

**Evolución de la reabsorción radicular externa en pacientes con previo diagnóstico y bajo tratamiento de ortodoncia en las clínicas de UNICOC**

**Bogotá**

**Evolution of external root resorption in patients with a previous diagnosis and undergoing orthodontic treatment at UNICOC Bogotá clinics.**

Liliana Jara López <sup>1</sup>, Luz Andrea Velandia Palacio<sup>2</sup>, Gerardo Ardila Duarte<sup>3</sup>, Laura Liliana Cárdenas Cuestas<sup>4</sup>, Jeiny Vanessa Motta Gomez<sup>4</sup>, Claudia Liliana Vargas

Trujillo<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Directora de postgrado, Institución Universitaria Colegios de Colombia, UNICOC. Bogotá D.C. – Asesora científica. Mag en educación, Especialización en Ortodoncia fundación Universitaria UniCieo, Especialización en Educación con Énfasis en Evaluación Educativa Universidad Santo Tomas, Especialización en Derecho Médico Sanitario Universidad del Rosario, Odontóloga Institución Universitaria Colegios de Colombia - Unicoc

<sup>2</sup> docente de clínica y seminario de grado Institución Universitaria Colegios de Colombia, UNICOC. Bogotá D.C, PhD

<sup>3</sup>Asesor estadístico. MScEstadística Universidad Nacional

<sup>4</sup>Odontólogos. Residentes del Programa de Especialización del Postgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, Institución Universitaria Colegios de Colombia, UNICOC. Bogotá.

# **Evolución de la reabsorción radicular externa en pacientes con previo diagnóstico y bajo tratamiento de ortodoncia en las clínicas de UNICOC**

**Bogotá**

## **Resumen:**

**Objetivo:** Evaluar la evolución de la reabsorción radicular externa (RRE) durante el tratamiento de ortodoncia de dientes anteriores superiores e inferiores en pacientes con previo diagnóstico a partir de radiografías periapicales magnificadas en las clínicas de UNICOC sede Bogotá. **Materiales y método:** Se realizó una búsqueda inicial sobre 158 historias entre los años 2012 a 2021, la medición de la RRE se llevó a cabo en radiografías periapicales magnificadas de dientes anteriores superiores e inferiores iniciales (T1) y control (T2) y el índice modificado de Levander y Malmgren y Alamadi et al, se consideraron las variables sexo, correlación de la REEA con el diente contralateral y edad cronológica. Se utilizó el programa Excel Real Statistics V9 2022 para el análisis estadístico. **Resultados:** Se evaluó un total de 188 dientes, con una edad y tiempo promedio de tratamiento de 26,7 años y 14,3 meses respectivamente, el 50% de los dientes evaluados prestaron inicialmente RRE grado 1, posterior al tratamiento ortodóntico se obtuvo un incremento a grado 2 correspondiente al 50,5% del total de dientes analizados, se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre T1 vs T2 de 12 y 22 ( $P=0.004$ ), a nivel de sexo entre grado 1 y grado 2 ( $P=0.03$ ,  $P=0.04$ ) y grupo mayor y menor a 20 en el grado 1 ( $P=0.02$ ). **Conclusión:** Se evidencia un aumento en el grado RRE inicial de grado 1 a grado 2.

**Palabras clave:** Reabsorción radicular externa (RRE), Tratamiento de ortodoncia, Radiografía periapical.

## **Abstract**

**Objective:** To evaluate the evolution of external root resorption (EARR) during orthodontic treatment of upper and lower anterior teeth in patients with a previous diagnosis from magnified periapical radiographs in the UNICOC clinics in Bogotá.

**Materials and methods:** An initial search was carried out on 158 medical records between 2012 to 2021, the EARR measurement was carried out on magnified periapical radiographs of initial upper and lower anterior teeth (T1) and control (T2) and the Levander and Malmgren index modified by Alamadi et al., the variables sex, correlation of the EARR with the contralateral tooth and chronological age were considered. The Excel Real Statistics V9 2022 program was used for the statistical analysis. **Results:** A total of 188 teeth were evaluated, with an average age and treatment time of 26.7 years and 14.3 months respectively, 50% of the teeth evaluated initially presented EARR grade 1, after orthodontic treatment an increase to grade 2 corresponding to 50.5% of the total number of analyzed teeth, there were statistically significant differences between T1 vs T2 of 12 and 22 ( $P=0.004$ ), at the level of sex between grade 1 and grade 2 ( $P=0.03$ ,  $P=0.04$ ) and group greater and less than 20 in grade 1 ( $P=0.02$ ). **Conclusion:** There is evidence of an increase in the initial EARR grade from grade 1 to grade 2.

**Key Words:** External root resorption (EARR), Orthodontic treatment, Periapical radiography

## **Introducción**

La reabsorción radicular se asocia a un proceso fisiológico o patológico de destrucción o pérdida progresiva de dentina, cemento y hueso; considerado como un proceso fisiológico programado y coordinado en la dentición temporal y mixta, a diferencia de la dentición permanente cuyo desarrollo es patológico e indeseable con un predominio de la actividad osteoclástica en los tejidos dentales no mineralizados (1-5).

Clásicamente la reabsorción radicular se clasifica en interna (RRI) y externa (RRE)(6), esta última definida como la pérdida irreversible de la estructura radicular externa de etiología multifactorial y aparición única o combinada, que incluye la reabsorción de la superficie externa (1,7). Considerada como no infecciosa, transitoria e inducida por presión con reparación espontánea producto de una lesión localizada y limitada a la superficie radicular o periodonto circundante y de duración de 2 a 3 semanas. La cicatrización o remodelado de la superficie radicular, cemento y re inserción del ligamento periodontal (epitelio largo de unión), se da con la eliminación de la fuente de presión producto de movimientos ortodónticos, dientes impactados, tumores o quistes(1,8,9). Dentro de las técnicas de evaluación de la RRE se encuentran los métodos cualitativos que se basan en la longitud y continuidad de la estructura radicular observada en imágenes radiográficas (10,11), la escala propuesta inicialmente por Levander y Malmgren (11) y modificado posteriormente por Alamadi et al (12), que contempla una escala de seis puntuaciones para definir el grado de RRE incluyendo las posibles inclinaciones

inherentes a la anatomía radicular apical permitiendo evaluar la pérdida en la continuidad de la superficie radicular de manera oblicua.

Arroyo et al (13) y Echeverry et al (14) reportan una prevalencia de la RRE previa al tratamiento de ortodoncia entre el 70.8% y 94.3% con un aumento del 76.3% posterior al año de tratamiento ortodóntico; de igual forma las superficies palatinas y linguales con un 27.4%, son frecuentemente las más afectadas previo inicio del tratamiento, así como el incisivo central inferior 24.5%, seguido del incisivo lateral 23.7%, central superior 14.9%, y lateral superior 14.3%(14). A pesar de la amplia evidencia científica existente, son escasos los estudios frente a la evolución de la RRE, en pacientes con previo diagnóstico al inicio del tratamiento de ortodoncia(15,16). La escasa información sobre su evolución durante el tratamiento ortodóntico no permite estimar adecuadamente el riesgo de estos casos como el avance y severidad durante el transcurso del tratamiento. En este contexto el objetivo del presente estudio es evaluar la evolución de la reabsorción radicular externa durante el tratamiento de ortodoncia en dientes anteriores superiores e inferiores de pacientes con previo diagnóstico mediante radiografía periapical magnificada de las clínicas del posgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de UNICOC sede Bogotá.

## Materiales y métodos

Este estudio descriptivo retrospectivo se realizó conforme a los principios éticos establecidos en la declaración de Helsinki(17), fue evaluado y aprobado por el comité de ética de investigación Institución Universitaria Colegios de Colombia. Se realizó una búsqueda inicial de historias clínicas de manera virtual y manual de los pacientes de la clínica del posgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de UNICOC sede Bogotá de los años 2012 a 2021. Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión (Tabla 1.)

**Tabla1.** Criterios de selección.

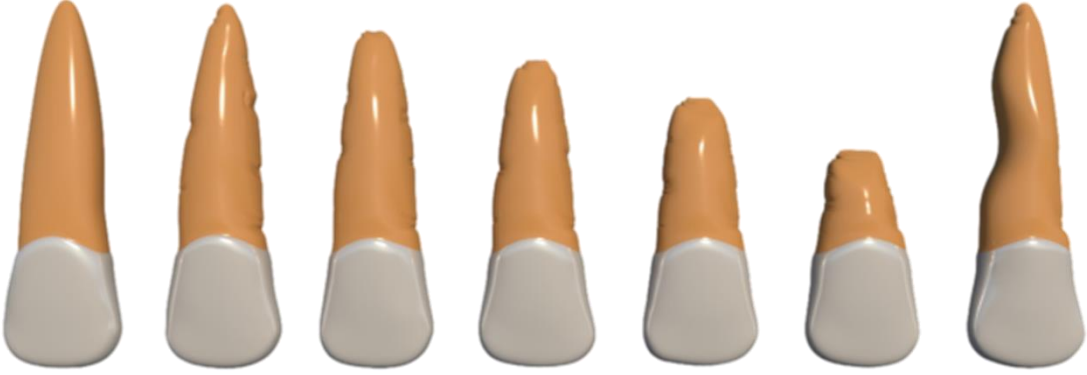
<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Pacientes que hayan iniciado tratamiento de ortodoncia en las clínicas de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de UNICOC sede Bogotá con diagnóstico inicial de reabsorción radicular externa previo al inicio.</li><li>• Pacientes sistémicamente sanos.</li><li>• Paciente con buena higiene oral</li><li>• Pacientes con periapicales magnificadas iniciales y de seguimiento de dientes anteriores superiores e inferiores.</li><li>• Dientes anteriores con formación completa radicular.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Radiografías periapicales en mal estado</li><li>• Tratamiento ortodóncico previo al inicio del tratamiento</li><li>• Pacientes sin periapicales magnificadas de seguimiento</li><li>• Pacientes con tratamiento que requirieron extracciones para retracción del sector anterior</li><li>• Pacientes con dientes impactados.</li><li>• Enanismo radicular</li><li>• Pacientes con tratamiento endodóntico</li></ul>

## Radiografías magnificadas

Se obtuvieron radiografías magnificadas de incisivos superiores e inferiores de dos radiólogos: ORAL IMAGINEX y UNICOC, donde la radiografía inicial (T1) y de control (T2) pertenecía al mismo radiólogo. Las radiografías obtenidas se escanearon mediante la impresora Lexmark 2300 para su registro.

## Medición de la reabsorción radicular externa

Se diseñó una escala integrada de 6 grados de puntuación unificado la escala propuesta por Levander y Malmgren (11) y modificado Alamadi et al (12) (figura1), teniendo presente la presencia o ausencia de irregularidades de contorno a lo largo de la superficie radicular al igual que el acompañamiento de la reabsorción radicular lateral adicional. La medición de la RRE se llevó a cabo por el gold estándar de manera manual, tanto para T1 como T2. Se evaluaron las variables sexo, grupo de edad mayores y menores a 20 y comparación con el contralateral.



Grado 0	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	Grado 5	Grado 6
Superficie radicular continua sin presencia de irregularidades de contorno. Longitud radicular: 1:2 hasta 1:1	Cambios o irregularidades de contorno a lo largo de la superficie radicular total. Longitud radicular: 1:2 hasta 1:1	Reabsorción radicular externa que involucra menos del 5 % del tercio apical radicular oblicua u horizontal. Con presencia o ausencia de irregularidades de contorno a lo largo de la superficie radicular total, acompañada o no de reabsorción radicular lateral adicional.	Reabsorción radicular externa con pérdida de 1/3 de la longitud radicular total oblicua u horizontal. Con presencia o ausencia de irregularidades de contorno a lo largo de la superficie radicular total, acompañada o no de reabsorción radicular lateral adicional.	Reabsorción radicular externa, con pérdida de más de un 1/3 de la longitud radicular total, que no supera el 10% del segundo tercio apical de manera oblicua u horizontal. Con presencia o ausencia de reabsorción radicular externa lateral adicional.	Reabsorción radicular externa, con pérdida de más de un 2/3 de la longitud radicular total de manera oblicua u horizontal. Con presencia o ausencia de reabsorción radicular externa lateral adicional.	Reabsorción radicular externa lateral a lo largo de la superficie radicular total, con presencia o ausencia de irregularidades de contorno de la superficie radicular

## **Figura 1. Escala modificada evaluación de la RRE**

### **Análisis estadísticos**

El análisis estadístico se llevó a cabo con el software Real Statistics Resource Pack V 8.3.1(Zaiontz USA,2022). Se realizó un análisis exploratorio de datos para describir la muestra. La prueba exacta de Fischer se usó para determinar el grado de reabsorción entre T1 y T2, las comparaciones de los cambios a nivel de sexo y grupo etario se realizaron mediante la prueba de Mann Withney, y la comparación de las proporciones de la RRE por diente a través de chi cuadrado de proporciones. Teniendo un nivel de significancia de  $P < 0.05$ .



## Resultados

Se evaluaron un total de 188 dientes anteriores superiores e inferiores, de 26 pacientes, dieciocho mujeres y ocho hombres con una edad promedio de 26,7 años y tiempo promedio de tratamiento de 14,3 meses (Tabla 2). La escala modificada enunciada anteriormente evidenció en T1 que el 50% de los dientes evaluados presentaron inicialmente RRE grado 1, grado 2: 32,4%, grado 6: 16,4 y grado 3: 1%, ninguno de los dientes presento RRE grado 4 o 5 (Tabla 3).

**Tabla 2.** Análisis descriptivos

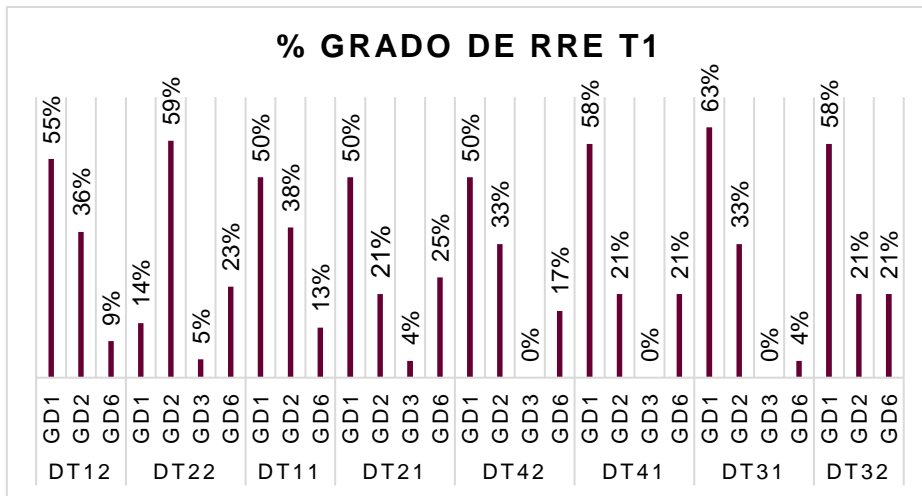
Sexo	Total
Hombres	8ps
Mujeres	18ps
<b>Total</b>	26ps
Dientes	
Dientes superiores	92 dt
Dientes inferiores	96dt
<b>Total</b>	188dt

ps: personas, dt: dientes

**Tabla 3.** Grado de reabsorción inicial

DIENTE	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 6
12	12	8		2
11	12	9		3
21	12	5	1	6
22	3	13	1	5
31	15	8		1
32	14	5		5
41	14	5		5
42	12	8		4
<b>Total</b>	94	61	2	31
<b>Porcentaje</b>	50 %	32,4%	1,0%	16,4%

A nivel individual en T1 los dientes 12,11,21,31,32,41,42 exhibieron principalmente RRE grado 1 a excepción del diente 22 RRE grado 2 (Figura 2).



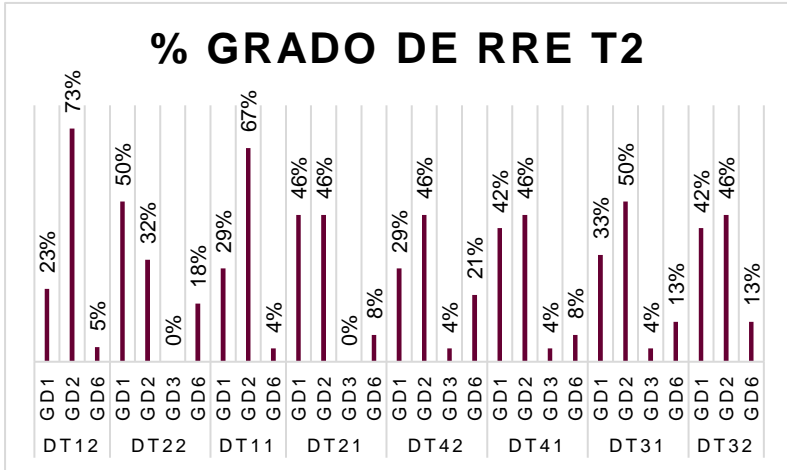
**Figura 2** RRE inicial dientes anteriores superiores e inferiores.

En contraste en T2 se observó un incremento en la RRE de grado 1 a grado 2 correspondientes al 50,5% del total de dientes analizados, seguido de grado 1: 36,7%, grado 3: 1,5% y grado 6: 11,17% (Tabla 4).

**Tabla 4.** Grado de reabsorción control

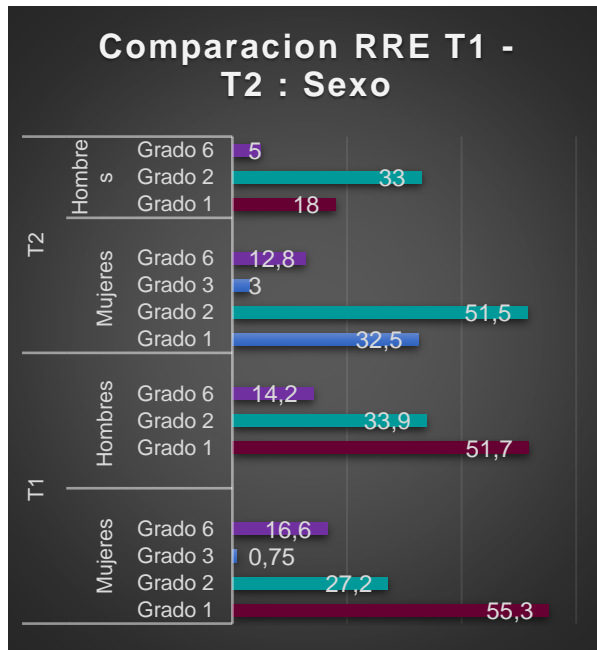
Diente	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 6
12	5	16		1
11	7	16		1
21	11	11		2
22	11	7		4
31	8	12	1	3
32	10	11		3
41	10	11	1	2
42	7	11	1	5
<b>Total</b>	69	95	3	21
<b>Porcentaje</b>	36,7 %	50,5%	1,5%	11,1%

A nivel individual los dientes 12, 11,21,31,32,41,42 mostraron RRE grado 2 a diferencia del diente 22 RRE grado1 (Figura 3).



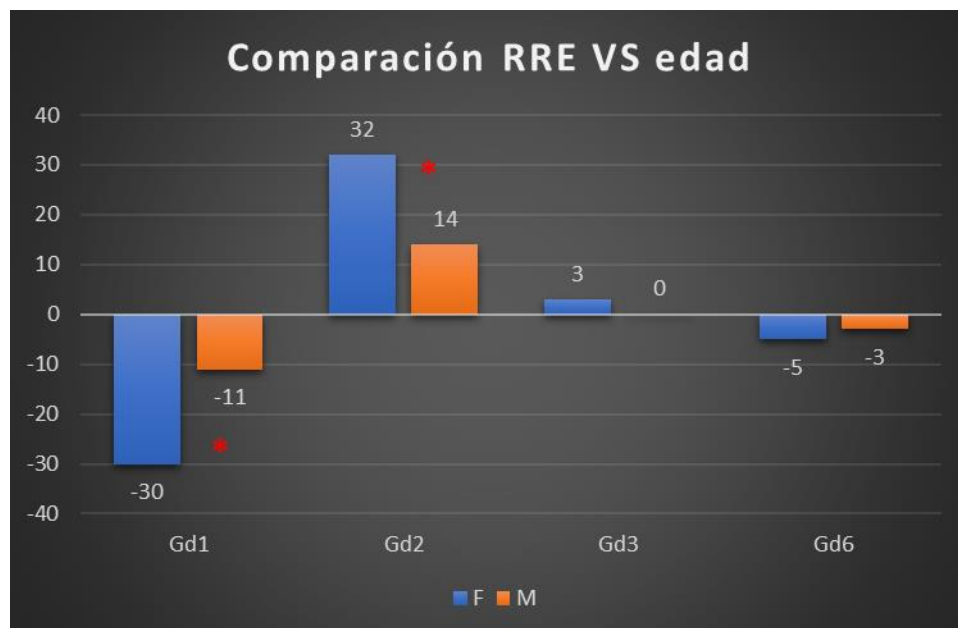
**Figura 3.** RRE control dientes anteriores superiores e inferiores.

A nivel del sexo la RRE en T1 tanto en mujeres como en hombres se presentó inicialmente grado 1 con un 55,3 % y 51,7% respectivamente, con un incremento a grado 2 en T2 de 51,5% para mujeres y 33% en hombres (Figura 4).



**Figura 4.** Comparación RRE y sexo

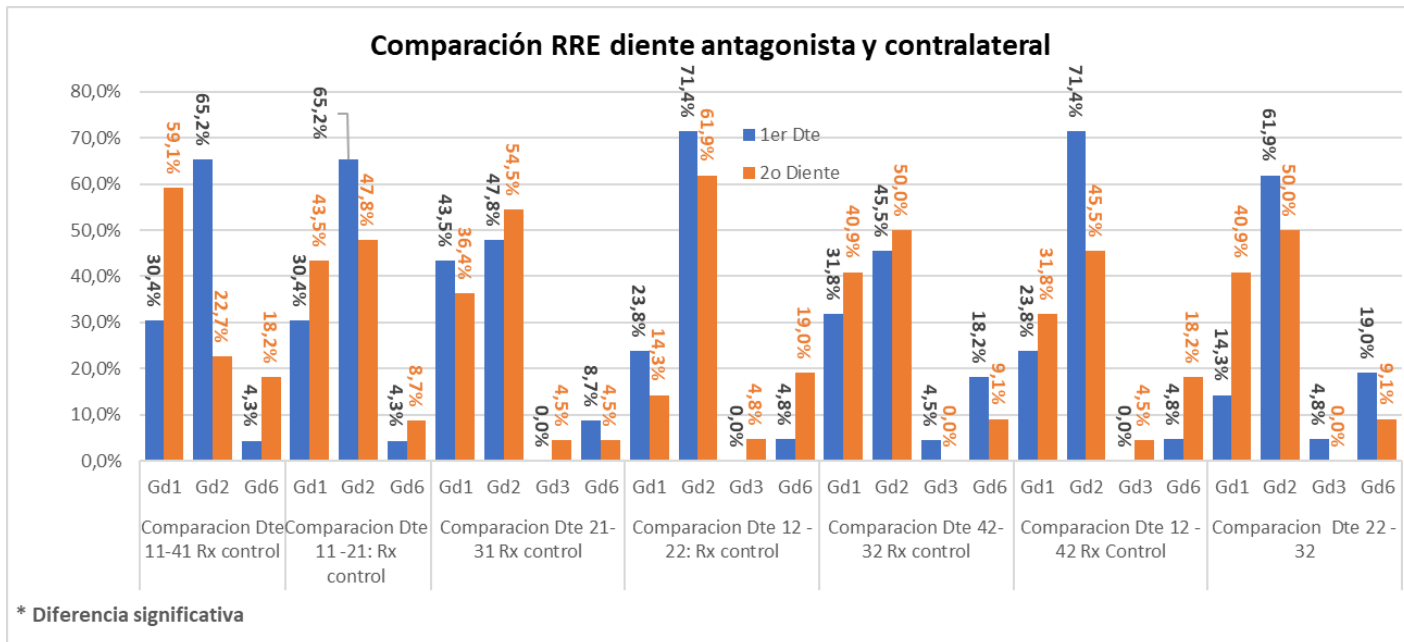
El grupo de menores de 20 años lo conformaron un total de 10 personas con un total de 75 dientes evaluados con un 38% de RRE en grado 1 en T1, seguido de un 19% en grado 2, este último presento un incremento en T2 con un 36 %; para el grupo mayor a 20 años se contó con un total de 16 personas y 113 dientes con un 64% de RRE grado 1 inicial y 36% grado 2 el cual predomino en T2 con un 65%, se observaron diferencias estadísticamente significativas en el grado 1 ( $P=0.02$ ) en la comparación de T1 y T2 entre ambos grupos (Figura 5).



**Figura 5.** Comparación RRE y grupo de edad, (\*) diferencias estadísticamente significativa)

A nivel de la comparación del sexo entre T1 y T2 se presentaron diferencias significativas entre grado 1 y grado 2 ( $P=0.03$ ,  $P=0.04$ ) respectivamente, en la comparación individual entre T1 y T2 solo se evidenció diferencias estadísticamente significativas a nivel de los dientes 11 y 41 ( $P=0.004$ ). No se observaron diferencias significativas entre los dientes anteriores superiores e

inferiores contralaterales respectivamente, pero si se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el diente 11 -41 (P= 0,004) (Figura 6).



**Figura 6.** Comparación RRE diente antagonista y contralateral, (\*) diferencias estadísticamente significativas)

## **Discusión**

La radiografía periapical clásicamente ha sido la ayuda diagnóstica utilizada en la evaluación y estimación de la RRE en el inicio y transcurso del tratamiento ortodóntico, debido a su precisión en comparación con la radiografía panorámica cuya limitación radica en la superposición de las estructuras óseas y costo, beneficio dosis de radiación con las tomografías computarizadas.(18–20)

El principal objetivo del presente estudio fue evaluar la evolución de la reabsorción radicular externa durante el tratamiento de ortodoncia en dientes anteriores superiores e inferiores de pacientes con previo diagnóstico, con un 50% de los dientes evaluados iniciaron con RRE grado 1 seguido de un 32,4% con grado 2; al control se observó un incremento de grado 2 con 50,5% del total de dientes analizados, por lo que existe una tendencia al incremento de la RRE en el transcurso del tratamiento de ortodoncia en pacientes con diagnóstico inicial previo al inicio del tratamiento.

La escala propuesta por Levander y Malmgren (11) ha sido ampliamente utilizada para la evaluación de la RRE debido a que esta no depende de la estandarización de la radiografía(20–22), posteriormente Alamadi et al (12) realizaron una modificación de esta con la intención de evaluar la RRE que se presenta de forma oblicua o inclinada, sin embargo la presencia de la RRE se puede presentar en forma horizontal y oblicua acompañada de irregularidades a lo largo del contorno de la raíz, actualmente no existe una clasificación que unifique lo anteriormente mencionado razón por la cual se diseñó una nueva escala con la finalidad de

superar las desventajas evidenciadas (Fig1), en la que podemos determinar que la RRE grado 2 de la escala modificada definida como la reabsorción radicular externa que involucra menos del 5 % del tercio apical radicular oblicua u horizontal, con presencia o ausencia de irregularidades de contorno a lo largo de la superficie radicular total, acompañada o no de reabsorción radicular lateral adicional no podrá llegar a 6 debido a que es descrita como una reabsorción radicular externa lateral a lo largo de la superficie radicular total, con presencia o ausencia de irregularidades de contorno de la superficie radicular que no involucra la integridad del tercio apical razón por la cual la RRE grado 6 si podría llegar a ser grado 2,3,4 o 5.

Por otro lado, la RRE es considerada como una entidad patológica e indeseada en la dentición permanente y en el desarrollo del tratamiento de ortodoncia cuya etología es multifactorial (4,23–25), según la literatura los dientes incisivos son los más susceptibles a presentar RRE (26,27), razón por la cual se analizaron dientes anteriores superiores e inferiores , Plaza et al (26) reportaron que los incisivos centrales superiores e inferiores seguidos de los laterales superiores fueron los de mayor prevalencia de RRE (19,04%, 11,11% y 10,71%, respectivamente), resultados similares a los obtenidos por Maués et al (28)y Rakhsha et al (29), contrario a el resultado obtenido en el presente estudio donde se encontró una mayor RRE a nivel de incisivo lateral derecho , seguido del central superior derecho e incisivo inferior izquierdo (73%,67%,50%) respectivamente; de igual forma se observaron diferencias estadísticamente significativas a nivel de hombres y mujeres en los grados 1 y 2 ( $P=0.03$ ,  $P=0.04$ ) donde este último fue mayor en las mujeres

con un promedio de 51,5 % mientras que los hombres fue de 33%, esta diferencia podría asociarse a la diferencia en la proporción de hombres y mujeres de la presente muestra , pese a ello la correlación existe entre el sexo y la RRE sigue siendo controversial dado que los estudios como Levander et al (11) y Kjaer(30) evidenciaron una mayor prevalencia de RRE en mujeres lo que concuerda con los resultados obtenidos a diferencia del estudio de Baumrid et al(31)y Bayi y Gumus(32) quienes encontraron una mayor prevalencia de RRE en hombres por otra parte Jung y Cho(33), Pastro et al (34) y McFadden et al(35) no hallaron asociación entre el sexo y la RRE.

Por otro lado, la edad cronológica se ha asociado con la variación que sufren los tejidos involucrados en la RRE con la edad, la membrana periodontal disminuye su vascularización y se vuelve estrecha, el hueso alveolar más denso y vascular; y el cemento más ancho; dichos cambios suponen una mayor susceptibilidad de RRE en la población adulta a diferencia de los factores como las características del ligamento periodontal y la adaptación muscular a los cambios oclusales suele ser favorables en la población joven(24,36), lo que se correlaciona con los datos obtenidos donde se presentó diferencias estadísticamente significativas a nivel grado 1 al comparar el grupo menor y mayor a 20 en el grado 1 ( $P=0.02$ ), donde este último presentó mayor cantidad de dientes (35) en T2 en comparación con el grupo menor (26). No se observaron diferencias significativas entre los dientes anteriores superiores e inferiores contralaterales respectivamente lo que sugiere



que existe una susceptibilidad similar en ambos dientes a prestar RRE independiente del grado.

Dentro de las limitaciones del estudio se encuentra la escasa cantidad de pacientes evaluados así como el uso de radiografías periapicales, que a pesar de ser una ayuda básica en el diagnóstico de la RRE presenta limitaciones al ser bidimensional, así como por la superposición de estructuras anatómicas que comprometen la precisión diagnóstica, igualmente por la dependencia de la técnica empleada, posición de la cabeza del paciente y la posición de la película siendo factores intrínsecos en la toma de esta que pueden influir de manera significativa en el grado de distorsión de estas ,(37) lo que se deberá tener en cuenta para futuras investigaciones.

## **Conclusiones**

- Se presentó un aumento en la RRE de grado 1 a grado 2 posterior al tratamiento de ortodoncia.
- Se observaron diferencias estadísticamente significativas en los en los grados 1 y grado 2 a nivel de hombres y mujeres siendo mayor en estas.
- El incisivo lateral derecho, seguido del central superior derecho e incisivo central inferior izquierdo presentaron mayor grado de RRE en T2.
- Debido a las limitaciones bidimensionales de la radiografía periapical magnificada se debe confirmar la integridad radicular observada en la radiografía inicial como en la de control.

## **Bibliografía:**

1. Darcey J, Qualtrough A. Resorption: Part 1. Pathology, classification and aetiology. *Br Dent J.* 2013 May 11;214(9):439–51.
2. Fernandes M, De Ataide I, Wagle R. Tooth resorption part I - Pathogenesis and case series of internal resorption. *Journal of Conservative Dentistry.* 2013 Jan;16(1):4–8.
3. Aidos H, Diogo P, Santos JM. Root resorption classifications: A narrative review and a clinical aid proposal for routine assessment. *Eur Endod J.* 2018;3(3):134–45.
4. Patel S, Saberi N. The ins and outs of root resorption. *Br Dent J.* 2018 May 11;224(9):691–9.
5. Wang Z, Mccauley LK. Osteoclasts and odontoclasts: signaling pathways to development and disease. *Oral Dis.* 2011 Mar;17(2):129–42.
6. ANDREASEN JO. Luxation of permanent teeth due to trauma A clinical and radiographic follow-up study of 189 injured teeth. *Eur J Oral Sci.* 1970;78(1–4):273–86.
7. Fernandes M, de Ataide I, Wagle R. Tooth resorption part II - external resorption: Case series. *J Conserv Dent.* 2013 Mar;16(2):180–5.
8. Patel S, Saberi N. The ins and outs of root resorption. *Br Dent J.* 2018 May 11;224(9):691–9.
9. Ne RF, Witherspooti DE, Msvjames B, Gutmafin L. Endodontics Tooth resorption. *Quintessence Int.* 1999;30:9–25.
10. Sharpe W, Reed B, Subtelny JD, Polson A. Orthodontic relapse, apical root resorption, and crestal alveolar bone levels. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 1987;91(3):252–8.
11. Levander E, Malmgren O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. *Eur J Orthod.* 1988 Feb;10(1):30–8.
12. Alamadi E, Alhazmi H, Hansen K, Lundgren T, Naoumova J. A comparative study of cone beam computed tomography and conventional radiography in diagnosing the extent of root resorptions. *Prog Orthod.* 2017 Dec 1;18(1).
13. Arroyo J; Bocanegra LA; Rojas L JLSR. Grado de reabsorción radicular en dientes anteriores superiores e inferiores, posterior a un año de tratamiento Ortodóntico en las clínicas de UNICOC. [Tesis]. [ Bogotá ]: Institución Universitaria Colegios de Colombia- UNICOC; 2017.
14. Echeverry E, Galeano A, Torres J, Jara L PD. Frecuencia de reabsorción radicular externa medida en tomografías de dientes anteriores superiores e inferiores previos a iniciar tratamiento de ortodoncia. *Journal odont col.* :1–13.
15. Arroyo J; Bocanegra LA; Rojas L, Jara L; Aguilera S RN. Grado de reabsorción radicular en dientes anteriores superiores e inferiores, posterior a un año de tratamiento Ortodontico en las clínicas de Unicoc [Tesis]. Bogotá: Institución Universitaria Colegios de Colombia- UNICOC; 2017.

16. Barbosa J, Cely D, Hernández K, Morales S, Lopez D, Jara L, et al. Frecuencia de reabsorción radicular externa en incisivos superiores de pacientes sin tratamiento de ortodoncia previo. *Cient Soc Colomb Ortod*. 2015;2(1):45–50.
17. Academia Nacional de Medicina de México AC. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. *Gac Méd Méx Vol* . 2001;37(4):387–90.
18. Sondejker CFW, Lamberts AA, Beckmann SH, Kuitert RB, van Westing K, Persoon S, et al. Development of a clinical practice guideline for orthodontically induced external apical root resorption. *Eur J Orthod*. 2020 Apr 1;42(2):115–24.
19. Sameshima GT, Asgarifar KO. Assessment of Root Resorption and Root Shape: Periapical vs Panoramic Films | *The Angle Orthodontist*. *Angle Orthod* . 2000;71(3):185–9.
20. Curado De Freitas J, César O, Lyra P, Gonçalves De Alencar AH, Estrela C. Long-term evaluation of apical root resorption after orthodontic treatment using periapical radiography and cone beam computed tomography. *Dental Press J Orthod*. 2013 Aug;18(4):104–12.
21. Pustułka K, Trzcionka A, Dziedzic A, Skaba D, Tanasiewicz M. The radiological assessment of root features and periodontal structures in endodontically treated teeth subjected to forces generated by fixed orthodontic appliances. A prospective, clinical cohort study. *J Clin Med*. 2021 May 2;10(10):2078.
22. Handem RH, Janson G, Matias M, de Freitas KMS, de Lima DV, Garib DG, et al. External root resorption with the self-ligating Damon system—a retrospective study. *Prog Orthod*. 2016;17(1):20.
23. Nanekrungsan K, Patanaporn V, Janhom A, Korwanich N. External apical root resorption in maxillary incisors in orthodontic patients: associated factors and radiographic evaluation. *Imaging Sci Dent*. 2012 Sep;42(3):147–54.
24. Lopatiene K, Dumbravaite A. Risk factors of root resorption after orthodontic treatment. *Stomatologija*. 2008;10(3):89–95.
25. Kalra S, Gupta P, Tripathi T, Rai P. External apical root resorption in orthodontic patients: molecular and genetic basis. *J Family Med Prim Care*. 2020;9(8):3872.
26. Plaza-Ruíz SP, Reimpell-Vivas A, Santana-Suárez MC, Zárate-Cadena F, Plaza-Ruíz SP, Reimpell-Vivas A, et al. Biological and orthodontic treatment risk factors associated to external root resorption: a case-control study. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*. 2020 Aug 24;32(2):42–52.
27. Yi J, Xiao J, Li Y, Li X, Zhao Z. External apical root resorption in non-extraction cases after clear aligner therapy or fixed orthodontic treatment. *J Dent Sci*. 2018 Mar 1;13(1):48–53.
28. Mauès CPR, do Nascimento RR, Vilella O de V. Severe root resorption resulting from orthodontic treatment: prevalence and risk factors. *Dental Press J Orthod*. 2015;20(1):52–8.

29. Rakhshan V, Nateghian N, Ordoubazari M. Risk factors associated with external apical root resorption of the maxillary incisors: a 15-year retrospective study - PubMed. *Aust Orthod J*. 2012;28(56):51–6.
30. Kjær I. Morphological characteristics of dentitions developing excessive root resorption during orthodontic treatment. *Eur J Orthod*. 1995 Feb;17(1):25–34.
31. Baumrind S, Korn EL, Boyd RL. Apical root resorption in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1996;110(3):311–20.
32. Bayir F, Gumus EB. External apical root resorption after orthodontic treatment: Incidence, severity and risk factors. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2021;15(2):100.
33. Jung YH, Cho BH. External root resorption after orthodontic treatment: a study of contributing factors. *Imaging Sci Dent*. 2011 Mar;41(1):17–21.
34. Pastro JDV, Nogueira ACA, Salvatore de Freitas KM, Valarelli FP, Caçado RH, de Oliveira RCG, et al. Factors Associated to Apical Root Resorption after Orthodontic Treatment. *Open Dent J*. 2018 May 11;12(1):331–9.
35. McFadden WM, Engstrom C, Engstrom H, Anholm JM. A study of the relationship between incisor intrusion and root shortening. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1989;96(5):390–6.
36. Dindaroğlu F, Doğan S. Root Resorption in Orthodontics. *Turk J Orthod*. 2016 Mar 31;29(4):103.
37. Ponder SN, Benavides E, Kapila S, Hatch NE. Quantification of external root resorption by low- vs high-resolution cone-beam computed tomography and periapical radiography: A volumetric and linear analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013 Jan;143(1):77–91.