



Universidad de Oviedo



UNIVERSIDAD DE OVIEDO
MÁSTER UNIVERSITARIO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA DENTOFACIAL

MICROIMPLANTES EN ORTODONCIA

AINHOA CUESTA GARCÍA

Trabajo Fin de Máster

MAYO 2015



Universidad de Oviedo



ASTURIAS
CAMPUS DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

UNIVERSIDAD DE OVIEDO

MÁSTER UNIVERSITARIO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA DENTOFACIAL

MICROIMPLANTES EN ORTODONCIA

Trabajo Fin de Máster

AINHOA CUESTA GARCÍA

Tutor: Dr. Félix De Carlos Villafranca.

I. LISTADO DE ACRÓNIMOS



TAD: Temporary Anchoring Device.

Mm: Milímetros.

SLA: Sandblasted, Large grit, Acid-etched.

TC: Tomografía Computarizada

FEM: Finite Element Analysis.

Rpm: Revoluciones Por Minuto.

Oz: Onzas.

G: Gramos.

cN: Centinewton.

Cols.: Colaboradores.

NiTi: Nitinol.

MTA: Mineral Trióxido Agregado.

FRD: Dispositivo Resistente a la fatiga Forsus.

FRDMS: Forsus Fatigue Resistant Device used with Miniscrew.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.: Oral Surgery, Oral Medicine,
Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology.

J Clin Orthod.: Journal of Clinical Orthodontics.

JADA: The Journal of the American Dental Association.

JCO: Journal of clinical orthodontics.

Am J Orthod Dentofacial Orthop: American Journal of Orthodontics and Dentofacial
Orthopedics.

Rev Esp de Ortod: Revista Española de Ortodoncia.

Rev Fac Odontol Univ Antioq: Revista Facultad de Odontología Universidad de
Antioquia.

Angle Orthod. : Angle Orthodontist.

II. RESUMEN



RESUMEN

Aunque no es un concepto terapéutico nuevo, el uso de mini-implantes para obtener anclaje absoluto se ha vuelto muy popular en los enfoques de ortodoncia clínicos, ya que el tiempo ha demostrado ser uno de los avances más importantes en el campo de la ortodoncia.

El modo de anclaje facilitado por estos sistemas tiene una característica única debido a su uso temporal, lo que resulta en un anclaje transitorio pero absoluto sin obtener movimientos recíprocos indeseados. Sus indicaciones son muy amplias y variadas y brindan al ortodoncista la posibilidad de realizar movimientos complejos que antes sólo podrían tratarse con cirugía ortognática, reduciendo considerablemente los tiempos de tratamiento y minimizando la necesidad de cooperación por parte del paciente, especialmente si comparamos el anclaje esquelético con aparatos de anclaje extraoral o con los elásticos intermaxilares. La colocación del microtornillo es simple y no requiere grandes habilidades quirúrgicas, a diferencia de la utilización de miniplacas que requieren actos quirúrgicos que exceden la capacidad del ortodoncista y generalmente deben ser realizados por un cirujano o por un profesional con amplia experiencia quirúrgica. Tampoco precisan de materiales o equipamiento que el ortodoncista no disponga en la clínica.

Todas estas características hacen que la aparición de los mini-implantes sea uno de los acontecimientos más importantes de la historia moderna de la ortodoncia, proporcionando al ortodoncista de un método de anclaje absoluto sencillo y con una relación coste-beneficio satisfactoria.

El propósito de este trabajo es describir las características de los mini-implantes y actualizar los conceptos actuales sobre el uso de estos dispositivos como método de anclaje en ortodoncia. Se realiza una revisión de la anatomía quirúrgica, del procedimiento quirúrgico, de sus indicaciones clínicas y se analizan las ventajas y las limitaciones.

Palabras clave: mini-implante, minitornillo, micro-implante, micro-tornillo, anclaje, anclaje esquelético.



ABSTRACT

Although not a new therapeutic concept, the use of mini implants for absolute anchorage has become very popular in clinical orthodontic approaches as time has proven to be one of the most important advances in the field of orthodontics.

Anchoring mode provided by these systems has a unique feature because temporary use, resulting in a temporary anchorage but without obtaining all unwanted reciprocal movements. Its indications are vast and varied and give the orthodontist the ability to perform complex movements that could previously only be treated with orthognathic surgery, significantly reducing treatment times and minimizing the need for cooperation from the patient, especially if we compare the skeletal anchorage devices or extraoral anchorage intermaxillary elastics. Microscrew placement is simple and does not require large surgical skills, unlike the use of miniplates that require surgical procedures that exceed the capacity of the orthodontist and usually must be performed by a surgeon or by a professional with extensive surgical experience. Nor need of materials or equipment that are not available orthodontist clinic.

All these features make the appearance of mini implants is one of the most important events in modern history of orthodontics, orthodontist providing a simple method for absolute anchorage and a satisfactory cost-benefit relationship.

The purpose of this paper is to describe the characteristics of the mini implants and update the current concepts on the use of these devices as a method of anchorage in orthodontics. A review of the surgical anatomy, surgical procedure, its clinical indications is performed and the advantages and disadvantages are analyzed.

Palabras clave: mini-implant, miniscrew, micro-implant, microscrew, anchorage, skeletal anchorage.

III. INDICE



INTRODUCCIÓN	1
DEFINICIONES	5
DESARROLLO HISTÓRICO	9
OBJETIVOS	13
MATERIAL Y MÉTODOS	17
DISCUSIÓN	21
1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MICROIMPLANTES	23
2 PARTES DE UN MICROIMPLANTE.....	26
3 DISTINTOS TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE DE LOS MICROIMPLANTES	28
4 ANATOMÍA QUIRÚRGICA.....	29
4.1 Maxilar superior.	29
4.1.1 Seno maxilar.....	29
4.1.2 Superficie vestibular:.....	31
➤ Zona incisiva.....	31
➤ Zona premolar/molar.....	32
➤ Cresta cigomático-alveolar.....	32
➤ Espesores de cortical y tejidos blandos vestibulares	32
➤ Superficie palatina:.....	33
➤ Espesor de la cortical y los tejidos blandos	34
4.2 Mandíbula.....	34
4.2.1 Superficie vestibular.....	34
4.2.2 Superficie lingual.	35
4.2.3 Zona del triángulo retromolar.....	35
5 TÉCNICA QUIRÚRGICA.....	35
5.1 Diagnóstico.....	35
5.2 Inserción directa sin fresado previo en la zona vestibular antero-superior	37
5.3 Inserción indirecta con fresado previo en la zona vestibular inferior posterior y en la zona palatina.	37
5.4 Inserción directa de un microimplante en el reborde alveolar de forma axial.	38
5.5 Inserción directa de un microimplante en un reborde alveolar desdentado con una dirección perpendicular e inserción directa en la cresta cigomático-alveolar.	38
5.6 Inserción indirecta de un microimplante en la zona del triángulo retromolar.	38
6 VENTAJAS DE LOS MICROIMPLANTES.	39
7 INDICACIONES DE LOS MICROIMPLANTES.	40
7.1 En ocasiones, en sustitución a la cirugía ortognática	40
7.2 En casos de anquilosis dental.	43



7.3	Para cierre de espacios de extracciones.	48
7.4	Intrusión y extrusión rápida de dientes unitarios.	50
7.5	Enderezamiento de molares superiores o inferiores.	52
7.6	Desimpactación de piezas dentales.	53
7.7	Corrección de planos oclusales asimétricos.	56
7.8	Corrección de líneas medias.	60
7.9	Intrusión anterior o posterior en sobremordidas o mordidas abiertas anteriores.	62
7.10	Asociados con otras aparatologías, incluida técnica lingual e invisaling.	68
➤	<i>Aparatología lingual</i>	68
➤	<i>Disyuntor</i>	70
➤	<i>Pendulum</i>	71
➤	<i>Invisalign</i>	72
➤	<i>Forsus</i>	74
➤	<i>Herbst</i>	74
8	LIMITACIONES DE LOS MICROIMPLANTES.	76
9	RIESGOS Y COMPLICACIONES DE LOS MICROIMPLANTES.....	76
➤	<i>Complicaciones durante la inserción</i>	77
➤	<i>Complicaciones bajo carga ortodóncica</i>	77
➤	<i>Complicaciones tejidos blandos</i>	77
➤	<i>Complicaciones durante la remoción del mini-implante</i>	77
	CONSIDERACIONES FINALES	79
	BIBLIOGRAFÍA	83

INTRODUCCIÓN



Según la *tercera ley de Newton*, para cada acción existe una reacción igual y de sentido opuesto. Este principio es bien conocido por los ortodoncistas, ya que todo movimiento ortodónico deseado tiene el potencial de generar otro movimiento dentario secundario, muchas veces no deseado. A estos movimientos indeseados nos enfrentamos mediante el *anclaje*.

Aunque el principio de anclaje ortodónico se ha entendido de forma implícita desde el siglo XVII, no parece haber sido claramente definido hasta 1.923 cuando *Louis Ottofy* lo define como "*la base contra la cual la fuerza ortodónica o la reacción de la fuerza ortodónica es aplicada*" ⁽¹⁾. Más recientemente en el año 2000, *Daskalogiannakis* define el anclaje como "*resistencia al movimiento dentario no deseado*". *Ottofy* también resumió las categorías de anclaje previamente definidos por *E.H. Angle* como *simple, estacionario, recíproco, intraoral, intermaxilar o extraoral*. Desde entonces, varios autores han modificado o desarrollado su propia clasificación, por ejemplo; *Moyers* amplió el sistema de clasificación de *Ottofy* delineando claramente las diferentes categorías de anclaje extraoral, y creó subcategorías para definir el término de anclaje en: *anclaje individual, compuesto y reforzado*. Años más tarde, otros autores desarrollaron su propia clasificación y terminología; *Gianelly y Goldman* sugirieron los términos de *anclaje mínimo, moderado y máximo* para indicar la medida en la que los dientes de las unidades activas y reactivas deben moverse cuando se aplica una fuerza. *Marcotte y Burstone* clasifican el anclaje en tres categorías -*A, B y C*- dependiendo de la cantidad que contribuye la unidad de anclaje en el cierre de espacios. *Tweed* fue más allá al definir la *preparación para lograr anclaje mediante enderezamiento y tip distal* de los dientes posteriores utilizando la ventaja mecánica de la estaca de la tienda de campaña antes de la retracción de los dientes anteriores.

Teniendo en cuenta todas estas clasificaciones, se hace evidente la falta de consenso sobre la terminología para describir el anclaje ⁽¹⁾. Además, están anticuadas y en la actualidad no proporcionan directrices claras con las que el ortodoncista pueda comunicarse de manera clara y concisa. Por ejemplo, estos sistemas de clasificación sólo representan relaciones dentales anteroposteriores y no tienen en cuenta relaciones verticales o transversales. Por otra parte, sólo representan grupos de dientes; sin tener en cuenta los dientes de manera individual, ni tampoco representan todo el plano oclusal. Probablemente esto ocurra porque en el momento en el que se crearon estas



clasificaciones la posibilidad de, por ejemplo, intruir dientes posteriores para corregir una mordida abierta anterior esquelética, o distalar molares para conseguir una clase I dental sin la necesidad de exodoncias o cirugía era inimaginable. Hoy en día gracias a los avances en biología, los materiales y el tratamiento clínico, estos movimientos no sólo son una posibilidad, también una realidad gracias a la aparición del anclaje esquelético, el cual permite que las fuerzas reactivas pueden ser absorbidas por estructuras esqueléticas, permitiendo movimientos terapéuticos deseados y evitando por completo los efectos secundarios indeseables mediante la implantación temporal de pequeños dispositivos en los maxilares del paciente.

Aunque se han sugerido muchos métodos diferentes, sólo dos han demostrado ser fiables en el control del anclaje y viables a largo plazo: *minitornillos individuales* y *miniplacas fijadas por varios tornillos* ⁽²⁾.

DEFINICIONES



Términos tales como *mini-implantes*, *minitornillos*, *microimplantes* y *microtornillos* se han utilizado para describir los dispositivos de anclaje esquelético. Todos estos términos describen dispositivos más pequeños que los implantes dentales convencionales, que proporcionan anclaje esquelético y que serán removidos tras finalizar el tratamiento ortodóncico. Los implantes y los mini-implantes son sistemas, que su definición implica osteointegración en antes de la carga del sistema, sin embargo se sabe que los tornillos autorroscantes se pueden utilizar sin osteointegración.

Desde 2004 se convino en que la palabra mini-implante debe aplicarse tanto a los implantes de paladar, a minitornillos y a los microtornillos ⁽³⁾. Otros términos han sido propuestos para definir a estos dispositivos que se fijan temporalmente al hueso para proporcionar anclaje esquelético o absoluto, tales como *sistemas de anclaje intraoral* y *extraoral* y *dispositivos de anclaje temporal*. En 2005 Mah y Bergstrand emplean por primera vez el término de TAD's (Temporary Anchoring Device) a partir de la publicación de los resultados de una reunión en los Estados Unidos con el objetivo de estandarizar la terminología existente ⁽⁴⁾.

Los prefijos mini y micro se utilizan actualmente para describir implantes o tornillos de la misma dimensión sin ninguna diferenciación. Sin embargo, ya que la palabra griega micro se utiliza principalmente para las dimensiones muy pequeñas (10^6), vistas bajo el microscopio, se aboga como más apropiado el uso del término implantes minitornillo.

DESARROLLO HISTÓRICO



El primer artículo sobre el anclaje ortodóncico mediante sistemas de implantes fue presentado por *Gainsforth y Higley en 1945*, que colocaron alambres y tornillos de vitalio en la rama ascendente de la mandíbula de un perro y aplicaron elásticos que se extendían desde el tornillo al gancho del arco maxilar con el fin de distalar un canino inferior. Los tornillos fracasaron en un periodo de 16 a 31 días.

Posteriormente, *Linkow en 1969* utilizó implantes mandibulares en un paciente como anclaje de elásticos de Clase II, para retraer los incisivos maxilares.

El primer reporte clínico del uso de los aparatos de anclaje absoluto temporal apareció en 1983. En este reporte *Creekmore y Eklund* usaron tornillos óseos de vitalio para tratar a un paciente con una sobremordida profunda, insertando un tornillo en la espina nasal anterior para intruir los incisivos superiores mediante el uso de elásticos que se colocaron 10 días después de la inserción del tornillo. Lograron una exitosa intrusión de 6 mm de los incisivos centrales superiores, sin movilidad, ni fracaso del tornillo durante la aplicación de la fuerza.

Un año después *Roberts y cols.* atornillan implantes de titanio con superficie grabada en el fémur de conejos de edades comprendidas entre los tres a los seis meses. Tras seis semanas (equivalentes a 4 ó 5 meses en el humano) se cargan con una fuerza de 100 g. mediante un resorte. Los implantes de titanio desarrollaron contacto óseo, y los implantes de carga continua se mantuvieron estables. Los resultados indicaron que los implantes de titanio proporcionan firme anclaje óseo para ortodoncia y ortopedia dentofacial.

Block y Hoffman en 1995 introdujeron el onplant (*Figura 1*) en tratamientos ortodóncicos en 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 adaptarse a 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 proveerles de anclaje ortodóncico.



*Figura 1: Onplant
(Tomada de Echarri P., 2007).*

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

Después de un año *Costa y cols.* 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.

Sugawara, y Cols. en 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. Tras 6 meses de tratamiento se obtuvo una intrusión adecuada.

OBJETIVOS



Los objetivos de esta revisión son los siguientes:

1. Describir las características de los microtornillos utilizados como anclaje ortodóncico.
2. Conocer 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. Revisar en la bibliografía existente la utilización de los anclajes óseos en el manejo diario en la consulta del ortodoncista.
4. Comprender los riesgos y complicaciones en lo que respecta a la inserción, la carga ortodóncica y la remoción de los minitornillos.

MATERIAL Y MÉTODOS



El presente trabajo se realiza mediante la búsqueda sistemática de *43 artículos* publicados durante los *años 2004 -2015*, introduciendo las palabras clave tanto, en español como en inglés, en portales, buscadores y bases de datos especializadas en artículos de revistas científicas tales como *pubmed, science direct, dialnet y google scholar*.

Se introdujo como límite que el idioma de publicación de los estudios fuera inglés o español.

Palabras clave: mini-implante, minitornillo, micro-implante, micro-tornillo, anclaje, anclaje esquelético, mini-implant, miniscrew, micro-implant, microscrew, anchorage, skeletal anchorage.

DISCUSIÓN



1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MICROIMPLANTES.

Los microimplantes pueden clasificarse según una serie de características:

- Según los materiales con los que se fabrican:
 - *Láctico-glicólico* (lentamente biodegradable)⁽⁵⁾.
 - *Titanio médico de aleación tipo 5* (Ti-6Al-4V) se compone de un 90% de Titanio, un 6% de Aluminio y un 4% de Vanadio. Se suele utilizar esta aleación porque el material empleado debe ser biocompatible, no tóxico, con buenas propiedades mecánicas y con una buena estabilidad⁽⁶⁾. La superficie de estos implantes no es tratada con fosfato cálcico, hecho por el cual no se produce osteointegración lo que podría actuar de forma negativa a la hora de la desinserción⁽⁷⁾. Son los más utilizados.
 - *Acero*⁽⁵⁾.

Un estudio compara microimplantes de titanio con microimplantes de acero inoxidable insertados en tibias de conejos, evaluando el torque de inserción y la estabilidad primaria. Ambos mini-implantes proporcionan la misma estabilidad mecánica y respuestas histológicas similares, lo que sugiere que ambos son adecuados para cargas inmediatas de ortodoncia⁽⁸⁾.

- 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. Este método se utiliza con tornillos de diámetros pequeños o de titanio puro de bajo grado.
 - *Autoperforantes* (self-drilling), donde son los propios tornillos los que atraviesan encía y cortical. Este método se utiliza con tornillos de gran diámetro o aleaciones de titanio.

Un estudio reciente compara la estabilidad entre los minitornillos autoperforantes y autorroscantes⁽⁹⁾. La muestra de este estudio es de 70

pacientes de ortodoncia que recibieron un total de 140 minitornillos en el maxilar superior, colocados entre el segundo premolar y el primer molar (70 autorroscantes y 70 autoperforantes). Todos los mini-implantes tenían 1,6 mm de diámetro y 8 mm de longitud. Los resultados concluyeron que las tasas de éxito de los minitornillos fueron aproximadamente del 96% con cualquiera de las técnicas de inserción, por lo que ambas mostraban gran estabilidad en el hueso maxilar. El estudio sugiere prestar especial atención a la proximidad de las raíces, ya que cuando en una imagen de cone-beam se observaba la ausencia de radio-transparencia entre el tornillo y la superficie de la raíz adyacente, existía contacto del mini-implante con la raíz y se comprobó que, en esta situación, los minitornillos autoperforantes tenían una mayor movilidad, sin embargo este hecho mejoraría aun más la estabilidad de los autorroscantes.

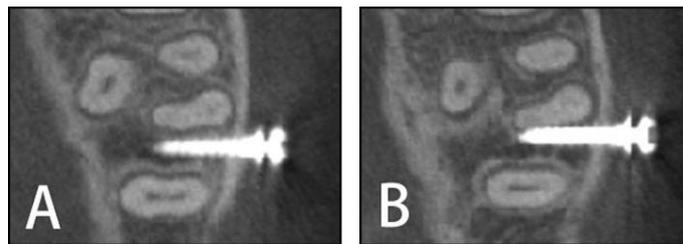


Figura 2: imágenes de cortes transversales correspondientes a los ejes longitudinales de los minitornillos: A) sin contacto de las raíces; B) no existe radiolucidez entre el tornillo y la superficie radicular, lo que indica contacto con la raíz.

(Imagen tomada de: Son S, Motoyoshi M, Uchida Y y Shimizu N., 2014).

- Según la forma y tamaño:
 - Cónico (cilíndrica):
 - Implantes minitornillo.
 - Implantes palatinos.
 - Implantes de prostodoncia.
 - Implantes miniplaca.
 - Implantes de disco (onplants).
- Según las dimensiones:

- Diámetro: Varía entre 1,3 mm y 2 mm.

Cuanto más disminuye el diámetro, menos estabilidad habrá y el riesgo de fractura del microtornillo será importante. Existen tres tipos de diámetros: El tipo A mide 1,3 mm de diámetro a nivel del cuello del implante y 1,1 mm en la punta. El tipo B mide 1,5 mm de diámetro en el



cuello y 1,3 mm en la punta. La longitud total de los tipos A y B es de 11 mm. El tipo C mide 1,5 mm de diámetro en el cuello y 1,3 mm en la punta, con una longitud de 9 mm ⁽¹⁰⁾.

- *Longitud:* Entre 6 mm y 12 mm.

Se recomienda aquellos tornillos de más de 6 mm para el maxilar y de 5 mm para la mandíbula. Para conseguir una buena estabilidad, utilizar implantes largos y anchos ⁽⁶⁾.

La selección de un microtornillo se basa en el diámetro y la longitud ⁽¹¹⁾. Éstos, a su vez, varían de acuerdo a la localización anatómica y la calidad ósea. Para el maxilar, en la zona vestibular, se recomienda un diámetro de 1,3 a 1,6 mm y una longitud intraósea de 6 a 8 mm; en el maxilar, en la zona palatina, un diámetro de 1,5 a 1,8 mm y una longitud de 8 a 10 mm; en la mandíbula, un diámetro de 1,3 a 1,6 mm y una longitud de 5 a 7 mm y, en la sutura palatina, se recomienda una longitud de 1,6 a 2 mm y una longitud de 5 a 6 mm.

Los diámetros de 1,5 mm están indicados para áreas de hueso interdental; deben ser instalados a nivel del ápice para evitar el daño radicular durante su ubicación quirúrgica y el movimiento dental. Los diámetros de 2,0 y 2,7 mm están indicados para áreas no dentales como el paladar duro o la línea oblicua mandibular ⁽¹¹⁾.

- En función del contacto hueso-implante.
 - *Osteointegrados.*
 - *No osteointegrados.*
- Según la aplicación:
 - utilizado sólo para *finés de ortodoncia.*
 - utilizado con *finés de prostodoncia y ortodoncia* ⁽¹²⁾.
- Según la utilización:
 - *Anclaje directo;* la fuerza incide directamente sobre el tornillo.
 - *Anclaje indirecto;* el mini-implante es fijado junto con uno o más dientes o con el arco, así la fuerza se reparte a través de estos sistemas ⁽⁵⁾. (*Véase Figura 29*).
- Tipo de anclaje o inserción:
 - *Monocortical:* atraviesan una cortical, vestibular o lingual, sin llegar a atravesar todo el ancho del alveolo.

- *Bicortical*: atraviesa ambas corticales. Se debe considerar su uso cuando se espera un aumento de la carga ortodóncica o una disminución del hueso cortical. Proporcionan mayor resistencia a la deflexión, mayor estabilidad y menor estrés cortical que los monocorticales colocados en mandíbula o maxilar ⁽¹³⁾.

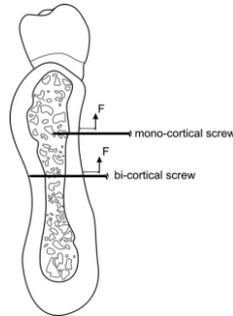


Figura 3: Vista ortogonal de colocación minitornillo monocortical y bicortical en muestra de un hueso.

(Imagen tomada de: Brettin BT. y cols, 2008)

El minitornillo ideal utilizado para el anclaje de ortodoncia podría satisfacer un amplio conjunto de requisitos, que básicamente lo hacen: biocompatible, disponible en diferentes calibres de diámetro y tamaños de longitud, diferentes diseños (es decir, el botón o cabeza soporte), simple y fácil de insertar, con la opción de perforación propia, capaz de carga inmediata, eliminación sin necesidad de emplear instrumental complicado y bajo coste ⁽³⁾.

2 PARTES DE UN MICROIMPLANTE.

La mayoría de los minitornillos ortodóncicos constan de tres partes básicas ^{(7) (6) (14)}:

- Cabeza.
- Cuello intramucoso.
- Porción endoósea



Figura 4: Partes de un mini-implante.



- *La cabeza ortodónica:* es la parte del tornillo que queda visible después de su colocación. El diseño ideal debe permitir fijar el arco y poder aplicar fuerzas en cualquiera de las direcciones. Es la parte más variable entre unos diseños y otros en cuanto a tamaño y forma. Tiene que adaptarse perfectamente a la encía para evitar irritaciones de todo tipo. Presenta una zona hexagonal interna o externa en la unión con el destornillador. Esta diferenciación tiene importancia a la hora de colocar un minitornillo. Si se introduce de forma angulada, utilizaremos un minitornillo con hexágono interno sin tocar la encía circundante.

Es una parte importante, pero tenemos que saber que una ranura en esta zona puede aumentar considerablemente la probabilidad de fractura.

Existen varias presentaciones:

- *Cabeza pequeña:* Ideales para encías adheridas del maxilar y mandíbula, así como en el paladar.
 - *Sin cabeza:* Su colocación está indicada en la mucosa móvil del maxilar y mandíbula.
Un gancho hecho de ligadura puede sujetarse para el uso de fuerzas elásticas. Este alambre se extiende desde el agujero en la cabeza del implante al área de la encía. La colocación de alambre de ligadura reduce el riesgo de inflamación y/o infección.
 - *Cabeza larga:* Se indican cuando se quieren insertar en el límite entre encía adherida y encía libre mandibular.
 - *Cabeza circular:* Para la encía adherida del maxilar y en el paladar.
 - *Cabeza para fijación:* En la zona vestibular maxilar y mandibular para la fijación intermaxilar. También para el paladar y sutura palatina.
 - *Cabeza con forma de bracket:* Encía adherida maxilar y mandibular, también en el paladar.
- *Cuello intramucoso:* Su superficie es la que está en contacto con la encía. Se caracteriza por ser un factor determinante en la elección del minitornillo (junto con el diámetro y la longitud). Debe ser un cuello liso para minimizar el acumulo de placa y por consiguiente la inflamación alrededor del implante. Como el espesor de la mucosa varía de un sitio a otro, la longitud del cuello debe



variar también. Podemos entrarlos con mayor o menor angulación para proteger la encía.

- *Porción endoósea*: es la porción roscante, con espiras. Su diseño varía según la técnica que se vaya a utilizar. Si se utiliza una técnica con un fresado previo de la cortical, la punta de la rosca será roma o cónica, ésta es la más segura ante la perforación de una raíz. La punta afilada será utilizada cuando la técnica sea autorroscante. También, según la zona de inserción, la rosca varía en longitud y diámetro. Como diámetro en la punta debe haber, al menos, 1,2 mm para poder evitar fracturas.

3 DISTINTOS TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE DE LOS MICROIMPLANTES.

La superficie roscada de los microimplantes posee características que los diferencian de los implantes convencionales. Mientras los primeros están destinados a ser removidos una vez cumplan su función, de los segundos se espera una duración a largo plazo. Por ello la superficie del microimplante es pulida, pues no se busca la osteointegración. Sin embargo, se han realizado ensayos mediante su tratamiento con microarenado y grabado ácido con el fin de comparar su permanencia en el sitio de colocación, sin que esos estudios arrojaran diferencias significativas en este aspecto.

Karim Chaddad y cols. realizaron un estudio en 2008 sobre 10 pacientes donde evaluaron distintos tratamientos de superficies de los mini-implantes ⁽¹⁵⁾. La muestra comprendía 17 microimplantes de *titanio mecanizado* y 15 sometidos a chorreado con arena de grano grueso que genera una macrorrugosidad en la superficie de titanio, seguido de un grabado al ácido que confiere una microrrugosidad añadida (*SLA®*). El estudio concluye que las características de la superficie no influye en la tasa de supervivencia de los microimplantes cargados de forma inmediata, siendo el torque de inserción una de las variables más crítica para la supervivencia de los mini-implantes bajo carga inmediata.

En 2009 *Kim*, publica otro estudio con el fin de determinar el efecto que tiene el tratamiento de superficie en la osteointegración y la resistencia de los mini-implantes de carga inmediata sometidos a un momento rotacional ⁽¹⁶⁾. Para ello se implantan ocho mini-implantes en el maxilar y la mandíbula de doce perros Beagle empleando para ello

dos tipos de mini-implantes: implantes de *titanio mecanizado* e implantes tratados mediante chorreado y grabado ácido (*SLA®*), todos ellos del mismo tamaño y forma.

El estudio determina que los mini-implantes *SLA®*, muestran valores superiores de resistencia ante fuerzas de rotación antihoraria y tienen mayor capacidad de osteointegración al retirarlos poco tiempo después de su colocación. Sin embargo, tras un período de cicatrización suficiente, la osteointegración parece ser lo suficientemente buena como para resistir las fuerzas biomecánicas, independientemente del lugar de implantación (maxilar o mandíbula), del sentido del giro de las fuerzas y del tratamiento de superficie al que el mini-implante ha sido sometido.

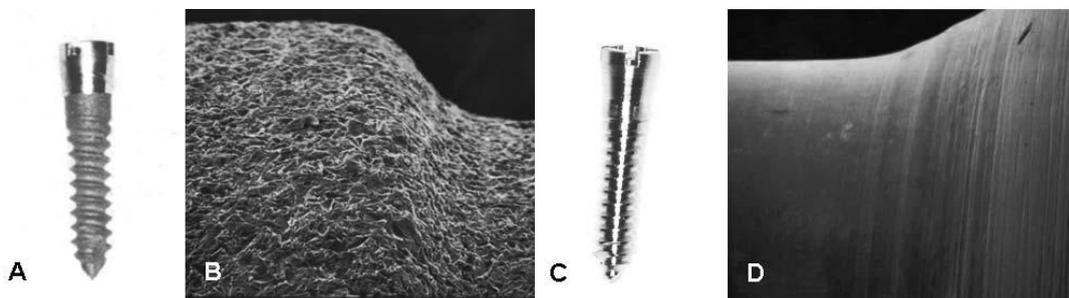


Figura 5: (A) mini-implante SLA. (B) microscopio electrónico de barrido de Superficie SLA (x300). (C) mini-implante mecanizado. (D) microscopio electrónico de barrido de la superficie mecanizada (x200).

(Imagen tomada de: Kim, S. H. y cols., 2009).

4 ANATOMÍA QUIRÚRGICA.

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 con la 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. 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.

4.1 Maxilar superior.

En el maxilar superior estudiaremos⁽¹⁷⁾:

4.1.1 Seno maxilar.

Su pared anterior está situada por encima de los ápices de los premolares superiores y tiene un espesor que no supera el milímetro. Por las características de esta cortical ósea,



la zona no es la adecuada para la inserción de microimplantes por la poca estabilidad y retención que proporciona.

El profesor *Hee-Jin* establece que la distancia promedio entre los ápices de los dientes superiores y la pared inferior del seno son las siguientes:

- A nivel del primer premolar 6 mm.
- A nivel del segundo premolar 5 mm.
- A nivel del primer molar 4 mm.
- A nivel del segundo molar 3mm.

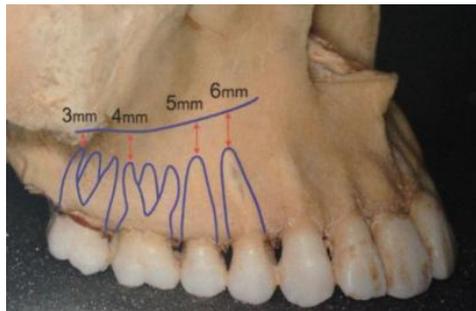


Figura 6: Distancias entre los ápices de los dientes superiores y la pared inferior del seno maxilar. (Imagen tomada de: Echarri P., 2012)

El profesor *Hee-Jin* también realizó una clasificación vertical y transversal de las relaciones entre el seno maxilar y los ápices de los dientes superiores.

- Clasificación desde el punto de vista vertical:
 - *Tipo I*: Los ápices dentarios no están en contacto con la pared inferior del seno maxilar (55% de los casos).
 - *Tipo II*: La pared inferior del seno maxilar desciende entre las raíces vestibulares y palatinas pero no están dentro del seno maxilar (18%).
 - *Tipo III*: Las raíces vestibulares están dentro del seno maxilar pero no las palatinas (5%).
 - *Tipo IV*: Las raíces palatinas están dentro del seno maxilar pero no las raíces vestibulares (14%).
 - *Tipo V*: Las raíces vestibulares y palatinas están dentro del seno maxilar (9%).
- Clasificación desde el punto de vista transversal:
 - *Tipo I*: La pared inferior del seno maxilar desciende por vestibular de las raíces dentarias (20%).

- *Tipo 2*: La pared inferior del seno maxilar desciende entre las raíces vestibulares y las raíces palatinas (80%).
- *Tipo 3*: La pared inferior del seno maxilar desciende por palatino de las raíces dentarias (0%, no se encontraron casos del tipo III).

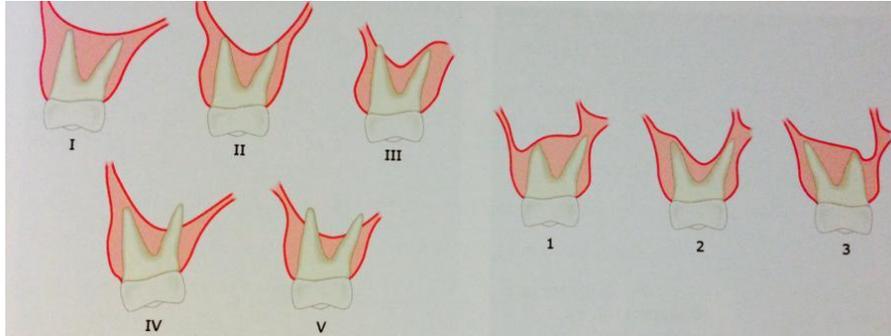


Figura 7: Clasificación vertical y transversal de la relación entre la pared inferior del seno maxilar y los ápices dentarios. (Imagen tomada de: Echarri P., 2012).

Sólo en un 20 % de los casos se podría introducir el microimplante en el seno maxilar cuando se inserta desde vestibular, no existiendo peligro cuando se introduce por palatino.

Cuando se insertan microimplantes en una posición más coronaria, se deben inclinar entre 30° y 60° con respecto a la vertical para conseguir más espacio entre las raíces dentarias. Pero si se insertan microimplantes en una posición cercana al fondo del surco vestibular, se deben introducir con una dirección más horizontal (perpendicular a la vertical) para evitar el seno maxilar.

4.1.2 Superficie vestibular:

➤ *Zona incisiva:*

La distancia entre los ápices de los incisivos y las fosas nasales es muy amplia, por lo que no existe peligro. Sin embargo, cuando más cerca del fondo del surco es la inserción, más horizontal se debe insertar el mini-implante.

No es recomendable la inserción entre los incisivos centrales superiores por la presencia del frenillo labial superior. La inserción se hará entre el incisivo central e incisivo lateral o entre el incisivo lateral y el canino, dependiendo de la cantidad de espacio debido a la inclinación mesiodistal de la raíz de los incisivos laterales.

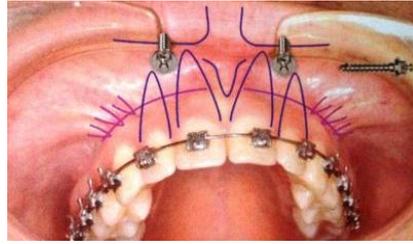


Figura 8: Esquema de inserción de microimplantes en la zona anterior superior.
(Imagen tomada de: Echarri P., 2012).

➤ **Zona premolar/molar:**

Se necesita un espacio mínimo de 3mm. entre las raíces. El profesor *Hee-Jin* realizó un estudio anatómico que demuestra a qué distancia de los cuellos dentarios es posible obtener 3mm de anchura entre las raíces.

- Entre incisivo central y lateral 7 mm.
- Entre incisivo lateral y canino 8 mm.
- Entre canino y primer premolar 7 mm.
- Entre primer y segundo premolar 2 mm.
- Entre segundo premolar y primer molar 3mm.
- Entre primer y segundo molar 8mm.

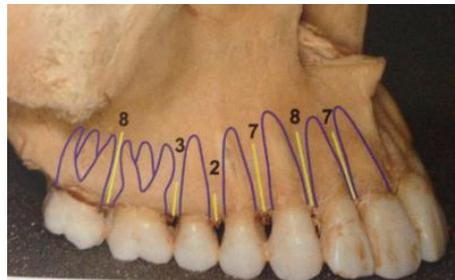


Figura 9: Distancia desde los cuellos dentarios para obtener un espacio interradicular de 3 mm.
(Imagen tomada de: Echarri P., 2012).

➤ **Cresta cigomático-alveolar.**

Este área ofrece muy buena retención. La situación de la cresta puede variar en sentido mesio-distal por lo que se debe palpar el fondo de vestíbulo para su localización. La inserción ha de ser paralela a las raíces de los molares.

➤ **Espesores de cortical y tejidos blandos vestibulares.**

- Hasta distal del segundo molar el espesor de la cortical ósea vestibular superior es 1-1,5 mm. A nivel del molar, la cortical se hace más delgada, ofrece menor retención y por esta razón no se deben colocar mini-implantes a ese nivel.



- El espesor de la encía adherida vestibular es aproximadamente 1,5 mm. Los microimplantes deben penetrar en el hueso entre 4-5 mm para que permanezcan estables, por lo tanto se deben usar microimplantes de 6 mm.

- El espesor de la encía libre vestibular es de aproximadamente 2,5 mm., por lo que, en este caso, los implantes tienen que tener 8 mm. de longitud.

➤ **Superficie palatina:**

No se recomienda la inserción de microimplantes a este nivel, especialmente en pacientes en crecimiento ya que no hay estudios que demuestren la influencia de los microimplantes en el crecimiento de la sutura.

La parte anterior de la sutura medio-palatina tampoco representa una zona segura por la presencia del conducto naso-palatino. Si se debe insertar un microimplante en esta zona, se debería separar un mínimo de 12 mm. de los cuellos dentarios e insertarlo con una dirección distal para evitar insertarlo dentro del conducto naso-palatino (nunca en dirección vertical o mesial).

Otra zona de peligro son las proximidades del agujero palatino posterior, por donde emerge la arteria palatina anterior, motivo por el cual no es una zona segura para la inserción de microimplantes en distal de los segundos molares. La zona más segura es desde los cuellos dentarios hasta una distancia máxima de 8 mm. y a ambos lados de la sutura medio- palatina hasta 2-3 mm. a cada lado.

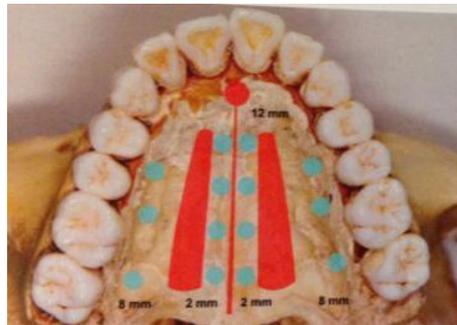


Figura 10: Zonas seguras de la bóveda palatina para la inserción de microimplantes.

(Imagen tomada de: Echarri P., 2012).

Para conseguir en palatino 3 mm. de distancia entre las raíces, tenemos que insertar los microimplantes a las siguientes distancias de los cuellos dentarios:

- Entre primer y segundo molar 2 mm.
- Entre primer molar y segundo premolar 2mm.
- Entre segundo y primer premolar 7 mm.
- Entre primer premolar y canino 9 mm.

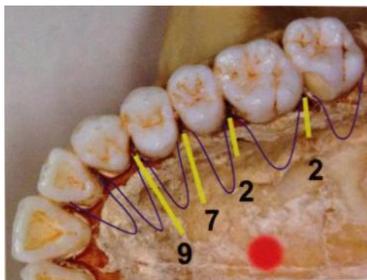


Figura 11: Esquema del espacio interradicular en la zona palatina.
(Imagen tomada de: Echarri P., 2012).

Por esta razón la zona más segura para la inserción de microimplantes en la bóveda palatina es a mesial y distal del primer molar.

➤ **Espesor de la cortical y los tejidos blandos :**

La cortical palatina tiene un espesor promedio entre 1,5-2 mm. por lo que ofrece buena retención. En cuanto al espesor de la mucosa, en la zona de la bóveda palatina es de aproximadamente 1,5 mm., por esa razón se utilizarán microimplantes de 6 mm. En la zona de premolares hay un espesor de los tejidos blandos de 3 mm. y se deben usar microimplantes de 8 mm. de longitud. A nivel de molares, el espesor promedio es de 5 mm. y se deben usar microimplantes de 10 mm. de largo.

4.2 Mandíbula.

4.2.1 Superficie vestibular.

En la arcada inferior el espacio entre las raíces es más reducido. Para conseguir una distancia interradicular de 3mm, necesaria para la inserción de microimplantes de 1,6 mm. de diámetro, es necesario alejarse de los cuellos a las siguientes distancias:

- Entre incisivo central e incisivo lateral 10 mm.
- Entre incisivo lateral y canino 8 mm.
- Entre canino y primer premolar 9 mm.
- Entre primer y segundo premolar 3 mm.
- Entre segundo premolar y primer molar 6 mm.
- Entre primer y segundo molar 2 mm.



Figura 12: Esquema del espacio interradicular en la zona vestibular inferior. Para conseguir una distancia interradicular de 3 mm. es necesario alejarse de los cuellos a las distancias indicadas.

(Imagen tomada de: Echarri P., 2012).



Por este motivo las zonas más aptas para la inserción de microimplantes son entre premolares o entre los molares. Si se colocan microimplantes en la zona vestibular anterior es necesario insertarlos en una posición muy apical, ya que las raíces de los incisivos están muy próximas.

En cuanto al espesor de la mucosa, la encía adherida tiene un espesor aproximado de 1,5 mm. por lo cual usaremos microimplantes de 6 mm. de longitud y la encía libre tiene un espesor medio de 3 mm., por lo tanto se utilizarán microimplantes de 8 mm.

Se debe tener en cuenta el agujero mentoniano, la zona de riesgo se encuentra desde distal del primer premolar hasta el centro del primer molar y bastante alejado de los ápices dentarios. Muchas veces no es un agujero único, si se inserta un microimplante en un conducto accesorio, el paciente puede notar sensibilidad durante los primeros días.

4.2.2 Superficie lingual.

La zona lingual es poco apropiada para la colocación de microimplantes ya que la cortical lingual es muy delgada y ofrece poca retención, siendo de excepción la existencia de torus mandibulares. Los microimplantes deberían ser insertados por encima de la línea oblicua interna para evitar el musculo milohioideo que está atravesado por numerosos vasos sanguíneos y linfáticos por encima de la línea interna. A nivel de los molares inferiores, en la cara interna del cuerpo mandibular, se puede encontrar el nervio lingual, y es posible provocar una lesión del mismo en caso de insertar microimplantes.

4.2.3 Zona del triángulo retromolar.

Es una zona muy apta para la colocación de microimplantes pero se debe tener cuidado con la inserción del tendón del músculo temporal y la inserción del ligamento ptérido-mandibular.

La parte más apta es la parte vestibular del triángulo retromolar porque la cortical vestibular es más gruesa y se evitará lesionar tendones y ligamentos.

5 TÉCNICA QUIRÚRGICA.

5.1 Diagnóstico.

Es importante realizar una valoración preoperatoria:

- *Exploración física de la cavidad oral.* Se palpará la zona para determinar donde no hay presencia de raíces y se insertará el microimplante.

- *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.
 - *Radiografías apicales*: es muy útil en aquellos casos en los que es importante precisar los ejes radiculares.
 - En la planificación de la inserción del minitornillo una herramienta no sólo útil sino imprescindible es la *tomografía computarizada (TC)*. El uso de la TC facilita la determinación del lugar apropiado, la angulación y la longitud del minitornillo ⁽⁶⁾. Comprobamos la distancia entre el hueso y la raíz y el espacio interradicular y permite una evaluación preoperatoria precisa y fiable de la cantidad y calidad de hueso receptor de mini-implantes, siendo estos dos factores clave en la estabilidad primaria de un mini-implante ⁽¹⁸⁾. El fracaso a menudo resulta de la baja densidad ósea debido a un insuficiente espesor cortical, que puede influir en el aflojamiento de los dispositivos durante el tratamiento de ortodoncia. Se han utilizado análisis numéricos basados en modelos de elementos finitos (FEM) demostrando que la deflexión de los minitornillos disminuye a medida que aumenta el espesor del hueso cortical y que un espesor de menos de 1 mm es vulnerable a las tensiones que pueden causar reabsorción ósea en esta región.
 - Elaborar una *guía radiológica* para comprobar el lugar de inserción del microtornillo. Se puede fijar al arco con Fermit (Vivadent)®, silicona pesada o ligarla a los brackets.

La guía se puede fabricar con alambre de acero inoxidable redondo de 0.018 ó 0.020 o rectangular de 17 × 25 ó 19 × 25. En el centro del alambre se confecciona una o varias hélices de 2-3 mm de diámetro hasta la altura donde se insertará el microimplante ⁽¹⁹⁾.



Figura 13: Guía radiológica.

(Imagen tomada de: Sharma, K., y Sangwan, A., 2014).



5.2 Inserción directa sin fresado previo en la zona vestibular antero-superior.

1. *Desinfección del campo externo e interno* con una gasa humedecida de betadine o clorhexidina.
2. *Diagnóstico con guía radiológica.*
3. *Anestesia.* Se recomienda usar un tope de endodoncia insertado en la aguja. Debemos hacer contacto óseo así, gracias al tope, podremos medir el espesor de los tejidos blandos. Se recomienda anestesia con vasoconstrictor para una mejor visibilidad y no inyectar más de $\frac{1}{4}$ ó $\frac{1}{8}$ del contenido de un carpule para no aumentar excesivamente el espesor de los tejidos blandos.

La inserción no provocará dolor a menos que nos acerquemos a la zona del espacio periodontal, hecho que puede ser un signo de alarma de un malposicionamiento.

4. *Medición del espesor de la mucosa* y en base a ello elegir un microimplante 4 ó 5 mm. más largo.
5. *Incisión y separación de los tejidos blandos* con un punch de 1,5 mm para evitar la impulsión de mucosa en el hueso disminuyendo la estabilidad del microimplante.
6. *Inserción del microimplante* bajo irrigación con suero fisiológico.
7. *Comprobar la estabilidad* con pinzas de algodón.
8. *Control radiográfico.*
9. *Carga inmediata.*

5.3 Inserción indirecta con fresado previo en la zona vestibular inferior posterior y en la zona palatina.

La inserción indirecta con fresado previo es necesario cuando la cortical ósea es muy gruesa o muy densa o, como ocurre en la zona palatina, cuando el ángulo de inserción del microimplante es muy agudo y el acceso a la zona es limitado.

En el paladar es necesario tomar precauciones para evitar la ingesta de instrumental.

Los puntos del 1 al 5 son los mismos que en caso anteriormente descrito.

En el caso de colocar un implante en el paladar se recomienda puncionar con el explorador antes de inyectar la anestesia sobre la zona donde se va a colocar el dispositivo. Si el paciente presentara sangrado en pulsaciones, hemos puncionado la arteria palatina y se debe de cambiar de zona.



6. *Fresado de la cortical* con fresa piloto y contraángulo con reducción de velocidad (máximo 300 rpm) e irrigación con suero fisiológico para refrigerar la zona. Nunca penetrar el hueso esponjoso con la fresa piloto.
7. *Inserción del microimplante* bajo irrigación con suero fisiológico con destornillador de contraángulo (máximo 300 rpm) hasta que esté estable. Continuar con la carraca para evitar daño en las raíces.
8. *Comprobar la estabilidad* con pinzas de algodón.
9. *Control radiográfico*.
10. *Carga inmediata*.

5.4 Inserción directa de un microimplante en el reborde alveolar de forma axial.

Los puntos del 1 al 5 y del 7 al 9 son comunes a los descritos en la *inserción directa sin fresado previo en la zona vestibular antero-superior*, salvo que en este caso no es necesario usar una guía radiológica.

El sexto paso sería: *Inserción del microimplante* bajo irrigación con suero fisiológico con destornillador de contraángulo (máximo 300 rpm) hasta que esté estable. Continuar con la carraca. El microimplante se debe insertar en una posición más vestibular para obtener más estabilidad en la cortical ósea y para evitar el seno maxilar en el reborde superior o el nervio dentario en el reborde inferior.

5.5 Inserción directa de un microimplante en un reborde alveolar desdentado con una dirección perpendicular e inserción directa en la cresta cigomático-alveolar.

Todos los pasos son comunes a los descritos en la *inserción directa sin fresado previo en la zona vestibular antero-superior*, salvo que no es necesario usar una guía radiológica y la inserción del microimplante bajo irrigación con suero fisiológico se hará con un mango largo.

En la cresta cigomático-alveolar el microimplante se debe insertar con una dirección paralela a las raíces de los dientes.

5.6 Inserción indirecta de un microimplante en la zona del triángulo retromolar.

Se inserta tras la exodoncia del tercer molar para la distalización de los dientes inferiores.



Los puntos del 1 al 5 son los mismos que en el primer caso descrito salvo que no es necesario usar una guía radiológica.

6. *Fresado de la cortical* con fresa piloto y contraángulo con reducción de velocidad (máximo 300 rpm) e irrigación con suero fisiológico para refrigerar la zona. Nunca penetrar el hueso esponjoso con la fresa piloto.
7. *Inserción del microimplante* bajo irrigación con suero fisiológico, se inserta completamente con el destornillador de contraángulo (máximo 300 rpm). El microimplante siempre se debe insertar en una posición más vestibular para obtener más estabilidad con la cortical ósea y para evitar el tendón del temporal.
8. *Comprobar la estabilidad* con pinzas de algodón.
9. *Control radiográfico*.
10. *Carga inmediata*.

6 VENTAJAS DE LOS MICROIMPLANTES.

- Procedimiento sencillo de inserción y remoción.
- Anclaje absoluto.
- Posibilidad de aplicar nuevas direcciones de fuerzas.
- Mayor efectividad en los movimientos dentales en “masa”.
- Reducción del tiempo de tratamiento.
- Menor necesidad de cooperación del paciente, especialmente, si se compara con los arcos extraorales o los elásticos intermaxilares.
- De eficacia probada en la clínica.
- Se pueden utilizar en el maxilar o en la mandíbula.
- Si los comparamos con otros métodos de anclaje esquelético, los microimplantes pueden ser colocados en muchas más posiciones.
- Se pueden usar en pacientes en crecimiento.
- Es posible realizar mecánicas asimétricas efectivas.
- Es posible realizar mecánicas seccionales efectivas.
- Son una opción ideal en pacientes que presentan un número insuficiente de dientes para constituir un anclaje convencional o en pacientes periodontales ⁽²⁰⁾.
- Carga inmediata.
- Hacen posibles casos muy difíciles con la mecánica tradicional.
- Reducen la necesidad de cirugía ortognática.

7 INDICACIONES DE LOS MICROIMPLANTES.

Las indicaciones son múltiples y variadas pero se pueden resumir en:

7.1 En ocasiones, en sustitución a la cirugía ortognática.

El paciente era un hombre de 22 años de edad, con perfil cóncavo que evidenciaba una mandíbula prognática. El examen intraoral mostró una completa relación molar de Clase III bilateral. La línea media dental superior estaba centrada con la línea media facial, mientras que la línea media dental mandibular estaba desviada 1,5 mm hacia la derecha. Resalte de -5 mm. y sobremordida de 5 mm. El estudio cefalométrico mostró Clase III esquelética mixta, con retrusión del maxilar y prognatismo mandibular. Los incisivos superiores estaban proinclinados y los incisivos inferiores inclinados hacia lingual ⁽²¹⁾.



*Figura 14: Registros radiológicos pre-tratamiento.
(Imagen tomada de: Yasuda, Y., Iijima, M. y Mizoguchi, I., 2014).*

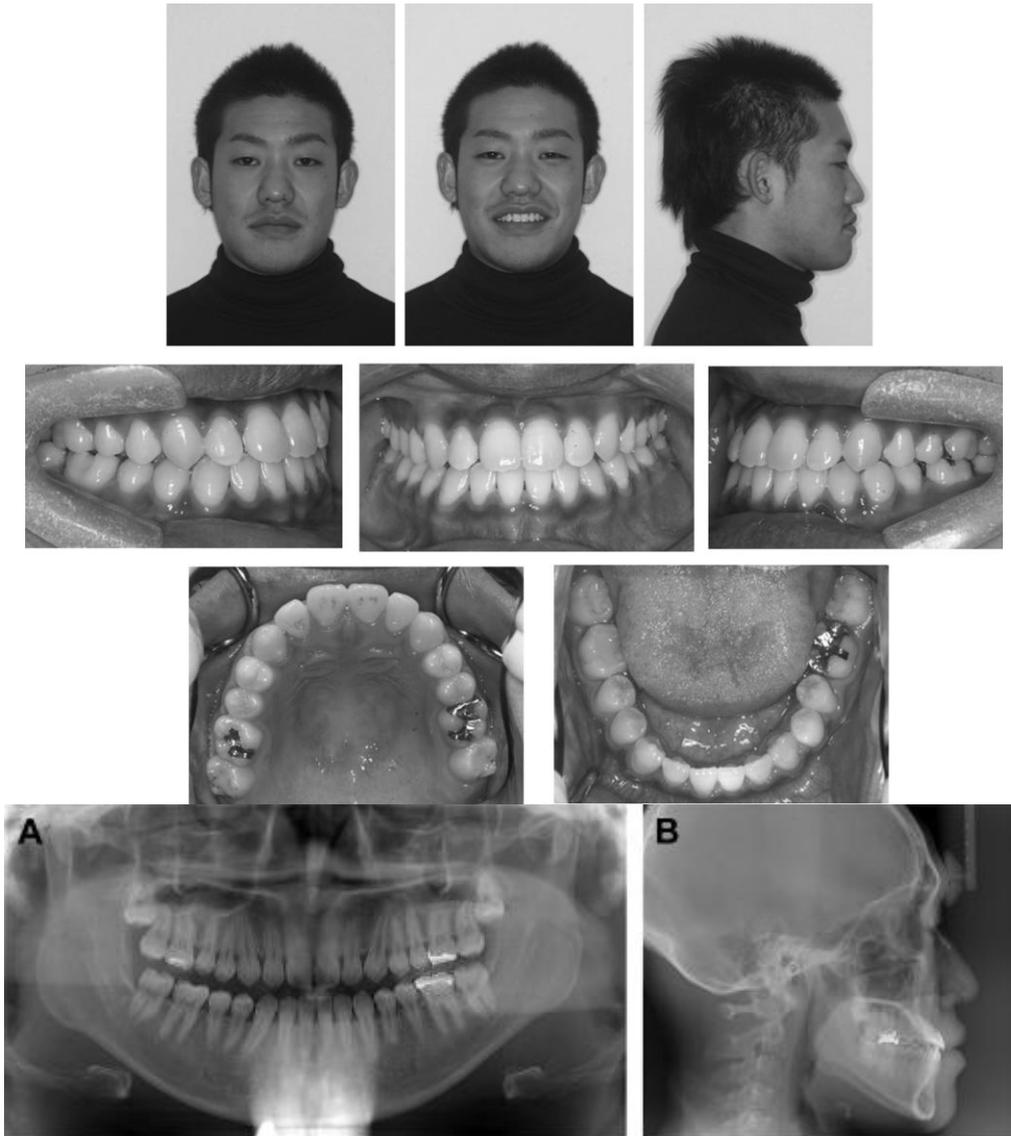


Figura 15: Registros intraorales pre-tratamiento.

(Imagen tomada de: Yasuda, Y., Iijima, M. y Mizoguchi, I., 2014).

Entre las opciones terapéuticas se barajaron la cirugía ortognática y las exodoncias de los cuatro primeros bicúspides, pero el paciente optó por un tratamiento sin extracciones (salvo la del tercer molar inferior derecho) y con distalización de todo el arco mandibular combinando el uso de anclaje esquelético con minitornillos y muelles cerrados de NiTi, sin la necesidad de elásticos intermaxilares de Clase III.

El tercer molar inferior derecho se extrajo antes de iniciar el tratamiento de ortodoncia. Tras la alineación y nivelación se insertan los minitornillos en la región bucal entre el segundo premolar y el primer molar inferior. El arco mandibular fue distalizado mediante mecánica de deslizamiento con acero inoxidable 0.019 x 0.025 y muelles cerrados de níquel-titanio y el anclaje del minitornillo. Una vez que la mordida cruzada anterior se corrigió después de 14 meses de tratamiento, se retira el minitornillo en el lado izquierdo, y al mismo tiempo un nuevo minitornillo se coloca entre el primer y segundo molar inferior para establecer una relación de Clase I y centrar la línea media dental. Los aparatos fijos se retiraron después de 2 años de tratamiento.



*Figura 16: Registros intraorales y radiológicos post-tratamiento.
(Imagen tomada de: Yasuda, Y., Iijima, M. y Mizoguchi, I., 2014).*

Los registros post-tratamiento mostraron que el perfil facial había mejorado y la mordida cruzada anterior se resolvió. Aunque persiste una ligera Clase III molar, la relación molar era aceptable y la relación canina bilateral es adecuada. Las líneas medias dentales estaban centradas con respecto a la línea media facial. El análisis cefalométrico y las superposiciones mostraron que los incisivos inferiores se retraen aproximadamente 6,5 mm y se retroinclinaron 18° mientras que los incisivos superiores se proinclinaron 12°. Aunque el ángulo SNB y el ángulo del plano mandibular no cambiaron, se observa un labio inferior retraído, lo que resulta en un buen equilibrio facial. El primer molar inferior se distalizó 2,5 mm.

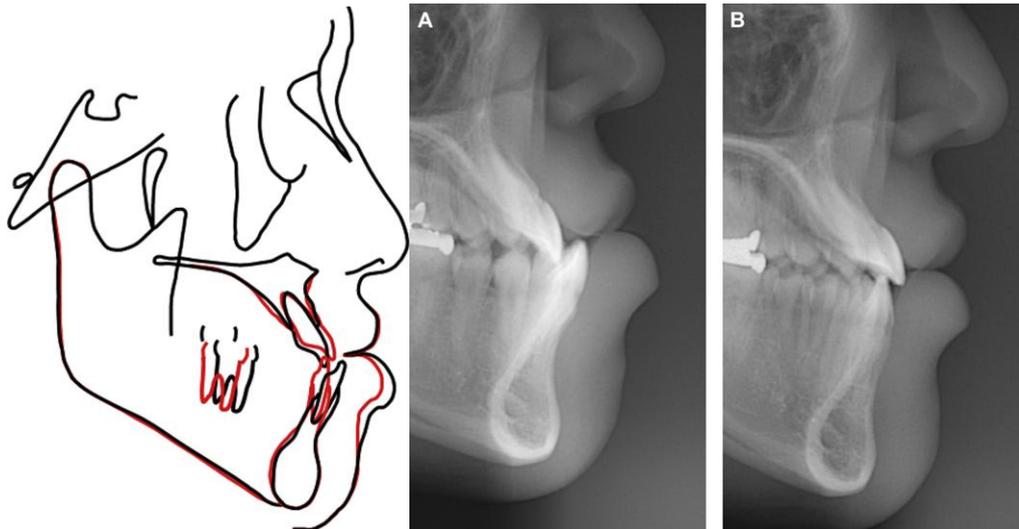
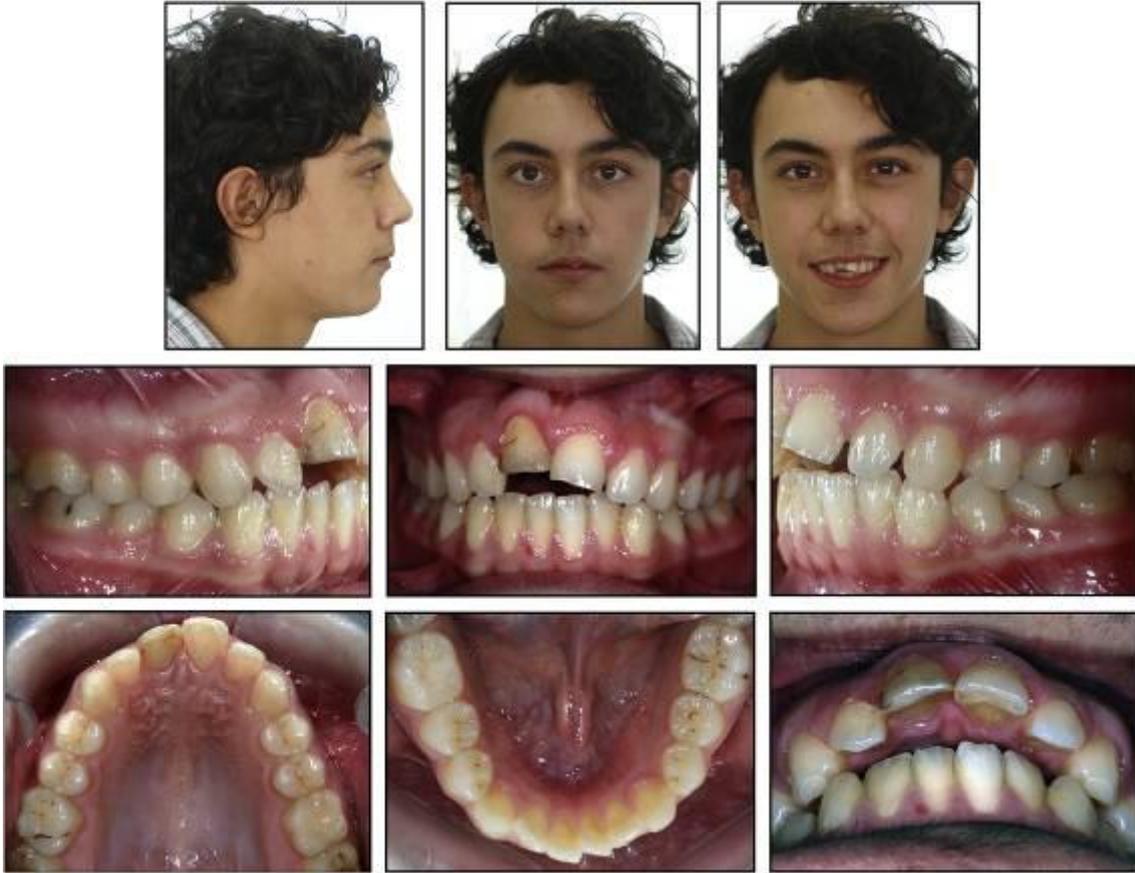


Figura 17: Superposiciones cefalométricas: pre-tratamiento, línea negro; post-tratamiento, línea roja y posición del labio inferior A) Retratamiento. B) post-tratamiento.

(Imagen tomada de: Yasuda, Y., Iijima, M. y Mizoguchi, I., 2014).

7.2 En casos de anquilosis dental.

En 2014 *Senşık* publica el caso de un paciente de 15 años que hacía 5 años había sufrido un traumatismo dental, como consecuencia de ello se produjo la avulsión del incisivo central superior derecho. El diente fue reimplantado pasadas 2 horas del accidente habiendo permanecido en un medio seco. Un mes más tarde, se le diagnostica necrosis pulpar y se realiza tratamiento de conductos. El examen intraoral mostró un incisivo central severamente anquilosado, desplazado 5 mm hacia apical con respecto al incisivo lateral adyacente. Además, relación molar de Clase I y relación canina de Clase II, resalte de 5 mm y mordida abierta como resultado de la falta de crecimiento alveolar vertical. Un diagnóstico adicional constató una Clase I esquelética. Tras un examen radiográfico, se evidenció ausencia del espacio periodontal y reabsorción radicular externa en toda la parte distal de la raíz, exponiéndose el material de obturación del conducto radicular⁽²²⁾.



*Figura 18: Fotografías intraorales y extraorales pre-tratamiento.
(Imágenes tomadas de: Senışık NE, Koçer G y Kaya BÜ., 2014).*

Como opción terapéutica se optó por seguir un protocolo de manejo quirúrgico-ortodóncico mediante osteotomía del incisivo central superior derecho y distracción osteogénica vertical con elásticos intraorales, y usando como anclaje un mini-implante autorroscado colocado en el centro del hueso de soporte del diente anquilosado. Tanto los padres como el paciente fueron advertidos del riesgo potencial de fractura durante el tratamiento de la corona del diente anquilosado debido a la reabsorción radicular.

Antes de iniciar el tratamiento ortodóncico se reendodoncia el incisivo con MTA como material de obturación. La fase ortodóncica de nivelación y alineación de las arcadas dentarias maxilares y mandibulares se realizó con arcos redondos antes de la cirugía, utilizando como anclaje una tracción extraoral de tiro alto. Se abrió espacio con coils abiertos entre las raíces del incisivo lateral superior derecho y entre los incisivos centrales derecho e izquierdo para crear un espacio adecuado y poder realizar las osteotomías interdentes con seguridad. En la etapa final, se colocan arcos rectangulares 0.016 x 0.022 en acero inoxidable sin ligar el incisivo central superior derecho.



*Figura 19: Fotografías intraorales y extraorales pre-cirugía.
(Imágenes tomadas de: Senışık NE, Koçer G y Kaya BÜ., 2014).*

Los dientes antero-inferiores y un mini-implante colocado entre el incisivo lateral y el canino inferiores derechos se utilizarán como anclaje de los elásticos intermaxilares, lo que permite establecer un vector de fuerza para la consecución del movimiento vertical del bloque de hueso durante el proceso de distracción. Para identificar el nivel vertical ideal de los incisivos centrales, el incisivo central superior izquierdo fracturado fue restaurado con resina compuesta antes de la cirugía.

Tras realizar la cirugía y después de un periodo de latencia de 5 días, el procedimiento de distracción se inició mediante la aplicación de elásticos intermaxilares entre el mini-implante colocado en el hueso de soporte del diente y el arco mandibular. Se estimó el vector de fuerza deseado (F) y sus componentes (F_x , F_y), y los 3 puntos de aplicación de dicha fuerza. El primer día se colocan dos elásticos, cada uno ejerciendo una fuerza de 75 g pero, con el objetivo de aplicar una fuerza gradual, se iba colocando un elástico al día hasta que se consiguió la altura ósea deseada.

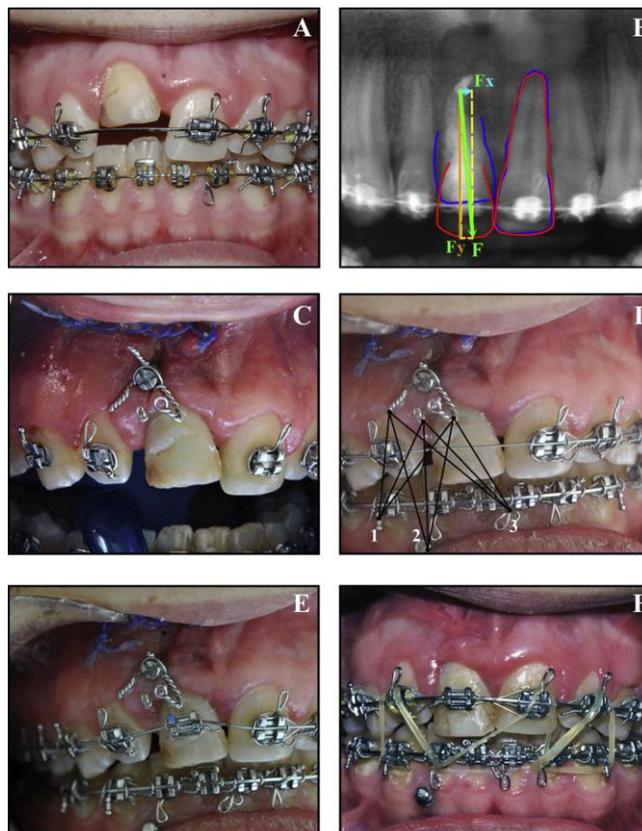


Figura 20: Proceso de distracción alveolar con elásticos intraorales y mini-implante como anclaje:

A) antes de la cirugía y la distracción; B) vector de fuerza resultante aplicado durante el proceso; C) resultados tras 1 semana; D) las líneas negras muestran puntos de aplicación de fuerza en el arco mandibular y modo de colocación de los elásticos intermaxilares; E) bracket cementado al diente anquilosado y arco 0.016 x 0.022 NiTi tras 15 días de la distracción; F) elásticos intermaxilares anteriores (sin comprometer al incisivo central superior) para mantener la estabilidad vertical.

(Imágenes tomadas de: Senişik NE, Koçer G y Kaya BÜ., 2014).

Después de 15 días de distracción, se cementa un bracket al diente anquilosado y se coloca un arco 0.016 x 0.022 de níquel-titanio. Con el fin de mantener la estabilidad vertical conseguida se colocan elásticos intermaxilares anteriores (sin comprometer al incisivo central superior). En la fase de consolidación, curación y remodelación, la estabilización del arco dental se realiza con arcos rectangulares de acero inoxidable 0,016 x 0,022.

Se consigue una sobrecorrección de 1 mm de extrusión para compensar la continua erupción de la dentición y la posibilidad de una recaída. Para comprobar la gravedad de la reabsorción radicular, se realiza un examen radiográfico 1 mes después del proceso de distracción. El tiempo total del tratamiento ortodóncico fue de 16 meses, tras el cual se planifica gingivoplastia y restauración de composite de la corona del diente anquilosado para mejorar la estética. Tras retirar la aparatología se emplean Essix superior e inferior como retenedores.

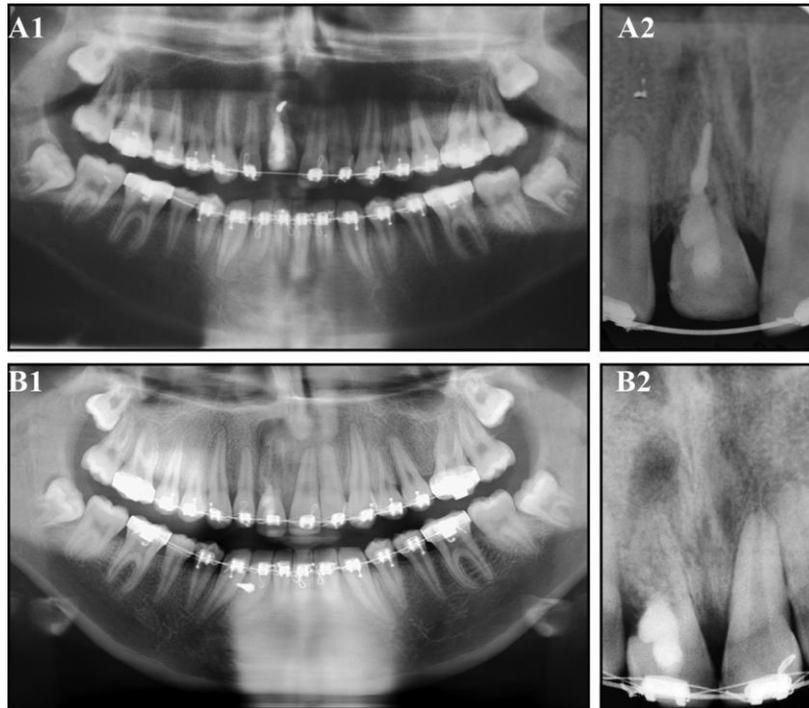


Figura 21: Radiografías del proceso de distracción alveolar donde se observa la reabsorción radicular del diente anquilosado A1)A2) ortopantomografía y radiografía periapical pre- osteotomía; B1)B2) Ortopantomografía y radiografía post-osteotomía. (Imágenes tomadas de: Senşık NE, Koçer G y Kaya BÜ., 2014).

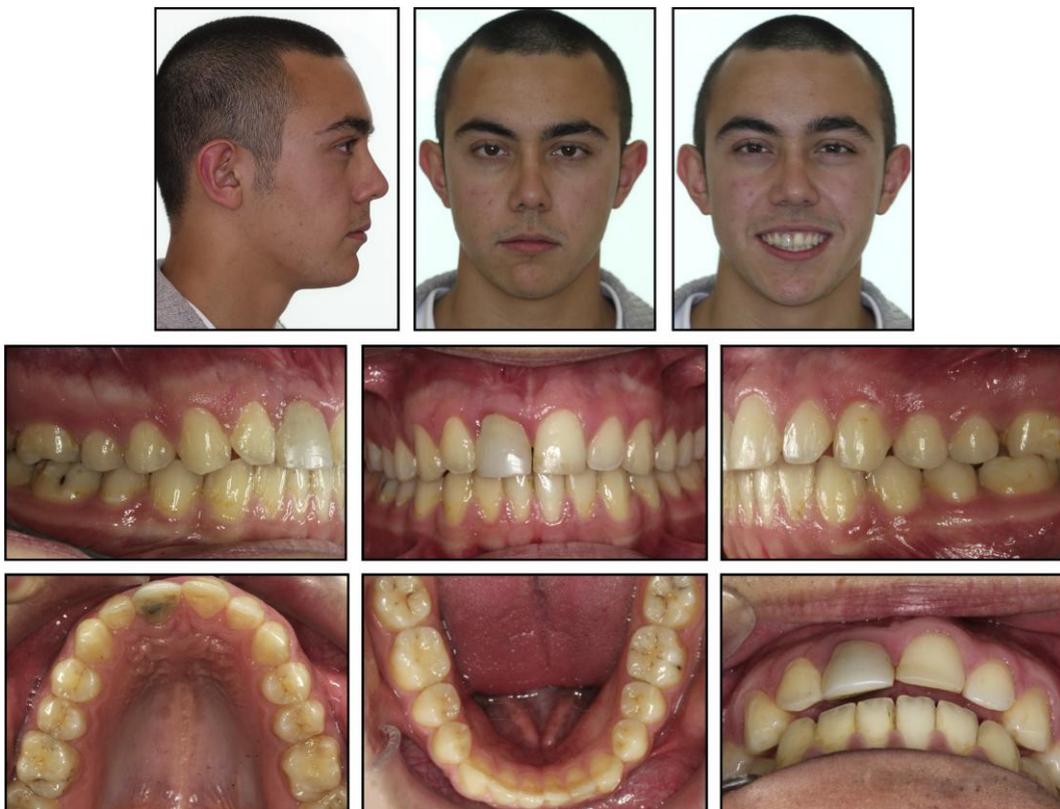


Figura 22: Fotografías intraorales y extraorales post-tratamiento. (Imágenes tomadas de: Senşık NE, Koçer G y Kaya BÜ., 2014).

7.3 Para cierre de espacios de extracciones.

En la bibliografía consultada, un estudio compara los resultados obtenidos en el tratamiento de 22 pacientes con Clase II mediante extracción de premolares superiores e inferiores⁽²³⁾. En 11 pacientes se insertan mini-implantes como anclaje esquelético para la retracción del sector anterior con muelles de sentalloy, mientras que en otros 11 se utiliza anclaje esquelético tradicional con TEX y resortes de cierre. El estudio arroja las siguientes conclusiones; el tratamiento de ortodoncia con anclaje mediante minitornillos o TEX puede lograr resultados aceptables con reducción de resalte y mejora del perfil facial en pacientes con Clase II esquelética. Sin embargo, el uso de minitornillos no requiere la cooperación del paciente para reforzar el anclaje y proporciona una mejoría significativa en el perfil facial con respecto a la mecánica de anclaje tradicional, mediante el uso combinado de la tracción extraoral con un arco transpalatino.

Como ejemplo de la mecánica, se relata el caso de una paciente de 30 años de edad, cuyo motivo de consulta fue su perfil facial convexo con marcada protrusión labial. Tenía una maloclusión de Clase II con un resalte de 10 mm, sobremordida y sonrisa gingival. El análisis cefalométrico indicaba Clase II esquelética con deficiencia mandibular y proinclinación significativa de incisivos superiores⁽²⁴⁾.



Figura 23: Registros pre-tratamiento.
(Imagen tomada de: Zhang N., Bai Y., y Li S., 2012).

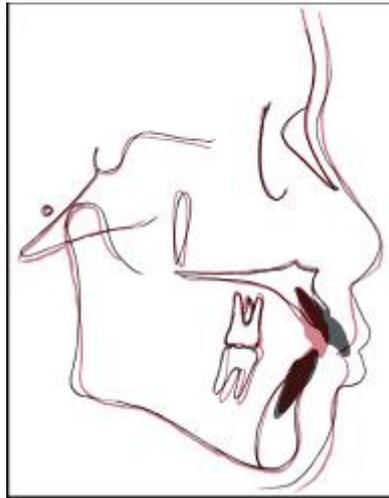


Se decide extraer los primeros premolares maxilares y mandibulares y los terceros molares inferiores y se insertan microtornillos en el hueso alveolar vestibular a nivel de los segundos premolares superiores y los primeros molares. Después de la nivelación y alineación inicial, se utilizan arcos de alambre de acero inoxidable rectangular 0,019 x 0,025 para cerrar los espacios de extracción con mecánica de deslizamiento y elásticos de clase II.

Después de 20 meses de tratamiento, se logra Clase I canina y molar bilateral, resalte y sobremordida adecuada. Para la retención, el paciente recibió instrucciones de llevar retenedores removibles 24 horas al día durante el primer año y sólo por las noches en el siguiente año. 2 años después de finalizar el tratamiento, la paciente seguía con una oclusión estable y con armonía en su perfil facial.



*Figura 24 : Registros post-tratamiento.
(Imagen tomada de: Zhang N., Bai Y., y Li S., 2012).*

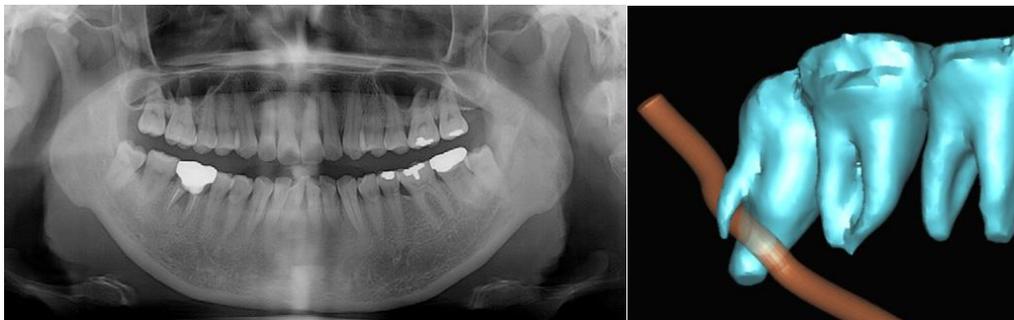


*Figura 25: Superposiciones cefalométricas: pre-tratamiento, línea negro; post-tratamiento, línea roja.
(Imagen tomada de: Zhang N., Bai Y., y Li S., 2012).*

7.4 Intrusión y extrusión rápida de dientes unitarios.

➤ *Extrusión rápida de dientes unitarios.*

Se presenta el caso de una mujer de 31 años de edad con dolor intermitente a nivel del cordal inferior izquierdo ⁽²⁵⁾. La radiografía panorámica reveló impactación vertical de ambos cordales inferiores y una tomografía computarizada mostró que el cordal izquierdo tenía 4 raíces y el nervio alveolar inferior discurría entre las raíces vestibulares y linguales.



*Figura 26: Pruebas radiológicas que confirman impactación de cordales y relación existente con el nervio alveolar inferior.
(Imágenes tomadas de: Park, W. y cols, 2010).*

Para facilitar la exodoncia sin dañar al nervio, se inserta un minitornillo en la cortical bucal entre el primer molar y segundo premolar para lograr máximo anclaje esquelético. Se coloca una banda en el segundo molar izquierdo y cementan brackets pasivos hasta el segundo premolar. Se realiza la exposición quirúrgica del diente impactado y se procede a la nivelación con alambre 0,16 de NiTi. A los 5 meses post-cirugía y después de la nivelación, se coloca un resorte de acero inoxidable de 0,16 x 0,22 para permitir la

extrusión más activa del cordal. Tras 9 meses se programa la exodoncia con anestesia local y sin complicaciones.

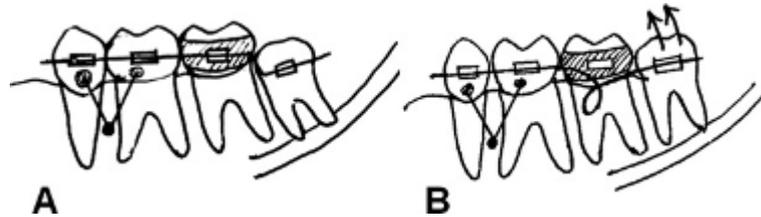


Figura 27: Se inserta un minitornillo para máximo anclaje esquelético. A) alambre de níquel-titanio para nivelar B) resorte para extrusión activa.

(Imágenes tomadas de: Park, W. y cols, 2010).

➤ *Intrusión rápida de dientes unitarios.*

Los pacientes adultos suelen presentar uno o más molares extruidos debido ausencias dentarias en el arco antagonista, hecho que dificulta la colocación de restauraciones protésicas por la falta de espacio protético. El siguiente caso ⁽²⁶⁾ muestra la intrusión efectiva de un molar inferior utilizando como anclaje dos minitornillos entre las raíces de los primeros y segundos molares mandibulares izquierdos, uno en vestibular y otro en lingual. Un alambre de 0.036 "de acero inoxidable se cementa en la cara oclusal de ambos molares. En el segundo molar el material compuesto con el que se cementa interfiere en la oclusión, a modo de tope oclusal, lo que permite la intrusión de esa pieza. Un elástico intermaxilar (1/4 ", 5 oz) se hace pasar del microimplante vestibular al lingual por encima de las caras oclusales y se cambia una vez al día.



Figura 28: La aplicación de fuerzas intrusivas mediante elásticos intermaxilares insertados a minitornillos.

(Imágenes tomadas de: Bae, S., & Kyung, H., 2006).

Seis meses más tarde los molares habían sido intruídos suficientemente como para permitir restauraciones superiores implantoportadas.

Un estudio reciente evalúa el éxito clínico de un método para la intrusión molar con minitornillos y sus posibles efectos secundarios ⁽²⁷⁾. A diez mujeres con primeros molares superiores sobreerupcionados se les coloca dos minitornillos en mesial de los primeros molares superiores, uno en palatino y otro en vestibular. Desde ellos y con la

ayuda de un resorte de TMA 0.017 x 0.25 se aplica 100 g de fuerza (50 g cada lado). La intrusión molar y la reabsorción radicular apical externa se evalúa mediante radiografías periapicales, siendo el valor medio de la intrusión tras el tratamiento de $2,1 \pm 0,9$ mm y la reabsorción radicular de $0,3 \pm 0,2$ mm en la raíz palatina y $0,4$ mm en la raíz mesiovestibular y distovestibular, lo cual fue estadísticamente pero no clínicamente significativo.

7.5 Enderezamiento de molares superiores o inferiores.

En la mecánica de enderezamiento molar o distalización puede utilizarse el anclaje de manera indirecta, manteniendo el sector anterior estable o bien de forma directa traccionando desde el anclaje.

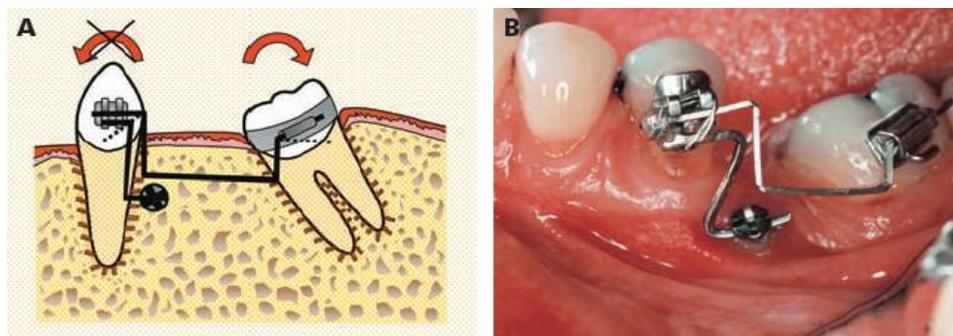


Figura 29: Enderezamiento molar con anclaje indirecto. A: esquema. B: foto intraoral (Imágenes tomadas de: Molina A., Población M. y Díez-Cascón M., 2004).

Se explica una opción sencilla, rápida y estética para el enderezamiento de segundo molar inferior mesializado, debido a la ausencia de un primer molar inferior, utilizando un único minitornillo para anclaje directo en la zona retromolar (a 5 mm del segundo molar). Se cementan tres botones: en la cara labial, lingual y mesial del segundo molar donde se insertarán cadenas elásticas que a su vez están unidas con una ligadura de acero inoxidable a la cabeza minitornillo⁽²⁸⁾.



Figura 30: Fotografías intraorales pre-tratamiento, durante el tratamiento y post-tratamiento con rehabilitación implantosoportada en ausencia dentaria.

(Imagen tomada de: Greco, M., Meddis, V. y Giacotti, A., 2012).

La tracción simultánea del botón labial y lingual produce distalización y el movimiento de enderezamiento que la rotación indeseable del molar. El elástico conectado al botón mesial, pasando por evita encima de la superficie oclusal del molar, favorece la intrusión necesaria debido a la diferencia de altura entre la corona molar y el minitornillo.

7.6 Desimpactación de piezas dentales.

Nienkemper M. y cols. recogen en su artículo varios casos clínicos en los que se utilizan mini-implantes Benefit con pilares intercambiables, colocados en la parte anterior del paladar para servir como anclaje para la extrusión y la alineación de los dientes impactados y evitar que las fuerzas de reacción afecten al resto de la arcada⁽²⁹⁾.

➤ *Implante Individual: Anclaje directo.*

Los autores sostienen que esta mecánica simple se emplea generalmente para la extrusión de un solo diente impactado, puesto que los implantes con diámetros más amplios tienen mayor estabilidad.

Paciente varón de 9 años de edad con incisivo central superior derecho impactado, se le inserta en la zona anterior del paladar un mini-implante de 2,3 mm × 9 mm ó 2,3 mm × 11 mm. Este mini-implante tiene una cabeza con forma de bracket, donde se liga un arco seccional de TMA 0.016 "x 0.022" , que a su vez se une con una ligadura a un botón con una cadena de oro cementado en el diente expuesto previamente por cirugía. La deflexión del seccional TMA genera fuerzas extrusivas que permiten la erupción del incisivo.

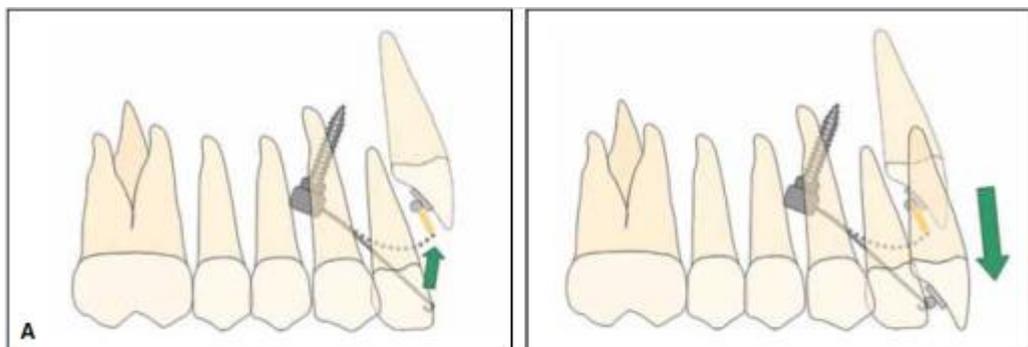




Figura 31: *Implante individual: anclaje directo.*

A) Seccional de TMA 0.016 "x 0.022" TMA con curva de activación ligado a la cabeza con forma de bracket del mini-implante y unido a la cadena de oro unido al diente impactado. B) Paciente con incisivo central superior impactado antes del tratamiento. C) Después de la exposición del incisivo central impactado, colocación del mini-implante con el seccional de TMA. D) Paciente después de ocho meses de extrusión de los incisivos.

(Imágenes tomadas de: Nienkemper M. y cols., 2012).

➤ *Mini-implantes tándem: Anclaje directo.*

En casos de mayor necesidad de anclaje, se pueden emplear dos mini-implantes de 2 mm de diámetro conectados entre sí mediante una conexión estable. La unión se puede realizar mediante resina compuesta, aunque esto puede fallar cuando se les somete a fuerza. Una solución mejor sería ligarlos a un seccional de alambre o soldar con láser un seccional de acero inoxidable a ambos pilares. También es posible el uso de una placa rígida tipo Beneplate. Al sistema se le puede incluir o bien un bracket o una ligadura de 0.031" para poder unir un alambre superelástico.



Figura 32: *Mini-implantes Tándem: anclaje directo.*

A) Paciente varón de 53 años de edad con tercer molar superior izquierdo retenido y ectópico. B) Dos mini-implantes unidos por una placa Beneplate y seccional C) Paciente después de siete meses de la extrusión del tercer molar.

(Imágenes tomadas de: Nienkemper M. y cols., 2012).

➤ *Mini-implante individual: Anclaje molar indirecto.*

Paciente varón de 8 años de edad, con un incisivo central superior impactado y excesivamente vestibularizado. Para evitar la inclinación mesial y la intrusión de los molares durante la extrusión del diente anterior, se fabrica una *barra transpalatina triangular* de acero inoxidable de 0.043" unida al mini-implante y a las bandas de los molares superiores para crear anclaje esquelético. La

porción transversal de la barra palatina evita la inclinación bucal o palatina de los molares, lo que resulta en la completa inmovilización de estos dientes. Si un diente está vestibularizado, la fuerzas deben aplicarse desde vestibular, para ello un arco de TMA 0,016 "x 0,022" se inserta en las bandas de los primeros molares.

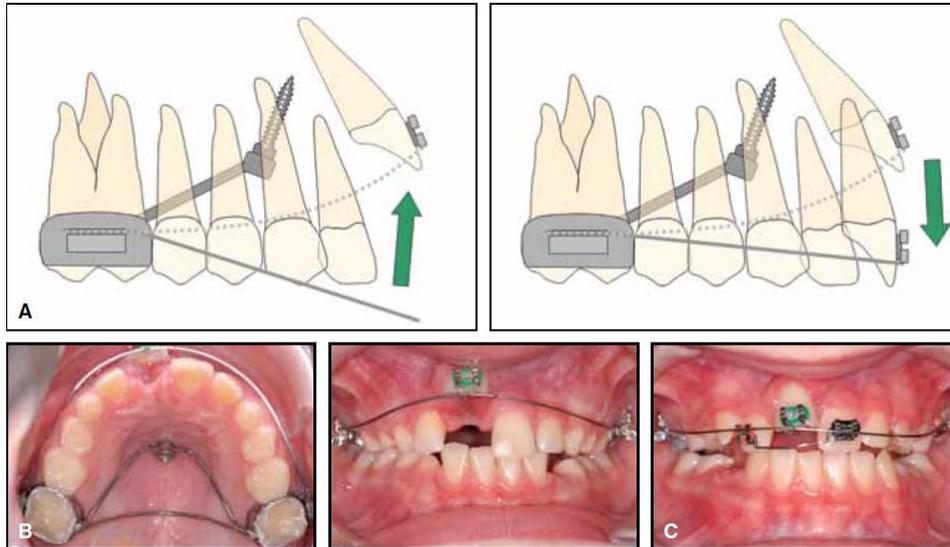


Figura 33: Mini-implante individual: anclaje molar indirecto.

A) arco TMA de 0.016 "x 0.022" insertado en las bandas de los primeros molares. B) barra transpalatina triangular de acero inoxidable de 0.043" unida al mini-implante y a las bandas de los molares superiores. C) Paciente tras nueve meses de la extrusión de los incisivos.

(Imágenes tomadas de: Nienkemper M. y cols., 2012).

Ajuste de los vectores de fuerza: Mediante la variación de la longitud del alambre o la pre activación en dirección mesial o distal, la línea de fuerza se puede adaptar a una situación clínica individual. Para extruir un incisivo central superior, se aplica una fuerza de 20 cN; para la extrusión de un canino superior 25 cN.

Paciente de sexo femenino de 14 años de edad, con canino superior derecho impactado por palatino y el canino superior izquierdo erupcionando por vestibular. La posición del canino derecho había llevado a la reabsorción radicular del incisivo central y lateral, lo que les condenó a la posterior exodoncia.

Se colocan dos mini-implantes con cabeza de bracket en la zona anterior del paladar y se liga un seccional de TMA 0.016 "x 0.022" que, primeramente, se le da una activación distal para traccionar del canino impactado en esa dirección y evitar mayores daños a raíz de los incisivos. Posteriormente se

coloca otro seccional de TMA 0.016 "x 0.022" para favorecer la extrusión del canino. Cuando se produjo la erupción del canino superior derecho, se realiza la exodoncia de los incisivos central y lateral derechos y los izquierdos son desplazados a sus posiciones; el canino derecho y izquierdo se alinean en el arco. Además se cementa un Beneslider para distalar los molares y lograr la corrección de la clase II dental.

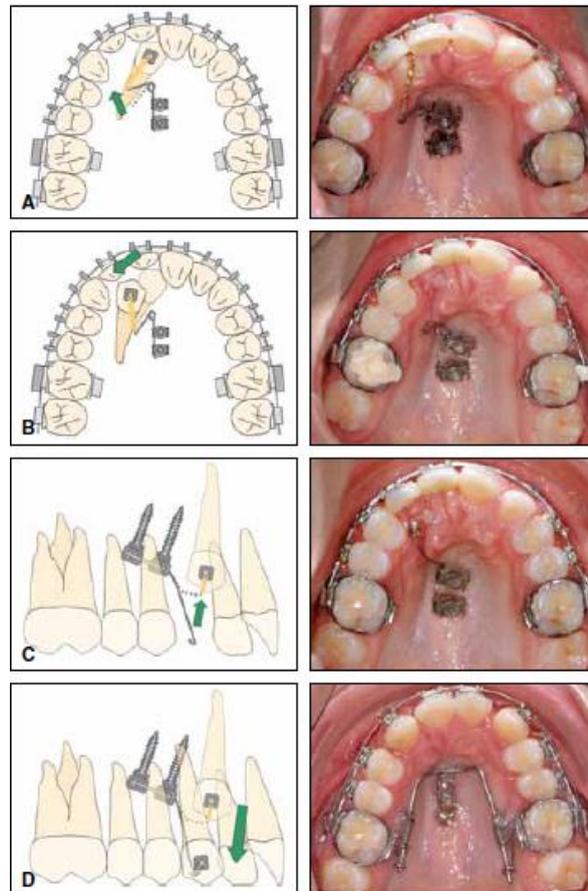


Figura 34: Variación del vector de fuerza.

A) Seccional de TMA 0.016 "x 0.022" activado para crear tracción distal. B) Paciente después de tres meses de la tracción canina distal. C) Segundo alambre colocado para crear la fuerza extrusiva. D) Paciente después de 20 meses de tratamiento con Beneslider.

(Imágenes tomadas de: Nienkemper M. y cols., 2012).

7.7 Corrección de planos oclusales asimétricos.

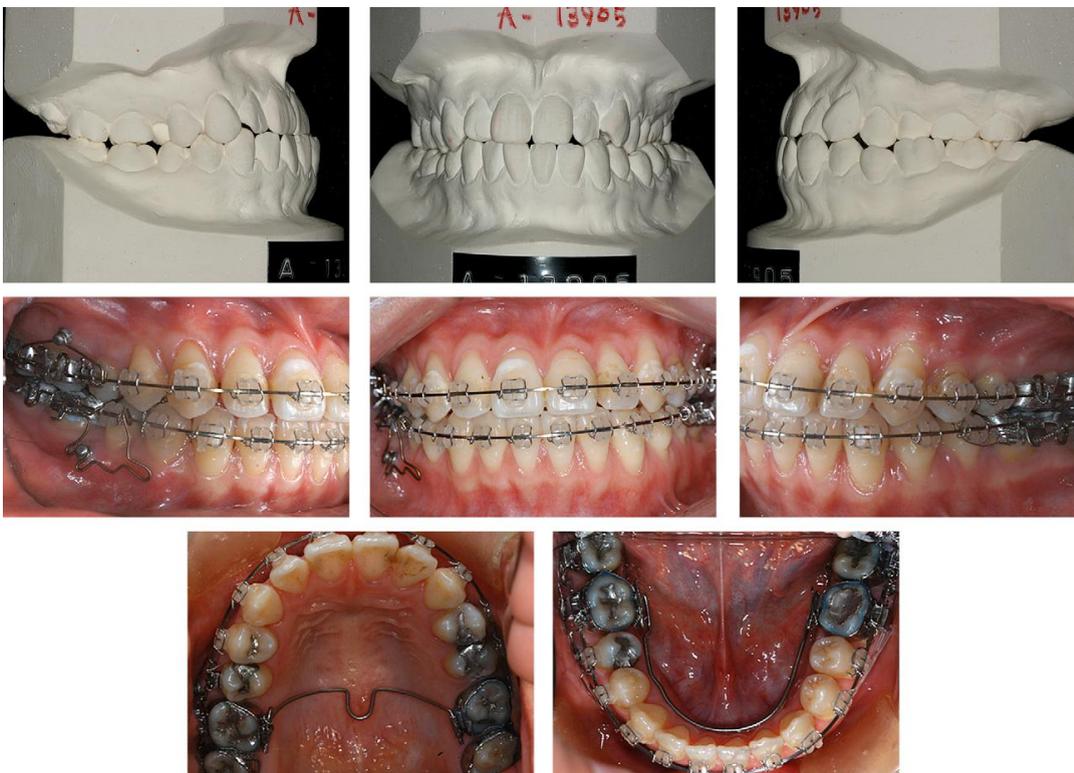
La corrección de un plano oclusal con microtornillos es un objetivo predecible. Los microtornillos se colocan entre los incisivos laterales superiores y los caninos o entre los caninos superiores y los bicúspides de la arcada maxilar y entre los laterales y caninos de la arcada mandibular con el fin de intruir los caninos y laterales extruidos en el lado inclinado ⁽¹⁰⁾. Durante los movimientos intrusivos, es muy importante centrar los

microtornillos entre las raíces de los dientes que van a ser intruídos para evitar las interferencias entre los dientes y el tornillo.



*Figura 35: Paciente con plano oclusal inclinado tratado mediante intrusión con microimplantes.
(Imágenes tomadas de: Velo S. y Carano A., 2004).*

En la bibliografía revisada *Kang y cols.* proponen un novedoso sistema para corregir anomalías del plano oclusal mediante la publicación de un caso clínico de una mujer de 20 años de edad, con clase III esquelética con asimetría facial y plano oclusal posterior inclinado ⁽³⁰⁾. Las relaciones oclusales eran clase II molar y clase I canina derecha y clase III molar y canina izquierda. En el análisis intraoral se observa apiñamiento superior moderado, mordida borde a borde anterior y mordida cruzada posterior izquierda. La paciente rechaza el tratamiento con cirugía o extracciones de premolares.



*Figura 36: Registros pre-tratamiento de la paciente.
(Imágenes tomadas de: Kang, Y. G., Nam, J. H. y Park, Y. G. 2010).*

Tras distalar los molares con anclaje absoluto con mini-implantes para mejorar la relación sagital, alinear y nivelar, se desenmascaró el canteo oclusal posterior, mostrándose en sonrisa una diferencia aparente en la altura de la encía de ambos lados. Se colocan minitornillos entre el segundo premolar y primer molar derecho superior e inferior. Un “*arco rhythmic*” de intrusión se coloca en los dientes posteriores superiores derechos, y un “*arco rhythmic*” de extrusión en los inferiores. Además, se colocaron una barra transpalatina y un arco lingual para controlar el torque de los dientes.



Figura 37: Fotos de sonrisa de la paciente previa al tratamiento, a mitad de tratamiento y post-tratamiento. (Imágenes tomadas de: Kang, Y. G., Nam, J. H. y Park, Y. G. 2010).

El “*arco rhythmic*” de intrusión está confeccionado en alambre beta-titanio rectangular (0,019 x 0,025). Se coloca en el fondo de vestíbulo y, por lo general, se extiende desde el primer premolar hasta el segundo molar. En sus extremos tiene unos ganchos que permiten la unión al arco base. Esta unión dependerá de las necesidades del clínico según sea necesario aplicar la fuerza, además permite variar la fuerza de intrusión sin la sustitución del minitornillo. Éste debe tener una muesca en la cabeza para colocar el arco de la intrusión, también se podría ligar con un anillo elastomérico.

0.019 X 0.025 TMA



Figura 38: “*arco rhythmic*” de intrusión.

(Imágenes tomadas de: Kang, Y. G., Nam, J. H. y Park, Y. G. 2010).

El “*arco rhythmic*” de extrusión siempre se coloca el arcada antagonista, está hecho de alambre de acero inoxidable 0,16” (o de cromo-cobalto con tratamiento térmico). Tiene forma de trébol con una escotadura superior que permite alojar la cabeza minitornillo y en los extremos un hook para la fijación al arco base. La activación se consigue mediante la manipulación de los bucles horizontales.

Estos dos arcos deben utilizarse al mismo tiempo para mantener la integridad de los contactos oclusales y siempre después de haber conseguido la alineación, nivelación y el espacio suficiente. El arco base debe ser de acero inoxidable rectangular para facilitar el control y que éste sea más predecible.

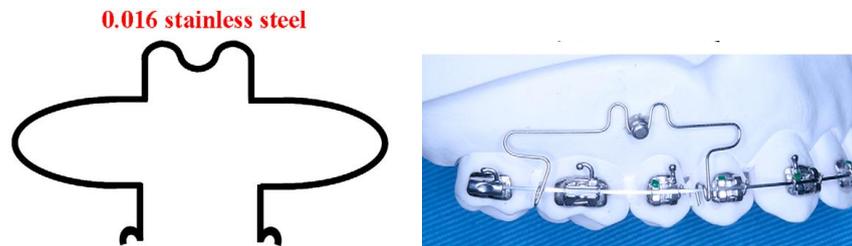


Figura 39: “Arco rhythmic” de extrusión.

(Imágenes tomadas de: Kang, Y. G., Nam, J. H. y Park, Y. G.. 2010).

El período de tratamiento activo total fue de 28 meses. Las superposiciones cefalométricas pre-tratamiento y post-tratamiento mostraron reducciones de la diferencia en la altura vertical de los molares derecha e izquierda.

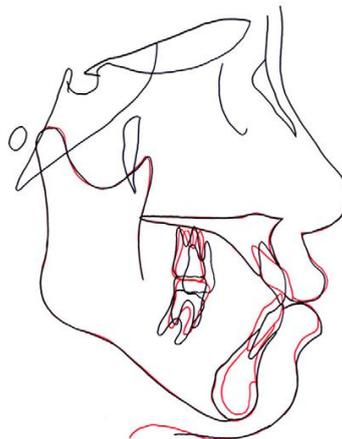


Figura 40: Superposición de los trazados cefalométricos pre (negro) y post-tratamiento (rojo).

La diferencia en la altura vertical de los molares se redujo principalmente por la intrusión sin cambios notables en la posición mandibular.

(Imágenes tomadas de: Kang, Y. G., Nam, J. H. y Park, Y. G.. 2010).

7.8 Corrección de líneas medias.

Feng y cols. trataron a una adolescente de 14 años, con asimetría facial, mentón desviado a la izquierda y línea media inferior desviada correspondientemente ⁽³¹⁾. La paciente tenía una relación de clase III molar bilateral, oclusión anterior de borde a borde y mordida cruzada posterior en el lado izquierdo.



*Figura 41: Fotografías intraorales y extraorales pre-tratamiento.
(Imágenes tomadas de: Feng X., Yang Z., Dai J. y Li R.; 2014).*

En la etapa inicial del tratamiento se realizó una expansión maxilar rápida, seguida de tracción con máscara facial para inducir el crecimiento del maxilar. Después de seis meses de tratamiento ortopédico, la mordida cruzada posterior se corrigió, pero las líneas medias no eran coincidentes, para lo cual se colocaron minitornillos bilaterales en la región bucal, entre las raíces de los primeros y segundos molares inferiores. Se tracciona mediante muelles cerrados, que van desde los minitornillos hasta unos vástagos metálicos situados a mesial de los caninos. El minitornillo de la derecha fracasó después de ocho semanas, por lo que se vuelve a insertar entre el segundo premolar y el primer molar inferior.

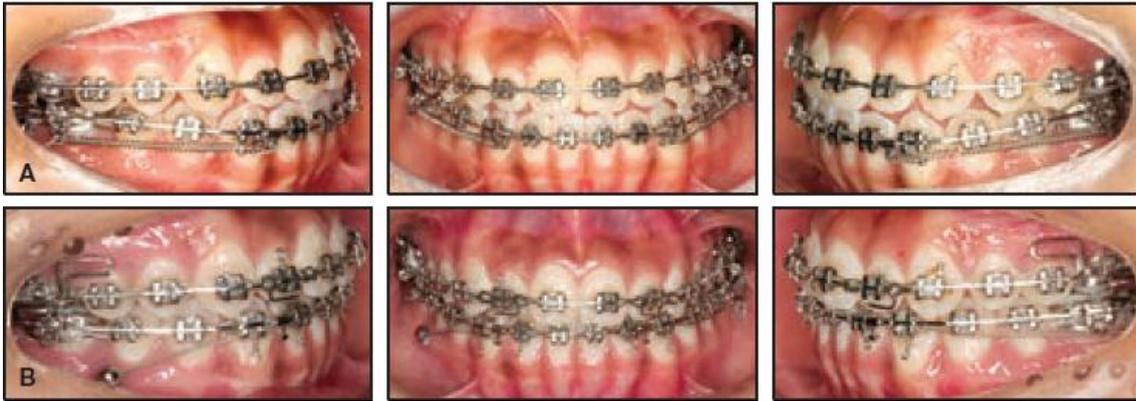


Figura 42: A. Líneas medias permanecen no coincidentes después de seis meses de tratamiento. B. El resalte y la sobremordida aumentaron significativamente y las líneas medias coinciden después de seis meses de la activación en el lado izquierdo y nueve meses de la derecha, usando minitornillos para la retracción.

(Imágenes tomadas de: Feng X., Yang Z., Dai J. y Li R.; 2014).

Después de seis meses de la activación en el lado izquierdo y tres meses más a la derecha, las líneas medias eran coincidentes y el resalte y sobremordida habían aumentado considerablemente. La desviación esquelética se mantuvo, con la barbilla todavía desplaza hacia la izquierda.



Figura 43: Fotografías intraorales y extraorales 25 meses post-tratamiento.

(Imágenes tomadas de: Feng X., Yang Z., Dai J. y Li R.; 2014).

7.9 Intrusión tanto anterior como posterior, en sobremordidas o mordidas abiertas anteriores.

El anclaje con mini-implantes es especialmente útil para la intrusión de los dientes, los resultados que se obtienen son espectacularmente rápidos en comparación con el tratamiento habitual multibrackets, permite aplicar fuerzas bajas, continuas sin causar movimientos recíprocos de otros dientes. La colocación de unos microtornillos en vestíbulo entre las raíces de los laterales y caninos proporciona un apoyo para trabajar con arcos completos o seccionales⁽¹⁴⁾.

➤ *Intrusión de incisivos en casos de sobremordida profundas.*

Para *Lorente* el lugar idóneo de colocación del microtornillo en la arcada superior es entre el lateral y el canino, en la zona convexa del proceso alveolar⁽³²⁾. Para ello, se aprovechará la inclinación distal natural de la raíz del canino. Se debe tener en cuenta, a la hora de colocar la bracket del lateral, que su posición se desea modificar para anular la inclinación distal de su raíz.

Ishihara y cols. publican en 2012 un caso de una mujer de 22 años y 9 meses, con clase II subdivisión I, con resalte de 8.3 mm y sobremordida de 5.1 mm. causada por la extrusión de incisivos inferiores lo que determina una curva de Spee muy marcada⁽³³⁾.



*Figura 44: Fotografías intraorales pre-tratamiento.
(Imágenes tomadas de: Ishihara Y. y cols., 2013).*

Tras la exodoncia de los primeros bicúspides inferiores se colocan mini-implantes en las zonas de extracción, con el objetivo retraer en masa el sector anterior. Tras la fase de nivelación de los dientes anteroinferiores, se coloca un arco de utilidad de Elgiloy 0,016

x 0,022 ligado a los mini-implantes. Cadenetas elásticas se unen al arco de utilidad y al arco seccional que va de canino a canino y se aplica una fuerza intrusiva continua de 50g.

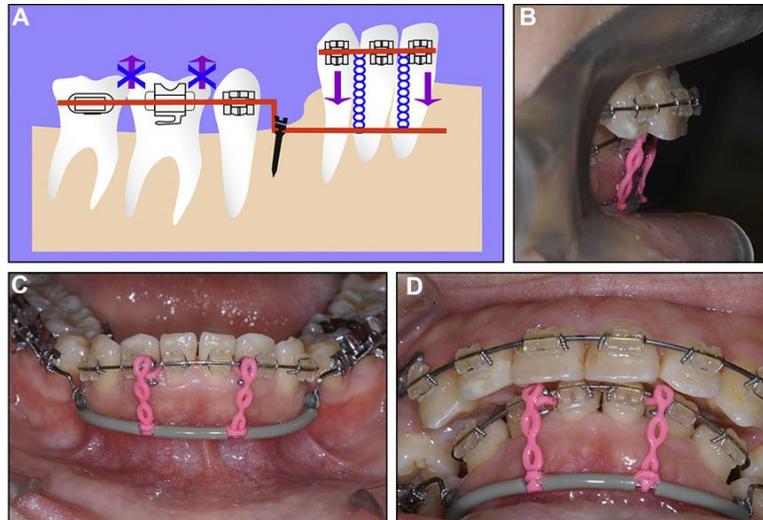


Figura 45: A) Ilustraciones esquemáticas de la utilización de anclaje indirecta con minitornillos para la intrusión de incisivos inferiores sobreerupcionados; B-D, fotografías intraorales tomadas durante la intrusión de los incisivos inferiores. (Imágenes tomadas de: Ishihara Y. y cols., 2013).

Después del procedimiento los incisivos inferiores se intruyeron un total de 6,5 mm, sin causar efectos indeseados al resto de los dientes. Los implantes fueron removidos a los ocho meses y la duración total del tratamiento fue de 42 meses.



Figura 46: Fotografías intraorales pre-tratamiento. (Imágenes tomadas de: Ishihara Y. y cols., 2013).

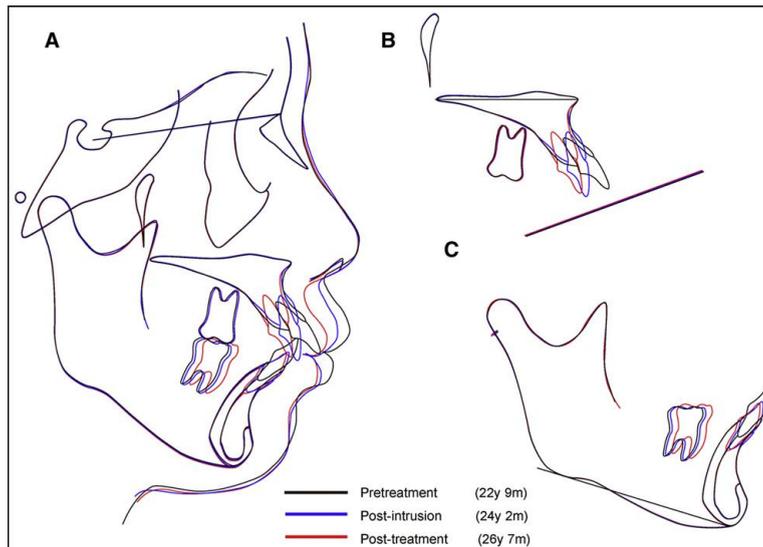


Figura 47: Superposiciones cefalométricas que muestran los cambios desde el pre-tratamiento hasta el post-tratamiento. (Imágenes tomadas de: Ishihara Y. y cols., 2013).

➤ **Intrusión de molares en casos de mordidas abiertas.**

La intrusión molar con la ayuda del anclaje absoluto permite actuar de manera vertical sobre el molar y solucionar problemas de planos oclusales y mordidas abiertas leves. Se pueden intruir dientes de manera individual o bien en grupo. La aplicación de fuerzas únicamente en la cara vestibular produce una vestibulización de la pieza, lo que hace necesario el uso de aparatología de anclaje o bien de un segundo minitornillo por lingual o palatino.

La intrusión de molares superiores posterrota el plano oclusal superior, con una mayor proyección del mentón y una reducción del ANB (tendencia a Clase III). La intrusión de molares inferiores anterrota el plano oclusal inferior. La intrusión de ambos molares (superiores e inferiores) mantiene la rotación del plano oclusal.

En 2013 Yanagita publica un caso clínico que ilustra el uso de minitornillos para tratar a una paciente de 36 años con una mordida abierta causada por fracturas condilares mandibulares bilaterales (overbite de -4mm.), con Clase II molar, overjet de 5.2 mm. y línea media mandibular desviada 2 mm. a la derecha con respecto a la maxilar. El análisis cefalométrico mostró una relación esquelética Clase II ⁽³⁴⁾.



*Figura 48: Fotografías intraorales pre-tratamiento.
(Imágenes tomadas de: Yanagita, T. y cols., 2013).*

El tratamiento se llevó a cabo mediante el uso de minitornillos como anclaje, situados en las zonas bucales entre el primer y el segundo molar superior, sin extracción de premolares y sin cirugía. La intrusión molar se realiza mediante cadenas elastoméricas y se usan coils cerrados para el movimiento distal. Se colocó arco lingual en los primeros molares mandibulares para anclaje inferior.





Figura 49: Fotografías intraorales: A) inicio del tratamiento; B) 8 meses más tarde; C) 16 meses más tarde; D) 24 meses más tarde; E) 32 meses más tarde.

(Imágenes tomadas de: Yanagita, T. y cols., 2013).

El tiempo total de tratamiento fue de 33 meses. Se logró una relación molar Clase I, con resalte y sobremordida ideal y buena apariencia facial. A pesar de que la intrusión molar a menudo conduce a la posterrotación mandibular, en este caso, la mandíbula se movió hacia delante y hacia arriba, probablemente causado por las fracturas condilares del paciente y la posterior remodelación.



Figura 50: Fotografías intraorales post-tratamiento.

(Imágenes tomadas de: Yanagita, T. y cols., 2013).

18 meses post-tratamiento se observa una ligera recidiva. Los molares superiores se habían intruido 3,5 mm y se distalaron 3,5 mm durante el tratamiento, pero a los 18 meses después del tratamiento, las proyecciones cefalométricas mostraron 0,9 mm de



recaída vertical y 2,2 mm de recaída horizontal. Esto demuestra que las fracturas condilares podrían tener una influencia limitada sobre el tratamiento de la mordida abierta mediante anclaje absoluto y su estabilidad. A los 18 meses después del tratamiento, el resalte aumentó a 3,5 mm, y la sobremordida se redujo a -0,5 mm.



Figura 51: Fotografías intraorales post-tratamiento. A) 6 meses después del tratamiento B) 18 meses después del tratamiento. (Imágenes tomadas de: Yanagita, T. y cols., 2013).

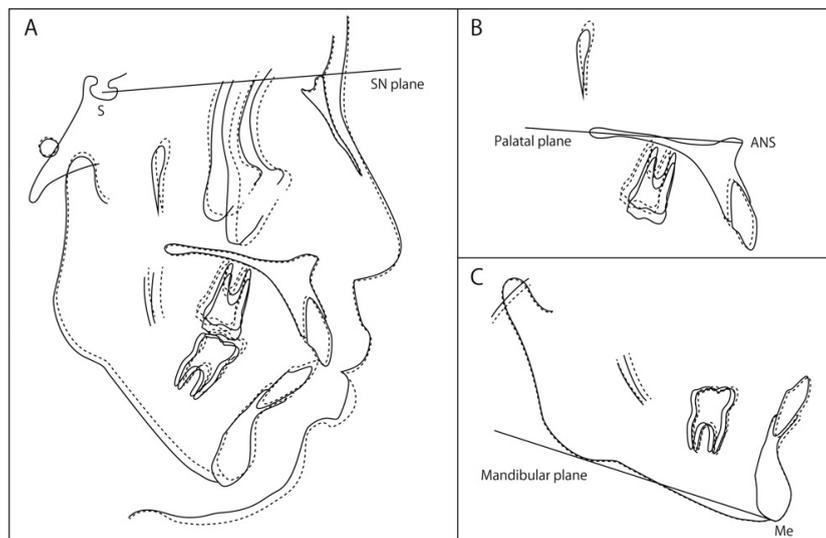


Figura 52: Superposición cefalométrica pre-tratamiento (línea continua) y después del tratamiento (línea punteada). (Imágenes tomadas de: Yanagita, T. y cols., 2013).

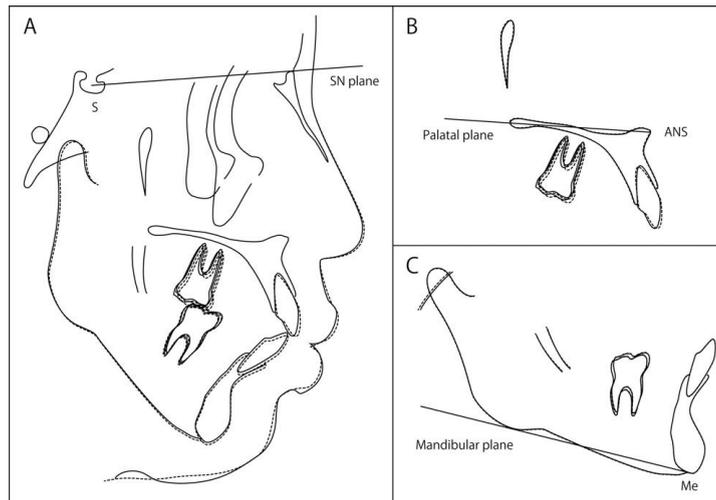


Figura 53: Superposición cefalométrica post-tratamiento (línea continua) y 18 meses después del tratamiento (línea punteada). (Imágenes tomadas de: Yanagita, T. y cols., 2013).

7.10 Asociados con otras aparatologías, incluida técnica lingual e invisaling.

➤ Aparatología lingual.

Los microimplantes pueden utilizarse con éxito como elementos auxiliares en diferentes aparatologías, incluidas la técnica lingual como muestra un artículo de 2011, donde se presenta una paciente con una maloclusión de Clase III, mordida lateral abierta, desviación de línea media y apiñamiento severo. A la dificultad del caso se añade que la paciente requería brackets linguales superiores por motivos estéticos. En consecuencia, tras realizar exodoncias de 3 premolares y 4 cordales, se utilizan como anclaje minitornillos en la zona retromolar para enderezar los molares inferiores y mejorar tanto la oclusión y la estética facial en una paciente con Clase III esquelética al distalizar la arcada inferior. Para corregir la línea media maxilar, se implantó un minitornillo en la zona bucal derecha tras el cierre del espacio de extracción. Después del tratamiento, los incisivos inferiores se movieron en sentido distal, los molares inferiores fueron enderezados significativamente, y se logró una aceptable oclusión de Clase I con buena intercuspidación⁽³⁵⁾.



Figura 54: Registros pre-tratamiento.
(Imágenes tomadas de: Yanagita, T. y cols., 2011).



Figura 55: Registros post-tratamiento.
(Imágenes tomadas de: Yanagita, T. y cols., 2011).

➤ **Disyuntor.**

Para el tratamiento de una Clase III, *Seo y cols.* utilizan un disyuntor acrílico como anclaje esquelético soportado por cuatro mini-implantes colocados en el paladar, 8 mm apical a la cresta alveolar: dos entre los caninos y primeros premolares y los otros dos entre los segundos premolares y primeros molares. El tornillo se activa una vez al día (0,25 mm/día) durante 6 semanas. La separación de la sutura media palatina se evaluó clínicamente por la aparición del diastema interincisivo y se calculó mediante tomografía computarizada de haz cónico, resultando en un incremento de 5,08 mm en anchura transversal, con sólo 0.98° de inclinación bucal de los dientes posteriores y 1.98° de inclinación bucal del hueso alveolar ⁽³⁶⁾.

Elásticos de Clase III se usaron durante 5 meses bilateralmente y otros 6 meses de manera unilateral en el lado derecho, anclándose en los molares superiores que se unían al disyuntor acrílico proporcionando anclaje absoluto a través de los mini-implantes.



Figura 56: Disyuntor para expansión maxilar y su utilización como anclaje esquelético indirecto.

A) La expansión maxilar se logró con éxito, véase diastema interincisivo. B) Alineación y nivelación con brackets y estabilización de la expansión. C) Primeros molares superiores unidos a la disyunción para anclaje absoluto indirecto con elásticos de Clase III.

(Imágenes tomadas de: Seo, Y. J. y cols., 2015).

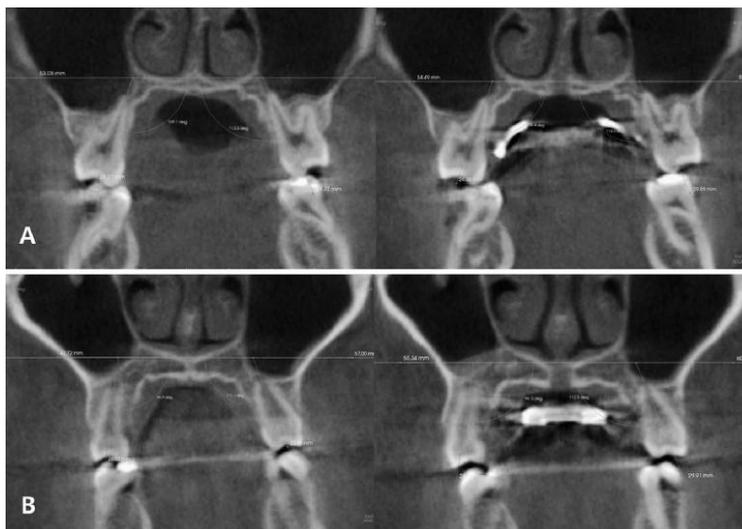


Figura 57: Imágenes de tomografía computarizada de haz cónico antes y después de la expansión maxilar. La expansión se produjo con mínima inflexión de los dientes y el hueso alveolar. (A) En el primer molar superior. (B) En el segundo premolar superior (foto izquierda; antes de la expansión, foto derecha; después de la expansión).

(Imágenes tomadas de: Seo, Y. J. y cols., 2015).

➤ **Pendulum.**

Hilgers ilustra la retracción anterior en masa usando anclaje esquelético directo e indirecto después de la distalización molar con la asociación del Péndulum y TAD'S para la corrección de la maloclusión de clase II y mordida profunda. Esta combinación la denomina como PIT (Pendulum-Integrated TADs)⁽³⁷⁾.

Paciente de 13 años, con patrón braquifacial, maloclusión de clase II severa, división 1° y mordida profunda. El plan de tratamiento implicaba el uso de un Pendex para expandir el arco superior y distalizar los molares. Los mini-implantes se colocan en los amplios espacios abiertos a mesial de los primeros molares superiores. La retracción en masa se logra con resortes de níquel titanio que traccionan desde los mini-implantes a los hooks colocados sobre un arco de utilidad. El tiempo total de tratamiento fue de 26 meses.



*Figura 58: Fotografías intraorales pre-tratamiento.
(Imágenes tomadas de: Hilgers, J. J. y cols., 2012).*



*Figura 59: Distalización y expansión lograda con Pendex.
(Imágenes tomadas de: Hilgers, J. J. y cols., 2012).*



*Figura 60: Retracción del sector anterior con muelles de NiTi y anclaje esquelético.
(Imágenes tomadas de: Hilgers, J. J. y cols., 2012).*



*Figura 61: Fotografías intraorales pre-tratamiento.
(Imágenes tomadas de: Hilgers, J. J. y cols., 2012).*



➤ **Invisalign.**

Giancotti y cols. desarrollan en 2014 una técnica híbrida para el tratamiento de la mordida abierta, combinando Invisalign® y dispositivos fijos parciales con minitornillos colocados a mesial de cada primer molar superior⁽³⁸⁾.

Cementan con resina compuesta un seccional de acero 0,018 "× 0,022" en la cara vestibular de los dientes posteriores, y sobre él se coloca un gancho quirúrgico a la altura del primer molar, que permite la fijación de muelles helicoidales de níquel titanio al TAD. En el ClinCheck se solicitan cortes precisos de los alineadores con el fin de acomodar los seccionales de acero, que suelen afectar a dos o tres dientes en cada lado.



*Figura 62: Seccional de acero con gancho quirúrgico.
(Imagen tomada de: Giancotti A. y cols., 2014).*

El control del torque con los alineadores es crucial, porque la aplicación de la fuerza sólo desde el lado bucal, favorece la aparición de torque labial indeseado.

El plan de tratamiento se diseñó con reducción interproximal y, si es necesario, retrusión. Intrusión posterior y extrusión anterior se evitan por las diferentes tasas de intrusión inducidos por la mecánica TAD y por los alineadores, lo que podría dar lugar a desajustes del alineador y un control del torque insuficiente.

Este método permite cerrar la mordida abierta anterior, al girar la mandíbula hacia arriba y adelante, la reducción de la altura facial y la mejora de la proyección pogonial. La corrección de la clase II se consigue únicamente por anterrotación mandibular inducida por la intrusión molar.

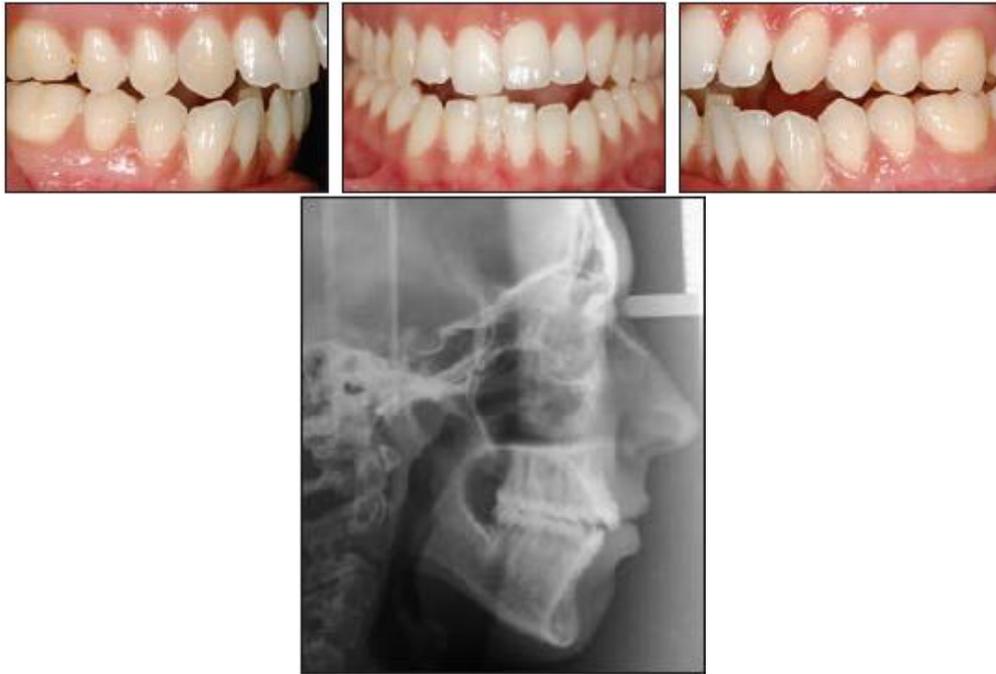


Figura 63: Registros pre-tratamiento de paciente de 21 años de edad, con leve Clase II esquelética, mordida abierta anterior y patrón esquelético hiperdivergente.

(Imágenes tomadas de: Giaccotti A. y cols., 2014).



Figura 64: combinación Invisalign® y dispositivos fijos parciales con minitornillos.

(Imágenes tomadas de: Giaccotti A. y cols., 2014).



Figura 65: Registros post-tratamiento. Fueron necesarios un total de 13 alineadores superiores e inferiores, más 10 alineadores para el refinamiento superior e inferior.

(Imágenes tomadas de: Giaccotti A. y cols., 2014).



➤ **Forsus.**

Aslan y cols. evalúan en su estudio la respuesta de las estructuras dentofaciales al Dispositivo Resistente a la fatiga Forsus (FRD) utilizando minitornillos entre el canino mandibular y primer premolar para fomentar el anclaje del arco dental mandibular (FRDMS) y comparar los resultados con un grupo en el que se utiliza FRD convencional y un grupo de control sin tratar la Clase II⁽³⁹⁾.

- **Cambios esqueléticos:** Altura facial total, altura facial inferior y altura facial posterior aumentaron en el grupo FRDMS, mientras que sólo la altura facial posterior incrementó en el grupo FRD.

- **Cambios dentoalveolares y de tejidos blandos:** En el grupo control, la extrusión de los incisivos maxilares y mandibulares era significativa. En el segmento posterior, los molares superiores se distalizan y los molares mandibulares se extruyen en el grupo FRDMS. Sin embargo, en el grupo FRD, la distalización y el tip distal de los molares superiores así como la mesialización, extrusión e inclinación mesial de los molares mandibulares fue menor pero determinante. El tip mesial de los molares inferiores en el grupo de FRD fue mayor que FRDMS y el grupo control.

En la región anterior, los incisivos superiores se retruyen, se extruyen y se retroinclinan más en el grupo FRDMS. Sin embargo, en el grupo de FRD la proinclinación los incisivos inferiores fue mayor que en los FRDMS y grupos de control. La intrusión de los incisivos inferiores en los grupos de tratamiento fue significativa en comparación con el grupo control. La rotación del plano oclusal en sentido horario fue similar en FRD y FRDMS.

El ángulo interincisal disminuyó significativamente en el grupo FRD en comparación a FRDMS y al grupo control. Tanto FRDMS y FRD mostraron una reducción significativa en el resalte y sobremordida y una mejora significativa en la relación molar. Sin embargo, la sobremordida disminuyó más en el grupo FRD en comparación con el grupo FRDMS.

La protrusión del labio inferior y el ángulo mentolabial aumentó sólo en el grupo FRD.

➤ **Herbst.**

Luzi y cols. publican un caso donde se combina anclaje esquelético mediante mini-implantes y Herbst para el tratamiento de una paciente de 14 años de edad con Clase II



esquelética por retrognatismo mandibular, maloclusión de Clase II división 1, mentón retrusivo y gran resalte, con el fin de lograr la reducción de los efectos secundarios dentoalveolares en la arcada inferior⁽⁴⁰⁾.

Después de la colocación del herbst, se insertan mini-implantes en la cortical vestibular entre las raíces de los primeros y segundos premolares inferiores. En el diseño del herbst se incluyen unos “hooks” los cuales se unen a los mini-implantes con unas ligaduras metálicas 0,012” lo que proporciona anclaje esquelético indirecto al hueso basal mandibular. El herbst se quita tras 9 meses y se cementan brackets en todos los dientes, los TADS se dejan con el fin de colocar elásticos intermaxilares para prevenir la recaída del avance mandibular. La aparatología fija y los mini-implantes se retiraron después de 20 meses de tratamiento activo.



Figura 66: El Herbst modificado conectado al TAD con una ligadura de acero inoxidable 0.012”.

(Imagen tomada de: Luzi C., 2013).

Los registros post-tratamiento mostraron Clase I molar y canina, con resalte y sobremordida adecuada. La superposición de las radiografías cefalométricas pre y post-tratamiento mostró una mejoría significativa en la relación sagital de la mandíbula debido al avance mandibular, sin ningún cambio en la relación vertical de la mandíbula. El aumento en la inclinación del incisivo inferior estaba dentro del rango de error de medición.

Luzi concluye que la combinación de TADS con dispositivos de Clase II tradicionales, tales como el Herbst y elásticos intermaxilares debe estandarizarse para su incorporación en los protocolos de tratamiento comunes, ya que se ha demostrado que puede optimizar la eficiencia y el éxito del tratamiento mediante la mejora de la respuesta ósea, el perfil, las relaciones dentales y una intercuspidad ideal para reducir la probabilidad de recidiva⁽⁴¹⁾.



8 LIMITACIONES DE LOS MICROIMPLANTES.

- Enfermedades sistémicas como ⁽¹⁴⁾:
 - A) Diabetes.
 - B) Osteoporosis.
 - C) Osteomielitis
 - D) Fiebre reumática.
 - E) Discrasias sanguíneas
 - F) Alteraciones metabólicas,
 - G) Etc.
- Presencia de infecciones orales activas.
- Enfermedad periodontal no controlada.
- Alteraciones psicológicas.
- Presencia de formaciones patológicas en la zona como tumores o quistes.
- Paciente bajo tratamiento de radioterapia en los maxilares.
- Espacio insuficiente para la colocación de un microimplante.
- Falta de retención mecánica por cortical delgada.
- Calidad deficiente de hueso.
- Lesiones en tejidos blandos como liquen plano, leucoplasia, etc.
- Paciente que no acepte microimplantes.

Se pueden considerar limitaciones relativas:

- Mala higiene oral: mayor riesgo de inflamación e infección.
- Hábitos.
- Respiradores bucales.
- Abuso de tabaco, alcohol o drogas.

9 RIESGOS Y COMPLICACIONES DE LOS MICROIMPLANTES.

Los riesgos asociados a la colocación de un minitornillo deben ser claramente entendidos tanto por el profesional como por el paciente. Las complicaciones pueden surgir durante la inserción, después de la carga ortodóncica y en la remoción del mini-implante ⁽⁴²⁾ ⁽⁴³⁾. Un conocimiento profundo de la técnica quirúrgica, la densidad y calidad ósea, la salud de los tejidos blandos peri-implantarios, las estructuras anatómicas regionales y los cuidados postoperatorios por parte del paciente, son imprescindibles para la seguridad del paciente y el éxito del minitornillo.



Los riesgos y complicaciones de los microimplantes se pueden resumir en:

➤ ***Complicaciones durante la inserción.***

- Traumatismo en el ligamento periodontal o la raíz dental.
- Deslizamiento del minitornillo bajo la mucosa a lo largo del periostio.
- Comprometer a las estructuras nerviosas (sobre todo en la hendidura palatina, región retromolar y zona vestibular de la mandíbula).
- Riesgo de enfisema subcutáneo.
- Perforación nasal y del seno maxilar.
- Flexión, fractura y estrés torsional del minitornillo.

➤ ***Complicaciones bajo carga ortodóncica.***

- Fracaso del anclaje estacionario.
- Migración del minitornillo a las zonas edéntulas.

➤ ***Complicaciones tejidos blandos.***

- Ulceración aftosa.
- Cobertura de la cabeza minitornillo y auxiliares de partes blandas inflamadas.
- Inflamación e infección de los tejidos blandos y peri-implantitis.

➤ ***Complicaciones durante la remoción del mini-implante.***

- Fractura del minitornillo.
- Osteointegración parcial.

CONSIDERACIONES FINALES

De la lectura crítica y el análisis de la bibliografía consultada sobre los microimplantes como dispositivos de anclaje en ortodoncia puede considerarse lo siguiente:

1. La introducción de los dispositivos de anclaje temporal (TADs) es uno de los avances más importantes de los últimos tiempos en el campo de la ortodoncia. Esto ha provocado un cambio de paradigmas en la perspectiva global del tratamiento, gracias a la conservación del anclaje en pacientes con ausencias dentarias o soporte periodontal comprometido, además de lograr óptimos resultados en el tratamiento de maloclusiones complejas, ya que se reducen los tiempos de tratamiento y minimizan la necesidad de colaboración del paciente.

2. La combinación de microimplantes con otras técnicas y/o aparatologías, supone una simplificación de la mecánica y optimiza los resultados clínicos obtenidos.

3. Como sucede con cualquier innovación, se hace necesario abrir nuevas vías de investigación. Deben evaluarse estudios prospectivos basados en la evidencia y que se relacionen con la estabilidad, biomecánica, futuras aplicaciones clínicas y resultados a largo plazo, con el fin de minimizar tasas de fracaso y posibles complicaciones.

4. A pesar de que los microtornillos son una herramienta prometedora por sus resultados alentadores y los beneficios que conlleva su uso, no debemos estandarizar el protocolo de colocación ni caer en el sobretratamiento, ya que se trata de una técnica no exenta de riesgos y debe valorarse cuidadosamente su utilización.

BIBLIOGRAFÍA



1. **Singh, K., Kumar, D., Jaiswal, R. K., & Bansal, A.** *Temporary anchorage devices–Mini-implants*. National Journal of Maxillofacial Surgery, 2010 Jan;1(1):30-4.
2. **Baumgaertel, S.** *Temporary skeletal anchorage devices: The case for miniscrews*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2014 May;145(5):558-64.
3. **Papadopoulos, M. A., Tarawneh, F.** *The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: a comprehensive review*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod., 2007;103(5), e6-e15.
4. **Mah J, Bergstrand F.** *Temporary anchorage devices: a status report*. J Clin Orthod., 2005;39:132-6.,
5. **Laciana de Palacio C, del Río Highsmith J.** *Utilización de los microimplantes para la tracción en ortodoncia*. The Journal of the American Dental Association (JADA), 2006;1(2):121-7.
6. **Labaye, P. G., Villena, R. H., García, M. P., Castaño, N. E., & Martínez, A. B.** *Microtornillos: Una revisión*. Avances en Periodoncia e Implantología Oral, 2014; 26(1), 25-38.
7. **Boj JR., Catalá M.,García-Ballesta C., Mendoza A. y Planells P.** *Implantes en ortodoncia. La evolución del niño al adulto joven*. 1ª ed. España: Ripano; octubre 2010.
8. **Brown, R. N., Sexton, B. E., Chu, T. M. G., Katona, T. R., Stewart, K. T., Kyung, H. M., & Liu, S. S. Y.** *Comparison of stainless steel and titanium alloy orthodontic miniscrew implants: A mechanical and histologic analysis*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2014;145:496-504.
9. **Son S, Motoyoshi M, Uchida Y y Shimizu N.** *Comparative study of the primary stability of self-drilling and self-tapping orthodontic miniscrews*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2014;145:480-5.
10. **Velo S, Carano A.** *Sistema de anclaje con microtornillos*. Rev Esp de Ortod 2004;34(4):309- 18.
11. **Arismendi J, Ocampo Z, González F, Morales M.** *Mini-implantes como anclaje en ortodoncia*. Rev Fac Odontol Univ Antioq, 2006; 18 (1): 82-94.
12. **Cope, J. B., & McFadden, D.** *Temporary replacement of missing maxillary lateral incisors with orthodontic miniscrew implants in growing patients: rationale, clinical technique, and long-term results*. Journal of Orthodontics, 2014; 41(s1), s62-s74.



- 13 **Brettin BT, Grosland NM, Qian F, Southard KA, Stuntz TD, Morgan TA, et al.** *Bicortical vs monocortical orthodontic skeletal anchorage.* Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2008; 134:625e35.
14. **Molina A, Población M, Díez-Cascón M.** *Microtornillos como anclaje en ortodoncia. Revisión de la literatura.* Revi Esp de Ortod 2004;34(4):319-34.
15. **Chaddad K, Ferreira AF, Geurs N, Reddy MS.** *Influence of surface characteristics on survival rates of mini-implants.* Angle Orthod., 2008 Jan;78(1):107-13.
16. **Kim, S. H., Lee, S. J., Cho, I. S., Kim, S. K. & Kim, T. W.** *Rotational resistance of surface-treated mini-implants.* The Angle Orthodontist., 2009; 79(5), 899-907.
17. **Echarri P., Favero L.** *Ortodoncia & Microimplantes SARDAC Technique. Técnica completa paso a paso. 2ª edición. Madrid (España): Editorial Ripano; 2012.*
18. **Chang, Hong-Po, and Yu-Chuan Tseng.** *Miniscrew implant applications in contemporary orthodontics.* Kaohsiung Journal of Medical Sciences, 2014; 30: 111-115.
19. **Sharma, K., & Sangwan, A.** *Micro-implant placement guide.* Annals of medical and health sciences research, 2014; 4 (3), S326-8.
20. **Mavreas, D.** *Management of a periodontally compromised case using miniscrew anchorage.* Journal of Clinical Orthodontics: JCO, 2006; 40 (12), 725.
21. **Yasuda, Y., Iijima, M. & Mizoguchi, I.** *Camouflage treatment of severe skeletal Class III malocclusion with miniscrew anchorage.* Journal of the World Federation of Orthodontists, 2014; 3(3), 137-144.
22. **Senişik NE, Koçer G y Kaya BÜ.** *Ankylosed maxillary incisor with severe root resorption treated with a single-tooth dento-osseous osteotomy, vertical alveolar distraction osteogenesis, and mini-implant anchorage.* Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2014;146:371-84.
23. **Kuroda, S., Yamada, K., Deguchi, T., Kyung, H. M., & Takano-Yamamoto, T.** *Class II malocclusion treated with miniscrew anchorage: comparison with traditional orthodontic mechanics outcomes.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2009; 135(3), 302-309.
24. **Zhang N., Bai Y., & Li S.** *Treatment of a Class II Division 1 malocclusion with miniscrew anchorage.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2012; 141(6), e85-e93.



25. **Park, W., Park, J. S., Kim, Y. M., Yu, H. S., & Kim, K. D.** *Orthodontic extrusion of the lower third molar with an orthodontic mini implant.* Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2010;110:e1-e6.
26. **Bae, S. & Kyung, H.** *Mandibular molar intrusion with miniscrew anchorage.* Journal of Clinical Orthodontics, 2006; 40(2), 107.
27. **Heravi, F., Bayani, S., Madani, A. S., Radvar, M., & Anbiaee, N.** *Intrusion of supra-erupted molars using miniscrews: Clinical success and root resorption.* Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2011;139:S170-5.
28. **Greco, M., Meddis, V. & Giancotti, A.** *The G-chain and miniscrew anchorage: simple mechanics for molar uprighting.* J Clin Orthod., 2012; 46(1), 24-5.
29. **Nienkemper M., Wilmes B., Lübberink G., Ludwig B. y Drescher D.** *Extrusion of impacted teeth using mini-implant mechanics.* J Clin Orthod., 2012;46(3):150-5; quiz 183.
30. **Kang, Y. G., Nam, J. H., & Park, Y. G.** *Use of rhythmic wire system with miniscrews to correct occlusal-plane canting.* Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2010;137(4), 540-547.
31. **Feng X, Yang Z, Dai J, Li R.** *Miniscrew anchorage for the correction of midline discrepancies.* J Clin Orthod., 2014;48(3):169-79. .
32. **Lorente, P.** *Indicaciones de los microtornillos en ortodoncia.* Rev Esp Ortod, 2004;34:281-307.
33. **Ishihara Y, Kuroda S, Sugawara Y, Balam TA, Takano-Yamamoto T, Yamashiro T.** *Indirect usage of miniscrew anchorage to intrude overerupted mandibular incisors in a Class II patient with a deep overbite.* Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2013;143:S113-24.
34. **Yanagita, T., Adachi, R., Kamioka, H. & Yamashiro, T.** *Severe open bite due to traumatic condylar fractures treated nonsurgically with implanted miniscrew anchorage.* Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2013;143:S137-47.
35. **Yanagita, T., Kuroda, S., Takano-Yamamoto, T., & Yamashiro, T.** *Class III malocclusion with complex problems of lateral open bite and severe crowding successfully treated with miniscrew anchorage and lingual orthodontic brackets.* Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2011;139:679-89.



36. **Seo, Y. J., Chung, K. R., Kim, S. H. & Nelson, G.** *Camouflage treatment of skeletal Class III malocclusion with asymmetry using a bone-borne rapid maxillary expander.* Angle Orthod., 2015 Mar;85(2):322-34.
37. **Hilgers, J. J., Nissen, S. H. & Tracey, S. G.** *The PIT and the pendulum: pendulum-integrated TADs.* Journal of Clinical Orthodontics: JCO, 2012; 46(8), 465-79.
38. **Giancotti A, Germano F, Muzzi F y Greco M.** *A miniscrew-supported intrusion auxiliary for open-bite treatment with Invisalign.* J Clin Orthod. 2014;48(6):348-58.
39. **Aslan, B. I., Kucukkaraca, E., Turkoz, C. & Dincer, M.** *Treatment effects of the Forsus Fatigue Resistant Device used with miniscrew anchorage.* Angle Orthod., 2014;84:76–87.
40. **Luzi, C., Luzi, V., Carletti, P. & Melsen, B.** *The Miniscrew-Anchored Herbst.* Journal of clinical orthodontics: JCO, 2012; 46: 399-405.
41. **Luzi, C., Luzi, V. & Melsen, B.** *Mini-implants and the efficiency of Herbst treatment: a preliminary study.* Progress in Orthodontics, 2013:14(1), 21.
42. **Kuroda, S. & Tanaka, E.** *Risks and complications of miniscrew anchorage in clinical orthodontics.* Japanese Dental Science Review, 2014; 50(4), 79-85.
43. **Kravitz, N. D., & Kusnoto, B.** *Risks and complications of orthodontic miniscrews.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2007;131(4), S43-S51.