

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

FACULTAD DE MEDICINA



TRABAJO FIN DE GRADO DE ODONTOLOGÍA
CURSO ACADÉMICO 2015/2016

“Microimplantes como Anclaje en Ortodoncia”

Autor: Marina Vázquez Santarén

Tutor: María Cruz Lorenzo Luengo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	3
RESUMEN.....	4
Abstract.....	4
JUSTIFICACIÓN.....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
Descripción del anclaje ortodóncico.....	7
Historia y evolución del anclaje y de los microimplantes.....	8
Consideraciones anatómicas.....	11
Zonas aptas para su colocación.....	12
Procedimiento quirúrgico.....	12
Indicaciones y contraindicaciones de los Microimplantes.....	15
Estructura general y composición.....	16
Tipos de Microimplantes.....	17
Dimensiones de los Microimplantes.....	20
Longitud.....	20
Diámetro.....	20
Biomecánica.....	21
Cierre de espacios.....	21
Intrusión de incisivos.....	21
Intrusión de molares.....	22
Tracción de piezas dentarias impactadas.....	22
Distalización de molares.....	23
Mesialización de molares.....	23
Retracción en masa de dientes anteriores.....	23
Vestibulización de molares inferiores.....	24
Verticalización de molares.....	24
Fuerzas ortodóncicas aplicadas.....	25
Movimiento en el plano vertical.....	25
Movimiento en el plano sagital.....	25
Movimiento en el plano transversal.....	26
Complicaciones y fracasos.....	26

OBJETIVO.....	28
MATERIAL Y MÉTODOS.....	29
RESULTADOS.....	31
DISCUSIÓN.....	38
CONCLUSIONES.....	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1: Evolución de los microimplantes.....	10
Figura 1.....	13
a) Guía quirúrgica mantenida por resina.....	13
b) Radiografía intraoral para evaluar la posición del microimplante.....	13
Figura 2: Partes del microimplante.....	16
Figura 3: Tipos de Spider Screw®.....	18
Figura 4: Microimplante C-Ortodóntico.....	18
Figura 5: AbsoAnchor®.....	19
Figura 6: Diseño del Onplant.....	19
Figura 7: Intrusión de molares.....	22
Figura 8: Distalización de molares superiores.....	23
Figura 9: Mesialización de molares.....	23
Figura 10: Vestibulización de molares inferiores.....	24
Figura 11: Verticalización de molares.....	24
Tabla 2: Resumen de artículos.....	32

RESUMEN

Introducción: Los microimplantes han ido evolucionando desde su aparición hasta la actualidad, con el fin de convertirse en un método apropiado para conseguir anclaje absoluto en el ámbito de la Ortodoncia. Han constituido un gran impulso en la eliminación de la cooperación del paciente en gran parte de los movimientos ortodóncicos, minimizando las complicaciones relacionadas con el control del anclaje.

Objetivo: Realizar una revisión sistemática de la literatura actual que permita determinar si los microimplantes son una buena alternativa a la sistemática convencional de control de anclaje, así como fijar su posición ideal al colocarlos, su estabilidad al aplicar diferentes cargas y evaluar los resultados obtenidos al utilizarlos como tratamiento de determinadas maloclusiones.

Material y métodos: Se empleó estudios longitudinales encontrados en las bases de datos de Pubmed y Google Académico, además de libros encontrados en internet utilizados para la introducción. En el apartado de resultados, se realizó una tabla a modo de resumen de los artículos empleados que posteriormente se explicaron.

Resultados: Los microtornillos son capaces de soportar hasta 400 g de carga permaneciendo inmóviles. La localización interradicular ideal es la situada entre el segundo premolar y el primer molar superior y entre los premolares y molares inferiores. Este tipo de implantes permiten solventar diversos problemas ortodóncicos como la mordida abierta, la clase II esquelética y la biprotrusión alveolar.

Conclusión: Los microimplantes se presentan como una buena alternativa a los métodos tradicionales, ya que permiten obtener anclaje absoluto permaneciendo inmóviles y realizando movimientos en los tres planos del espacio, además de corregir diversos problemas dentales y esqueléticos.

Palabras clave: Anclaje absoluto, microimplantes, microtornillos, biomecánica.

Abstract

Introduction: The microimplants have been evolving, in order to become a appropriate method to obtain absolute anchorage in the area of the Orthodontics.

They have constituted a great impulse in the elimination of the cooperation of the patient largely of the orthodontic movements, minimizing the complications related with the control of the anchorage.

Objective: To do a systematic review of the current literature which be able to determinate if the microimplants are a good choice to the conventional systematic to control the anchorage, to set the ideal location for put them, the stability by applying different loads and to evaluate the results by using them at particular situations.

Material and methods: It was used longitudinal studies found in the databases of Pubmed and Google Academic, besides books found in Internet used for the introduction. In the section of results, a table was realized like summary of the used articles that later they were explained.

Results: The microscrews are capable to support until 400 g of load remaining immobile. His ideal interradicular position is the located between the second premolar and the first upper molar and between the premolars and lower molars. This type of implants allow to correct various orthodontic problems as the open bite, the skeletal class II and the alveolar biprotrusion.

Conclusion: The microimplants are a good alternative to the convencional methods because they are allow to obtain absolute anchorage remaining immobile and performing movements in the three planes of the space, beside correcting various dental and skeletal problems.

Key words: Absolute anchorage, microimplants, microscrews, biomechanic.

JUSTIFICACIÓN

Determinados problemas ortodóncicos pueden limitar el correcto funcionamiento de algunas estructuras anatómicas orales, además de tener un impacto estético que, muchas veces, afecta a la personalidad del individuo.

El anclaje en Ortodoncia es primordial para resolver ciertas anomalías presentes en las piezas dentarias, así como en los huesos maxilar y mandibular.

Con la aparición de los microimplantes se han logrado resolver problemas que requieren un anclaje absoluto, evitando utilizar otras técnicas más complicadas y dolorosas o aparatología que necesite la colaboración del paciente.

De modo, que en el presente trabajo de fin de grado, nos propusimos realizar una revisión bibliográfica centrada en las diferentes formas de conseguir el anclaje ortodóncico con microimplantes, para saber cómo resolver un problema concreto y qué resultados se obtienen, tanto anatómicos, funcionales y estéticos.

INTRODUCCIÓN

Descripción del anclaje ortodóncico

El **tratamiento ortodóncico**, se basa en prevenir y corregir las alteraciones del desarrollo, las formas de las arcadas dentarias y la posición de los maxilares, con el fin de restablecer el equilibrio morfológico y funcional de la boca y de la cara, mejorando, también, la estética facial (1). Su objetivo es conseguir el movimiento dental óptimo con el menor número posible de efectos no deseados.

De acuerdo a la **Tercera Ley de Newton**, que dice que toda fuerza aplicada para conseguir un movimiento, tiene una reacción de igual magnitud y sentido contrario, se puede definir el **anclaje** en ortodoncia como la resistencia a las fuerzas de reacción ofrecidas por los dientes u otras estructuras anatómicas, como el paladar, la cabeza o el cuello (mediante una fuerza extraoral) y, menos frecuente, mediante anclajes atornillados a los maxilares. Esto significa que cuando se realiza un movimiento ortodóncico mediante un sistema de anclaje, se crea una unidad reactiva a dicho movimiento (2).

La llegada del anclaje absoluto con los microimplantes (también llamados minitornillos, TADs (temporary anchorage devices), microtornillos o miniimplantes) abrió un camino nuevo, modernizando los conceptos clásicos. Los microtornillos han constituido un gran impulso en la eliminación de la cooperación del paciente en gran parte de los movimientos ortodóncicos, minimizando así las complicaciones relacionadas con el control del anclaje.

El uso de los TADs ha supuesto una alternativa a la cirugía ortognática y permite movimientos asimétricos de los dientes en los tres planos del espacio. Los TADs (Micro/Mini implantes) se fijan temporalmente al hueso con el objetivo de funcionar como anclaje absoluto, proporcionando ventajas biomecánicas para realizar un tratamiento más eficiente y eficaz (19).

Historia y evolución del anclaje y de los microimplantes.

El anclaje ortodóncico aparece definido por primera vez en la literatura en el año 1923 por Louis Ottofy como “la base contra la cual la fuerza ortodóncica o la reacción de la fuerza ortodóncica es aplicada”(4).

Gainsforth y Higley publicaron el primer artículo acerca del anclaje ortodóncico sobre sistema de implantes ***en el año 1945***. Estos autores experimentaron con alambres y tornillos de vitallium localizados en la rama mandibular de un perro aplicando fuerzas elásticas para distalizar. No hubo más reportes en ese período debido al fallo de los tornillos ocurrido dentro del 1° al 16° día (6).

En 1970, el Dr. Branemark y sus colaboradores presentaron estudios sobre la osteointegración de los implantes en el hueso. Fue a partir de este momento cuando algunos ortodoncistas empezaron a mostrar interés en el uso de los implantes como anclaje.

Años después de la aparición de la **osteointegración** se emplearon los implantes osteointegrados *ad morum* Branemark, como método para conseguir un anclaje absoluto en ortodoncia, pero dichos implantes presentaban muchos inconvenientes (4), tales como: la dificultad de seleccionar el sitio apropiado para el implante en la mayoría de los pacientes ortodóncicos (solo en zona retromolar y edéntula), necesidad de esperar para la osteointegración antes de cargar el implante, lo invasivo del procedimiento quirúrgico, las limitaciones de dirección de la fuerza aplicada (sobre la cresta alveolar), mayor dificultad de higiene por parte del paciente y su elevado costo (7).

La utilización de los implantes dentro de la Odontología empieza en la década de los ochenta. Primero se utilizaron como pilares de prótesis, pero pronto se vieron las posibilidades que ofrecían como fuente de anclaje ortodóncico. Durante esta época, se utilizaron los futuros pilares protésicos (implantes) como apoyo para movimientos ortodóncicos, generalmente para movimientos realizados en el plano horizontal. Una vez finalizada la fase ortodóncica, los implantes pasaron a utilizarse como pilares protésicos, ya que al existir el proceso de osteointegración, la eliminación del

implante era prácticamente imposible (5).

En **1983** apareció el primer reporte clínico del uso de los aparatos de anclaje absoluto temporal, gracias al experimento de **Creekmore y Eklund** en el que se usaron tornillos óseos de vitalio para tratar a un paciente con una mordida profunda anterior (3).

Block y Hoffman en 1995, colocaron un dispositivo llamado Onplant por debajo del periostio que se conecta con el hueso. Éste era un disco liso de titanio revestido en su superficie de hidroxiapatita (6).

Kanomi en 1997 menciona por primera vez una forma temporal de microimplante de titanio no osteointegrado para anclaje ortodóncico (8)

En la siguiente tabla, se exponen las aportaciones más relevantes en cuanto a la evolución de los microimplantes (Tabla 1).

Tabla 1: Evolución de los microimplantes			
AUTOR	TÍTULO	APORTACIÓN	AÑO
Arismendi JA. et al (4)	Minimplantes como anclaje en ortodoncia	Definición de anclaje ortodóncico por <i>Louis Ottofy</i>	1923
Curiel-Meza BY. et al (6)	Uso de microimplantes en el tratamiento de ortodoncia	Empleo de alambres y tornillos de vitallium para conseguir anclaje absoluto por <i>Gainsforth and Higley</i>	1945
Lalama J. et al (7)	Microimplantes como anclaje absoluto en ortodoncia	Empleo de los implantes osteointegrados <i>ad morum</i> Branemark como anclaje absoluto en ortodoncia	1970
Molina A. et al (5)	Microtornillos como anclaje en ortodoncia	Utilización de implantes en odontología	1980
Gutiérrez Labaye P. et al (3)	Microtornillos: Una revisión	Primer caso clínico con dispositivos de anclaje absoluto temporal por Creekmore y Eklund	1983
Curiel-Meza BY. et al (6)	Uso de microimplantes en el tratamiento de ortodoncia	Block y Hoffman inventan el Onplant	1995
Pérez Yáñez MB. et al (8)	Mini-implantes en Ortodoncia – Revisión bibliográfica	Kanomi nombra el implante de titanio no osteointegrado	1997

Consideraciones anatómicas.

A la hora de colocar los microimplantes, se deben tener en cuenta diversos aspectos:

- Elección de zonas seguras.
- Elección de áreas con buen acceso.
- Elección de regiones donde la cortical sea gruesa.
- Colocación de minitornillos con una posición biomecánicamente favorable.
- Evitar dañar gérmenes dentarios.
- Evitar la sutura mediopalatina en niños, pues se puede alterar el crecimiento (3).

Para conseguir el éxito clínico (11), se requiere un adecuado plan de tratamiento, que implica un amplio conocimiento de la anatomía y del tipo óseo presente en la zona de colocación de los microimplantes (4) para minimizar los posibles daños que puedan aparecer y asegurar los resultados que se predijeron al inicio del tratamiento (13).

Otro requisito imprescindible que hay que valorar, es el grosor y la densidad de la cortical ósea, para conseguir la mayor estabilidad en el microimplante. Existe una gran variabilidad tanto en función de las áreas óseas como en la tipología de cada paciente, pero en general, conseguiremos que sea más estable cuanto más gruesa sea la cortical y más densa la medular (5).

Según su calidad, el hueso se divide en:

- **Tipo 1:** hueso compacto denso.
- **Tipo 2:** hueso compacto poroso.
- **Tipo 3:** hueso trabecular denso.
- **Tipo 4:** hueso trabecular poroso (4).

Los huesos tipo 1 y 2 son los de mejor calidad y, por ello, los más recomendados para colocar los microimplantes, a diferencia de los huesos tipo 3 y 4, cuya calidad es peor y puede verse comprometido el éxito en el anclaje (4).

Por el tipo óseo, las caras vestibular y palatina del proceso alveolar en el maxilar superior, son las zona más sencillas, seguras y de mayor utilidad terapéutica.

El maxilar inferior, a diferencia del superior, presenta una calidad ósea óptima en

casi todas las regiones (hueso tipo 1 y 2) con gruesas corticales (hueso tipo 1) en la zona retromolar, pero con hueso esponjoso de mala calidad en su interior (tipo 4). La zona más segura para la inserción de los microimplantes es la cara vestibular del proceso alveolar y la cara oclusal del reborde alveolar de áreas edéntulas o de diastemas (12).

Zonas aptas para su colocación.

Los sitios más comunes para la colocación de los microimplantes son:

- La zona media del paladar
- Las áreas próximas a la zona media del paladar
- La zona edéntula retromolar (13).

Además de estas áreas de inserción, existen otras zonas de implantación comunes al maxilar superior y la mandíbula: el espacio interradicular vestibular y palatino o lingual y las zonas edéntulas.

Por otro lado, hay otras regiones específicas en función del lugar en el que se trabaje. De este modo, en el maxilar se pueden implantar los microtornillos en la zona de la tuberosidad, sutura palatina, bóveda palatina, superficie inferior de la espina nasal anterior y en la cresta infracigomática. Mientras que si se trabaja en la mandíbula, los microimplantes se suelen colocar en el triángulo retromolar y lateralmente a la sínfisis mentoniana (6, 7, 10, 12)

Procedimiento quirúrgico.

Los principales pasos para conseguir un buen anclaje ortodóncico incluyen: la firma del consentimiento informado, la selección del lugar de colocación del microimplante, la planificación para una precisa posición, el procedimiento de inserción quirúrgica del microimplante y los principios biomecánicos de aplicación de la fuerza ortodóncica (13).

Normalmente, en la colocación de los microtornillos no se requiere ningún tipo de pretratamiento (15), sin embargo, como defiende Prabhu J et al., un tratamiento profiláctico antibacteriano previo a su implantación reduce la infección postoperatoria (13).

A la hora de seleccionar el paciente, se debe tener en cuenta su estado general, ya que

existen diversas situaciones que cointraíndican el uso de microtornillos (Véase apartado de Indicaciones y contraindicaciones) (3).

Una vez elegido el paciente y antes de seleccionar el lugar de inserción, se debe de elegir el tipo de microimplante a utilizar (5).

Si la estabilidad del microtornillo depende de su inserción en hueso trabecular, será necesario un tornillo largo. En cambio, si el hueso cortical proporciona suficiente estabilidad, se podrá utilizar un tornillo corto (10). De este modo, en la mandíbula, que posee una cortical vestibular gruesa y lingual fina, se elegirá un microtornillo corto en el primer caso, y largo en el segundo.

En cambio, en el maxilar, la cortical ósea es igual tanto en palatino como vestibular, y se utilizará un microtornillo largo (3).

Tras la elección del tornillo, es conveniente evaluar la radiografía panorámica, las radiografías periapicales o la cefalometría lateral, realizadas previamente para saber la profundidad del hueso disponible y la proximidad de las estructuras anatómicas (13).

Algunos autores, como Poggio PM et al. realizan un mapa anatómico que utilizan como guía para determinar las posiciones seguras de los microimplantes entre las raíces dentarias de las piezas posteriores, usando para ello la tomografía digital (14).

Una vez decidido cuál es la mejor zona de inserción, se comprueba dicha elección mediante una radiografía intraoral con guía quirúrgica o una llave de localización para evitar dañar estructuras vitales. Esta guía se realiza con un alambre de ortodoncia y se mantiene en su posición gracias a un bloque de resina (Figura 1) (11).

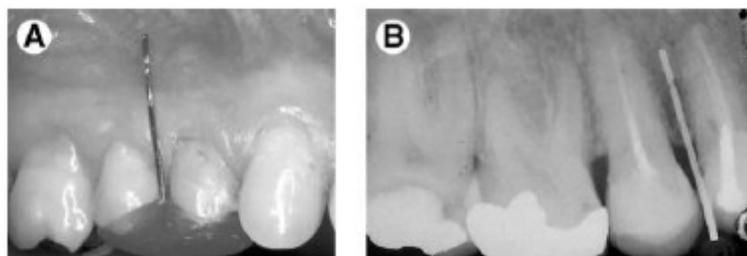


Figura1: a) Guía quirúrgica mantenida por resina. b) Radiografía intraoral para evaluar la posición del microimplante (15)

Una vez hecha la radiografía para determinar la posición del implante, se inyecta la anestesia. No es recomendable anestesiar los dientes próximos al lugar de colocación, ya que si el paciente sintiera dolor durante la inserción, puede indicar que el microimplante ha entrado en contacto con el ligamento periodontal o con alguna raíz adyacente, por lo que será necesario retirarlo y recolocararlo en otra dirección (11).

Introducida la anestesia local, se utiliza una fresa piloto de 1 mm de diámetro, montada en un contra ángulo de baja velocidad, de 400 a 500 rpm, con refrigeración, para crear una apertura de acceso (7), o incluso puede ser necesario realizar una pequeña incisión de 5 mm en la mucosa libre, para obtener un colgajo refractable, antes de realizar dicha apertura (15). Esta velocidad se mantiene para sentir la transición entre el hueso cortical y el medular, así como para evitar calentar excesivamente el hueso (7).

De todas formas, se puede introducir directamente el microtornillo sin ser necesaria una fresa piloto. Melsen B, recomienda utilizar dicha fresa cuando la cortical es mayor de 2 mm de grosor, a una profundidad que no supere los 2 o 3 mm, ya que se puede curvar la punta fina del implante debido a la alta densidad ósea (10).

Una vez que se ha realizado el acceso, se inserta el microimplante, bien manualmente o mediante instrumental rotatorio de baja velocidad con irrigación (7). Dado que el tornillo se mantiene por retención mecánica, debe situarse perpendicularmente a la dirección de la fuerza ortodóncica que se vaya a aplicar (15) o con una variación de entre 10 – 20° en la mandíbula o de entre 30 – 40° en el maxilar (3) quedando, únicamente, la cabeza del tornillo expuesta. Si existe la posibilidad de que el implante se entierre o pueda quedar sumergido dentro de la mucosa libre, por ejemplo en situaciones con muy poca encía adherida, es conveniente dejar una ligadura para poder hacer la tracción desde ella y no tener que reintervenir al paciente (3).

Finalizada su inserción, se realiza una radiografía intraoral para comprobar la correcta posición del implante y se prescribe gel del clorhexidina al 0,12% (15). Los antibióticos no suelen ser necesarios (10).

Por último, es importante educar al paciente en la higiene oral para evitar la inflamación alrededor del implante (7).

Cuando el microtonillo termina su función, se extrae con el destornillador manual o con el específico para instrumental rotatorio y, en ocasiones, no se precisa anestesia. En pocos días los tejidos blandos se restituyen y empieza la regeneración ósea en el trayecto del implante (5).

Indicaciones y contraindicaciones de los microimplantes.

Como indicaciones generales para el uso de los TADs se encuentran:

- Pacientes con dientes insuficientes para la aplicación de los métodos de anclaje convencional.
- Casos en los que el sistema de fuerzas puede generar efectos adversos en las unidades de anclaje.
- Pacientes que necesitan movimientos asimétricos de los dientes en todos los planos del espacio.
- En algunos casos, como alternativa a la cirugía ortognática (10).
- Cuando se requiere fijación o tracción intermaxilar (13).
- En casos de anquilosis, para conseguir aposición de hueso en dicha zona mediante el movimiento de dientes adyacentes.
- Desimpactación de dientes (3).

Asimismo, existen diversas contraindicaciones para su empleo:

- Pacientes no idóneos para un tratamiento quirúrgico general.
- Neoplasias de los maxilares.
- Radioterapia.
- Volumen óseo insuficiente.
- Pacientes poco colaboradores, con mala higiene oral: mayor riesgo de infección e inflamación (4, 6).
- Pacientes con incapacidad para recibir y seguir instrucciones (5).
- Enfermedad periodontal no controlada.

- Patologías médicas debilitantes.
- Alteraciones psicológicas.
- Hábitos (3,5).

Estructura general y composición.

Los microimplantes se componen de tres partes principales:

- **Cabeza:** es la zona de acoplamiento de los dispositivos de ortodoncia que queda expuesta (8). Su diseño debe permitir fijar el arco y poder hacer fuerzas en cualquiera de las direcciones (5).
- **Perfil transmucoso o cuello:** se encuentra situado entre la rosca activa y la cabeza. Es la región donde se produce el alojamiento de los tejidos blandos circundantes, teniendo mayor o menor angulación para su protección. Puede alcanzar hasta los 4 mm de longitud (5, 8, 12).
- **Rosca activa o cuerpo:** es la porción intraósea correspondiente a las roscas. Puede ser cilíndrica o cónica (8, 12) Su diseño puede variar en intensidad, profundidad y forma, influyendo en la resistencia. Una forma de rosca invertida posee mayor estabilidad y resistencia a la retirada, en comparación con los microimplantes con roscas redondeadas y trapezoidales (Figura 2) (8).

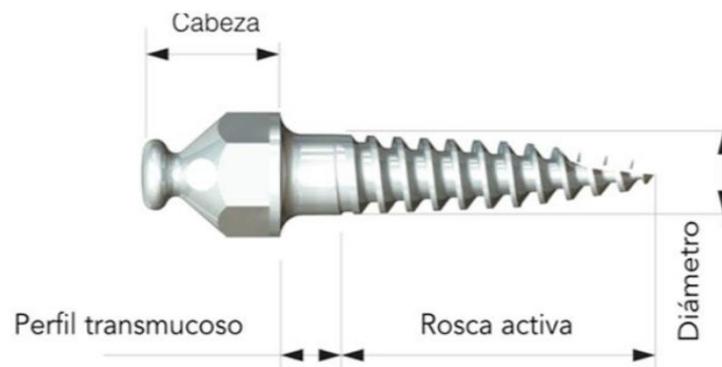


Figura 2: Partes del microimplante (8).

En cuanto a su composición, los primeros microimplantes utilizados en ortodoncia fueron fabricados por una aleación biocompatible de cobalto, cromo y molibdeno (Vitallium); esta aleación se dejó de utilizar porque no tuvo la firmeza suficiente en la prueba de tiempo (9).

En la actualidad, la mayoría de los microimplantes se elaboran de una aleación de **Titanio Ti-6Al-4V (grado 5)** (8). También hay microtornillos fabricados en acero o láctico-glicólico (lentamente biodegradable) (5).

Los microimplantes de titanio pueden ser maquinados o con superficie rugosa. La aposición del hueso al implante es significativamente mayor en la superficie rugosa comparada con la maquinada, independientemente de la calidad del hueso (7).

Tipos de Microimplantes.

Principalmente existen dos tipos:

- **Autorroscantes (self-tapping):** las roscas del implante están bien anguladas y separadas, lo que permite una inserción sencilla. La desventaja de este tipo de microtornillos es, que no es capaz de penetrar la cortical sin una apertura de acceso previa con una fresa (11).
- **Autoperforantes (self-drilling):** es el más popular hoy en día. Sus roscas son iguales al autorroscante (11). Tienen la ventaja de que son los propios tornillos los que perforan la encía y la cortical ósea sin fresado previo (3).

Han surgido múltiples marcas de microimplantes con una amplia variedad de modelos y tipos. Entre ellos, cabe destacar:

- **Spider Screw®:** son microtornillos autorroscantes de titanio puro. Se emplean para soportar los movimientos ortodóncicos en situaciones clínicas con una dentición en mal estado, cuando existe poca colaboración por parte del paciente y/o en casos que requieren máximo anclaje tras realizar alguna extracción (15).

Los hay de diferentes longitudes:

- **Low profile:** con cuello intramucoso más largo y una cabeza aplastada. Indicado para el sector posterior con tejidos blandos gruesos (porción mucosa más larga).
- **Low profile flat:** tiene la misma cabeza y un cuello más corto. Está indicado en el sector anterior con tejidos blandos delgados.
- **Regular:** cuello de longitud intermedia con cabeza más gruesa, con la misma indicación que el low profile (Figura 3) (3).

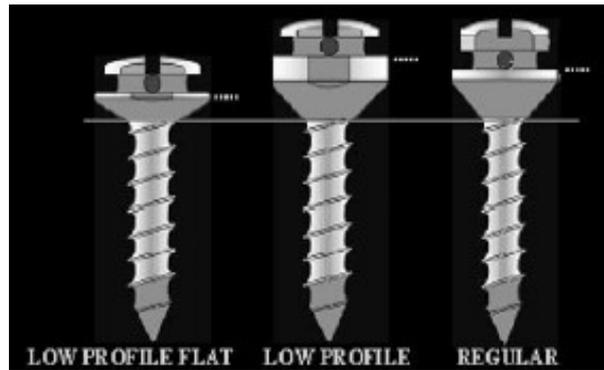


Figura 3: Tipos de Spider Screw® (15)

- **Microimplante C-Ortodóntico:** es un sistema de dos componentes (tornillo y cabeza) que previene la fractura del área del cuello al colocarlo o retirarlo. El largo tronco entre la cabeza y el tornillo previene la irritación gingival durante la retracción (7). Se puede utilizar como un sistema de tratamiento ortodóntico independiente, así como auxiliar de los métodos convencionales (Figura 4) (16).



Figura 4: Microimplante C-Ortodóntico. A: Tornillo. B: Cabeza (16)

- **AbsoAnchor®:** se basa en una aleación de titanio (Ti6Al4Va) que posee una cabeza en forma de botón o en forma de bracket con un espacio para colocar una ligadura (Figura 5) (3) .



Figura 5: AbsoAnchor® (41).

En función del tipo de anclaje que se utilice con estos microtornillos, se puede distinguir:

- **Anclaje directo:** utiliza fuerzas provenientes del propio implante (17), sin apoyo en el diente (5).
- **Anclaje indirecto:** el microimplante es utilizado para estabilizar unidades dentarias específicas, a las cuales se les aplicarán las fuerzas clínicas (17). De este modo, la unidad de anclaje es dentaria y el tornillo se utiliza como refuerzo (5). En la actualidad, existen dos tipos de implantes indirectos:
 - **OnPlant:** se trata de un implante subperióstico con superficie de hidroxiapatita. El lugar de colocación es el paladar (Figura 6 y 7).
 - **OrthoImplant:** es un implante endoóseo con superficie arenada y grabada con ácido. Se posiciona en la mitad del paladar, realizando una osteotomía previa del lugar (17).

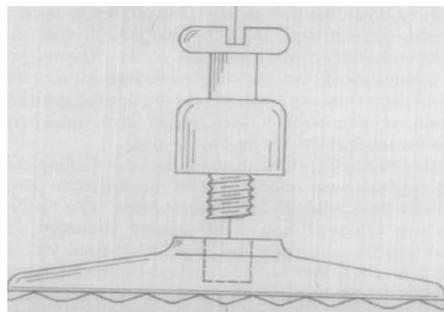


Figura 6: Diseño del Onplant (9)

Dimensiones de los microimplantes.

Longitud.

Para conseguir estabilidad primaria se requiere un adecuado contacto entre el hueso y la superficie de los tornillos, lo cual se produce por el equilibrio entre su diámetro y su longitud. Si la longitud es corta, el diámetro deberá ser mayor y viceversa (13).

Normalmente, la longitud oscila de 5 a 14 mm. Estas medidas hacen que sea posible realizar cuatro grupos de microimplantes:

- **Muy corto:** presentan una longitud de 1 - 8 mm.
- **Corto:** con medidas de 8 – 9,9 mm.
- **Largo:** miden de 10 – 11,9 mm.
- **Muy largo:** superior a 12 mm de largo. El microimplante que presenta mayor longitud es de 14 mm.

Los microtornillos cortos y largos representan la longitud intermedia de estos dispositivos, y son los que más se emplean.

Las longitudes extremas (tornillos muy cortos y muy largos) se emplean en determinados casos. Aquellos que son muy cortos, se emplean para dimensiones reducidas de hueso transversal con excelente calidad ósea. Por el contrario, cuando se emplean longitudes muy largas, es porque estamos ante grandes dimensiones de hueso transversal de mala calidad ósea (2).

Diámetro.

Si nos centramos en la estabilidad primaria del implante, el diámetro cobra más importancia que la longitud del cuerpo del microimplante para su inserción mecánica en el hueso (13).

Tanto el estrés del hueso como el desplazamiento del tornillo disminuyen con el aumento del diámetro (8).

Un microimplante estrecho se utilizará en casos con una anchura ósea reducida. Aquellos que son más anchos, ofrecen una mejor estabilidad, pero hay que tener en cuenta la proximidad a la raíz adyacente (2). De este modo, aunque los

microimplantes anchos sean más estables y fuertes, no tienen que ser considerados como primera opción de tratamiento (18).

En cuanto a la medición del diámetro, los TADs de 1,2 – 1,3 mm no son suficientes para ofrecer la máxima resistencia a los microimplantes cuando se aplican las fuerzas ortodóncicas estándar involucradas en los movimientos dentarios (2). En 2006, Prabhy J. et al. defienden la necesidad de un diámetro de al menos 1,5 mm con el fin de poder resistir la fractura del mismo (13).

Biomecánica.

Para el estudio de las fuerzas que actúan sobre los TADs y de los movimientos que generan, hemos de tener en cuenta su empleo como anclaje directo o indirecto (17).

La magnitud de las fuerzas que pueden soportar los microtornillos es variable dependiendo de los diferentes autores.

- Fuerzas ligeras: 50 g, 150 g hasta 300 g.
- Fuerzas de retracción: 150 – 200 g.
- Fuerzas de intrusión: 15 – 25 g.
- Fuerzas de inclinación, rotación y extrusión: 30 – 60 g.

La utilización de microtornillos permite aplicar fuerzas cerca del centro de resistencia del diente.

Los principios biomecánicos de los microimplantes se basan en los mismos que la ortodoncia convencional (40).

1. Cierre de espacios.

El tornillo se coloca entre el primer y segundo molar. Se produce el cierre de espacios por deslizamiento mediante una cadeneta (5).

2. Intrusión de incisivos.

En pacientes con exceso de sobremordida es necesario un anclaje absoluto (4).

Como métodos convencionales en este tipo de casos se encuentran la curva de Spee

invertida, el arco de intrusión y el arco utilitario. Con estos tratamientos se pueden producir efectos adversos, como la proinclinación de los incisivos, que se puede evitar con el uso de microtornillos (8).

Los minitornillos pueden ser ubicados entre los incisivos laterales y caninos superiores (4) proporcionando un apoyo para trabajar con arcos completos o seccionales (Figura 6) (5).

3. Intrusión de molares.

En los casos en los que haya que intruir molares superiores de forma individual, se coloca el implante en mesiovestibular y otro en distopalatino del mismo diente para poder realizar la intrusión mediante cadenas elásticas o resortes (Figura 7) (4,21).

Cuando haya que intruir molares de forma bilateral, se utiliza una barra transpalatina o un arco lingual, para poder controlar el torque de esas piezas, y dos microtornillos palatinos o dos microtornillos vestibulares (26,27, 30).

Se pueden intruir individualmente o en grupo y, así, solucionar problemas de planos oclusales y de mordidas abiertas (5).



Figura 7: Intrusión de molares (4)

4. Tracción de piezas dentarias impactadas.

Los dientes deben ser alineados y nivelados antes de colocar los tornillos. Los microimplantes se ubicarán en función del vector de fuerza que se vaya a utilizar. Si el tratamiento lo requiere, los minitornillos pueden ser removidos y reubicados a medida que la pieza es traccionada (4).

Clerk H. muestra la tracción de caninos sin pérdida de anclaje utilizando un implante cigomático. Kanomi emplea microtornillos en el proceso alveolar de la zona premolar para el anclaje y la tracción (19).

5. Distalización de molares.

Típico en los tratamientos de clases II. El uso de implantes evita emplear tracciones extraorales, minimizando la colaboración del paciente (8).

El sitio ideal para el anclaje absoluto, en caso de molares superiores, es el paladar (4). En los molares inferiores, el implante se coloca en el reborde alveolar, y se tracciona desde lingual y vestibular (Figura 8)(5).

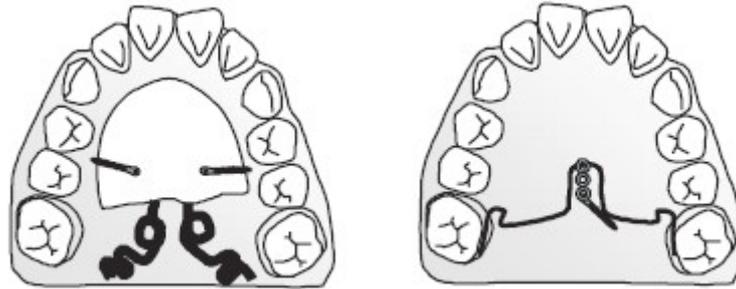


Figura 8: Distalización de molares superiores (4)

6. Mesialización de molares.

Este tratamiento se suele realizar para cerrar espacios en áreas de extracción o en espacios edéntulos. Los microtornillos ubicados por mesial del espacio, pueden producir un vector de fuerza aproximado al centro de resistencia del molar, muy útil para lograr los movimientos deseados y disminuir los movimientos adversos en la zona de reacción (Figura 9) (4).



Figura 9: Mesialización de molares (4)

7. Retracción en masa de dientes anteriores.

Se colocan los miniimplantes entre los segundos premolares y primeros molares (4,20,22, 29) y se tracciona con un elástico o un resorte añadido al bracket (5). Otro sitio de implantación de estos dispositivos es la zona media-anterior del paladar

(19,22).

8. Vestibulización de molares inferiores.

Se coloca un microtornillo en mesial y otro en distal del molar. La fuerza de vestibulización se realiza a través de un elástico desde el microimplante hasta un botón lingual, pasando sobre oclusal del propio molar (Figura 10) (4).



Figura 10: Vestibulización de molares inferiores (4)

9. Verticalización de molares.

El implante se localiza en distal o mesial del diente, utilizando brazos de palanca que verticalicen el molar (4). Un microtornillo perpendicular al plano oclusal en el trígono retromolar o paralelo al plano oclusal en la rama ascendente, son los puntos ideales para conectar cualquier sistema de tracción. Esta colocación siempre se realiza por debajo del plano oclusal para evitar la extrusión de la pieza dentaria (Figura 12) (5).



Figura 11: Verticalización de molares (4)

Fuerzas ortodóncicas aplicadas.

Cuando se aplica una carga excesiva, el microimplante pierde estabilidad, se mueve, y finalmente fracasa. Por esta razón, es primordial aplicar una fuerza adecuada que permita los movimientos biomecánicos necesarios sin afectar a la estabilidad del implante (24).

Los minitornillos pueden resistir fuerzas ortodóncicas entre 200 y 300 gramos durante todo el tiempo de tratamiento (4). Aquellos que son más largos tienen más éxito que los cortos cuando se les aplican fuerzas ortodóncicas altas (23).

En un estudio realizado por Arbata RH. et al, se demuestra que las fuerzas óptimas para conseguir un anclaje absoluto sin afectar a la estabilidad del microimplante, están comprendidas entre 3,75 N y 4,5 N. Una carga superior eleva el estrés del implante en el hueso, pudiendo dañarlo, además de incrementar el riesgo de fracaso (24).

Movimiento en el plano vertical.

Los movimientos en este plano del espacio son, básicamente, extrusiones e intrusiones, individuales o en grupo.

Las intrusiones en el sector posterior son frecuentes para los tratamientos de mordidas abiertas (25). Se han encontrado intrusiones de 3 mm por cada molar, tanto superior como inferior, pudiendo resolver mordidas abiertas de unos 7 mm de apertura (26).

Otra situación clínica, es la pérdida de una pieza dentaria que causa la extrusión del antagonista. En estos casos, el uso de microimplantes para intruir individualmente esa pieza, es una indicación común como pretratamiento ortodóncico al reemplazo prostodóncico del diente perdido (25). Se utiliza un microimplante vestibular y otro palatino para así, poder controlar el torque de la pieza dentaria (26).

Movimiento en el plano sagital.

Los TADs consiguen la retracción de los dientes anteriores mediante su colocación

en el paladar, además de otras regiones, siendo necesaria la extracción de los premolares únicamente en los casos más extremos (19).

También, se puede conseguir la distalización o mesialización de la dentición inferior usando dos minitornillos entre los premolares y molares, además de elásticos de clase III o de clase II, respectivamente (25).

En pacientes con maloclusión de clase II, al colocar un microtornillo en el paladar unido con un elástico a la barra transpalatina, se produce la distalización de los primeros y segundos molares superiores (19).

Movimiento en el plano transversal.

La corrección de la deficiencia transversal maxilar se da por medio de la expansión del mismo de forma ortopédica o quirúrgica. En ambas técnicas se requiere el uso de un tornillo para conseguir la expansión rápida palatina (42).

Se puede comprimir un lado sobreexpandido. Para conseguirlo, se coloca un microimplante en la sutura media palatina para aplicar una fuerza desde él hasta la cara palatina del primer molar. Posteriormente, se usa un alambre de ligadura extendiéndose desde el microimplante para sostener el primer molar en posición y se activa el arco transpalatino para corregir la amplitud del arco del lado opuesto (45).

Una técnica relativamente nueva para corregir la compresión maxilar, es colocar microtornillos en el paladar y una placa acrílica con un tornillo de expansión sobre la mucosa palatina (42).

Complicaciones y fracasos.

El realizar un minucioso estudio de cada caso, y el tener cuidado y precisión en la inserción y remoción de los microimplantes, hace que pocas veces ocurran complicaciones en la técnica. No obstante, entre las complicaciones más frecuentes se encuentran: fractura del tornillo, daño de las estructuras anatómicas y periimplantitis (28).

Durante la inserción del tornillo, las estructuras anatómicas se pueden dañar, afectando al ligamento periodontal o las raíces dentales (4,15). Dicho daño se repara entre las 12 y 18 semanas después de retirar el implante (28).

El microimplante se puede perder, incluso después de conseguir estabilidad primaria, si es insertado en un área de remodelación ósea, como puede ser una zona de post-extracción (10). También las fuerzas de tracción excesivas, un fresado largo y mal refrigerado y movimientos laterales en la inserción del tornillo, pueden provocar su pérdida (3).

Otra complicación que puede aparecer, es la fractura del tornillo por ser muy estrecho o al ser retirado (10). Ante esta última situación, se puede realizar un colgajo y osteotomía para retirar el resto del implante (4). Normalmente, implantes de 1 mm o menos, en pacientes con corticales óseas delgadas, son situaciones que provocarán el fracaso del microtornillo (6).

Por último, para evitar la inflamación de los tejidos blandos periimplantarios y la pérdida de estabilidad del implante, el paciente tiene que tener una buena higiene oral (4).

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es realizar una revisión sistemática de la literatura actual que permita determinar si los microrimplantes son una buena alternativa a la sistemática convencional de control de anclaje, así como fijar su posición ideal al colocarlos, su estabilidad al aplicar diferentes cargas y evaluar los resultados obtenidos al utilizarlos como tratamiento de determinadas maloclusiones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la redacción de este trabajo se consultaron diferentes fuentes, tanto libros como artículos publicados en diferentes bases de datos.

La búsqueda de artículos se realizó a través de internet en bases de datos como PubMed y Google Académico.

En PubMed se realizó una búsqueda con términos científicos ortodóncicos. El primer término empleado fue “Microimplants”, que dio lugar a 129 artículos. Para reducir la búsqueda se incluyó en el buscador “Orthodontic” lo que dejó un total de 39. Como lo que interesa en este trabajo es el anclaje que proporcionan este tipo de implantes, se introdujo el término “Anchorage”, obteniendo 35 artículos. Para finalizar, se sustituyó el término “Microimplants” por “Microscrew”, reduciendo la busca a 20 artículos.

Para aumentar el conocimiento en este tema, se amplió la búsqueda de más artículos utilizando la base de datos Google Académico. La búsqueda comenzó con el término “Microimplantes en Ortodoncia” dando un resultado de 199 artículos. Para restringir esa cantidad, en el buscador se incluyó “Anclaje Absoluto”, obteniendo un total de 79. Como en el presente trabajo también interesa saber cómo es la técnica de implantación de estos materiales se introdujo “Procedimiento Quirúrgico”, encontrando 56 artículos. Con el objetivo de saber la utilización de los microimplantes en cada situación, se utilizó el término “Indicaciones”, dando lugar a 40 artículos. Además, para conocer el funcionamiento de dichos implantes se sumó el término “Biomecánica”, reduciendo el número a 33 artículos. Para obtener una cantidad inferior, se escogieron aquellos que fueron publicados en los últimos 15 años, obteniendo 19 artículos.

Se obtuvo un total de 39 artículos de ambas bases de datos para realizar la revisión bibliográfica.

Además de lo anterior, se introdujeron artículos que sirvieron para completar partes del trabajo, con información no encontrada en los reportes utilizados con los términos científicos anteriores.

Como criterios de inclusión, se tuvieron en cuenta los artículos que hablaran de los

diferentes tipos de microimplantes, de la biomecánica de los mismos y de su diversa utilidad.

Se excluyeron los que hablaban de miniplacas y de otros métodos para conseguir anclaje ortodóncico.

Para realizar la introducción se recurrió a libros y manuales de ortodoncia encontrados en internet y artículos de las bases de datos anteriores, algunos publicados hace más de 15 años.

Para los resultados se elaboró una tabla con cinco columnas, en la que se expusieron los artículos elegidos de forma resumida. Estas columnas son: autor/año, título, material y métodos, conclusiones y nivel de evidencia. El nivel de evidencia se evaluó con una serie numérica del uno al tres, en función del tipo de estudio. De este modo, el número uno corresponde a estudios in vitro, el número dos a estudios in vivo en animales y el número tres a estudios in vivo de casos clínicos en humanos. A continuación de la tabla, se expusieron los resultados encontrados por cada uno de los autores.

RESULTADOS

Tras la exclusión de algunos artículos, finalmente se seleccionaron 12. Los trabajos elegidos se centran en estudios in vivo (Block MS. et al 1995, Poggio PM. et al 2006, Walter A. 2007, Chunlei X. et al 2007, Jong-Moon C. 2007, Tortosa Royo P. et al 2008, Upadhyay M. et al 2008, Kee-Joon L. et al 2009, Álvarez T. et al 2012, García Argumedo A et al 2014, Chaves Gómez A. et al 2015), salvo un estudio in vitro (Alrbata RH. et al 2015)

Todos los estudios fueron longitudinales. La mayoría de los estudios hablan de aplicaciones clínicas de los microimplantes, en concreto en el tratamiento de la biprotrusión alveolar (Jong-Moon C. 2007, Upadhyay M. et al 2008), de la mordida abierta (Chunlei X. et al 2007, Tortosa Royo P. et al 2008, García Argumedo A et al 2014) y de la clase II esquelética (Walter A. 2007, Chunlei X. et al 2007, Álvarez T. et al 2012). Pero también se encuentran varios estudios centrados en la colocación idónea de este tipo de tornillos (Poggio PM. et al 2006, Kee-Joon L. et al 2009, Chaves Gómez A. et al 2015), así como las cargas que pueden llegar a soportar (Block MS. et al 1995, Alrbata RH. et al 2015).

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los artículos con los que se ha trabajado en esta revisión bibliográfica.

Tabla 2: Resumen de artículos				
AUTOR / AÑO	TÍTULO	MATERIAL Y MÉTODOS	CONCLUSIONES	NIVEL DE EVIDENCIA
Block MS, Hoffman DR / 1995 (9)	A new device for absolute anchorage for orthodontics	n = 4 perros con Onplant conectado a un resorte activado con 300 g al 2° PM ¹	Onplant soporta fuerzas continuas de 300 g permaneciendo inmóvil	2
Alrbata RH. et al / 2015 (24)	Optimal force magnitude loaded to orthodontic microimplants	MI ² anclado en muestras de hueso cortical de 0,5 , 1,2 , 2 y 3 mm, a las que se aplicó 0,5 , 1, 1,5 , 2, 2,5 , 3, 3,5 , 4 N de fuerza.	Las tensiones compresivas eran directamente proporcionales a las fuerzas y al aumentar el espesor cortical se aumenta la tolerancia al estrés	1
Poggio PM. et al / 2006 (14)	“Safe Zones”: A Guide for Miniscrew Positioning in the Maxillary and Mandibular Arch	n = 2000 pacientes Se midió la distancia MD ³ y BL ⁴ a 2, 5, 8 y 11 mm de la cresta alveolar	Las zonas más seguras fueron: entre el 1° M ⁵ y el 2° PM superior y entre el 1° y 2° M inferior	3
Kee-Joon L. et al / 2009 (31)	Computed tomographic analysis of tooth-bearing alveolar bone for orthodontic miniscrew placement	n = 49 adultos Se midió las dimensiones BL y MD a 2, 4, 6 y 8 mm desde la UCE ⁶	La zona ideal de colocación fue entre el 2° PM y el 1° M tanto superior como inferior	3
Chaves Gómez A. et al / 2015 (33)	Zonas “seguras” de mayor cantidad ósea para colocación de mini implantes interradiculares en cortical vestibular de maxilares superiores en pacientes periodontalmente comprometidos	50 tomografías maxilares superiores de pacientes con mal estado periodontal, para medir la disposición ósea interradicular a 2, 5, 8 y 11 mm desde la cresta alveolar	La mejor zona para la colocación de los MIs fue entre el 1° M y el 2° PM superiores	3
Walter A / 2007 (38)	Tratamiento de una maloclusión esquelética de Clase II distalizando los molares con anclaje palatino oseosoportado	Paciente varón con clase II esquelética leve tratado con dos microtornillos Spider Screw® cubiertos por un botón de acrílico conectado al 2° PM por oclusal	Se corrigió la clase II esquelética gracias al adelantamiento de la mandíbula	3

1 PM: premolar. 2 MI: microimplante. 3 MD: mesiodistal. 4 BL: bucolingual 5 M: molar. 6 UCE: unión cemento-esmalte

Chunlei X. et al / 2007 (37)	Microscrew Anchorage in Skeletal Anterior Open-bite Treatment	n = 12 pacientes con MA ⁷ y clase II esquelética tratados con MIs AP ⁸ en el paladar y entre los Ms inferiores	Se consiguió cerrar la MA por intrusión M y extrusión incisiva. La clase II esquelética disminuyó por el avance mandibular.	3
Álvarez T. et al / 2012 (43)	Tratamiento alternativo en casos de Exceso Vertical del Maxilar: Uso de Microtornillos – Reporte de un Caso Clínico	Paciente de 54 años con clase II esquelética división 2ª tratado con MIs Spider Screw® entre el canino y el incisivo lateral superior	La clase II esquelética disminuye debido a la retracción del maxilar	3
Jong-Moon C / 2007 (39)	Unusual Extraction Treatment of Class I Bialveolar Protrusion Using Microimplant Anchorage	Paciente de 16 años con PB ⁹ tratado con MIs Absoanchor® entre el 2º PM y el 1º M superior y en el área retromolar inferior.	Se corrigió la PB mediante el distalizamiento en grupo y la retracción anterior en masa	3
Upadhyay M. et al / 2008 (20)	Treatment effects of mini-implants for en-masse retraction of anterior teeth in bialveolar dental protrusion patients	n = 48 pacientes con PB G1: microimplantes AR ¹⁰ G2: métodos convencionales de anclaje	Los MIs son una buena alternativa a los métodos convencionales, ya que éstos últimos pierden anclaje a nivel molar	3
Tortosa Royo P et al / 2008 (35)	Tratamiento de la mordida abierta con anclaje óseo	Paciente de 30 años con MA tratado con MIs a mesial y distal del 1º M inferior	Se consigue cerrar la mordida abierta mediante la anterorrotación mandibular e intrusión M	3
García Argumedo A et al / 2014 (30)	Corrección de mordida abierta mediante intrusión de molares con mini-implantes	Paciente de 21 años con MA tratado con dos MIs AR en el paladar cubiertos de botor acrílico y entre el 1º y 2º M inferior	Se consigue cerrar la mordida abierta debido a la intrusión M y extrusión incisiva	3

7 MA: mordida abierta.8 AP: autoperforante 9 PB: protrusión bialveolar 10 AR: autorroscante

Block MS. et al. analizaron la estabilidad del Onplant al someterlo a fuerzas ortodóncicas (Véase apartado de material y métodos en Tabla 2).

A los 5 meses observaron que al emplear el Onplant como anclaje indirecto y someterlo a 300 g de carga continua, permanecía inmóvil y sin provocar daño óseo (9) (Véase conclusiones en Tabla 2).

Alrbata RH. et al. realizaron un estudio para encontrar la fuerza óptima ortodóncica que se puede aplicar a los microimplantes (Véase apartado de material y métodos en Tabla 2).

Sus resultados fueron, que para corticales de 0,5 , 1,2 , 2 y 3 mm de espesor, la máxima fuerza que se puede aplicar de forma segura es de 3,75 , 4,1 , 4,3 y 4,45 N respectivamente, permitiendo la correcta biomecánica del microimplante como anclaje directo y permaneciendo éste inmóvil (24) (Véase conclusiones en Tabla 2).

Poggio PM. et al. realizaron un estudio para determinar las zonas más seguras en la colocación de microimplantes entre las raíces dentarias por su mayor disponibilidad ósea (Véase apartado de material y métodos en Tabla 2)

La mayor cuantía ósea a nivel del maxilar superior fue, de media, 4,2 mm de hueso a 5 mm de la cresta alveolar, entre el primer molar y el segundo premolar. En la mandíbula, la zona más segura de implantación fue entre el primer y el segundo molar, encontrando 9,2 mm de hueso a 11 mm de la cresta alveolar (14) (Véase conclusiones en Tabla 2).

Kee-Joon L. et al. hicieron un estudio para proporcionar una guía de implantación de los microtornillos entre las raíces dentarias a distintos niveles desde la unión cemento-esmalte (Véase apartado de material y métodos en Tabla 2).

Estos autores encontraron que la mayor cuantía ósea se encontraba entre el primer molar y segundo premolar superior con 3,98 mm de hueso a 8 mm de la UCE y entre el primer molar y segundo premolar inferior con 4,1 mm a 8 mm desde la UCE (31) (Véase conclusiones en Tabla 2).

Chaves Gómez A. et al. realizaron un estudio para identificar las zonas interradiculares más adecuadas en la colocación de los miniimplantes, en pacientes periodontalmente comprometidos (Véase apartado de material y métodos en Tabla 2). Obtuvieron que la mejor zona de disponibilidad ósea, se encontraba entre el primer molar y el segundo premolar superior a los 11 mm de la cresta alveolar con 5,4 mm de hueso (33) (Véase conclusiones en Tabla 2)

Walter A. (Véase apartado de material y métodos en Tabla 2) tras 32 meses de tratamiento, obtuvo los siguientes cambios dentarios:

- Incisivos superiores:
 - Lingualización de 2,2 mm
 - Retroinclinación de 8,5°
- Incisivos inferiores:
 - Vestibulización de 2 mm
 - Proinclinación de 8,8°

Además, los molares superiores se distalizaron 2 mm y los inferiores se mesializaron 2 mm.

A nivel esquelético se produjeron los siguientes resultados:

- Aumento del SNA de 0,6°
- Aumento del SNB de 1,3°
- Disminución del ANB de 4,4° a 3,5° (38) (Véase conclusiones en Tabla 2)

Chunlei X et al. (Véase apartado de material y métodos en Tabla 2), tras 7 meses de tratamiento, consiguieron como cambios dentarios:

- Incisivos superiores:
 - Retroinclinación de 5°
 - Extrusión de 1,3 mm
- Incisivos inferiores:
 - Retroinclinación de 1,4°
 - Extrusión de 1,3 mm
- Molares superiores:
 - Intrusión de 1,8 mm
 - Ligera distalización
- Molares inferiores:
 - Intrusión de 1,2 mm
 - Ligera distalización

Como cambios esqueléticos se dieron:

- SNA sin cambios significativos
- Incremento del SNB de 1,6°
- Disminución del ANB de 6° a 4,2° (37) (Véase conclusiones en Tabla 2)

Álvarez T et al. (Véase apartado de material y métodos en Tabla 2) tras 23 meses de tratamiento, obtuvieron una proinclinación de los incisivos superiores de 10°, ya que inicialmente se encontraban lingualizados, quedando inmóviles los incisivos inferiores.

Los resultados esqueléticos fueron los siguientes:

- Disminución del SNA de 2°
- SNB invariable
- Disminución del ANB de 6° a 4° (43) (Véase conclusiones en Tabla 2)

Jong-Moon C. (Véase apartado de material y métodos en Tabla 2) tras 30 meses de tratamiento consiguió:

- En el maxilar superior:
 - Retracción en masa de sector anterior
 - Intrusión de los molares.
- En la mandíbula:
 - La retracción en masa del sector anterior, con una marcada retroinclinación de los incisivos inferiores de 14°
 - Extrusión y distalización molar.

A nivel esquelético:

- Disminución del SNA de 77,5° a 76°
- SNB invariable.
- Disminución del ANB de 4° a 2,5° (39) (Véase conclusiones en Tabla 2).

Upadhyay M. et al. (Véase apartado de material y métodos en Tabla 2) tras 15 meses de tratamiento, no observaron cambios significativos a nivel esquelético en G1, sin embargo, a nivel dentario se produce:

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| - Incisivos superiores: | - Incisivos inferiores: |
| - Retroinclinación de 15° | - Retroinclinación de 14° |
| - Retracción de 7,2 mm | - Retracción de 6 mm |

También se consiguió una ligera intrusión y distalización de los molares superiores e inferiores

Igualmente, en G2 no se produjeron grandes cambios óseos. Por otro lado, los cambios dentales fueron:

- Incisivos superiores:
 - Retroinclinación de 17°
 - Retracción de 6,3 mm
- Incisivos inferiores:
 - Retroinclinación de 11°
 - Retracción de 4,5 mm

En este caso, se produjo la extrusión y la mesialización de los molares superiores e inferiores (20) (Véase conclusiones en Tabla 2).

Tortosa Royo P. et al. (Véase apartado de material y métodos en Tabla 2) después de 10 meses de tratamiento, lograron anteroprotar la mandíbula 1,5° e intruir 1 mm los molares inferiores, cerrando de esta manera la mordida abierta (35).

García Argumedo A et al. (Véase apartado de material y métodos en Tabla 2) no obtuvieron cambios significativos esqueléticos. Pero a nivel dentario consiguieron:

- Incisivos superiores:
 - Extrusión de 5 mm
 - Retroinclinación de 1°
- Incisivos inferiores:
 - Extrusión de 1 mm
 - Retroinclinación de 1°

El plano oclusal disminuyó 2° con respecto al maxilar y 1° con respecto a la mandíbula, por lo que se produjo la intrusión molar superior e inferior (30) (Véase conclusiones en Tabla 2).

DISCUSIÓN

Los estudios realizados por Block MS. et al. y Alrbata RH. et al. se centran en determinar la fuerza óptima que son capaces de soportar los microimplantes como anclaje indirecto y directo respectivamente.

Block MS. et al. observaron que el Onplant soporta 300 g de carga continua permaneciendo inmóvil (9), mientras que Alrbata RH et al. consideran que la fuerza óptima aplicada a los microimplantes como anclaje directo, permaneciendo éstos inmóviles, es de 3,75 – 4,45 N (383 – 454 g) (24). De este modo, el uso de los microimplantes como anclaje directo es capaz de soportar fuerzas mayores en comparación con el Onplant.

Poggio PM. et al, Kee-Joon L. et al. y Chaves Gómez A. et al. establecieron guías de colocación para los microimplantes.

Los tres autores coinciden en que la mejor zona para implantar los microtornillos en el maxilar superior es entre el primer molar y segundo premolar.

Sin embargo, Poggio PM. et al. y Kee-Joon L. et al. discrepan en la mejor zona de colocación en la mandíbula. Los primeros autores, consideran que la mayor disponibilidad ósea se encuentra entre el primer y el segundo molar, mientras que los segundos autores defienden que la mejor zona es la localizada entre el primer molar y el segundo premolar.

Otros autores se centran en la corrección de clases II esqueléticas utilizando este tipo de dispositivos.

Como cambios esqueléticos, Walter A, Chunlei X. et al. y Álvarez T. et al. obtuvieron una disminución del ANB. Dicha disminución no fue conseguida de igual modo, ya que, tanto Walter A. como Chunlei X. et al. lograron aumentar el SNB, mientras que Álvarez T. et al. disminuyeron el SNA.

Como cambios dentarios, se obtuvo la distalización molar superior e inferior en el estudio de Chunlei X. et al, mientras que Walter A. distaliza los molares superiores y mesializa los inferiores.

A nivel de los incisivos superiores se encontraron ciertas diferencias, ya que Álvarez T. et al. obtuvieron su proinclinación, mientras que los otros dos autores consiguieron

retroinclinarlos.

En cuanto a los incisivos inferiores, los tres autores obtuvieron resultados diferentes. Álvarez T et al. los mantuvieron inmóviles, mientras que Walter A. y Chunlei X. et al. consiguieron una retroinclinación y proinclinación respectivamente.

En cuanto al tratamiento de la biprotrusión alveolar, Jong-Moon C. y Upadhyay M. et al. (incidiendo en G1 de su estudio) consiguieron la retracción del sector anterior. A nivel molar, Upadhyay M. et al consiguieron la distalización e intrusión superior e inferior, mientras que Jong-Moon C. obtuvo la intrusión superior y la extrusión y distalización inferior.

Los cambios óseos encontrados en el estudio de Jong-Moon C. muestran una disminución del SNA, a diferencia que Upadhyay M. et al. que no lograron cambios significativos a nivel esquelético.

Los autores que se centraron en el tratamiento de la mordida abierta, Chunlei X. et al, Tortosa Royo P. et al. y García Argumedo A. et al. consiguieron cerrar la mordida. En todos ellos se produjo la intrusión molar y extrusión incisiva. Además, Chunlei X. et al. y García Argumedo A. et al. consiguieron la retroinclinación de los incisivos superiores e inferiores.

CONCLUSIONES

- Los microimplantes son una buena alternativa a los métodos convencionales para conseguir anclaje absoluto y, en determinadas circunstancias, a la cirugía ortognática.
- Los microimplantes permiten realizar movimientos en los tres planos del espacio permaneciendo inmóviles al soportar cargas continuas.
- Principalmente, existen dos tipos de tornillos: autorroscantes y autoperforantes. Dentro de ellos hay variedad en cuanto al diámetro y la longitud.
- Las mejores zonas de implantación son aquellas que poseen un hueso tipo 1 y 2 por su mayor calidad ósea.
- Esta manera de anclaje permite solventar diversos problemas esqueléticos maxilares o mandibulares, y así corregir determinadas situaciones ortodóncicas perjudiciales.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Canut Brusola JA. Concepto de Ortodoncia. En: Canut Brusola JA, coordinador. Ortodoncia clínica y terapéutica. 2ª ed. Barcelona: Masson. 2005:1-16
- 2 Favero L, Giagnorio C, Cocilovo F. Comparative analysis of anchorage systems for micro implants orthodontics. *Progress in Orthodontics*, 2010(2):105-117
- 3 Gutiérrez Labaye P, Hernández Villena R, Perea García MA, Escudero Castaño N, Bascones Martínez A. Microtornillos: Una revisión. *Av Periodon Implantol*. 2014;26,1:25-38
- 4 Arismendi JA, Ocampo ZM, González FJ, Morales M. Minimplantes como anclaje en ortodoncia. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 2006:18 (1):82-94
- 5 Molina A, Población M, Díez-Cascón M. Microtornillos como anclaje en ortodoncia. Revisión literatura. *Rev Esp Ortod* 2004; 34:319-34
- 6 Curiel-Meza BY, Rivas-Gutiérrez R, Díaz-Peña R. Uso de microimplantes en el tratamiento de ortodoncia. *Rev Tamé*. 2013;2(4):126-132
- 7 Lalama J, Camara G, Lamattina S, Mendez Neira HA, Gomez Sarno R. Microimplantes como anclaje absoluto en ortodoncia. *RAAO* 2006;45(1):6-11
- 8 Pérez Yáñez MB, Siguenza Cruz V, Bravo Calderón ME. Mini-implantes en Ortodoncia – Revisión bibliográfica. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria*. 2014:1-19
- 9 Block MS, Hoffman DR. A new device for absolute anchorage for orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995;197(3): 251-257

- 10 Melsen B. Mini-Implants: Where Are We?. JCO. 2005;34(9):539-547
- 11 Martino F, Socías J. Mini-Implantes en Ortodoncia. Revista Odonto-UCSD 2009;5:17-26
- 12 Wilmer Chambi M, Bustamante G. Mini Implantes en Ortodoncia. Revista de Actualización Clínica 2012;20:1027-31
- 13 Prabhu J, Cousley R. Current Products and Practice Bone anchorage devices in orthodontics. Journal of Orthodontics. 2006;33:288-307
- 14 Poggio PM, Incorvati C, Velo S, Carano A. "Safe Zones": A Guide for Miniscrew Positioning in the Maxillary and Mandibular Arch. Angle Othodontist. 2006;76(2):191-197
- 15 Maino BG, Mura P, Bednar J. Miniscrew Implants: The Spider Screw Anchorage System. Semin Orthod. 2005;11:40-46
- 16 Kyurhim C, Seong-Hun K, Yoonah K. C-Orthodontic Microimplant for Distalization of Mandibular Dentition in Class III Correction. Angle Orthodontist. 2005;75(1):119-128
- 17 Celenza F, Hochman MN. Absolute Anchorage in Orthodontics: Direct and Indirect Implant-Assisted Modalities. JCO. 2000;7(7):397-402
- 18 Raed HA, Do-Won H, Wonjae Y, Hee-Moon K. Optimal asymmetric thread for orthodontic microimplants: Laboratory and clinical evaluation. Angle Orthodontist. 2015;85(4):585-590
- 19 Arístzábal JF. Dispositivos temporales de anclaje en ortodoncia (DTA) enfoque multidisciplinario. Revista Científica Sociedad de Ortodoncia 2010;17(16):85-115

- 20 Upadhyay M, Yadav S, Nagaraj K, Patil S. Treatment effects of mini-implants for en-masse retraction of anterior teeth in bialveolar dental protrusion patients: A randomized controlled trial. *American Journal Of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008;134(1):18-29
- 21 Mushin C, Müyesser S. Maxillary posterior intrusion mechanics with mini-implant anchorage evaluated with the finite element method. *American Journal Of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011;140(5):233-241
- 22 Li F, Hu HK, Chen JW, Liu ZP, Li GF, He SS; Zou SJ, Ye QS. Comparison of anchorage capacity between implant and headgear during anterior segment retraction. *Angle Orthodontist*. 2011;81(5):915- 922
- 23 Turley PK, Kean C, Schur J, Stefanac J, Gray J, Hennes J, Poon LC. Orthodontic Force Application to Titanium Endosseous Implants. *The Angle Orthodontist*. 1988:151-162
- 24 Albata RH, Momani MQ, Al-Tarawneh AM, Ihyasat A. Optimal force magnitude loaded to orthodontic microimplants: A finite element analysis. *Angle Orthodontist*. 2015;86(2):221-226
- 25 Tat-Chi Leung M, Cheuk-Kit Lee T, M Rabie A, Wing-Kit Wong R. Use of Miniscrews and Miniplates in Orthodontics. *J Oral Maxillofac Surg*. 2008;66:1461-1466
- 26 Echarri P, Vila E. Corrección de la mordida abierta con arcos dobles y microimplantes. *Ortodoncia clínica*. 2005;8(4):230-243
- 27 Hyo-Sang P, Ji-Yein K, Tae-Geon K. Occlusal plane change after intrusion of maxillary posterior teeth by microimplants to avoid maxillary surgery with skeletal Class III orthognathic surgery. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010;138:631-640

- 28 Holmberg Peters F, Holmberg Peters F, Zaror Sánchez C. Perforación radicular asociada al uso de microtornillos en el anclaje ortodóncico: Reporte de un caso. *Rev. Clin. Periodonia Iplantol.* 2013;6(3):138-141
- 29 Deepak V, Prabhakar R, Karthikeyan MK, Saravanan R, Vanathi P, Raj Vikram N, Adarsh Reddy P, Sudeepthi M. Effectiveness of Mini Implants in Three-Dimensional Control During Retraction – A Clinical Study. *J Clin Diagn Res.* 2014;8(2):227-232
- 30 García Argumedo A, Castro Pardo PS, Grageda Núñez E. Corrección de mordida abierta mediante intrusión de molares con mini-implantes. *Revista Mexicana de Ortodoncia.* 2014;2(4):257-267
- 31 Kee-Joon L, Euk J, Kee-Deog K, Jong-Suk L, Young-Chel P, Hyung-Seog Y. Computed tomographic analysis of tooth-bearing alveolar bone for orthodontic miniscrew placement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2009;135(4):486-494
- 32 Wang YC, Liou EJW. Comparison of the loading behavior of self-drilling and predrilled miniscrews throughout orthodontic loading. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;133:38-43
- 33 Chaves Gómez A, Grageda Núñez E, Uribe Querol E. Zonas “seguras” de mayor cantidad ósea para colocación de mini implantes interradiculares en cortical vestibular de maxilares superiores en pacientes periodontalmente comprometidos. *Revista Mexicana de Ortodoncia.* 2015;3(3):148-153
- 34 Apuy Tacsan, Dobles Jiménez AL. Presentación de unos casos clínicos: Intrusión de dientes anteriores con miniimplantes. *Revista electrónica de la Facultad de Odontología, ULACIT.* 2013;6(1):66-85
- 35 Tortosa Royo P, Población M, Molina Coral A, Puigdollers Pérez A. Tratamiento de la mordida abierta con anclaje óseo. *Rev Esp Ortod.* 2008;38:108-119

- 36 Echarri P, Durán Von Arx J, Ccarrasco A, Merino Arends M. Corrección de la mordida profunda anterior con microimplantes. *Ortodoncia Española*; 2003;43:240-251
- 37 Chunlei X, Xianglong Z, Xing W. Microscrew Anchorage in Skeletal Anterior Open-bite Treatment. *Angle Orthodontist*. 2007;77(1):47-56
- 38 Walter A. Tratamiento de una maloclusión esquelética de Clase II distalizando los molares con anclaje palatino oseosoportado. *Rev Esp Ortod*. 2007;37:137-144
- 39 Jong-Moon C. Unusual Extraction Treatment of Class I Bialveolar Protrusion Using Microimplant Anchorage. *Angle Orthodontist*. 2007;77(2):367-375
- 40 Bravo González LA. *Manual de Ortodoncia*. Madrid: Síntesis. 2003
- 41 AlSamak1 S, Bitsanis E, Makoul M, Eliades G. Morphological and structural characteristics of orthodontic mini-implants. *J Orofac Orthop* 2011;73:58-71
- 42 Puebla Ramos L. Manejo de la dimensión transversal (expansión) por medio de microtornillos (TADS). *Revista Mexicana de Ortodoncia*. 2015;3(1):33-38
- 43 Álvarez T, McQuattie I, Scannone AC. Tratamiento alternativo en casos de Exceso Vertical del Maxilar: Uso de Microtornillos – Reporte de un Caso Clínico. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría*. 2012 Disponible en: <http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2012/pdf/art36>
- 44 Jae-Hyun S, Hee-Moon K, Seong-Min B, Hyo-Sang P, Oh-Won K, Mc Namara J, Álvarez A. *Microimplantes en Ortodoncia*. 2ª ed. Argentina: Providence. 2007