

REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA ASOCIADA AL TRATAMIENTO ORTODÓNCICO

Dra. Ana Lucía Cortés Quiñones

**Carrera de Especialización
en Ortodoncia y Ortopedia DMF
Escuela de Graduados - Facultad de Odontología
Universidad de la República
Uruguay**

Uruguay, Diciembre 2025

REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA ASOCIADA AL TRATAMIENTO ORTODÓNCICO

Monografía presentada al Programa de Posgrado de
la Carrera de Especialización en Ortodoncia y Ortopedia Dento Maxilo
Facial, Facultad de Odontología, Universidad de la República, como parte
de
los requisitos necesarios para la obtención del título de
Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Dento Maxilo Facial

EQUIPO RESPONSABLE

AUTOR Dra. Ana Lucía Cortés Quiñones

Mail: anitacortesq@gmail.com

TUTOR Prof. Adj. Mg. Virginia Gugelmeier Viera

Magister en Ciencias Odontológicas-opción Odontopediatria
Especialista en Odontopediatria
Especialista en Ortopedia Dento-Maxilo-Facial y Ortodoncia

Agradecimientos

En primer lugar deseo agradecer a la Universidad de la República, **Escuela de Graduados de la Facultad de Odontología** la oportunidad de haber cursado y desarrollado la Carrera de Especialización en Ortodoncia y Ortopedia Dento Maxilo Facial, cuya culminación me ha permitido crecer académica y científicamente.

Como estudiante y autora quiero hacer un especial reconocimiento a todos los docentes que me acompañaron en este camino brindando sus nutridos conocimientos, a mis compañeros de la generación 2016 (que me acompañaron en mis primeros pasos) y a los de la generación 2019 que comparto actualmente el cursado de la etapa final de ésta hermosa carrera.

Agradezco a mi familia, a quienes les he restado infinitos momentos de convivencia en pos de lograr mi meta y concluir el presente desafío. A mis compañeros y docentes de Especialidad que me han alentado constantemente con su solidaridad inconmensurable.

Agradecer también a los compañeros de la Biblioteca de la Facultad de Odontología Udelar, a Claudia Silvera quién nos orientó en la búsqueda bibliográfica en el comienzo de la especialidad (año 2016) y a Pablo Seijo quién me guió en la búsqueda de artículos actualizados (año 2025).

Por último y especialmente, quiero dar un cariñoso reconocimiento a la Dra. Sylvia Ringel (por ser mi tutora en los primeros pasos de esta aventura) y a mi tutora actual, Dra. Virginia Gugelmeier, por su orientación, aliento, entusiasmo e invaluables aportes en su rol como supervisora académica, como ser humano sensible y de contagiosos principios y valores.

REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA ASOCIADA AL TRATAMIENTO ORTODÓNCICO

SUMARIO

I.	RESUMEN	pág. 5
II.	INTRODUCCIÓN	pág. 8
	II.1 Antecedente	pág. 9
	II.2 Objetivos	pág. 10
III.	METODOLOGÍA	pág. 11
IV.	ANÁLISIS DE DATOS Y DISCUSIÓN	pág. 15
	IV. 1 Duración del tratamiento	pág. 16
	IV. 2 Magnitud de la fuerza aplicada	pág. 17
	IV. 3 Dirección del movimiento dentario	pág. 17
	IV. 4 Desplazamiento apical	pág. 17
	IV. 5 Método de aplicación de la fuerza	Pág. 18
	IV. 6 Factores de riesgo relacionados al paciente	Pág. 19
V.	CONCLUSIONES	pág. 22
VI.	REFERENCIAS	pág. 23

REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA ASOCIADA AL TRATAMIENTO ORTODÓNCICO

I. RESUMEN

La Reabsorción Radicular Externa es una complicación frecuente del tratamiento ortodóncico que se asocia con la remodelación del ligamento periodontal debido a las fuerzas mecánicas de compresión y tensión. **Objetivo:** Profundizar en la temática de la reabsorción radicular externa inducida por tratamientos ortodóncicos: etiología, diagnóstico y factores de riesgo. **Metodología:** Se trata de una revisión integradora utilizando las siguientes bases de datos para la búsqueda bibliográfica: PubMed, BVS, Google Scholar, Lilacs, SciELO, Portal Timbó, en español e inglés y con el filtro del intervalo de año de publicación "últimos 5 años". Se utilizaron los siguientes descriptores: *reabsorción radicular externa y ortodoncia*, los cuales se confirmaron en el tesoro Ciencias de la Salud y en el Medical Subject Headings. **Resultados:** Se revisaron 27 artículos científicos cuyos aportes se integraron al análisis de datos y a la discusión. **Conclusiones:** La reabsorción radicular externa es una complicación común del tratamiento ortodóncico pero raramente causa la pérdida de dientes si el tratamiento se realiza correctamente. Una planificación cuidadosa y un seguimiento radiográfico regular son cruciales para minimizar el riesgo y manejar la reabsorción. En caso de detectarse reabsorción, el ortodoncista debe ajustar o detener el tratamiento y disminuir la fuerza aplicada sobre los dientes.

PALABRAS CLAVE: Reabsorción radicular, ortodoncia, fuerzas ortodóncicas, odontoclastos.

EXTERNAL ROOT RESORPTION ASSOCIATED WITH ORTHODONTIC TREATMENT

ABSTRACT

External Root Resorption is a frequent complication of orthodontic treatment that is associated with the remodeling of the periodontal ligament due to the mechanical forces of compression and tension. **Objective:** To deepen the topic of external root resorption induced by orthodontic treatments: etiology, diagnosis and risk factors. **Methodology:** This is an integrative review using the following databases for bibliographic search: PubMed, BVS, Google Scholar, Lilacs, SciELO, Portal Timbó, in Spanish and English and with the filter of the year interval of publication "last 5 years". The following descriptors were used: external root resorption and orthodontics, which were confirmed in the Health Sciences thesaurus and in the Medical Subject Headings. **Results:** 27 scientific articles were reviewed whose contributions were integrated into the data analysis and the discussion. **Conclusions:** External root resorption is a common complication of orthodontic treatment but rarely causes tooth loss if treatment is performed correctly. Careful planning and regular radiographic follow-up are crucial to minimizing risk and managing resorption. If resorption is detected, the orthodontist must adjust or stop the treatment and decrease the force applied to the teeth.

KEY WORDS: Root resorption, orthodontics, orthodontic forces, odontoclasts.

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ADN	Ácido desoxirribonucleico
BVS	Biblioteca virtual de la Salud
DeCS	Ciencias de la Salud
DOI	Identificador de Objeto Digital,
IgA	Inmunoglobulina A
IgG	Inmunoglobulina G
IL-1	Interleucina-1
LILACS	Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud
LP	Ligamento periodontal
MeSH	Medical Subject Headings
Micro-CT	Micro-tomografía computada
OR	Odds Ratio
PBE	Práctica Basada en la Evidencia
RR	Reabsorción radicular
RRE	Reabsorción radicular externa
RREA	Reabsorción radicular externa apical
RRIO	Reabsorción radicular inflamatoria inducida por Ortodoncia
SN-GoGn	Ángulo cefalométrico entre la base del cráneo (plano Sella-Nasion) y el plano de la mandíbula (plano Gonion-Gnation).
SciELO	Scientific Electronic Library Online
TCHC	Tomografía Computarizada de Haz Cónico

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1 **Índice de reabsorción radicular para su evaluación cuantitativa**

Tabla 1 **Artículos revisados y analizados según año de publicación**

REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA ASOCIADA AL TRATAMIENTO ORTODÓNCICO

II. INTRODUCCIÓN

Se denomina *Reabsorción radicular inflamatoria inducida por Ortodoncia* (RRIO) a la reabsorción radicular externa (RRE) asociada al tratamiento ortodóncico. La misma es una complicación frecuente del tratamiento ortodóncico; se asocia con la remodelación del ligamento periodontal (LP) debido a las fuerzas mecánicas de compresión y tensión ⁽¹⁾.

La reabsorción radicular inflamatoria inducida por ortodoncia representa un efecto secundario del movimiento dentario donde la aplicación de fuerza causa una inflamación que daña las células de la raíz, llevando a la pérdida del tejido duro dentario. Este proceso es una forma de reabsorción patológica que puede ocurrir cuando hay un desequilibrio entre la remodelación del hueso y la raíz, resultando en un acortamiento permanente de la raíz ⁽¹⁾.

La prevalencia de la reabsorción radicular externa inducida por ortodoncia es alta, aproximadamente del 70-90% en estudios histológicos, aunque la prevalencia radiográfica de algún grado de RRE es menor, entre el 48% y 80% de los pacientes. La mayoría de los casos son leves a moderados y raramente se presenta reabsorción severa (pérdida de más de 3 mm), ocurriendo en un rango del 1-5% de los dientes. Los incisivos superiores e inferiores son los dientes más afectados ⁽¹⁾.

Factores como la magnitud de la fuerza, la duración del tratamiento y la susceptibilidad individual pueden influir en su severidad. Siguiendo a Abass y col. (2007) ⁽²⁾ se han analizado muchos factores para explicar esta variabilidad. Se describen factores relacionados con el paciente, con el tratamiento y también con el tipo de maloclusión, como ser: la aparatología utilizada, la naturaleza de la fuerza, la duración del tratamiento, pérdida de dientes, rol de trauma, factores sistémico factores hábitos, y género.

Desde el punto de vista histológico los odontoclastos son las células multinucleadas responsables de la reabsorción del cemento y la dentina. La reabsorción radicular sigue un proceso similar al de la reabsorción ósea, involucrando la fusión y activación de células clásticas y la degradación de la matriz orgánica rica en colágeno ⁽³⁾.

La actividad de los odontoclastos se autorregula mediante proteínas intracelulares como la calmodulina y la calcitonina, que modulan la fosforilación de proteínas clave

y la capacidad de las células para adherirse a la superficie mineral ⁽³⁾. La aplicación continua de fuerza mecánica pesada durante el tratamiento de ortodoncia puede provocar un ambiente inflamatorio en las células periodontales, lo que lleva a la liberación de mediadores proinflamatorios. Estos mediadores, a su vez, promueven la actividad de los odontoclastos y pueden sinérgicamente estimular la reabsorción radicular apical ⁽⁴⁾.

II.1 Antecedentes

A lo largo de la historia, se han desarrollado diversos modelos de estudio para conocer los mecanismos que dan lugar a la reabsorción radicular externa (RRE).

Hace más de 60 años que se utiliza a la rata como modelo para estudiar el movimiento de los dientes ^(5, 6). Los estudios histológicos realizados por Reitan K (1960, 1967, 1974) ⁽⁷⁻⁹⁾ dieron impulso a grandes líneas de investigación

La RRE es indeseable por afectar la vida útil de la dentición. Factores individuales del paciente como la genética, la edad, el sexo y factores externos incluido el trauma oclusal, son factores asociados al incremento de riesgo de sufrir RRE.

En 1988, los investigadores Lavander y Malmgren ⁽¹⁰⁾ propusieron una escala para clasificar el grado de RRE, especialmente la que se produce como consecuencia de un tratamiento de ortodoncia. El sistema utiliza radiografías periapicales para observar los cambios en el ápice dental y clasificar la reabsorción en diferentes grados (de 1 a 4), basándose en la pérdida de la longitud radicular (Figura 1).

Grado 1: La reabsorción radicular es mínima, muestra un leve contorno irregular en el ápice y se mantiene la longitud radicular. Se observa un cambio en el contorno del ápice dentario.

Grado 2: Se produce un acortamiento de la raíz. La pérdida de longitud radicular no supera los 2mm.

Grado 3: La reabsorción afecta un tercio de la longitud radicular.

Grado 4: La reabsorción supera un tercio de la longitud radicular.

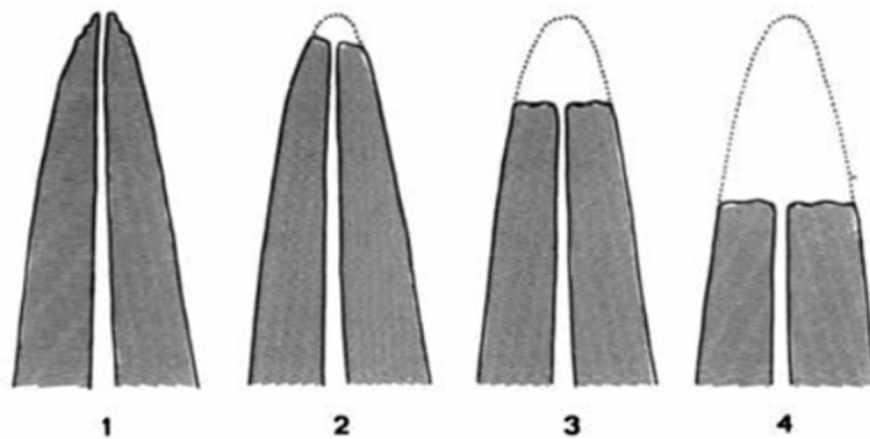


Figura 1. Índice de reabsorción radicular para su evaluación cuantitativa

Fuente: Levander E, Malmgren O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. Eur J Orthod. 1988;10:30-8 ⁽¹⁰⁾

II.2 Objetivos

Objetivo general

Profundizar en la temática de la reabsorción radicular externa inducida por tratamientos ortodóncicos: etiología, diagnóstico y factores de riesgo.

Objetivos específicos

1. Definir los diferentes tipos de reabsorción radicular externa
2. Analizar los factores que influyen en la reabsorción radicular externa asociada al tratamiento de ortodoncia.
3. Evaluar las técnicas de detección y control de la reabsorción radicular externa inducida por el tratamiento ortodóncico.
4. Generar un documento orientador para estudiantes y egresados que realicen tratamientos ortodóncicos a fin de prevenir y/o controlar la reabsorción radicular.

III. METODOLOGÍA

Para la realización de esta monografía de revisión integradora (según el movimiento de la Práctica Basada en la Evidencia (PBE) de los años 90s. se realizó una primera búsqueda bibliográfica en 2016 y años posteriores en el marco del cursado de la Carrera de Especialización en Ortodoncia y Ortopedia DMF para conocer las bases científicas de la reabsorción radicular asociada al tratamiento ortodóncico, desde los autores referentes en la temática. En el año 2025 se ha ampliado y complementado la búsqueda de artículos científicos más actuales utilizando las siguientes bases de datos: PubMed, Biblioteca Virtual de salud (BVS), Google Scholar, LILACS, SciELO, Portal Timbó, en español e inglés y con el filtro relativo al intervalo de año de las publicaciones “últimos 10 años”. Se utilizaron los siguientes descriptores: *reabsorción radicular externa y ortodoncia*, los cuales se confirmaron en el tesauro Ciencias de la Salud (DeCS) y en el Medical Subject Headings (MeSH) del Portal Regional de la BVS. Se revisaron 27 artículos científicos cuyos aportes se integran al análisis de datos y discusión (Tabla 1). En referencia de la tipología de los artículos revisados se distinguen: 9 Revisiones bibliográficas, 2 Revisiones sistemáticas con metaanálisis, 12 estudios clínicos y 4 estudios experimentales.

Tabla 1. Artículos revisados y analizados según año de publicación

Fuente: elaboración propia

AÑO	AUTOR/ES	TÍTULO	REVISTA	TIPOLOGÍA
1988	Levander E. Malmgren O.	Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors	Eur J Orthod. 1988; 10(1)	Estudio observacion al caso-control
1994	Levander E, Malmgren O, Eliasson S.	Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes.	Eur J Orthod 1994;16	Estudio clínico experiment al
2001	Sameshima GT, Sinclair PM.	Predicting and preventing root resorption: part I. Diagnostic factors.	Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001;119	Estudio observacion al descriptivo

2003	Brin I, Tulloch JFC, Koroluk L, Philips C.	External apical root resorption in Class II malocclusion: a retrospective review of 1-versus 2-phase treatment	Am J Orthod Dentofacial Orthop 2003;124	Ensayo clínico aleatorizado
2004	Hartsfield JK Jr. Everett ET. Al-Qawasmi RA.	Genetic factors in external apical root resorption and orthodontic treatment.	Crit Rev Oral Biol Med 2004;15	Revisión bibliográfica
2004	Segal G, Schiffman P, Tuncay O.	Meta analysis of the treatment related factors of external apical root resorption	Orthod Craniofac Res 2004;7:	Revisión sistemática y meta-análisis
2004	Chan EKM, Darendeliler MA ..	Exploring the third dimension in root resorption.	Orthod Craniofacial Res 2004;7	Revisión bibliográfica
2006	Chan EKM, Darendeliler MA	Physical properties of root cementum: part 7. Extent of root resorption under areas of compression and tension.	Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129	Ensayo clínico
2006	Mandall N, Lowe C, Worthington H, Sandler J, Derwent S, AbdiOskouei M, et al.	Which orthodontic archwire sequence? A randomized clinical trial.	Eur J Orthod 2006;28.	Ensayo clínico aleatorizado
2006	Harris DA, Jones AS, Darendeliler MA.	Physical properties of root cementum: part 8. Volumetric analysis of root resorption craters after application of controlled intrusive light and heavy orthodontic forces: a microcomputed tomography scan study.:	Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;130	Ensayo controlado aleatorizado
2007	Abass SK, Hartsfield JK.	Orthodontics and external apical root resorption.	Semin Orthod 2007;13	Revisión bibliográfica
2007	Pizzo G, Licata ME, Guiglia R, Giuliana G.	Root resorption and orthodontic treatment.	<i>Minerva Stomatol.</i> 2007;56(1-2)	Revisión bibliográfica
2007	Al-Qawasmi RA, Hartsfield JK Jr. Everett ET, et al.	Genetic predisposition to external apical root resorption.	<i>Am J Orthod Dentofacial Orthop.</i> 2003;123(3):	Estudio genético experimental
2008	Barbagallo L, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA.	Physical properties of root cementum: part 10. Comparison of the effects of invisible removable thermoplastic appliances with light and heavy	Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;133.	Ensayo clínico aleatorizado

		orthodontic forces on premolar cementum. A microcomputed-tomography study.		
2009	Wierzbicki T, El-Bialy T, Aldaghreer S, Li G, Doschak M.	Analysis of Orthodontically Induced Root Resorption Using Micro-Computed Tomography (Micro-CT).	Angle Orthod 2009;79	Estudio experimental <i>in vitro</i>
2009	Lages EM, Drummond A, Pretti H, Costa F, Lages EJ, Gontijo A, et al..	Association of functional gene polymorphism IL-1b in patients with external apical root resorption	Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136.	Estudio clínico caso-control
2010	Weltman B, Vig K, Fields H, Shanker S, Kaizar EE.	Root resorption associated with orthodontic tooth movement.	Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;137	Revisión sistemática
2010	Walker S.	Root resorption during orthodontic treatment.	<i>Evid Based Dent.</i> 2010; 11(3):88	Ensayo clínico controlado
2011	Ramos S de P, Ortolan GO, Dos Santos LM, et al.	Anti--dentine antibodies with root resorption during orthodontic treatment	.Eur J Orthod. 2011;33(5):	Estudio clínico caso-control
2015	Yang C, Zhang Y, Zhang Y, Fan X, Deng F.	Three-dimensional quantification of orthodontic root resorption with time-lapsed imaging of micro-computed tomography in a rodent model.	Journal of X-Ray Science and Technology 2015;23	Estudio experimental <i>in vivo</i>
2015	Sharab LY, Morford LA, Dempsey J, Falcão-Alencar G, Mason A, Jacobson E, Kluemper G, Macri J, Hartsfield J Jr.	Genetic and treatment-related risk factors associated with external apical root resorption (EARR) concurrent with orthodontia.	Orthod Craniofac Res. 2015;18 (Suppl. 1)	Estudio de caso-control
2016	Dindaroğlu Furkan, Servet Doğan.	Root Resorption in Orthodontics	Turk J Orthod 2016 29(4)	Revisión bibliográfica
2017	Iglesias-Linares A, Hartsfield JK	Cellular and Molecular Pathways Leading to External Root Resorption.	J D Research 2017, Vol. 96(2)	Revisión bibliográfica
2020	Torres-Pinto DA, Álvarez-Parker MC.	Reabsorción radicular externa (RRE) asociada al tratamiento ortodóncico.	Ustasalud 2020;19	Revisión Bibliográfica
2020	Burgos-Urey M, Llaguno-Rubio J.	Cone beam computed tomography for the diagnosis of external root resorption associated with orthodontic treatment.	Rev Cient Odontol (Lima). 2020; 8 (3): e037	Revisión bibliográfica

2020	Plaza-Ruíz S, Reimpell-Vivas A, Santana-Suárez MC, Zárate-Cadena F.	Factores de riesgo biológicos y del tratamiento ortodóncico asociados a la reabsorción radicular externa	Rev Fac Odontol Univ Antioq [Internet]. 2020; 32(2)	Estudio de caso-control
2024	Pinheiro LHM, Marañón-Vásquez GA, Antunes LS, Proff P, Paddenbergb E, Kirschneck C, Cavalcante-Leão BL, Baratto-Filho F, Küchler EC, Antunes LAA..	Investigation of the association between COX-2 polymorphisms and external apical root resorption in orthodontically treated patients	Clin Oral Investig. 2024 Dec 2;28(12)	Estudio de caso-control

IV. ANÁLISIS DE DATOS Y DISCUSIÓN

La etiología de la reabsorción radicular externa inducida por el tratamiento ortodóncico es compleja y multifactorial; parece ser que la RRE apical (RREA) resulta de una combinación de la variabilidad biológica individual, la predisposición genética y el efecto de los factores mecánicos ⁽¹¹⁾.

Aunque pequeñas áreas de cemento reabsorbido suelen repararse, si la reabsorción excede la capacidad reparadora en el extremo apical del diente, la raíz se acorta ⁽²⁾.

Se ha investigado una variedad de factores para explicar las diferencias en la susceptibilidad a la RRE entre individuos ⁽²⁾. Es de vital importancia conocer las características de la RR inflamatoria inducida por ortodoncia (RRIO) para tomar las decisiones clínicas relacionadas al tratamiento, buscando así minimizar los riesgos y la severidad de la RRE.

Se considera que, además de los factores ambientales, los factores genéticos que codifican proteínas y vías involucradas en el mantenimiento del hueso alveolar y el cemento subyacen a la susceptibilidad o resistencia a la RRE. Se estima que los factores genéticos pueden explicar aproximadamente el 64% de la variación de RRE en humanos ⁽²⁾.

Ramos de Paula y col. ⁽¹²⁾ reportaron que al menos el 90% de los pacientes ortodónticos presentan reabsorción radicular, aunque la mayoría no compromete la función dentaria. Entre el 25-30% desarrollan lesiones moderadas y el 0.5-0.7% avanzadas. Los autores confirmaron que los factores de riesgo incluyen la edad del paciente, la forma de la raíz, la severidad de la maloclusión, la duración del tratamiento, la magnitud y dirección de la fuerza, hábitos de lengua y labios, trauma dental previo, tratamiento endodóntico, uso de elásticos intermaxilares y polimorfismos genéticos. Asimismo, estudiaron la respuesta inmunológica, analizaron los niveles de IgG en suero y sIgA en saliva antes y después de 6 meses de tratamiento ortodóntico, correlacionando estos anticuerpos con la reabsorción radicular. Concluyeron que los niveles de IgG disminuyeron en pacientes con reabsorción radicular de grado 2, mientras que los niveles de sIgA fueron más altos en estos pacientes antes del tratamiento. Dichos autores concluyeron que existe un aumento de los niveles de sIgA en saliva al inicio del tratamiento en pacientes que posteriormente presentaron una reabsorción moderada a severa tras 6 meses de tratamiento. La presencia de una forma radicular anormal y los niveles iniciales de sIgA anti-HDE en saliva se asocian con el grado de reabsorción radicular del incisivo

central superior. Los hallazgos también sugieren que el análisis de IgG sérica anti-HDE durante el tratamiento de ortodoncia no se correlaciona con la gravedad de la lesión, pero podría ayudar a explicar algunos de los mecanismos inmunopatológicos del proceso ⁽¹²⁾.

Burgos-Urey y col. en 2020 ⁽¹³⁾ realizaron una revisión bibliográfica sobre el uso de la tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) para el diagnóstico y el seguimiento de la RRE asociada a ortodoncia. En dicho estudio se compara al uso de la TCHC con el uso de otras técnicas imagenológicas frecuentemente utilizadas. Plaza-Ruiz y col. en 2020 ⁽¹⁴⁾, concluyeron en su estudio que se recomienda control radiográfico y adaptación del tratamiento de ortodoncia en los sujetos que presentan reabsorción radicular previa y patrón esquelético horizontal, ya que son más propensos a presentar RREA. En dicho estudio se analizaron 126 sujetos (27,81 + 11,02 años; 56 hombres, 70 mujeres) tomados por conveniencia; 63 casos y 63 controles, emparejados con los casos en edad y sexo.

Independientemente a la genética o a los factores relacionados al tratamiento, los incisivos maxilares son los que presentan más RRE apicales en comparación a otros órganos dentarios, seguidos de los incisivos mandibulares y primeros molares ^(15, 16).

La susceptibilidad individual se considera como el factor principal en la determinación del potencial reabsortivo con o sin tratamiento ortodóncico ^(17, 18).

La RRE puede afectar la función y la estética, pero la mayoría de los casos no resultan en pérdida dental de órganos dentarios. El reconocimiento temprano y la monitorización radiográfica son esenciales.

Según la literatura revisada ⁽⁴⁾, se acuerda que existen variados **factores de riesgos asociados a la RRE** durante el tratamiento ortodóncico, entre ellos:

1. Duración del tratamiento
2. Magnitud de la fuerza aplicada
3. Dirección del movimiento dentario
4. Cantidad de desplazamiento apical
5. Método de aplicación de la fuerza (continua vs discontinua, tipo de aparato, técnica ortodóncica).

IV. 1 Duración del tratamiento ortodóncico

Con pausa vs sin pausa

Levander y col. ⁽¹⁹⁾ investigaron el efecto de una pausa durante el tratamiento activo en dientes que habían experimentado RREA durante el período inicial de 6 meses con aparatología fija. Todos los pacientes fueron tratados con aparatología de ranura de 0,018 pulgadas y arco recto. Los resultados mostraron que la cantidad de RRE fue significativamente menor en los pacientes tratados con una pausa (0,4 +/- 0,7 mm) que en los tratados con fuerzas continuas sin pausa (1,5 +/- 0,8mm).

Una etapa vs dos etapas

Brin y col. ⁽²⁰⁾ evaluaron el efecto del tratamiento de Clase II en una etapa y en dos etapas sobre la incidencia y gravedad de la RRE. Los resultados mostraron que los pacientes tratados en dos etapas (con Bionator seguido de aparatología fija) presentaban el menor número de incisivos con RRIIO de moderada a severa; mientras que los tratados en una sola etapa con aparatología fija mostraron la mayor reabsorción.

IV. 2 Magnitud de la fuerza aplicada

Varios estudios demuestran que las fuerzas pesadas producen significativamente mayor RRE que las fuerzas ligeras ^(21- 23). Chan y Darendeliler ⁽²³⁾ observaron que el volumen medio de los cráteres de reabsorción de las fuerzas ligeras continuas fue 3,49 veces mayor que en el grupo control; y que el volumen medio de los cráteres de reabsorción correspondientes a las fuerzas pesadas continuas fue 11,59 veces mayor que en el grupo control.

IV. 3 Dirección del movimiento dentario

Harris y col. ⁽²¹⁾ reportaron que el volumen de los cráteres de RRE después de la intrusión fue directamente proporcional a la magnitud de la fuerza intrusiva.

IV. 4 Desplazamiento apical

Walker (2010) ⁽²⁴⁾ concluyó que la zona de compresión de la superficie radicular es más vulnerable a la reabsorción que la zona de tensión. La compresión del ligamento periodontal durante el movimiento de inclinación fue más significativa en el ápice y el cuello del diente, mientras que en el torque radicular vestibular, la reabsorción radicular se produce principalmente en el ápice. La reabsorción por una fuerza extrusiva fue limitada y no presentó diferencias significativas con respecto al grupo

control. La fuerza intrusiva incrementó considerablemente la reabsorción radicular cuatro veces y se considera el movimiento dental más perjudicial, ya que las fuerzas se concentran y comprimen en la parte apical del diente. La rotación dental produce numerosas lagunas de reabsorción en la superficie radicular.

IV. 5 Método de aplicación de la fuerza

Fuerza continua vs fuerza discontinua

Acar y col. ⁽²⁵⁾ compararon una fuerza de 100 g con elásticos aplicada en aparatología removible con fuerzas discontinuas (12 horas al día) y aplicada en aparatología fija con fuerzas continuas (24 horas al día) y concluyeron que las fuerzas continuas producen significativamente mayor RRE que las discontinuas.

Aparatología removible vs aparatología fija

Barbagallo y col. ⁽²⁶⁾ compararon los efectos de los aparatos removibles con los de la aparatología fija en la producción de reabsorción radicular. Los resultados mostraron que los dientes que experimentaban un movimiento ortodóncico tenían significativamente más RRE que los dientes de control. La fuerza pesada (225 g) produjo significativamente más RRE (9 veces mayor que el control) que la fuerza ligera (25 g) (5 veces mayor que el control).

Técnica de tratamiento ortodóncico

Secuencias de Arcos. Mandall y col. ⁽²⁷⁾ compararon 3 tipos de secuencias de arcos. Todos los pacientes fueron tratados con aparatología fija maxilar y mandibular preajustada (0.022 ranura), con arcos manufacturados por Ormco (Amersfoort, Holanda). Los resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre secuencias de arco.

Tipos de arcos. Reukers y col. ⁽²⁸⁾ compararon la prevalencia y gravedad de la RRE después del tratamiento con aparatología de arco recto y con aparatología de arco de canto. Los pacientes que utilizaron arco recto fueron tratados con prescripción Roth de 0.022 pulgadas (Compañía "A", San Diego, Calif), y los brackets mal colocados fueron recementados. Los pacientes que utilizaron arco de canto fueron tratados con brackets de ranuras de 0.018 pulgadas (Microloc, GAC, Central Islip, NY). Los resultados mostraron que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de pérdida de la raíz del diente (arco recto: 8,2%; arco de canto: 7,5%) o prevalencia de RRE (arco recto: 75%: arco de canto: 55%) entre los grupos.

IV. 6 Factores de riesgo relacionados al paciente

Se identifican una serie de factores de riesgo de RRE relacionados con el paciente como ser:

- Historia previa de RRE
- Morfología del órgano dentario
- Largo de la raíz
- Raíces con anomalías del desarrollo
- Trauma previo
- Influencias genéticas
- Factores sistémicos (drogas, diferencias hormonales, hipotiroidismos, hipopituitarismo, asma)
- Proximidad de la raíz a la cortical ósea
- Densidad del hueso alveolar
- Alcoholismo crónico
- Tratamiento endodóntico
- Severidad y tipo de maloclusión
- Edad del paciente
- Sexo

Morfología inusual dentaria

Brin y col. ⁽²⁰⁾ examinaron la gravedad de RRE en los dientes con morfología inusual. Los resultados mostraron que los dientes con raíces con morfología inusual antes del tratamiento no eran significativamente más propensos a experimentar RRIIO en comparación con dientes de morfología normal.

Trauma previo

Tres estudios evaluaron el efecto del Trauma Previo en la RRIIO durante el tratamiento ortodóncico ^(19, 20, 27). Brin y col. ⁽²⁰⁾ mostraron que los incisivos con signos clínicos o reportados por el propio paciente tienen esencialmente la misma prevalencia de RRIIO, siendo de moderada a severa como aquellos sin trauma previo. Mandall y col. ⁽²⁷⁾ no informaron evidencia de trauma con RRIIO. Levander y col. ⁽¹⁹⁾ también mostraron correlaciones estadísticamente significativas entre RRIIO e historia de trauma previo.

Influencias genéticas

Al-Qawasmi y col. ⁽²⁹⁾ estudiaron la RRE asociada al polimorfismo de la Interleucina 1B (IL-1B) en pacientes con ortodoncia fija. Debido a que la IL-1 es un estímulo potente para la reabsorción y el reclutamiento de células clásticas durante el tratamiento ortodóncico. Concluyendo que es probable que los factores genéticos que influyen en la RRE sean heterogéneos con diferentes mecanismos en las personas afectadas, o incluso diferentes respuestas en la misma persona. En ese estudio se examinó la asociación entre polimorfismos de los genes de Interleucina IL-1 (IL-1A e IL-1B) y la RRE en 35 familias estadounidenses blancas.

Harris y col. ⁽²¹⁾ concluyeron que el genotipo de las personas modula su susceptibilidad a la RREA; algunas personas parecen ser intrínsecamente dotadas de resistencia a la reabsorción apical bajo el estrés de la mecanoterapia y algunos, en el otro extremo, son propensos a experimentar severa reabsorción radicular. A pesar de las diferencias hombre-mujer en la longitud media de la raíz, ambos sexos perdieron estadísticamente equivalentes cantidades de longitud durante el tratamiento. Aunque la RREA se ve afectada por la gravedad de la maloclusión, estos efectos son independientes de un control sobre la susceptibilidad de la persona a la RREA.

La heredabilidad moderadamente alta para la RREA ocurre con una variación significativamente mayor entre familias que entre hermanos dentro de las familias. Clínicamente significa que el resultado de un hermano anterior debe ser un indicador del riesgo de otro hermano de RREA ⁽³⁰⁾.

En el estudio de Sharab y col. ⁽³¹⁾ se obtuvieron muestras de hisopado bucal de cada paciente, cepillando la cara interna de las mejillas, 10 veces con dos cepillos de nailon estériles. El ADN genómico se aisló con el método Puregene y las concentraciones de ADN se midieron con el espectrofotómetro NanoDrop-1000. Los autores concluyeron que una mayor duración de tratamiento fue un factor importante de riesgo de RREA post-ortodoncia.

Pinheiro y col. ⁽³²⁾ en su estudio exploraron la conexión entre las variaciones genéticas en el gen y el grado de reabsorción de la raíz apical externa observada en pacientes que se han sometido a un tratamiento de ortodoncia. La investigación identificó una posible asociación entre ciertos polimorfismos y el grado de reabsorción radicular, una condición que puede verse influenciada por el proceso inflamatorio que involucra a la enzima ciclooxigenasa-2.

Abass y Hartsfiel ⁽²⁾ agregaron que los factores genéticos explican el 64% de la variación observada en RREA asociada al tratamiento ortodóncico. La identificación

de genes que modulan la susceptibilidad a la RREA puede permitir la detección de individuos antes del tratamiento y modulando así las posibles consecuencias del tratamiento. Hay múltiples genes que pueden estar involucrados, y cada uno de ellos por separado puede desempeñar un papel relativamente pequeño, pero en combinación pueden tener un importante efecto clínico ⁽³⁰⁾. Más recientemente, Lages y col. ⁽³³⁾ de la Universidad Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, confirmaron la RREA asociada al polimorfismo IL-1B.

Factores significativamente asociados con RREA ⁽¹⁴⁾

- Reabsorción radicular previa (OR=20.52).
- Patrón esquelético horizontal (ángulo SN-GoGn bajo).
- Posición pretratamiento de incisivos superiores e inferiores.
- Incisivos más afectados: Incisivos centrales superiores (19.04%) y centrales inferiores (11.11%).

Factores no asociados significativamente con RREA ⁽¹⁴⁾

- Técnica ortodóntica (MBT, estándar, autoligado).
- Tipo de brackets.
- Duración del tratamiento.
- Extracciones de premolares.
- Clasificación esquelética general.
- Morfología apical, sobrepase inicial, enfermedades sistémicas.

En el estudio de Plaza-Ruíz y col. ⁽¹⁴⁾ los autores concluyen que los pacientes con reabsorción radicular previa y patrón esquelético horizontal tienen mayor riesgo de desarrollar RREA. Se recomienda control radiográfico frecuente y uso de fuerzas suaves en estos casos para minimizar el riesgo. Cobra un papel fundamental de control y prevención de la RRIIO el diagnóstico imagenológico al inicio, durante y posterior al tratamiento ortodóncico, siendo de gran importancia en la actualidad el uso de la Tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) para el diagnóstico y el seguimiento de la RRE asociada a ortodoncia. La tendencia actual para la investigación de la RRIIO es el uso de la Micro -tomografía (Micro- CT) ^(34, 35) mostrando grandes avances en la detección y magnificación de la RREA en vivo.

Yang y col. ⁽³⁶⁾ realizaron un estudio experimental desarrollando un método tridimensional no invasivo para medir la reabsorción radicular en ratas mediante microtomografía computarizada (micro-CT) con imágenes de lapso de tiempo. Los autores observaron una reabsorción radicular significativa, particularmente en la región apical, a los 14 y 28 días después de la aplicación de la fuerza ortodóncica.

V. CONCLUSIONES

La reabsorción radicular externa es una complicación común del tratamiento ortodóncico pero raramente causa la pérdida de dientes si el tratamiento se realiza correctamente. Una planificación cuidadosa y un seguimiento radiográfico regular son cruciales para minimizar el riesgo y manejar la reabsorción. En caso de detectar reabsorción, el ortodoncista debe ajustar o detener el tratamiento y disminuir la fuerza aplicada sobre los dientes.

Nuevas investigaciones son necesarias para comprender cómo los genes y sus productos proteicos interactúan con las fuerzas de oclusión y de la ortodoncia determinando la RREA.

El conocimiento de los factores de riesgo asociados a la RRIIO es vital para el diagnóstico precoz y para que el profesional controle el tratamiento de ortodoncia en sus pacientes.

Cobra un papel fundamental de control y prevención de la RRIIO el diagnóstico imagenológico al inicio, durante y posterior al tratamiento ortodóncico, siendo de gran importancia la TCHC y Micro-CT para el diagnóstico y el seguimiento de la RRE asociada a ortodoncia.

VI. REFERENCIAS

1. Dindaroğlu Furkan, Servet Doğan. Root Resorption in Orthodontics Turk J Orthod 2016; 29(4):103–108. Doi: [10.5152/TurkJOrthod.2016.16021](https://doi.org/10.5152/TurkJOrthod.2016.16021)
2. Abass SK, Hartsfield JK. Orthodontics and external apical root resorption. Semin Orthod 2007;13:246-256. Doi: [10.1053/j.sodo.2007.08.006](https://doi.org/10.1053/j.sodo.2007.08.006)
3. Iglesias-Linares A, Hartsfield JK. Cellular and Molecular Pathways Leading to External Root Resorption. Journal of Dental Research 2017, Vol. 96(2) 145–152. Doi: [10.1177/0022034516677539](https://doi.org/10.1177/0022034516677539)
4. Torres-Pinto DA, Álvarez-Parker MC. Reabsorción radicular externa (RRE) asociada al tratamiento ortodóncico: revisión de la literatura. Ustasalud 2020;19: 7-18. Disponible en: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/592/5922854002/5922854002.pdf>
5. Macapanpan L, Weinmann J, Brodie A. Early tissue changes following tooth movement in rats. Angle Orthod 1954; 24:79-94. Disponible en: <https://scispace.com/papers/early-tissue-changes-following-tooth-movement-in-rats-x9xqk0l3so>
6. Waldo CM, Rothblatt JM. Histologic response to tooth movement in the laboratory rat: procedure and preliminary observations. J Dent Res 1954; 33:481-486. DOI: [10.1177/00220345540330040701](https://doi.org/10.1177/00220345540330040701)
7. Reitan K. Tissue behavior during orthodontic tooth movement. Am J Orthod 1960; 46:881-900. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(60\)90091-9](https://doi.org/10.1016/0002-9416(60)90091-9)
8. Reitan K. Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. Am J Orthod 1967; 53:721-45. DOI: [10.1016/0002-9416\(67\)90118-2](https://doi.org/10.1016/0002-9416(67)90118-2)
9. Reitan K. Reitan K. Initial tissue behavior during apical root resorption. *Angle Orthod.* 1974; 44(1):68-82. DOI: [10.1043/0003-3219\(1974\)044<0068:ITBDAR>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1974)044<0068:ITBDAR>2.0.CO;2)
10. Levander E, Malmgren O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. Eur J Orthod. 1988;10(1):30-38. DOI: [10.1093/ejo/10.1.30](https://doi.org/10.1093/ejo/10.1.30)
11. Weltman B, Vig KWL, Fields HW, Shanker S, Kaizar EE. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. Am J

Orthod Dentofacial Orthop 2010;137:462-76.
DOI: [10.1016/j.ajodo.2009.06.021](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.06.021)

12. Ramos S de P, Ortolan GO, Dos Santos LM, et al. Anti-dentine antibodies with root resorption during orthodontic treatment. *Eur J Orthod*. 2011;33(5):584-591. DOI: [10.1093/ejo/cjq145](https://doi.org/10.1093/ejo/cjq145)
13. Burgos-Urey M, Llaguno-Rubio J. Cone beam computed tomography for the diagnosis of external root resorption associated with orthodontic treatment: A review. *Rev Cient Odontol (Lima)*. 2020; 8 (3): e037. DOI:[10.21142/2523-2754-0803-2020-037](https://doi.org/10.21142/2523-2754-0803-2020-037)
14. Plaza-Ruíz S, Reimpell-Vivas A, Santana-Suárez MC, Zárate-Cadena F. Factores de riesgo biológicos y del tratamiento ortodóncico asociados a la reabsorción radicular externa: un estudio de casos y controles. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* [Internet]. 2020; 32(2): 42-52. <https://doi.org/10.17533/udea.rfo.v32n2a4>
15. Linge L, Linge BO. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991; 99:35-43. DOI: [10.1016/S0889-5406\(05\)81678-6](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(05)81678-6)
16. Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: part I. Diagnostic factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001; 119:505-10. DOI: [10.1067/mod.2001.113409](https://doi.org/10.1067/mod.2001.113409)
17. Segal G, Schiffman P, Tuncay O. Meta analysis of the treatment related factors of external apical root resorption. *Orthod Craniofac Res* 2004; 7:71-8. DOI: [10.1111/j.1601-6343.2004.00286.x](https://doi.org/10.1111/j.1601-6343.2004.00286.x)
18. Hartsfield JK Jr, Everett ET, Al-Qawasmi RA. Genetic factors in external apical root resorption and orthodontic treatment. *Crit Rev Oral Biol Med* 2004; 15:115-22. DOI: [10.1177/154411130401500205](https://doi.org/10.1177/154411130401500205)
19. Levander E, Malmgren O, Eliasson S. Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. *Eur J Orthod* 1994; 16:223-8. DOI: [10.1093/ejo/16.3.223](https://doi.org/10.1093/ejo/16.3.223)
20. Brin I, Tulloch JFC, Koroluk L, Philips C. External apical root resorption in Class II malocclusion: a retrospective review of 1- versus 2-phase treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:151-6. DOI: [10.1016/s0889-5406\(03\)00166-5](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(03)00166-5)

21. Harris DA, Jones AS, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 8. Volumetric analysis of root resorption craters after application of controlled intrusive light and heavy orthodontic forces: a microcomputed tomography scan study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130:639-47. DOI: [10.1016/j.ajodo.2005.01.029](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.01.029)
22. Chan EKM, Darendeliler MA. Exploring the third dimension in root resorption. *Orthod Craniofacial Res* 2004;7:64-70. DOI: [10.1111/j.1601-6343.2004.00280.x](https://doi.org/10.1111/j.1601-6343.2004.00280.x)
23. Chan E, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 7. Extent of root resorption under areas of compression and tension. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129:504-10. DOI: [10.1016/j.ajodo.2004.12.018](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.12.018)
24. Walker S. Root resorption during orthodontic treatment. *Evid Based Dent*. 2010;11(3):88. DOI: [10.1038/sj.ebd.6400743](https://doi.org/10.1038/sj.ebd.6400743)
25. Acar A, Canyurek U, Kocaaga M, Erverdi N. Continuous vs. discontinuous force application and root resorption. *Angle Orthod* 1999; 69:159-63. DOI: [10.1043/0003-3219\(1999\)069<0159:CVDFAA>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1999)069<0159:CVDFAA>2.3.CO;2)
26. Barbagallo LJ, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 10. Comparison of the effects of invisible removable thermoplastic appliances with light and heavy orthodontic forces on premolar cementum. A microcomputed-tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 133:218-27. DOI: [10.1016/j.ajodo.2006.01.043](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.01.043)
27. Mandall N, Lowe C, Worthington H, Sandler J, Derwent S, AbdiOskoue M, et al. Which orthodontic archwire sequence? A randomized clinical trial. *Eur J Orthod* 2006;28:561-6. DOI: [10.1093/ejo/cjl030](https://doi.org/10.1093/ejo/cjl030)
28. Reukers E, Sanderink G, Kuijpers-Jagtman AM, van't Hof M. Assessment of apical root resorption using digital reconstruction. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;27:25-9. DOI: [10.1038/sj.dmfr.4600313](https://doi.org/10.1038/sj.dmfr.4600313)
29. Al-Qawasmi RA, Hartsfield JK Jr, Everett ET, Flury L, Liu L, Foroud TM, et al. Genetic predisposition to external apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:242-52. DOI: [10.1067/mod.2003.42](https://doi.org/10.1067/mod.2003.42)
30. Iglesias-Linares JK, Hartsfield Jr. Cellular and Molecular Pathways Leading to External Root Resorption. *Journal of Dental Research* 2017, Vol. 96(2) 145–152. DOI: [10.1177/0022034516677539](https://doi.org/10.1177/0022034516677539)

31. Sharab LY, Morford LA, Dempsey J, Falcão-Alencar G, Mason A, Jacobson E, Kluemper G, Macri J, Hartsfield J Jr. Genetic and treatment-related risk factors associated with external apical root resorption (EARR) concurrent with orthodontia. *Orthod Craniofac Res.* 2015;18 (Suppl 1): 71–82. <https://doi.org/10.1111/ocr.12078>
32. Pinheiro LHM, Marañón-Vásquez GA, Antunes LS, Proff P, Paddenbergb E, Kirschneck C, Cavalcante-Leão BL, Baratto-Filho F, Kuchler EC, Antunes LAA. Investigation of the association between COX-2 polymorphisms and external apical root resorption in orthodontically treated patients. *Clin Oral Investig.* 2024 Dec 2;28(12):676. DOI: [10.1007/s00784-024-06064-9](https://doi.org/10.1007/s00784-024-06064-9)
33. Lages EM, Drummond A, Pretti H, Costa F, Lages EJ, Gontijo A, et al. Association of functional gene polymorphism IL-1b in patients with external apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:542-6. DOI: [10.1016/j.ajodo.2007.10](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.10)
34. Burgos-Urey M, Llaguno-Rubio J. Cone beam computed tomography for the diagnosis of external root resorption associated with orthodontic treatment: A review. *Rev Cient Odontol (Lima).* 2020; 8 (3): e037. DOI: [10.21142/2523-2754-0803-2020-037](https://doi.org/10.21142/2523-2754-0803-2020-037)
35. Wierzbicki T, El-Bialy T, Aldaghreer S, Li G, Doschak M. Analysis of Orthodontically Induced Root Resorption Using Micro-Computed Tomography (Micro-CT). *Angle Orthod* 2009;79:91-96. DOI: [10.2319/112107-546.1](https://doi.org/10.2319/112107-546.1)
36. Yang C, Zhang Y, Zhang Y, Fan X, Deng F. Three-dimensional quantification of orthodontic root resorption with time-lapsed imaging of micro-computed tomography in a rodent model. *Journal of X-Ray Science and Technology* 2015; 23:617-626. DOI: [10.3233/XST-150514](https://doi.org/10.3233/XST-150514)