



Universidad de
Oviedo

UNIVERSIDAD DE OVIEDO
MÁSTER UNIVERSITARIO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA
DENTOFACIAL

TITULO.

**“Efectos de las diferentes pautas de disyunción maxilar sobre la
presencia de reabsorciones radiculares en pacientes bajo
tratamiento ortodóncico: Análisis comparativo de estudios
clínicos y radiológicos”**

ALUMNO

Olaya Arango de la Fuente

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Oviedo, mayo 2025



Universidad de
Oviedo

UNIVERSIDAD DE OVIEDO
MÁSTER UNIVERSITARIO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA
DENTOFACIAL

TITULO.

**“Efectos de las diferentes pautas de disyunción maxilar sobre la
presencia de reabsorciones radiculares en pacientes bajo
tratamiento ortodóncico: Análisis comparativo de estudios
clínicos y radiológicos”**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

ALUMNO

Olaya Arango de la Fuente

Tutor: Dr. Alaa Alsafadi



ABREVIATURAS:

- OIIRR: Reabsorción radicular inflamatoria inducida ortodonicamente.
- RR: Reabsorción radicular.
- RME: Expansión maxilar rápida (rapid maxillary expansión).
- SRME: Expansión maxilar semi-rápida (semi-rapid maxillary expansión).
- SME: Expansión maxilar lenta (slow maxillary expansión).
- CBCT: Tomografía computarizada de haz cónico.
- Micro CT: Microtomografía de haz cónico.
- Alt- RAMEC: Expansión y constricción maxilar rápida alternada.
- MARPE: Expansión maxilar rápida asistida por mini-implantes (mini-implant assisted rapid palatal expansión).

RESUMEN Y ABSTRACT



RESUMEN

El presente estudio ha tenido como objetivo abordar la problemática de las reabsorciones radiculares asociadas al tratamiento ortodóncico de expansión maxilar, fenómeno con potenciales repercusiones significativas en la salud dental a lo largo del tratamiento ortodóncico. Mediante una revisión bibliográfica de la literatura científica disponible, se han identificado y evaluado aquellos factores considerados de riesgo que están asociados a este proceso, con el propósito de ofrecer una perspectiva actualizada basada en evidencia científica. La importancia de investigar este tema radica en la creciente necesidad de comprender y gestionar de manera eficiente este trastorno patológico, que puede comprometer la integridad y funcionalidad de los dientes a largo plazo.

El estudio no solo expone los factores inherentes al individuo que influyen en el desarrollo de la reabsorción radicular, como la predisposición genética, factores sistémicos vinculados al estado de salud general, y factores adquiridos, tales como hábitos y antecedentes de traumatismos previos, sino que también analiza los factores que están directamente relacionados con el tratamiento ortodóncico de disyunción maxilar, entre ellos, el diseño del aparato de expansión, la magnitud de las fuerzas aplicadas durante el procedimiento e incluso del tiempo de retención post tratamiento, asociado con la recuperación tisular tras el cese de las fuerzas.

Para ello, fueron examinados 30 artículos publicados con el propósito de aportar al campo de la ortodoncia un recurso actualizado y bien fundamentado, que sirva como guía sólida y permitir una detección precoz y un manejo eficaz de los factores de riesgo, lo que permitiría optimizar la planificación y personalización de los tratamientos, disminuyendo así el impacto negativo de la reabsorción radicular en los pacientes.

PALABRAS CLAVE

Reabsorción radicular. Expansión maxilar rápida. Expansión maxilar Semi-rápida. Expansión maxilar lenta. Sistemas de expansión maxilar. Disyunción maxilar.



ABSTRACT

The aim of this study is to address the problem of root resorption associated with orthodontic treatment of maxillary expansion, a phenomenon with potentially significant repercussions on dental health throughout orthodontic treatment. By means of a bibliographic review of the available scientific literature, those factors considered to be risk factors associated with this process have been identified and evaluated, with the aim of offering an updated perspective based on scientific evidence. The importance of investigating this topic lies in the growing need to understand and efficiently manage this pathological condition, which can compromise the integrity and functionality of teeth in the long term.

The study not only exposes the factors inherent to the individual that influence the development of root resorption, such as genetic predisposition, systemic factors linked to general health status, and acquired factors, such as habits and history of previous trauma, but also analyses factors that are directly related to orthodontic treatment of maxillary disjunction, including the design of the expansion appliance, the magnitude of the forces applied during the procedure and even the post-treatment retention time associated with tissue recovery after the cessation of forces.

To this end, 30 published articles were reviewed with the aim of providing the orthodontic field with an up-to-date and well-founded resource to serve as a solid guide and allow for early detection and effective management of risk factors, which would optimize treatment planning and customization, thereby reducing the negative impact of root resorption on patients.

KEY WORDS

Root resorption. Rapid maxillary expansion. Semi-rapid maxillary expansion. Slow maxillary expansion. Maxillary expansion technique. Maxillary disjunction.



Índice

1	INTRODUCCIÓN.....	19
1.1	1.2 Marco Teórico.....	21
2	OBJETIVOS.....	29
3	MATERIAL Y METODOS	33
3.1	Estrategia de Búsqueda.	33
3.2	Resultados de Búsqueda.....	34
4	DISCUSIÓN	39
5	CONSIDERACIONES FINALES	55
6	BIBLIOGRAFÍA.....	59
7	ANEXO	67

Tabla de Figuras

<i>Figura 1. Diagrama de flujo de selección de estudios.</i>	35
--	----

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Factores de riesgo asociados a la OIIRR</i>	25
<i>Tabla 2. Fuentes Bibliográficas de la Discusión: Artículos de Revisión y síntesis de conocimientos.</i> ____	67
<i>Tabla 3. Fuentes Bibliográficas de la Discusión: Resumen de Estudios Clínicos y Observacionales.</i> ____	68
<i>Tabla 4. Fuentes Bibliográficas de la Discusión: Resumen de Estudios Clínicos y Observacionales.</i> ____	69

INTRODUCCIÓN

1 INTRODUCCIÓN.

La ortodoncia constituye una disciplina odontológica cuyo objetivo principal es la corrección de anomalías dentales y maxilofaciales mediante el movimiento controlado de los dientes. Este movimiento, logrado a través de la aplicación de fuerzas mecánicas, se basa en el principio de remodelación ósea y en la capacidad del ligamento periodontal de adaptarse a las fuerzas aplicadas. Sin embargo, este proceso también conlleva riesgos inherentes, entre ellos la reabsorción radicular ⁽¹⁾⁽²⁾.

El tratamiento de expansión maxilar es una técnica ampliamente utilizada y representa un componente fundamental en la ortodoncia moderna, la cual está diseñada para corregir deficiencias esqueléticas y mejorar tanto la funcionalidad como la estética dental.

Esta terapia, que tiene como objetivo corregir las deficiencias tanto basales como dentales del ancho maxilar mediante la desarticulación de los huesos del maxilar en la sutura media palatina, ha suscitado considerable controversia desde su introducción por Angle en 1860, y aunque efectiva, no está exenta de riesgos y desafíos clínicos, especialmente en lo que representa a los efectos secundarios como las reabsorciones radiculares inducidas por las fuerzas ortodóncicas que ya comenzaron a ser mencionadas en un breve informe histológico publicado por Timms y Moss en el año 1971 ⁽³⁾.

Este fenómeno, conocido como reabsorción radicular inflamatoria inducida ortodóncicamente (OIIRR), inevitable hasta cierto punto, resulta en un proceso inflamatorio que, aunque esencial para el movimiento dentario, compromete las estructuras radiculares durante el movimiento dentario y puede implicar la pérdida de tejido radicular, influenciado por la intensidad de las fuerzas, la biomecánica de los aparatos utilizados y las características individuales de cada paciente ⁽⁴⁾⁽⁵⁾. Y aunque en la mayoría de las situaciones clínicas es un efecto secundario de carácter leve/moderado y manejable, en algunos pacientes (1-5%) raramente puede derivar en una pérdida significativa de tejido radicular considerándose ya clínicamente importante cuando se

produce una pérdida mayor a 5 mm o más de 1/4 de la longitud radicular, lo que afectaría a la estabilidad dental a largo plazo ⁽⁵⁾⁽⁶⁾.

La RR es un efecto colateral frecuente del tratamiento de ortodoncia que, por lo general suele detenerse y repararse cuando cesa la fuerza aplicada sobre los dientes. Y aunque la OIIRR es como ya se ha mencionado anteriormente, una respuesta inevitable y que suele presentarse de forma leve con una reabsorción media radiográfica inferior a 2,5 milímetros, su mecanismo de acción no se llega a comprender al completo ya que aún quedan muchos aspectos que conocer y aclarar ⁽³⁾.

Aunque este tipo de reabsorciones generalmente no alcanza niveles graves, su detección radiográfica puede ser un hallazgo alarmante. La extensión de la reabsorción radicular está influenciada por múltiples factores, como la actividad de las células responsables de la reabsorción y la sensibilidad de los tejidos involucrados ⁽¹⁾.

Sin embargo, a lo largo de los años el debate se ha sustentado en que diferentes aspectos propios del paciente y factores relacionados con el tratamiento, podrían ser los desencadenantes de este proceso inflamatorio, donde la susceptibilidad individual y las variaciones biológicas asociadas a este proceso siguen siendo aspectos que no se comprenden del todo hoy en día.

A lo largo de los años se ha incrementado el interés en identificar y comprender los factores de riesgo asociados con las reabsorciones radiculares (RR). Avances tecnológicos, en investigación y la publicación de estudios científicos han permitido tener una visión más detallada de los factores de riesgo asociados con el fin de abordarlos de la forma correcta para garantizar el éxito del tratamiento de ortodoncia y minimizar la aparición de RR durante el tratamiento ⁽⁷⁾.

Además, el uso de tecnologías avanzadas ha permitido un diagnóstico más preciso de los daños potenciales y de las estructuras afectadas, optimizando la planificación clínica y mejorando la comprensión de los procesos biológicos implicados. Estas herramientas

son clave para abordar no solo las necesidades funcionales, sino también la preservación de la salud periodontal y radicular a largo plazo ⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁸⁾.

En este contexto, el presente estudio analiza los hallazgos de la literatura reciente para explorar cómo factores determinantes en la expansión maxilar como el diseño del dispositivo de expansión, la intensidad de las fuerzas aplicadas y la respuesta biológica de los tejidos influyen en los resultados clínicos. Este enfoque integral busca no solo optimizar los beneficios del tratamiento, sino también contribuir al desarrollo de protocolos personalizados que maximicen la eficacia del tratamiento, minimizando los efectos adversos y estableciendo una base sólida para intervenciones clínicas más seguras y personalizadas.

1.1 1.2 Marco Teórico.

La ortodoncia se destaca como una de las pocas especialidades odontológicas que aprovechan el proceso inflamatorio para abordar problemas tanto estéticos como funcionales. Este proceso, fundamental para el movimiento dentario en ortodoncia, también está directamente relacionado con la reabsorción radicular.

La reabsorción radicular observada en dientes permanentes es un proceso patológico descrito por Bates en 1856, que se caracteriza por la pérdida de cemento y dentina radicular. Años después, Ottolengui (1914) y Ketcham (1927) demostraron una relación directa entre los tratamientos ortodóncicos y la aparición de lesiones y reabsorciones radiculares, por lo que podría considerarse entonces que la OIIRR se define como un proceso patológico caracterizado por la pérdida de cemento y dentina radicular como consecuencia de la aplicación de estímulos continuos o re-estimulación de las células odontoclásticas por infección o presión ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾.

El mecanismo fisiopatológico asociado a la reabsorción radicular en ortodoncia es de naturaleza compleja y multifactorial, con un impacto directo en los tejidos dentales ⁽⁴⁾. El proceso exacto por el cual se produce la reabsorción aún se desconoce

completamente aunque se cree que es parte del proceso de eliminación de zona hialina, que se produce debido a la aplicación de fuerzas de compresión excesivas que generan hialinización en los ligamentos periodontales, lo que incluye necrosis aséptica del tejido periodontal que desencadena la actividad de los cementoclastos y osteoclastos, responsables de la degradación del cemento y la dentina subyacente y que resulta en un proceso de reabsorción radicular ⁽⁹⁾⁽¹¹⁾.

Según Brudvik y Rygh (2005), la OIRR ocurre principalmente durante la eliminación de la zona hialina, lo cual implica una respuesta inflamatoria estéril en la que las células inflamatorias median la remodelación de los tejidos afectados.

Tras haberse eliminado la zona hialina, el movimiento dentario puede reanudarse, pero con un impacto estructural significativo en la superficie radicular ⁽¹⁾.

Y aunque por lo general, los tratamientos ortodóncicos, que pueden inducir a un proceso de reabsorción radicular, no generan reabsorcciones significativas, sí producen cambios microscópicos en las raíces de los dientes difíciles de detectar en pruebas radiográficas convencionales ⁽¹⁾⁽¹²⁾.

Según Levander y Malmgre ,la reabsorción radicular puede clasificarse en tres grados según la literatura ⁽⁷⁾.

1. - Reabsorción Superficial del cemento con remodelación: Se caracteriza por la remodelación del cemento externo, de carácter reversible tras la remodelación tisular.
2. - Reabsorción dentinaria acompañada de reparación: Afecta al cemento y la capa superficial de dentina. Aunque el cemento puede regenerarse, la dentina no se repara, lo que altera la morfología de la raíz.
3. - Reabsorción apical circunferencial: Implica la pérdida completa de los tejidos radiculares apicales y el acortamiento de la raíz, considerándose esta fase irreversible.

Aunque este tipo de reabsorciones generalmente no alcanza niveles graves, su detección radiográfica puede ser un hallazgo alarmante.

La extensión de la reabsorción radicular está influenciada por múltiples factores, como la actividad de las células responsables de la reabsorción y la sensibilidad de los tejidos involucrados. Sin embargo, la susceptibilidad individual y las variaciones biológicas influyen significativamente en su severidad. Entre los factores predisponentes que están asociados a la Reabsorción Radicular Inflamatoria (OIIRR) se destacan ⁽²⁾⁽⁹⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾:

A. Factores Biológicos.

La susceptibilidad individual juega un papel crucial en la aparición y desarrollo de la OIIRR.

Entre los factores biológicos se pueden incluir:

- I. **Predisposición Genética:** Estudios recientes sugieren que los factores genéticos explican al menos el 50% de las diferencias observadas en la predisposición a la reabsorción radicular, donde ciertas variantes genéticas, como por ejemplo las relacionadas con el factor de necrosis tumoral (TNF - α) y la interleucina 1 β , pueden aumentar la susceptibilidad a la reabsorción radicular.
- II. **Género y Edad:** Aunque los resultados obtenidos en estudios recientes no han encontrado una relación significativa, se ha podido observar una mayor incidencia de OIIRR en mujeres y pacientes adultos, debido posiblemente a diferencias en la densidad ósea y al proceso de remodelación tisular.
- III. **Alteraciones metabólicas:** El déficit de vitaminas, especialmente la vitamina D y el calcio que desempeñan un papel crítico en la homeostasis ósea y la remodelación, puede alterar el equilibrio de la reabsorción/ aposición ósea, aumentando la vulnerabilidad a las reabsorciones.

B. Factores Mecánicos.

Los factores relacionados con el tratamiento ortodóncico son determinantes en la severidad de las reabsorciones. La magnitud, duración y dirección de las fuerzas aplicadas influyen directamente en el grado de daño tisular.

Fuerzas excesivas o prolongadas y continuas en el tiempo, así como movimientos intrusivos, han sido identificados como factores de alto riesgo para la OIIRR.

Además, el tipo de aparato utilizado también desempeña un papel relevante. Los tratamientos con aparatología fija ejercen fuerzas constantes y prolongadas que incrementan el riesgo de OIIRR en comparación a los aparatos removibles. Asimismo, movimientos dentales como la intrusión, donde se aplican fuerzas intensas directamente sobre las raíces, están asociados con una mayor incidencia de reabsorción radicular.

C. Factores Ambientales.

Un historial de traumatismos previos o tratamientos endodónticos inadecuados pueden aumentar la probabilidad de sufrir un proceso de reabsorción radicular durante el tratamiento de ortodoncia.

También los hábitos para funcionales como el bruxismo o la onicofagia generan fuerzas adicionales sobre los dientes, exacerbando la presión en las áreas de compresión periodontal y contribuir a un mayor riesgo de lesión radicular.

D. Factores Dentales.

- I. **Morfología dentoalveolar:** La interacción de las raíces con la cortical ósea puede predisponer a lesiones resortivas. Cuando los dientes están posicionados mesiodistalmente muy cerca de la cortical ósea, las fuerzas pueden incrementar significativamente la presión sobre las estructuras, aumentando la probabilidad de la activación del proceso resortivo. Además, dicha proximidad limita la distribución uniforme de las fuerzas a través del hueso, lo que intensifica el estrés mecánico en regiones críticas.
- II. **Morfología y tamaño dentario:** Las raíces cortas tienen mayor propensión a las reabsorciones, mientras que aquellas de mayor longitud suelen requerir fuerzas

más intensas durante los movimientos de torque e inclinación, exponiéndolas a una mayor actividad biomecánica. Asimismo, raíces largas, estrechas y con dilaceración presentan un mayor riesgo de reabsorción.

Aunque estos factores se han asociado a la aparición de OIIRR, todavía no es posible prever con exactitud la incidencia ni el grado de reabsorción que se presentará tras la aplicación de fuerzas ortodóncicas. Este proceso complejo, que resulta de la interacción de múltiples factores biológicos, mecánicos y ambientales, está directamente influenciado por la aplicación de fuerzas las cuales provocan una remodelación tisular en las estructuras periodontales y dentales ⁽⁹⁾⁽¹²⁾⁽¹⁵⁾.

Hoy en día la OIIRR es considerado como un efecto secundario controlable dentro de los parámetros clínicos, pero su aparición puede conllevar alteraciones permanentes en la estructura radicular, especialmente si no se tienen en cuenta las características propias de cada paciente ⁽¹⁾⁽¹²⁾.

La comprensión teórica de los procesos fisiológicos y patológicos que acompañan el movimiento dentario en un tratamiento de ortodoncia es esencial para optimizar los resultados clínicos y minimizar los efectos secundarios.

Factores de Riesgo relacionados con el Paciente	
Género. Edad cronológica. Factores genéticos. Factores Sistémicos. Morfología radicular.	Vitalidad - Sensibilidad pulpar. Reabsorciones radiculares previas. Tipo o severidad de la maloclusión. Traumatismo dentoalveolar previo.
Factores de riesgo relacionados con el tratamiento ortodóncico	
Magnitud de la fuerza ortodóncica. Duración del tratamiento. Tipo de fuerza aplicada. Dirección del movimiento dental.	Extracciones dentales por indicación ortodóncica. Tipo de aparatología ortodóncica.

Tabla 1. Factores de riesgo asociados a la OIIRR

OBJETIVOS



2 OBJETIVOS

1. Evaluar el impacto de la intensidad de las fuerzas aplicadas en las diferentes técnicas de expansión maxilar (RME, SRME y SME) y su relación con las reabsorciones radiculares.
2. Examinar la influencia del diseño del disyuntor (denso-soportado, híbrido y óseo-soportado) en los efectos secundarios radiculares y la efectividad del tratamiento.
3. Investigar el papel que juega el tiempo de retención en la recuperación de las superficies radiculares afectadas.
4. Identificar protocolos terapéuticos personalizados que maximicen la seguridad y eficacia del tratamiento de disyunción maxilar.

MATERIAL Y MÉTODOS

3 MATERIAL Y METODOS

Criterios de Inclusión: Se seleccionaron pacientes infantiles, adolescentes y adultos jóvenes con arcadas estrechas, sin evidencia previa de lesiones ni reabsorciones radiculares, sin limitaciones de género o raza. La intervención incluyó la aplicación de dispositivos de expansión maxilar mediante técnicas de expansión lenta, rápida y semi-rápida. Se incorporaron diferentes diseños de estudios, tales como ensayos clínicos (aleatorizados o no), revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudios de cohorte, estudios de casos y controles, y series consecutivas de casos. Se realizó una comparación entre las diversas estrategias de expansión maxilar, con el fin de analizar su influencia sobre la incidencia de reabsorciones radiculares.

Criterios de Exclusión: Se excluyeron aquellos estudios que involucraron experimentación en animales, así como muestras compuestas por pacientes con síndromes craneofaciales. Adicionalmente, se descartaron los casos de pacientes que hubieran sido sometidos previamente a tratamientos ortodóncicos u ortognáticos, o que presentaran antecedentes de tratamientos endodónticos, restaurativos, anquilosados o periodontales. Pacientes con antecedentes de tratamiento de conductos, restaurativos, anquilosados o periodontales.

3.1 Estrategia de Búsqueda.

Se llevó a cabo una búsqueda electrónica en las principales bases de datos (PubMed, Google Scholar, Cochrane Library) sin restricción de idiomas ni años, y una búsqueda manual en la lista de referencia de los artículos seleccionados y en literatura gris hasta el año 2024.

Se utilizaron palabras MeSH (Medical Subject Headings), palabras libres y conectores booleanos para realizar la búsqueda.

Las palabras clave para la búsqueda incluyen **“Root resorption”, “Rapid maxillary expansion”, “Slow maxillary expansion”, “Semi-rapid maxillary expansión”, “Maxillary expansión Techniques”**, combinadas entre sí mediante conectores booleanos para acotar el rango de búsqueda. No se aplicaron restricciones de idioma o fecha de publicación.

Selección de bibliografía:

Se realizó una selección de la bibliografía en diferentes etapas según los criterios de inclusión y exclusión previamente mencionados.

Tras excluir la literatura duplicada, se incluyeron previamente los artículos según el título y resumen, de acuerdo con la estrategia de búsqueda descrita anteriormente. Si los artículos cumplían con los criterios en el título o en el resumen, posteriormente se leían los textos completos y las listas de referencias de los documentos inicialmente incluidos para evitar omisiones.

Extracción de datos:

Los datos extraídos en la tabla de búsqueda incluyen: Título y autores del artículo, año de publicación, tipo de estudio, tamaño de la muestra, edad promedio de la muestra, tipo de dentición, objetivos terapéuticos, tipo de dispositivo de expansión del arco, duración del tratamiento, estrategia de disyunción, tiempo de retención y método de detección de la reabsorción radicular.

3.2 Resultados de Búsqueda.

En la primera búsqueda inicial donde se localizaron un total de 379 artículos, se seleccionaron 126 estudios relevantes por la lectura de título y resumen, tras la

eliminación de los documentos duplicados se quedaron 104 estudios. Posteriormente se seleccionaron 49 documentos relacionados con este estudio basándose en la lectura del texto completo, eliminando los que no estaban relacionados con el tema a tratar o hacían uso de técnicas ortodóncicas que no se van a evaluar y se incluyeron 8 artículos más a través de la bibliografía de los artículos ya incluidos.

Finalmente se excluyeron un total de 19 estudios y se seleccionaron un total de 30 artículos para la revisión, constituidos por 8 artículos de revisión bibliográfica, sistemática o narrativa y 22 ensayos clínicos y estudios histológicos y observacionales Figura 1. (Tablas de búsquedas añadidos en apartado de Anexo).

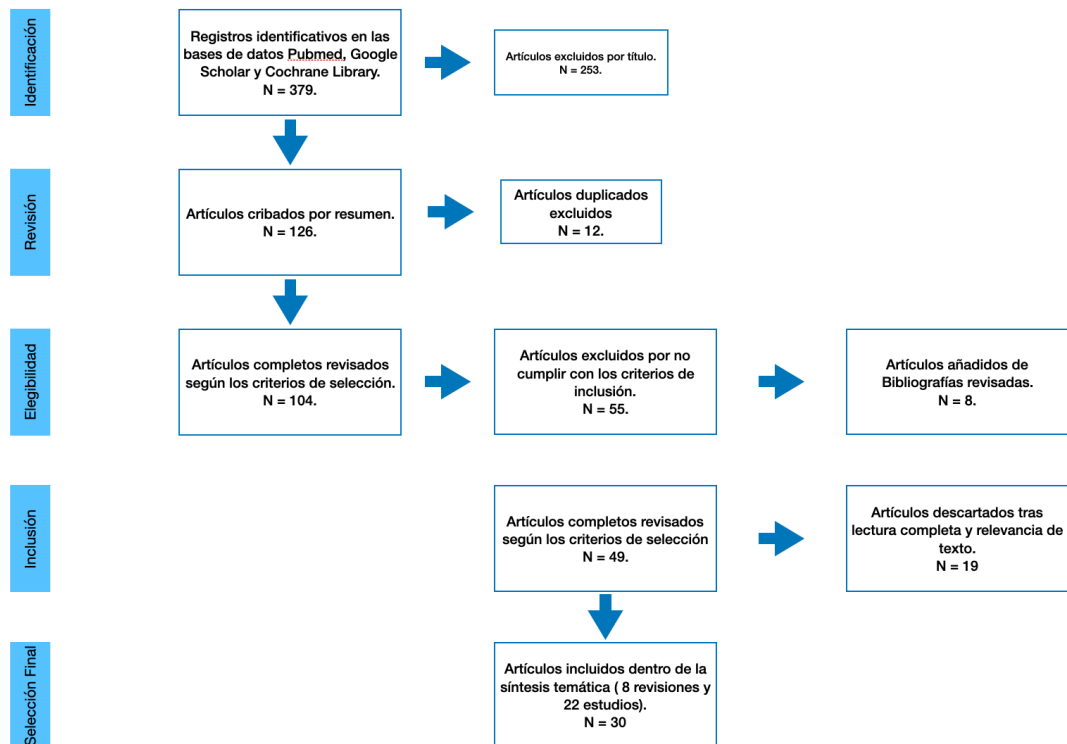


Figura 1. Diagrama de flujo de selección de estudios.

DISCUSIÓN

4 DISCUSIÓN

La técnica de expansión maxilar se considera el procedimiento ortodóntico de elección para corregir la atresia del maxilar especialmente en niños y adultos jóvenes, mediante la aplicación de fuerzas ortopédicas que generan una separación de la sutura media palatina y expansión transversal esquelética del maxilar ⁽¹⁶⁾. Desde que fue presentada por Angell en 1860, tanto la técnica como los dispositivos han evolucionado, permitiendo la corrección de maloclusiones variadas y facilitando el abordaje ortodóntico ⁽¹⁷⁾.

Con el tiempo, se ha investigado la efectividad de las diferentes técnicas de expansión maxilar; Expansión maxilar rápida (RME), Expansión maxilar Semi-rápida (SRME) y Expansión Maxilar Lenta (SME), sin llegar a una conclusión sólida que demuestre la superioridad de un protocolo de expansión frente a otro en cuanto a los resultados ortodónticos obtenidos. Esto indica que, desde un punto de vista clínico, dichos métodos de tratamiento son efectivos para obtener la expansión transversal del maxilar, dependiendo de las características propias del paciente y los objetivos del tratamiento previamente fijados ⁽²⁾⁽¹⁸⁾.

Sin embargo, cuando consideramos los efectos secundarios no deseados asociados a estas técnicas como son el impacto periodontal, la inclinación dental inadecuada y más concretamente las reabsorciones radiculares (RR) ⁽¹⁹⁾, la literatura no aporta unanimidad sobre cuál es el protocolo de expansión maxilar que genera un mayor o menor compromiso de las estructuras tanto dentales como del periodonto, lo cual facilitaría al clínico la selección del mejor enfoque terapéutico en cada caso.

Las reabsorciones radiculares externas son uno de los efectos secundarios más significativos asociados a la expansión del maxilar, que puede implicar y comprometer la estabilidad de las estructuras dentarias, la salud periodontal y la pérdida de tejido radicular como respuesta a un proceso inflamatorio debido al estrés y fuerzas ejercidas sobre los dientes tratados. Este fenómeno como lo describe Killany ⁽²⁰⁾, se produce por la interacción de factores biomecánicos y biológicos que puede interferir en el equilibrio

y durabilidad de las estructuras dentarias, especialmente en aquellos pacientes que experimentan niveles de reabsorción ya desde el inicio.

La gravedad, intensidad y extensión de las lesiones pueden depender de varios factores como son la magnitud de las fuerzas, el tiempo de aplicación de estas, el tipo de dispositivo utilizado y las características propias del paciente como la edad o la predisposición genética ⁽²¹⁾.

Estudios clásicos como los publicados por Langford y col. ⁽²²⁾ y Barber y Sims ⁽³⁾, demostraron la relación asociada entre la expansión maxilar y la aparición de un proceso de reabsorción radicular inflamatorio, principalmente en aquellos dientes que se encontraban unidos al dispositivo de expansión. Barber incluso destacó, mediante el uso de microscopía electrónica que las superficies bucales presentaban las reabsorciones más pronunciadas y que incluso tras pasados varios meses de retención, ciertas áreas seguían manteniéndose en una fase de reabsorción activa.

La técnica de microscopía electrónica utilizada por Barber y Sims ⁽³⁾ permitió identificar con gran detalle las áreas de reabsorción afectadas, brindando una visualización precisa de los cambios a nivel estructural del cemento radicular y el tejido adyacente. El paso de los años y el avance y nueva aparición de técnicas de imagen han sido aplicados en nuevos estudios de investigación, incorporando tecnologías de imagen tridimensionales como la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) y la microtomografía (micro-CT) para evaluar más exhaustivamente y cuantificar la extensión de las RR en pacientes sometidos a un tratamiento ortopédico de expansión maxilar.

Chan y Darendeliler ⁽²¹⁾ emplearon nuevas técnicas de imagen avanzadas (CBCT y Micro CT) para evaluar con mayor precisión las RR en pacientes que habían sido sometidos a expansión maxilar. Las imágenes CBCT obtenidas en su estudio revelaron la extensión y localización de las reabsorciones principalmente en las superficies bucales y linguales de los dientes anclados, consideradas como las áreas más vulnerables debido a la dirección y distribución de las fuerzas ortopédicas de compresión y tensión aplicadas durante el procedimiento, enfoque respaldado por Akyalcin y col. ⁽²³⁾, mostrando que las RR eran

más marcadas en los dientes de apoyo de los dispositivos de expansión, e identificando las superficies bucales y apicales las más afectadas.

La magnitud de las fuerzas ortopédicas aplicadas durante la expansión maxilar está también directamente relacionada con la extensión y la severidad de las reabsorciones radiculares. El interés en investigar la magnitud de estas fuerzas radica en la necesidad de optimizar los resultados clínicos y preservar la integridad de las raíces dentales, ya que el daño a las estructuras radiculares puede comprometer la estabilidad dental a largo plazo ⁽²⁴⁾.

La literatura revisada por Killany ⁽²⁰⁾ en el año 1999 responde a la necesidad de optimizar la intensidad y distribución de las fuerzas aplicadas durante los tratamientos de expansión maxilar, y estudios posteriores han demostrado dichas conclusiones. Destaca la importancia de la duración del tratamiento siendo los más prolongados los de mayor incidencia de reabsorción radicular. Una de las recomendaciones es la modulación de las fuerzas aplicadas, ya que aquellos tratamientos con aplicaciones ligeras y graduales de fuerza que permitan una adaptación tisular en lugar de movimientos rápidos y bruscos han demostrado reducir significativamente la incidencia de RR.

Brezniak y col. ⁽⁵⁾ pioneros en el estudio de los efectos de la expansión maxilar sobre la reabsorción radicular, argumentan que una aplicación de fuerzas ortodóncicas intensas induce a una respuesta inflamatorias de las estructuras periodontales y secundariamente a una pérdida de tejido radicular y aparición de reabsorciones. Según sus hallazgos, el estrés mecánico generado a través de las fuerzas de expansión además activa la actividad osteoclástica en el ligamento periodontal dando como resultado la degradación del cemento radicular.

Concluyen que ejercer fuerzas muy elevadas en un corto periodo de tiempo como es el caso de las RME, incrementan de forma significativa el riesgo, limitando y reduciendo el tiempo de adaptación y recuperación tisular aumentando de esta manera el estrés de los tejidos.

La literatura sugiere que las reabsorciones radiculares en el contexto mencionado son en mayor medida consecuencia de la respuesta inflamatoria del tejido periodontal a las fuerzas ortodóncicas aplicadas ⁽⁵⁾⁽¹³⁾.

Abu Arqub y col. ⁽²⁵⁾ resalta que dicha respuesta inflamatoria es una reacción fisiológica propia del periodonto diseñada para facilitar el proceso de remodelación ósea necesario para que se produzca el movimiento dental, planteando que la aplicación de fuerzas ortopédicas intensas durante la expansión induce a un estrés mecánico significativo, desencadenando una respuesta inflamatoria que prolongada en el tiempo se vuelve patológica activando mediadores inflamatorios del sistema inmune, claves en el daño del cemento celular, lo que puede conllevar a una degradación del hueso alveolar y del tejido radicular.

La gravedad de las RR dependería de la duración y la magnitud de la inflamación, factores intrínsecamente asociados a las técnicas de expansión.

Esta afirmación es complementada por el estudio de Xia y col. ⁽⁸⁾ donde se pone de manifiesto la relevancia clínica de la magnitud de las fuerzas en la severidad de las reabsorciones radiculares. Destacan que, independientemente del dispositivo específico utilizado, la relación entre la intensidad de la fuerza aplicada y las reabsorciones es directa; a mayor presión ejercida sobre las estructuras dentarias, mayor es la pérdida de tejido radicular observado

Se generan zonas de alta presión radicular, particularmente en los dientes anclados, provocando un mayor desgaste del tejido radicular sobre todo en las superficies bucales y linguales y señalan que el gradiente de fuerzas en estas superficies resulta en un desgaste diferencial de las raíces, lo que sugiere que la intensidad de las fuerzas no solo afecta al volumen de la reabsorción, sino también a su patrón de distribución en función de las zonas de mayor compresión mecánica. Además, también mostró que la reducción de esas fuerzas se correlaciona con una menor reabsorción, sugiriendo que la intensidad es un factor determinante en el grado de daño radicular.

De manera similar Jaldin y col. ⁽⁴⁾ sostienen que las reabsorciones son consecuencia directa del estrés y las fuerzas de compresión inducidas por la expansión. Destacan que las características individuales propias de cada paciente influyen en la gravedad de los efectos secundarios, pudiendo presentarse altos niveles de reabsorción incluso con fuerzas de menor magnitud.

Las diversas pautas de expansión existentes varían en función de la duración del tratamiento y la intensidad de las fuerzas que se emplean.

Cada técnica de expansión ya sea expansión maxilar rápida (RME), expansión maxilar lenta (SME) y expansión maxilar semi-rápida (SRME), implica una aplicación de diferentes intensidades y duración de dichas fuerzas, lo que afecta de manera variable a las raíces de los dientes. Cada una de estas pautas de expansión tiene implicaciones directas en los efectos secundarios asociados.

Las fuerzas ortopédicas aplicadas durante la expansión maxilar rápida (RME) han demostrado ser muy eficaces para conseguir la separación de la sutura media palatina, sin embargo, la magnitud supera con frecuencia las capacidades fisiológicas de los tejidos periodontales para adaptarse, lo que resulta en micro traumas que desembocan en reabsorciones radiculares ⁽²²⁾⁽²³⁾.

Por otro lado, la expansión maxilar semi-rápida (SRME) combina la rapidez de la RME con la reducción de la magnitud de las fuerzas que se aplican, lo que podría reducir el impacto sobre las raíces dentales en comparación con la RME.

En el caso de la expansión maxilar lenta (SME), la técnica podría ser considerada más conservadora en términos de fuerza aplicada, debido a la distribución de las fuerzas más moderadas durante un mayor período de tiempo, resultando en una menor incidencia en las reabsorciones en comparación con las otras técnicas ⁽²⁵⁾⁽²⁶⁾.

Ya a finales del siglo XX los investigadores Timm y Moos ⁽²⁹⁾ evaluaron los efectos de la RME sobre las superficies radiculares en términos de RR. Observaron que esta técnica de expansión podía inducir a una respuesta resortiva en los dientes anclados,

manifestándose principalmente en las regiones bucales y apicales, e identificando que la magnitud de la fuerza de expansión y la duración del tratamiento eran determinantes en la extensión del proceso de RR.

En el estudio publicado por Quinzi y col en el 2019 ⁽¹⁷⁾, se enfocaron en comparar los efectos de la RME con la SME, se sugiere que la expansión lenta (SME) podría reducir significativamente los efectos colaterales de reabsorción radicular y permitir la readaptación del periodonto. Esta adaptación progresiva de los tejidos ayuda a reducir otros efectos secundarios adversos como son los desplazamientos radiculares no deseados y las inclinaciones dentales.

Se destaca además que, aunque la expansión lenta del maxilar es más prolongada en el tiempo, se logra una expansión estable y efectiva con un menor compromiso de la integridad radicular y periodontal. Se sugiere por tanto que esta técnica podría ser particularmente beneficiosa en pacientes con una predisposición a las RR o con problemas periodontales ya presentes, por la reducción del estrés radicular y la mayor tolerancia al procedimiento.

También Yacout y col. ⁽³⁰⁾ obtienen resultados similares, y aunque ambos protocolos fueron efectivos en la corrección de la deficiencia transversal del maxilar, la RME resultó en una mayor inclinación dental, mayores complicaciones en el sistema de disyunción y un potencial aumento del riesgo de RR.

El protocolo de expansión y contracción alternada alt- RAMEC puede ser una alternativa a los protocolos más convencionales, la cual emplea fuerzas intermitentes de diferentes magnitudes, distribuyendo la carga y la presión que se ejerce de formas directa sobre las raíces. Según estudios realizados por Akyalcin ⁽²³⁾ y Lemos ⁽²⁴⁾, disminuyen el riesgo de RR y muestran una reducción significativa en el adelgazamiento y la pérdida de volumen radicular en comparación con los protocolos de expansión rápida sin contracción

Aun así, algunos clínicos han planteado preocupación respecto a los posibles efectos adversos del protocolo en las raíces dentarias de los dientes usados como anclaje. Aunque en el estudio de Yilmaz y col. ⁽³¹⁾ el protocolo Alt-RAMEC no causó RR

significativa, el procedimiento intermitente de apertura y cierre repetido durante la expansión podría generar un efecto “Jiggling” que podría inducir en pérdida ósea alveolar y como consecuencia una reabsorción radicular secundaria en los dientes de soporte.

La distribución de las áreas afectadas por el proceso de reabsorción depende de varios factores, incluidos el diseño del aparato expensor, la magnitud de las fuerzas y el tiempo de tratamiento transcurrido.

Publicaciones antiguas como la de Barber y Sims en el año 1981 han sugerido que son las superficies bucales las más comúnmente afectadas por la reabsorción radicular, especialmente en aquellos casos en los que se aplica una técnica de expansión rápida (RME), Semi-rápida (SRME) o un diseño del expensor dento-soportado, lo cual se justifica por la dirección y magnitud de las fuerzas aplicadas, ya que estas fuerzas tienden a concentrarse en estas superficies durante la expansión, comprimiendo el ligamento periodontal y la posterior hialinización de la región bucal ⁽³⁾.

En las superficies apicales también se observaron zonas de reabsorción, relacionado en parte por la falta de rigidez de los aparatos utilizados. Esta deficiencia provoca inclinación dental como resultado de la compresión vertical que experimentan las raíces. Al ser empujadas hacia afuera, el ápice y la corona no se desplazan de manera uniforme, lo que genera un aumento en la compresión de los tercios apicales y hace que esta región sea más susceptible a la reabsorción.

Baysal y col. (33) y Erverdi y col. ⁽³³⁾ documentaron que no solo las superficies bucales de los primeros molares y premolares anclados fueron las más afectadas, sino que las reabsorciones más significativas eran localizadas principalmente en las raíces mesiobucles, áreas más cercanas a las fuerzas de expansión.

En este contexto, Topal y col. ⁽³⁴⁾ evidenciaron que, en la técnica RME, las superficies apicales de molares y premolares anclados presentaban mayor RR debido a la concentración y distribución de fuerzas desde el centro del maxilar. En línea con estos resultados, Colak y col. ⁽²⁶⁾ observaron que, aunque estas superficies eran las más afectadas, la reabsorción se presentaba menor cuando se empleaban protocolos de expansión semi-rápida con fuerzas moderadas. Estos hallazgos sugieren que la reducción en la intensidad de las fuerzas aplicadas podría disminuir la RR en técnicas de expansión maxilar.

Las superficies linguales, aunque menos susceptibles a la RR que las bucales y apicales, también pueden verse afectadas, especialmente cuando la distribución de las fuerzas de expansión es inapropiada. Estudios han documentado reabsorciones también en estas áreas. Dichas afectaciones se localizan especialmente en aquellos casos en los que las fuerzas de expansión tienen una distribución inadecuada. Gönüldas y col. ⁽³⁵⁾ indicaban que el tipping molar adquirido durante el protocolo de RME aumentaba la presión sobre estas superficies, elevando el riesgo de daños en el cemento radicular.

A lo largo de los años también se ha indagado en como el diseño del aparato afecta a la efectividad y los resultados que se obtienen, y muchos de ellos se han centrado en determinar si ese diseño también puede influir de forma secundaria en la salud de las raíces dentales.

La relación existente entre las reabsorciones radiculares y el diseño del aparato utilizado para la expansión maxilar es clave para determinar los efectos que tienen las distintas formas de anclaje en la distribución de las fuerzas sobre las raíces dentales.

Los diferentes tipos de aparatologías de expansión generan fuerzas que afectan de diferente manera al proceso de reabsorción.

En general, la evidencia sugiere que aquellos dispositivos con un apoyo óseo o híbrido con mini tornillos son más efectivos para reducir las reabsorciones en comparación con los dispositivos dento-soportados. Sin embargo, ambos diseños presentan ventajas y desventajas que han de ser consideradas al seleccionar el tipo de tratamiento más adecuado para cada paciente ⁽³⁶⁾⁽³⁷⁾.

Los aparatos tipo Hyrax (dento-soportado) transmiten fuerzas expansivas a través de los dientes anclados, pudiendo generar micro traumas y exacerbar el riesgo de pérdida de tejido dentario incrementando la posibilidad de efectos adversos tales como reabsorciones e inclinaciones dentales, mientras que por el contrario, los óseo-soportados anclados directamente al hueso maxilar mediante el uso de mini tornillos, minimizan las consecuencias a través de la transmisión de fuerzas directamente al hueso (37)(39).

Krüsi y col. ⁽¹⁸⁾ llevaron a cabo una revisión sistemática y metaanálisis para evaluar y exponer los beneficios de los dispositivos óseo-soportados frente a los dento-soportados y se concluyó que los dispositivos con anclaje óseo presentan ventajas claras al minimizar las reabsorciones radiculares. Además, el estudio destacó que los disyuntores dento-soportados no solo aumentan el riesgo de una inclinación dental y reabsorción radicular indeseada, sino que limitan la efectividad de la expansión esquelética. Se subraya por tanto la necesidad de considerar la biomecánica del diseño del aparato en la planificación del tratamiento, especialmente en aquellos pacientes considerados de alto riesgo

De manera complementaria, Abu Arquib y col. ⁽²⁵⁾ en su revisión radiográfica e histológica, concluyeron que los disyuntores óseo-soportados (MARPE), minimizan la incidencia y severidad de las RR reduciendo la carga sobre los dientes de anclaje. Los resultados obtenidos indicaban que además de lograrse una expansión esquelética más significativa y estable, la distribución de las fuerzas directamente al hueso protegía la integridad de las raíces dentales.

En este contexto, Lemos y col. ⁽²⁴⁾ compararon los efectos de dos disyuntores dento-soportados (Hyrax y Hass Expander). Observaron que el Dy Hass al incluir una base acrílica, distribuye de una manera más homogénea las fuerzas sobre una superficie de contacto más amplia, lo que reduce el impacto directo sobre los dientes de anclaje. Sin embargo, este diseño generó presiones sobre las crestas alveolares que resultaron en RR en regiones específicas.

Por el contrario, el dispositivo Hyrax sin base acrílica, concentró las fuerzas exclusivamente en los dientes anclados a las bandas, lo que produjo un mayor grado de reabsorción, especialmente en las superficies bucales y apicales.

Leonardi y col. ⁽³⁶⁾⁽³⁷⁾ comparando disyuntores dento-soportados tipo Hyrax a 4 bandas Vs disyuntores óseo-soportados con apoyo a dos mini tornillos para evaluar el impacto del tipo de anclaje usando en la RME en las reabsorciones radiculares (RR). Concluyeron que existía una diferencia significativa entre la magnitud y distribución de las reabsorciones entre ambos grupos investigados y que los disyuntores dento-soportados presentaban mayor reabsorción radicular, debido a una aplicación constante de fuerzas de compresión en los puntos donde contactaba el aparato de disyunción. Además, incluso los dientes no unidos al disyuntor mostraron RR, por lo que las fuerzas transmitidas no solo se limitaban a los dientes de anclaje.

En contraste, los disyuntores óseo-soportados tenían una reabsorción radicular significativamente menor, y aunque las superficies más afectadas eran coincidentes, el volumen no se vio considerablemente reducido, ya que la distribución de las fuerzas directamente en el hueso maxilar en lugar de en los dientes, redujo la presión sobre las raíces, minimizando la incidencia.

En este contexto, Kayalar y col. ⁽³⁸⁾ y Gunyuz y col. ⁽³⁹⁾, evaluaron los efectos de los dispositivos híbridos y óseo-soportados frente a los dento-soportados. Ambos estudios concluyeron que los disyuntores óseo-soportados e híbridos eran una opción más conservadora en términos de preservación de la integridad radicular. Observaron que los dispositivos híbridos (2 mini tornillos y 2 bandas a 1os molares) reducían de una forma significativa la inclinación dental y la RR, distribuyendo de manera más homogénea las fuerzas expansivas en comparación con el Hyrax dento-soportado. Además, demostraron mayor estabilidad esquelética al minimizar los efectos en el soporte periodontal.

Alcin y col. ⁽⁴⁰⁾, mediante microtomografía computarizada, corroboraron estos resultados, observando menor reabsorción en disyuntores con apoyo óseo y, por el

contrario, mayores tasas de reabsorción en las regiones bucales en los aparatos dento-soportados, coincidiendo con los hallazgos de Yildirim y col. ⁽⁴¹⁾. Estos estudios refuerzan la evidencia de que los disyuntores óseo-soportados son la opción más conservadora y eficaz para preservar la integridad radicular, particularmente en pacientes de alto riesgo.

Aunque la investigación de Celen y col. ⁽⁴²⁾ no mostró diferencias significativas en las longitudes radiculares, se obtuvieron las mismas conclusiones respecto al uso de disyuntores anclados a mini tornillos y la reducción de efectos secundarios dentales en comparación con las técnicas convencionales.

No solo se encontraron diferencias significativas en las RR entre aparatos con anclaje óseo y dental, sino que la variación en los diseños de los aparatos dento-soportados también ofrece resultados diversos en cuanto a magnitud y distribución de las reabsorciones.

En este punto, Erverdi y col. ⁽³³⁾ llevaron a cabo un estudio comparativo entre dos dispositivos de expansión maxilar de soporte dental (Hass y Cast Cap Splint), encontrando que, aunque ambos dispositivos resultaron en presencia de reabsorciones radiculares, el Cast Cap Sprint mostró reducción en la cantidad de reabsorción ya que el apoyo dental era mayor y la distribución de las fuerzas por tanto más equilibradas frente al diseño tipo Haas con peores resultados.

En un análisis más reciente, Topal y col. ⁽³⁴⁾ compararon los efectos de varios diseños de disyuntores dento-soportados (Hyrax, McNamara y Quad Helix). Los autores destacaron que ciertas modificaciones del diseño del disyuntor en combinación con una pauta de activación adaptada a cada caso permitirían una redistribución de las fuerzas expansivas, mitigando parcialmente el daño en las raíces dentales.

Gönüldas y col. ⁽³⁵⁾ exploraron como la rigidez de las estructuras de soporte de los disyuntores dento-soportados afectaban a las reabsorciones mediante el uso de un dispositivo con diseño acrílico. Este diseño, logró disminuir la inclinación dental y los daños de las estructuras periodontales de soporte, indicando que aquellos dispositivos

con estructuras más rígidas generaban una menor inclinación y reabsorción dental en comparación con los que presentaban un soporte más flexible.

Estos estudios sugieren que el diseño del disyuntor puede ser determinante en la distribución de las fuerzas de expansión y, por ende, en el riesgo de aparición de RR.

Dispositivos dento-soportados convencionales como el disyuntor Hyrax, son susceptibles de generar reabsorciones radiculares más significativas. Sin embargo, la modificación en el diseño, los ajustes en la rigidez de la estructura de apoyo y el uso de dispositivos híbridos, óseo-soportados ofrecen soluciones que reducen los efectos adversos preservando en mayor medida la salud radicular.

La reabsorción radicular presenta en ciertos casos un grado de reversibilidad parcial, cuyo éxito depende de múltiples factores, siendo el tiempo de retención del sistema de disyunción uno de los más determinantes. Este periodo, en el cual las estructuras óseas y dentales se estabilizan tras la aplicación de las fuerzas de expansión, permite al tejido radicular someterse a procesos de reparación biológica. Es por este motivo, que un tiempo de retención bien planificado puede influir significativamente en la recuperación tisular, especialmente en aquellas áreas más vulnerables.

Sin embargo, la literatura también nos informa sobre las limitaciones inherentes al proceso regenerativo, el cual dependerá de factores tales como la magnitud del daño inicial y el diseño del aparato empleado, la pauta de expansión aplicada y el tiempo de retención.

Aunque según Killany y col. ⁽²⁰⁾ el proceso de reabsorción radicular inducido por un tratamiento ortodóncico es, en gran medida, irreversible, señalan que ciertos procesos de reparación son posibles bajo condiciones favorables. Barber y Sims ⁽³⁾, observaron signos de regeneración radicular en ciertas áreas tras una RME con Disyuntores dento-soportados y un periodo de retención de 9 meses, aunque algunas zonas permanecieron en fase activa de reabsorción, sugiriendo que un periodo adecuado de retención podría permitir una recuperación parcial, aunque en algunos casos el daño sea irreversible.

De igual modo Odenrick y col. ⁽⁴³⁾ obtuvieron hallazgos similares observando lagunas de reabsorción más extensas en aquellos dientes estudiados inmediatamente después de la expansión en comparación con aquellos con una retención prolongada (224 días), que redujeron significativamente el tamaño de las lesiones y al igual que Barber y Sims ⁽³⁾, no siempre se restablecía completamente la unión entre el tejido periodontal y el cemento reparado, sugiriendo limitaciones en el potencial regenerativo.

El estudio de Kittel y col. ⁽⁴⁴⁾ refuerza la perspectiva de los artículos anteriores al demostrar que, tras una fase retentiva entorno a 3-6 meses, las superficies que previamente habían sido afectadas tras un proceso de expansión maxilar rápido (RME) mostraron signos de reparación. Este fenómeno fue especialmente evidente en aquellas zonas donde el daño inicial era moderado, mientras que las áreas con lesiones severas mostraron una recuperación más lenta o continuaron con reabsorción por lo que no todas las áreas logran una recuperación completa. El autor también destacó que, las zonas de mayor vulnerabilidad, como los tercios cervical y bucal de las raíces, requerían un periodo de retención mayor para obtener una regeneración significativa.

Además, Gönüldas y col. ⁽³⁵⁾ compararon los protocolos de expansión maxilar rápida (RME) y semi-rápida (SRME), encontrando que, aunque ambos grupos presentaban niveles similares de reabsorción durante la fase activa, las reabsorciones en el grupo SRME fueron más transitorias, mostrando una recuperación significativamente mayor de las superficies radicales afectadas. Este hallazgo sugiere que un protocolo de expansión más gradual con aplicación de fuerzas menores facilita la regeneración tisular durante la fase de estabilización.

Con la evolución de los disyuntores hacia dispositivos híbridos y óseo-soportados estudios como el de Leonardi y col. ⁽³⁷⁾ ha mostrado que la reducción de la carga directa sobre los dientes de anclaje no solo reduce la severidad inicial de las RR, sino que también permite una mejora en la capacidad de recuperación tisular durante la retención. Esto sugiere que, aunque los dispositivos híbridos y óseo-soportados presentan mejores resultados intra y post tratamiento en relación con las RR, un diseño

más conservador, combinado con un tiempo de retención bien planificado, puede optimizar los resultados clínicos y minimizar los efectos secundarios en los tejidos de soporte. Estos resultados son consistentes con los encontrados por Erverdi y col. ⁽³³⁾, quienes demostraron que un diseño más equilibrado en la distribución de las fuerzas (Cast Cap Splint) favorece una recuperación más homogénea de la superficie radicular durante la fase de retención, en comparación con los diseños tradicionales (Hass Expander). Esto se debe a que, al concentrarse las fuerzas en los dientes de anclaje en el modelo tradicional, se requirió un tiempo de retención más prolongado para lograr mejoras similares.

CONSIDERACIONES FINALES

5 CONSIDERACIONES FINALES

1. El control de la intensidad y distribución uniforme de las fuerzas minimiza efectos adversos como la reabsorción radicular. Técnicas como SME y SRME protegen las estructuras dentales y controlan la OIIRR.
2. Los dispositivos óseo-soportados e híbridos reducen los daños radiculares y minimizando las inclinaciones dentales, relevante cuando se consideran los efectos a largo plazo de una biomecánica eficiente y adaptada al perfil del paciente.
3. Un periodo de retención bien planificado facilita la regeneración radicular que, complementado con la evidencia de que fuerzas moderadas y progresivas permiten una recuperación más homogénea, contribuye a la longevidad dental.
4. La personalización del tratamiento según la biología y estructura del paciente optimiza los resultados clínicos. Evaluar la susceptibilidad y el perfil periodontal permite protocolos más seguros. El uso de CBCT y microfotografías mejora el ajuste de fuerzas, favoreciendo estabilidad y salud dental.

BIBLIOGRAFÍA

6 BIBLIOGRAFÍA

1. Lopatiene K, Dumbravaite A. Risk factors of root resorption after orthodontic treatment. *Stomatologija*. 2008;10(3):89-95.
2. Bastos RTDRM, Blagitz MN, Aragón MLSC, Maia LC, Normando D. Periodontal side effects of rapid and slow maxillary expansion: A systematic review. *Angle Orthod*. 2019 Jul;89(4):651-660.
3. Barber AF, Sims MR. Rapid maxillary expansion and external root resorption in man: a scanning electron microscope study. *Am J Orthod*. 1981 Jun;79(6):630-52.
4. Jaldin Sandoval KJ, Bustillos Torrez W, Silva Sousa K, Retamal-Valdes B. Risk factors and root resorption in orthodontic treatment: an update perspective. *RECIMA21*. 2023 Aug;4(8): e483848.
5. Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: The basic science aspects. *Angle Orthod*. 2002 Apr;72(2):1759.
6. Nigul K, Jagomagi T. Factors related to apical root resorption of maxillary incisors in orthodontic patients. *Stomatologija*. 2006;8(3):76-9.
7. Wahab RMA, Shafiai NAA, Ariffin SHZ. An Insight into Risk Factors for Root Resorption During Orthodontic Treatment. *J Med Sci*. 2017;17(1):1-9.
8. Xia K, Sun WT, Yu LY, Liu J. Influence of different types of rapid maxillary expansion on root resorption: a systematic review. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2021 Feb 1;39(1):38-47.



9. Macías-Villanueva TG, Gutiérrez-Rojo JF, Silva-Zatarain AN. Reabsorción radicular causada por tratamiento de ortodoncia: revisión de la literatura. *Rev Tamé*. 2018;6(18):701-706.
10. Shubham S, Ritu M, Anurag G, Anurag S. Evaluation of apical root resorption of maxillary incisors following orthodontic treatment with conventional brackets and self-ligating brackets. *Int J Oral Care Res*. 2018;6(Suppl):66-70.
11. Smale I, Årtun J, Behbehani F, Doppel D, Van't Hof M, Kuijpers-Jagtman AM. Apical root resorption 6 months after initiation of fixed orthodontic appliance therapy. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2005;128(1):57–67.
12. Dindaroğlu F, Doğan S. Root resorption in orthodontics. *Turk J Orthod*. 2016;29(3):103-8.
13. Brezniak N. Root resorption after orthodontic treatment. Part II. Literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;103:138-46.
14. Sameshima G, Sinclari P. Predicting and preventing root resorption: part II. Treatment factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2001;119:511- 5.
15. Brudvik P, Rygh P. Root resorption beneath the main hyalinized zone. *Eur J Orthod*. 1994;16(4):249-263.
16. Geramy A, Shahroudi AS. Fixed versus removable appliance for palatal expansion; a 3D analysis using the finite element method. *J Dent (Tehran)*. 2014;11(1):75–84.
17. Quinzi V, Rossi O, Paglia L, Marzo G, Caprioglio A. Paediatric Orthodontics Part 2: Periodontal effects of maxillary expansion. *Eur J Paediatr Dent*. 2019 Jun;20(2):164-166.



18. Krüsi M, Eliades T, Papageorgiou SN. Are there benefits from using bone-borne maxillary expansion instead of tooth-borne maxillary expansion? A systematic review with meta-analysis. *Prog Orthod*. 2019 Feb 25;20(1):9.
19. Garib DG, Henriques JF, Janson G, de Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006 Jun;129(6):749-58.
20. Killiany DM. Root resorption caused by orthodontic treatment: an evidence-based review of literature. *Semin Orthod*. 1999 Jun;5(2):128-33.
21. Chan EK, Darendeliler MA. Exploring the third dimension in root resorption. *Orthod Craniofac Res*. 2004 May;7(2):64-70.
22. Langford SR. Root resorption extremes resulting from clinical RME. *Am J Orthod*. 1982 May;81(5):371-7.
23. Akyalcin S, Alexander SP, Silva RM, English JD. Evaluation of three-dimensional root surface changes and resorption following rapid maxillary expansion: a cone beam computed tomography investigation. *Orthod Craniofac Res*. 2015 Apr;18 Suppl 1:117-26.
24. Lemos Rinaldi MR, Azeredo F, Martinelli de Lima E, Deon Rizzato SM, Sameshima G, Macedo de Menezes L. Cone-beam computed tomography evaluation of bone plate and root length after maxillary expansion using tooth-borne and tooth-tissue-borne banded expanders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2018 Oct;154(4):504-516.

25. Abu Arqub S, Gandhi V, Iverson MG, Alam MK, Allareddy V, Liu D, Yadav S, Mehta S. Radiographic and histological assessment of root resorption associated with conventional and mini-screw assisted rapid palatal expansion: a systematic review. *Eur J Orthod*. 2022 Dec 1;44(6):679-689.
26. Colak C, Aras B, Cheng LL, Elekdag-Turk S, Turk T, Darendeliler MA. Effects of rapid and slow maxillary expansion on root resorption: a micro-computed tomography study. *Eur J Orthod*. 2021 Dec 1;43(6):682-689.
27. Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion. 3. Forces present during retention. *Angle Orthod*. 1965 Jul;35:178-86.
28. Kvam E. Organic tissue characteristics on the pressure side of human premolars following tooth movement. *Angle Orthod*. 1973 Jan;43(1):18-23.
29. Timms DJ, Moss JP. An histological investigation into the effects of rapid maxillary expansion on the teeth and their supporting tissues. *Trans Eur Orthod Soc*. 1971:263-71.
30. Yacout YM, Abdalla EM, El Harouny NM. Skeletal and dentoalveolar effects of slow vs rapid activation protocols of miniscrew-supported maxillary expanders in adolescents: A randomized clinical trial. *Angle Orthod*. 2022 Jun 30;92(5):579–88.
31. Yilmaz BS, Seker ED, Yilmaz HN, Kucukkeles N. Do we pay for maxillary protraction? Evaluation of the effects of Alt-RAMEC protocol and face mask treatment on root development. *Clin Oral Investig*. 2022 Mar;26(3):3203-3211.
32. Baysal A, Karadede I, Hekimoglu S, Ucar F, Ozer T, Veli I, Uysal T. Evaluation of root resorption following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. *Angle Orthod*. 2012 May;82(3):488-94.

33. Erverdi N, Okar I, Küçükkeles N, Arbak S. A comparison of two different rapid palatal expansion techniques from the point of root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994 Jul;106(1):47-51.
34. Topal R, Gündüz Arslan S. Effect of three different maxillary expansion appliances on root resorption. *Int Dent Res* 2023; 13(1):19-26.
35. Gönüldaş SR, Özsoy ÖP, Pamukçu H, Kural F. Comparison of dentofacial and periodontal effects of rapid and semi-rapid maxillary expansion. *Meandros Med Dent J.* 2017;18:33-46.
36. Leonardi R, Ronsivalle V, Isola G, Cicciù M, Lagravère M, Flores-Mir C, Lo Giudice A. External root resorption and rapid maxillary expansion in the short-term: a CBCT comparative study between tooth-borne and bone-borne appliances. *BMC Oral Health.* 2023 Aug 12;23(1):558.
37. Leonardi R, Ronsivalle V, Barbato E, Lagravère M, Flores-Mir C, Lo Giudice A. External root resorption (ERR) and rapid maxillary expansion (RME) at post-retention stage: a comparison between tooth-borne and bone-borne RME. *Prog Orthod.* 2022 Dec 5;23(1):45.
38. Kayalar E, Schauseil M, Kuvat SV, Emekli U, Fıratlı S. Comparison of tooth-borne and hybrid devices in surgically assisted rapid maxillary expansion: A randomized clinical cone-beam computed tomography study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2016 Mar;44(3):285-93.
39. Gunyuz Toklu M, Germec-Cakan D, Tozlu M. "Periodontal, dentoalveolar, and skeletal effects of tooth-borne and tooth-bone-borne expansion appliances." *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2015;148:97–109.



40. Alcin R, Malkoç S. Does mini-implant-supported rapid maxillary expansion cause less root resorption than traditional approaches? A micro-computed tomography study. *Korean J Orthod*. 2021 Jul 25;51(4):241-249.
41. Yildirim M, Akin M. Comparison of root resorption after bone-borne and tooth-borne rapid maxillary expansion evaluated with the use of microtomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2019 Feb;155(2):182-190.
42. Celenk-Koca T, Erdinc AE, Hazar S, Harris L, English JD, Akyalcin S. Evaluation of miniscrew-supported rapid maxillary expansion in adolescents: A prospective randomized clinical trial. *Angle Orthod*. 2018 Nov;88(6):702-709.
43. Odenrick L, Karlander EL, Pierce A, Kretschmar U. Surface resorption following two forms of rapid maxillary expansion. *Eur J Orthod*. 1991 Aug;13(4):264-70.
44. Kittel PW, Sampson WJ. RME-induced root resorption and repair: a computerised 3-D reconstruction. *Aust Orthod J*. 1994 Oct;13(3):144-51.

ANEXO

7 ANEXO

Tabla 2. Fuentes Bibliográficas de la Discusión: Artículos de Revisión y síntesis de conocimientos.

TÍTULO.	AUTORES.	AÑO.	TIPO DE REVISIÓN.	Nº DE ESTUDIOS INCLUIDOS.	PERIODO ANALIZADO.	OBJETIVO.	HALLAZGOS RELEVANTES.
Root resorption caused by orthodontic treatment: an evidence-based review of literature.	Killiany DM.	1999	R.Narrativa basada en evidencia.	NE	1990-1999.	Analizar y sintetizar la evidencia disponible sobre la resorción radicular inducida por el tratamiento ortodóncico	• Aceleradamente un 5 % de los pacientes resorben aproximadamente más de 5 mm de hueso alveolar durante el tratamiento. • Factores como la duración del tratamiento, el tipo de aparato ortodóncico y las características individuales pueden aumentar el riesgo de resorción significativa.
Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: The basic science aspects.	Brezniak N, Wasserstein A.	2002	R.Bibliográfica.	NE	1977-2001.	Revisar los aspectos biológicos y celulares de la resorción radicular inflamatoria inducida por fuerzas ortodóncicas.	• La JORIR es un efecto secundario inevitable del movimiento dental. • Los factores que influyen en la magnitud y duración de la fuerza aplicada, la susceptibilidad individual y la cantidad de las raíces a estructuras corticales.
Exploring the third dimension in root resorption.	Chan EK, Darendeller MA.	2004	R.Narrativa.	37	1929-2004.	Revisar y evaluar la validez de diversas técnicas de medición cuantitativa en 2D y explorar la dimensión tridimensional de la resorción radicular.	• Las técnicas 2D subestiman la resorción radicular, mientras que las 3D, ofrecen mayor precisión. • Las fuerzas ortodóncicas más pesadas producen resorción mayor en comparación con las más ligeras. • La RIR es un proceso dinámico con fases de reparación, pero su severidad depende de la magnitud y duración de las fuerzas.
Paediatric Orthodontics Part 2: Periodontal effects of maxillary expansion	Quirini V, Rossi O, Paglia L, Marzo G, Caprioglio A.	2019	R.Bibliográfica / Clinical Focus	5	1860-2019.	Analizar los efectos periodontales de los diferentes protocolos de expansión maxilar (SME y RME) en la dentición decidua y mixta.	• La expansión maxilar en dentición mixta y decidua afecta tanto al hueso basal como a los dientes de arcada. • Las resorciones alveolares, se reducen al utilizar aparatos, se reducen o dispositivos MARPE en lugar de aparatos directamente a los primeros molares permanentes.
Are there benefits from using bone- borne maxillary expansion instead of tooth-borne maxillary expansion? A systematic review with meta-analysis.	Küsi M, Eliades T, Papageorgiou SN.	2019	Revisión Sistemática y Meta-análisis.	6	2009-2018	Evaluar y comparar la eficacia y los efectos adversos de los dispositivos de expansión rápida (RME) con enclavado o híbrido frente a los dispositivos tradicionales con anclaje dental.	• La expansión maxilar de la arcada superior genera una mejor apertura de la arcada palatina y menos inclinación dentaria en comparación con la expansión convencional. • No se observaron diferencias significativas en la resorción entre los dispositivos de expansión rápida y los dispositivos tradicionales. • La expansión híbrida reduce la resistencia de la vía aérea nasal, lo que sugiere posibles beneficios respiratorios.
Influence of different types of rapid maxillary expansion on root resorption: a systematic review	Xia K, Sun WT, Yu LY, Liu J.	2021	Revisión Sistemática	7	1994-2019	Evaluar y comparar el grado de resorción radicular provocado por diferentes dispositivos de expansión maxilar en pacientes adolescentes y adultos.	• Los dispositivos de expansión ósea reducen la resorción radicular en comparación con los expansiones convencionales. • No se observaron diferencias significativas en la resorción entre los dispositivos de expansión rápida y los dispositivos tradicionales. • El diseño del aparato no muestra un impacto significativo en la resorción radicular.
Radiographic and histological assessment of root resorption associated with conventional and mini-screw assisted rapid palatal expansion: a systematic review.	Abu Arqub S, Gandhi V, Iverson MG, Alam MK, Allareddy V, Liu D, Yadav S, Merita S.	2022	Revisión Sistemática.	13	1981-2021	Evaluación de RR tras RME convencional y con MARPE	• La expansión maxilar con aparatos convencionales puede causar resorción radicular en los dientes posteriores. • El uso de MARPE está principalmente a cara basal de las raíces. • MARPE podría reducir la resorción radicular en comparación con el tratamiento convencional.
Factores de riesgo y resorción radicular en el tratamiento de ortodoncia: una perspectiva actualizada.	Jaldin Sandoval KJ, Bustillos Torrez W, Silva Sousa K, Retamal-Valdes B.	2023	Revisión bibliográfica.	32	2000-2023	Identificar y analizar los factores de riesgo de resorción radicular durante el tratamiento de ortodoncia.	• Un tratamiento ortodóncico más prolongado aumenta el riesgo de resorción radicular.

Notas: NE = No Específica; OIRR = Reabsorción Radicular Inflamatoria Inducida por Ortodoncia; SEM = Microscopía Electrónica de Barrido; RME = Expansión Maxilar Rápida; SME = Expansión Maxilar Lenta.



Tabla 3. Fuentes Bibliográficas de la Discusión: Resumen de Estudios Clínicos y Observacionales.

TÍTULO	AUTORES	AÑO	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA (N)	EDAD	OBJETIVOS TERAPÉUTICOS	TIPO DE DENTICIÓN	APARATOLOGÍA	DURACIÓN TTO	PAUTA DE TTO	TIEMPO DE RETENCIÓN	SISTEMA DE MEDICIÓN
An histological investigation into the effects of rapid maxillary expansion on the teeth and their supporting tissue.	Trimm D.J., Moss J.P.	1971	Estudio histológico experimental.	ND	ND	Analizar los efectos a nivel celular de la expansión maxilar sobre los tejidos de soporte.	Definitiva.	Dy Hiss.	NE	RME: 2vda.	ND	Microscopio óptico.
Rapid maxillary expansion and its effects on the teeth: a scanning electron microscope study.	Barber A.F. and Sims M.R.	1981	Ensayo Clínico Aleatorizado.	N 10: Grupo 1: 2 Grupo 2: 3 Grupo 3: 3 Grupo 4: 2	10 - 18 años.	Efectos de la RME sobre las raíces de PM, conectadas o no al alveolo. Dy y PM Maxilar.	Definitiva.	Dy Hyrax a 4 bandas y a 3 bandas.	NE	2vda. 0,4 mm día hasta completar expansión necesaria.	9 meses.	SEM Microscopización de barrido de PM estallidos tras expansión.
Root resorption esterase resulting from clinical RME.	Langford S.R.	1982	Estudio observacional.	N 18	13,7 años	Evaluar el área afectada por la RME en el alveolo tras RME.	Definitiva.	Dy Hyrax con bandas en los M y los PM.	NE	0,4 mm día.	14 a 52 semanas.	Microscopio electrónico de barrido
Surface resorption following two forms of rapid maxillary expansion.	Chavakis I., Schneider E.L., Pines A., Pines C.D., Vrethorst L.	1991	Estudio comparativo experimental.	N 9 Grupo 1: 5 Grupo 2: 4	10-13 años.	Comparar las RR en PM y en los alveolos de los grupos de soporte. RME con el uso de la RME según la retención.	Mixta.	Dy Hyrax con 4 bandas en 1M y 1PM. Dy Hiss con 4 bandas en 1M y 1PM y con 2 bandas en 1M y 1PM.	Entre 10 - 21 días. 7 mm de expansión.	RME: 2vda.	Entre 3 y 267 días.	Examen histológico de PM Sup a 100x. Uso de microscopio Leitz Orthoplan.
RME induced root resorption and repair: a computerized 2-D reconstruction.	Kittler P.W., Sampson W.J.	1994	Revisión Ensayo clínico.	N 6	12 a 17 años.	Evaluar los efectos de la RME en pacientes con REC posterior.	Definitiva.	Dy Hyrax de bandas en 1M y 1PM.	NE	2ª Activación inicial. 1vda hasta fin de expansión.	7 meses	Microscopio óptico.
A comparison of two different techniques from the point of root resorption.	Erard N., Ouh Y., Kizilekles N., Atakli S.	1994	Estudio comparativo.	N 19 Grupo 1: 11 Grupo 2: 9	14,8 - 15,4 años.	Observar las RR de raíces de 1PM Sup y 1PM Inf.	Definitiva.	Dy Hiss. Dy Cast Cap Splint.	Hasta 9 mm sobreexpansión bilateral.	RME: 2vda.	3 meses.	Examen Histológico tras 3 meses de retención.
Evaluation of root resorption following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography	Bayraktar A., Karadogan I., Hekimoglu S., Ucar F., Ozer T., Vel I., Uysal T.	2012	Estudio Clínico	N 25	11,2 - 14,1 años	Observar las RR en alveolos de 1er y 2do grado y verificar si el 2º No es afectado.	Definitiva.	Dy Hyrax de bandas en 1o M y 1o PM.	NE	RME: 2vda.	14 a 53 semanas.	CBCT CBCT antes de la expansión. CBCT inmediatamente tras expansión
Evaluation of three-dimensional root surface changes and root resorption following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography	Aykan S., Alexander S.P. Silva R.M., English J.D.	2015	Estudio Observacional de Cohorte.	N 24	12,8 años.	Evaluar los cambios en la resorción de la superficie de las raíces de M y PM tras RME.	Definitiva.	Dy Hyrax con bandas en los M y los PM.	Expansión de 5 a 8 mm apox hasta conseguir oclusión - 3-4 semanas de to.	1vda (14 mm por vuelta).	4 a 6 meses.	CBCT. CBCT antes del to. CBCT y 6 meses después.
Evaluation of three-dimensional root resorption following rapid maxillary expansion: a cone-beam computed tomography investigation.	Aykan S., Alexander S.P. Silva R.M., English J.D.	2015	Estudio Observacional de Cohorte.	N 24	12,8 años.	Evaluar los cambios en la resorción de la superficie de las raíces de M y PM tras RME.	Definitiva.	Dy Hyrax con bandas en los M y los PM.	Expansión de 5 a 8 mm apox hasta conseguir oclusión - 3-4 semanas de to.	1vda (14 mm por vuelta).	4 a 6 meses.	CBCT. CBCT antes del to. CBCT y 6 meses después.
Periodontal, desalveolar, and skeletal effects of tooth-borne and tooth-bone-borne expansion appliances.	Ganyuz Toklu M., Gormez-Caklan D., Toth M.	2015	Ensayo Clínico Aleatorizado.	N 40 Grupo 1: 20 Grupo 2: 20	14,2 años.	Evaluar los cambios y efectos de dos tipos de dispositivos con expansión maxilar: 1º con bandas y 2º con miniomóviles y a 2 bandas en los alveolos.	Mixta.	Dy Hyrax con bandas en 1M y 1PM. Dy Hiss con bandas en 1M y 1PM y con 2 bandas en 1M y 1PM.	NE	RME: 2vda.	6 meses.	CBCT CBCT antes de la expansión. CBCT tras 6 meses de expansión. CBCT tras 6 meses de retención.
Comparison of tooth-borne and hybrid devices in surgically assisted rapid maxillary expansion: A randomized clinical cone-beam computed tomography study.	Kayser E., Schmalz M., Kuntz S.H., Ervel U., Fratz S.	2016	Ensayo Clínico Aleatorizado.	N 20 Grupo 1: 10. Grupo 2: 10.	19,57 ± 4,18 años	Comparar efectos periodontales, alveolares y esqueléticos de la expansión maxilar: 1º con bandas y 2º con miniomóviles y a 2 bandas en los alveolos.	Definitiva.	Dy Hyrax apoyado en bandas a 1o M y 1o PM. Dy Hiss con bandas a 2 miniomóviles y a 2 bandas en los alveolos.	14 días de to. 7 mm expansión.	RME: 2vda.	6 meses.	CBCT. CBCT antes de la expansión. CBCT tras fase de expansión. CBCT tras 6 meses de retención.

Notas : NE = No Especifica; RR = Reabsorción Radicular; RME = Expansión maxilar Semi-rápida; SRME = Expansión maxilar rápida; PM = Premolar; M = molar; SEM = Microscopio Electrónico de Barrido; CBCT = Tomografía Computarizada de Haz Cónico.



Tabla 4. Fuentes Bibliográficas de la Discusión: Resumen de Estudios Clínicos y Observacionales.

TÍTULO	AUTORES	AÑO	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA (N)	EDAD	OBJETIVOS	TIPO DE	APARATOLOGÍA	DURACIÓN TIO	PAUTA DE TIO	TIEMPO DE	SISTEMA DE
Comparison of Periapical and Panoramic Radiographs for the Detection of Root Resorption in Semi-rapid Maxillary Expansion.	Gondal BR, Ozsoy ÖP, Pirmajidi H, Kural F.	2017	Ensayo Clínico controlado no aleatorizado.	N 19 Grupo 1: 10 Grupo 2: 9	Grupo SRME: 14.05 años. Grupo RME: 13.98 años.	Comparar los efectos a corto plazo del RME y SRME en la expansión maxilar y la reabsorción radicular y cambios dentales.	Definitiva.	Dy Moanam.	RME: 33.4 ± 9.6 días. SRME: 11.7 ± 20.1 días.	RME: 2x/día. SRME: 2x/día 7 días, 1x/día 2 días después. En PM extendido tras 1to.	3 meses.	Al inicio del 1to TC Tras periodo de retención. Microscopio electrónica. En PM extendido tras 1to.
Cone-beam computed tomography (CBCT) for the detection of root resorption and root length after maxillary expansion using tooth-borne and tooth-tissue-borne bonded expanders.	Larrazo-Bernal MP, Arambol F, Martínez SM, Somalima G, Músculo de Menezes L.	2018	Estudio Clínico Experimental.	N 61 Grupo 1: 11 Grupo 2: 16 Grupo 3: 18 Grupo 4: 16	10 - 12 años.	Evaluación de la longitud radicular de 1M tras expansión con diferentes patrones de activación.	Definitiva.	Dy Haas. Dy Hyrax.	Hasta 8 mm de expansión en Dy Haas y Hyrax de pauta 24h. Dy Hyrax con pauta 4h en 1M hasta 6.4 mm.	Dy Haas: 2x/día 14 vueltas (4 mm día). Grupo 2-4: 4 vueltas (0.3 mm día). Dy Hyrax: 2x/día 14 vueltas (0.1 mm día). Dy Hyrax: 2x/día 14 vueltas (0.1 mm día).	6 meses.	CBCT CBCT antes de la expansión. CBCT 7 meses tras expansión. En PM extendido tras 1to.
Evaluation of microscribe-supported rapid maxillary expansion in adolescents: a prospective randomized clinical trial.	Celenk-Koca T, Erdem AE, Hazar S, Hame L, Engin JO, Aygün S.	2018	Ensayo clínico prospectivo y aleatorizado.	N 40 Grupo 1: 20 Grupo 2: 20	13.9 ± 1.36 años.	Evaluación de cambios óseos y "LONGITUD RADICULAR".	Definitiva.	Dy Hyrax con casquillo metálico en 1M y arcos PM. Dy óseosportado a 4 minitombos.	NE	RME: 2x/día.	6 meses.	CBCT CBCT antes de la expansión. CBCT 6 meses tras expansión.
Comparison of root resorption between rapid maxillary expansion evaluated with the use of microtomography.	Yildirim M, Akın M.	2019	Estudio Clínico.	N 20	14.31 ± 1.36 años	Comparar las RR en RME transmitida por hueso y por tejido dental.	Definitiva.	Dy modificación: un lado extendido a dientes con arcillo y el contralateral con minitombos.	NE	NE	3 meses.	Micro TC en PM 5 semanas. Micro TC en PM extendido tras 3 meses de retención.
Effects of rapid and slow maxillary expansion on root resorption: a micro-computed tomography study.	Colak C, Aras B, Cheng LL, Elidag Turk S, Turk T, Gonenler RN.	2021	Ensayo Clínico Aleatorizado.	N 26 Grupo 1: 13 Grupo 2: 13	13 ± 2 años.	Comparar la reabsorción radicular después de una expansión maxilar rápida y lenta.	Definitiva.	Dy Hyrax modificado con arcillo	RME: 20 días. SRME: 80 días.	RME: 2x/día. SRME: 1x/2 días.	6 meses.	Micro TC Micro TC en PM extendido tras Dy 1er exo de PM tras Dy. 2a exo de PM tras retención.
Does mini-implant supported rapid maxillary expansion cause less root resorption than traditional approaches? A micro-computed tomography study.	Akın N, Malkoç S.	2021	Ensayo clínico grupo aleatorizado.	N 20 Grupo 1: 5 Grupo 2: 5 Grupo 3: 5 Grupo 4: 5	12-16 años.	Evaluar el volumen de RR y la cantidad de criterios de reabsorción en PM con 4 tipos de Dy.	Definitiva.	-Dy híbrido soportado por minitombos. -Dy óseosportado a 4 minitombos. -Dy arcillo (McNamara). -Dy arcillo cobertura total.	NE	Total activaciones: Grupo 1: 33.7 ± 2.2 Grupo 2: 33.7 ± 2.2 Grupo 3: 34.4 ± 4.7 Grupo 4: 36.6 ± 6.5	3 meses	Micro CT de primeros PM sup derecho e izquierdo.
Do we pay for maxillary expansion? A retrospective analysis of the effects of AN-RAMEC protocol and face mask treatment on root development.	Yilmaz BS, Savaş ED, Yılmaz HN, Kocadelen N.	2022	Estudio clínico retrospectivo.	N 19.	8.6 ± 1.1 años.	Evaluar si este tratamiento afecta el desarrollo de los dientes y raíces dentales permanentes, que entra la principal hipótesis del estudio. Comparar si las curvas aplicadas por el AN-RAMEC y la máscara facial ocasionan reabsorción radicular o afectan la longitud de las raíces.	Mixta.	Dy Moanam y JME	9 semanas	AN-RAMEC. Expansión: 2x/día hasta 7 días. Contracción: 2x/día hasta 7 días	3 meses.	CBCT CBCT antes de la expansión. CBCT tras completar pauta de expansión. CBCT tras completar uso de MF.
External root resorption (ERR) and rapid maxillary expansion (RME) in adolescents: a comparison between tooth-borne and bone-borne RME.	Leonard R, Rosvall V, Barakat M, Jorgensen W, Pineda M, C. Lo Giudici A.	2022	Ensayo Clínico Aleatorizado.	N 40 Grupo 1: 20 Grupo 2: 20	13.9 ± 1.33 años.	Analizar y comparar la RR en 1M y 1PM con los dos tipos de activación de dientes o RME sobre hueso.	Definitiva.	Hyrax con 4 bandas (2 en 10M y 2 en 10PM). Dy óseosportado (2 minitombos)	NE	RME: 2x/día.		CBCT: SW 3D CBCT inicial pre 1to CBCT final inmediatamente tras 1to.
Guided and dental-aided effects of slow vs rapid activation protocols of miniscrew-supported maxillary expansion in adolescents: A randomized clinical trial.	Yicou YM, Abolola EM, El-Harary NM.	2022	Ensayo Clínico Aleatorizado.	N 24 Grupo 1: 12 Grupo 2: 12	14.69 años.	Determinar si los diferentes protocolos de activación producen diferencias en la reabsorción radicular y dental, así como evaluar complicaciones asociadas.	Definitiva.	Dy óseosportado a 4 minitombos y apoyo arcillo al paladar.	SME: 58.5 ± 7.26 días. RME: 10.58 ± 2.06 días.	RME: 2x/día. SME: 1x/2 días.	3-4 meses.	CBCT CBCT antes de la expansión. CBCT tras periodo de retención.
External root resorption and rapid maxillary expansion in the short-term: a CBCT study comparing tooth-borne and bone-borne appliances, using 3D imaging digital technology.	Leonard R, Rosvall V, Isola G, Cidici M, Jorgensen W, Pineda M, C. Lo Giudici A.	2023	Ensayo Clínico Aleatorizado.	N 40 Grupo 1: 20 Grupo 2: 20	13.9 ± 1.33 años.	Analizar y comparar la RR en 1M y 1PM con los dos tipos de activación de dientes o RME sobre hueso.	Definitiva.	Hyrax con 4 bandas (2 en 10M y 2 en 10PM). Dy óseosportado (2 minitombos)	NE	RME: 2x/día.		CBCT: SW 3D CBCT inicial pre 1to CBCT final inmediatamente tras 1to.
Effect of three different maxillary expansion appliances on root resorption.	Topal, Hellen and Seher Gündüz Arslan.	2023	Estudio Clínico comparativo.	N 30 Grupo 1: 10 Grupo 2: 10 Grupo 3: 10	Grupo RME: 13.9 ± 1.4 años. Grupo SRME: 13.8 ± 1.7 años. Grupo SME: 13.4 ± 1.2 años.	Examinar las diferentes tipos de expansión: RME, SRME y SME, y comparar las RR.	Definitiva.	Dy Hyrax con bandas en 1M y 1PM. Dy McNamara. CH.	NE	RME: 2x/día. SRME: 2x/día hasta apertura de sutura. 1x/2 días hasta fin expansión. SME: cada 10 días.	12 semanas con BTP.	Micro CT Micro CT en PM extendidos tras retención.

* *Notas* * : NE = No Especifica; RR = Reabsorción Radicular; RME = Expansión maxilar rápida; SRME = Expansión maxilar Semi-rápida; SME = Expansión maxilar Lenta; PM = Premolar; M = molar; SEM = Microscopio Electrónico de Barrido; CBCT = Tomografía Computarizada de Haz Cónico.

