



## INDICE

<b>1. RESUMEN</b> .....	1
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>3. ESTADO ACTUAL DEL PROBLEMA</b> .....	5
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	11
<b>5. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	12
<b>6. TIPOS DE ANCLAJE ÓSEO TEMPORAL</b> .....	13
<b>6.1 MICROTORNILLOS</b> .....	13
6.1.1 <i>CARACTERÍSTICAS</i> .....	13
6.1.2 <i>TÉCNICA QUIRÚRGICA</i> .....	14
6.1.3 <i>ANATOMÍA QUIRÚRGICA</i> .....	15
6.1.4 <i>INDICACIONES</i> .....	22
6.1.5 <i>CONTRAINDICACIONES</i> .....	22
6.1.6 <i>ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS</i> .....	23
<b>6.2 MINIPLACAS</b> .....	28
6.2.1 <i>PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO</i> .....	30
6.2.2 <i>APLICACIÓN CLÍNICA.</i> .....	32
6.2.3 <i>VENTAJAS Y DESVENTAJAS.</i> .....	39
<b>7. DISCUSIÓN</b> .....	41
<b>8. CONCLUSIONES</b> .....	43
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	45



## Anclaje óseo en Ortodoncia

### 1. RESUMEN

La introducción de los diferentes dispositivos de anclaje óseo temporal (TADS), ha proporcionado al ortodontista un anclaje óseo que hasta el momento era bastante difícil de conseguir. El objetivo de esta revisión consiste en describir las características de los microtornillos y miniplacas utilizados como fuente de anclaje en los tratamientos de ortodoncia. Sus indicaciones son muy amplias y variadas y brindan al ortodontista la posibilidad de realizar movimientos complejos sin cooperación y sin causar movimientos recíprocos no deseables. Se realiza una revisión del procedimiento quirúrgico, de la anatomía quirúrgica, de su utilización clínica y se analizan las ventajas y los inconvenientes. El anclaje esquelético con microtornillos ha sido aceptado como un procedimiento seguro y efectivo en ortodoncia. La aplicación del microtornillo en la cavidad oral del paciente es simple y no requiere habilidades quirúrgicas, a diferencia de la utilización de miniplacas que requieren actos quirúrgicos que exceden la capacidad del ortodontista y generalmente deben ser realizados por un cirujano oral o maxilofacial o por un profesional con amplia experiencia quirúrgica. Los microtornillos no necesitan de un entrenamiento tan complejo, ni de materiales o equipamientos de los cuales cualquier ortodontista no disponga en la clínica. La estabilidad a largo plazo es predecible y fiable, mientras que la remoción no requiere anestesia y no produce ninguna modificación de los tejidos. Producen pocas o nulas complicaciones y la mayoría son de escasa importancia clínica. El contacto con las raíces dentarias es, sin duda, la complicación potencialmente más frecuente. En caso de producirse, si este contacto es puntual y superficial, y no afecta a la cavidad o conducto pulpar, no se genera ninguna consecuencia nociva, siendo la raíz reparada por el periodonto, una vez retirado el tornillo, formando cemento celular o secundario de reparación. La sensatez y un buen control radiológico evitarán lesiones de cavidades (senos paranasales, fosas nasales, etc.) o estructuras vasculares y/o nerviosas. Sin ninguna duda el empleo rutinario de los microtornillos va a marcar los próximos años de la clínica de ortodoncia por las grandes ventajas biomecánicas que aporta, en términos de eficacia, seguridad y rapidez a nuestros tratamientos de ortodoncia.

**Palabras clave:** Microtornillos. Miniplacas. Anclaje esquelético. Anclaje absoluto.



## Anclaje óseo en Ortodoncia

### ABSTRACT

The introduction of temporary anchorage devices (TADS) has provided the orthodontist a bone anchorage system, which was very difficult to achieve until now. The aim of this review is to describe the features of the microscrew and miniplates used as a anchorage unit in the orthodontic treatments. Its indications are extended, varied and give the orthodontist the possibility to make complex movements without the need of any cooperation and without causing any reciprocal and non desirable movements. A review of the surgical procedure, surgical anatomy, clinical use and discusses the advantages and disadvantages. Skeletal anchorage with miniscrews has been validated as a safe effective clinical procedure in orthodontics. The application of the screws in the patient's mouth is simple and do not required any surgical Skill, unlike surgical procedures requiring miniplates which exceed the ability of the orthodontist and usually must be performed by an oral and maxillofacial surgeon or a professional with extensive surgical experience. Miniscrews no need for complex training or materials or equipment that does not have any orthodontist in the clinic. The long term stability is predictable and reliable, while the removal does not require anesthesia and do not leave any modification to the tissues. Produce few or no complications and most are of little clinical importance. Contact with the dental roots is undoubtedly the most common life threatening complication. In case of if this contact is and superficial, and does not affect the cavity or pulp canal, it will not happen anything, the root being repaired by the periodontium, after removing the screw, forming cellular cementum repair or secondary. Good sense and good control avoid radiological lesions cavities (sinuses, nose, etc...) or vascular structures and / or nervous. Without question the routine use of microscrews will mark the years of clinical orthodontics for the biomechanical advantages it brings, in terms of efficacy, safety and speed to our orthodontic treatments.

**Key words:** Miniscrews. Miniplates. Skeletal anchorage. Absolute anchorage.



## Anclaje óseo en Ortodoncia

### 2. INTRODUCCIÓN

La búsqueda del anclaje ideal ha sido un objetivo largamente perseguido en ortodoncia. En muchas ocasiones, para establecer un buen anclaje se recurre a aparatología auxiliar que compense las fuerzas de reacción. La llegada del anclaje absoluto con los microimplantes ha abierto puertas que han obligado a renovar conceptos clásicos ya que es un procedimiento seguro y efectivo. Los microtornillos han constituido un gran impulso en la eliminación de la cooperación del paciente en gran parte de los movimientos ortodóncicos, resolviendo la mayoría de los problemas relacionados con el control del anclaje dentario. En esta revisión se encontrará una idea global sobre la situación actual de los distintos dispositivos de anclaje óseo temporal (TADS).

Los TADS son todas las variantes de implantes, tornillos, pins y onplants instalados específicamente para proveer anclaje ortodóncico y que serán removidos luego del tratamiento biomecánico. Este término es usado por Mah y Cols. (2005), a partir de la publicación de los resultados de una reunión en los Estados Unidos con el objetivo de estandarizar la terminología existente (Ritto y Cols. 2007).

Existen muchos términos en la literatura para describir el mismo objeto: mini-implante, minitornillo, microtornillo, microimplante, etc. La palabra micro significa  $10^6$  y es usada en medicina con el sentido de nombrar o describir algo como pequeño. Implante es un término que es usado para designar cualquier material extraño que permanece dentro del cuerpo por más de un mes. (Ritto y Cols. 2007).

Son una variación de los tornillos quirúrgicos usados para fijación rígida en cirugías maxilofaciales. Originariamente se utilizaron para fijar segmentos pequeños de hueso fracturado o para sujetar miniplacas al hueso en el campo quirúrgico.



### 3. ESTADO ACTUAL DEL PROBLEMA

El primer artículo sobre el anclaje ortodóncico mediante sistemas de implantes fue presentado por Gainsforth y Higley (1945). Colocaron alambres y tornillos de vitallium en la rama mandibular de un perro y aplicaron elásticos que se extendían desde el tornillo al gancho del arco maxilar con el fin de distalar. Los tornillos fallaron luego de un lapso de 16 a 31 días. Linkow (1969) utilizó implantes mandibulares en un paciente como anclaje de elásticos de Clase II, para retraer los incisivos maxilares.

Branemark y Cols. (1970) reportaron una exitosa oseointegración de implantes en el hueso. Sherman (1978) colocó seis implantes dentales de carbono vítreo en los sitios de extracción de los terceros premolares mandibulares en perros y se les aplicaron fuerzas ortodóncicas. Dos de ellos se mantuvieron firmes y exitosos. Smith (1979) colocó implantes de óxido de aluminio cubiertos de vidrio orgánico en monos y reportó el éxito luego de aplicarles fuerzas. Roberts y Cols. (1984) atornillaron implantes de titanio con una superficie grabada en el fémur de conejos de tres a seis meses de edad. Consideraron esperar seis semanas equivalentes a 4 o 5 meses en el hombre antes de ser cargados con fuerzas. Concluyeron que estos tenían potencial para usarse como anclaje óseo de fuerzas ortodóncicas.

Shapiro y Kokich (1988) implementaron el uso de implantes dentales para anclaje durante el tratamiento ortodóncico y su posterior uso prostodóncico. Roberts y Cols. (1994) realizaron un informe sobre la aplicación clínica de un implante Branemark de 3,75 mm x 7 mm como anclaje en la zona retromolar para cerrar el sitio de extracción de un primer molar mandibular.

Melsen y Cols. (1998) introdujeron ligaduras cigomáticas como anclaje esquelético en pacientes parcialmente desdentados. Bajo anestesia local se hicieron dos perforaciones en la porción superior de la cresta infracigomática. Un alambre de acero inoxidable fue ligado entre los dos orificios e insertado en la cavidad bucal. Se colocaron resortes de níquel-titanio sujetos desde las ligaduras hasta el sector anterior, para su retrusión e intrusión. El tiempo de tratamiento fue de 3 a 6 meses y los resultados fueron satisfactorios.

Block y Hoffman (1995) introdujeron el onplant en tratamientos ortodóncicos en

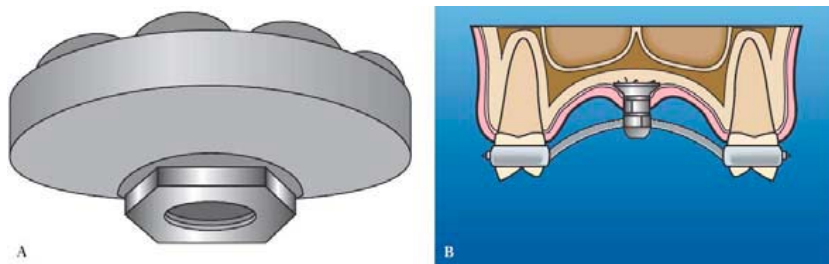


## Anclaje óseo en Ortodoncia

animales. Se trata de un disco de titanio de 2 mm de alto y 10 mm de diámetro texturado, cubierto por hidroxiapatita de un lado y con una rosca interna del otro, el cual permite adaptar diferentes supraestructuras. Es necesario realizar un colgajo mucoperióstico en la zona palatina para su colocación, luego se introduce y se sutura. Después de 3 meses se descubre y se toma una impresión con el sistema de transferencia y se preparan diferentes supraestructuras. Fue colocado en el paladar en perros y en monos para proveer anclaje ortodóncico. Luego Jenssens y Cols. (2002) aplicaron onplants por palatino para extruir molares superiores impactados en una niña. La extrusión fue exitosa. (Figs. 1 y 2).



*Figura 1.- Onplant (Tomada de Echarri. 2007).*



*Figura 2.- Onplant (Tomada de J Esthet Resort Dent. 2006; 18(2): 68-79).*

Wehrbein y Cols. (1996) describieron el área media del paladar como un sitio de elección para la inserción de un implante dental convencional modificado de 3,3 mm de diámetro y entre 4 mm y 6 mm de largo. Fue utilizado para retruir el sector anterior



## Anclaje óseo en Ortodoncia

luego de las extracciones de los primeros premolares superiores. Los incisivos y caninos fueron retruidos 8 mm y los premolares apenas se mesializaron 0,5 mm. (Fig. 3).



*Figura 3.- Implante ortodóncico (Tomada de J Esthet Resort Dent. 2006; 18(2): 68-79).*

Creekmore y Cols. (1983) colocaron tornillos de vitallium de pequeño tamaño debajo de la espina nasal anterior. Diez días después de su colocación comenzaron a ejercer fuerzas intrusivas con hilos elásticos lográndose una exitosa intrusión de 6 mm de los incisivos centrales superiores, sin movilidad del tornillo durante la aplicación de la fuerza.

Kanomi (1997) demostró que mini implantes de titanio de 1,2 mm de diámetro proveyeron suficiente anclaje para intruir los dientes anteroinferiores. Luego de cuatro meses, los incisivos mandibulares fueron intruidos 6 mm. Mencionó la posibilidad de utilizarlos para tracción horizontal, mesialización molar, intrusión, distalización, etc

Costa y Cols. (1998) utilizaron dos microtornillos de titanio de 2 mm de diámetro como anclaje ortodóncico y los insertaron manualmente con destornilladores, sin incisión previa y fueron cargados inmediatamente. Sugirieron colocar los microtornillos en la zona inferior de la espina nasal anterior, en la sutura del paladar medio, en la cresta infracigomática, en el área retromolar, en el área de la sínfisis mandibular y en las regiones de premolares y molares.



## Anclaje óseo en Ortodoncia

Sugawara, y Cols. (1999) usaron miniplacas quirúrgicas para anclaje ortodóncico. Con formas de “L”, “I” y de “Y” en el vestíbulo bucal. Trataron pacientes con mordidas abiertas para intrusión y distalización de molares superiores e inferiores. Luego de 6 meses de tratamiento se obtuvo una intrusión adecuada.

Park y Cols. (1999) describió un sistema de anclaje esquelético usando microtornillos de titanio para retraer e intruir en bloque los dientes anteriores maxilares, logrando 4 mm de retracción en 6 meses de aplicación de la fuerza. Park y Kim evaluaron 14 pacientes que habían recibido el mismo sistema de anclaje, observando que de veintiocho microtornillos, veintitrés permanecieron firmes y estables durante cinco meses de aplicación de fuerzas ortodóncicas.

Ohmae y Cols. (2001) realizaron una evaluación histológica y clínica de mini-implantes de titanio usados para intrusión en perros beagle. Después de seis semanas de la colocación se les aplicó una fuerza intrusiva y luego de 12 a 18 meses de intrusión todos los mini-implantes permanecieron estables, sin movilidad ni desplazamiento.

Park y Cols. (2001) realizaron un estudio en pacientes con Clase I esquelético y biprotusión dentoalveolar, en quienes insertaron microimplantes de 1,2 mm de diámetro y 6 mm de longitud entre el segundo premolar y el primer molar superior e inferior para realizar una retrusión en bloque y al mismo tiempo intruir los molares inferiores para rotar la mandíbula hacia arriba y adelante.

Lee y Cols. (2001) realizaron un estudio sobre el uso de microimplantes en ortodoncia lingual. Fueron colocados en el hueso del paladar entre las raíces del primer y segundo molar y se utilizaron para retraer los seis dientes anterosuperiores en un paciente con Clase II esquelético.

Bae y Cols. (2002) reportaron que el diámetro de 1,2 mm de los microimplantes era suficiente para retraer el sector anterior en masa.

Ritto (2005) publicó el uso de miniplacas no invasivas como anclaje esquelético, colocadas con tornillos monocorticales alejadas de las raíces.





## Anclaje óseo en Ortodoncia

Bar y Cols. (2006) colocaron 2 microtornillos entre las raíces del primer y el segundo molar inferior izquierdo para intentar intruirlos y así conseguir el espacio prostodónico que se necesita para rehabilitar la arcada superior.

Everdi y Cols. (2006) presentan la fabricación y aplicación de una nueva técnica de intrusión posterior usando un anclaje cigomático.

Kravitz y Cols. (2007) estudiaron mediante un caso clínico la utilización de 2 microtornillos para la intrusión de un molar sobreerupcionado.

Poggio y Cols. (2006) estudian las zonas de seguridad para la colocación de los microtornillos en el maxilar superior y en la mandíbula.

Lin y Cols. (2006) describen un método simple de intrusión de molares maxilares usando el sistema LOMAS como un anclaje esquelético directo.

Leung y Cols. (2008) estudian el uso de los microimplantes y miniplacas en ortodoncia con una terapia más actual.

Thiruvkatachari y Cols. (2008) Compararon la velocidad de retracción canina con molares de anclaje convencional y la utilización de un microtornillo de anclaje.

Kircelli y Cols. (2008) estudiaron el aumento del tercio medio facial mediante una máscara facial con un anclaje óseo.

Sakai y Cols. (2008) describen mediante un caso clínico la utilización de microimplantes en una clase III esquelética severa con mordida abierta.

Moon y Cols. (2010) estudiaron la densidad de los huesos del paladar en pacientes adultos para ver la impliación que tienen los microtornillos en su colocación.

Pickard y Cols. (2010) estudiaron los efectos de la orientación de los minitornillos sobre la estabilidad del implante y la resistencia al fracaso.

Chatzigianni y Cols. (2011) hacen un análisis comparativo de los datos numéricos y experimentales en ortodoncia con los microtornillos.

El propósito de la investigación de Lemieux y Cols. (2011) mediante la tomografía computarizada fue caracterizar el patrón de colocación y factores que influyen en la



## Anclaje óseo en Ortodoncia

estabilidad primaria de los mini-implantes en cadáveres humanos. Los factores estudiados fueron la longitud de los mini-implantes, la profundidad de la colocación, la densidad ósea, y el tipo de hueso.

Jasmine y Cols. (2012) mediante el estudio de elementos finitos hacen un análisis del estrés en el hueso que producen los microimplantes durante la retracción en mas de los dientes anteriores superiores e inferiores con diferentes ángulos de inserción.

Chang y Cols. (2012) estudiaron los efectos de la profundidad de la rosca, la forma cónica, y la longitud cónica sobre las propiedades mecánicas de los mini-implantes.

Singh y Cols. (2012) hicieron un estudio mediante un análisis tridimensional de elementos finitos de la fuerza, la estabilidad y la distribución de tensiones en el anclaje ortodóncico con microtornillos.



## Anclaje óseo en Ortodoncia

### 4. OBJETIVOS

Los **objetivos** son:

1. Describir las características de los microtornillos y miniplacas utilizados como fuente de anclaje en los tratamientos ortodóncicos.
2. Revisar la técnica y la anatomía quirúrgica, describiendo todas aquellas zonas de los maxilares en las que se pueden insertar microimplantes para dotar a los profesionales de conocimientos suficientes para instalarlos con seguridad.
3. Comentar de manera práctica la utilización de los anclajes óseos en el manejo diario en la consulta del ortodoncista.



## Anclaje óseo en Ortodoncia

### 5. MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del presente trabajo de revisión sobre el anclaje óseo se utilizaron libros, revistas y artículos de la literatura obtenidos mediante la búsqueda en Pubmed y Cochrane. Los artículos encontrados antes del 2004 eran básicamente sobre casos clínicos (a raíz de un caso), cosa que nos indica que no hay suficiente muestra. A partir del 2004 empiezan las revisiones, los libros, las monografías y aparecen en la literatura artículos con estudios bien realizados.

La búsqueda en la literatura se realizó utilizando las palabras clave: Microtornillos. Miniplacas. Microimplantes. Anclaje esquelético. Anclaje absoluto.



### 6. TIPOS DE ANCLAJE ÓSEO TEMPORAL

#### 6.1 MICROTORNILLOS

##### 6.1.1 CARACTERÍSTICAS

Los microimplantes pueden clasificarse según una serie de características (Molina y Cols. 2004). Los materiales con lo que se fabrican los microtornillos pueden ser:

- Titanio de aleación tipo V (biocompatible). Son los que se utilizan más frecuentemente.
- Acero.
- Láctico-glicólico (lentamente biodegradable).

En cuanto a las características de inserción se pueden encontrar:

- No terrajantes: aquellos que para su inserción precisan de un paso previo con fresa que realice el canal conductor.
- Autorroscantes (self-tapping), que precisan un inicio de apertura con fresa de la cortical.
- Autoperforantes (self-drilling), donde son los propios tornillos los que atraviesan encía y cortical.

En cuanto a las dimensiones de los microimplantes:

- Diámetro: varía entre 1,3 y 2 mm.
- Longitud: varía entre 6 y 12 mm.

La elección del tipo concreto dependerá del lugar y de la calidad de hueso.

La mayoría de los microtornillos ortodóncicos se componen de:

- Una cabeza ortodóncica: parte del tornillo que queda visible después de su colocación. Puede tener unas ranuras rectangulares de diferentes tamaños para la ubicación de los alambres y un agujero para pasar la ligadura para realizar fuerzas de tracción.
- Un cuello intramucoso: con mayor o menor angulación para proteger la encía.
- Una porción endoósea, con espiras: es la parte activa roscante. Es importante la disposición de las espiras, la separación entre ellas y la forma de la punta, que



## Anclaje óseo en Ortodoncia

hace posible que sea autoperforante o no. (Figs. 4 y 5).



*Figura 4.- Spider crew. (GAC). (Tomada de Rev Esp Ortod.2004;34:319-34).*



*Figura 5.- Dual top anchor-screw (JEIL). (Tomada de Rev Esp Ortod.2004;34:319-34).*

En cuanto a la utilización, los microtornillos pueden actuar como anclaje directo (la fuerza incide directamente sobre el tornillo, sin apoyarse en el diente) o indirecto (la unidad de anclaje es dentaria y se refuerza o se estabiliza con el microtornillo). Los microtornillos pueden aguantar fuerzas ligeras de retracción y a la vez soportar otros movimientos, anclar y distalizar. Son capaces de soportar fuerzas de 50-300 g.

### 6.1.2 TÉCNICA QUIRÚRGICA

*Realizar una valoración preoperatoria:*

- Exploración física de la cavidad oral.
- Estudio radiológico básico antes de la colocación de los microtornillos:
  - Ortopantomografía: para relacionar las estructuras anatómicas principales (seno maxilar, fosas nasales, nervio dentario, raíces dentales...) con el lugar de inserción del microtornillo y descartar enfermedades.
  - Rx apicales: es muy útil en aquellos casos en los que es importante precisar los ejes radiculares.
  - En caso que fuera necesario se podría Realizar un TC dental para una localización más precisa de las estructuras anatómicas.



## Anclaje óseo en Ortodoncia

- Elaborar una guía radiológica para comprobar el lugar de inserción del microtornillo (Maino Y Cols. 2003) (Fig. 6).



*Figura 6.- Guía de alambre de bronce de latón.  
(Tomada de J Oral Maxillofac Surg. 2008 Jun; 66(6): 1245-52).*

### *Inserción del microimplante*

Infiltrar con anestesia local la zona de inserción del microtornillo. Se realiza una técnica transmucosa, de manera que el tornillo se insertará a través de la mucosa sin realizar incisión previa. No obstante, si la zona de inserción presenta gran cantidad de encía libre, es recomendable realizar una mínima incisión de la mucosa (Park y Cols. 2002) . Si el tornillo de que disponemos es autoperforante y autorroscante lo insertaremos directamente. Si el tornillo no es autoperforante se diseña primero la trayectoria que seguirá el tornillo con una fresa en la pieza de mano, instalando a continuación el tornillo con un destornillador manual. El microtornillo se instalará perpendicular a la estructura ósea, si bien puede instalarse oblicuamente (Kyung y Cols. 2003), para maximizar el contacto con la cortical, para maximizar el anclaje con relación a la dirección de las fuerzas de tracción, para evitar estructuras anatómicas o por limitaciones del campo quirúrgico. La carga en los microtornillos se realiza de forma inmediata.

### *6.1.3 ANATOMÍA QUIRÚRGICA*



## Anclaje óseo en Ortodoncia

Debemos tener en cuenta unos condicionantes anatómicos, de partes blandas y de partes óseas. En las partes blandas los tornillos se insertarán preferentemente en la unión de encía libre encía adherida, o en encía adherida de la zona de las tuberosidades, región retromolar o paladar para conseguir una mejor tolerancia de las partes blandas (Fig. 7 A y B). Deberán evitarse las zonas con mayor cantidad de encía libre y zonas con gran movilidad de estructuras, como la vertiente lingual de la mandíbula. Así evitaremos lesiones por decúbito e irritaciones importantes de la encía móvil.



*Figura 7 A.- Microtornillo en la unión de la encía libre con la encía adherida. (Tomada de Rev Esp Ortod.2004;34:271-9).*



*Figura 7 B.- Microtornillo en fibromucosa palatina (Tomada de Rev Esp Ortod.2004;34:271-9).*

En cuanto a las partes óseas clasificaremos los distintos tipos óseos en: hueso tipo 1 (compacto denso), hueso tipo 2 (compacto poroso), hueso tipo 3 (trabecular denso) y hueso tipo 4 (trabecular poroso).

Podemos enumerar las diferentes localizaciones frecuentes, prestando atención a las estructuras nobles (Martí y Cols. 2004)

6.1.3.1 *En el maxilar superior tenemos:*

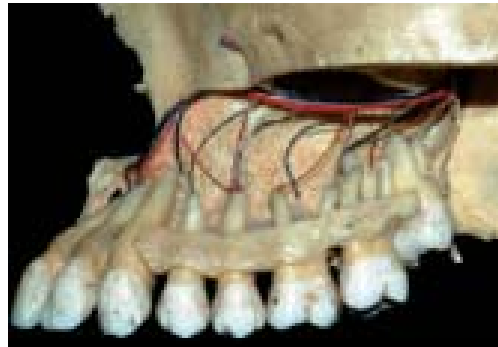
A. Cara vestibular

- Los ejes dentarios (Fig. 8).





## Anclaje óseo en Ortodoncia



*Figura 8.- Ejes dentarios y paquetes vasculonerviosos.  
(Tomada de Rev Esp Ortod.2004;34:271-9)*

- Las aberturas piriformes de las fosas nasales en la línea media por encima de las raíces de los incisivos.
- En la espina nasal anterior (Fig. 9): buena calidad de hueso compacto en su base para la inserción de microtornillos, aunque éstos quedarán enterrados por encía libre.



*Figura 9.- Corte anatómico con la dirección de inserción del microtornillo en la base de la espina nasal. (Tomada de Rev Esp Ortod.2004;34:271-9)*

- La eminencia canina.
- Fosa canina: generalmente hueso de escaso grosor aunque muy denso para la inserción de microtornillos (Fig. 10).



## Anclaje óseo en Ortodoncia



*Figura 10 .- Inserción del microtornillo entre las raíces del canino y del premolar. (Tomada de Rev Esp Ortod.2004;34:271-9)*

- Seno maxilar: precisará de un buen diagnóstico clinicorradiológico. La pared anterior del seno maxilar, tiene una delgada cortical que generalmente no es adecuada para la instalación de microtornillos.
- Nervio infraorbitario: el riesgo de lesión del mismo es mínimo.
- Pilar maxilomalar o proceso cigomático: zona de hueso denso de calidad óptima para la inserción de microtornillos, aunque de escaso grosor, puesto que en su cara interna encontramos en seguida el seno maxilar (Fig. 11).



*Figura 11 .- Visión anatómica con la dirección de inserción de un microtornillo apreciando la inmediatez de la cavidad del seno maxilar. (Tomada de Rev Esp Ortod.2004;34:271-9)*

- La tuberosidad maxilar: (Fig. 12). Gran cantidad de hueso esponjoso de mala calidad (tipo 4) para la estabilidad de los microtornillos, pero muy buena encía adherida, aunque llama la atención los buenos resultados clínicos que obtenemos con los microtornillos.



## Anclaje óseo en Ortodoncia



*Figura 12 .- Visión anatómica de la inserción de los microtornillos en la tuberosidad. (Tomada de Rev Esp Ortod.2004;34:271-9)*

- Apófisis pterigoides: constituida por una importante cantidad de hueso compacto. Tiene relevancia en la cirugía de implantes, pero no así en la colocación de microtornillos.

### B. El paladar

- El nervio palatino anterior.
- Arteria palatina descendente.
- Nervio palatino de Scarpa

Las zonas que presentan hueso suficiente en calidad y cantidad en el paladar son: la zona central y las zonas laterales en la vecindad de las apófisis alveolares (Fig. 13).



*Figura 13 .- Visión anatómica del paladar con los posibles lugares de inserción de los microtornillos. (Tomada de Rev Esp Ortod.2004;34:271-9)*



## Anclaje óseo en Ortodoncia

### 6.1.3.2 En la Mandíbula tenemos:

La mandíbula presenta un hueso plano, tejido esponjoso central y compacto en periferia, densidad ósea óptima, hueso tipo 1 y 2 en casi todas las regiones; en ocasiones en la zona de molares y en trígono retromolar encontramos amplias corticales (tipo 1) con hueso esponjoso de mala calidad en su interior (tipo 4).

#### A. Cuerpo mandibular

- Los ejes dentarios (Fig. 14).



*Figura 14 .- Ejes dentarios y paquetes vasculonerviosos de la mandíbula.  
(Tomada de Rev Esp Ortod.2004;34:271-9)*

- La sínfisis, situada en la línea media, es la parte de unión de ambas hemimandíbulas.
- Área mentoniana: zona sin elementos vasculonerviosos, con una calidad de hueso excelente para la colocación de microtornillos.
- Agujero mentoniano: localizado a nivel de los ápices de los premolares, también muy variable en su localización en altura dependiendo del estado de la dentición.
- El trígono retromolar: tenemos que evitar la concavidad lingual para no deslizar el microtornillo en las partes blandas linguales. No debemos seguir el eje de las superficies oclusales de los dientes para colocar los microtornillos, sino instalarlos en una posición más vestibular (Figs. 15 y 16). La palpación meticulosa de esta zona de unión de la rama ascendente con la rama horizontal nos permitirá instalar con seguridad el microtornillo.



## Anclaje óseo en Ortodoncia



*Figura 15.- Visión anatómica de la relación del nervio dentario inferior con la inserción de microtornillos a nivel retromolar.  
(Tomada de Rev Esp Ortod.2004;34:271-9)*



*Figura 16.- Inserción del microtornillo evitando la concavidad lingual.  
(Tomada de Rev Esp Ortod.2004;34:271-9)*

- La apófisis geni: lugar de inserción de los músculos genioglosos.
- Glándulas submaxilar y sublingual.

### B. Rama mandibular

- La espina Spix.
- El conducto dentario inferior.
- El nervio lingual.



## Anclaje óseo en Ortodoncia

### 6.1.4 INDICACIONES

Son múltiples y variadas, a modo de resumen podemos citar (Molina y Cols. 2004):

- Anclaje para cierre de espacios de extracciones.
- Retrusión e intrusión de incisivos.
- Extrusión o intrusión rápida de piezas individuales.
- Enderezamiento de molares superiores o inferiores.
- Desimpactación dental.
- Corrección de líneas medias.
- Intrusión, anterior y posterior, en sobreerupciones o mordidas abiertas anteriores.
- Corrección de los planos oclusales asimétricos.
- Anclaje en falta de dientes o en periodontales.
- Asociados con aparatologías o técnica lingual.

### 6.1.5 CONTRAINDICACIONES

Son muy pocas y relativas. Podríamos citar (Molina y Cols. 2004):

- Pacientes con patologías médicas debilitantes (neoplasias, diabetes...).
- Alteraciones psicológicas.
- Falta de retención mecánica por cortical delgada.
- Mala higiene oral: mayor riesgo de inflamación e infección.
- Enfermedad periodontal no controlada. La intrusión molar presenta los mismos problemas y limitaciones que si se realizara con arcos ortodóncicos.
- Hábitos: la corrección de mordidas abiertas presenta la misma estabilidad postratamiento que con cualquier aparatología.



## Anclaje óseo en Ortodoncia

### 6.1.6 ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS

#### *Introducción*

El análisis por elementos finitos es una técnica de ingeniería que ha demostrado su eficacia como herramienta a la hora de calcular y diseñar numerosos productos, desde grandes obras civiles hasta aplicaciones domésticas.

Si bien los fundamentos matemáticos de este método se remontan a los comienzos del siglo XX, cuando algunos investigadores modelizaron el comportamiento de los sólidos continuos a partir de su división en formas geométricas más simples, se puede afirmar que la aplicación práctica de esta técnica se produjo por primera vez en los años cincuenta en la industria aeronáutica.

La popularización de esta técnica, se produjo a raíz de la publicación por Zienkiewicz y Cheung en 1967 del primer libro dedicado por completo a este método.

La primera aplicación del análisis por elementos finitos en biomecánica fue probablemente presentada en la década de los 70 por Brekelmans, y desde entonces, el número de aplicaciones ha crecido enormemente.

A medida que la capacidad de cómputo de los ordenadores ha ido en aumento, ha sido posible el análisis de problemas cada vez más complejos, incluyendo aspectos relacionados con el funcionamiento del cuerpo humano, especialmente de sistemas biomecánicos como la articulación de la cadera o la columna vertebral humana.

El análisis mediante elementos finitos es un método analítico matemático mediante el cual es posible calcular el comportamiento mecánico de una estructura una vez se ha dividido ésta en un conjunto de elementos más pequeños, cada uno de ellos definido por las propiedades mecánicas del material al que representa (módulo de elasticidad, coeficiente de Poisson, etc.). En este método se aborda la resolución del estado tensión-deformación de estructuras complejas sometidas a cargas mediante la descomposición del modelo en un conjunto de elementos conectados entre sí, denominado malla de elementos finitos, para la que son resueltas de forma aproximada las ecuaciones que proporciona las ciencias de los materiales.



## Anclaje óseo en Ortodoncia

### *Generación de modelos de elementos finitos*

En la mecánica de sólidos, para predecir la falla de un material bajo una carga se comparan ciertos parámetros de tensión y carga cuando el material está sometido a una carga uni-axial. Algunos de estos criterios incluyen el estrés máximo normal en un punto, la tensión máxima normal, el estrés máximo de cizallamiento (criterio Tresca) y el criterio máximo de deformación energética (alteración del estrés de Von Mises o criterio de estrés máximo de cizallamiento octaédrico).

El criterio de Von Mises (Richard Von Mises, 1883-1953) postula que la falla de un material se produce cuando el valor máximo de la energía de deformación por unidad de volumen supera la energía de deformación por unidad de volumen requerida para causar la falla en un test de tensión específica del material, lo que se calcula matemáticamente mediante la siguiente fórmula:

$$(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 \leq 2\sigma_y^2$$

Donde  $\sigma$  representan las tensiones principales en los tres ejes del espacio y  $\sigma_y$  la tensión denominada “yield stress”, o punto en el cual el material excede el límite elástico y no vuelve a su longitud original cuando la fuerza deja de actuar.

Por lo tanto, la tensión equivalente de Von Mises se utiliza para criterios de rendimiento de materiales, se calcula independientemente de las coordenadas de referencia de la estructura y no aporta información direccional del estrés, pero da suficiente información sobre los “puntos calientes” donde puede ocurrir el fallo de la estructura. Las tensiones equivalentes de Von Mises dan una distribución generalizada de tensiones en el material a estudiar que satisface ciertos criterios denominados condiciones de Von Mises que definen el criterio de fallo del material.

Es un hecho que los desplazamientos son más predecibles que las cargas y tensiones en todos los modelos de elementos finitos ya que las cargas y las tensiones se derivan de las diferencias relativas en esos desplazamientos y son muy sensibles a los mismos.





## Anclaje óseo en Ortodoncia

Los modelos de elementos finitos se validan mediante la comparación de los resultados que se obtienen con ellos y los que se miden de forma experimental. Antes de dicha validación, su convergencia debe ser comprobada. Esto determina que las características generales del modelo son razonables pero no asegura su exactitud. Sin embargo, donde sólo sea necesario un análisis cualitativo, el análisis puede considerarse adecuado.

La validación de cualquier modelo de elementos finitos es esencial pero extremadamente difícil debido a la inevitable y significativa variación fisiológica entre individuos. La comparación con datos experimentales necesita una cuidadosa interpretación y análisis. De esta manera, es importante emprender análisis de sensibilidad para calcular el efecto de los diferentes parámetros en el modelo y para identificar los parámetros particularmente críticos.

Si la validez, precisión y sensibilidad de un modelo de elementos finitos son entendidas y el modelo se aplica apropiadamente, entonces puede ser usado con la confianza de que producirá resultados valiosos.

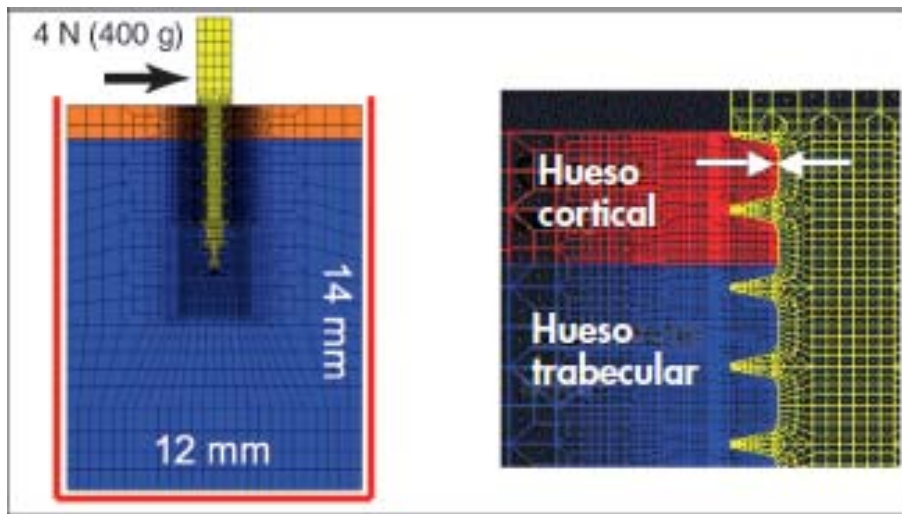
Por tanto, la modelización mediante elementos finitos proporciona una gran riqueza de información sobre el comportamiento fisiológico de una determinada estructura y/o sistema biomecánico, reduce nuestra dependencia de los experimentos con animales y cadáveres y es un inestimable complemento a los estudios clínicos.

### *Los modelos de elementos finitos aplicado a microtornillos*

Un análisis mediante el método de elemento finito (FEM) reveló que la fuerza lateral aumenta la deformación sobre un microtornillo principalmente alrededor del área del cuello coronal que clínicamente se corresponde con el hueso cortical (Fig. 17). Es por esto que resulta de vital importancia seleccionar un lugar de inserción con suficiente espesor de hueso cortical. Es más, el microtornillo deberá ser apropiadamente diseñado para lograr una efectiva distribución de la carga ortodóntica con la finalidad de minimizar la deformación.



## Anclaje óseo en Ortodoncia



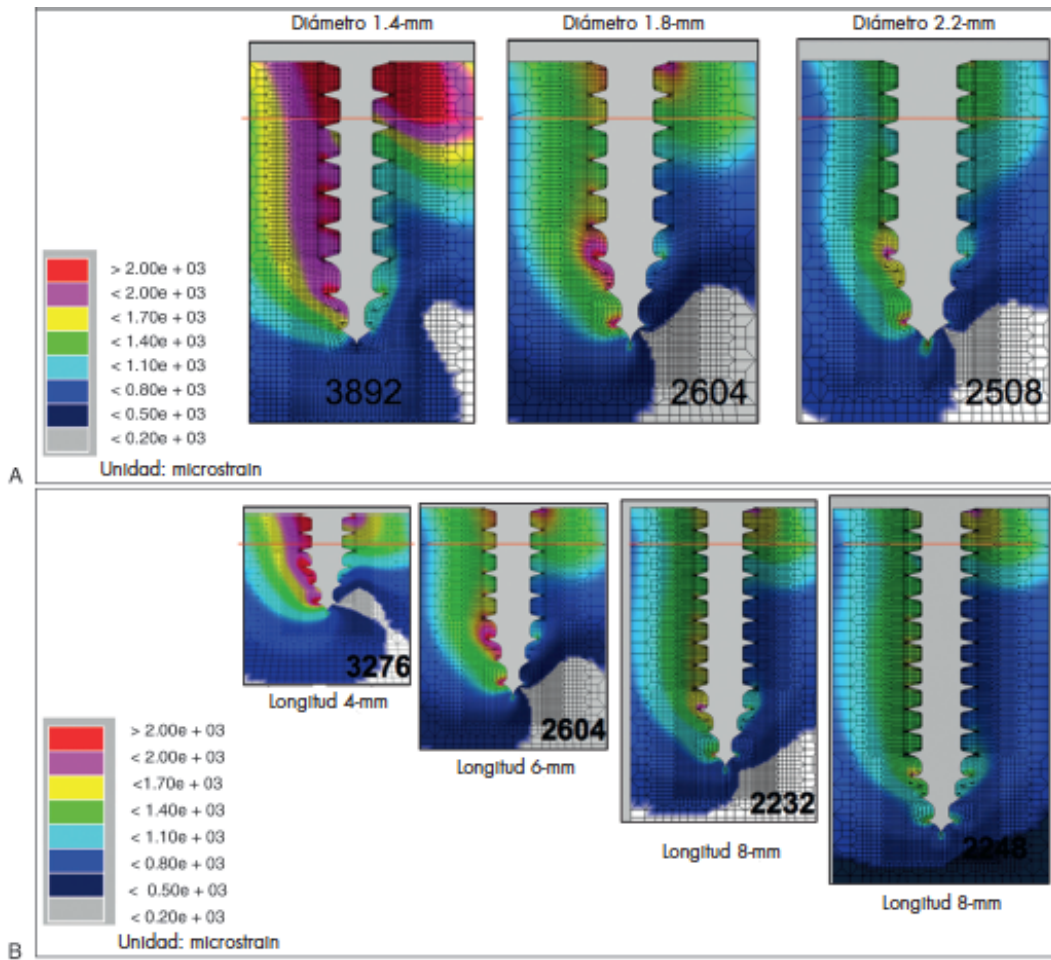
*Figura 17 .- Modelo de elemento finito de contacto (no lineal) para el análisis de la tensión y la tracción alrededor de un minitornillo por debajo de los 4 newtons (N) de fuerza. (Tomada de Park y Cols. 2007)*

En conclusión y de acuerdo al FEM:

- Los microtornillos cuyo cuello tiene mayor diámetro mostraron una tracción significativamente menor (Fig.18 A).
- Por debajo de 400 centinewtons (cN) de fuerza, el área sometida a elevada tracción se muestra como un punto rojo, lo cual podría resultar dañino a la fijación inicial y para la estabilidad a largo plazo del minitornillo.
- La mayor longitud del minitornillo dentro del hueso redujo en forma importante la tracción alrededor del mismo en comparación con una longitud menor (Fig. 18 B).
- Para lograr una mejor estabilidad inicial la porción enroscada dentro del tejido duro debería tener, por lo menos, 6 mm de longitud.



## Anclaje óseo en Ortodoncia



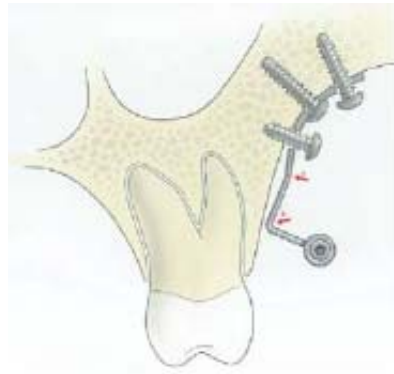
**Figura 18 .-** Efecto del diámetro y longitud sobre la tracción. **A:** los microtornillos con diámetro de 1,4mm generan significativamente más tracción que los tornillos con diámetros de 1,8 y 2,2 mm. **B:** los micro-tornillos con 6mm de longitud indujeron significativamente menos tracción alrededor del hueso que los tornillos de 4mm. (Tomado de Park y Cols. 2007).



## Anclaje óseo en Ortodoncia

### 6.2 MINIPLACAS

Las miniplacas, fueron descritas como placas modificadas de las usadas para fijación ósea en cirugía. Presentan tornillos de fijación ubicados apicalmente a las raíces dentarias para no interferir en los movimientos dentarios. La barra de conexión pasa a través de la encía insertada y el sistema de fijación se encuentra cerca de la arcada dentaria. Las miniplacas proveen la posibilidad de realizar fuerzas ortopédicas (Cornelis y Cols. 2008).



*Figura 19. Miniplaca y tornillos de fijación. (Tomada de J Oral Maxillofac Surg. 2008 Jul; 66(7): 1439-45)*

Tienen una larga historia de uso y biocompatibilidad en la estabilización de fracturas faciales y de segmentos resultantes de osteotomías. Existe una gran variedad, con formas y tamaños convenientes y fácilmente adaptables a las superficies óseas. Las miniplacas se pueden utilizar para una gran diversidad de propósitos de anclaje. Su colocación es mínimamente invasiva. Cuando se las utilizan correctamente tienen poco o ningún riesgo de causar daños a los nervios o raíces de los dientes. Han demostrado ser un eficaz medio para anclaje esquelético en la intrusión. El paciente no sufre grandes incomodidades al momento de la colocación, mantenimiento y remoción de estos elementos (Park y Cols. 2003). Son fijadas en la cortical vestibular superior o inferior usando tornillos mono corticales de titanio. Su inserción y remoción requiere de una cirugía, del apoyo de antibióticoterapia, analgésicos y de un periodo de espera para la cicatrización. Sólo cuando los tejidos han sanado se pueden aplicar fuerzas. Se utiliza



## Anclaje óseo en Ortodoncia

más de un tornillo para la fijación y la estabilidad. Resultan mejores que los microimplantes en cuanto a la provisión de anclaje.

Ritto (2007) desarrolló una miniplaca no invasiva. El objetivo fue permitir al ortodoncista instalarlas, sin requerir de la tradicional cirugía. La ventaja de estas miniplacas consiste en que no es necesario colocarlas debajo de la mucosa sino que se instalan por encima de ella. Existen distintos tipos, diseñadas de acuerdo con el área donde van a ser fijadas. Asimismo, han sido desarrollados microimplantes que incluyen un área de roscado dentro de la cabeza con una tapa y un driver adicional para alojarla, ajustarla y removerla del microimplante. La principal aplicación de las miniplacas no invasivas es en la intrusión de molares, cuando es necesario aplicar mayor fuerza, en casos donde la densidad ósea es baja y la cortical es fina o en zonas edéntulas posteriores. Tienen una gran estabilidad cuando son fijadas por más de un microimplante. Poseen la ventaja por sobre las miniplacas tradicionales de proveer la posibilidad de activación en las tres direcciones y en cualquier momento del tratamiento, permitiendo cambiar la dirección de la fuerza. Si se lo cree conveniente, es posible adherir un bracket a la misma. Los microimplantes con tapa además de ser esenciales para la fijación de las miniplacas pueden ser usados como microimplantes estándar. Ritto desarrolló diferentes diseños de tapas incluyendo una que puede ser usada para la inserción de un diente provisorio.

Con el fin de evitar la cirugía de remoción, han sido desarrollados microtornillos reabsorbibles para las miniplacas convencionales que permiten una fijación. Se anulan también los problemas de alergias al metal de los microtornillos y la interferencia con las modernas técnicas para imágenes de diagnóstico. El material usado es un co-polímero reabsorbible, un poliéster derivado del ácido láctico-L y el ácido glicólico. El Láctico-L/poliglicólico co-polímero es desglosado y reabsorbido en vivo por hidrólisis, resultando en ácido láctico y glicólico que son metabolizados por el organismo y transformados en agua y dióxido de carbono. El material no es tóxico y es 100% amorfo. Las miniplacas son colocadas fuera de la dentición maxilar y mandibular funcionando como onplants y los tornillos funcionan como implantes obteniendo así un anclaje rígido.



## Anclaje óseo en Ortodoncia

### 6.2.1 PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO

- Anestesia local.
- Incisión de 1,5 cm de diámetro en el vestíbulo, adyacente a las piezas a trabajar.
- Se realiza un colgajo mucoperióstico que expone la cortical ósea sobre la cual se va a apoyar la miniplaca.
- Se contornea una miniplaca de titanio sobre el hueso con el bucle de la misma proyectado a través de la herida vestibular adyacente a las piezas a tratar.
- Para sostenerla y fijarla, se colocan dos o más tornillos autorroscantes de 3 mm.
- El último loop sobre la mucosa vestibular adyacente a las piezas a tratar.
- Se sutura y se deja cicatrizar durante aproximadamente dos meses.
- El procedimiento dura aproximadamente 15 minutos (Fig. 20).

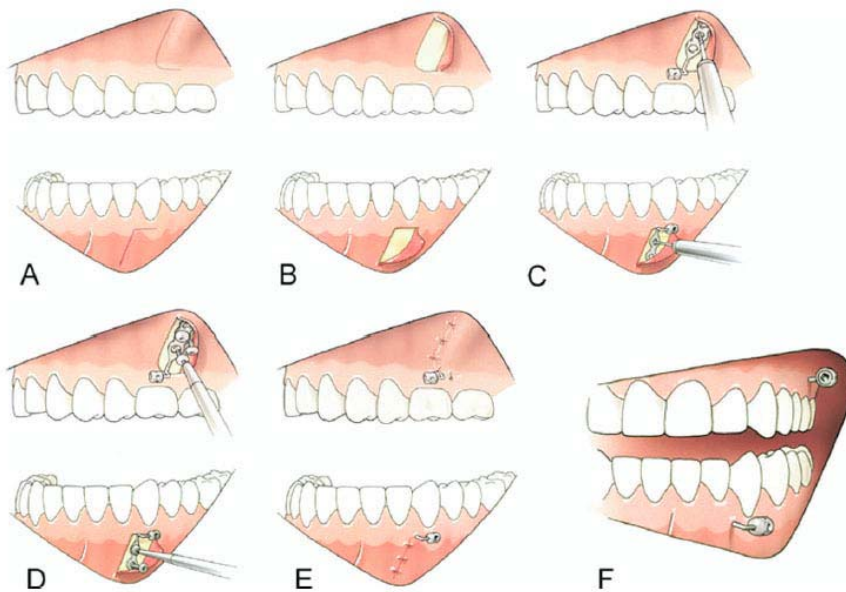


Figura 20 .-Procedimiento quirúrgico. (Tomada de J Oral Maxillofac Surg. 2008 Jul; 66(7): 1439-45).





## Anclaje óseo en Ortodoncia

Existen muchos estudios sobre las complicaciones postratamiento. Umemori y Cols. (2007) reportaron que las miniplacas en sus estudios son bastante estables. Sin embargo varios pacientes desarrollaron infecciones relacionadas con ellas.

En el trabajo de Choi y Cols. (2005) se colocaron miniplacas en 17 pacientes de una media de edad de 21,2 años. Todos estaban en tratamiento ortodóncico bajo movimientos de distalamiento de los molares para corregir overjets o apiñamientos sin extracciones de premolares. Después de la alineación y nivelación se colocaron miniplacas de titanio en el segmento vestibular entre el primer y el segundo molar, con forma de “T” ó de “L” de un grosor de 1 mm. La placa fue fijada con microtornillos autorroscantes de 2 mm de diámetro y 5 mm de longitud. Se dejó cicatrizar una semana antes de la aplicación de una fuerza de 300 a 400 g. Las miniplacas fueron observadas durante 6 meses. Se observaron infecciones en 5 miniplacas, ubicadas en la mandíbula. Donde hubo infección se desencadenó la movilidad de la miniplaca y tuvo que ser removida. No hubo diferencias significativas entre las placas en forma de “L” y las “T” en cuanto a los índices de movilidad e infección. Llegaron a la conclusión de que la porción de la miniplaca que queda expuesta está ubicada en una mucosa movable que irrita el tejido circundante y produce las infecciones que generan la movilidad de la miniplaca (Fig. 21).



**Figura 21** .-Diferentes formas. (Tomada de *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*2005 Sep; 128(3): 382-4).



## Anclaje óseo en Ortodoncia

### 6.2.2 APLICACIÓN CLÍNICA.

#### *Distalización del molar superior:*

Cornelis y Cols. (2007) realizaron un estudio con 31 miniplacas colocadas en la cresta infracigomática en 17 pacientes (15 mujeres y 2 varones) sin crecimiento y con tratamiento de Clase II. Tres semanas después de la cirugía fue aplicada una fuerza de 150 g para distalizar los molares. Todos los pacientes fueron corregidos a Clase I molar en  $7 \pm 2$  meses después de colocar las miniplacas. Los molares fueron distalizados  $3,27 \pm 1,74$  mm. Llegaron a la conclusión de que las miniplacas constituyen un anclaje esquelético eficiente para realizar la distalización del molar superior aún en adultos que presentan el segundo molar erupcionado. Es un tratamiento predecible para pacientes de Clase II molar sin necesidad de cooperación. Mientras que los microimplantes que se localizan entre las raíces limitan la distalización, las miniplacas permiten el movimiento distal de toda la arcada sin interferencias entre ellas y las raíces. No hubo infección ni movilidad de las mismas una vez colocadas. Los pacientes presentaron discomfort debido a la cirugía de colocación, pero esto no es en sí una desventaja, ya que son mejor aceptadas que los distalizadores convencionales (Fig. 22).



**Figura 22 .-** Distalización. (Tomada de *J Oral Maxillofac Surg.* 2008 Jul; 66(7): 1439-45).

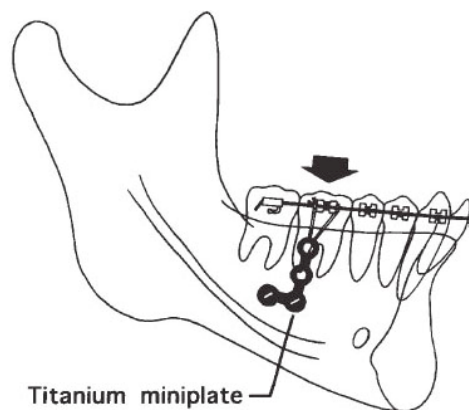




## Anclaje óseo en Ortodoncia

### *Intrusión molar:*

Mikako Umemori, Junji Sugawara y Cols. (1999) introdujeron miniplacas para intruir molares inferiores en mordidas abiertas y evaluaron los resultados del tratamiento en dos casos severos. Colocaron miniplacas de titanio en forma de “L” en la cortical vestibular, en el área apical entre el primer y el segundo molar inferior del lado derecho e izquierdo, que fueron fijadas por tornillos de 5 mm a 7 mm de longitud. Los molares resultaron intruidos de 3 a 5 mm luego de 5 meses y la mordida abierta fue mejorada significativamente sin provocar extrusión de los incisivos inferiores. El sistema fue muy eficaz controlando el canto y el nivel del plano oclusal durante la corrección de la mordida abierta. (Fig. 23).

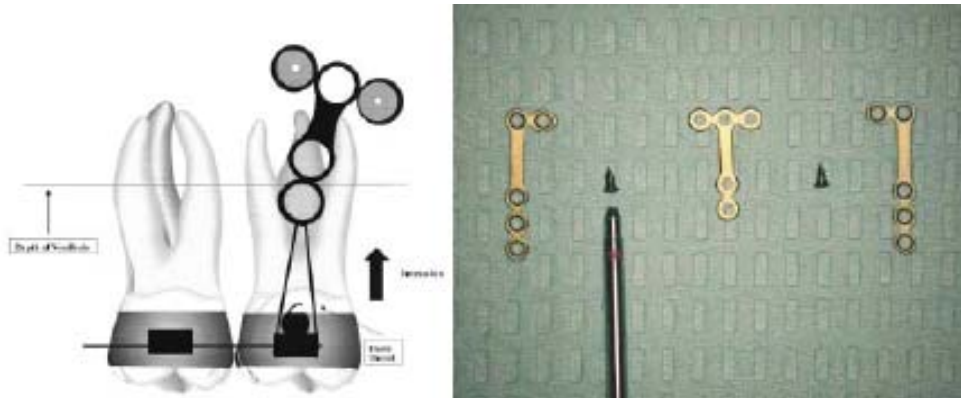


**Figura 23 .-** *Intrusión molar inferior. (Tomada de Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1999 Feb; 115(2): 166-74).*

Keith H Serwood y Cols. (2002) intentaron con un estudio validar la intrusión molar en adultos, testear la estabilidad de las miniplacas como anclaje para intruir los molares superiores y medir los cambios cuando se cierran mordidas abiertas. En pacientes adultos que tenían mordida abierta anterior se colocaron miniplacas en forma de “L”, “Y” ó “T” para intruir los molares superiores. Se esperó un periodo de 8 semanas para la integración y adaptación antes de la aplicación fuerzas. La media de intrusión fue de 1,99 mm. El promedio de cierre de las mordidas abiertas fue de 3,62 mm y decrecieron el Angulo del Plano Mandibular, el Plano Oclusal y la Altura Facial Anterior. El punto B rotó hacia delante y hacia arriba (Fig. 24).



## Anclaje óseo en Ortodoncia



**Figura 24 .- Intrusión molar superior. (Tomada de Am J Orthod Dentofacial Othop. 2002 Dec; 122(6): 593-600).**

Nejat Everdi y Cols. (2004) realizaron un estudio donde se colocaron miniplacas en el área cigomática para intruir los molares sobreerupcionados en 10 pacientes adolescentes con mordida abierta. Los resultados fueron satisfactorios y concluyeron que el mínimo procedimiento quirúrgico reducía el tiempo de tratamiento, no requiriendo de fuerza extraoral o elásticos intermaxilares para cerrar la mordida abierta.

Cheol-Hyun Moon y Cols. (2007) presentaron un trabajo sobre una paciente de 26 años de edad con molares izquierdos sobreerupcionados, sin espacio para una rehabilitación protésica. Se realizó una corticotomía y una intrusión con miniplacas y microtornillos con cabeza modificada con un hook especial. Se colocaron miniplacas en forma de “L” en el vestíbulo bucal usando dos tornillos para su fijación. Se implantaron dos microimplantes de 1,6 mm de diámetro y 8 mm de longitud en el área palatina, uno a 3 mm y otro a 8 mm de la sutura media palatina. Los microimplantes fueron colocados dos semanas después de la corticotomía. Usaron una fuerza de 200 a 300 g para la intrusión del bloque óseo y de los dientes. Se logró una intrusión molar indolora, sin reabsorción y sin extrusión de los dientes adyacentes. El primer molar fue intruido 3 mm y el segundo molar fue intruido 3,5 mm durante dos meses de tratamiento. Estos resultados fueron mantenidos durante 11 meses (Fig. 25).



## Anclaje óseo en Ortodoncia



*Figura 25 .- Intrusión molar superior. (Tomada de Angle Orthod. 2007 Nov; 77(6): 1119-25).*

Tuncer y Cols. (2008) realizaron un tratamiento ortodóncico con miniplacas, acelerado por osteotomía maxilar posterior con impactación, en un caso de mordida abierta severa. En una niña de 14 años de edad se trató su mordida abierta anterior severa con intrusión de los dientes superiores posteriores. Fue realizada también una osteotomía segmentaria. Las miniplacas fueron fijadas al área de la cresta cigomática. La fuerza intrusiva fue de 250 g entre las miniplacas y los tubos de los primeros y segundos molares superiores.

La intrusión fue completada en 2,5 meses después de la osteotomía. El tratamiento continuó con la ortodoncia fija y fue completado después de 12 meses. Los molares superiores fueron impactados 4 mm y el Plano Mandibular mostró una rotación de 3° antihorario. Los resultados mostraron que la osteotomía facilitó el tratamiento ortodóncico reduciendo el tiempo de tratamiento y sin efectos adversos.

Varios son los autores que recomiendan la intrusión molar con miniplacas: Sherwood y Cols. (2002) recomendaron la intrusión molar con miniplacas y tracción elástica vestibular, arcos de 016" x 022" y un arco redondo de 020" en overlay en el tubo extraoral. La intrusión molar la consiguen en 6,5 meses. Chung Jane Yao y Cols. (2008) realizaron un estudio de intrusión de molares superiores y retrusión del sector anterior comparando tratamientos con microimplantes, miniplacas y barra palatina con casquete. Llegaron a la conclusión de que ambos tratamientos con microimplantes o miniplacas consiguieron mejor retracción incisiva que el grupo de ortodoncia convencional y menor mesialización molar. Las miniplacas produjeron mejor intrusión que los microimplantes.



## Anclaje óseo en Ortodoncia

### *Retrusión anterior:*

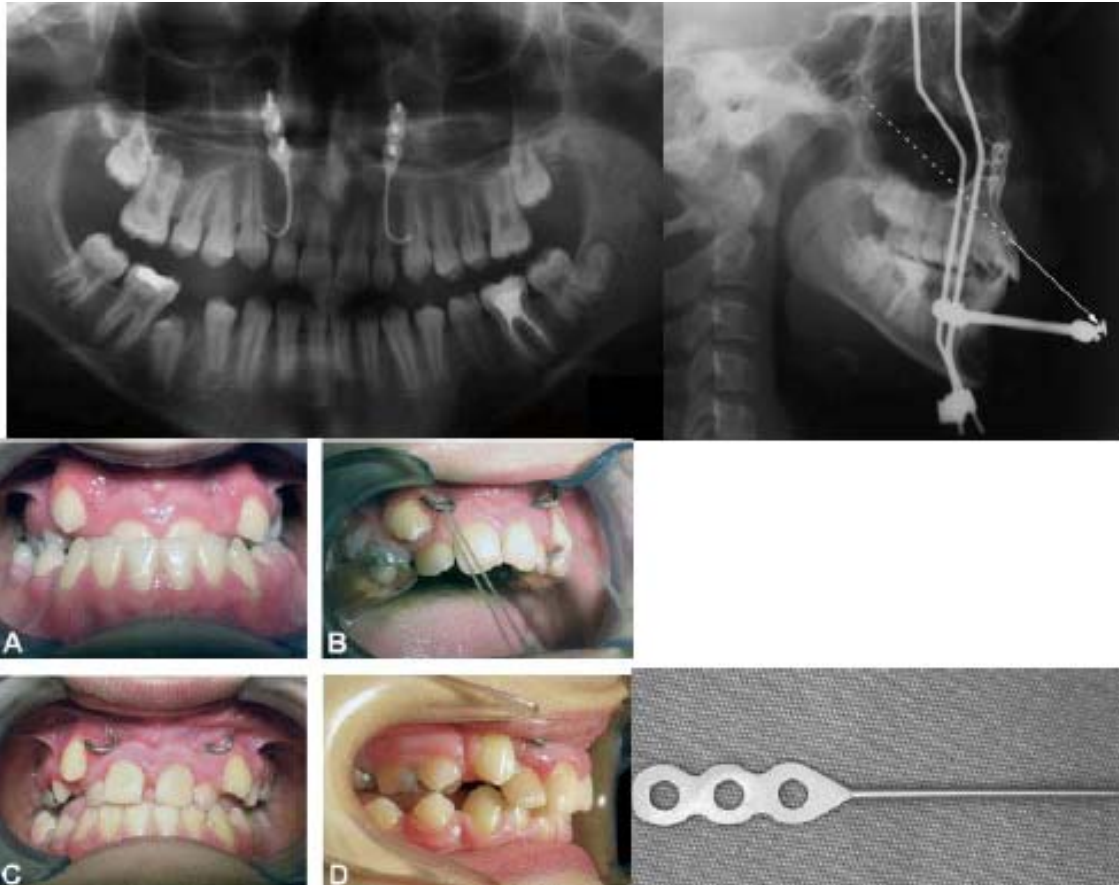
Fukunaba y Cols. (2006) trataron pacientes adultos con periodontitis con miniplacas para retruir el sector anterior superior en casos con protrusión maxilar y Clase II esqueletal. Se colocaron miniplacas en forma de “Y”, se les indicó al paciente el uso de antibióticos y analgésicos durante tres días luego de la aplicación. Al cabo de ocho semanas de esperar la curación aplicaron fuerzas. Luego de 21 meses de tratamiento los incisivos superiores se inclinaron  $9,5^\circ$  lingualmente, se intruyeron 2 mm y se logró una buena guía anterior. Se mantuvo una aceptable oclusión y salud periodontal luego de una retención de un periodo de 2 años. Concluyeron que las miniplacas son efectivas para la retracción y la intrusión de incisivos superiores en casos de protrusión superior con periodontitis severa en adultos.

### *Uso de máscara de protracción maxilar:*

Kircelli y Cols. (2008) realizaron un estudio donde investigó los efectos de la máscara con miniplacas. Fueron colocadas miniplacas en la pared lateral nasal del maxilar superior a los lados de las aperturas piriformes en 6 pacientes, dos varones y cuatro mujeres de edad promedio de  $11,8 \pm 1,1$  años con Clase III esqueletal con retrusión del maxilar superior en dentición mixta. Fueron realizadas incisiones entre los incisivos laterales y los caninos superiores. Las miniplacas fueron estabilizadas con tres tornillos de 2 mm de diámetro y 5 mm de longitud. Luego de 7 a 10 días se aplicaron fuerzas de 300 g de fuerza de cada lado con una dirección de aproximadamente  $30^\circ$  con respecto al plano oclusal. Las máscaras fueron usadas todo el tiempo menos para comer y hacer deporte. Luego de lograr un buen overjet se pasó al uso nocturno, 7 a 8 horas por día continuas por 6 o 8 meses. La estabilización de las miniplacas fue excelente. Se evaluaron cefalogramas laterales al empezar el tratamiento y al finalizarlo. El punto A se movió  $4,8 \pm 2$  mm en una edad media de  $10,8 \pm 2,4$  meses. La región infraorbitaria mostró un significativo movimiento anterior de  $3,3 \pm 1,1$  mm al finalizar el tratamiento. La estabilidad de las miniplacas fue excelente en todos los pacientes. Concluyeron que con la máscara asistida por anclaje esquelético se logró un avance de la cara media y una consecuente mejora del perfil blando en un periodo de dentición mixta tardía (Fig. 26).



## Anclaje óseo en Ortodoncia



**Figura 26 .-** Máscara asistida por anclaje esquelético. (Tomada de *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Mar; 133(3): 440-9).

### *Distalización de molares inferiores e intrusión en Clase III y mordida abierta:*

Sakai y Cols. (2008) realizaron un estudio donde trataron a una paciente con Clase III esquelética severa y mordida abierta utilizando miniplacas como anclaje. La paciente de 15 años de edad, tenía un overjet de 3 mm y un overbite de 5 mm y Clase III molar y esquelética. Luego de las extracciones de los terceros molares inferiores se colocaron miniplacas en la línea oblicua externa mandibular y se retrajo toda la dentición inferior usando cadenas elásticas que aportaron una fuerza de 200 g por lado. Al finalizar el tratamiento se logró una Clase I molar, overjet y overbite de 2 mm y 1,5 mm, una buena apariencia facial y una buena relación oclusal en 23 meses de tratamiento.



## Anclaje óseo en Ortodoncia

### *Tratamiento de piezas retenidas:*

Miyahira y Cols. (2008) trataron con miniplacas la impactación del segundo molar inferior. Para ello, colocaron en la rama mandibular una miniplaca en forma de “T” con microimplantes de 2 mm de diámetro y de 10 mm de longitud. El paciente recibió tratamiento antibiótico en el periodo postoperatorio con amoxicilina 500 mg cada ocho horas durante una semana y antiinflamatorios durante 5 días. Se le recomendaron realizarse buches con clorhexidina al 0,12% dos veces al día durante una semana. Tres meses después de aplicada la fuerza, el molar ya estaba con una buena posición. Concluyeron que el tratamiento con miniplacas es más predecible y tiene menos efectos colaterales que el método ortodóncico convencional (Fig. 27).



**Fig. 27 .-** *Tracción del segundo molar inferior retenido. (Tomada de Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2008 Jul; 134(1): 145-8).*

Kim y Cols. (2008) publicaron el uso de mecánica de doble arco junto con microimplantes y miniplacas en casos de caninos retenidos. Una paciente de 14 años de edad con ambos caninos superiores retenidos entre los incisivos centrales y laterales por vestibular fue evaluada con tomografías computadas y reconstrucciones 3D. Se le colocó una miniplaca en forma de “L” con tubo en la cortical vestibular maxilar anterior entre los incisivos centrales. La miniplaca estaba fijada con dos microimplantes de 1,5 mm x 5 mm y otros dos microimplantes se colocaron en la cortical vestibular posterior entre el segundo premolar y el primer molar de cada lado de 1,8 mm x 8,5 mm. En 26





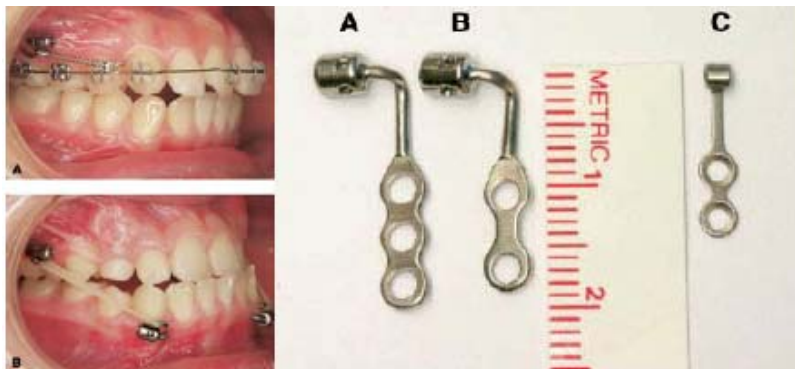
## Anclaje óseo en Ortodoncia

meses los caninos superiores fueron desimpactados con dobles arcos que permiten movimientos horizontales y verticales fuera del plano oclusal.

### 6.2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

Ventajas: biocompatibilidad, variedad de formas y tamaños, cirugía mínimamente invasiva con poco riesgo de dañar nervios y raíces dentarias.

Desventajas: su colocación es más invasiva que la de los microimplantes y requiere de un procedimiento quirúrgico. La colocación y la remoción de las miniplacas requieren de la elevación de un colgajo que es considerado como una simple y corta cirugía con anestesia local, sin complicaciones (Cornelis y Cols. 2008). (Fig. 28).



*Figura 28 .- Miniplacas de distintas formas y tamaños. Sitios de colocación. (Tomada de Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2008 Jan; 133(1): 18-24).*

Se pueden infectar y provocar un proceso inflamatorio con posterior pérdida de la miniplaca (Heymann y Cols. 2006). (Fig. 29).



## Anclaje óseo en Ortodoncia



*Figura 29 .- Miniplacas de distintas formas y tamaños. Sitios de colocación. (Tomada de J Esthet Restor Dent. 2006; 18(2): 68-79).*

## 7. DISCUSIÓN





## Anclaje óseo en Ortodoncia

Gracias a la incorporación del anclaje óseo a los tratamientos de ortodoncia se puede tener mayor control sobre el resultado final del tratamiento ya que logra manejar efectivamente algunos movimientos independientemente de la voluntad del paciente. Los microimplantes, como actuales representantes de dicho anclaje, han sido diseñados para ser manipulados de forma simple y sencilla, lo que les ha dado una gran aceptación entre los pacientes y profesionales de la ortodoncia. Rojas y Cols. (2006) contemplan que las limitaciones en cuanto a la aplicación de la técnica de colocación de los microimplantes, se las pone el mismo profesional, pero si se cuenta los registros radiográficos adecuados del paciente, un diagnóstico correcto del caso y una buena preparación teórica y práctica del profesional en relación a su colaboración, el resultado debe ser exitoso. Laciana y Cols. (2006) señalan la ventaja que tiene para el ortodoncista la colocación de los microimplantes en la posición y angulación adecuada desde el punto de vista biomecánico para lograr los objetivos de tratamiento planteados en los casos seleccionados. Es importante considerar que actualmente estamos en la época de oro de los microimplantes, y por ello no debemos caer en el uso indiscriminado de los mismos, además se requiere mayor tiempo de investigación para evaluar los efectos a largo plazo que puedan presentarse con éste tipo de terapias con microimplantes. Turley y Cols. (1988) en un estudio realizado con implantes endoóseos en perros, examinaron la estabilidad de los implantes de titanio cuando son situados en la zona lingual mandibular, zona palatina, hueso zigomático y temporal. Los resultados de la investigación indicaron que los implantes de titanio pueden funcionar como anclaje para el movimiento ortodóncico. Las fuerzas ortodóncicas habían sido previamente aplicadas a implantes de carbón vitreo (Méndez et al. 1980, Oliver y Cols. 1987), bioglass (Smith 1977, Turley 1982, Paige y Cols. 1980) y titanio puro (Roberts y Cols. 1984). Todos los resultados previos sugerían la posibilidad de usar implantes para el movimiento dentario, las fuerzas aplicadas eran a menudo de implante a implante y no de implante a diente como se ha hecho en este estudio. Más tarde empezaría los estudios con onplants como elementos de anclaje, así en un estudio realizado por Block y Cols. (1995), realizado en un grupo de perros y otro de monos, concluyeron que los onplants son anclaje suficiente para que el hueso subyacente resista 11 oz de fuerza continua. Los onplants permiten suficiente anclaje para mover dientes sin movilidad del onplant y proporcionan suficiente anclaje a los molares para prevenir la migración



## Anclaje óseo en Ortodoncia

anterior en situaciones que requieren máximo anclaje. Chen y Cols. (2006) compararon diferentes microimplantes de 1,2mm de diámetro y varias longitudes para determinar si el porcentaje de éxito podría estar relacionado con la longitud. Los resultados demuestran que los microimplantes son apropiados para el anclaje ortodóncico y recomiendan los de 8mm frente a los de 6mm, estos últimos eran de elección para evitar daños radiculares, pero el porcentaje de éxito de los microimplantes de 8mm (90,2%) parece superior a los de 6mm (72,2%). Además de la longitud, los autores consideran que la precaución en la inserción y una correcta angulación y torque, contribuyen a elevar el porcentaje de éxito.

El concepto básico de la retracción en masa con microimplantes o con mecánicas convencionales es similar. Con la ventaja de los primeros que pueden colocarse sin necesidad de embandar los molares, si el caso no requiere cambio en las relaciones oclusales o el estado del periodonto está comprometido, como describe Chen y Cols. (2006) en su estudio. Thiruvengkatachari y Cols. (2008) compararon la retracción de caninos maxilares y mandibulares con microtornillos de titanio como anclaje y con anclaje convencional. La media de retracción con microimplantes fueron de 4,29mm en maxila y 4,10mm en mandíbula, y con anclaje molar de 3,79mm en maxila y 3,75mm en mandíbula. La proporción de retracción canina fue de 0,93mm al mes en la maxila y 0,83mm en mandíbula al mes con microtornillos. Con anclaje molar los valores obtenidos en maxila fueron 0,81mm y en mandíbula 0,76 al mes. El estudio ha aprobado que podemos minimizar la pérdida de anclaje molar en 1,6mm en la maxila y 1,7mm en mandíbula cuando usamos microtornillos con anclaje para la retracción de caninos.

Muchos autores recomiendan microtornillos con una superficie suave, pulida en todo el microtornillo, siendo más importante en el cuello para minimizar la irritación e inflamación de la mucosa y en la hebra para prevenir la oseointegración y permitir una fácil remoción. Chen y Cols. (2008) afirman que la oseointegración de los microimplantes permite la resistencia a las fuerzas rotacionales que aparecen durante el control de torque. El principal papel del microtornillo ortodóncico es soportar la carga estática de las fuerzas de los muelles de níquel-titanio y de los elásticos, siendo los segundos de elección en este estudio porque facilita la higiene oral y no irritan las encías.



## Anclaje óseo en Ortodoncia

Varios han sido los autores que han comparado el comportamiento de los microtornillos autorroscantes (pre-drilled) con los autoperforantes (self-drilling). Los microimplantes autorroscantes, son excelentes como unidades de anclaje en ortodoncia, pero tienen algún defecto. Ofrecen una rápida colocación, menos daño óseo y se agarran mejor al hueso. Para su inserción precisan un inicio de apertura con fresa, por lo que es mayor el riesgo de daño radicular, perforación o necrosis. También el proceso requiere su tiempo. El procedimiento con autoperforantes es más sencillo y necesita menos material. En teoría los autoperforantes podrían causar menos daño óseo durante la colocación y la oseintegración podría ocurrir antes y mejor que con los autorroscantes. Para la estabilidad primaria es esencial lograr un contacto ideal de hueso-implante. Los resultados del estudio de Chen y Cols. (2006) revelan que los microtornillos autoperforantes proporcionan mayor anclaje para la retracción en masa de dientes anteriores, enderezamiento de molares y movimientos hacia mesial de dientes posteriores. Recomiendan su uso en maxilar y en áreas de cortical fina mandibular.

## 8. CONCLUSIONES



## Anclaje óseo en Ortodoncia

1. Los microtornillos y miniplacas deben presentar:
  - Una resistencia inmediata a las fuerzas ortodóncicas.
  - No exigir la colaboración del paciente.
  - No provocar molestias.
  - Ser de fácil manejo para el ortodoncista y cirujano en el caso de las miniplacas.
  - Ser compatibles con los dispositivos ortodóncicos habituales con un diseño de la cabeza del microtornillo que permita su fácil inserción y que sea de gran versatilidad para la colocación de los sistemas ortodóncicos necesario (alambres, ligaduras metálicas, muelles, cadenas...).
  - Fabricados en titanio tipo V de alta calidad.
  - Que la porción endoósea del microtornillo sea autoperforantes y autoroscante para que sea el propio tornillo el que atraviese la encía y la cortical.
  - Tener diferentes diámetros de microtornillos (entre 1,4 y 2,0) y una amplia gama de longitudes (entre 6 y 10mm).
  - Que los microtornillos tengan un cuello transmucoso para proteger la encía.
2. Las técnicas que envuelven el uso de microimplantes no son consideradas peligrosas y no necesitan de una intervención quirúrgica. La versatilidad y la simplicidad con que se pueden realizar (es fundamental realizar una correcta exploración al paciente y un diagnóstico radiográfico del lugar de inserción) indican que pueden ser rutinariamente aplicados por el ortodoncista, quien no necesita de asistencia quirúrgica para la inserción del microimplante, eligiendo la mejor localización y posición de acuerdo a la biomecánica y sin depender de otros. Se deben tener en cuenta unos mínimos condicionantes anatómicos:
  - En maxilar superior: efectiva y segura a nivel de la fosa canina, de la base de la espina nasal anterior, del proceso cigomático, en la tuberosidad y en el paladar.
  - En mandíbula: su óptima estructura ósea con gruesas corticales hace que la cara vestibular sea un lugar ideal para la instalación de los microtornillos, desde la sínfisis hasta la región retromolar.

En cambio de las miniplacas no se puede decir lo mismo ya que sí necesita una intervención quirúrgica y debe ser realizado por un cirujano especialista.



## Anclaje óseo en Ortodoncia

3. Son de gran ayuda en aquellos pacientes que presentan:
- Poco o ningún anclaje, ya sea por falta de material dentario o por soporte periodontal pobre.
  - Reticencias a llevar brackets en toda la boca y que necesitan tratamientos ortodóncicos preprotésicos (enderezar molar, etc.).
  - Baja colaboración.
  - En casos de dientes incluidos.
  - Pacientes de cirugía ortognática.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

Ari-Demirkaya A, Masry MA, Erverdi N. Apical root resorption of maxillary first



## Anclaje óseo en Ortodoncia

molars after intrusion with zygomatic skeletal anchorage. *Angle Orthod.* 2005; 75(5):761-7.

Baek SH, Kim BM, Kyung SH, Lim JK, Kim YH. Success rate and risk factors associated with mini-implants reinstalled in the maxilla. *Angle Orthod.* 2008 Sep;78(5):895-901.

Block M.S.; Hoffman D.R. A new device for absolute anchorage for orthodontic. *Am J Orthod* 1995; 107: 251-258.

Breuning KH. Correction of a Class III malocclusion with over 20 mm of space to close in the maxilla by using miniscrews for extra anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Mar;133(3):459-69.

Chatzigianni A, Keiling L, Duschner H, Gotz H, Eliades T, Bourauel C. Comparative analysis of numerical and experimental data of orthodontic mini-implants. *Eur J Orthod.* 2011 Oct;33(5):468-75. Epub 2011 Aug 17.

Chang JZ, Chen YJ, Tung Y, Chiang Y, Lai EH, Chen WP, Lin CP. Effects of thread depth, taper shape, and taper length on the mechanical properties of mini-implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012 Mar;141(3):279-88.

Chen CH, Chang CS, Hsieh CH, Tseng YC, Shen YS, Huang IY, Yang CF, Chen CM. The use of microimplants in orthodontic anchorage. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006 Aug;64(8):1209-13.

Choi NC, Park YC, Lee HA, Lee KJ. Treatment of Class II protrusion with severe crowding using indirect miniscrew anchorage. *Angle Orthod.* 2007 Nov;77(6):1109-18.

Chung K, Kim SH, Kook Y. C-orthodontic microimplant for distalization of mandibular dentition in Class III correction. *Angle Orthod.* 2005 Jan;75(1):119-28.



## Anclaje óseo en Ortodoncia

Chung KR, Nelson G, Kim SH, Kook YA. Severe bidentoalveolar protrusion treated with orthodontic microimplant-dependent en-masse retraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Jul;132(1):105-15.

Cornelis MA, De Clerck HJ. Maxillary molar distalization with miniplates assessed on digital models: a prospective clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 132(3):373-7.

Cornelis MA, Scheffler NR, Mahy P, Siciliano S, De Clerck HJ, Tulloch JF. Modified miniplates for temporary skeletal anchorage in orthodontics: placement and removal surgeries. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008 Jul;66(7):1439-45.

Cornelis MA, Scheffler NR, Nyssen-Behets C, De Clerck HJ, Tulloch JF. Patients' and orthodontists' perceptions of miniplates used for temporary skeletal anchorage: a prospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Jan;133(1):18-24.

Erverdi N, Keles A, Nanda R. The use of skeletal anchorage in open bite treatment: a cephalometric evaluation. *Angle Orthod.* 2004; 74(3):381-90.

Fukunaga T, Kuroda S, Kurosaka H, Takano-Yamamoto T. Skeletal anchorage for orthodontic correction of maxillary protrusion with adult periodontitis. *Angle Orthod.* 2006 Jan;76(1):148-55.

Jasmine IF, Yezdani AA, Tajir F, Venu RM. Analysis of stresses in bone and microimplants during en-masse retraction of maxillary and mandibular anterior teeth with different insertion angulations: a 3-dimensional finite elements analysis study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;141:71-80).

Jenssens F.; Swennen G.; Dujardin T.; Glineur R.; Malevez C. Use of onplant as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 122: 566-570.



## Anclaje óseo en Ortodoncia

Kim SH, Yoon HG, Choi YS, Hwang EH, Kook YA, Nelson G. Evaluation of interdental space of the maxillary posterior area for orthodontic mini-implants with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 May;135(5):635-41.

Kim SH, Cho JH, Chung KR, Kook YA, Nelson G. Removal torque values of surface-treated mini-implants after loading. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Jul;134(1):36-43.

Kircelli BH, Pektas ZO. Midfacial protraction with skeletally anchored face mask therapy: a novel approach and preliminary results. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(3):440-9.

Kircelli BH, Pektaş \_ZO, Uçkan S. Orthopedic protraction with skeletal anchorage in a patient with maxillary hypoplasia and hypodontia. *Angle Orthod.* 2006;76(1):156-63.

Kravitz ND, Kusnoto B, Tsay PT, Hohlt WF. Intrusion of overerupted upper first molar using two orthodontic miniscrews. A case report. *Angle Orthod.* 2007; 77(5):915-22.

Kyung SH, Lee JY, Shin JW, Hong C, Dietz V, Gianelly AA. Distalization of the entire maxillary arch in an adult. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135:S123-32.

Laciana C, Del Río J. Utilización de los microimplantes para la tracción en ortodoncia. *JADA.* 2006; 1(2): 121-127.

Lai EH, Yao CC, Chang JZ, Chen I, Chen YJ. Three-dimensional dental model analysis of treatment outcomes for protrusive maxillary dentition: comparison of headgear, miniscrew, and miniplate skeletal anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 134(5):636-45.

Lemieux G, Hart A, Cheretakakis C, Goodmurphy C, Trexler S, McGary C, Retrouvey





## Anclaje óseo en Ortodoncia

JM. Computed tomography characterization of mini-implant placement pattern and maximum anchorage force in human cadavers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Sep;140(3):356-65.

Lee JS, Kim DH, Park YC, Kyung SH, Kim TK. The efficient use of midpalatal miniscrew implants. *Angle Orthod.* 2004 Oct;74(5):711-4.

Lee TC, McGrath CP, Wong RW, Rabie AB. Patients' perceptions regarding microimplant as anchorage in orthodontics. *Angle Orthod.* 2008 Mar;78(2):228-33.

Leung MT, Lee TC, Rabie AB, Wong RW. Use of miniscrews and miniplates in orthodontics. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008 Jul;66(7):1461-6.

Lorente P. Indicaciones de los microtornillos en ortodoncia. *Rev Esp Ortod* 2004; 34:281-307.

Ludwig B, Glasl B, Lietz T, Kopp S. Radiological location monitoring in skeletal anchorage: introduction of a positioning guide. *J Orofac Orthop.* 2008 Jan;69(1):59-65.

Maino BG, Weiland F, Attanasi A, Zachrisson BU, Buyukyilmaz T. Root damage and repair after contact with miniscrews. *J Clin Orthod.* 2007; 41(12):762-6; quiz 750.

Martí C, Corchero G, Hernández F, García L. Microtornillos en ortodoncia. Técnica y anatomía quirúrgica. *Rev Esp Ortod* 2004; 34:271-9.

Melsen B.; Petersen J.K.; Costa A. Zygoma ligatures: an alternative form of maxillary anchorage. *J Clin Orthod* 1998; 32: 154:158.

Melsen B. Mini-implants: Where are we? *J Clin Orthod.* 2005 Sep;39(9):539-47; quiz 531-2.

Miyahira YI, Maltagliati LA, Siqueira DF, Romano R. Miniplates as skeletal anchorage



## Anclaje óseo en Ortodoncia

for treating mandibular second molar impactions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134(1):145-8.

Molina A, Población M, Díez-Gascón Montserrat. Microtornillos como anclaje en ortodoncia. Revisión de la literatura. *Rev Esp Ortod* 2004; 34:319-34.

Moon CH, Wee JU, Lee HS. Intrusion of overerupted molars by corticotomy and orthodontic skeletal anchorage. *Angle Orthod.* 2007 Nov; 77(6):1119-25.

Moon SH, Park SH, Lim WH, Chun YS. Palatal bone density in adult subjects: implications for mini-implant placement. *Angle Orthod.* 2010; 80:137-144.

Ohmae M.; Saito S.; Morohashi T.; Seki K.; y col. A clinical and histological evaluation of titanium mini-implants as anchors for orthodontic intrusion in the beagle dog. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001; 119: 489-497.

Pablo Echarri, Tae-Weon Kim, Lorenzo Favero, Hee-Jin Kim. *Ortodoncia & Microimplantes. Técnica completa paso a paso.* Ripano Editorial Médica. Primera Edición. 2007. Madrid.

Park YC, Lee SY, Kim DH, Jee SH. Intrusion of posterior teeth using mini-screw implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003 Jun; 123(6):690-4.

Park H.; Bae S.; Kyung H.; Sung J. Micro-Implant anchorage for treatment of skeletal Class I bilateral protrusion. *J Clin Orthod* 2001; 35:417-422.

Park YC, Lee HA, Choi NC, Kim DH. Open bite correction by intrusion of posterior teeth with miniscrews. *Angle Orthod.* 2008 Jul;78(4):699-710.

Poggio PM, Incorvati C, Velo S, Carano A. "Safe zones": a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. *Angle Orthod.* 2006; 76(2):191-7.



## Anclaje óseo en Ortodoncia

Pickard MB, Dechow P, Rossouw PE, Buschang PH. Effects of miniscrew orientation on implant stability and resistance to failure. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Jan;137(1):91-9.

Roberts WE, Helm FR, Marchall KJ, Gongloff RK. Rigid endosseous implants for orthodontic and orthopedic anchorage. *Angle Orthod.* 1989 Winter;59(4):247-56.

Sakai Y, Kuroda S, Murshid SA, Takano-Yamamoto T. Skeletal Class III severe openbite treatment using implant anchorage. *Angle Orthod.* 2008 Jan;78(1):157-66.

Sherwood KH, Burch J, Thompson W. Intrusion of supererupted molars with titanium miniplate anchorage. *Angle Orthod.* 2003; 73(5):597-601.

Sherwood KH, Burch JG, Thompson WJ. Closing anterior open bites by intruding molars with titanium miniplate anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002; 122(6):593-600.

Singh S, Mogra S, Shetty VS, Shey S, Philio P. Three-dimensional finite element analysis of strength, stability, and stress distribution in orthodontic anchorage: a conical, self-drilling miniscrew implant system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012 Mar;141(3):327-36.

Sugawara Y, Kuroda S, Tamamura N, Takano-Yamamoto T. Adult patient with mandibular protrusion and unstable occlusion treated with titanium screw anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Jan;133(1):102-11.

Thiruvengkatachari B, Ammayappan P, Kandaswamy R. Comparison of rate of canine retraction with conventional molar anchorage and titanium implant anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Jul;134(1):30-5.

Tuncer C, Ataç MS, Tuncer BB, Kaan E. Osteotomy assisted maxillary posterior impaction with miniplate anchorage. *Angle Orthod.* 2008 Jul;78(4):737-44.



## Anclaje óseo en Ortodoncia

Turley PK, Kean C, Schur J, Stefanac J, Gray j, Hennes J, Poon LC. Orthodontic force application to titanium endosseous implants. *Angle Orthod.* 1988 Apr;58(2):151-62.

Umemori M, Sugawara J, Mitani H, Nagasaka H, Kawamura H. Skeletal anchorage system for open-bite correction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 Feb; 115(2):166-74.

Upadhyay M, Yadav S, Nagaraj K, Nanda R. Dentoskeletal and soft tissue effects of mini-implants in Class II division 1 patients. *Angle Orthod.* 2009 Mar;79(2):240-7.

Walter A. Corrección ortodóncica del plano oclusal con microtornillos: caso clínico. *Rev Esp Ortod.* 2008;38:147-58.

Xun C, Zeng X, Wang X. Microscrew anchorage in skeletal anterior open-bite treatment. *Angle Orthod.* 2007 Jan;77(1):47-56.

Yamada K, Kuroda S, Deguchi T, Takano-Yamamoto T, Yamashiro T. Distal movement of maxillary molars using miniscrew anchorage in the buccal interradicular region. *Angle Orthod.* 2009 Jan;79(1):78-84.