



UNIVERSIDAD DE
SEVILLA
Facultad de Odontología

CORRECCIÓN DE PROBLEMAS
TRANSVERSALES CON
MICROTORNILLOS

Trabajo Fin de Grado realizado por Fernando Escobar Jaramillo

Tutor: D. José María Barrera Mora

Cotutor: D. Jorge Merchán González



CORRECCIÓN DE PROBLEMAS TRANSVERSALES CON MICROTORNILLOS

Trabajo Fin de Grado

Fernando Escobar Jaramillo



Facultad de Odontología

Dr. José María Barrera Mora, profesor asociado sustituto interino de Materiales en la Clínica Dental, Materiales Odontológicos, Ortodoncia II y Ortodoncia y Ortopedia Dentofacial Avanzada, adscrito al departamento de Estomatología, como director del Trabajo Fin de Grado y Dr. Jorge Merchán González, profesor asociado de Ortodoncia I y Ortodoncia y Ortopedia Dentofacial Avanzada, adscrito al departamento de Estomatología, como cotutor del Trabajo Fin de Grado.

CERTIFICAN: Que el presente trabajo titulado “CORRECCIÓN DE PROBLEMAS TRANSVERSALES CON MICROTORNILLOS” ha sido realizado por Fernando Escobar Jaramillo bajo nuestra dirección y cumple a nuestro juicio, todos los requisitos necesarios para ser presentado y defendido como Trabajo de Fin de Grado.

Y para que así conste y a los efectos oportunos, firmamos el presente certificado, en Sevilla a día 21 de Mayo de 2018.

D. José María Barrera Mora

TUTOR

D. Jorge Merchán González

COTUTOR

*Agradecer a mi tutor, D. José María Barrera Mora y a mi
cotutor, D. Jorge Merchán González su dedicación e
implicación en la realización de este trabajo.*

*A mi familia y amigos, por hacerme
más fácil esta aventura.*

*A Estefanía, por ser mi
apoyo incondicional.*

Índice

1. Resumen	1
2. Introducción.....	2
2.1 Antecedentes históricos	2
2.2 Clasificación	3
2.3 Materiales de fabricación.....	4
2.4 Tipos de anclaje	5
2.5 Diseño	5
2.6 Anatomía y técnica quirúrgica	7
2.7 Problema transversal.....	9
2.8 Indicaciones y contraindicaciones	13
2.9 Complicaciones.....	13
3. Objetivos.....	13
4. Material y Método	14
5. Resultados.....	16
6. Discusión	22
6.1 Ventajas y desventajas en el tratamiento con microtornillos vs tratamiento convencional	22
6.2 Ventajas e inconvenientes de los microtornillos vs los implantes convencionales	23
6.3 Indicaciones y contraindicaciones en la colocación de los microtornillos	23
6.4 Problema transversal y edad del paciente	24
6.5 Efectos esqueléticos y dentoalveolares del tratamiento con microtornillos en el maxilar	26
7. Conclusiones.....	27
8. Bibliografía.....	28

1. Resumen

Objetivo: Establecer un protocolo de actuación para la corrección de problemas transversales usando microtornillos como anclaje.

Material y método: La búsqueda de información se hizo en Pubmed, Scopus, y Google académico. La búsqueda inicial fue de 1.954 artículos, una vez aplicados los criterios de inclusión, la selección final fue de 19 artículos.

Resultados: Se ha confeccionado una tabla clasificando la revisión en cuatro grupos: autor, año, revista/fuente y resumen.

Conclusiones: La expansión del maxilar con microtornillos, ha demostrado ser viable y eficaz para la corrección de los problemas transversales.

Palabras clave: microtornillos, mini implantes, expansión, temporal, anclaje, dispositivos, ortodónticos, maxilar, biomaterial, sutura medio palatina, maduración y Moon.

Abstract

Aim: To establish an ideal protocol for the correction of transversal problems using micro screw as anchoring.

Material and method: A database search was undertaken in Pubmed, Scopus, and Google scholar. The initial search was 1954 articles, once the inclusion criteria were applied, the final selection was 19 articles.

Results: A table has been compiled by classifying the review into four groups: author, year, journal / source and summary.

Conclusions: The maxillary expansion with micro screw, has proved to be viable and effective for the correction of the transversal problems.

Keywords: micro screw, mini implants, expansion, temporary, anchorage, devices, orthodontics, maxillary, biomaterial, midpalatal suture, maturation and Moon.

2. Introducción

Los ortodoncistas siempre han usado aparatos extraorales, intraorales e incluso dientes como anclaje para conseguir los movimientos dentarios necesarios. Pero como enuncia la tercera ley de Newton “en cada acción hay una reacción igual y opuesta”, por lo que existen dificultades para controlar todos los movimientos dentarios. Aunque el principio de anclaje es conocido desde el siglo XVII, posteriormente muchos autores definieron el término. Por ejemplo, Ottofy (1) lo define como “la base contra la cual se aplica la fuerza ortodoncica o la reacción de la fuerza ortodoncica”.

Los ortodoncistas fueron conscientes de las limitaciones que presentaba el uso de los dientes como anclaje, por lo que empezaron a utilizar otras técnicas de anclaje como el arco de expansión de Fauchard (2) o el anclaje occipital de Angle (3).

Más tarde, debido a los avances que se produjeron, aparecen los dispositivos de anclaje temporal, donde encontramos los microtornillos. Estos dispositivos como su nombre indican, están fijados al hueso temporalmente, pudiendo ser esta unión mecánica o bioquímica. Después de cumplir su función, son retirados (4).

Estos microtornillos son una alternativa para la corrección de problemas transversales. Podemos realizar la separación o disyunción de la sutura palatina sin tener que recurrir a compensaciones dentarias (5).

2.1 Antecedentes históricos

Los microtornillos y los implantes usados en ortodoncia tienen 40 años de vida. Para conocerlos es necesario remontarnos a los inicios de la implantología en los años 60, donde Branemark observó la unión del hueso a la superficie de titanio de los implantes (6).

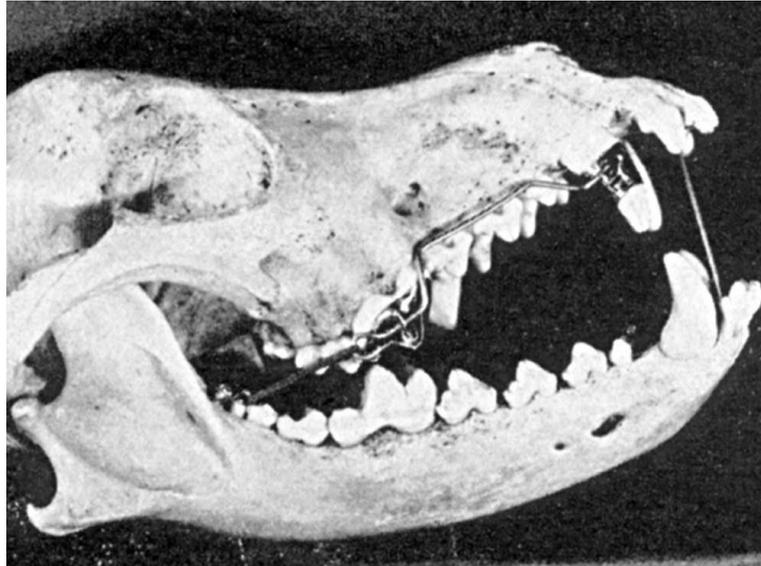


Ilustración 1: Aparato de ortodoncia en cráneo animal.
Imagen tomada de Cope JB. Temporary anchorage devices in orthodontics: A paradigm shift. Semin Orthod. 2005 Mar;11(1):3–9.

Posteriormente, ortodoncistas como Roberts (7) et al, en los años 80, buscaron fines ortodóncicos de dichos implantes sobre animales, usándolos en los años 90 en la zona retromolar para cerrar espacios edéntulos (8).

Sin embargo, no fue hasta finales de los años 90 cuando Kanoni utilizó en ortodoncia los microtornillos como anclaje (9,10).

2.2 Clasificación

Actualmente, existe una gran variedad de mini implantes, que se diferencian en el diseño, tamaño y composición, por lo que existen multitud de clasificaciones; en esta revisión nos vamos a centrar en la propuesta por Labanauskaite (11) et al, que es una clasificación más detallada de los implantes usados en ortodoncia, sugiriendo la siguiente clasificación:

- Según su forma y tamaño
 - Cónico o cilíndricos.
 - Microtornillos.
 - Implantes palatinos.
 - Implantes prostodónticos.
 - Mini placas.
 - Implantes de disco (onplants).

- Según el contacto entre hueso e implante.
 - Osteointegrado.
 - No osteointegrado.
- Según la aplicación.
 - Usado sólo con fines ortodónticos.
 - Usado con fines prostodónticos y ortodónticos (12).

Los microtornillos tienen una serie de ventajas con respecto a otros sistemas de anclaje, como las mini placas, onplants, etc. Los microtornillos son más económicos, fáciles de retirar, se cargan de inmediato, tienen bajo índice de complicaciones y gran comodidad para el paciente. Además son colocados con facilidad por el ortodoncista (13).

2.3 Materiales de fabricación

Los implantes están fabricados con aleación de titanio, a excepción de los mini implantes de ortodoncia que también están fabricados en acero inoxidable (12).

Los de titanio se clasifican del tipo I al V, dependiendo de su grado de pureza, la cual es decreciente cuanto más alto sea el grado. Estos están combinados con un porcentaje de otros materiales como aluminio y vanadio. Las formas más utilizadas en los mini implantes de ortodoncia son las formas IV y V, siendo el tipo V el más apropiado debido a sus propiedades (14).

Product	Atomic %					
	N	O	Al	P	Ti	V
AbsoAnchor	11.1	3.9	9.2	ND	73.3	2.4
Dual-Top	12.1	ND	9.0	ND	76.5	2.2
Spider Screw	8.3	4.2	7.5	ND	77.0	2.8
Vector-TAS	2.2	46.1	5.8	0.3	44.5	1.2
Thomas	6.9	6.2	8.5	ND	75.8	2.4
New Anchor Plus	9.9	2.9	9.4	ND	75.2	2.4

Ilustración 2: Composición de diferentes sistemas de microtornillos.
 Imagen tomada de Zinelis S, Al Jabbari YS, Papadopoulos MA, Eliades T, Eliades G. *Biomaterial properties of orthodontic miniscrew implants. Skeletal Anchorage in Orthodontic Treatment of Class II Malocclusion: Contemporary applications of orthodontic implants, miniscrew implants and mini plates.* Elsevier Ltd; 2014. 34-38 p.

2.4 Tipos de anclaje

Los microtornillos presentan dos tipos de anclaje, que puede ser directo o indirecto. En el anclaje indirecto, dichos microtornillos están conectados a través de barras o alambres no recibiendo las fuerzas directamente, mientras que en el anclaje directo reciben las fuerzas directamente.

En la actualidad encontramos numerosos tipos de sistemas de anclaje, como pueden ser el sistema de anclaje Aarhus, el sistema AbsoAnchor, el sistema de anclaje Dual-Top, el implante IMTEC Mini Ortho, el Mini Tornillo de Anclaje Ortodóncico Lin / Liou, el sistema de anclaje ortodóncico K1, o el sistema de anclaje de tornillo Spider (12).

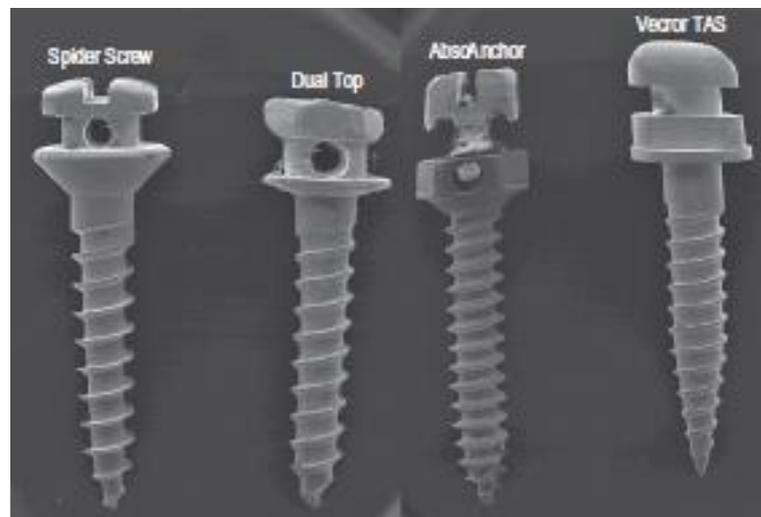


Ilustración 3: Diferentes tipos de microtornillos.

Imagen tomada de Zinelis S, Al Jabbari YS, Papadopoulos MA, Eliades T, Eliades G. Biomaterial properties of orthodontic miniscrew implants. Skeletal Anchorage in Orthodontic Treatment of Class II Malocclusion: Contemporary applications of orthodontic implants, miniscrew implants and mini plates. Elsevier Ltd; 2014. 34-38 p.

2.5 Diseño

De forma genérica los microtornillos están compuestos de:

- Cabeza, la cual es la parte visible del tornillo tras su colocación.
- Cuello intramucoso
- Porción endo-ósea, que es la parte que presenta las espiras del microtornillo (15).

Debido a la gran variedad de sistemas de mini implantes o microtornillos que existen actualmente, existe multitud de diseños de los mismos, los cuales se adaptan mejor al anclaje directo o indirecto según el caso. Encontramos diseños en la cabeza del

microtornillo que pueden ser esféricos, hexagonales, etc.; y también podemos encontrar diferencias en el cuerpo del microtornillo.

Así mismo los microtornillos están disponibles en diferentes diámetros y longitudes para poder ser colocados en diferentes zonas de la cavidad bucal (12).

Estos diámetros oscilan entre 1,3 y 2 mm, clasificándose los microtornillos según el diámetro en tres tipos:

- Tipo A: mide 1,3 mm de diámetro en el cuello y 1,1 mm en la punta.
- Tipo B: mide 1,5 mm de diámetro en el cuello y 1,3 mm en la punta.
- Tipo C: mide 1,5 mm de diámetro en el cuello y 1,3 mm en la punta.

La diferencia entre el tipo C de los tipos A y B es que el primero tiene una longitud de 9 mm, mientras que los otros dos tienen una longitud de 11 mm (16).



Ilustración 4: Microtornillo (sistema Spider).

Imagen tomada de Población M, Díez-Cascón M, Molina A. Microtornillos como anclaje en ortodoncia. Revisión de la literatura. Rev Española Ortod ISSN 0210-0576, Vol 34, Nº 4, 2004, págs 319-334. 2004;34(4):319-34.

2.6 Anatomía y técnica quirúrgica

Para la colocación de los microtornillos, es necesario previamente realizar una exploración clínica y radiológica. Una vez anestesiada la zona donde se colocará el microtornillo, se procede a su colocación, la cual deberá ser perpendicular u oblicua al hueso, usándose esta última para aumentar el contacto con la cortical (13).

También se puede colocar el microtornillo de forma oblicua para intentar evitar dañar las raíces cuando se coloca dicho microtornillo entre dientes adyacentes.

La selección del microtornillo varía en función del lugar de la cavidad oral donde será colocado, recomendándose unos u otros dependiendo de si la colocación del microtornillo sea en maxilar o mandíbula, en vestibular o en palatino (16).

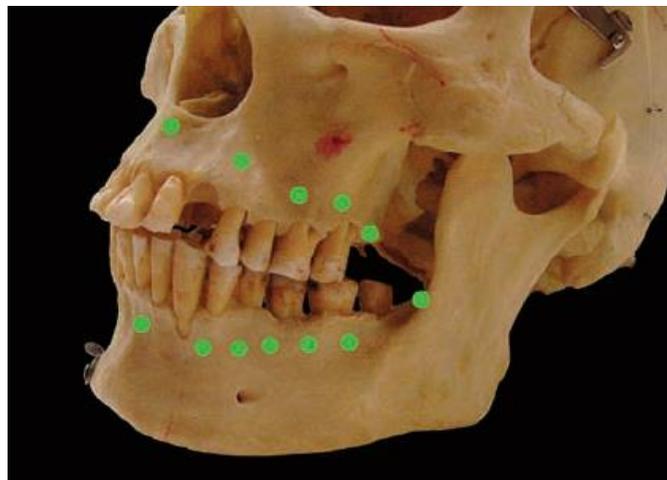


Ilustración 5: Diferentes zonas de inserción de microtornillos por la zona vestibular.

Imagen tomada de Marti C, Corchero G, Hernandez F, García L. Microtornillos en ortodoncia. Técnica y anatomía quirúrgica. Rev Española Ortod. 2005;34(2004):271-9.

También es necesario valorar la calidad del hueso, el cual se divide en hueso compacto denso, hueso compacto poroso, hueso trabecular denso y hueso trabecular poroso; siendo los dos primeros los que presentan una mayor calidad para la colocación de los microtornillos.

En el maxilar superior la mejor zona para colocar los microtornillos es en vestibular y palatino, aunque existen otras zonas como pueden ser la espina nasal anterior, la zona anterior y media del paladar o la fosa canina (17).

Debido a las altas tasas de éxito que presentan los mini implantes ortodonticos, cada vez se usan más en la práctica clínica en el área palatina, donde para la expansión

rápida del maxilar se colocan en la región paramediana del paladar, ejerciéndose fuerzas intrusivas sobre los mini implantes. Por otro lado, el torque de inserción de estos puede influir en el éxito o fracaso. También hay que tener en cuenta el grosor del hueso cortical, el cual es mayor en pacientes hipodivergentes que en pacientes hiperdivergentes. Por lo que hay que tener en cuenta la morfología craneofacial de los pacientes (18).

El area palatina esta formada por el hueso maxilar y el hueso palatino. Estos forman el suelo de la cavidad nasal, asi como el techo de la cavidad oral. En el paladar podemos encontrarnos el agujero incisivo, asi como el conducto nasopalatino, y los conductos palatino mayor y menor, localizándose en dichas zonas varios nervios como el nervio nasopalatino y los nervios palatinos anteriores y posteriores. Además también están presentes en dicha zona vasos como la rama terminal de la arteria palatina descendente y los vasos palatinos anteriores y posteriores.

Por lo tanto, es necesario tener en cuenta todas estas estructuras a la hora de la colocación de los microtornillos. Las zonas donde hay una mejor calidad de hueso es en la zona central y laterales del paladar (13).



Ilustración 6: Visión oclusal del paladar donde se puede observar varias zonas de inserción de los microtornillos.

Imagen tomada de Marti C, Corchero G, Hernandez F, García L. Microtornillos en ortodoncia. Técnica y anatomía quirúrgica. Rev Española Ortod. 2005;34(2004):271-9.

En cuanto a los métodos de inserción, estos pueden ser:

- Autorroscante: requieren un fresado previo para crear el canal. En este caso se utilizan tornillos de pequeño calibre. En este tipo de inserción hay que exponer la cortical a través de un colgajo o bien a través de la mucosa directamente, con una fresa que dependerá del diámetro del microtornillo. La inserción de esta fresa se realiza con irrigación y con una velocidad de 500-800 rpm. A continuación se coloca el microtornillo con un destornillador.
- Autoperforante: el canal es creado por el propio tornillo. En este caso los tornillos presentan una punta más afilada y se colocan directamente con ayuda de un destornillador (16).

2.7 Problema transversal

Los problemas transversales van acompañados de mordida cruzada posterior unilateral o bilateral, y/o apiñamiento (19).

Estas maloclusiones se pueden generar durante el crecimiento y desarrollo, teniendo bajas tasas de corrección espontánea por lo que puede afectar a la dentición permanente. Dentro de las causas que pueden producir esta maloclusión, cuya etiología es multifactorial, podemos encontrar trastornos miofuncionales del sistema estomatognático, como la succión digital. En estos casos la acción de los músculos buccinadores produce la contricción del maxilar.

Existen muchas consecuencias que se producen a causa de esta deficiencia del maxilar como pueden ser desarmonías oclusales, trastornos de las articulaciones y de los músculos, falta de espacio en la arcada, etc.; aunque la más grave es el estrechamiento de la cavidad nasal, pudiendo ser un factor del síndrome de la apnea obstructiva del sueño (SAOS) (20).

La expansión del maxilar fue descrita por primera vez por Angle (21) y es una técnica de tratamiento aceptada (19).

Los problemas transversales tienen una prevalencia del 8 al 23% en dentición temporal y mixta, y una prevalencia del 10% en el adulto. Aunque las causas de estos problemas transversales es multifactorial, con la expansión rápida del paladar podemos solucionar o mejorar estas deficiencias (22).

La corrección del problema transversal puede ser ortopédica o quirúrgica. La quirúrgica se realiza mediante una expansión rápida palatina asistida quirúrgicamente

(SARPE), la cual se realiza en pacientes que ya han terminado su crecimiento; mientras que la ortopédica es por medio de dispositivos de expansión (5).

El objetivo de la expansión rápida del maxilar es, con ayuda de estos dispositivos de expansión, contrarrestar la resistencia que ofrecen el proceso dentoalveolar, la sutura media palatina y otras suturas circundantes (22).

Existen dos aspectos a tener en cuenta a la hora de solucionar dichos problemas, el primero es comprobar el estado de maduración de la sutura medio palatina y el segundo es valorar la densidad ósea donde colocaremos el anclaje.

En cuanto a la sutura, nos podemos encontrar con cinco estados o etapas de maduración, que pueden ser:

- Líneas de suturas rectas.
- Líneas de suturas festoneadas.
- Líneas de sutura paralela festoneada.
- Fusión completa del hueso palatino.
- Fusión anterior de la maxila (5).

En la primera etapa, la sutura es una línea recta, de alta densidad y con poca interdigitación. En la segunda etapa, la sutura tiene forma irregular apareciendo una línea festoneada. En la tercera etapa en la sutura medio palatina encontramos dos líneas paralelas, próximas entre sí, festoneadas y de alta densidad. En la cuarta etapa se ha producido la fusión de la sutura palatina, progresando la maduración en sentido postero-anterior, en la porción maxilar de la sutura aún no se ha producido la fusión pudiéndose ver aún como dos líneas separadas por un pequeño espacio. En la quinta etapa se ha producido la fusión de la sutura en el maxilar. En esta etapa ya no es visible la sutura (23).

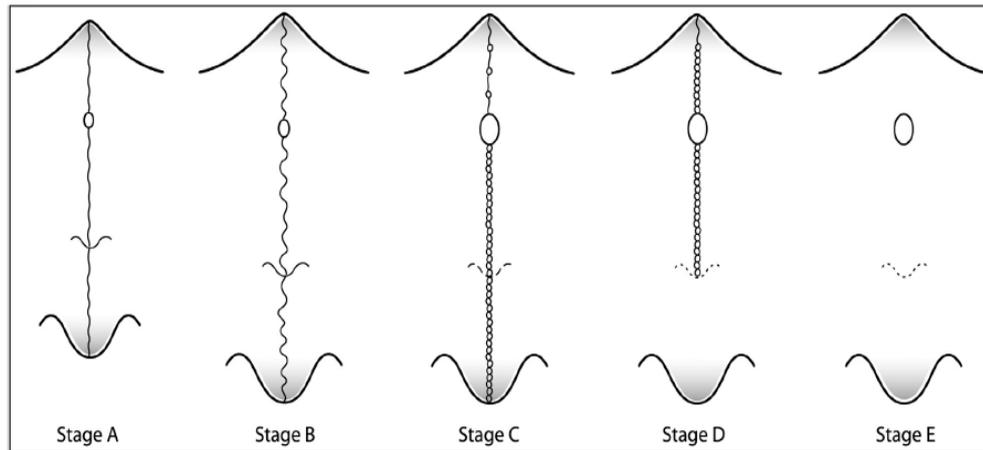


Ilustración 7: Dibujo esquemático de las diferentes etapas de maduración de la sutura medio palatina.

Imagen tomada de Angelier F, Cevidanes LHS, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara JA. Midpalatal suture maturation: Classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2013;144(5):759–69.

Para comenzar el tratamiento, primero hay que determinar el tipo de expansión que se va a realizar. A continuación se realizarán las activaciones, las cuales dependerán de cada caso (5).

Hay que elegir la zona de colocación de los microtornillos. Estos microtornillos pueden soportar fuerzas de entre 1 y 3 N (24).

Cuando se aplican las fuerzas en el centro de resistencia del maxilar mediante los microtornillos, las fuerzas son más favorables, produciéndose una mayor apertura de la sutura y evitando la inclinación bucal (20).

La expansión rápida del maxilar puede realizarse en pacientes jóvenes que se encuentran en la etapa final del crecimiento, pudiendo también realizarse en pacientes adultos con constricción maxilar, es decir, en pacientes con problemas transversales. En estos casos, el tratamiento con MARPE (Micro-implant Assisted Rapid Palatal Expansion) puede evitar la necesidad de intervenciones quirúrgicas. Los dispositivos MARPE mejoran los efectos esqueléticos, ya que están anclados en el maxilar, produciendo efectos ortopédicos puros y minimizando los efectos dentarios (25).

Estos dispositivos (MARPE) son una modificación de la expansión convencional, en la cual se introducen los microtornillos (22).

Este procedimiento de expansión, tiene altas tasas de éxito cuando el paciente se encuentra en dentición temporal, dentición mixta o primeros años de dentición permanente (20).

Existe también otra técnica para producir expansión que es el SARPE, en la cual se produce la ruptura quirúrgica de la sutura medio palatina; siendo esta técnica más indicada en aquellos casos en los que la sutura está más osificada (20).

En el SARPE, existen varias técnicas quirúrgicas como la propuesta por Timms y Vero (26), basándose en la edad del paciente, la cual la divide en etapas. Si se encuentra en la etapa 1 (pacientes jóvenes donde la expansión palatina no ha funcionado o mayores de 25 años) realiza osteotomía palatal, si se encuentra en la etapa 2 (pacientes mayores de 30 años) realiza osteotomía palatal y lateral, y si se encuentra en la etapa 3 (pacientes mayores de 40 años o más) realiza osteotomía palatal, lateral y anterior (27).

El problema transversal debe ser el primero en ser solucionado, seguido de los problemas verticales y de los sagitales, debido a que podemos producir modificaciones de los otros dos planos, vertical y sagital (5).

Con los dispositivos MARPE se debe hacer un seguimiento más exhaustivo que con la expansión convencional, ya que es necesario comprobar la estabilidad de los microtornillos regularmente. En cuanto a la eliminación, se debe colocar una bolita de algodón impregnada en antiséptico en la zona donde se colocó el microtornillo. Dichos microtornillos nunca deben ser reutilizados (20).



Ilustración 8: Fotografías antes y después de la expansión.
Imagen tomada de Vázquez AH, Núñez EG. Expansión ortopédica del maxilar con miniimplantes ortodóncicos: Reporte de un caso. Rev Mex Ortod. 2014;2(1):47–56.

2.8 Indicaciones y contraindicaciones

Las indicaciones principales de los microtornillos son para realizar retrusión e intrusión de incisivos, enderezamiento de molares superiores e inferiores, corrección de líneas medias, corrección de planos oclusales asimétricos, anclaje en zonas donde falta dientes o existen dientes periodontales, para el cierre de espacios tras extracciones, extrusión e intrusión rápida de dientes individuales, desimpactación dental; y/o para tratar la dimensión vertical. También se pueden usar los microtornillos para usarlos con otras aparatologías.

En cuanto a las contraindicaciones, los microtornillos no deben usarse en pacientes que presenten alteraciones psicológicas, pacientes con patologías médicas como neoplasias o diabetes, pacientes con mala higiene oral, cuando presentan enfermedad periodontal no controlada; y/o falta de retención mecánica por cortical estrecha (15).

2.9 Complicaciones

En cuanto a las complicaciones, la principal es el contacto del microtornillo con las raíces dentarias o con estructuras nerviosas, con el consiguiente riesgo de lesión. Aunque existen otras complicaciones como son la irritación o sobreinfección de la mucosa, y/o la pérdida del microtornillo.

Entre las razones que están relacionadas con la pérdida de los microtornillos encontramos la tipología facial y/o la irritación periimplantaria (15).

3. Objetivos

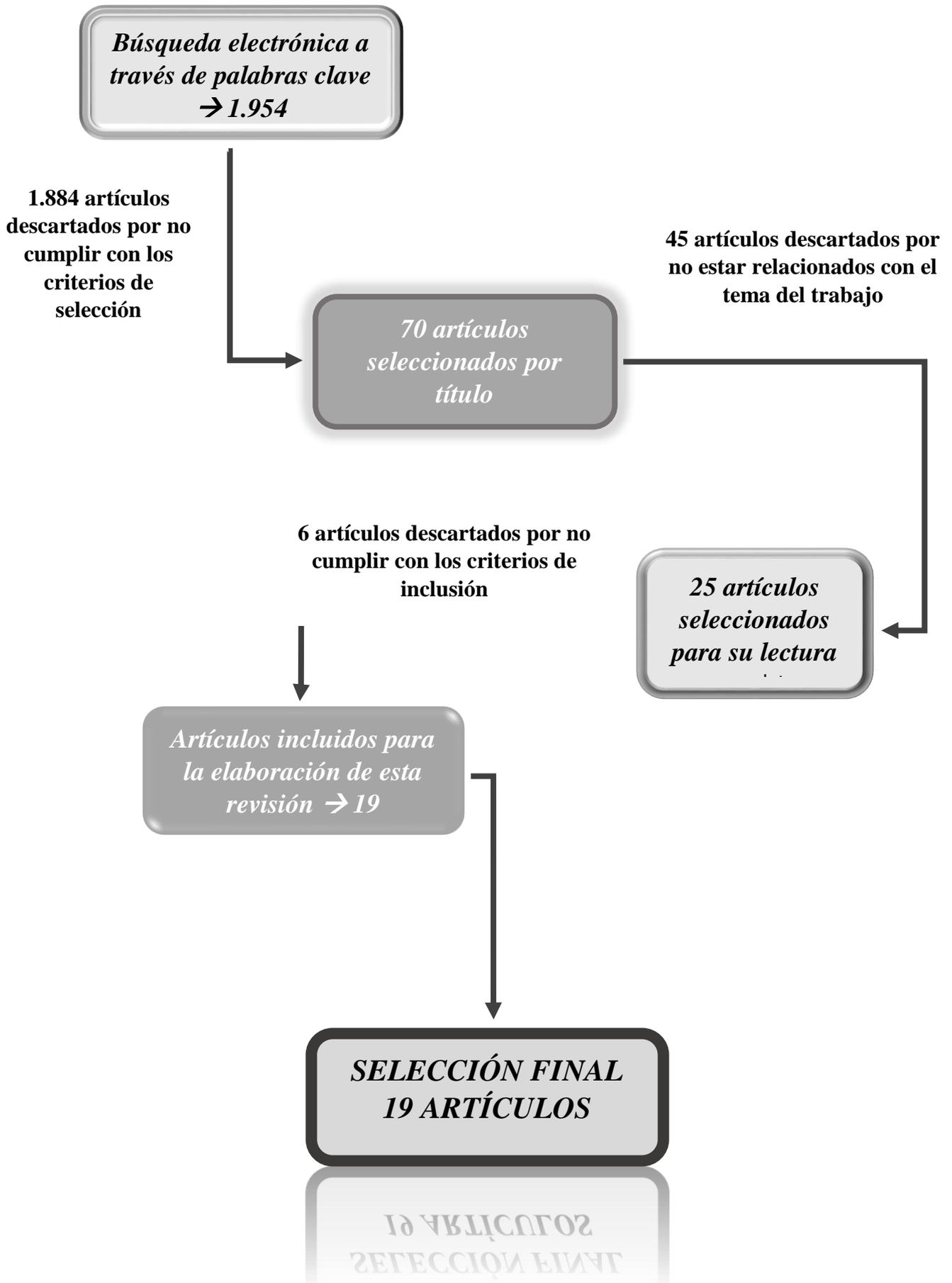
- Establecer las ventajas del tratamiento con microtornillos frente al tratamiento convencional para la corrección de la mordida cruzada posterior.
- Valorar las ventajas e inconvenientes de los microtornillos con respecto a los implantes convencionales.
- Establecer las indicaciones y contraindicaciones en la colocación de los microtornillos.
- Correlacionar la edad del paciente con la indicación de microtornillos en la resolución del problema transversal.
- Determinar los efectos esqueléticos y dentoalveolares que produce este tratamiento con microtornillos en la arcada superior.

4. Material y Método

La información necesaria para el desarrollo de la presente revisión “Corrección de Problemas Transversales con Microtornillos”, se obtuvo de una búsqueda exhaustiva de artículos científicos a través de la base de datos MEDLINE (vía Pubmed), Scopus y en Google académico.

Las palabras claves utilizadas fueron: microtornillos, expansión, temporary, anchorage, devices, orthodontics, maxillary, maxilar, miniscrew, microscrew, mini implant, miniimplantes, biomaterial, midpalatal, suture, maturation y Moon.

En la primera búsqueda se obtuvo 1.954 artículos. De estos artículos, fueron seleccionados por título 70. A continuación se procedió a la lectura del resumen (abstract) de los mismos, para así poder identificar aquellos que puedan aportar información relevante acerca del tema de estudio de esta revisión. Posteriormente, se procedió a la lectura completa de 25 artículos; descartando el resto ya que la información no estaba relacionada o no aportaban datos importantes acerca del tema de esta revisión; “Corrección de Problemas Transversales con Microtornillos”. Finalmente de estos 25 artículos, se han utilizado 19 para poder llevar a cabo esta revisión.



Los criterios de inclusión seleccionados fueron:

Criterios de inclusión
1. Artículos en español o en inglés.
2. Artículos completos.
3. Artículos de revistas.
4. Todos aquellos artículos en los que se describan los microtornillos.
5. Artículos en los que se describa la expansión del maxilar con algunas de las finalidades detallada en este artículo.
6. Artículos en los que se describa los efectos que la expansión produce sobre el maxilar.

Por otra parte, los criterios de exclusión fueron los siguientes:

Criterios de exclusión
1. Artículos que no estén en español o en inglés.
2. Artículos que no tengan el texto completo.
3. Todos aquellos artículos cuyo contenido no esté relacionado con el objetivo de esta revisión.

5. Resultados

Los términos utilizados para realizar las estrategias de búsqueda en Pubmed y Scopus son combinados con los operadores booleanos (AND, OR, NOT) para elaborar las estrategias de búsqueda, aplicándolas en la base de datos. En google académico no es necesario.

Los resultados obtenidos en la búsqueda electrónica con la utilización de las palabras clave fueron los siguientes:

- Microtornillos → 317 resultados.
- Expansión maxilar con miniimplantes → 247 resultados.
- Maduración sutura medio palatina → 1070 resultados.
- Temporary AND anchorage AND devices AND orthodontics → 229 resultados.
- Biomaterial AND miniscrew → 13 resultados.

- Expansion AND microscrew OR mini implant → 56 resultados.
- Moon AND maxillary expansion → 10 resultados.
- Midpalatal suture maturation AND maxillary expansion → 12 resultados.

Las revistas consultadas para tener acceso a estos artículos fueron las siguientes:

“Revista Española de Ortodoncia”, “Seminars in Orthodontics”, Revista Mexicana de Ortodoncia”, “Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology”, “Skeletal Anchorage in Orthodontic Treatment of Class II Malocclusion: Contemporary applications of orthodontic implants, miniscrew implants and mini plates”, “Avances en Periodoncia”, “Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia”, “Journal of Orofacial Orthopedics”, “European Journal of Orthodontics”, “Progress in orthodontics”, “American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics” y “Dental Press Journal of Orthodontics”.

Tabla 1: Resumen de los artículos utilizados para nuestra revisión.

NOMBRE DEL ARTÍCULO	AUTOR(ES)	REVISTA/ FUENTE	AÑO	RESUMEN
Temporary anchorage devices in orthodontics: A paradigm shift	JB. Cope	Seminars in Orthodontics	2005	Define los dispositivos de anclaje temporal, así como su desarrollo histórico y clasificación. Además aborda parámetros biológicos para su uso.
Manejo de la dimensión transversal (expansión) por medio de microtornillos (TADS)	LP. Ramos	Revista Mexicana de Ortodoncia	2015	Manejo de las deficiencias transversales a través de la expansión del paladar por medio de microtornillos tipo Hyrax y tipo Hass.
El anclaje en ortodoncia de los implantes a	A. Puigdollers Pérez	Revista Española de Ortodoncia	2004	Desarrollo histórico de los microtornillos.

los microtornillos				
Indicaciones de los microtornillos en ortodoncia	P. Lorente	Revista Española de Ortodoncia	2004	Trata las indicaciones de los microtornillos en el ámbito de la ortodoncia.
The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: A comprehensive review	MA. Papadopoulou, F. Tarawneh	Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology	2007	Presenta y analiza el uso de los microtornillos tratando temas como la biocompatibilidad, tipos de anclaje, diseño, ventajas y desventajas, etc.
Microtornillos en ortodoncia. Técnica y anatomía quirúrgica	C. Martí, G. Corchero, F. Hernández, L. García	Revista Española de Ortodoncia	2005	Revisión de la técnica quirúrgica y de la anatomía, describiendo las zonas donde se puede insertar los microtornillos.
Biomaterial properties of orthodontic miniscrew implants	S. Zinelis, YS. Al Jabbari, MA. Papadopoulou, T. Eliades, G. Eliades	Skeletal Anchorage in Orthodontic Treatment of Class II Malocclusion: Contemporary applications of orthodontic implants, miniscrew implants and mini plates	2014	Expone las propiedades de los mini implantes ortodónticos, tratando sus propiedades superficiales o comportamiento electroquímico.
Microtornillos como anclaje en	A. Molina, M.	Revista Española de Ortodoncia	2004	Revisión del procedimiento quirúrgico, utilización

ortodoncia. Revisión de la literatura	Población, M. Díez-Cascón			clínica, ventajas, inconvenientes y complicaciones de los microtornillos.
Microtornillos: Una revisión	P. Gutiérrez Labaye, R. Hernández Villena, MA. Perea García, A. Bascones Martínez	Avances en Periodoncia	2014	Expone el procedimiento quirúrgico, utilización clínica, ventajas, inconvenientes y complicaciones de los microtornillos
Miniimplantes como anclaje en ortodoncia	JA. Arismendi, ZM. Ocampo A, FJ. González C, M. Morales B	Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia	2006	Expone el uso de los microtornillos como anclaje, sus aplicaciones clínicas, caracterices, indicaciones y contraindicaciones, etc.
Insertion torque values and success rates for paramedian insertion of orthodontic mini-implants	B. Di Leonardo, B. Ludwig, JA. Lisson, L. Contardo, R. Mura, J. Hourfar	Journal of Orofacial Orthopedics	2018	Estudio que trata el torque de inserción de los microtornillos, los cuales se relacionaban con posibles fracasos en el tratamiento.
Comparison of short-term effects of mini-implant-supported maxillary expansión appliance with two	A. Yilmaz, A. Arman-Özçlrplcl, S. Erken, O. Polat-Özsoy	European Journal of Orthodontic s	2015	Estudio que compara los efectos dento-esqueléticos de un dispositivo de expansión con microtornillos en comparación con dos dispositivos de expansión convencional.

conventional expansión protocols				
The effects of micro-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE) on the nasomaxillary complex-a finite element method (FEM) analysis	M. MacGinnis, H. Chu, G. Youssef, KW. Wu, AW. Machado, W. Moon	Progress in orthodontics	2014	Estudio que determina la distribución y estrés del complejo craneofacial cuando se aplican fuerzas de expansión con dispositivos MARPE y con expansión convencional.
Midpalatal suture maturation: Classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion	F. Angelieri, LHS. Cevidane, L. Franchi, JR. Gonçalves, E. Benavides, JA. McNamara	American Journal of Orthodontic s and Dentofacial Orthopedics	2013	Estudio en el que se desarrolla la evolución de la morfología de la sutura medio palatina.
Expansión ortopédica del maxilar con miniimplantes ortodóncicos: Reporte de un caso.	AH. Vázquez, EG. Núñez	Revista Mexicana de Ortodoncia	2014	Caso clínico en el que se presenta un paciente tratado con un dispositivo de expansión con microtornillos, evaluando la separación de la sutura medio palatina, los cambios transversales a nivel esqueletal y dental.
Miniscrew- assisted rapid	H. Suzuki, W. Moon,	Dental Press Journal of	2016	Artículo que expone el uso de la expansión rápida del paladar en

palatal expander (MARPE): the quest for pure orthopedic movement	LH Previdente, SS. Suzuki, AS. Garcez, A Consolaro	Orthodontics		pacientes en el final del crecimiento y/o con constricción del maxilar.
Non-surgical treatment of transverse deficiency in adults using Microimplant-assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE)	DP. Brunetto, EF. Sant'Anna, AW. Machado, W. Moon	Dental Press Journal of Orthodontics	2017	Artículo que pretende demostrar y discutir el uso de la técnica MARPE.
Microimplant-assisted rapid palatal expansion appliance to orthopedically correct transverse maxillary deficiency in an adult	C. Carlson, J. Sung, RW. McComb, AW. MacHado, W. Moon	American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics	2016	Caso clínico en el que se presenta un paciente adulto joven que es tratado con un dispositivo de expansión rápida del paladar asistido por microtornillos (MARPE)
Expansión rápida palatina asistida quirúrgicamente	A. Pérez-Aguilar, R. Ruiz-Díaz	Revista Odontológica Mexicana	2008	Artículo que expone cómo conseguir expansión a través de la técnica SARPE

6. Discusión

6.1 Ventajas y desventajas en el tratamiento con microtornillos vs tratamiento convencional

La principal característica del tratamiento con microtornillos para la expansión rápida del maxilar (MARPE), es la reducción de la carga sobre el ligamento periodontal, la cual, puede ser excesiva en los tratamientos convencionales en los cuales se usan los dientes como anclaje, llegando a producir en dichos casos reabsorciones de las raíces (25).



Ilustración 9: Microtornillos insertados en el paladar.

Imagen tomada de Di Leonardo B, Ludwig B, Lisson JA, Contardo L, Mura R, Hourfar J. Insertion torque values and success rates for paramedian insertion of orthodontic mini-implants. J Orofac Orthop / Fortschritte der Kieferorthopädie [Internet]. 2018;79(2):109–15.

Tausche (28) et al, recogieron que el MARPE es una técnica eficaz para la expansión del maxilar, que a su vez impide que se produzcan inclinaciones bucales y movimientos dentales de los sectores posteriores, como ocurren en la expansión convencional.

Con los dispositivos MARPE se reduce el movimiento de los dientes debido a que el apoyo es óseo, produciéndose cambios esqueléticos.

Entre las desventajas de los dispositivos MARPE, se podrían encontrar el riesgo de infección debido a que los microtornillos son elementos invasivos, además de la dificultad para mantener la zona limpia (22).

Por otro lado, en la expansión convencional también se pueden producir efectos indeseados como recesiones gingivales o dehiscencia del hueso bucal (20).

Existen estudios que muestran que no se encontraron efectos secundarios en pacientes sometidos a MARPE (29), mientras que en otros estudios si aparecen dichos efectos secundarios en pacientes en los que se realizó expansión convencional sin microtornillos (30,31).

También otros estudios comparan la expansión convencional, con la que se produce con el MARPE, como los realizados por Lin (32) et al. En dichos estudios se concluyó que MARPE tiene menos efectos secundarios. Además, el MARPE, al producir efectos ortopédicos, no requiere la necesidad de sobrecorrección, mientras que en la expansión convencional se recomienda realizar sobrecorrección debido a los efectos ortodónticos como la inclinación bucal, ya que puede producirse recidiva.

Otros autores como Haas (33), señalan que con los MARPE, se produce la separación de la sutura medio palatina en menos tiempo (20).

6.2 Ventajas e inconvenientes de los microtornillos vs los implantes convencionales

Los microtornillos presentan una serie de ventajas con respecto a los implantes convencionales; los microtornillos no requieren de tiempo de oseointegración, el acto quirúrgico es sencillo, se pueden colocar en un mayor número de ubicaciones y presentan un menor coste, etc. Pero también presentan una desventaja en relación a los implantes, la cual es el índice de fracaso, siendo mayor en los microtornillos que en los implantes convencionales (10).

Existen varios estudios que abordan este tema, como puede ser el de Miyawaki (34) et al, en el cual asocia el fracaso de los microtornillos a 3 variables; su diámetro, la inflamación periimplantaria y el plano mandibular elevado.

Por otro lado, existen numerosos experimentos para comprobar el número de microtornillos que fracasan. Como los realizados por Deguchi (35) et al, el cual, experimentó con animales fracasando en su estudio 3 microtornillos; mientras que otros como Frenthaler (36) et al, los colocó en humanos, fracasando igualmente 3 microtornillos (10).

6.3 Indicaciones y contraindicaciones en la colocación de los microtornillos

Entre las indicaciones principales de los microtornillos podemos encontrar; para retrusión e intrusión de incisivos, enderezamiento de molares superiores e inferiores, corrección de líneas medias, corrección de planos oclusales asimétricos, anclaje en zonas donde falta dientes o existen dientes periodontales, para el cierre de espacios tras

extracciones, extrusión e intrusión rápida de dientes individuales, desimpactación dental; y/o para tratar la dimensión vertical.

Los microtornillos también presenta una serie de contraindicaciones como son; que no deben usarse en pacientes que presenten alteraciones psicológicas, pacientes con patologías medicas como neoplasias o diabetes, pacientes con mala higiene oral, cuando presentan enfermedad periodontal no controlada; y/o falta de retención mecánica por cortical estrecha (15).

En este aspecto, parece que los autores han llegado a un consenso, como por ejemplo, Melsen (37), el cual recomendó el uso de los microtornillos como anclaje en numerosos casos (12).

6.4 Problema transversal y edad del paciente

Durante su crecimiento, en el paciente se produce la interdigitación y calcificación de las suturas craneofaciales.

Estudios recientes (38), muestran que sólo el tercio anterior de la sutura se osifica en mayores de 70 años, encontrándose tejido conectivo en regiones posteriores; apoyándose de esta forma la teoría de que la sutura medio palatina puede ser la única sutura que no se osifica completamente debido a las fuerzas mecánicas constantes a la que está sometida. Estos estudios se ven reforzados por otros (39-41), que también apoyan que la sutura no se cierra en edades avanzadas.

Por otro lado, Persson y Thilander (42), observaron la fusión de la sutura en pacientes de entre 15 a 19 años. Por lo que existe una gran variabilidad en la osificación de la sutura.

A pesar de esto, la expansión del maxilar es más difícil cuando más avanzado esté este crecimiento o desarrollo craneofacial, debido a que aumenta la resistencia mecánica de estas estructuras. Durante la dentición temporal, la dentición mixta y/o los primeros años de la dentición permanente, la expansión del maxilar es un procedimiento con altas tasas de éxito.

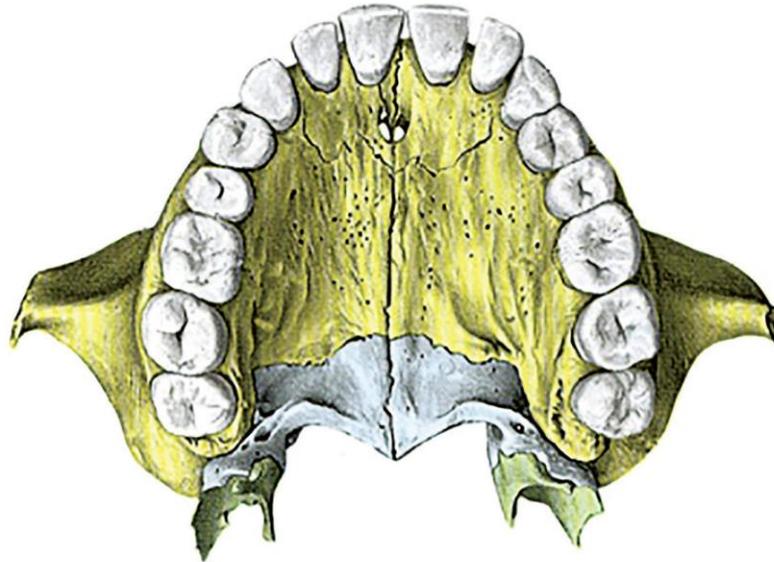


Ilustración 10: Visión oclusal del paladar en la que se observa la sutura medio palatina.

Imagen tomada de Suzuki H, Moon W, Previdente LH, Suzuki SS, Garcez AS, Consolaro A. Miniscrew-assisted rapid palatal expander (MARPE): the quest for pure orthopedic movement. Dental Press J Orthod [Internet]. 2016;21(4):17–23.

Este procedimiento se vuelve más complejo para los adultos. En estos casos existen principalmente dos técnicas para producir la expansión del maxilar; utilizar técnicas de SARPE o técnicas de MARPE. En el SARPE se produce una ruptura quirúrgica de la sutura medio palatina, disminuyendo de esta forma la resistencia mecánica que esta ofrecía a los mecanismos de expansión. El principal problema de esta técnica es que dicha cirugía requiere anestesia general y hospitalización, haciendo de tal modo que el coste sea mayor. En el MARPE, se utilizan los microtornillos, aplicando la fuerza sobre ellos, en vez de sobre los dientes o el periodonto; consiguiéndose de esta forma optimizar las fuerzas que se realizan en la sutura y evitando así realizar cirugías como en la técnica anteriormente descrita.

El éxito del MARPE viene dado por la apertura de la sutura medio palatina, la cual se puede evidenciar, aunque no siempre es así, con la formación de un diastema interincisivo (20).

6.5 Efectos esqueléticos y dentoalveolares del tratamiento con microtornillos en el maxilar

Los resultados obtenidos de varios estudios demuestran que tras el tratamiento del maxilar con microtornillos para producir la expansión, a través del sistema MARPE, se producen varias modificaciones a nivel esquelético, como puede ser una ganancia de ancho transversal del maxilar, produciéndose la separación de la sutura medio palatina.

Además se produce la expansión de otras estructuras maxilofaciales superiores, como la expansión del complejo nasomaxilar. La expansión de dicho complejo, repercute en la cavidad nasal, de tal modo que al expandirse esta cavidad nasal, se produce una mejora de la respiración nasal en aquellos pacientes que son respiradores bucales, siendo este último uno de los factores relacionados con la constricción maxilar.

A nivel dentoalveolar, tras el tratamiento con microtornillos para la expansión del maxilar, la inclinación bucal se controló debido a que la fuerza se transmite directamente al hueso a través de los microtornillos y no a los dientes (43).

Existen numerosos casos que abordan este tema, como el realizado en 2007 por Lee (44) et al, donde se logró expandir el maxilar en 2 meses. En 2008, Kiliç (45) et al, realizó un estudio con 39 pacientes, donde se reveló que los dispositivos anclados con microtornillos tienen menos efectos secundarios. Por otro lado, en 2010, en un estudio realizado por Wilmes (46) et al, demostró los efectos dentales y esqueléticos que se producen con la expansión. En dicho estudio se produjo expansión de 4 a 14 días (24).

7. Conclusiones

1. Los microtornillos han demostrado ser unos dispositivos muy útiles en el ámbito de la ortodoncia por todas las ventajas que ofrecen en numerosos tratamientos. Las técnicas de expansión del maxilar, en las que se utilizan los microtornillos son técnicas cada vez más usadas por los ortodontistas, debido a la sencillez que presentan en su colocación. Los sistemas de expansión rápida del maxilar asistidos por microtornillos (MARPE), han demostrado ser más eficaces que los sistemas de expansión convencionales, debido a que producen un movimiento óseo puro, ya que estos microtornillos están anclados en el hueso. Además presentan las ventajas de que se reducen o eliminan los efectos secundarios, los cuales si están presentes en los dispositivos de expansión convencional.
2. Los microtornillos presentan numerosas ventajas con respecto a los implantes convencionales basados fundamentalmente en que se pueden cargar inmediatamente después de su colocación, además, su colocación es simple y cómoda tanto para el profesional como el paciente. Una vez finalizado el tratamiento de ortodoncia pueden ser retirados sin ninguna complicación, ya que no se oseointegran.
3. Los microtornillos son muy útiles ya que se pueden utilizar en numerosos tratamientos, no solo para expandir el maxilar o como anclaje, sino para ayudar a la movilización de piezas dentarias.
4. No está claro cuando se produce la osificación de la sutura medio palatina, o si esta se llega a producir de forma completa en algún momento de la vida del paciente, pero si se puede afirmar, que la sutura presenta una mayor osificación en edades más avanzadas.
5. Los dispositivos MARPE producen excelentes resultados tanto a nivel dentoalveolar como a nivel esquelético, siendo este último favorecido por la presencia de los microtornillos, ya que estos van anclados en el hueso. A nivel esquelético no solo se produce la expansión del maxilar, sino que también repercute en otras estructuras como la cavidad nasal, mejorando la respiración de los pacientes.

8. Bibliografía

1. Ottofy L: Standard Dental Dictionary. Chicago, Laird and Lee, Inc, 1923
2. Weinberger BW: The history of orthodontia—part 6. *Int J Orthodont* 2:103-117, 1916
3. Weinberger BW: Orthodontics: An Historical Review of Its Origin and Evolution. St Louis, CV Mosby Co, 1926
4. Cope JB. Temporary anchorage devices in orthodontics: A paradigm shift. *Semin Orthod*. 2005 Mar;11(1):3–9.
5. Ramos LP. Manejo de la dimensión transversal (expansión) por medio de microtornillos (TADS). *Rev Mex Ortod*. 2015;3(1):33–8.
6. Br P, Roberts E, Kokich V. El anclaje en ortodoncia de los implantes a los microtornillos. 2004;267–8.
7. Roberts WE, Smith RK, Silberman Y. Osseus adaptation to continuous loading of rigid endosseous implants. *Am J Orthod* 1984;86:95-111.
8. Roberts WE, Marshall KJ, Mozsary PG. Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close on atrophic extraction site. *Angle Orthod* 1990; 60:135-52.
9. Kanoni R. Miniimplant for orthodontic anchorage. *JCO* 1997;31:763-7.
10. LORENTE Lorente PP. Indicaciones de los microtornillos en ortodoncia. *Indications of microscrews in orthodontics. Rev Esp Ortod*. 2004;34:281–307.
11. Labauskaite B, Jankauskas G, Vasiliauskas A, Haffar N. Implants for orthodontic anchorage. Meta-analysis. *Stomatologija* 2005;7:128-32.
12. Papadopoulos MA, Tarawneh F. The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: A comprehensive review. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2007;103(5):6–15.
13. Marti C, Corchero G, Hernandez F, García L. Microtornillos en ortodoncia. Técnica y anatomía quirúrgica. *Rev Española Ortod*. 2005;34(2004):271–9.
14. Zinelis S, Al Jabbari YS, Papadopoulos MA, Eliades T, Eliades G. Biomaterial properties of orthodontic miniscrew implants. *Skeletal Anchorage in Orthodontic Treatment of Class II Malocclusion: Contemporary applications of orthodontic implants, miniscrew implants and mini plates*. Elsevier Ltd; 2014. 34-38 p.
15. Población M, Díez-Cascón M, Molina A. Microtornillos como anclaje en ortodoncia. Revisión de la literatura. *Rev Española Ortod ISSN 0210-0576, Vol 34, Nº 4, 2004, págs 319-334*. 2004;34(4):319–34.
16. Labaye R, Villena N, Garc P, Casta E, Mart B. Microtornillos : Una revisión. 2014;25–38.
17. Arismendi JA, Ocampo A. ZM, González C. FJ, Morales B. M. Miniimplantes como anclaje en ortodoncia. *Rev Fac Odontol Univ Antioquia*. 2006;18(1):82–94.
18. Di Leonardo B, Ludwig B, Lisson JA, Contardo L, Mura R, Hourfar J. Insertion torque values and success rates for paramedian insertion of orthodontic mini-implants. *J Orofac Orthop / Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2018;79(2):109–15.
19. Yllmaz A, Arman-Özçlrlcl A, Erken S, Polat-Özsoy Ö. Comparison of short-term effects of mini-implant-supported maxillary expansion appliance with two conventional expansion protocols. *Eur J Orthod*. 2015;37(5):556–64.

20. Brunetto DP, Sant'Anna EF, Machado AW, Moon W. Non-surgical treatment of transverse deficiency in adults using Microimplant-assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE). *Dental Press J Orthod*. 2017;22(1):110–25.
21. Angle, E.H. (1860) Treatment of irregularities of the permanent teeth. *Dental Cosmos*, 1, 540–544.
22. MacGinnis M, Chu H, Youssef G, Wu KW, Machado AW ilso., Moon W. The effects of micro-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE) on the nasomaxillary complex--a finite element method (FEM) analysis. *Prog Orthod*. 2014;15:52.
23. Angelieri F, Cevidanes LHS, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara JA. Midpalatal suture maturation: Classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2013;144(5):759–69.
24. Vázquez AH, Núñez EG. Expansión ortopédica del maxilar con miniimplantes ortodóncicos: Reporte de un caso. *Rev Mex Ortod*. 2014;2(1):47–56.
25. Suzuki H, Moon W, Previdente LH, Suzuki SS, Garcez AS, Consolaro A. Miniscrew-assisted rapid palatal expander (MARPE): the quest for pure orthopedic movement. *Dental Press J Orthod*. 2016;21(4):17–23.
26. Timms D, Vero D. The relationship of rapid maxillary expansion to surgery with special reference to mid palatal synostosis. *Br J Oral Surg* 1981; 19: 180-196
27. Pérez-Aguilar A, Ruiz-Díaz R. Expansión rápida palatina asistida quirúrgicamente. *Rev Odontológica Mex*. 2008;12(4):199–216.
28. Tausche E, Hansen L, Schneider M, Harzer W. Bone-supported rapid maxillary expansion with an implant-borne Hyrax screw: the Dresden Distractor. *Orthod Fr*. 2008; 79(2):127–35.
29. Choi SH, Shi KK, Cha JY, Park YC, Lee KJ. Nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion results in acceptable stability in young adults. *Angle Orthod*. 2016 Sept;86(5):713-20
30. Northway WM, Meade JB Jr. Surgically assisted rapid maxillary expansion: a comparison of technique, response, and stability. *Angle Orthod*. 1997;67(4):309-20.
31. Vanarsdall RL Jr. Transverse dimension and long-term stability. *Semin Orthod* 1999 Sept;5(3):171-80.
32. Lin L, Ahn HW, Kim SJ, Moon SC, Kim SH, Nelson G. Tooth-borne vs boneborne rapid maxillary expanders in late adolescence. *Angle Orthod*. 2015 Mar;85(2):253-62.
33. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod*. 1965 July;35:200-17.
34. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2003;124:373-8.
35. Deguchi T, Takano-Yamamoto T, Kanoni R, Hartsfield JK, Roberts WE, Garetto LP. The use of small titanium screws for orthodontic anchorage. *J Dent Res* 2003; 82:377-81.

36. Freudenthaler J, Hass R, Bantleon HP. Bicortical titanium screws for critical orthodontic anchorage in the mandible: a preliminary report on clinical applications. *Clin Oral Impl Res* 2001;12:358-63.
37. Melsen B. Mini-implants: where are we? *J Clin Orthod* 2005; 39:539-47.
38. N'Guyen T, Ayrál X, Vacher C. Radiographic and microscopic anatomy of the mid-palatal suture in the elderly. *Surg Radiol Anat.* 2008 Feb;30(1):65-8.
39. Persson M, Thilander B. Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *Am J Orthod* 1977;72:42-52.
40. Knaup B, Yildizhan F, Wehrbein H. Age-related changes in the midpalatal suture. *J Orofac Orthop* 2004;65:467-74
41. Korbmacher H, Schilling A, Püschel K, Amling M, Kahl-Nieke B. Age-dependent three-dimensional micro-computed tomography analysis of the human midpalatal suture. *J Orofac Orthop* 2007; 68:364-76.
42. Persson M, Magnusson BC, Thilander B. Sutural closure in rabbit and man: a morphological and histochemical study. *J Anat* 1978;125:313-21.
43. Carlson C, Sung J, McComb RW, MacHado AW, Moon W. Microimplant-assisted rapid palatal expansion appliance to orthopedically correct transverse maxillary deficiency in an adult. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2016;149(5):716–28.
44. Lee JS, Kim KK, Park YC, Vanarsdall RL. Applications of orthodontic mini-implants. Canadá: Quintessence Publishing Co., Inc.; 2007
45. Kiliç N, Kiki A, Oktay H. A comparison of dentoalveolar inclination treated by two palatal expanders. *Eur J Othod.* 2008; 30: 67-72.
46. Wilmes B, Nienkemper M, Drescher D. Application and effectiveness of a mini-implant and tooth-borne rapid palatal expansion device: the hybrid hyrax. *World J Orthod.* 2010; 11 (4): 323-330.