ACTA BIOCLINICA

Artículo de Revisión

Espinosa y Col.

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025

Depósito Legal: PPI201102ME3815

ISSN: 2244-8136

BIOMARCADORES PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA REABSORCIÓN EXTERNA RADICULAR: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Espinosa-Segura Brian[1], Plazas-Roman Jaime[2],

Corrales Pallares Carlos[3], Díaz-Caballero Antonio[4]

1. Universidad de Cartagena, Cartagena-Bolívar, Colombia. Facultad de Odontología.
2. Odontólogo Universidad de Cartagena. Docente Corporación Universitaria Rafael Núñez.
3. Odontólogo Pontificia Universidad Javeriana. Docente Corporación Universitaria Rafael Núñez.
4. Odontólogo Universidad de Cartagena.

Recibido: 04/11/2024
Aceptado: 27/03/2025

EMAIL: bespinosas@unciartagena.edu.co

CORRESPONDENCIA: Brian Espinosa. Facultad de Odontología Universidad de Cartagena. Campus de la Salud Zaragocilla, Cra. 6 #36-100 • Cartagena de Indias, Colombia. Código postal 130015, Sur América.

ACTA BIOCLINICA
Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Artículo de Revisión
Depósito Legal: PPI201102ME3815
Espinosa y Col.
ISSN: 2244-8136

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: la reabsorción radicular externa (RRE) es un tipo de condición clínica que implica daño en el ligamento periodontal y la destrucción de la dentina y el cemento. El diagnóstico temprano y un correcto manejo son importantes para la restauración y pronóstico de la RRE. En la actualidad se siguen empleando métodos imagenológicos tradicionales para su diagnóstico reducen el tiempo de detección de la patología. El objetivo de esta revisión sistemática es mostrar el desarrollo de un campo de detección más temprana por medio de los biomarcadores obtenidos en los fluidos de la cavidad oral. **MATERIALES Y MÉTODOS**: se realizaron búsquedas en Pubmed, Ebsco Host, Scopus y Science Direct utilizando las palabras clave "External root resorption" AND "Biomarkers". Se establecieron criterios de inclusión y exclusión. Se sometieron los registros a una revisión por pares y se sintetizaron en tablas agrupando los biomarcadores según su naturaleza biológica. **RESULTADOS**: se incluyeron 12 artículos con un total general de 373 pacientes en donde prevalece que la técnica del GCF es usada para evaluar biomarcadores en la RRE y permite la evaluación de osteoclastos y biomarcadores en el cemento, dentina y PDL. Otros estudios han utilizado pruebas diferentes, incluyendo proteínas dentales, para detectar biomarcadores en la RRE. **CONCLUSIÓN**: Se han podido identificar proteínas como el CEMP-1, DPP, DSPP, CTX-1, DSP, DMP1, PP y HIF-1a en

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

relación directa con la RRE, junto a otras proteínas relacionadas con el exosoma como CDC42 y TAGLN2 que podrían tener un papel iniciador o potenciador.

PALABRAS CLAVE: Resorción radicular; Biomarcadores; Revisión Sistemática; Líquido del Surco Gingival; Osteoclastos.

BIOMARKERS FOR DIAGNOSIS OF EXTERNAL ROOT RESORPTION : A SYSTEMATIC REVIEW

ABSTRACT

INTRODUCTION: External root resorption (ERR) is a clinical condition that involves damage to the periodontal ligament and destruction of dentin and cementum. Early diagnosis and proper management are important for the restoration and prognosis of ERR. Currently, traditional imaging methods are still employed for diagnosis, which can reduce the detection time of the pathology. The aim of this systematic review is to show the development of an earlier detection field through biomarkers obtained from oral cavity fluids. **MATERIALS AND METHODS**: Searches were conducted in Pubmed, Ebsco Host, Scopus, and Science Direct using the keywords "External root resorption" AND "Biomarkers". Inclusion and exclusion criteria were established. Records were subjected to peer review and synthesized into tables grouping biomarkers according to their biological nature. **RESULTS**: Twelve articles with a total of 373

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

patients were included, where it was found that the GCF technique is used to evaluate biomarkers in ERR and allows for the evaluation of osteoclasts and biomarkers in cementum, dentin, and PDL. Other studies have used different tests, including dental proteins, to detect biomarkers in ERR. **CONCLUSION**: Proteins such as CEMP-1, DPP, DSPP, CTX-1, DSP, DMP1, PP, and HIF-1a have been identified in direct relation to ERR, along with other proteins related to exosomes such as CDC42 and TAGLN2 that could have an initiator or potentiating role.

KEYWORDS: Biomarkers; external root resorption; Systematic Review; Gingival Crevicular Fluid; Osteoclasts.

INTRODUCCIÓN

Existen diferentes tipos de reabsorción que pueden afectar a los dientes, tales como la reabsorción interna, externa, invasiva, por presión e idiopática. La reabsorción radicular puede ser interna o externa y la RRE afecta la superficie externa del diente, dañando el ligamento periodontal, la dentina y el cemento. La lesión mecánica es el primer factor que inicia la reabsorción y ciertos estímulos pueden agravarla. La reabsorción de la predentina está asociada con la RRE y causa la pérdida de tejido mineralizado. (1).

La reabsorción radicular puede tener diversas causas, como traumatismo, presión excesiva o blanqueamiento dental. La inflamación o infección pueden empeorar la situación (2). Además está asociado con invasión bacteriana de los túbulos dentinales

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

desencadenando un proceso inflamatorio (3). La reabsorción radicular ocurre cuando hay pérdida de la capa protectora del pre cemento y predentina, junto con inflamación en la superficie radicular. La reabsorción cervical invasiva RCI es una variante de RRE, localizada subepitelialmente, invasiva y con coloración rosada en la corona clínica dental. (5). Mientras el proceso de RCI inicia justo debajo de la inserción del epitelio gingival en el diente, el otro tipo de RRE puede ocurrir en cualquier área de la superficie radicular (6). Los dos tipos de RRE suelen ser asintomáticos para el paciente y se descubren comúnmente como hallazgos incidentales. En el defecto, la dentina es reemplazada por tejido fibrovascular derivado del ligamento periodontal y se observan células gigantes multinucleadas. Un diagnóstico temprano y un manejo adecuado pueden mejorar el pronóstico de la restauración dental y disminuir la disfunción oral asociada a esta enfermedad agresiva (7).

La RRE se produce por la falta o daño del cemento que protege la dentina de la reabsorción por los osteoclastos y la invasión bacteriana (8,9). Los hallazgos radiográficos y tomográficos incluyen una radiotransparencia en la unión amelocementaria. La RRE se relaciona con el trauma dental o el tratamiento ortodóncico según algunos estudios. (11,12). El trauma dental o estrés ortodóncico dañan el cemento, causando inflamación e infección bacteriana (13). Los odontoclastos guían la reabsorción, penetrando a través de pequeños puntos y canales (14). La

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

reabsorción dentinaria da lugar a la reabsorción de reemplazo externo, reemplazando la raíz con tejido óseo (15).

La detección de biomarcadores, como RANKL/OPG, Interleuquina-1B, TNF-Alpha, DSP, DPP, Interleuquina-6, MicroRNA-29, es un método actual para evaluar la reabsorción radicular y su progreso. Estas sustancias biológicas se pueden medir cuantitativamente y ayudan en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades orales, así como en la predicción de su susceptibilidad. Los biomarcadores se encuentran en diferentes fluidos corporales, como la saliva, el GCF, la sangre y la orina. Su uso en investigaciones dentales ha aumentado y puede ser una herramienta valiosa en la detección temprana de patologías, incluyendo la reabsorción radicular (16).

Materiales y métodos

Fuente de datos y estrategia de búsqueda

Se diseñó una revisión sistemática guiada con las pautas de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis (PRISMA) la metodología fue establecida dependiente al modelo PICO: Población, pacientes con reabsorción radicular externa; Intervención, fuerzas ortodónticas o cualquier causa patológica; Comparación, pacientes sin reabsorción o reabsorción fisiológica; Resultados, biomarcadores como potencia diagnóstica en cualquier tipo de fluido o comparaciones entre los

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

biomarcadores encontrados en los diversos fluidos.

Pregunta PICO: ¿Se han encontrado nuevos biomarcadores que ayuden al diagnóstico temprano de la reabsorción radicular externa?

En enero de 2023 se realizó una búsqueda empleando las bases de datos Pubmed, Ebsco Host, Scopus y Science Direct. Se introdujeron como palabras clave ""External root resorption" AND Biomarkers" no se establecieron filtros específicos debido que en los resultados del número de registros fue mínimo a excepción de la base de datos Science Direct, en esta se aplicaron los filtros de búsqueda Medicine and Dentistry, Biochemistry, Genetics and Molecular Biology, Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutical Science, Immunology and Microbiology; por ser una base multidisciplinaria, para delimitar su búsqueda en las ciencias de la salud y relacionados. Se establecieron criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión

Se incluyeron los artículos que cumplían los siguientes criterios:

- Ensayos clínicos en cualquier idioma y sin filtro de fecha específico
- Los ensayos clínicos deben estar relacionados con las áreas de medicina, odontología, biología molecular, inmunología,

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

microbiología, farmacología o ciencias farmacéuticas.

- Los ensayos clínicos deben presentar una relación o intervención clínica entre biomarcadores y reabsorción radicular externa.

Criterios de exclusión

Se excluyeron los artículos que cumplían los siguientes criterios:

- Revisiones sistemáticas, comunicaciones de congresos, artículos de consenso, casos clínicos, cartas al autor, artículos de reflexión y artículos de opinión.
- Estudios en animales.
- Estudios que no relacionen biomarcadores y la reabsorción radicular externa.
- Estudios en marcadores genéticos.

Dos investigadores revisaron y clasificaron los artículos en título y abstract, se eliminaron duplicados y se tabularon en excel según criterios de inclusión y exclusión relacionados con los términos "Biomarkers" y "External root resorption". Se analizaron los artículos seleccionados para extraer información sobre los biomarcadores relacionados con la RRE se recopilaron todos los datos compatibles, se separaron variables como edad, sexo, grado de reabsorción y tipo de biomarcador. Se creó una gráfica estadística para mostrar la tasa de información y evidencia según las características de los estudios.

No se recibió financiación para el estudio.

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

Resultados y discusión

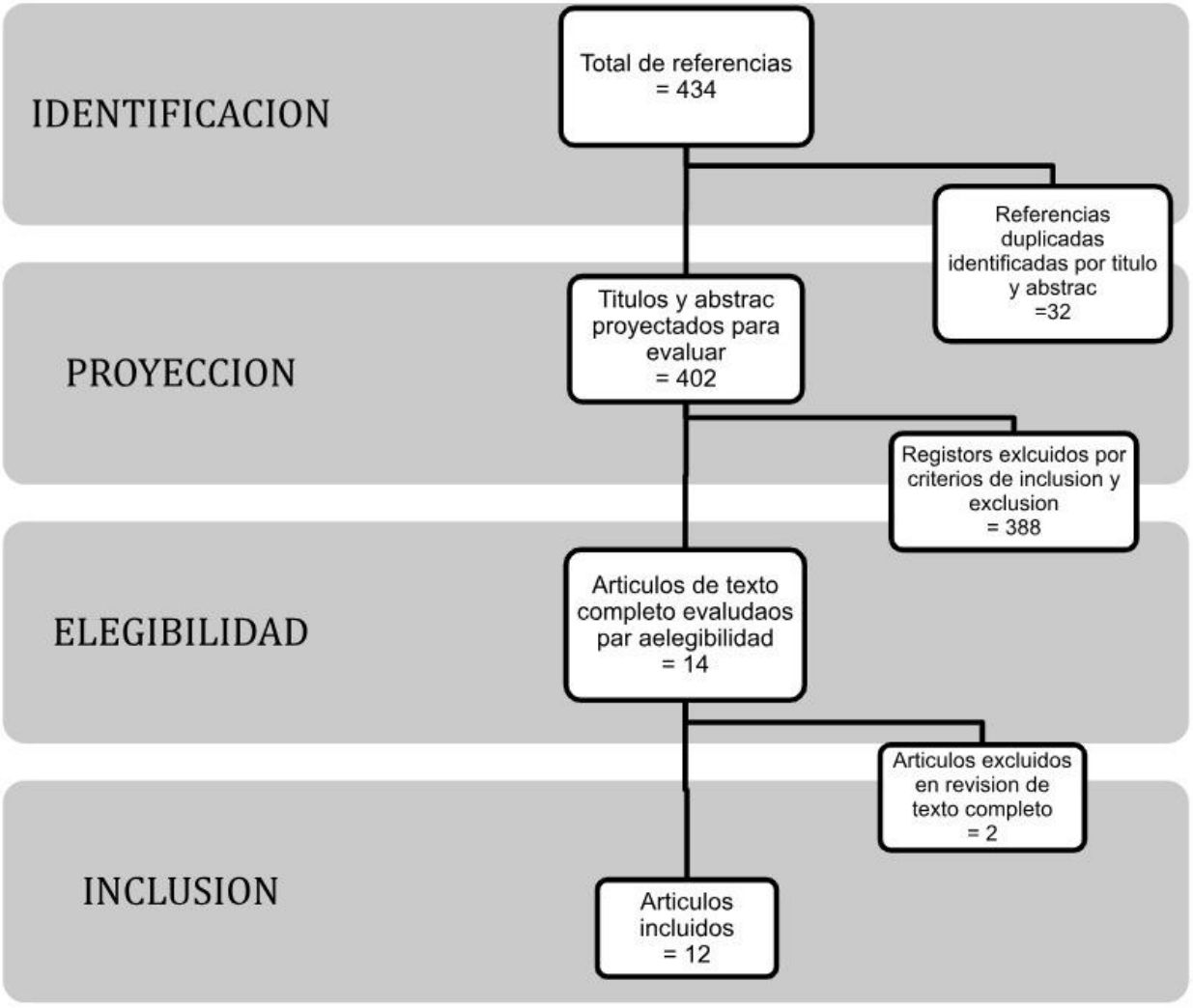
Descripción de los estudios

Se identificaron 434 referencias en diferentes bases de datos, de las cuales 12 estudios fueron seleccionados para el análisis de biomarcadores en la reabsorción radicular externa. Se presentan en tablas los artículos seleccionados, los biomarcadores encontrados, la clasificación de pacientes según la severidad y género en figuras, y las conclusiones agrupadas por categoría de biomarcadores estudiados.

Existe la evidencia de diversos estudios que muestran la importancia del diagnóstico y manejo de las ERR dentro de la literatura estudiada para el presente trabajo. Mahmoud Mona et al apoyan el uso de biomarcadores como nuevo método diagnóstico para la detección temprana en comparación a métodos tradicionales que limitan las capacidades de identificación de la lesión solo hasta un punto ya visible en la imagen bi-dimensional.

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

Figura 1: Flujograma de selección de artículos incluidos



ACTA BIOCLINICA
Artículo de Revisión
Espinosa y Col.
Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

Tabla 1: Artículos escogidos para el análisis

ARTÍCULO	AUTOR	AÑO
1. Tissue-specific biomarkers in gingival crevicular fluid are correlated with external root resorption caused by constant mechanical load: an in vivo study	Gui-Yue Huang	2021
2. Biomarkers of inflammatory external root resorption as a result of traumatic dental injury to permanent teeth in children	Iwona Gregorczyk	2019
3. Protein biomarkers of external root resorption: a new protein extraction protocol. Are we going in the right direction?	Giovanni Modesto Vieira	2014
4. Association of high HIF-1α levels in serous periodontitis with external root resorption by the NFATc1 pathway	Changjie Xiao	2020
5. Mass spectrometry analysis of gingival crevicular fluid in the presence of external root resorption	Wellington J Rody Jr	2014
6. A pilot study of the metabolomic profiles of saliva from female orthodontic patients with external apical root resorption	Jinglin Zhou	2018
7. Biological markers for evaluation of root resorption	Laura Balducci	2007
8. Intermittent parathyroid hormone (PTH) promotes cementogenesis and alleviates the catabolic effects of mechanical strain in cementoblasts	Yuyu Li	2017

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

9. Absorption spectrum analysis of dentine sialophosphoprotein (DSPP) in orthodontic patient	Zain, M.N.M	2020
10. Prognostic markers of post-traumatic dental external root resorption in children—a pilot study.	Gregorczyk-Maga	2021
11. Expression of matrix metalloproteinases 2 and 9 in replanted teeth with external root resorption: A cross-sectional study	Thiago César da Silva Lima	2021
12. Dentine phosphoproteins in gingival crevicular fluid during root resorption.	Mah J	2004

Tabla 2: Resumen de biomarcadores asociados a la reabsorción radicular externa

CATEGORÍA DEL BIOMARCADOR	BIOMARCADOR	NOMENCLATURA	FUNCIÓN	SITIO DE DETECCIÓN	REFERENCIAS
PROTEÍNAS DENTALES	Proteína de la matriz de la dentina 1 (DMP1)	DMP1	Maduración de odontoblastos y osteoblastos, así como en la mineralización a través de mecanismos locales y sistémicos	GCF	Laura Balducci; Giovanni Modesto Vieira

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

	Fosfoforina de la dentina (PP)	PP	Involucrada en el proceso de biomineralización de la dentina	GCF	Laura Balducci
	Sialoproteina de dentina (DSP)	DSP	Proteína precursora necesaria para la mineralización. Sustrato	GCF	Laura Balducci; Giovanni Modesto Vieira
	Sialofosfoprotéina dentinaria (DSPP)	DSPP	Proteína precursora necesaria para la mineralización. Sustrato	GCF	Zain, M.N.M;
	Fosfoproteína de dentina (DPP)	DPP	Vinculada a la mineralización de la matriz	GCF	Gui Yue Huang, Giovanni Modesto Vieira,
	Proteína del cemento 1 (CEMP-1)	CEMP-1	Nuevo componente del cemento cuya expresión está restringida a los cementoblastos y sus progenitores.	GCF	Gui Yue Huang
OTRAS PROTEÍNAS	Transgelina 2 (TAGLN2)	TAGLN2	Receptor de la metaloproteinasa-9 de la matriz	GCF	Wellington J. Rody Jr.,aL.

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

	Ciclo de división celular 42 (CDC 42)	CDC 42	CDC42 regula señalización para controlar funciones celulares como morfología, polaridad, migración, endocitosis y ciclo celular.	GCF	Wellington J. Rody Jr.,aL.
	Marcador de hipoxia (HIF-1α)	HIF-1α	Como marcador promotor de la vía NFATc1	Cultivo de PDL y secciones de OD	Changjie Xiao
	Sialoproteína ósea (BSP)	BSP	Marcadores anabólicos	Cultivo de cementoblastos (OCCM-30)	Yuyu Li
	Colageno tipo 1 (COL-1)	COL-1	Tipo predominante de proteína que forma la matriz extracelular del hueso	Cultivo de cementoblastos (OCCM-30)	Yuyu Li
	Osterix (OSX)	OSX	Factor transcripcionales clave en la diferenciación y función de los cementoblastos	Cultivo de cementoblastos (OCCM-30)	Yuyu Li

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

	Metalo proteínas de matriz 2/ Inhibidor tisular de metaloproteinasa 2 (MMP 2/Timmp2)	MMP 2/Timmp2	Moduladores de las respuestas inflamatorias agudas y crónicas,	Cultivo de PDL	Thiago César da Silva Lima
	Metalo proteínas de matriz 9/Inhibidor tisular de metaloproteinasa 2 (MMP 9/Timmp2)	MMP9/Timmp2	moduladores de las respuestas inflamatorias agudas y crónicas están asociados con la degradación del tejido periodontal y el recambio de colágeno.	Cultivo de PDL	Thiago César da Silva Lima
	Metalo proteína de matriz 9 (MMP9)	MMP9	Implicadas en la degradación de la matriz extracelular	GCF	Iwona Gregorczyk-Magaa,
	Fosfatasa alcalina (ALP)	ALP	Papel fisiológico de los compuestos desfosforilantes.	GCF	Yuyu Li
ENZIMAS	Glutamato cisteína ligasa (GCL)	GCL	Limitante de la velocidad que cataliza la formación, del antioxidante celular	GCF	Wellington J. Rody Jr.,aL.

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

			glutatión		
	Butirato(δ1,13 ppm) (Na(C3H7COO))	Na(C3H7COO)	Inhibición de la proliferación, la inducción de la diferenciación y la inducción o represión de la expresión génica.	Saliva no estimulada	Jinglin Zhou
	Ácido a-linolénico (Ala) (δ1,46 ppm) (C18H30O2)	C18H30O2	Acido Omega-3 inespecífico en función	Saliva no estimulada	Jinglin Zhou,
	α-glucosa (δ3,41 ppm) (C6H12O)	C6H12O6	Inespecífica en función	Saliva no estimulada	Jinglin Zhou,
	Urea (δ5,53 ppm; 6,01 ppm)	CO(NH2)2	Inespecífica en función	Saliva no estimulada	Jinglin Zhou,
	Fumarato (δ6. 41 ppm; 6,52 ppm) (CO(NH2)2)	C4H4O4	Interviene en varias rutas del metabolismo celular, siendo destacada su participación en el ciclo de Krebs	Saliva no estimulada	Jinglin Zhou,
METABOLITOS SALIVARES	Formiato (δ8,0 ppm; δ8,12 ppm; δ8,24	Inespecífico	Inespecífico en función	Saliva no estimulada	Jinglin Zhou,

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

	ppm; δ8,40 ppm)				
	Guanosina (δ8,20 ppm)	6-oxo, 2-aminopurina	Inespecífico en función	Saliva no estimulada	Jinglin Zhou,
	Purina (δ8,52 ppm)	C5H4N4	Inespecífico en función	Saliva no estimulada	Jinglin Zhou,
	Propano-1, 2-diol (δ1.18 ppm),	$C_3H_8O_2$	Inespecífico en función	Saliva no estimulada	Jinglin Zhou,
OTROS METABOLITOS	Telopéptido reticulado C-terminal del colágeno tipo I	CTX-I	Refleja directamente la degradación de la matriz dependiente de la catepsina K osteoclástica.	GCF	Gui Yue Huang
CITOQUINAS Y FACTORES DE CRECIMIENTO	Interleucina 1 alfa	IL-1α	Responsable de la producción de inflamación, así como de la promoción de la fiebre y la sepsis.	GCF	Iwona Gregorczyk-Magaa,
	Interleucina 1 beta	IL-1 β	Pirógeno leucocitario , mediador endógeno leucocitario , factor de células mononucleares ,	GCF	Iwona Gregorczyk-Magaa, Iwona Gregorczyk-Maga

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

			factor activador de linfocito		
	Interleucina 6	IL-6	Es una citocina que tiene actividad antiinflamatoria y proinflamatoria, regula la producción de moléculas de adhesión y estimula la angiogénesis.	GCF	Iwona Gregorczyk-Magaa
	Interleucina 8	IL-8	Es una citocina que tiene actividad antiinflamatoria y proinflamatoria, regula la producción de moléculas de adhesión y estimula la angiogénesis.	GCF	Iwona Gregorczyk-Magaa
	Factor de necrosis tumoral alfa	TNFα	Reclutamiento de las células inflamatorias, inmunoglobulinas y complemento, provocando la activación de los linfocitos T y B	GCF	Iwona Gregorczyk-Magaa
	ligando de receptor	RANKL	Su principal función es la	GCF	Iwona Gregorczyk-

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

	activador para el factor nuclear κ B		activación de los osteoclastos		Magaa
HORMONA PEPTIDICA	Osteocalcina	OCN	Es un marcador sérico de la formación ósea osteoblástica	Cultivo de cementoblastos (OCCM-30)	Yuyu Li
HORMONA PARATIROIDEA	Hormona paratiroidea/Receptor de PTH	PTH/PTHR1	La PTH intermitente de dosis bajas estimula la formación ósea y aumenta el recambio óseo, mientras que la PTH continua en dosis altas puede tener resultados catabólicos.	Cultivo de cementoblastos (OCCM-30)	Yuyu Li

La Figura 2 muestra que de los 373 pacientes identificados en los estudios, 20 presentaron reabsorción radicular externa leve, 50 presentaron reabsorción radicular externa entre leve y moderada, 42 presentaron reabsorción radicular externa grave y no se especificó el estado en 172 pacientes. Además, se incluyeron 89 pacientes en los grupos de control.

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

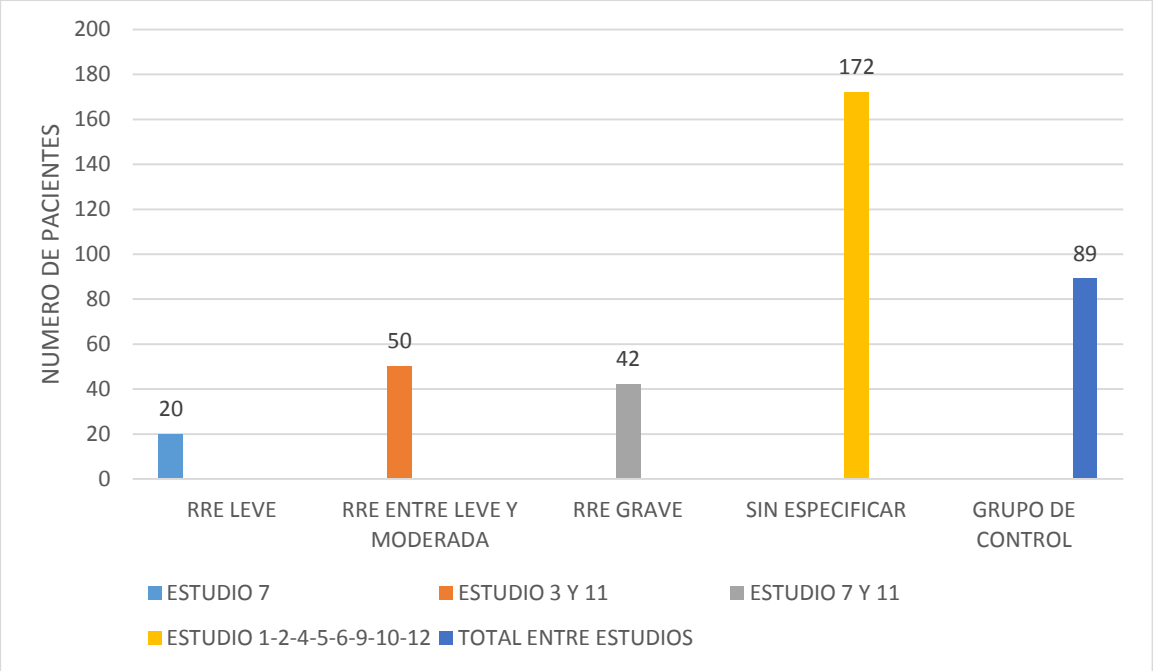


Figura 2: Se identificaron 20 pacientes con reabsorción radicular externa leve, 50 entre leve y moderada, 42 en estado grave, 172 sin especificar y 89 como grupos de control entre el total de estudios.

Es notorio que la cantidad de sujetos con ERR en diversos centros de atención odontológica, muestran un número interesante en la incidencia de esta patología, el registro tal como lo reporta Priyanka Kapoor et al en donde sus estudios mostraron la mayoría de los estudios incluidos presentaron 20 participantes o dientes entre grupos de estudio y control evaluados indica que a un nivel de muestra alto se puede inferir en las dificultades para

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

la detección, diagnóstico y tratamiento oportunos.

En la Figura 3 se muestran los grupos de pacientes clasificados por género. Se identificaron un total de 169 pacientes, de los cuales 64 eran hombres y 105 eran mujeres. Además, se incluyeron 4 niños y 7 niñas en los diferentes estudios.

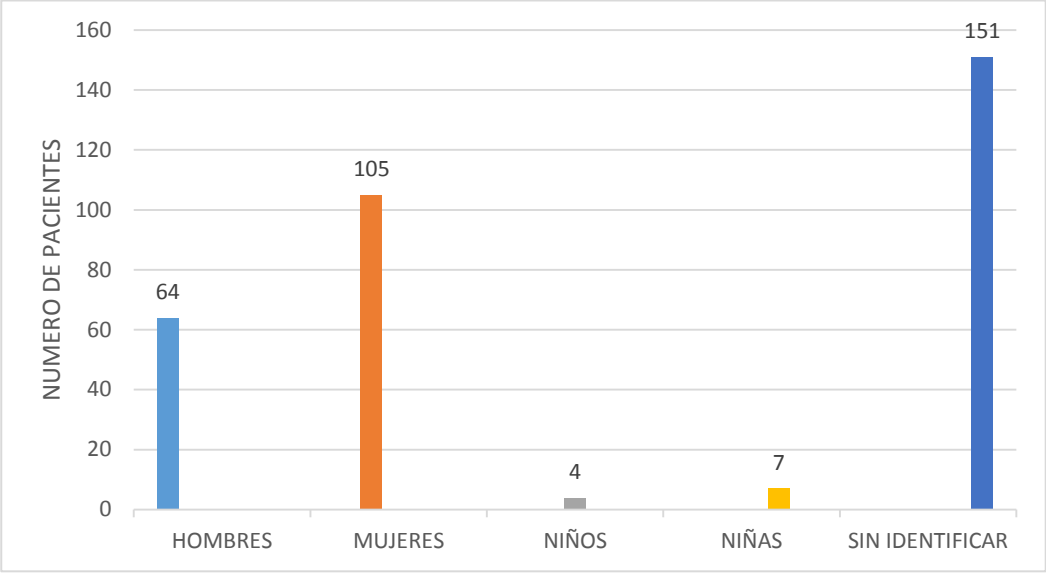


Figura 3: Se identificaron 64 hombres y 105 mujeres, 4 niños y 7 niñas.

Los estudios 1, 3, 6, 7 y 9 evaluaron la reabsorción radicular externa en pacientes que habían recibido tratamiento ortodóncico y excluyeron aquellos con tratamiento previo, trauma reciente o tratamiento farmacológico. Los estudios 2 y 10 se

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

centraron en biomarcadores en niños que habían sufrido trauma reciente. El estudio 4 exploró la relación entre la periodontitis y la reabsorción, mientras que el estudio 8 investigó los cambios biológicos en el cementoblasto OCCM-30 después de un tratamiento combinado. El estudio 11 incluyó pacientes con reabsorción interna y externa en dientes permanentes reimplantados.

Se destaca que las causas de ERR no se limitan exclusivamente a la presencia de las fuerzas anormalmente exageradas, sino que por tener otros posibles factores de inicio, se debe ser selectivo al escoger las muestras para los estudios de causa efecto o de inferencia.

Proteínas dentales y otras proteínas como biomarcadores en la ERR

Durante la revisión se encontró que muchos estudios utilizan el líquido crevicular gingival (GCF) para evaluar proteínas (Tabla 2: Proteínas dentales y otras proteínas) con potencial diagnóstico en la reabsorción radicular externa. Esta técnica permite evaluar la actividad de los osteoclastos, la remodelación ósea y la expresión de biomarcadores en el cemento, la dentina o el ligamento periodontal. Además del GCF, también se utilizan otras pruebas para la detección de biomarcadores en algunos estudios.

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

Enzimas como posibles biomarcadores de la ERR

El estudio de Thiago y su equipo sugiere que los complejos MMP-2/TIMP-2 y MMP-9/TIMP-2 están involucrados en la reabsorción radicular externa (25), pero solo la expresión del complejo MMP-2/TIMP-2 está relacionada con el tipo de ERR. Igonna y su equipo encontraron niveles más altos de MMP-9 en el GCF de dientes con reabsorción radicular traumatizada (26). Wellington y su equipo identificaron la subunidad GCL en muestras de reabsorción de raíces, lo que sugiere una posible regulación de la protección contra el daño oxidativo durante la reabsorción radicular externa (23).

Metabolitos salivares y otros metabolitos encontrados en la búsqueda de biomarcadores para la ERR

El estudio de Jinlin Zhou et al. utilizaron RMN-H para analizar la composición de la saliva humana en pacientes de ortodoncia. Varios metabolitos relevantes, incluyendo butirato, ácido a-linolénico, α-glucosa, urea, formiato, guanosina, purina y propano-1,2-diol, se identificaron como asociados con reacciones inflamatorias. (28)

Citoquinas y factores de crecimiento

En el estudio de Iwona, no hubo cambios significativos en los niveles de biomarcadores inflamatorios en el GCF de dientes lesionados y de control, pero se

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

encontró una posible asociación entre IL-1α e IL-1β y la reabsorción radicular en dientes lesionados, y mayores concentraciones de IL-1α en pacientes con reabsorción radicular externa. (29).

Hormona peptídica y Hormona paratiroidea

El estudio de Yuyu et al indica que la deformación mecánica y la PTH intermitente tienen efectos opuestos en la expresión de PTHR1 y en la formación de cemento. La PTH intermitente podría promover la formación de cemento ya que según los autores esta promueve la expresión de proteínas tales como BSP, ALP, OCN y COL-1 al contrarrestar los efectos negativos de la tensión mecánica, lo que sugiere que podría ser un tratamiento para la regeneración del tejido cementogénico(27).

Investigadores como Mahmoud Mona et al (2021) centran su investigación en la etiopatogenia de la RRE en relación a biomarcadores encontrados en fluidos de cavidad oral, en sus resultados expresan encontrar registros de la DMP-1, DSP, DSPP, IL-1, IL-6, TNF-a y el Micro rna-29 que al contrario nuestro ellos analizan la ruta de activación y promoción de la RRE en base a estos marcadores y no muestran una amplia gama de biomarcadores encontrados para desarrollar la visión que se tiene sobre como esta patología se refleja en los diversos fluidos de la cavidad oral.

Priyanka Kapoor et al (2022) busca generar evidencia crítica en la relación de biomarcadores en fluidos orales de pacientes

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

que presenten RRE con pacientes sanos. Dentro de sus resultados se evidencian los biomarcadores proteicos como DMP-1, PP, DSP, DPP. Biomarcadores encontrados en metabolitos salivares, Butirato, Ácido a-linolénico, α-glucosa, Urea, Fumarato , Formiato, Guanosina, Purina, Propano. Citoquinas proinflamatorias como son las interleucinas IL-1β, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, TNF-α, OPG, OPN, RANKL e IL-1RA)

En la revisión actual fue posible establecer relación directa con los resultados previstos por las únicas dos revisiones sistemáticas encontradas en la búsqueda de información, y proponer proteínas relacionadas con el exosoma como la CDC42 y TAGLN2 junto a una nueva posibilidad de tratamiento encontrada en el análisis a la función de la PTH sobre la RRE encontrando una función protectora al promover las recuperación de las lesiones iniciales además de dar a conocer nuevos biomarcadores como BSP, ALP, OCN y COL-1 que tienen potencial para el diagnóstico de la RRE.

CONCLUSIÓN

La evaluación de biomarcadores mediante la técnica de líquido crevicular gingival (GCF) es una herramienta efectiva para el diagnóstico y seguimiento de la reabsorción radicular externa.

La expresión de diversas proteínas como CEMP-1, DPP, DSPP, CTX-1, DSP, DMP1, PP y HIF-1α, entre otras, ha sido investigada en diferentes estudios y se ha demostrado su relación con la reabsorción radicular.

Asimismo, se han identificado proteínas relacionadas con el exosoma como CDC42 y

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

TAGLN2 que podrían modular la diferenciación de los osteoclastos y la degradación de la matriz ósea y la BSP, ALP, OCN y COL-1 que podrían desempeñar un papel importante en la cementogenesis

La utilización de estas proteínas como biomarcadores de rutina podría facilitar la identificación temprana de pacientes con mayor riesgo de sufrir esta patología durante el tratamiento ortodóntico, son necesarios mas estudios de identificación de biomarcadores en fluidos para corroborar la relación de los nuevos biomarcadores además de desarrollar pruebas clínicas poco invasivas junto a un nuevo instrumento de medición que involucre un análisis bioinformático que enlace los resultados estadísticos con la utilidad clínica.

REFERENCIAS

1. Tronstad L. Root resorption--etiology, terminology and clinical manifestations. Endod Dent Traumatol. diciembre de 1988;4(6):241-52.

2. Friedman S, Rotstein I, Libfeld H, Stabholz A, Heling I. Incidence of external root resorption and esthetic results in 58 bleached pulpless teeth. Endod Dent Traumatol. febrero de 1988;4(1):23-6.

3. Mavridou AM, Pyka G, Kerckhofs G, Wevers M, Bergmans L, Gunst V, et al. A novel multimodular methodology to investigate external cervical tooth resorption. Int Endod J. marzo de 2016;49(3):287-300.

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

4. Bakland LK. Root resorption. Dent Clin North Am. abril de 1992;36(2):491-507.

5. Espona J, Roig E, Durán-Sindreu F, Abella F, Machado M, Roig M. Invasive Cervical Resorption: Clinical Management in the Anterior Zone. J Endod. noviembre de 2018;44(11):1749-54.

6. Patel S, Foschi F, Mannocci F, Patel K. External cervical resorption: a three-dimensional classification. Int Endod J. febrero de 2018;51(2):206-14.

7. Patel S, Kanagasingam S, Pitt Ford T. External cervical resorption: a review. J Endod. mayo de 2009;35(5):616-25.

8. Gold SI, Hasselgren G. Peripheral inflammatory root resorption. J Clin Periodontol. 1992;19(8):523-34.

9. Neuvald L, Consolaro A. Cementoenamel junction: microscopic analysis and external cervical resorption. J Endod. septiembre de 2000;26(9):503-8.

10. Samara E, Kelly E, Walker R, Borumandi F. Multiple idiopathic cervical root resorption: Case report of an unusual presentation. Spec Care Dent Off Publ Am Assoc Hosp Dent Acad Dent Handicap Am Soc Geriatr Dent. enero de 2021;41(1):98-102.

11. Weltman B, Vig KWL, Fields HW, Shanker S, Kaizar EE. Root resorption

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

associated with orthodontic tooth movement: A systematic review. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1 de abril de 2010;137(4):462-76.

12. Pizzo G, Licata ME, Guiglia R, Giuliana G. Root resorption and orthodontic treatment. Review of the literature. Minerva Stomatol. febrero de 2007;56(1-2):31-44.

13. Kapoor P, Kharbanda OP, Monga N, Miglani R, Kapila S. Effect of orthodontic forces on cytokine and receptor levels in gingival crevicular fluid: a systematic review. Prog Orthod. 9 de diciembre de 2014;15:65.

14. Schwartz RS, Robbins JW, Rindler E. Management of invasive cervical resorption: observations from three private practices and a report of three cases. J Endod. octubre de 2010;36(10):1721-30.

15. Yamaguchi M, Aihara N, Kojima T, Kasai K. RANKL Increase in Compressed Periodontal Ligament Cells from Root Resorption. J Dent Res. 1 de agosto de 2006;85(8):751-6.

16. Aronson JK, Ferner RE. Biomarkers-A General Review. Curr Protoc Pharmacol. 17 de marzo de 2017;76:9.23.1-9.23.17.

17. Kjær I, Strøm C, Worsaae N. Regional aggressive root resorption caused by neuronal virus infection. Case Rep Dent. 2012;2012:693240.

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

18. Vieira GM. Protein biomarkers of external root resorption: A new protein extraction protocol. Are we going in the right direction? Dent Press J Orthod. diciembre de 2014;19(6):62-9.

19. George A, Evans CA. Detection of root resorption using dentin and bone markers. Orthod Craniofac Res. agosto de 2009;12(3):229-35.

20. Huang GY, Choi SH, Jung HD, Kim HS, Hwang CJ, Lee KJ. Tissue-specific biomarkers in gingival crevicular fluid are correlated with external root resorption caused by constant mechanical load: an in vivo study. Clin Oral Investig. noviembre de 2021;25(11):6321-33.

21. Balducci L, Ramachandran A, Hao J, Narayanan K, Evans C, George A. Biological markers for evaluation of root resorption. Arch Oral Biol. marzo de 2007;52(3):203-8.

22. Xiao C, Bai G, Du Y, Jiang H, Yu X. Association of high HIF-1a levels in serous periodontitis with external root resorption by the NFATc1 pathway. J Mol Histol. diciembre de 2020;51(6):649-58.

23. Rody Jr WJ, Holliday LS, McHugh KP, Wallet SM, Spicer V, Krokhin O. Mass spectrometry analysis of gingival crevicular fluid in the presence of external root resorption. Am J Orthod Dentofacial Orthop. junio de 2014;145(6):787-98.

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

24. Zain MNM, Yusof ZM, Yazid F, Ashari A, Wong KSH, Lee WJ, et al. Absorption spectrum analysis of dentine sialophosphoprotein (DSPP) in orthodontic patient. En Putrajaya, Malaysia; 2020 [citado 24 de marzo de 2023]. p. 020007. Disponible en: http://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.5142099

25. Lima TC da S, Amaro RG, dos Santos LCM, Coste SC, Silva EF e, Barbato-Ferreira DA, et al. Expression of matrix metalloproteinases 2 and 9 in replanted teeth with external root resorption: A cross-sectional study. Arch Oral Biol. septiembre de 2021;129:105194.

26. Gregorczyk-Maga I, Kaszuba M, Olszewska M, Licholai S, Iwaniec T, Koscielniak D, et al. Biomarkers of inflammatory external root resorption as a result of traumatic dental injury to permanent teeth in children. Arch Oral Biol. marzo de 2019;99:82-91.

27. Li Y, Hu Z, Zhou C, Xu Y, Huang L, Wang X, et al. Intermittent parathyroid hormone (PTH) promotes cementogenesis and alleviates the catabolic effects of mechanical strain in cementoblasts. BMC Cell Biol. diciembre de 2017;18(1):19.

28. Zhou J, Hu H, Huang R. A pilot study of the metabolomic profiles of saliva from female orthodontic patients with

Volumen 15, N° 30 Especial, 2025
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

external apical root resorption. Clin Chim Acta. marzo de 2018;478:188-93.

29. Gregorczyk-Maga I, Szustkiewicz-Karon A, Kaszuba M, Januszek R, Rahnama M, Jurczak A, et al. Prognostic markers of post-traumatic dental external root resorption in children—a pilot study. Dent Traumatol. octubre de 2021;37(5):699-705.