Se prefiere la relación de Clase II por migración mesial de los molares maxilares debido a la pérdida prematura de los molares primarios. El paciente debe tener mínima o no debe tener discrepancias de longitud del arco mandibular, preferiblemente con tipos meso o braquifaciales y posible crecimiento. Es más adecuado un ángulo del plano mandibular bajo, debido a que cuando se presenta un ángulo alto, la distalización molar tenderá a abrir la mordida.

La fuerza adecuada para el movimiento distal de molares actúa en los límites de 150-250 g. El tipo de movimiento puede ser por traslación o inclinación centrada seguida por verticalidad. Consideraciones de anclaje incluyen extrusión de molares y movimiento mesial del segmento anterior. Para obtener máximo beneficio de la resistencia distal (presencia de segundo y tercer molar) se deberá chequear el crecimiento en la región de la tuberosidad del maxilar e interferencias funcionales.

Existen diferentes modalidades de tratamiento para el movimiento distal de molares maxilares. Esto se logra ya sea con aparatos removibles o fijos, intraorales o extraorales.

Algunas de estas modalidades de tratamiento son:

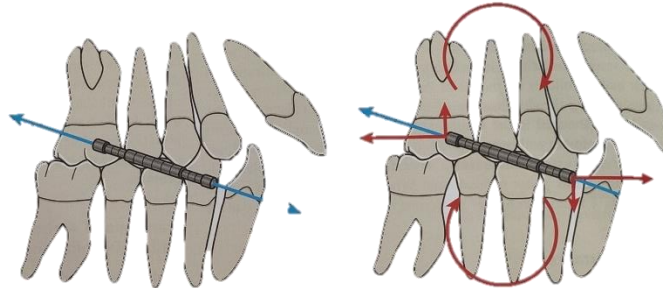
- 1) *Arco extraoral*. Este puede tener un uso ortopédico, redireccionando el crecimiento del maxilar, también puede ser utilizado como anclaje o para distalizar los molares. Una de las desventajas es que requiere de la cooperación del paciente.(Fig. 16)



**Fig. 16** Efectos del arco extraoral sobre el primer molar superior.<sup>18</sup>

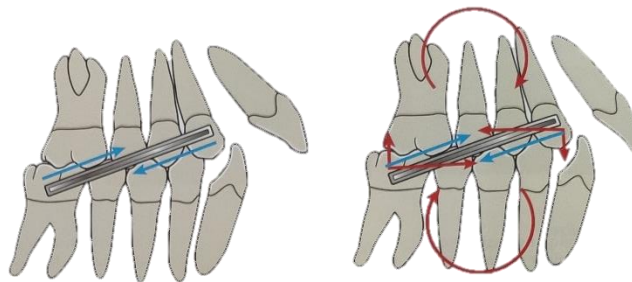
- 2) *Reposicionadores de la mandíbula*. Dentro de las muchas opciones que existen se encuentran algunos aparatos removibles, como los bloques gemelos o aparatos

miofuncionales (Frankel, Bionator, etc.) También existen aparatos fijos que no requieren de la cooperación del paciente como son el Herbst y el Forsus. Sin embargo, estudios han demostrado que estos aparatos más que estimular el crecimiento de la mandíbula provocan una compensación dentaria.(Fig. 17)



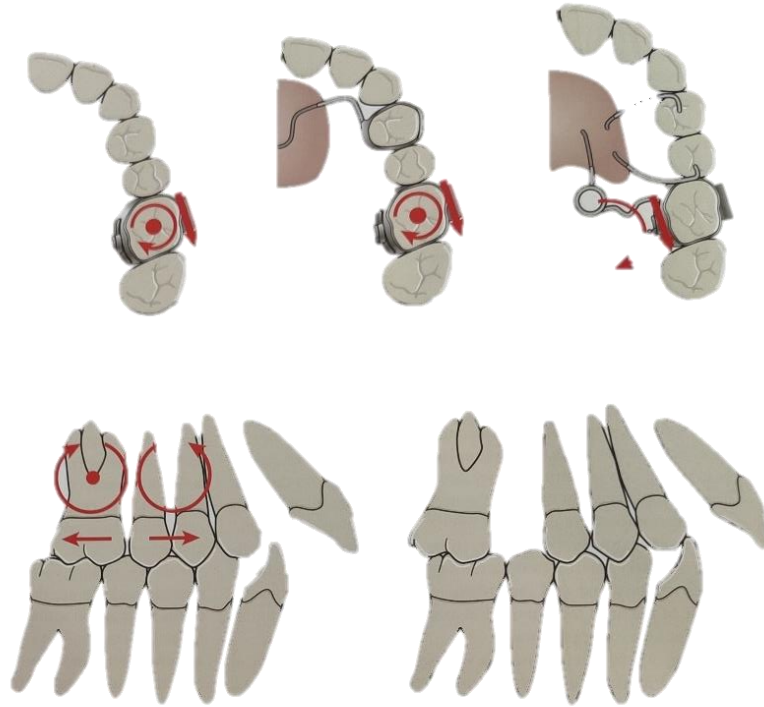
**Fig. 17** Efectos sobre los dientes con el uso de un reposicionador mandibular (18)

- 3) *Elásticos Clase II*. Los elásticos se apoyan en el arco mandibular provocando algunos efectos secundarios en el mismo. Un ejemplo de un aparato fijo que utiliza elásticos Clase II es el Carrier que requiere de la cooperación del paciente. (Fig. 18)



**Fig. 18** Efectos sobre los dientes con el uso de Elásticos Clase II. <sup>18</sup>

- 4) *Aparatos con anclaje palatino*. El objetivo de estos aparatos es distalizar los molares maxilares. Todos ellos cuentan con un botón de acrílico para utilizar el paladar como anclaje. Algunos de ellos son el péndulo, el distal jet, botón de nance con resortes, etc. Uno de los efectos secundarios más importantes de estos aparatos es la proinclinación de los dientes anteriores y la mesialización de los premolares, así como la rotación e inclinación del molar. (Fig. 19)



**Fig. 19** Efectos de los dientes con el uso de aparatos con anclaje palatino. <sup>18</sup>

- 5) *Aditamentos apoyados de los dientes adyacentes.* Esto puede ser por medio de resortes o imanes. El objetivo de distalizar los molares siempre se logra a costa de la mesialización proporcional que representen los dientes que son utilizados como anclaje.<sup>18</sup>

#### Biomecánica para la corrección de la maloclusión Clase II con minitornillos

Como hemos visto anteriormente, durante la historia de la Ortodoncia se han desarrollado muchos aparatos de distalización molar. Los efectos del tratamiento con estos aparatos se resumen en movimiento distal de los molares, movimiento anterior de los premolares y dispersión de los incisivos. Con minitornillos, los molares se pueden distalizar de manera efectiva sin mecanismos reactivos sobre los dientes anteriores.<sup>26</sup>

#### Biomecánica de deslizamiento

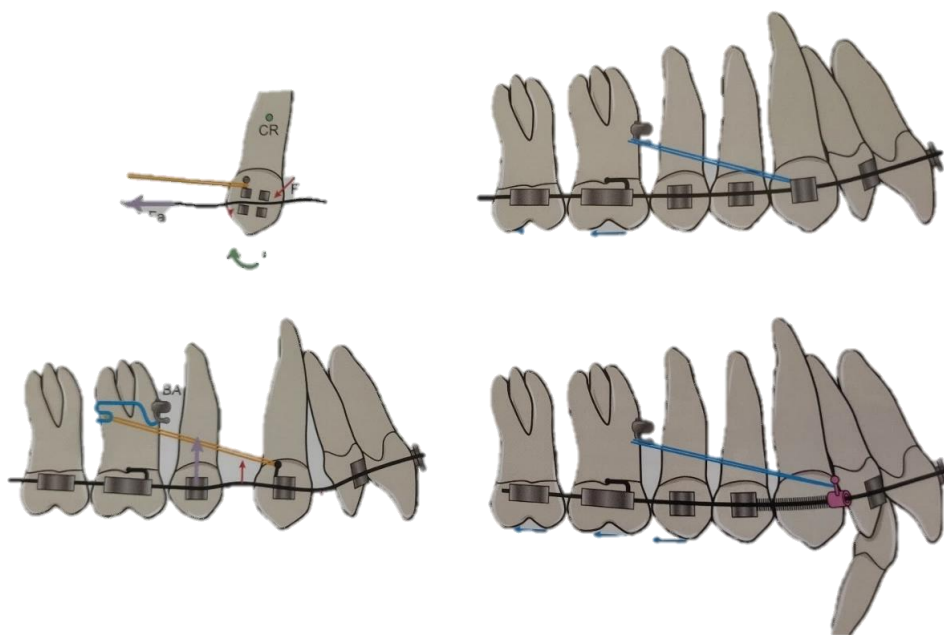
Debido a que la inserción del minitornillo se encuentra por arriba del centro de resistencia de los dientes, colocar un elástico o un resorte directamente al canino resultará inicialmente en una inclinación coronaria del mismo. Sin embargo, el estar amarrado al arco provocará el

enderezamiento de la raíz del canino. En consecuencia, la inclinación coronaria y el enderezamiento radicular finalmente dan como resultado el deslizamiento del bracket del canino a través del arco. Gracias a la fricción que provoca este proceso, el arco es empujado en dirección posterior generando la fuerza suficiente para retraer a los incisivos.

Si sólo se requiere esta distalización en un solo lado, resultará en la desviación de la línea media.

Al mismo tiempo que la inclinación coronaria del canino sucede, el segmento del arco que se encuentra por delante del bracket es forzado hacia abajo, mientras que el segmento posterior al bracket es forzado hacia arriba. Esto resulta en la extrusión de los incisivos y la intrusión del primer premolar.

La falta de control vertical anterior puede detener el proceso de distalización posterior, ya que los incisivos superiores podrían estar trabados por los incisivos inferiores, provocando que en vez de que se realice una distalización en masa del arco completo, solamente se distalicen los segmentos laterales provocando espaciamientos en la parte anterior. El tratamiento en este caso se tendría que hacer en dos fases, la primera para distalizar el segmento posterior y conseguir una relación canina Clase I; y en la segunda fase retraer el segmento anterior con alguna mecánica de control vertical como podría ser el uso de un arco de retracción con Loops de intrusión.

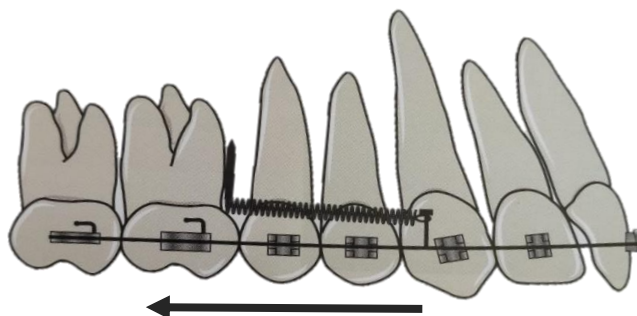


**Fig. 20** Diferencia entre la distalización del canino a través del arco con la fuerza aplicada desde el mini tornillo, y distalización con la fuerza aplicada a un gancho punteado en el arco.<sup>18</sup>



### Distalización en masa del arco maxilar completo

Los métodos para lograr la distalización completa del arco requieren para el anclaje de minitornillos bilaterales colocados entre las raíces de los premolares y molares combinado con elásticos o resortes de NiTi. Una vez que se puede colocar un arco de acero de 0.016x0.022 pulgadas en el arco maxilar, se comienza con la mecánica colocando un elástico o un resorte de NiTi desde el implante hasta un gancho colocado directamente en el arco de acero con una fuerza aproximada de 200gr. La dirección de la fuerza resultará hacia arriba y hacia atrás, de preferencia lo más paralela posible al plano oclusal. De esta manera la distalización molar se logra sin que haya proinclinación de los incisivos.(Fig. 21)



**Fig.21** Dirección del movimiento de los dientes al realizar una retracción en masa del arco maxilar completo.<sup>18</sup>

Existen algunas variaciones según el caso, por ejemplo, se puede agregar torque positivo en los incisivos, alterar el tamaño de los ganchos para cambiar la dirección de la fuerza o colocar arcos con curva de Spee acentuada para tener un control vertical.

Una distalización en masa de más de 2-3mm no puede ser alcanzada con minitornillos interradiculares. Es necesario colocar minitornillos infracigomáticos o placas cigomáticas, sin embargo, la cirugía eleva el costo del tratamiento. Una opción podría ser colocar los minitornillos en el paladar ajustando la mecánica al lugar de inserción. Una de las ventajas de usar minitornillos en el paladar es que la fuerza se puede dirigir más cerca del centro de resistencia, resultando en movimientos en cuerpo del segmento posterior.

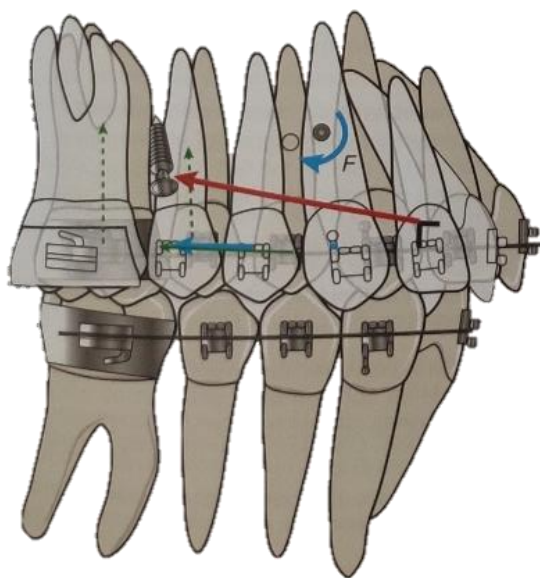
La distalización con minitornillos permite un excelente control en la dimensión vertical ya que evita la extrusión de los molares y, por lo tanto, mantiene el ángulo del plano mandibular. Una rotación a favor de las manecillas del reloj podría empeorar la maloclusión Clase II y ser más propenso a la recidiva.

El componente vertical de la fuerza total puede aumentar la fricción del arco a los tubos y brackets previniendo el deslizamiento, esto resulta en la transmisión de la fuerza al arco completo y en consecuencia una mayor cantidad de distalización e intrusión. Los cambios verticales pequeños en los dientes posteriores pueden producir cambios importantes en el área anterior: 1 mm de intrusión en el área posterior puede producir un movimiento hacia



arriba y hacia adelante del punto gnation y del mentón de 3mm. Este movimiento podría ser un factor crítico para la corrección de la maloclusión Clase II, particularmente en las relaciones de ángulo alto. La posición oclusogingival del minitornillo, o el uso de brazos de poder o ganchos crimpables, también pueden ser factores críticos que definen el componente vertical de la fuerza. Mientras más arriba en el vestíbulo se encuentre un minitornillo, el componente vertical de la fuerza total puede aumentarse significativamente. (Fig. 22)

Los pacientes con un patrón vertical de moderado a severo no siempre presentan mordida abierta, ya que los incisivos sobreerupcionan para compensar el exceso vertical posterior. Es por eso que la mecanoterapia ortodóntica, además de prevenir la extrusión de los dientes posteriores, debe así mismo intruir los incisivos maxilares mientras se retraen. Esto maximiza la rotación de la mandíbula en contra de las manecillas del reloj, ya que mueve el tope incisal hacia adelante. Sin la intrusión y el control axial de la inclinación de los incisivos maxilares, el paciente tendrá una tendencia a tener una cara más alargada, exagerando la apariencia de la Clase II.



**Fig. 22** El uso de minitornillos permite la intrusión y la distalización al mismo tiempo, lo cual permite un control vertical.<sup>18</sup>

### Limitaciones de la distalización

Una de las limitaciones de la distalización molar es la falta de espacio en el área de la tuberosidad del maxilar. La extracción de los terceros molares puede proveer el espacio suficiente en esa área para que los dientes se muevan a través del proceso alveolar. Otra limitación podría ser encontrada si el minitornillo encargado de la distalización interfiere con las raíces adyacentes. Para prevenir esta interferencia, los minitornillos deben ser colocados

con una angulación superior, para dejar un camino libre para las raíces. Otra alternativa es inclinar previamente las raíces para crear espacio suficiente para la inserción del minitornillo.

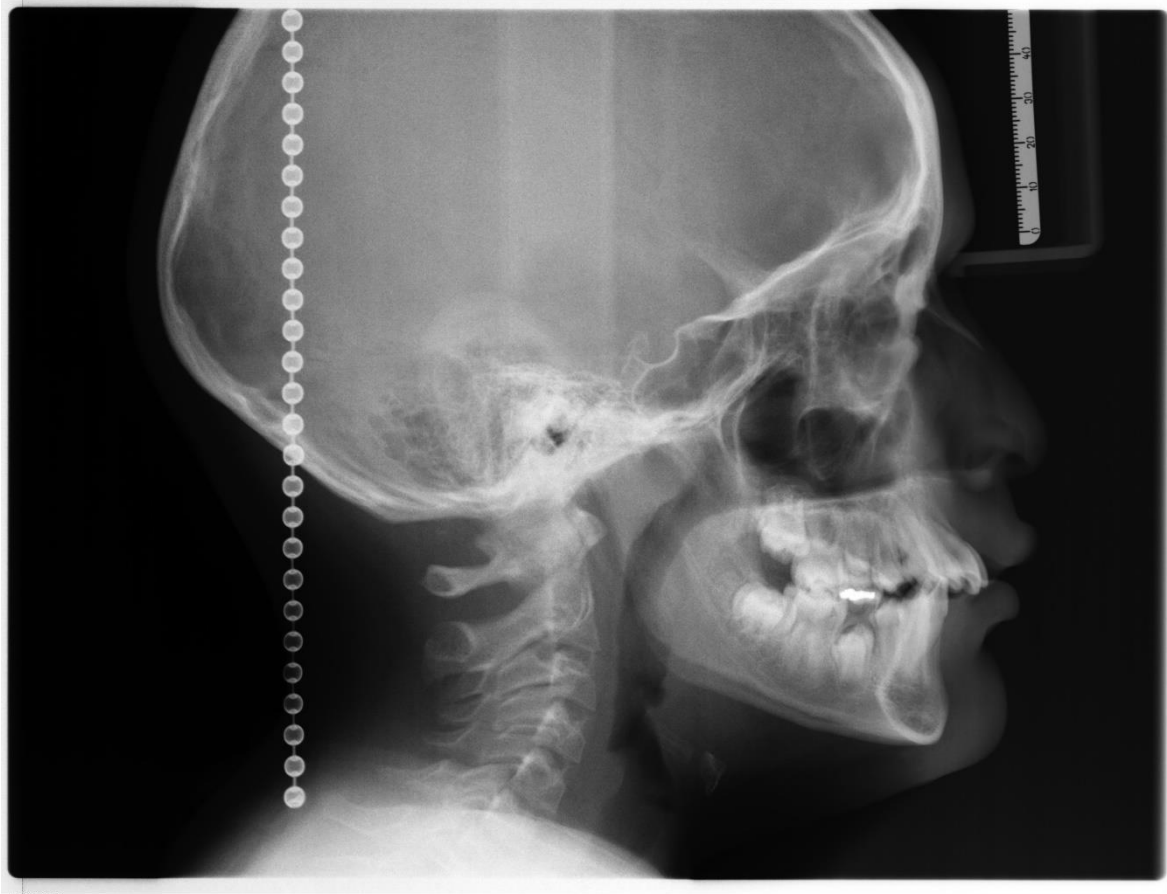
### Caso Clínico

Paciente masculino de 9 años de edad en dentición mixta tardía. En la radiografía panorámica se puede observar una dentición mixta tardía sin anomalías aparentes. La discrepancia dentoalveolar maxilar es de +0.86mm y mandibular de -2.04mm. El análisis cefalométrico nos indica que presenta una relación esquelética Clase I (ANB 2°) con retrusión maxilar y mandibular (SNA 76° SNB 74°), con dirección de crecimiento neutra y mesofacial. Los incisivos se encuentran ligeramente proinclinados (125°) En el análisis dental presenta relación molar Clase II derecha y Clase I izquierda, mientras que en la relación canina presenta Clase II bilateral. La sobremordida horizontal y vertical se encuentran aumentadas (9mm y 4mm respectivamente). En el análisis facial encontramos que es aparentemente simétrico, con perfil ligeramente convexo y labios dentro de la norma.

Los objetivos del tratamiento fueron, realizar expansión del arco maxilar, alinear y nivelar, conseguir una sobremordida adecuada, consolidar relaciones molar y canina Clase I; y mantener su perfil.



**Fig. 23** Radiografía panorámica inicial



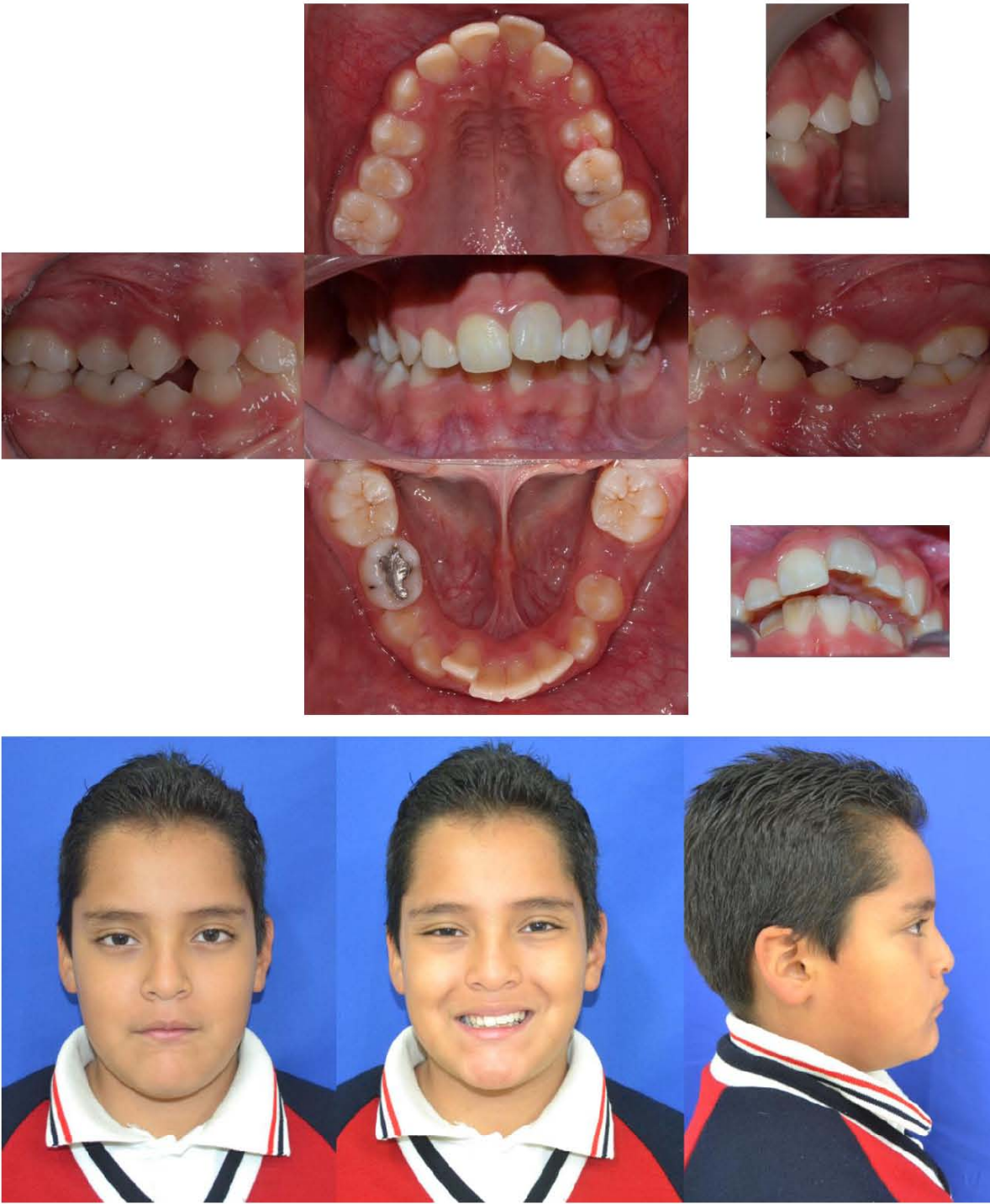
**Fig. 24** Lateral de cráneo inicial



Espacio disponible Superior	Espacio requerido según Tanaka y Johntson	Discrepancia
75.8mm	74.94mm	+0.86mm



Espacio disponible Inferior	Tamaño calculado según Tanaka Johntson	Discrepancia
63.76mm	65.8mm	-2.04mm



**Fig. 25** Registros iniciales



**12 de Noviembre del 2015**

Se colocan brackets Prescripción Alexander 0.018 en la arcada superior e inferior. Se cementa arco Traspalatino con brazos de expansión en el maxilar y arco mandibular en la mandíbula. Arco sNiTi superior 0.014" cinchado y arco inferior NiTi 0.014.



**3 de Diciembre del 2015**

Arco superior de acero 0.016" cinchado. Arco inferior NiTi 0.016"

**14 de Enero de 2016**

Arco inferior de acero 0.016" con escalones entre 36 y 34 y 43 y 46 para mantener el espacio. Elásticos Clase II de 3/16 6 oz.



**10 de Marzo de 2016**

Arco inferior NiTi 0.016". Se coloca resorte abierto entre 44 y 46 para mantener espacio. Se liga en bloque de 33 a 43, Cadena elástica de 33 a 34. Continúa con Elásticos 3/16 6 oz Clase II.

5 de Mayo de 2016

Arco inferior de acero 0.018, se retira el arco lingual para permitir la correcta erupción del diente 35. Resorte abierto entre 36 y 34.



**9 de Junio de 2016**

Arco superior NiTi 0.016", arco inferior NiTi 0.016". Se coloca bracket en los dientes 25 y 35. El arco superior se pasa por encima del diente 25 y el arco inferior se liga al diente 35 para acelerar la erupción.





**27 de Marzo de 2017**

Se colocan minitornillos entre 16 y 15, y entre 26 y 25. Arco superior de acero 0.016x0.016” con ganchos crimpables. Arco inferior de acero 0.016x.016. Se coloca cadena elástica de los minitornillos a los ganchos crimpables.



**27 de Abril de 2017**

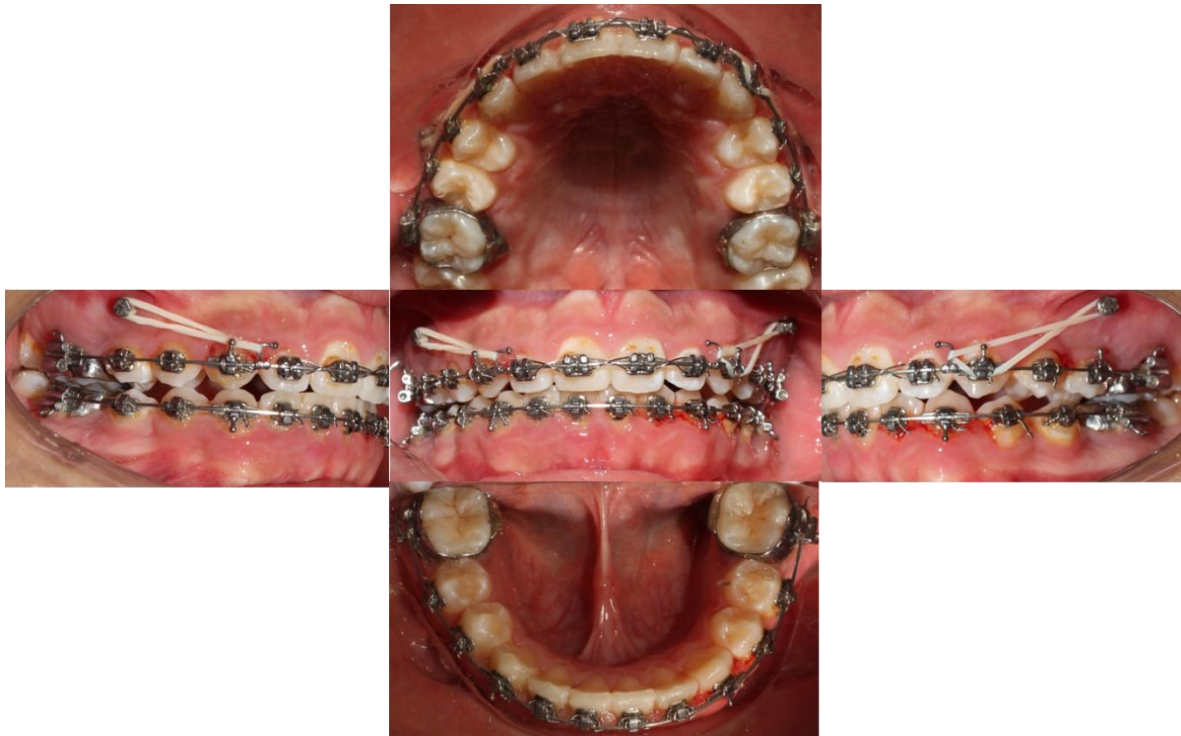
Se cambia cadena elástica de los minitornillos a los ganchos crimpables con una fuerza de 250g.

**11 de Agosto del 2017**

Se indican elásticos intermaxilares de ¼ medianos del implante a los ganchos crimpables. Se coloca cadena elástica de 13 a 23.

**4 de Octubre de 2017**

Se indican elásticos intermaxilares de ¼ pesados del minitornillo al gancho crimpable



**1 de Marzo de 2018**

Se considera completa la distalización, así que se liga el gancho crimpable al implante de ambos lados.



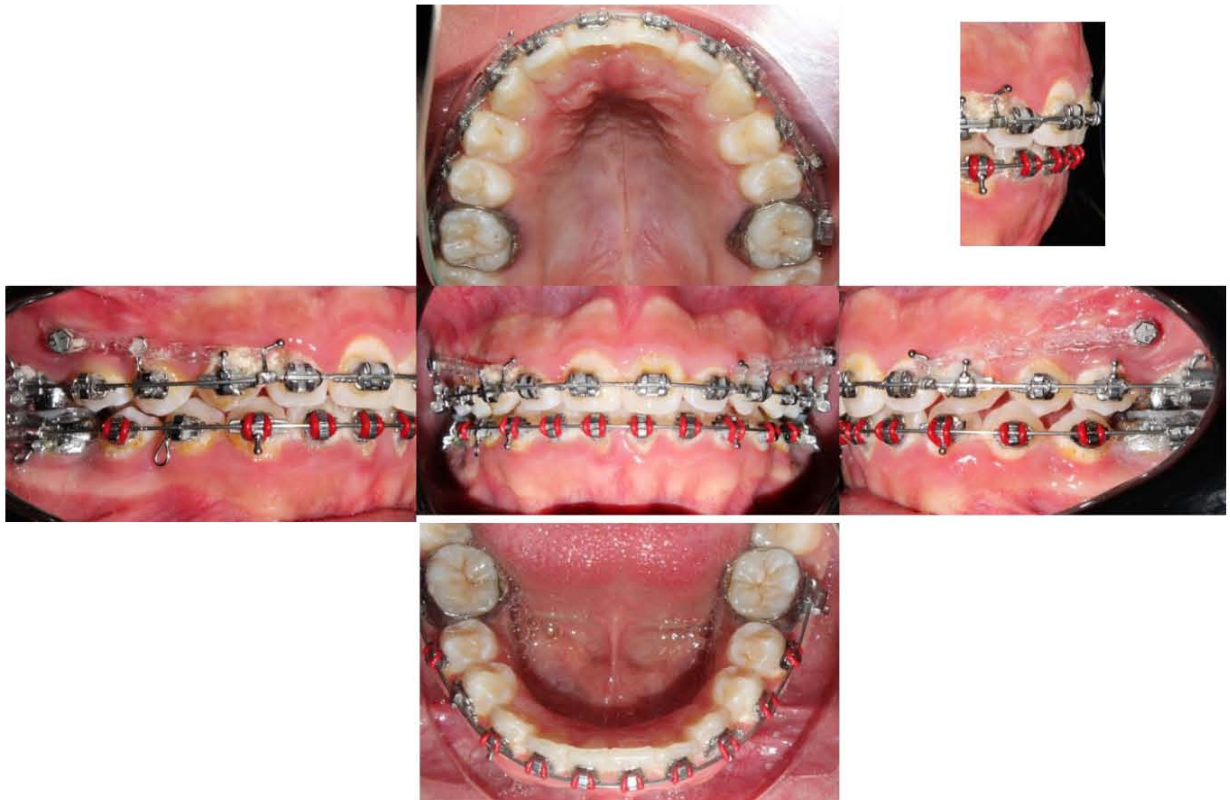
4 de Octubre del 2018

Arco superior de acero 0.016x0.022 con ganchos crimpables. El paciente presenta recidiva por lo cual se reinicia tracción con cadena elástica de los ganchos crimpables a los minitornillos. Se indican elásticos ¼ medianos en Clase II.



6 de Diciembre de 2018

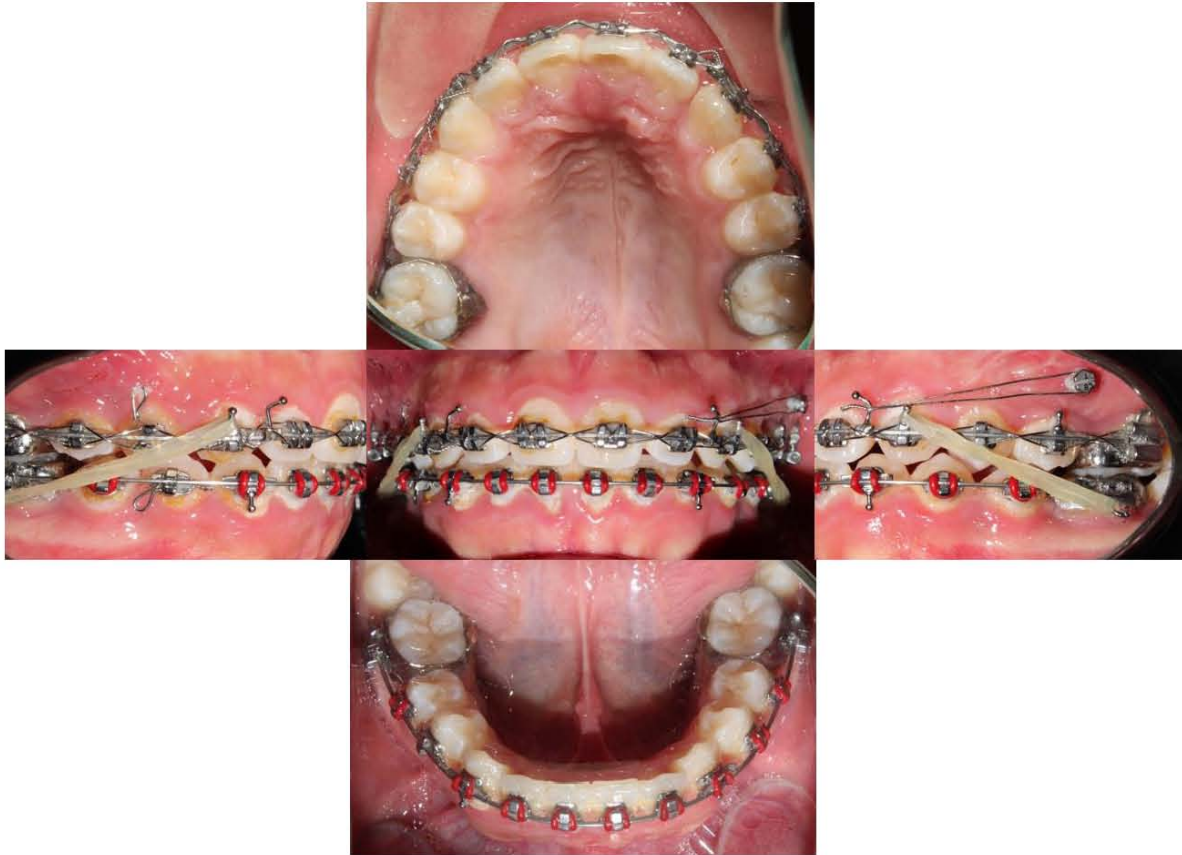
Se reposicionan los minitornillos de manera distal cercanos a la raíz del diente 16 y 26. Se cambia cadena elástica del minitornillo a los ganchos crimpables y se continúa con elásticos Clase II.





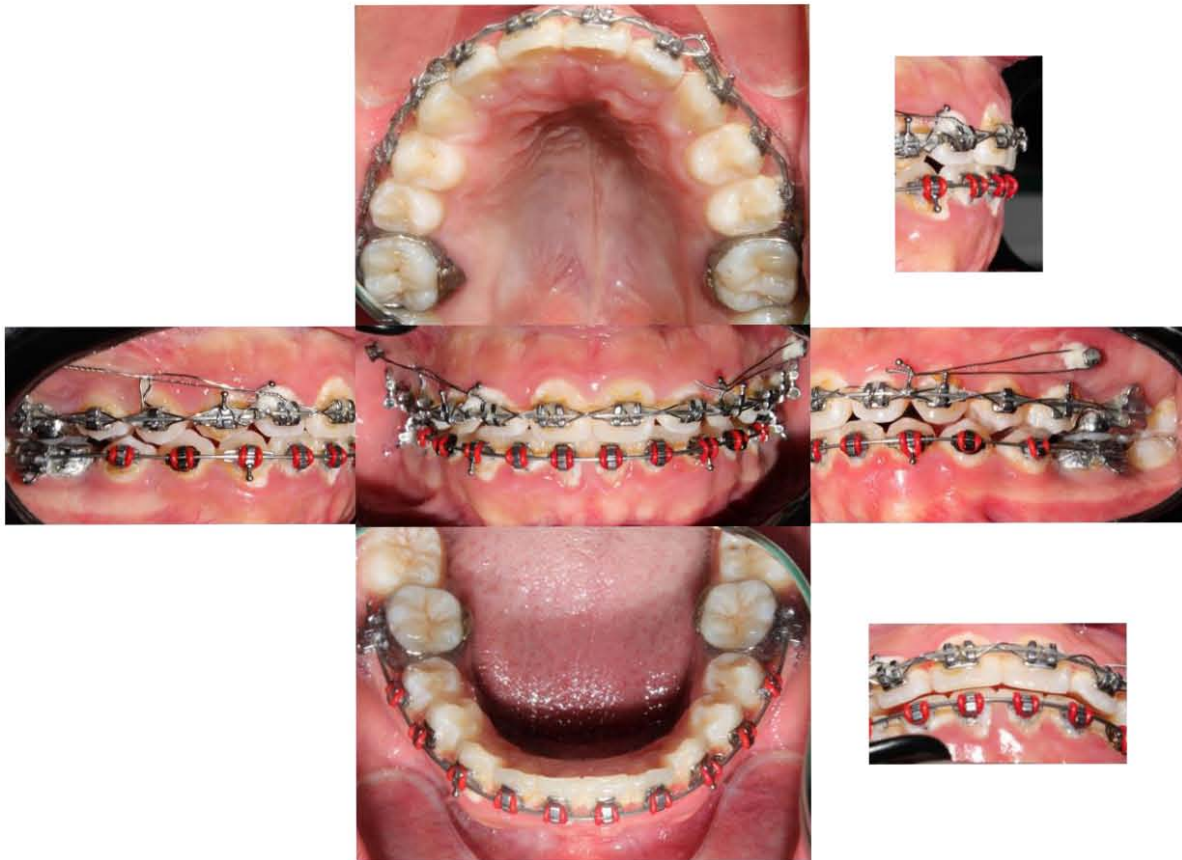
30 de Enero de 2019

Se liga del gancho al minitornillo. Se continúa con elásticos Clase II



12 de Febrero de 2019

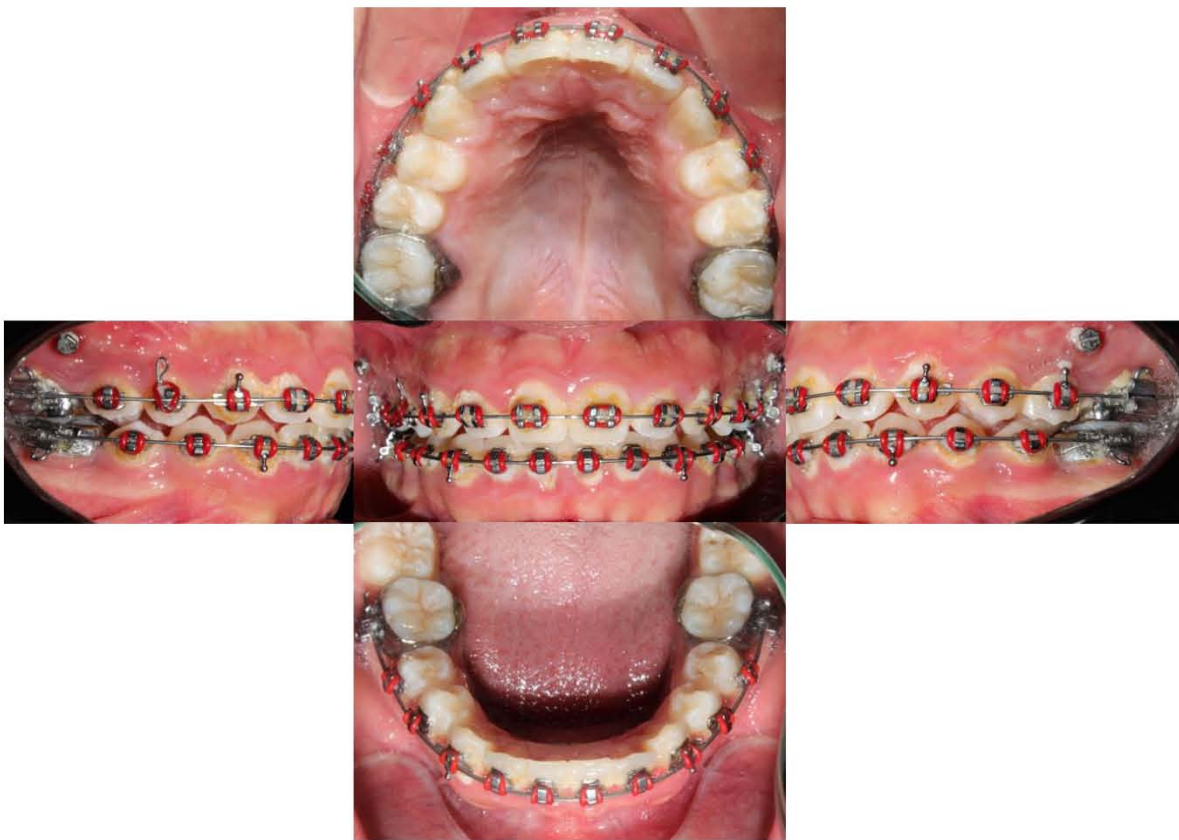
Con la panorámica se evalúa paralelismo radicular, se reposicionan los brackets 34, 32, 42 y 44. Arco inferior NiTi 0.016”



**7 de Marzo de 2019**

Se colocan bandas con tubos en 17 y 27; y tubos bondeables en 37 y 47.

Arco superior de NiTi 0.016x.016” y arco inferior de NiTi 0.016x0.022”





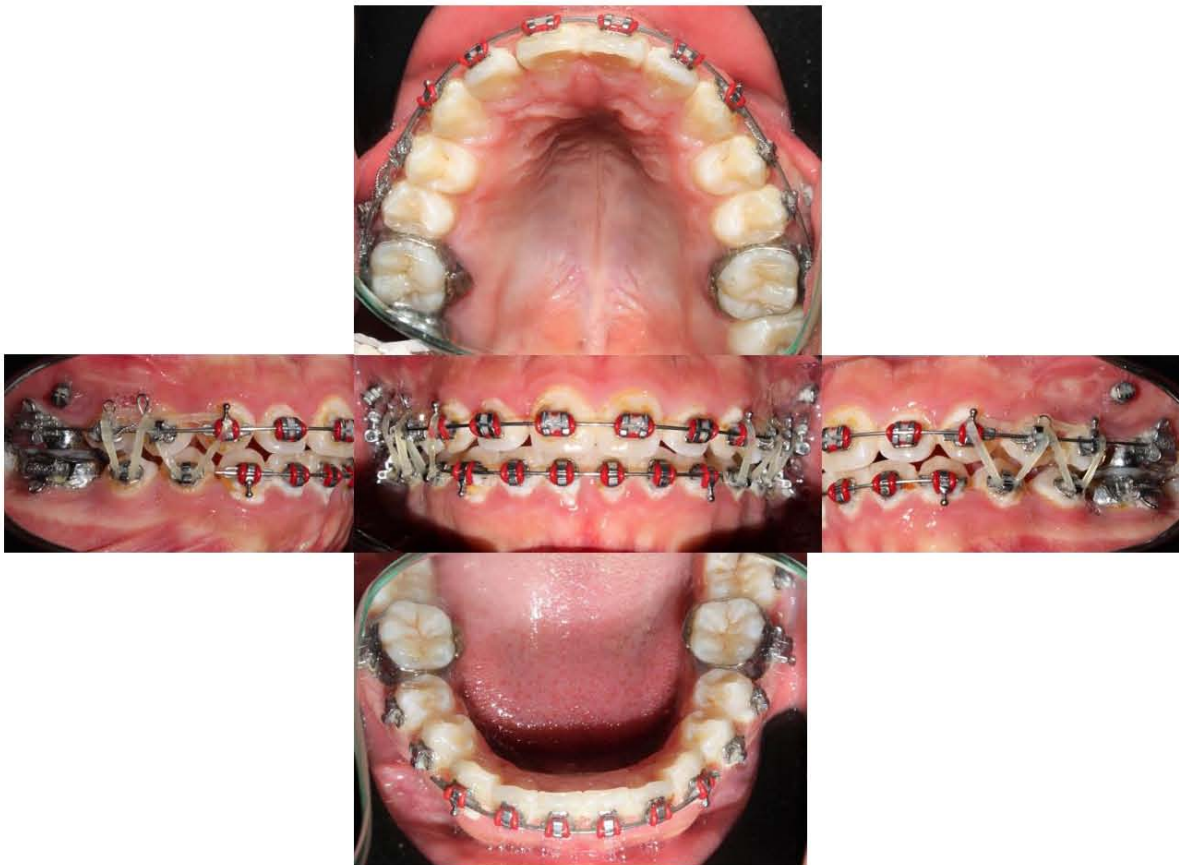
3 de Abril de 2019

Arco superior de NiTi 0.016x0.022. Elásticos de asentamiento de 1/8 medianos en triángulo con base en inferior. Del 3 superior a 3 y 4 inferior y de 4 superior a 4 y 5 inferior bilateral.



14 de Mayo 2019

Se corta arco inferior de canino a canino y se dejan los premolares libres para permitir un mejor asentamiento. Continúa con elásticos en triángulo 1/8 medianos



4 de Septiembre de 2019

Se retira aparatología fija, y se toma de impresión para colocar retenedores.





**Fig. 26** Radiografía panorámica de valoración





Fig. 27 Lateral de cráneo final

**Tabla 4.** Medidas cefalométricas

	Norma	Pretratamiento	Postratamiento
<i>Angulo S</i>	123° ±5°	136.8°	137°
<i>Angulo Ar</i>	143° ± 5°	128°	145.6°
<i>Ángulo goniaco sup.inf.</i>	130±7°	120.5°	124.5°
<i>Resultante</i>	396°±6°	397°	396.6°
<i>SNA</i>	82° ±2°	72.9°	74.4°
<i>SNB</i>	80°±2°	72.7°	71.6°
<i>ANB</i>	2°	-0.3°	3.3°
<i>Plano mandibular</i>	24.6°	33.9°	26.5°
<i>Análisis dental</i>			
<i>GoGn/1inf</i>	90°±3°	88.6°	96°
<i>SN/1Sup</i>	108°	117.9°	103.8°
<i>Ángulo interincisal</i>	130°	113°	121°
<i>Plano Oclusal</i>	15±3°	19.3°	25°
<i>Incisivo (N/Pog) sup</i>	5mm+/-2mm	8 mm	5mm
<i>Incisivo (N/Pog) inf</i>	-2mm±2mm	1 mm	2mm
<i>Estética facial</i>			
<i>Labio Superior</i>	-1 a 4mm	+1 mm	-1mm
<i>Labio Inferior</i>	0 a 2mm	-1 mm	-3mm
<i>AFA</i>	136.5 ±7mm	106.5 mm	121.2mm
<i>AFP</i>	88.2±5.9mm	68.5 mm	78mm
<i>Cuerpo mandibular</i>	71±5mm	63.8 mm	71.4mm
<b>Altura de la rama</b>	48±5mm	43.2 mm	46.9mm

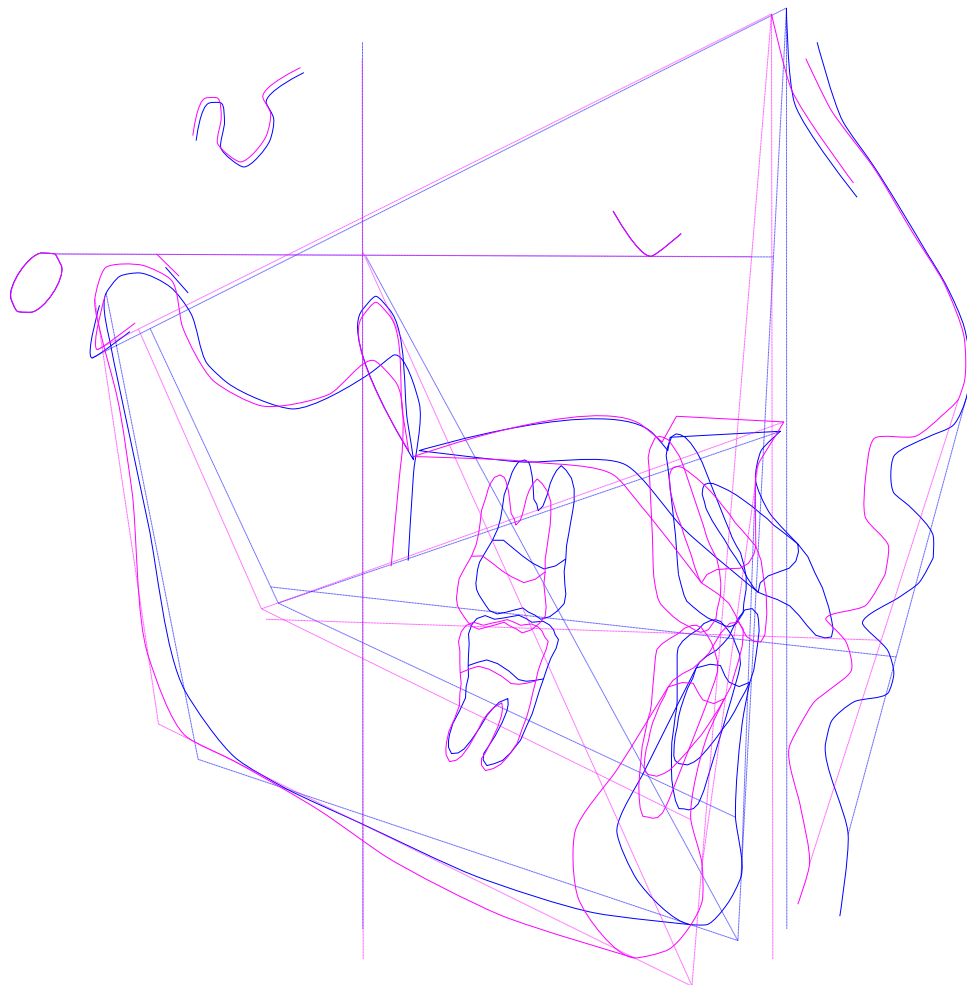
<b>LBCA</b>	71±3mm	64.6 mm	67.1 mm
<b>LBCP</b>	32±3mm	30.6 mm	34.7mm

Superposiciones

Fr/PtV

Inicial

Final

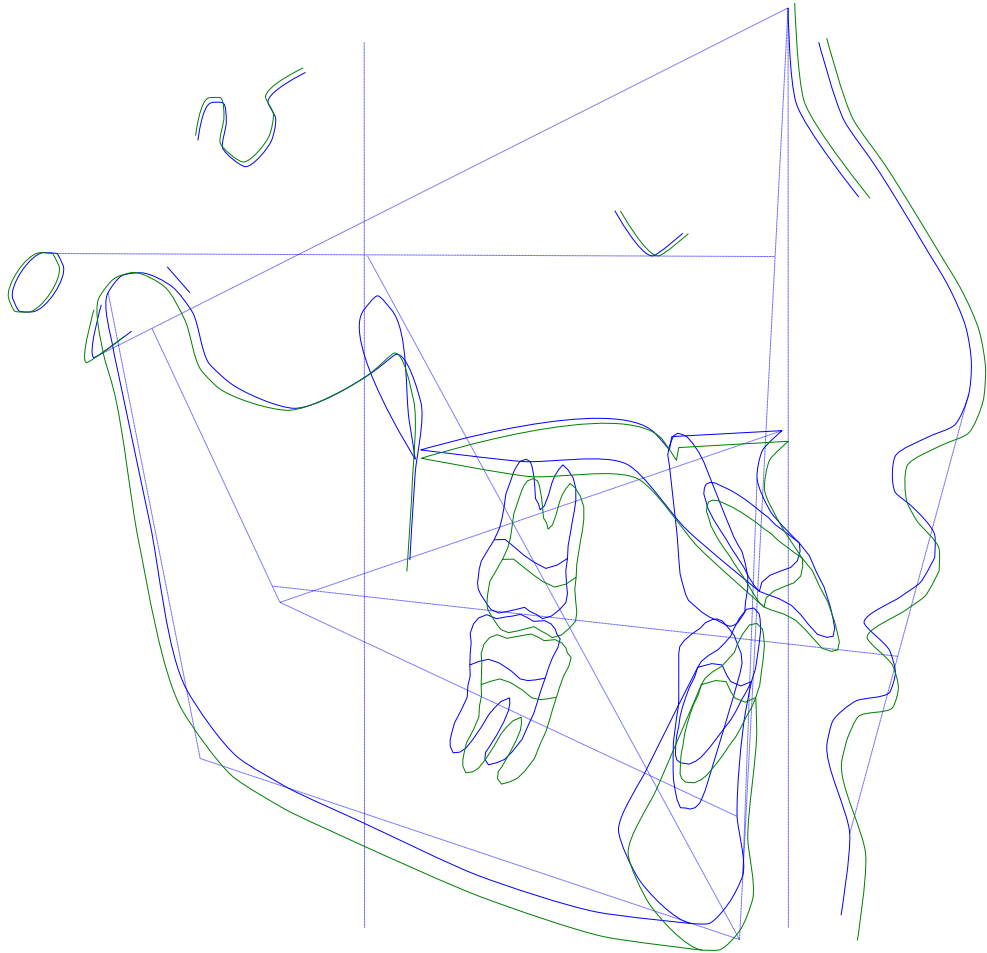




Fr/PtV

Inicial

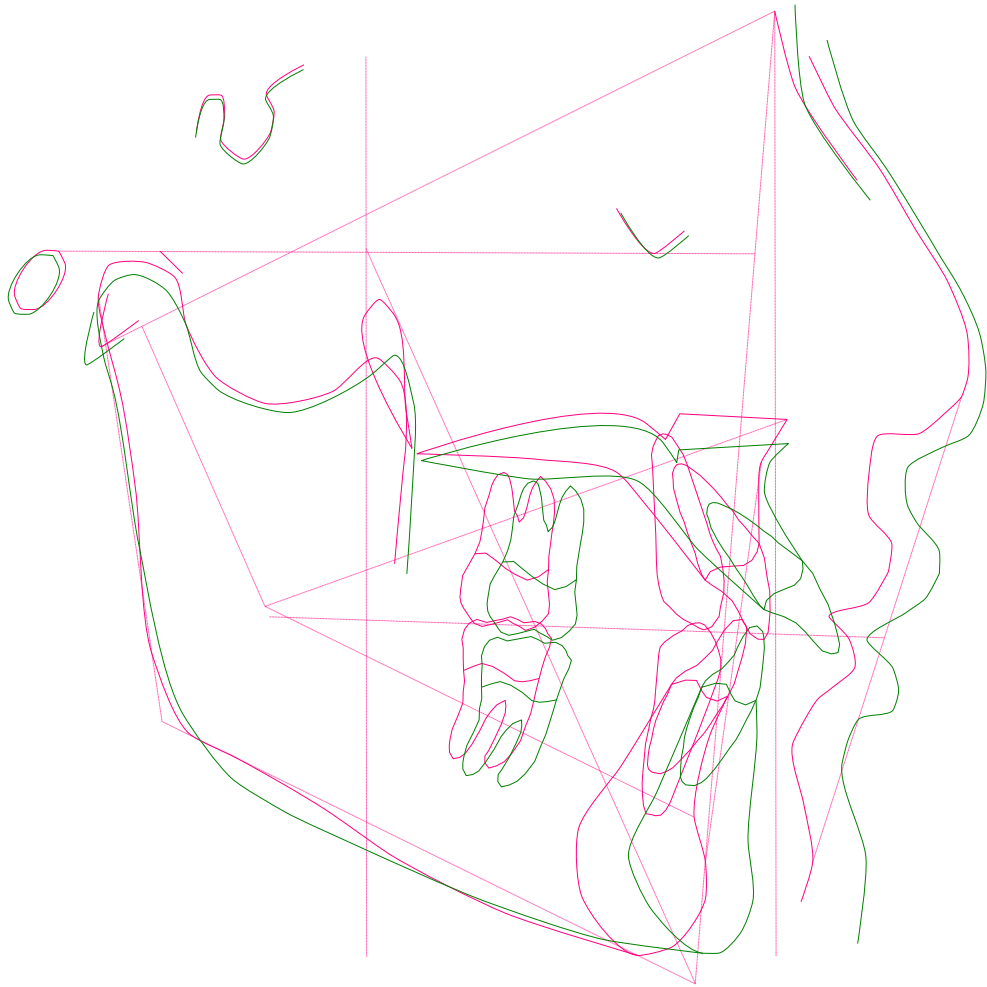
Predicción de crecimiento



Fr/PtV

Final

Predicción de crecimiento

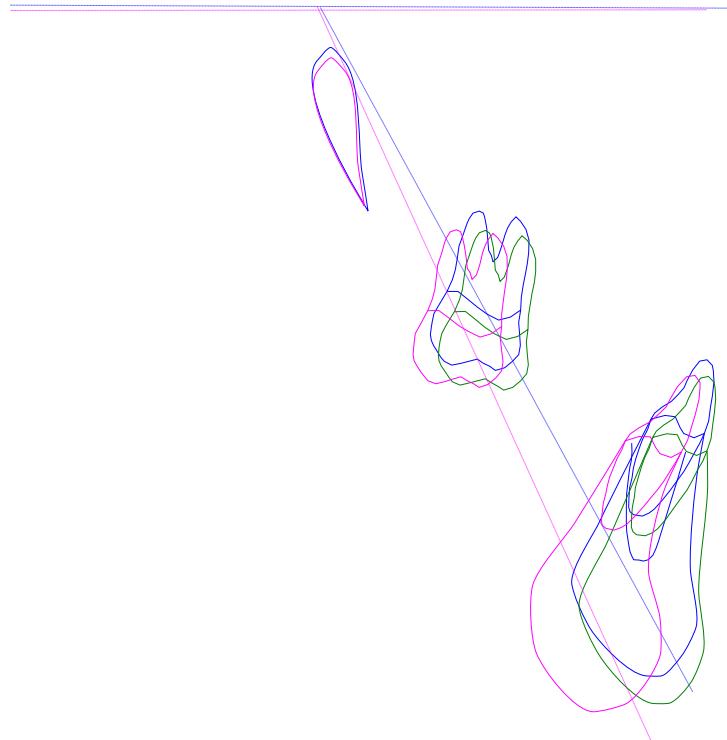


Ba-Na/CC

Inicial

Final

Pronóstico de crecimiento

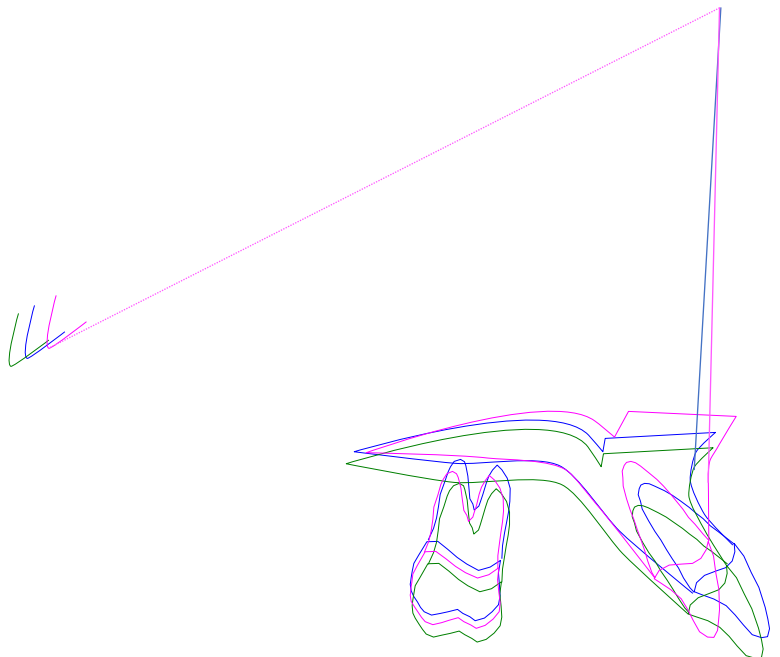


Ba-Na/Na

Inicial

Final

Pronóstico de crecimiento

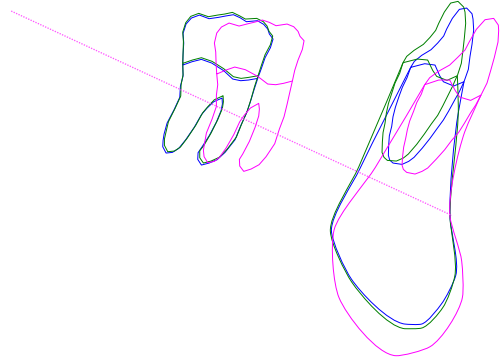


Xi-Pm/Pm

Inicial

Final

Pronóstico de crecimiento

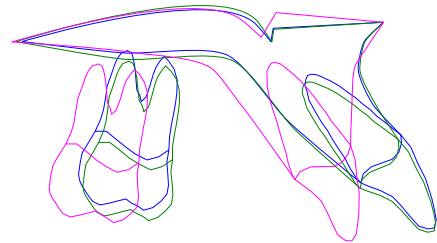


ENP-ENA/ENA

Inicial

Final

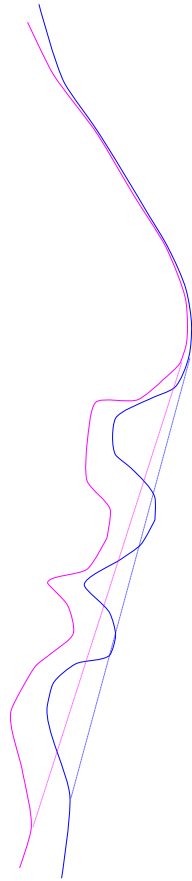
Pronóstico de crecimiento



## Tejidos Blandos

Inicial

Final



## Discusión y Conclusiones

En Ortodoncia el anclaje es fundamental para lograr los objetivos planteados en un tratamiento y que éste sea exitoso. Cuando el anclaje a utilizar son los minitorrnillos, la estabilidad de los mismos es crucial para obtener los resultados deseados. Se ha encontrado en estudios previos un alto riesgo para la estabilidad de los minitorrnillos colocados en pacientes jóvenes. Park et al.<sup>60</sup> colocó minitorrnillos en 11 pacientes en un rango de edad entre 11 y 28 años y midió el movimiento dental. En su estudio, se observó fracaso en los minitorrnillos de 3 de los pacientes menores de 14 años y ninguno en los pacientes mayores a 14 años. Esto coincide con la relación que presenta Motoyoshi<sup>46</sup> en su estudio.

Por otro lado, tenemos el estudio de Lederman et al. quienes insertaron 42 mini tornillos de titanio en 34 pacientes de entre 9 y 18 años de edad. Reportó solamente la pérdida de 4 de los 42 implantes en el periodo latente dando como resultado una tasa de éxito del 90% y estableció la eficacia de los minitorrnillos en pacientes jóvenes. El estudio anterior coincide con el caso clínico presentado en este trabajo, ya que a pesar de que se colocaron mini tornillos bilaterales interradiculares en el paciente presentando 11 años de edad, ambos implantes fueron exitosos, siendo estables y cumpliendo con los objetivos del tratamiento: la retracción en masa del arco superior.

Existen muchos aparatos extraorales e intraorales para corregir la maloclusión Clase II, todos ellos suelen ser efectivos, sin embargo, requieren de la cooperación del paciente, o se apoyan en dientes adyacentes resultando en movimientos no deseados, lo cual repercute en un mayor tiempo de tratamiento. Los minitorrnillos han solucionado estos inconvenientes permitiendo movimientos en masa, de baja fricción y requiriendo la aplicación de fuerzas ligeras.

En el caso clínico que se presenta en este trabajo el uso de mini tornillos cumplió los objetivos del tratamiento consiguiendo una Clase I molar y canina, reduciendo la sobremordida horizontal, mejorando la sobremordida vertical, mejorando la inclinación intencisiva y manteniendo el perfil del paciente dentro de la norma, todo ello sin requerir gran cooperación del paciente.

La biomecánica de retracción del arco superior para la corrección de la maloclusión Clase II por medio de anclaje esquelético es un método efectivo con excelentes resultados, minimizando con ello los efectos adversos y otorgando un tratamiento predecible y controlado.

## Referencias

1. **Singh, Kamlesh.** *Temporary anchorage devices – Mini-implants.* 2010, Natl J Maxillofac Surg, págs. 1(1): 30–34.
2. **Leo, M.** *Temporary anchorage devices (TADs) in orthodontics: review of the factors that influence the clinical success rate of the mini-implants.* 2016, Clin Ter, págs. 167 (3):e70-77.
3. **Sang Park, Hyo, Kyung Lee, Soo y Won Kwon , Oh.** *Group Distal Movement of Teeth Using Microscrew Implant Anchorage.* s.l. : Angle Orthod, 2005, Vols. 75:602-609.
4. **Trevisi, Hugo y Trevisi Zanelato, Reginaldo.** *La excelencia en ortodoncia.* España : Elsevier, 2011.
5. **Gainsforth , BL y Higley, LB.** *A study of orthodontic anchorage possibility in basal bone.* 1945, Am J Orthod, págs. 31(8): 406-417.
6. **Branemark PL, Aspergren K y Breine U.** *Microcirculatory studies in man by high resolution vital microscopy.* 1964, Angiology, págs. 15(8): 329-332.
7. **Adell R, Rockler B y Branemark PL.** *A 15 years old study of osseointegrated implant in treatment of edentulous jaws.* 1981, Int J Oral Surg, págs. 10(6): 387-416.
8. **Linkow, LI.** *The endosseous blade implant and its use in orthodontics.* 1969, Int J Orthod, págs. 7:149-54.
9. **Creekmore TD y Eklund MK.** *The possibility of skeletal anchorage.* 1983, J Clin Orthod, págs. 17:266-9.
10. **Robert WE.** *Osseous adaptation to continuous loading of rigid endosseous implants.* 1984, Am J Orthod, págs. 86:95-111.
11. **Turley PK.** *Orthodontic force application to titanium endosseous implants.* 1988, Angle Orthod, págs. 58: 151-62.
12. **Roberts WE, Marshal KJ y Mozsary PG.** *Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close an atrophic extraction site.* 1990, Angle Orthod, págs. 60:135-52.
13. **Block MS y Hoffman DR.** *A new device for absolute anchorage for orthodontics.* 1995, Am J Orthod Dentofacial Orthop, págs. 107:251-8.
14. **Wehrbein H.** *The orthosystem- a new implant system for orthodontic anchorage in the palate.* 1996, J Orofac Orthop, págs. 57:142-53.
15. **Kanomi, R.** *Mini-implant for orthodontic anchorage.* 1997, J Clin Orthod, págs. 31: 763-7.
16. **Costa A. Raffaini y M. Melsen B.** *Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report.* 1998, Int J Adult Orthod Orthognath Surg, págs. 13:201-9.



17. **Sebastian Baumgaertel, Mohammed R. Razavi, Mark G. Hans.** *Mini-implant anchorage for the orthodontic practitioner.* 2008, Am J Orthod Dentofacial Orthop, págs. 133: 621-7.
18. **Papadopoulos, Moschos A.** *Skeletal Anchorage in Orthodontic Treatment of Class II Malocclusion.* China : Elsevier, 2015.
19. **Orthodontics, TD.** *Catálogo de productos .* 2018.
20. **Daokar SMT, Daokar SG.** *Implants in orthodontics.* 2015, Int J Oral Implantol Clin Res, págs. 17-19.
21. **Dewimed.** *Guía para la selección de OSAS.* 2019.
22. **Borgatta.** *Catálogo de productos.* Vol. 14.
23. **Forestadent.** *OrthoEasy Pins Catálogo.*
24. **ORMCO.** *Brochure VectorTas.*
25. **Orthodontics, REM.** *Catálogo de productos.* s.l. : www.remorthodontics.com.
26. **Ravindra Nanda y Andres Uribe, Flavio.** *Dispositivos de anclaje temporal en Ortodoncia.* Venezuela : Amolca, 2010.
27. **Park HS, Jeong SH y Kwon OW.** *Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage.* 2006, Am J Orthod Dentofacial Orthop, págs. 130(1):18-25.
28. **Poggio PM, et. al.** *Safe zones: A guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibula arch.* 2006, Angle Orthod, págs. 76(2):191-197.
29. **Gedrange T, et. al.** *An evaluation of resonance frequency analysis for the determination of the primary stability of orthodontic palatal implants: a study in human cadavers.* 2005, Clin Oral Implants Res , págs. 16(4):425-431.
30. **Cevidanes LH, Styner MA y Proffit WR.** *Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models.* 2006 , Am J Orthod Dentofacial Orthop, págs. 129:611-8.
31. **Tseng YC.** *The application of mini-implants for orthodontic anchorage.* 2006, Int J Oral Maxillofac Surg , págs. 35:704-7.
32. **Liu Sean S.** *Orthodontic mini-implant diameter does not affect in-situ linear microcrack generation in the mandible or the maxilla,* 2012, Am J Orthod Dentofacial Orthop, págs. 142:768-73.
33. **Pérez Yáñez, María Belén , Sigüencia Cruz , et al.** *Mini-Implantes en Ortodoncia - Revisión Bibliográfica.* s.l. : Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría, 2014, Vol. 31.
34. **Kim SH.** *Analysis of temporary skeletal anchorage devices used for en-masse retraction: A preliminary study.* 2009, Am J Orthod Dentofacial Orthop, págs. 136:268-76.
35. **Laurson MG, Melsen B y Cattaneo PM.** *An evaluation of insertion sites for mini-implants A micro-CT study of human autopsy material.* 2013, Angle Orthodontics, págs. Vol 83, No 2.

36. **Kim SH.** *Analysis of temporary skeletal anchorage devices used for en-masse retraction: A preliminary study.* 2009, Am J Orthod Dentofacial Orthop, págs. 136:268-76.
37. **Wilmes B, Panayotidis A y Drescher D.** *Fracture resistance of orthodontic mini-implants: a biomechanical in vitro study.* 2011, European Journal of Orthodontics, págs. 33.; 396-401.
38. **Hyun sung , Jae.** *Microimplantes en ortodoncia.* s.l. : Providence, 2006.
39. **Miura K, y otros.** *A preliminary study of the effects of low-intensity pulsed ultrasound exposure on the stability of orthodontic miniscrews in growing rats.* 2013, The European Journal of Orthodontics, págs. 23.
40. **Manni A.** *Factors influencing the stability of miniscrews. A retrospective study on 300 miniscrews.* 2011, European Journal of Orthodontics , págs. 388-395.
41. **Iijima M.** *Effect of immediate loading on the biomechanical properties of bone surrounding the miniscrew implants.* 2013, European Journal of Orthodontics , págs. 35.; 577-582.
42. **Pickard, Michael B. et al.** *Effects of miniscrew orientation on implant stability and resistance to failure.* 137:91-9, s.l. : Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2010.
43. **Liu TC.** *Finite element analysis of miniscrew implants used for orthodontic anchorage.* 2012, Am J Orthod Dentofacial Orthop, págs. 141:468-76.
44. **Morarend C.** *Effect of screw diameter on orthodontic skeletal anchorage.* 2009, Am J Orthod Dentofacial Orthop., págs. 136:224-9.
45. **Gracco A.** *Effects of thread shape on the pullout strength of miniscrews.* 2012, Am J Orthod Dentofacial Orthop., págs. 142:186-90.
46. **M. Motoyoshi, M. Matsuoka y M. Shimizu.** *Application of orthodontic mini-implants in adolescents.* 36: 695-699, s.l. : Int. J. Oral Maxillofac. Surg., 2007.
47. **Jane Chen, Yi.** *A retrospective analysis of the failure rate of three different orthodontic skeletal anchorage systems.* 18: 768-775, s.l. : Clin. Oral Impl. Res., 2007.
48. **Cagri Turcoz.** *The effect of drill-free and drilling methods on the stability of mini-implants under early orthodontic loading in adolescent patients.* s.l. : European J. Orthod., 2010, Vols. 33: 533-536.
49. **Cheng SJ.** *A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage.* 2004, Int J Oral Maxillofac Implants , págs. 19:100-6.
50. **BG, Maino, Mura P y Bednar J.** *Miniscrew implants: the spiderscrew anchorage system.* 2005, Semin Orthod, págs. 11:40-6.
51. **Wilmer Chambi Mamani y Bustamante C. Gladys.** *Mini implantes en ortodoncia.* 2012, Revista de Actualización Clínica , págs. 1027-1031.
52. **Lia F.** *Comparison of anchorage capacity between implant and headgear during anterior segment retraction.* 2011, Angle Orthod., págs. 81:915-922.

53. **Leea SJ** *Three-dimensional analysis of tooth movement after intrusion of a supraerupted molar using a mini-implant with partial-fixed orthodontic appliances.* 2013, Angle Orthod, págs. 83:274-279.
54. **Aydoğdu E Özsoy ÖP.** *Effects of mandibular incisor intrusion obtained using a conventional utility arch vs bone anchorage.* 2011, Angle Orthod, págs. 81:767-775.
55. **Ueno S.** *Analysis of a force system for upper molar distalization using a trans-palatal arch and mini-implant: a finite element analysis study.* 2013, European Journal of Orthodontics , págs. 35.; 628-633.
56. **Chung KR.** *Timely relocation of mini-implants for uninterrupted full-arch distalization.* 2010, Am J Orthod Dentofacial Orthop, págs. 138:839-49.
57. **Nanda, Ravindra.** *Esthetics and Biomechanics in Orthodontics.* China : Elsevier, 2015.
58. **Nanda, Ravindra.** *Biomecánicas y Estética Estrategias en Ortodoncia Clínica.* s.l. : Amolca, 2007.
59. **Jarabak, Joseph y Fizzell, James.** *Aparatología del arco de canto con alambres delgados.* Buenos Aires : Mundi S.A.I.C. y F., 1977.
60. **Park HS, Lee SK, Kwon Ow.** *Group distal movement of teeth using microscrew implanto anchorage .* 75: 602-609, s.l. : Angle Orthod, 2005.