

**EVOLUCIÓN DE LA REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA EN PACIENTES
CON PREVIO DIAGNÓSTICO Y BAJO TRATAMIENTO DE ORTODONCIA EN
LAS CLÍNICAS DE UNICOC BOGOTÁ**

Autor

LAURA LILIANA CÁRDENAS CUESTAS

JEINY VANESSA MOTTA GOMEZ

CLAUDIA LILIANA VARGAS TRUJILLO

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
UNICOC
COLEGIO ODONTOLÓGICO**

ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUA

**POSTGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR
BOGOTÁ**

**EVOLUCIÓN DE LA REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA EN PACIENTES
CON PREVIO DIAGNÓSTICO Y BAJO TRATAMIENTO DE ORTODONCIA EN
LAS CLÍNICAS DE UNICOC BOGOTÁ**

Autor

LAURA LILIANA CÁRDENAS CUESTAS

JEINY VANESSA MOTTA GOMEZ

CLAUDIA LILIANA VARGAS TRUJILLO

ASESOR CIENTÍFICO:

Dra. LILIANA JARA LÓPEZ

Odontóloga especialista e Ortodoncia -Magister en educación

U.M.N.G-UNICIEO -Santo TOMAS

ASESOR METODOLÓGICO

Dra. LUZ ANDREA VELANDIA

Odontóloga especialista en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar - Doctorado en

Investigación Universidad Institución Universitaria Colegios de Colombia –

Universidad de Macerata-Italia

ASESOR ESTADÍSTICO

Dr. GERARDO ARDILA DUARTE

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA

UNICOC

COLEGIO ODONTOLÓGICO

ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUA

POSTGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR

BOGOTÁ

El Trabajo de grado “**Evolución de la reabsorción radicular externa en pacientes con previo diagnóstico y bajo tratamiento de ortodoncia en las clínicas de UNICOC Bogotá**”. Fue elaborado por **Laura Liliana Cárdenas Cuestas, Jeiny Vanessa Motta Gómez, Claudia Liliana Vargas Trujillo**, como requisito para optar por el título de especialista en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar

La sustentación se llevó a cabo 7 de diciembre 2022

Acta No.06-2022

Dr(a). Liliana Jara

Asesor(a) Científico(a)

Dr(a). Luz Andrea Velandia

Asesor(a) Metodológico(a)

Dra. Sandra Elizabeth Aguilera Rojas

Directora Centro Investigación

Colegio Odontológico- CICO (PARA BOGOTÁ)

Dedicatoria

Dedicamos esta tesis a:

En primer lugar, a Dios quien ha sido nuestra guía, fortaleza a lo largo del desarrollo de esta.

A nuestras familias quienes han sido el soporte y apoyo fundamental en la culminación de este trabajo, así como su comprensión, empatía frente al afrontamiento de las adversidades presentadas a lo largo del trabajo.

Agradecimiento

Agradecemos de manera especial a las Dras. Liliana Jara y Luz Andrea Velandia por la dedicación, acompañamiento, incondicionalidad, paciencia y comprensión en la orientación de este trabajo

A la Universidad Institución Universitaria Colegios de Colombia por brindar el ámbito y el espacio necesario para el desarrollo de esta tesis

Tabla de contenido

Portada	1
Contraportada	2
Aceptación	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Introducción	9-10
1. Aspectos teórico-científicos.....	11-43
1.1 Planteamiento del problema	11-13
1.2 Justificación	13-14
1.3 Propósito	14
1.4 Antecedentes	14-17
Marco teórico	17-42
Objetivos generales	43
Objetivos específicos	43
Aspectos metodológicos.....	44-48
2.1 Tipo de estudio.....	44
2.2 Objeto de estudio.....	44
2.3 Muestra.....	44
2.4 Criterios de selección	44-45
2.5 Procedimiento	45-46

Operacionalización de variables.....	46
2.6 Aspectos éticos	47
2.6 Estadística	48
Resultados.....	49-53
Discusión.....	54-57
Conclusiones	57
Bibliografía	58-68

Listas especiales

Tabla 1. Análisis descriptivos.....	49
Tabla2. Grado de reabsorción inicial.....	49
Tabla 3. Grado de reabsorción control.....	50
Anexo 1. Tabla 5. Instrumento de recolección.....	69
Tabla 6. Resultados extracción de datos.....	70-71
Figura 1. Sistema de puntuación de la reabsorción de la raíz Levander y Malmgren.....	38
Figura 2. Escala modificada	39
Figura 3. Medición de la reabsorción radicular apical externa.....	40
Figura 4. Escala unificada de RRE.....	46
Figura 5. RRE inicial dientes anteriores superiores e inferiores.....	49
Figura 6. RRE seguimiento dientes anteriores superiores e inferiores.....	51
Figura 7. Comparación de sexo vs RRE T1-T2.....	51
Figura 8. Comparación RRE y grupo de edad.....	52
Figura 9. Comparación RRE diente antagonista y contralateral.....	53

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(1,4,8). 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 (9,10), la escala propuesta inicialmente por Levander y Malmgren (10) y modificado posteriormente por Alamadi et al (11),

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 (12) y Echeverry et al (13) 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%(13). 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(12,14). 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.

1. Aspectos teórico-científicos

1.1 Planteamiento del problema

La reabsorción radicular externa (RRE) es un proceso patológico no deseado en dientes permanentes de etiología multifactorial y cuya presencia en el transcurso y finalización del tratamiento ortodóncico se ha descrito como una consecuencia iatrogénica no deseada, impredecible e inevitable en ocasiones producto de la interacción de diversos factores locales y externos(15–18).

Se ha reportado una prevalencia de la reabsorción radicular externa previa al tratamiento de ortodoncia entre el 70.8%(12) y 94.3%(13) así como un aumento del 76.3% posterior a un año de tratamiento ortodóncico; de igual forma se ha observado que las superficies palatinas y linguales con un 27.4%(12) respectivamente son a menudo las más afectadas antes del inicio del tratamiento. A nivel del maxilar inferior, el incisivo central con 24.5% se ha identificado como el diente de mayor frecuencia de reabsorción radicular previo al tratamiento, seguido del incisivo lateral 23.7%, central superior 14.9% y lateral superior 14.3%(12). Respecto a la técnica utilizada hay visto un aumento de la severidad grado 2 en el uso de la técnica de estándar en comparación con la técnica MEAW(12,13).

Históricamente la reabsorción radicular externa se asociado a diversos factores de riesgo, catalogados como variables predisponentes al desarrollo o aparición de esta y cuyo grado de asociación es variable e individual; por lo que aún se desconoce el papel que juegan frente a la severidad y progresión de esta(19–21).

Se ha reportado que factores como la magnitud de la fuerza donde se superan de 20 - 26 gm /cm², el tipo de movimiento dental en especial los intrusivos, la clase aparatología utilizada, plan de tratamiento con exodoncia en especial para los dientes anteriores como consecuencia de la distancia del movimiento, morfología radicular, duración del tratamiento entre otros como posibles factores de riesgo asociados al tratamiento de ortodoncia y la reabsorción radicular externa(22–31).

Sin embargo, a pesar de la amplia evidencia científica sobre el tema, son escasos los estudios donde se ha evaluado la evolución de la reabsorción radicular externa, en pacientes con previo diagnóstico al inicio del tratamiento de ortodoncia(12,14), estando presente en el 70,8% de los dientes evaluados, así como aumento de la RRE posterior al inicio del tratamiento del 76,3%(12); en la actualidad sigue siendo desconocido su evolución durante el tratamiento ortodóntico en pacientes con diagnóstico inicial de RRE, lo que conlleva al planteamiento de la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la evolución de la RRE en pacientes con diagnóstico previo en el transcurso del tratamiento de ortodoncia en la clínica de posgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de UNICOC sede Bogotá?

P: Pacientes con previo diagnóstico de reabsorción radicular.

I: Tratamiento de ortodoncia

C: Integridad radicular al inicio y seguimiento del tratamiento.

O: Evolución de la reabsorción radicular externa durante el tratamiento de ortodoncia.

1.2 Justificación

La reabsorción radicular externa (RRE) ha sido descrita como una secuela impredecible y no deseada del tratamiento ortodóntico, que puede conllevar a la pérdida prematura dental en el peor de los casos consecuencia de la interacción de diversos factores(16–18,28,32).

Dicha interacción ha sido objeto de estudio(20,28,33,34) con la finalidad de identificar y determinar su asociación en el proceso de la RRE, logrando no solo establecer los posibles mecanismos de acción sino la detección temprana de la patología, permitiendo al profesional tratante instaurar protocolos adecuados frente al manejo y prevención de la RRE. De igual forma es de gran importancia conocer la progresión y comportamiento de ésta a lo largo del tratamiento ortodóntico, en especial de aquellos pacientes que de base presentan el diagnóstico de RRE, ya que el desconocimiento de ello puede implicar una aceleración en el proceso y la subsecuente pérdida dental o una desestimación en el avance de la severidad de la reabsorción radicular externa en el transcurso del tratamiento.

Este estudio no solo permitirá obtener un mayor conocimiento del comportamiento y evolución de la RRE, en el transcurso del tratamiento de ortodoncia en pacientes con diagnóstico previo al inicio de este, si no una caracterización específica de nuestra población, permitiendo la instauración y

abordaje de protocolos adecuados y pertinentes de manera individual, integral y multidisciplinar. Por lo cual se fortalecerá la línea de investigación estudios periodoncia, ortodoncia y prostodoncia de UNICOC sede Bogotá., a partir de la adquisición del conocimiento apropiado frente al manejo, prevención, y seguimiento adecuado, así como la corroboración de la frecuencia y prevalencia reportada en la literatura.

1.3 Propósito

Evaluar el proceso de evolución de la reabsorción radicular externa en dientes anteriores superiores e inferiores al inicio, seis meses y un año de tratamiento ortodóntico de pacientes con previo diagnóstico a partir de radiografías periapicales magnificadas. Así como la estimación de la frecuencia y prevalencia específica de nuestra población conllevado a la caracterización del comportamiento de esta y establecimiento de protocolos adecuados.

1.4 Antecedentes

Rodriguez y colaboradores(35) en 2009 realizaron un estudio observacional descriptivo de corte longitudinal; con la finalidad de evaluar la reabsorción radicular en incisivos superiores e inferiores, durante los 10 primeros meses del tratamiento de ortodoncia, utilizando las técnicas de Roth y MBT en pacientes que asisten a la clínica de ortodoncia del Colegio Odontológico sede Santiago de Cali. Se tomaron radiografías periapicales digitales de 60 pacientes que iniciaban tratamiento de ortodoncia y 10 meses posterior al inicio del tratamiento, se evaluó la edad, género, hábito lingual, extracciones o no, las técnicas ortodónticas Roth y

MBT y la reabsorción radicular mediante la escala de Levander y Malmgrem. 64% de la muestra eran mujeres, el grado de reabsorción leve mostro un incremento del 35%, en los 10 meses de observación, mientras que la ausencia de reabsorción disminuyó en el 26% ($P < 0.005$). Tanto en hombres (13%) como en mujeres (25%) se presentó algún grado de reabsorción; sin embargo, se presentó un predominó en mujeres a nivel de los incisivos superiores con un 29% ($P < 0.005$). Del total de pacientes iniciados, el 64% fueron tratados con técnica Roth y el 36% con MBT. Los pacientes tratados con Roth presentaron un mayor grado de reabsorción con un incremento del 13% siendo los incisivos superiores con mayor grado de reabsorción con un 26% seguido de los centrales inferiores con un 24% ($P < 0.005$). En los tratamientos realizados con extracción, se evidencio una mayor reabsorción de los dientes centrales superiores con un 53% en contraste con los dientes sin extracción donde hubo reabsorción del 43% en los dientes laterales superiores ($P < 0.005$).

En 2013 Martínez y colaboradores (36) realizan un estudio descriptivo de corte transversal con el objetivo de establecer la frecuencia de la reabsorción radicular externa en pacientes diagnosticados con hipotiroidismo previo al tratamiento de ortodoncia. Se evaluaron un total de 20 pacientes diagnosticados previamente con hipotiroidismo en la ciudad de Bogotá en el periodo comprendido entre octubre de 2012 a febrero de 2013. Se excluyeron pacientes con traumas dentales, otras enfermedades sistémicas, dientes tratados endodónticamente, pacientes con apiñamiento severos y parcialmente edéntulos, la RRE se evaluó partir de imágenes tomográficas. Se encontró una frecuencia del 65% de RRE, siendo la de grado 1 la más frecuente con un 83%, 6% presenta reabsorción radicular tipo 2 y el 11%

presentó reabsorción radicular tipo 4, así mismo se evidenció que la cifra más alta se presentó en los incisivos centrales inferiores, cuyo mayor porcentaje lo obtuvo el diente 31 con el 67%, el 41 con el 56%, a diferencia de los incisivos superiores 11 y 21 con un 27% y 36% respectivamente.

Arroyo y colaboradores(12) en el 2017 realizaron un estudio observacional descriptivo transversal con la finalidad de establecer la presencia y grado de RRE en dientes anteriores superiores e inferiores utilizando radiografías periapicales magnificadas en pacientes de UNICOC con un año de tratamiento ortodóntico, donde se seleccionaron 50 historias clínicas de pacientes por conveniencia , 100 radiografías periapicales magnificadas y 400 dientes observados, se utilizó la escala de Levander y Malmgrem para la medición de la RRE adicionalmente evaluaron la variables edad, género, técnica ortodóntica, presencia y severidad de RRE pre y postratamiento. La edad promedio fue de $22,7 \pm 8,7$ años, 52% eran hombres, las técnicas ortodónticas más usadas fueron la MBT y ROTH (42% cada una). La RRE inicial estuvo en el 70,8% de los dientes evaluados y 98% de los pacientes, pasando a 76,3% y 100% respectivamente, posterior a un año de tratamiento ortodóntico, el nivel de severidad Grado 1 fue el más frecuente (inicial: 70,3% y final: 70,8%). Hubo diferencias estadísticas significativas entre RRE pre y postratamiento ($P < 0,0001$) y RRE tras el tratamiento y la edad ($P = 0,0031$)

Echeverri y colaboradores (13) realizaron un estudio descriptivo de corte transversal con el objetivo de determinar mediante tomografía de rayo de cono-CBTC la frecuencia de la reabsorción radicular externa en dientes anteriores superiores e

inferiores de pacientes sin tratamiento de ortodoncia previo, se observaron 1260 superficies, 315 dientes, 40 incisivos centrales superiores, 39 incisivos laterales superiores, 40 caninos superiores, 66 incisivos centrales inferiores, 64 incisivos laterales inferiores, 66 caninos inferiores, apreciando superficies: vestibular, lingual, palatino, mesial y distal correspondientes a 50 pacientes que asistieron durante los años de 2012 a 2018 a las Clínicas de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Institución Universitaria Colegios de Colombia, para iniciar por primera vez tratamiento ortodóntico, la presencia de RRE se evaluó con el método de Estrela y colaboradores en CTBC, estableciendo la pérdida de continuidad de la estructura dental en el tercio apical y continuidad del espacio del ligamento periodontal. Se observó que el género femenino presento mayor RRE con un 56; de las superficies evaluadas en el maxilar superior la superficie de mayor prevalencia es la palatina 27.5% y lingual 27.4% y los dientes de mayor frecuencia encontrados fueron en el maxilar inferior, el incisivo central con un 24.5% seguido del lateral inferior con un 23.7% y en el maxilar superior el diente central con un 14.9% y lateral superior 14.3%.

1.5 Marco teórico

1.5.1 Reabsorción radicular:

Es una condición asociada a un proceso fisiológico o patológico que conlleva a la destrucción o pérdida progresiva de cemento, dentina y hueso por la interacción de células osteoclasticas con los tejidos blandos y duros dentales(1-4).

En la dentición temporal y mixta es un proceso fisiológico entre la erupción y exfoliación dental siendo un proceso programado y coordinado(1,5). La reabsorción patológica es un proceso indeseable en la dentición permanente consecuencia de un mayor predominio de actividad osteoclástica por parte de múltiples células mononucleadas conocidas como odontoclastos que se adhieren a los tejidos dentales no mineralizados conllevando a degradación progresiva de los tejidos dentales(2,4). Esto puede ocurrir posterior a lesiones traumáticas, movimientos ortodónticos, infecciones crónicas de pulpa o tejidos periodontales(2).

1.5.2 Clasificación de la Reabsorción Radicular

Clásicamente la reabsorción radicular se ha clasificado en dos grandes grupos interna y externa siendo la clasificación de Andreasen(6); siendo esta la más utilizada con una modificación realizada por Heithersay (37) adicionado la reabsorción cervical externa considerada como una etiología separada(1).

1.5.2.1 Reabsorción Radicular Interna

Ocurre como resultado del daño a la predentina por traumatismo debido a una irritación física, química o inflamación pulpar crónica(4). Se han descrito tres subcategorías: reabsorción de superficie interna, resorción inflamatoria interna, resorción interna de raíz de reemplazo(1).

1.5.2.2 Reabsorción Radicular Externa

Perdida irreversible de la estructura dental externa de etiología multifactorial que puede ocurrir como una entidad única o combinada con la reabsorción radicular

interna.(7,38)Se distinguen cuatro subcategorías: reabsorción de la superficie externa, reabsorción inflamatoria externa, reabsorción cervical externa y reabsorción radicular de remplazo.(1)

1.5.3 Clasificación de la reabsorción radicular externa.

1.5.3.1 Reabsorción externa de superficie.

Reabsorción no infecciosa, transitoria inducida por presión y de reparación espontánea consecuencia de una lesión localizada y limitada a la superficie radicular o periodonto circundante, autolimitado a la actividad osteoclástica con una duración de dos a tres semanas seguido de una cicatrización o remodelado de la superficie radicular y cemento y reinserción del ligamento periodontal (epitelio largo de unión) cuando se ha eliminado la fuente de la presión. La recuperación total del tejido se da solo si la estructura afectada es el cemento radicular, si la afección involucra dentina conlleva a un remodelado del contorno superficie radicular dando como resultado una recuperación parcial y aposición de cemento nuevo. Es la forma menos destructiva de las reabsorciones radiculares externas asociada a movimientos ortodóncico, dientes impactados, tumores o quistes(1,4,8).

1.5.3.2 Reabsorción Radicular Inflamatoria Externa.

Se produce en dientes con necrosis pulpar como resultado de caries y microfiltraciones, al igual que se observan con frecuencia después de lesiones dentales traumáticas como avulsión o luxaciones. En estados iniciales se

desencadena a partir de una lesión en la superficie radicular y periodonto asociado. Su progresión depende de la vitalidad de la pulpa dental(4).

1.5.3.3 Reabsorción Radicular Cervical Externa.

Se manifiesta principalmente en la región cervical del diente y se desarrolla como resultado del daño o deficiencia del cemento subepitelial de etiología desconocida(4). Usualmente se da en dientes vitales y rara vez afecta a la pulpa dental, adicionalmente se ha asociado a factores predisponentes como trauma, terapias periodontales y blanqueamiento internos. La ECR puede afectar varios dientes en un proceso conocido como resorción cervical idiopática múltiple (MICR) la cual afecta una cantidad mínima de tres dientes(1).

1.5.3.4 Reabsorción Radicular de Reemplazo Externa.

Proceso en que la superficie radicular es reemplaza por hueso como resultado de luxaciones severas y lesiones por avulsión, es también conocida como anquilosis. Dependiendo de su naturaleza, el ligamento periodontal puede romperse, aplastarse y/o degradarse como consecuencia de la deshidratación de las cedulas del ligamento periodontal trayendo como consecuencia la necrosis de este junto con dentina y cemento, siendo estas como se mencionó anteriormente reabsorbidas por la actividad osteoclástica y reemplazadas por hueso alveolar en el proceso de remodelación, adicionalmente esta puede ser autodelimitada y/o localizada(1,4).

1.5.4 Etiología

1.5.4.1 Enfermedad Pulpar y Patología Periradicular o Apical.

La caries dental o trauma mecánico han sido el agente causal más asociado al proceso inflamatorio del tejido pulpar en el que se producen mediadores inflamatorios inespecíficos, que pueden causar lesiones en la capa de la predentina facilitando la unión del osteoclasto a la dentina favoreciendo la actividad osteoclástica y dando como resultado la reabsorción interna(1).

1.5.4.2 Enfermedad Periodontal.

La progresión de proceso inflamatorio continuo de las encías marginales (gingivitis) con lleva a la migración apical de la unión del epitelio, pérdida de la unión de colágeno y hueso, proceso conocido como periodontitis, dicha migración conlleva a la exposición de la raíz que usualmente es regenerada con un epitelio largo de unión posterior a una terapia periodontal. Se tiene como hipótesis que el crecimiento descendente del epitelio proporciona una barrera para los procesos de resorción al igual que si células del hueso alveolar entran en contacto con la superficie de la raíz, puede producirse una reabsorción lo cual rara vez sucede(1).

1.5.4.3 Trauma.

Sucede como consecuencia del daño o lesión a las barreras de protección de ligamento periodontal y cemento, siendo proporcional la reabsorción al daño de estas. El daño a nivel del cemento celular se asociado significativamente con el inicio de la reabsorción. Como se mencionó anteriormente se relaciona con

reabsorciones de reemplazo externo consecuencia de avulsiones o luxaciones siendo el tratamiento post lesión considerado como el factor etológico principal del desarrollo de la reabsorción al igual que el medio de conservación y tiempo de reimplantación dental los cuales son factores cruciales para el mantenimiento de las células de cemento y ligamento periodontal conllevando a una reabsorción radicular de reemplazo externa severa o reabsorción radicular inflamatoria externa o cervical. (1,39)

1.5.4.4 Presión.

Asociado a estímulos iatrogénicos resultante de fuerzas excesivas realizadas sobre el ligamento periodontal como consecuencia del movimiento ortodóncico provocando hialinización y trayendo como consecuencias necrosis e inicio de un proceso inflamatorio, adicionalmente se observado con mayor frecuencia un patrón de reabsorción apical caracterizado por un embotamiento del ápice y caso severos acortamiento de la longitud radicular denominado resorción de reemplazo periapical (PARR) y fisiopatológico de patologías infraóseas como quistes, tumores, ameloblastoma y dientes impactados o ectópicos que pueden estimular el proceso de reabsorción como consecuencia de la invasión del espacio periodontal del diente adyacente. Se cree que estos procesos son estériles y provienen de procesos inflamatorios relacionados con zonas de presión localizadas en el cemento o predentina en la región apical(1).

1.5.4.5 Tratamiento de ortodoncia

La reabsorción radicular relacionada a la ortodoncia se ha descrito como una consecuencia no deseada del tratamiento y relacionada a factores como la magnitud de la fuerza donde la aplicación de fuerzas superior a los niveles óptimos de 20 - 26 gm cm² pueden causar isquemia y conducir a la reabsorción de radicular. Así mismo se ha evidenciado que con el incremento de la fuerza la reabsorción radicular también aumenta(22–26). Se ha observado que los movimientos intrusivos aumentan el riesgo de reabsorción radicular como consecuencia de la anatomía radicular y debido a la acumulación de la presión que se da mayormente a nivel del ápice radicular. Los movimientos extrusivos por su parte causan reabsorción radicular en áreas interdentes a nivel del tercio cervical de la raíz. Se ha afirmado que la reabsorción radicular ocurre cuatro veces más durante el movimiento de intrusión que durante la extrusión; siendo el movimiento de intrusión combinado con la retro inclinación el movimiento más perjudicial en la inducción del proceso de reabsorción radicular(40,41), duración del tratamiento como factor de riesgo a producir reabsorción radicular externa (27–29) Así mismo se ha reportado como factor de riesgo asociado al tratamiento de ortodoncia la exodoncia de primeros premolares; siendo los incisivos los más afectados como consecuencia de la distancia del movimiento que estos realizan durante el tratamiento ortodoncia.(27,30,31)

El uso de aditamentos adicionales durante el tratamiento como el uso de elásticos clase II puede ser un factor de riesgo asociados a la reabsorción radicular severa

según el estudio realizado por Motokawa y colaboradores(31); por otro lado, Jason(42)observo que el uso o no de elásticos clase II producen una reabsorción similar. También se ha observado asociación entre el diámetro de los mini implantes y reabsorción radicular por perforación de la raíz.(30) Sin embargo, la fuerza de 200 a 300 g aplicada a estos para intrusión de molares no se asocia a reabsorción radicular de los mismos.(43)

1.5.5 Factores de riesgo de la reabsorción radicular externa.

Existen diversos factores implicados en el inicio e inducción del proceso de reabsorción radicular durante el tratamiento de ortodoncia. Estos se clasifican en factores biológicos, sistémicos, mecánicos y combinados. (27,34,44,45)

1.5.5.1 Factores biológicos.

Uno de los factores determinantes del potencial de reabsorción radicular es la susceptibilidad individual, presente en ambas denticiones temporal y permanente. En pacientes con tratamiento de ortodoncia la susceptibilidad a la reabsorción radicular se ha asociado a predisposiciones sistémicas o innatas a la aparición de reabsorción. (34,44)

1.5.5.2 Genéticos.

Se ha visto que la predisposición a la reabsorción radicular puede ocurrir tanto en patrones autosómico dominante como recesivo o hereditario determinados por un número pequeño de genes.(34)El gen SNP de interleucina 1 (rs1143634) en el gen IL1B en sujetos homocigotos con genotipo 2/2 se asoció con dos veces mayor

predisposición a tener RRE secundaria al movimiento ortodóncico en dientes tratados endodónticamente.(46)El SNP funcional, rs208294, ubicado en el gen P2RX7 se asoció con RRE, indicando que la expresión posterior de IL1B también afecta a RRE durante el tratamiento ortodóncico.(20) El SNP del gen IL-6 SNP rs1800796 GC es 1 factor de riesgo para RRE.(47) Otro gen candidato para RRE es TNFRSF11A, que codifica el activador del receptor del factor nuclear kappa B (RANK), mediador de la señalización de la osteoclastogénesis.(34)

1.5.5.3 Nutrición.

Marshall(48) abogo por la desnutrición como factor causal de la reabsorción radicular. Existe literatura controversial de los efectos del desequilibrio nutricional y el tratamiento ortodóncico frente a la reabsorción radicular.(34,44)

1.5.5.4 Edad cronológica.

Los tejidos involucrados en la reabsorción radicular sufren variaciones con la edad, la membrana periodontal disminuye su vascularización y se vuelve estrecha, hueso alveolar más denso y vascular; y cemento más ancho. Dichos cambios suponen una mayor susceptibilidad en la población adulta por el contrario los factores como las características del ligamento periodontal y la adaptación muscular a los cambios oclusales suele ser favorables en la población joven.(34,41,44)

1.5.5.5 Edad dental.

Rosenberg(49) informó que los dientes con formación incompleta de la raíz experimentaron menor reabsorción radicular en comparación con dientes con formación completa radicular. Adicionalmente los dientes con formación incompleta de la raíz alcanzaron su longitud normal de raíz. Brezniak y Wasserstein (44) han indicado que los dientes con formación incompleta de la raíz y que inician tratamiento ortodóncico, desarrollan completamente la raíz durante el tratamiento siendo estas más cortas. Linge y Linge(50) encontraron una pérdida promedio de 0,5 mm longitud de raíz en los dientes tratados ortodonticamente.

1.5.5.6 Sexo.

No existe correlación significativa entre sexo y la reabsorción radicular en estudios realizados. (34,44)

1.5.5.7 Grupo étnico.

La reabsorción radicular ocurre más raramente en asiáticos que en pacientes blancos, caucásicos o hispanos.(34) Edgcomb y colaboradores(51) realizó una evaluación detallada de la longitud radicular previa al tratamiento de ortodoncia en 4 grupos étnicos. Observó que los caucásicos y los hispanos tenían longitudes de raíz relativas más grandes en comparación con los asiáticos y los afroamericanos. La excepción a esto fue el segundo premolar maxilar que mostró mayores valores de longitud de raíz en asiáticos en comparación con los caucásicos. Los hallazgos fueron interpretados como evidencia de que las raíces cortas (asiáticos, afroamericanos y mujeres) tenían menos probabilidades de verse afectadas por la

reabsorción radicular en comparación con las raíces largas o con alteraciones en la morfología radicular. (52)

1.5.5.8 Reabsorción radicular previa al tratamiento de ortodóncico.

La reabsorción radicular previa al tratamiento de ortodoncia aumenta el riesgo de reabsorción radicular durante el tratamiento ortodóncico.(34)

1.5.5.9 Hábitos.

Bruxismo, onicofagia, deglución atípica con empuje lingual asociado con mordida abierta se han relacionado con la reabsorción radicular.(34) Adicionalmente también existen estudios controversiales en los que los hábitos para funcionales no se han correlacionado con la reabsorción radicular.(28)

1.5.5.10 Anomalías de posición y número de dientes.

Kjaer(53) en 1995 sugiere que las anomalías en la dentición como la agenesia dental, erupción ectópica, laterales con coronas cortas o en forma de clavija o cono, invaginaciones de la corona y taurodontismo representa un factor de riesgo para la reabsorción radicular. Por otra parte, Lee(54) reporta que no existe relación ente las anomalías dentales y la reabsorción radicular.(20) Las inclinaciones mesoangulares y horizontales de terceros molares mandibulares impactados se asocian con un mayor riesgo de reabsorción radicular a segundos molares inferiores adyacentes.(55)

1.5.5.11 Estructura del diente y morfología radicular.

La reabsorción radicular ocurre con mayor frecuencia en la parte apical como consecuencia de la concentración de fuerzas sobre este y la aplicación de fulcro durante el movimiento ortodóncico. (34) La raíz con forma puntiaguda y dilaceradas se han asociado con mayor probabilidad de reabsorción radicular en especial los incisivos laterales superiores. (20,27,41)

1.5.5.12 Overjet.

Las sobremordidas horizontales aumentadas se han visto como un factor de riesgo asociado a la reabsorción radicular en diente anteriores debido a las mecánicas empleadas para la corrección de estas durante el tratamiento ortodóncico. (27,34)

1.5.5.13 Trauma

Reabsorción radicular se observa con mayor frecuencia en casos de trauma severo, especialmente avulsión y luxación intrusiva. (56) La reabsorción radicular es una secuela posterior al trauma a consecuencia del daño producido a nivel del ligamento periodontal y que se asocia como factor de riesgo durante el tratamiento ortodóncico. (27) Igualmente existen estudios que no se ha evidencia asociación entre la reabsorción radicular y trauma dental. (32)

1.5.5.14 Dientes tratados endodónticamente.

Spurrier y colaboradores (57) evidenciaron que los incisivos tratados endodónticamente se reabsorben con menor severidad y frecuencia en relación con dientes vitales siendo esta diferencia mínima clínicamente. Esteves y

colaboradores(58) en el 2007 no evidenciaron reabsorción radicular tanto en dientes tratados endodónticamente como en dientes vitales sometidos a tratamiento ortodóncico.

1.5.5.15 Densidad alveolar.

No se evidencia asociación entre la densidad y la morfología del complejo dentoalveolar.(34,59)

1.5.5.16 Maloclusión.

1.5.5.16.1 Sagital.

Estudios sugieren que la corrección ortodóncica de las maloclusiones clase II división 1 incrementan la prevalencia de la reabsorción radicular y gravedad en cuanto mayor sea el desplazamiento anteroposterior de los incisivos.(60,61) Al igual que en las maloclusiones clase III existe un aumento en la prevalencia en la reabsorción radicular.(62,63) Otros estudios sugieren que no existe asociación entre el tipo de maloclusión y la reabsorción radicular.(34)

1.5.5.16.2 Vertical.

La prevalencia de reabsorción radicular en mordidas abiertas es mayor durante el tratamiento de ortodoncia en especial con incisivos laterales superiores.(64,65) Freitas y colaboradores(66) reportan que no existe asociación entre la mordida abierta, la reabsorción radicular y el tratamiento de ortodóncico.

1.5.5.17 Vulnerabilidad específica del diente a la reabsorción radicular.

Hace referencia a la susceptibilidad que presentan determinados dientes a la reabsorción radicular según las investigaciones realizadas. Se han observado una mayor predisposición de los dientes del maxilar superior en relación con los dientes del maxilar inferior a presentar reabsorciones radiculares y así mismo de los dientes anteriores con los posteriores siendo los más afectados los incisivos superiores y que a su vez está determinado por la duración del tratamiento ortodóncico, así mismo otros estudios demuestra que las reabsorciones radiculares más frecuentes ocurren a nivel de los incisivos inferiores, siendo el canino inferior el que presenta mayor reabsorción radicular seguido de los laterales y centrales, en el maxilar superior el lateral seguido del central.(34)

1.5.5.18 Factores sistémicos.

Existen diversas condiciones sistémicas que se han asociado con el proceso de reabsorción radicular como asma, alergias, diabetes, alteraciones hormonales, trastornos metabólicos entre otras(41,45)

1.5.5.18.1 Asma

Estudios realizados han asociado al asma con un factor de riesgo asociado a la reabsorción radicular durante el tratamiento ortodóncico siendo grado 1 la de mayor prevalencia.(67,68) Schwerz y colaboradores(69) establecen que el asma no es un factor de riesgo de relacionado con la reabsorción radicular severa después del tratamiento de ortodoncia.

1.5.5.18.2 Alergias.

Murata(70) en el 2013 realiza un modelo sobre los efectos de inflamación producido por alérgenos durante el tratamiento ortodóncico en ratas arrojando una asociación positiva entre la reabsorción radicular y el movimiento ortodóncico concordado con otros estudios realizados.

1.5.5.18.3 Vitamina D.

La vitamina D es responsable de la regulación de ciertos genes a nivel de transcripción, a través de la interacción con el receptor de vitamina D, así mismo como mantener las concentraciones séricas de calcio y fosfato, que son importantes para muchas funciones fisiológicas en las que se incluyen la mineralización normal del hueso y la contracción muscular. El polimorfismo del receptor de vitamina D TaqI se asoció con la resorción externa de la raíz apical en pacientes de ortodoncia, así mismo la deficiencia de vitamina D se ha relacionado con una a una tasa de movimiento ortodóncico más lento.(71,72)

1.5.5.19 Factores mecánicos relacionados al tratamiento de ortodoncia.

1.5.5.19.1 Tipo de ortodoncia.

1.5.5.19.2 Tipo de aparatología.

Estudios realizados sugieren que el uso de aparatología fija vs aparatología removible representa una predisposición similar a experimentar la reabsorción radicular.(41,67,73)

1.5.5.19.3 Tipo de bracket.

Scott y colaboradores(74) en un ensayo clínico aleatorizado controlado observaron que la cantidad de reabsorción radicular en brackets de autoligado (Damon-3) y brackets convencionales es similar, resultados coincidentes con los obtenidos por Leite y colaboradores(75), por otro lado Qin y Zhou(76) compararon brackets de autoligado convencional (Mini, Unitek 3 M) y brackets de autoligado pasivo (Damon, Ormco) y su relación con la cantidad y grado de severidad de la reabsorción radicular evidenciándose que no existe asociación.

1.5.5.19.4 Aditamentos adicionales.

El uso de elásticos clase II se deben ser considerados como un factor de riesgo asociados a la reabsorción radicular severa según el estudio realizado por Motokawa y colaboradores(31) por otro lado Jason(42) observo que el uso o no de elásticos clase II producen una reabsorción similar.

También se ha observado asociación entre el diámetro de los mini implantes y reabsorción radicular por perforación de la raíz.(30) Sin embargo, la fuerza de 200 a 300 g aplicada a estos para intrusión de molares no se asocia a reabsorción radicular de los mismos.(43)

1.5.5.19.5 Magnitud y tipo de la fuerza.

La fuerza del movimiento ortodóncico conduce a un micro trauma del ligamento periodontal y la activación de células relacionadas con la inflamación.(34) Schwartz(22) concluye que la aplicación de fuerzas superior a los niveles óptimos de 20 - 26 gm / cm² pueden causar isquemia y conducir a la reabsorción de radicular. Harris y colaboradores(23), Barbagallo y colaboradores(24), Cheng y colaboradores(25) y Paetyangkul y colaboradores(26) observaron que con incremento de fuerza la reabsorción radicular también aumenta. Adicionalmente Paetyangkul y colaboradores(26) concluyeron que la aplicación de fuerzas ligeras también puede causar aumento en la reabsorción radicular siempre que estas aumente su fuerza y tiempo de aplicación.(41)

En cuanto al tipo de fuerzas, las fuerzas continuas causan mayor reabsorción radicular en comparación con las fuerzas intermitentes o discontinuas, al igual que el uso de fuerzas pesadas producen una mayor reabsorción radicular en comparación con el uso de fuerzas ligeras durante el tratamiento de ortodoncia.(41,56)

1.5.5.19.6 Tipo de movimiento.

Cualquier movimiento ortodóncico puede inducir a la resorción radicular.(34) Según el tipo de movimiento y los puntos de presión donde se intensifica la fuerza, son los más propensos a la reabsorción radicular. En los movimientos intrusivos el riesgo de reabsorción radicular aumenta debido a la anatomía de la raíz y a la presión que se acumula en mayor parte en el ápice radicular. Los movimientos extrusivos por su parte causan reabsorción radicular en áreas interdetales a nivel del tercio cervical

de la raíz. Se ha afirmado que la reabsorción radicular ocurre cuatro veces más durante el movimiento de intrusión que durante la extrusión; siendo el movimiento de intrusión combinado con la retroinclinación el movimiento más perjudicial en la inducción del proceso de reabsorción radicular.(41)

1.5.5.19.7 Tipo de alambre.

Zahed y colaboradores(77) observaron una mayor reabsorción radicular en alambres de arco recto coaxiales de nitinol en la técnica de MBT en relación con arcos coaxiales de la técnica estándar Edgewise, por otro parte Mavragani y colaboradores(78) reportaron reabsorción radicular similar en incisivos centrales tanto en alambres rectos como de estándar. Alzahawi y colaboradores(79) observaron que la reabsorción radicular del incisivo después de la fase de alineación y nivelación no difirió significativamente entre los pacientes tratados con arcos de acero inoxidable súper elásticos y convencionales a excepción del diente 31.

1.5.5.19.8 Plan de tratamiento con extracciones.

Las extracciones de premolares en el tratamiento ortodóncico suelen ser una de las soluciones en la corrección de maloclusiones severas y apiñamiento dental, siendo asociado por varios estudios como un factor de riesgo de la reabsorción radicular, más comúnmente de incisivos superiores como consecuencia de la distancia del movimiento que estos realizan durante el tratamiento ortodóncico.(27,31,80) Sin embargo, otros estudios evidencian que no existe asociación entre el plan de tratamiento con exodoncia y la reabsorción radicular.

1.5.5.20 Factores biológicos y mecánicos combinados

1.5.5.20.1 Duración del tratamiento.

La duración del tratamiento ha sido considerada por varios estudios como un factor de riesgo asociado a la reabsorción radicular durante el tratamiento ortodóncico. En contraste Linge y Linge(50)y Mirabella y Artun(19) observaron que la aparatología podría estar presente por largos periodos sin producir fuerza en los dientes por lo que no consideran al tiempo como un factor predisponente a la reabsorción radicular.(27)

1.5.5.20.2 Complejidad del tratamiento de ortodoncia.

1.5.5.20.3 Índice de discrepancia ABO.

Introducido por consejo americano de ortodoncia en 1998 con el fin de establecer de manera certera la complejidad del tratamiento mediante un resume de las características clínicas previas al tratamiento ortodóncico del paciente en base a modelos, radiografía panorámica y análisis cefalométrico. A partir de los cuales se evalúan una serie de parámetros como lo son: overjet, overbite, mordida abierta anterior, mordida abierta lateral, apiñamiento, relación oclusal, mordida cruzada posterior lingual y vestibular, cefalometría y entre otros que permiten determinar dicha complejidad del tratamiento.(81,82)

1.5.6 Epidemiología de la Reabsorción Radicular Externa.

La reabsorción radicular severa se observa en 1%-5% de los dientes(16,32,83,84). Las investigaciones histológicas indican una aparición de la reabsorción radicular

en un 90% causada por las fuerzas ortodóncicas.(16,32,85) En tanto a la prevalencia radiográfica la detección de la reabsorción radicular varía de 0% a 100%, de acuerdo con Lupin y colaboradores(86) reportan una incidencia de la reabsorción radicular externa antes del tratamiento del 15 % y del 73 % posterior al tratamiento de ortodoncia en contraste con un estudios recientes donde se han reportado una RRE previa al inicio del tratamiento entre el 70.8 % y 94.3 % (12,13), así como un aumento de esta posterior al año del tratamiento del 76.3%(12).

1.5.7 Métodos diagnósticos de la Reabsorción Radicular Externa.

1.5.7.1 Radiografía periapical.

Las películas periapicales proporcionan una vista más detallada del hueso alveolar y la raíz, siendo la técnica de paralelismo las más indicada para diagnóstico de la reabsorción radicular ya que esta permite obtener información más certera sobre el sitio y tipo de lesión.(87,88) Márquez y colaboradores (89) indican que las radiografías periapicales de incisivos superiores tomas con la técnica paralelismo deben ser tomadas al inicio del tratamiento, posteriormente a los 3 y 6 meses, y luego cada 6 meses con el fin de detectar y controlar la reabsorción radicular externa ocasionada por el tratamiento ortodóncico. En tal caso de ser detectada, se deben evaluar los siguientes criterios: longitud radicular (específicamente su disminución, cualquier variación en la forma y el contorno del ápice radicular), ancho radicular a 4 mm del ápice, espacio del ligamento periodontal y continuidad de la lámina dura.

1.5.7.2 Radiografía panorámica.

Las radiografías panorámicas no son adecuadas para la evaluación de la reabsorción radicular externa debido a que el campo focal no es idéntico a la forma del arco dental, por lo que existe una magnificación y orientación variable de cada diente que difiere de las variables fuente-objeto para cada diente, adicionalmente no ofrece detalles anatómicos precisos.(90,91) Sameshima y Asgarifar(92) determinan que el uso de películas panorámicas en la medición de la reabsorción radicular antes de iniciar el tratamiento ortodóncico y posterior este, conlleva a sobreestimar la reabsorción radicular en un 20% o más siendo los incisivos inferiores los más vulnerables a dicha distorsión.

1.5.7.3 Tomografía computarizada de haz de cónico (Cone beam).

En los últimos años, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) se ha utilizado ampliamente en el área odontológica debido a que permite la visualización tridimensional (3D) de las estructuras lo que permite eliminar la superposición de estructuras siendo más certero el diagnóstico.(87) Motivo por el que varios estudios han demostrado que la CBCT puede mejorar el diagnóstico de la reabsorción radicular, siendo respaldados a su vez por estudios in vitro. (87,93–95) Por otra parte no se recomienda como el examen de predilección para esta patología como consecuencia de la alta radiación de esta y que debe ser de última elección para diagnóstico, manejo y tratamiento de la reabsorción(87,93)

1.5.8 Diagnostico.

1.5.8.1. Cualitativo.

Índice de clasificación de Levander y Malmgren(10) basado en la longitud y la continuidad de su estructura radicular, como se observa en la figura 1.

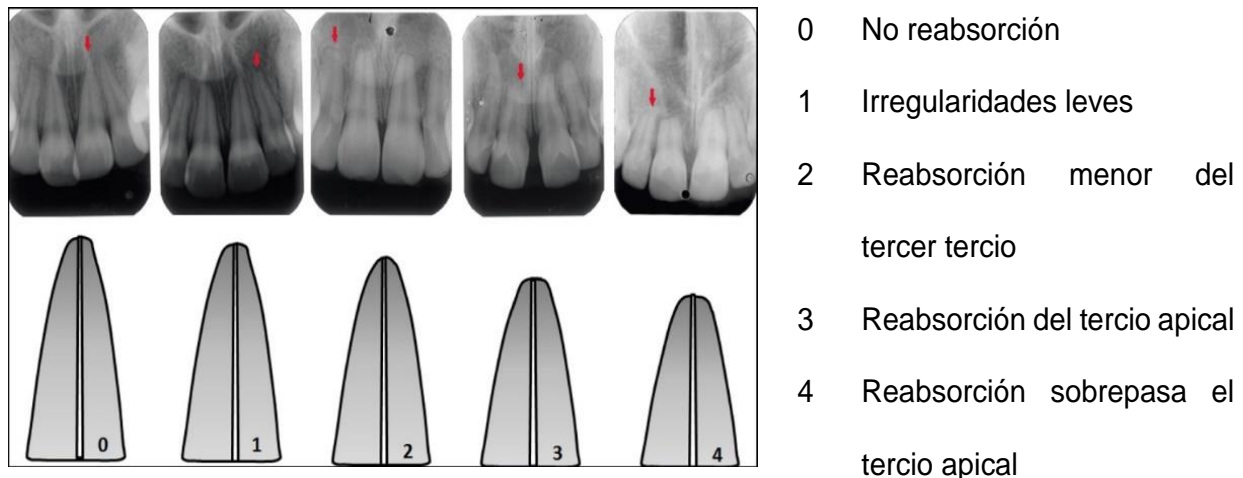


Figura 1. Janson, G, Niederberger, A, Gamba, D, Caldas, W. (2016). Sistema de puntuación de la reabsorción de la raíz (modificado de Levander Malmgren(10)). [Figura]. Recuperado de: Root resorption in Class II malocclusion treatment with Class II elastics.(42)

Por otro lado, Sharpe y colaboradores(9) en1987 evaluaron la asociación entre la recidiva postratamiento, soporte óseo y reabsorción radicular basado su clasificación en la longitud radicular presente:

0 =No reabsorción radicular

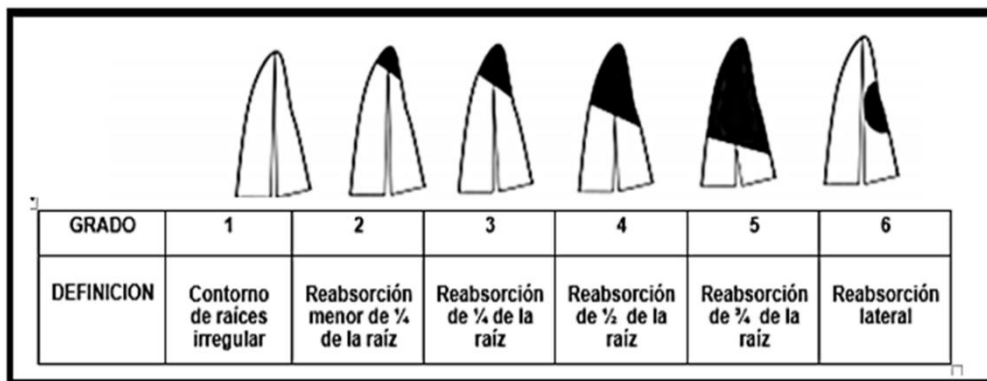
1=Leve reabsorción en el ápice

2 =Moderada reabsorción en el ápice y en más de un cuarto de la longitud radicular

3 = Excesiva reabsorción en la zona apical sobrepasa un cuarto de la longitud radicular

Sin embargo, el diagnóstico obtenido en las mediciones cualitativas depende del investigador como instrumento de medición basado su percepción obtenida en imágenes para arrojar dicha clasificación, así como un razonamiento inductivo por lo que los resultados obtenidos están sujetos a la subjetividad y por ende a la sobrestimación de estos.(96)

En 2017 Alamadi y colaboradores(11) propone una escala modificada a la propuesta por Levander y Malmgren(10), en la que se tiene en cuenta la inclinación del ápice radicular observado la RRE de manera oblicua, constando de 6 puntuaciones. Figura 2



Figura

2.

Alamadi E, Alhazmi H, Hansen K, Lundgren T, Naoumova J (2017). Escala modificada por Alamadi y colaboradores (11). Figura recuperada de: 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.

1.5.8.2 Cuantitativo.

Mohandesan y colaboradores(80), Nanekrungsan y colaboradores (27) y Fernández y colaboradores(97) realizaron estudios sobre la reabsorción radicular externa en incisivos superiores asociada con el tratamiento ortodóncico, la cual fue evaluada de manera cuantitativamente tanto al inicio como al finalizar el tratamiento ortodóncico a partir de radiografías periapicales y tomando como base el método introducido por Linge y Linge(50). Para ello es necesario sacar el factor de corrección el cual permitirá estandarizar la magnificación y distorsión de la radiografía previas y posteriores al tratamiento tomando como base la longitud coronal radiográfica la cual se considera invariable en el transcurso de tratamiento, tomada desde el punto medio incisal de la corona radiografía hasta el punto medio de la línea amelocementaria. La cuantificación de la RRE se da mediante la correlación de las longitudes radiculares radiográficas inicial con las obtenidas durante el proceso de seguimiento del tratamiento mediante la medición del punto medio de la línea amelocementaria hasta punto más apical de la raíz en el transcurso del tratamiento figura 3. (27,80,97)

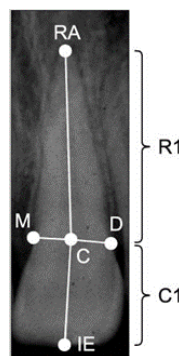


Figura 3. Pires, L, Couto, N, Montalvany,C, Bastos , E , Andrade, I, Capelli.(2019) Referencias a la medición de la reabsorción radicular apical externa, C1 longitud

coronal radiográfica, IE punto medio inicial de la corona, M mesial, D distal, C punto medio de la línea amelocementaria, RA punto más apical de la raíz R1 longitud radicular. [Figura]. Recuperado de: Predisposing factors for external apical root resorption associated with orthodontic treatment(97).

Por su parte las medidas cuantitativas parten de la utilización de instrumentos o medidas específicas como en este caso para arrojar un diagnóstico siendo un razonamiento deductivo lo que permite obtener resultados verídicos, con una menor probabilidad de presentación de sesgos medición, lo que lo hace ser un método más preciso consecuencia de la estandarización de las medidas (96).

1.5.9 Pronóstico de la Reabsorción Radicular Externa.

Generalmente en la mayoría de los casos de reabsorción radicular externa encontrada en pacientes con tratamientos de ortodoncia, no afecta la supervivencia de los dientes ni su funcionalidad.(98) Adicionalmente, el pronóstico de un diente con reabsorción radicular externa dependerá del diente afectado y la edad del paciente.(34,99)

Un diente uniradicular y de raíz corta, que presente reabsorción radicular externa severa tendrá un pronóstico reservado en comparación de un diente con raíz larga y multiradicular. El pronóstico se puede ver afectado con la presencia de enfermedad periodontal, ya que la disminución de la cresta alveolar puede llevar a una pérdida de soporte importante, disminuyendo a su vez, la posibilidad de que el diente permanezca en la arcada dental.(73,100)

1.5.10 Tratamiento de la reabsorción radicular externa.

Las alternativas de tratamiento dependen del tipo y grado de extensión de la reabsorción radicular externa.(101) Cuyo principio se basa en detención de la actividad osteoclástica a través de la eliminación de la fuente de estimulación, reducción de esta y la reparación mediante la combinación de diferentes métodos.
(87)

Dentro de las alternativas de tratamiento se encuentran exodoncias en caso de que el estímulo sea consecuencia de dientes incluidos, patologías que generen presión estimulado la actividad osteoclástica, reducción o cese del movimiento ortodóncico, endodoncia e interconsulta con la especialidad maxilofacial en caso de lesiones de etiología desconocidas o reactivas que pueden conllevar a la inducción de la reabsorción radicular. Así mismo el resultado final de esta es incierto por lo que el paciente debe estar informado de ello y que a su vez depende del diagnóstico y manejo oportuno de esta.(87)

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivos generales

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.

1.6.2 Objetivos específicos

- Determinar el número de casos que presentaron un aumento en la RRE postratamiento en las clínicas del posgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de UNICOC sede Bogotá.
- Observar la correlación entre la evolución de la RRE y el sexo
- Evaluar la evolución de la RRE según el grupo de edad.
- Analizar la evolución de la RRE según el tipo de diente.

2. Aspectos metodológicos

2.1 Tipo de estudio

Estudio descriptivo retrospectivo.

2.2 Objeto de estudio

Radiografías periapicales magnificadas de dientes anteriores superiores e inferiores.

2.3 Muestra

- ❖ Muestreo no probabilístico por conveniencia, se seleccionarán los pacientes que cumplan los criterios de inclusión y exclusión.
- ❖ El tamaño de la muestra se calculará mediante un censo

2.4 Criterios de selección

2.4.1 Criterios de inclusión

- ❖ 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.
- ❖ Pacientes sistémicamente sanos.
- ❖ Paciente con buena higiene oral
- ❖ Pacientes con periapicales magnificadas iniciales y de seguimiento de dientes anteriores superiores e inferiores.
- ❖ Dientes anteriores con formación completa radicular.

2.4.2 Criterios de exclusión

- ❖ Radiografías periapicales en mal estado
- ❖ Tratamiento ortodóncico previo al inicio del tratamiento
- ❖ Pacientes sin periapicales magnificadas de seguimiento
- ❖ Pacientes con tratamiento que requirieron extracciones para retracción del sector anterior
- ❖ Pacientes con dientes impactados.
Enanismo radicular
- ❖ Pacientes con tratamiento endodóncico

2.5 Procedimiento

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

Se diseñó una escala integrada de 6 grados de puntuación unificado la escala propuesta por Levander y Malmgren (10) y modificado Alamadi et al (11) (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 (figura 4). 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.

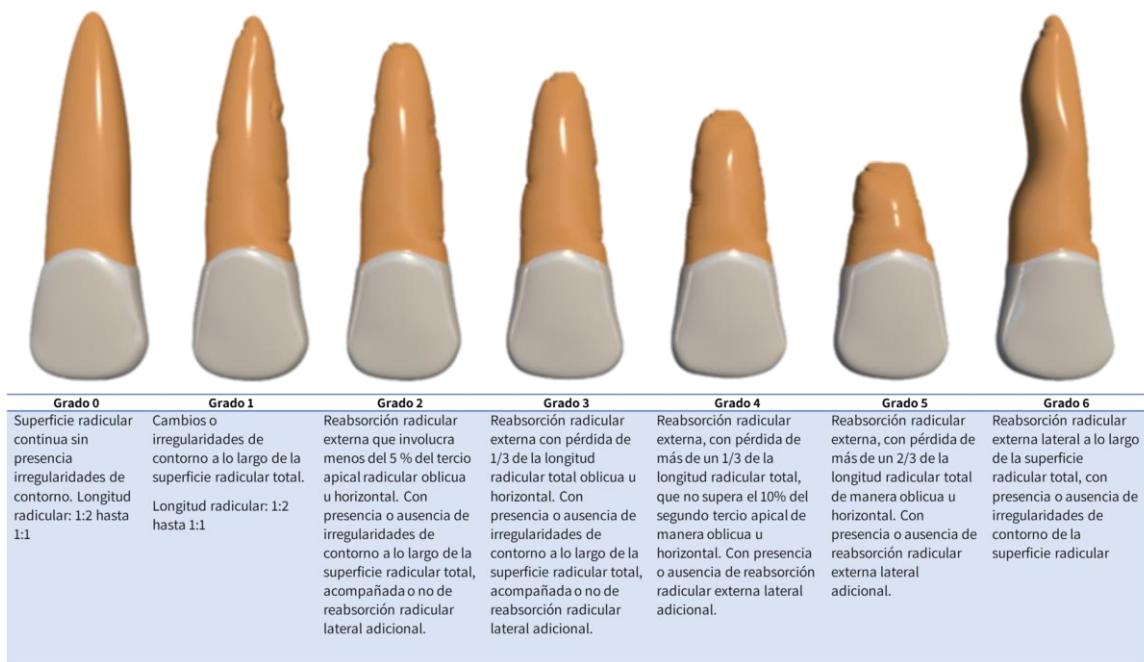


Figura 4. Escala unificada de RRE

Operacionalización de variables

Variable	Definición	Naturaleza	Tipo variable	de	Operacionalización	Escala de medición	Instrumento de recolección
Evolución de la reabsorción radicular externa	Proceso patológico que se caracteriza por la pérdida de cemento, dentina y hueso	Cualitativa	Dependiente		Escala 0-6 grados	Ordinal	Radiografías periapicales magnificadas
Edad	Tiempo que ha vivido un individuo desde el nacimiento hasta el momento	Cuantitativa	Independiente		Años	Continua de razón	Historia clínica
Sexo	Conjunto de las características que dividen los individuos en hombre o mujer.	Cualitativa	Independiente		Hombre –mujer	Nominal Dicotómica	Historia clínica

2.6 Aspectos éticos

Consideraciones éticas:

El presente estudio se realizó conforme a los principios éticos establecidos en la declaración de Helsinki(102), resolución No 8430 del 4 de octubre de 1993(103) y Artículo 11 de la Resolución N° 008430 de 1993(104) que regula la investigación en salud en Colombia, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.

El estudio ha realizado se clasifica como investigación “sin riesgo”, ya que “son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta”. (103)

En este estudio se analizaron radiografías periapicales pretratamiento y de seguimiento, tomadas del archivo de historias clínicas de la especialidad de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de UNICOC sede Bogotá con la finalidad de determinar la progresión y evolución de la reabsorción radicular externa durante el tratamiento ortodoncia en pacientes con previo diagnostico al inicio de este.

2.7 Estadístico.

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, donde las variables discretas con frecuencia y prevalencia. Se usó la prueba exacta de Fisher para determinar el grado de reabsorción entre T1 y T1, las comparaciones de los cambios a nivel de sexo y grupo etario se realizaron mediante la prueba de Mann-Whitney, 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 1). 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 2).

Tabla 1. Análisis descriptivos

Sexo	Total
Hombres	8pc
Mujeres	18pc
Total	26pc
Dientes	
Dientes superiores	92 dt
Dientes inferiores	96dt
Total	188dt

pc: pacientes, dt: dientes

Tabla 2. 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
Total	94	61	2	31
Porcentaje	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 5).

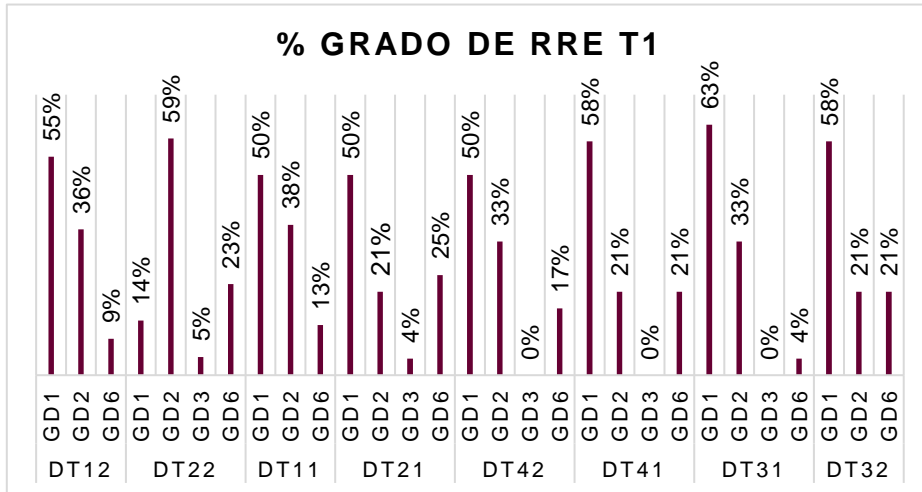


Figura 5. RRE inicial dientes anteriores superiores e inferiores.

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% (Tabla3).

Tabla 3. 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
Total	69	95	3	21
Porcentaje	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 6).

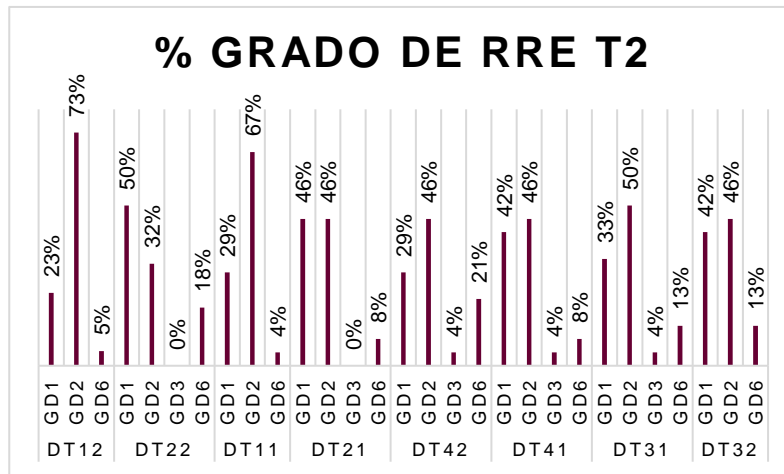


Figura 6. RRE control dientes anteriores superiores e inferiores

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 7).

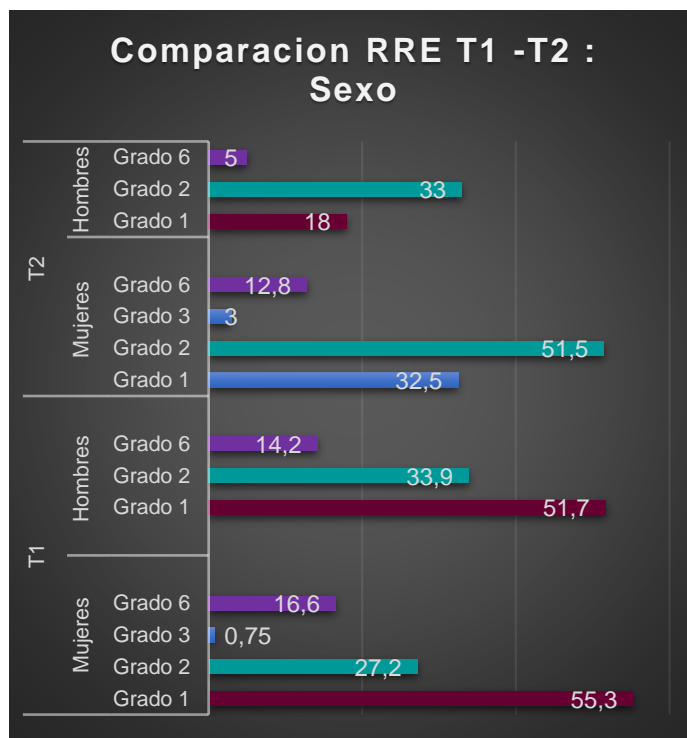


Figura 7. Comparación RRE y sexo

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 8).

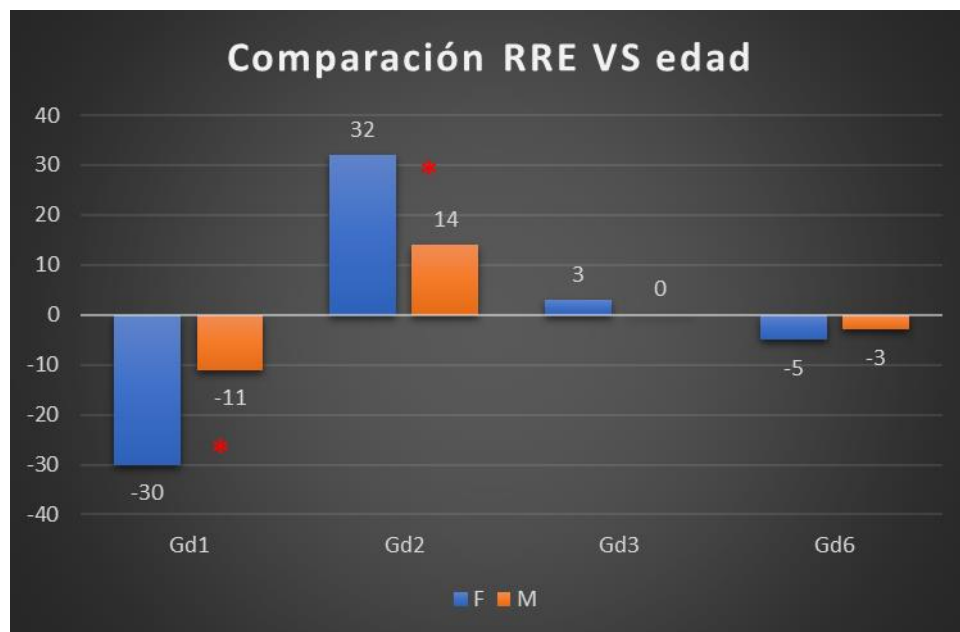


Figura 8. Comparación RRE y grupo de edad, (*) diferencias estadísticamente significativas)

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 9).

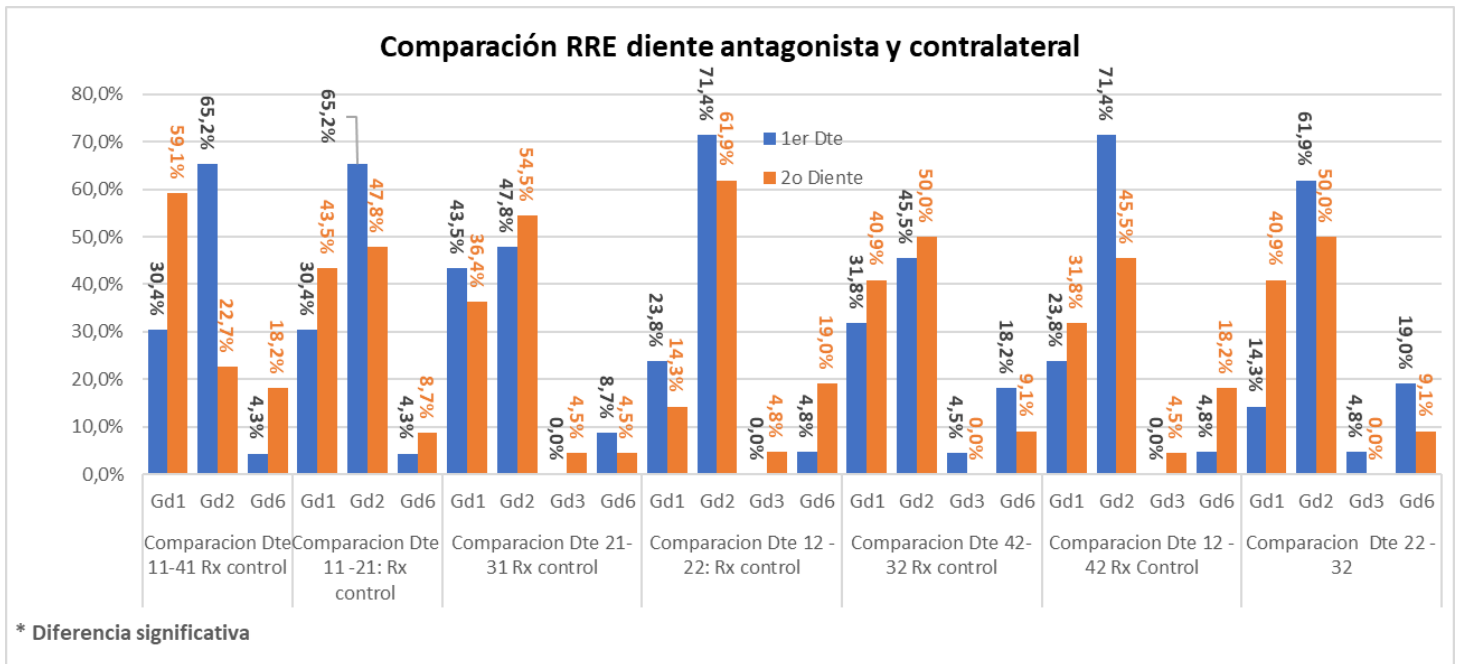


Figura 9. Comparación RRE diente antagonista y contralateral, (*) diferencias estadísticamente significativas)

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.(88,105,106)

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 (10) ha sido ampliamente utilizada para la evaluación de la RRE debido a que esta no depende de la estandarización de la radiografía(106–108), posteriormente Alamadi et all (11) 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 (4,27,34,109), según la literatura los dientes incisivos son los más susceptibles a presentar RRE (110,111), razón por la cual se analizaron dientes anteriores superiores e inferiores , Plaza et al (110) 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 (112) y Rakhsha et al (113), 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 (10) y Kjaer(53) evidenciaron una mayor prevalencia de RRE en mujeres lo que concuerda con los resultados obtenidos a diferencia del estudio de Baumrid et al(29) y Bayi y Gumus(114) quienes encontraron una mayor prevalencia de RRE en hombres por otra parte Jung y Cho(115), Pastro et al (28) y McFadden et al(116) 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(34,41), 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 ,(117) 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. *Scand J Dent Res.* 1970;78(3):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. Ne RF, Witherspooti DE, Msvjames B, Gutmafin L. Endodontics Tooth résorption. *Quintessence Int.* 1999;30:9–25.
9. 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.
10. 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.
11. 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).

12. 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.
13. 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.
14. Barbosa J CDHK, MSLDJLMPPM. Frecuencia de reabsorción radicular externa en incisivos superiores de pacientes sin tratamiento de ortodoncia previo. *Cient Soc Colomb Ortod.* 2015;2(1):45–50.
15. Li Y, Deng S, Mei L, Li Z, Zhang X, Yang C, et al. Prevalence and severity of apical root resorption during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: a cone beam computed tomography study. *Prog Orthod.* 2020 Dec 1;21(1):1–8.
16. Topkara A, Karaman AI, Kau CH. Apical root resorption caused by orthodontic forces: A brief review and a long-term observation. *Eur J Dent.* 2012 Oct;6(4):445.
17. Samandara A, Papageorgiou SN, Ioannidou-Marathiotou I, Kavvadia-Tsatala S, Papadopoulos MA. Evaluation of orthodontically induced external root resorption following orthodontic treatment using cone beam computed tomography (CBCT): a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2019;41(1):67–79.
18. Deng Y, Sun Y, Xu T. Evaluation of root resorption after comprehensive orthodontic treatment using cone beam computed tomography (CBCT): a meta-analysis. *BMC Oral Health.* 2018 Jun 27;18(1):116.
19. Mirabella AD, Årtun J. Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 1995 Jul 1;108(1):48–55.
20. Sharab LY, Morford LA, Dempsey J, Falcão-Alencar G, Mason A, Jacobson E, et al. Genetic and treatment-related risk factors associated with external apical root resorption (EARR) concurrent with orthodontia. *Orthod Craniofac Res.* 2015 Apr 1;18(S1):71–82.
21. Iglesias-Linares A, Morford LA, Hartsfield JK. Bone Density and Dental External Apical Root Resorption. *Curr Osteoporos Rep.* 2016 Dec 1;14(6):292–309.
22. Schwarz AM. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. *International Journal of Orthodontia, Oral Surgery and Radiography.* 1932 Apr;18(4):331–52.
23. 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(5):639–47.
24. 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(2):218–27.
25. Cheng LL, Türk T, Elekdağ-Türk S, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 13. Repair of root resorption 4 and 8 weeks after the application of continuous light and heavy forces for 4 weeks: a microcomputed-tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(3):320.e1-320.e10.
 26. Paetyangkul A, Türk T, Elekdağ-Türk S, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 14. The amount of root resorption after force application for 12 weeks on maxillary and mandibular premolars: a microcomputed-tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(4):492.e1-492.e9.
 27. 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.
 28. Pastro JDV, Nogueira ACA, Salvatore de Freitas KM, Valarelli FP, Cançado 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.
 29. Baumrind S, Korn EL, Boyd RL. Apical root resorption in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;110(3):311–20.
 30. Lee YK, Kim JW, Baek SH, Kim TW, Chang Y il. Root and bone response to the proximity of a mini-implant under orthodontic loading. *Angle Orthod.* 2010;80(3):452–8.
 31. Motokawa M, Sasamoto T, Kaku M, Kawata T, Matsuda Y, Terao A, et al. Association between root resorption incident to orthodontic treatment and treatment factors. *Eur J Orthod.* 2012;34(3):350–6.
 32. 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(4):462–76.
 33. Elhaddaoui R, Benyahia H, Azeroual MF, Zaoui F, Razine R, Bahije L. La résorption des incisives maxillaires après traitement orthodontique – étude clinique des facteurs de risque. *Int Orthod.* 2016 Mar;14(1):48–64.
 34. Lopatiene K, Dumbravaite A. Risk factors of root resorption after orthodontic treatment. *Stomatologija.* 2008;10(3):89–95.
 35. Rodríguez B, Carballo C, Luna L, Bedoya Rodríguez A. Reabsorción radicular apical durante el tratamiento ortodóntico con técnicas ROTH y MBT en incisivos superiores e inferiores. *Journal Odontológico Colegial.* 2009;2(4):38–43.
 36. Martínez DK, Rojas N, Villamizar C, Malaver P, Pachón MA. Reabsorción radicular externa de incisivos centrales en pacientes con hipotiroidismo primario cuantificada con tomografía computarizada. *Journal Odontológico Colegial.* 2013;6(11):7–13.

37. Heithersay GS. Invasive cervical resorption. *Endod Topics*. 2004;7(1):73–92.
38. Nayak MT, Nayak A. External Inflammatory Root Resorption in Mandibular First Molar: A Case Report. *Malays J Med Sci*. 2015;22:63.
39. Trope M. Root Resorption due to Dental Trauma. *Endod Topics*. 2002;1(1):79–100.
40. Han G, Huang S, von den Hoff JW, Zeng X-Jagtman AM. Root Resorption after Orthodontic Intrusion and Extrusion: | *The Angle Orthodontist*. *Angle Orthod*. 2005;75(6):912–8.
41. Dindaroğlu F, Doğan S. Root Resorption in Orthodontics. *Turk J Orthod*. 2016 Mar 31;29(4):103.
42. Janson G, Niederberger A, Garib DG, Caldas W. Root resorption in Class II malocclusion treatment with Class II elastics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2016;150(4):585–91.
43. Xun CL, Zhao H, Zeng XL, Wang X. Intrusion of overerupted maxillary molars with miniscrew implant anchorage: a radiographic evaluation. *J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci*. 2013;33(5):780–5.
44. Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 2. Literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1993;103(2):138–46.
45. Abuabara A. Biomechanical aspects of external root resorption in orthodontic therapy. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2007;12(8):E610–3.
46. Iglesias-Linares A, Yañez-Vico RM, Ballesta S, Ortiz-Ariza E, Mendoza-Mendoza A, Perea E, et al. Interleukin 1 gene cluster SNPs (rs1800587, rs1143634) influences post-orthodontic root resorption in endodontic and their contralateral vital control teeth differently. *Int Endod J*. 2012;45(11):1018–26.
47. Guo Y, He S, Gu T, Liu Y, Chen S. Genetic and clinical risk factors of root resorption associated with orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2016;150(2):283–9.
48. Marshall JA. A comparison of resorption of the roots of deciduous teeth with the absorption of roots of the permanent teeth occurring as a result of infection. *International Journal of Orthodontia, Oral Surgery and Radiography*. 1929;15(5):417–21.
49. Rosenberg MN. An evaluation of the incidence and amount of apical root resorption and dilaceration occurring in orthodontically treated teeth having incompletely formed roots at the beginning of Begg treatment. *Am J Orthod*. 1972;61(5):524–5.
50. Linge BO, Linge L. Apical root resorption in upper anterior teeth. *Eur J Orthod*. 1983 Aug;5(3):173–83.
51. Edgcomb K, BeGole E, Evans C, Johnson B, Luan X. Prevalence of Short Dental Roots in Four Ethnic Groups in an Orthodontic Population. *Dental Anthropology Journal*. 2011;24(1):11–5.

52. Krishnan V. Root Resorption with Orthodontic Mechanics: Pertinent Areas Revisited. *Aust Dent J*. 2017;62 Suppl 1:71–7.
53. Kjær I. Morphological characteristics of dentitions developing excessive root resorption during orthodontic treatment. *Eur J Orthod*. 1995 Feb;17(1):25–34.
54. Lee RY, Artun J, Alonzo TA. Are dental anomalies risk factors for apical root resorption in orthodontic patients? *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1999;116(2):187–95.
55. Becks H. Orthodontic prognosis: Evaluation of routine dentomedical examinations to determine “good and poor risks.” *Am J Orthod Oral Surg*. 1939;25(7):610–24.
56. Soares AJ, Souza GA, Pereira AC, Vargas-Neto J, Zaia AA, Silva EJNL. Frequency of root resorption following trauma to permanent teeth. *J Oral Sci*. 2015;57(2):73–8.
57. Spurrier SW, Hall SH, Joondeph DR, Shapiro PA, Riedel RA. A comparison of apical root resorption during orthodontic treatment in endodontically treated and vital teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1990;97(2):130–4.
58. Esteves T, Ramos AL, Pereira CM, Hidalgo MM. Orthodontic root resorption of endodontically treated teeth. *J Endod*. 2007;33(2):119–22.
59. Oti LL, Hong JSH, Tuncay OC. Bone structure effect on root resorption. *Orthod Craniofac Res*. 2004;7(3):165–77.
60. Tieu LD, Saltaji H, Normando D, Flores-Mir C. Radiologically determined orthodontically induced external apical root resorption in incisors after non-surgical orthodontic treatment of class II division 1 malocclusion: a systematic review. *Prog Orthod*. 2014;15(1):48.
61. Taner T, Ciğer S, Şençift Y. Evaluation of apical root resorption following extraction therapy in subjects with class I and class II malocclusions. *Eur J Orthod*. 1999;21(5):491–6.
62. Kaley J PC. Factors related to root resorption in edgewise practice | The Angle Orthodontist. *Angle Orthod*. 1991;61(2):125–32.
63. Makedonas D, Lund H, Hansen K. Root resorption diagnosed with cone beam computed tomography after 6 months and at the end of orthodontic treatment with fixed appliances. *Angle Orthod*. 2013;83(3):389.
64. Motokawa M, Terao A, Kaku M, Kawata T, Gonzales C, Darendeliler MA, et al. Open bite as a risk factor for orthodontic root resorption. *Eur J Orthod*. 2013;35(6):790–5.
65. Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2001;119(5):505–10.
66. de Freitas MR, Soares Beltrão RT, Janson G, Castanha Henriques JF, Chiqueto K. Evaluation of root resorption after open bite treatment with and without extractions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;132(2):143.e15-143.e22.

67. Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption following treatment with aligners. *Angle Orthod.* 2008;78(6):1119–24.
68. McNab S, Battistutta D, Taverne A, Symons AL. External apical root resorption of posterior teeth in asthmatics after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116(5):545–51.
69. Melo GARSA de, Martelli K, Freitas KMS de, Valarelli FP, Cançado RH. Influence of Asthma on the Degree of Apical Root Resorption in Orthodontically Treated Patients. *Iranian Journal of Orthodontics.* 2018;13(2):1–6.
70. Murata N, Ioi H, Ouchi M, Takao T, Oida H, Aijima R, et al. Effect of allergen sensitization on external root resorption. *J Dent Res.* 2013;92(7):641–7.
71. Almoammar K. Vitamin D and orthodontics: an insight review. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2018;10:165.
72. Fontana MLSSN, de Souza CMH, Bernardino JF, Hoette F, Hoette ML, Thum L, et al. Association analysis of clinical aspects and vitamin D receptor gene polymorphism with external apical root resorption in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;142(3):339–47.
73. Iglesias-Linares A, Sonnenberg B, Solano B, Yañez-Vico RM, Solano E, Lindauer SJ, et al. Orthodontically induced external apical root resorption in patients treated with fixed appliances vs removable aligners. *Angle Orthod.* 2017;87(1):3–10.
74. Scott P, DiBiase AT, Sherriff M, Cobourne MT. Alignment efficiency of Damon3 self-ligating and conventional orthodontic bracket systems: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134(4):470.e1-470.e8.
75. Leite V, Conti AC, Navarro R, Almeida M, Oltramari-Navarro P, Almeida R. Comparison of root resorption between self-ligating and conventional preadjusted brackets using cone beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2012;82(6):1082.
76. Qin F, Zhou Y. The influence of bracket type on the external apical root resorption in class I extraction patients - a retrospective study. *BMC Oral Health.* 2019;19(1).
77. Zahedani SZ, Oshagh M, Danaei SM, Roeinpeikar S. A Comparison of pical Root Resorption in Incisors after Fixed Orthodontic Treatment with Standard Edgewise and Straight Wire (MBT) Method. *J Dent.* 2013;14(3):103.
78. Mavragani M, Vergari A, Selliseth NJ, Bøe OE, Wisth PJ. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with a standard edgewise and a straight-wire edgewise technique. *Eur J Orthod.* 2000;22(6):665–74.
79. Alzahawi K, Færøvig E, Brudvik P, Bøe OE, Mavragani M. Root resorption after leveling with super-elastic and conventional steel arch wires: a prospective study. *Prog Orthod.* 2014;15(1).

80. Mohandesan H, Ravanmehr H, Valaei N. A radiographic analysis of external apical root resorption of maxillary incisors during active orthodontic treatment. *Eur J Orthod.* 2007 Apr 1;29(2):134–9.
81. Cangialosi TJ, Riolo ML, Owens SE, Dykhouse VJ, Moffitt AH, Grubb JE, et al. The ABO discrepancy index: A measure of case complexity. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2004;125(3):270–8.
82. Liu S, Oh H, Chambers DW, Baumrind S, Xu T. Validity of the American Board of Orthodontics Discrepancy Index and the Peer Assessment Rating Index for comprehensive evaluation of malocclusion severity. *Orthod Craniofac Res.* 2017;20(3):140–5.
83. Levander E, Malmgren O, Stenback K. Apical root resorption during orthodontic treatment of patients with multiple aplasia: A study of maxillary incisors. *Eur J Orthod.* 1998;20(4):427–34.
84. Killiany DM. Root resorption caused by orthodontic treatment: an evidence-based review of literature. *Semin Orthod.* 1999;5(2):128–33.
85. Harry MR SM. Root resorption in bicuspid intrusion. A scanning electron microscope study. *Angle Orthod.* 1982;52(3):235–58.
86. Lupi JE, Handelman CS, Sadowsky C. Prevalence and severity of apical root resorption and alveolar bone loss in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;109(1):28–37.
87. Darcey J, Qualtrough A. Resorption: part 2. Diagnosis and management. *Br Dent J.* 2013;214(10):493–509.
88. Sameshima GT AK. Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films . *Angle Orthod.* 2001;71(3):185–9.
89. Márquez JF, Castaño JM, Rueda ZV, Rendón J. Diagnóstico de reabsorción radicular externa en ortodoncia: Una revisión sistemática. *Revista Nacional de Odontología.* 2014;8(14):62–75.
90. Lund H, Gröndahl K, Hansen K, Gröndahl HG. Apical root resorption during orthodontic treatment. A prospective study using cone beam CT. *Angle Orthod.* 2012;82(3):480–7.
91. Saccomanno S, Passarelli PC, Oliva B, Grippaudo C. Comparison between Two Radiological Methods for Assessment of Tooth Root Resorption: An In Vitro Study. *Biomed Res Int.* 2018;2018.
92. GT S, KO A. Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films. *Angle Orthod.* 2001;71(3):185–9.
93. Safi Y, Ghaedsharaf S, Aziz A, Hosseinpour S, Mortazavi H. Effect of Field Of View on Detection of External Root Resorption in Cone-Beam Computed Tomography. *Iran Endod J.* 2017;12(2):184.

94. Patel S, Kanagasingam S, Mannocci F. Cone beam computed tomography (CBCT) in endodontics. *Dent Update*. 2010;37(6):373–9.
95. Cohenca N, Simon JH, Mathur A, Malfaz JM. Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma. Part 2: root resorption. *Dent Traumatol*. 2007;23(2):105–13.
96. Masood M, Masood Y, Newton TJ. Methods of qualitative research in dentistry: a review. *Dent Update*. 2010;37(5).
97. Fernandes LQP, Figueiredo NC, Antonucci CCM, Lages EMB, Andrade I, Junior JC. Predisposing factors for external apical root resorption associated with orthodontic treatment. *Korean J Orthod*. 2019;49(5):310.
98. Consolaro A, Furquim LZ. Extreme root resorption associated with induced tooth movement: A protocol for clinical management. *Dental Press J Orthod*. 2014 Sep 1;19(5):19–26.
99. González Martínez C, Guiza R, Fuentes R, Martelo P, Margarita M, Ramos P. Reabsorción radicular inflamatoria en sujetos con tratamiento ortodóntico. Cartagena (Colombia). *Revista Científica Salud Uninorte* . 2012 (3):382–390.
100. Hartsfield JK. Pathways in external apical root resorption associated with orthodontia. *Orthod Craniofac Res*. 2009;12(3):236–42.
101. Ahangari Z, Nasser M, Mahdian M, Fedorowicz Z, Marchesan MA. Interventions for the management of external root resorption. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015 Nov 24;2015(11):CD008003.
102. Academia Nacional de Medicina de México AC. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. *Gac Méd Méx Vol* . 2001;37(4):387–90.
103. Minist Salud y Protección Soc República Colomb. RESOLUCION NUMERO 8430 DE 1993. 1993 p. 1–19.
104. Ministerio de Salud y Protección Social Colombia. RESOLUCION NUMERO 2378 DE 2008. 2008 p. 1–93.
105. 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.
106. 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;18(4):104–12.
107. 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.

108. 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.
109. 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.
110. 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.
111. 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.
112. 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.
113. Rakhshan V, Nateghian N, Ordoubazari M. Risk factors associated with external apical root resorption of the maxillary incisors: a 15-year retrospective study -. *Aust Orthod J*. 2012;28(56):51–6.
114. 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.
115. Jung YH, Cho BH. External root resorption after orthodontic treatment: a study of contributing factors. *Imaging Sci Dent*. 2011 Mar;41(1):17–21.
116. 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.
117. 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.

Anexos

Tabla 5. Instrumento de recolección

# RX	DT12	Dt 11	Dt 21	Dt 22	Dt 42	DT 41	DT 31	DT 32
	RRE	RRE	RRE	RRE	RRE	RRE	RRE	RRE

Tabla 6. Resultados extracción de datos

RRE Inicial

# RX	DT12	Dt 11	Dt 21	Dt 22	Dt 42	DT 41	DT 31	DT 32	Sexo	Edad
	RRE	RRE	RRE	RRE	RRE	RRE	RRE	RRE		
1					6	1	1	6	F	28
2	1	6	1	1	1	1	2	1	M	19
3	2	2	1	1					M	21
4	2	1	2	6	2	6	6	1	F	19
5		6	6	6	1	1	2	1	F	19
6					2	6	2	6	M	42
7	2	2	6	6					F	9
8		1	6	1	1	1	1	1	F	35
9	1	2	2	1	2	1	1	1	F	28
10	1	2	1		1	1	1	2	F	39
11	1	1	1		6	6	1	2	F	48
12	1	1	1	1	2	2	2	1	M	23
13	2	2	1	2	2	2	2	2	M	26
14	6	6	1	6	1	1	1	1	M	40
15	1	1	1	2	2	1	1	2	F	50
16	2	2	1	1	1	6	1	6	M	18
17	2	1	6	2	1	1	1	6	F	37
18	6	1	6	1	6	1	1	6	F	16
19	2	1	6	2	1	2	2	1	F	33
20	1	1	1	1	6	1	1	1	F	9
21	1	1	1	2	2	1	1	1	F	22
22	1	2	2	1	1	1	1	1	M	16

23	1	2	2	1	1	6	1	2	F	16
24	1	1	1	2	1	2	2	1	F	22
25	2	1	3	2	2	2	2	1	F	20
26	1	2	2	1	1	1	1	1	F	41

RRE Seguimiento

# RX	Dt 12	Dt 11	Dt 21	Dt 22	Dt 42	DT 41	DT 31	DT 32
	RRE H	RRE H	RRE H	RRE H	RRE H	RRE H	RRE H	RRE H
1					6	1	6	6
2	2	1	1	2	2	1	1	1
3	2	2	1	2				
4	2	2	2	6	2	6	6	1
5		6	6	2	6	1	2	2
6					2	2	2	2
7	2	2	2	2				
8		1	2	2	2	1	6	1
9	1	2	2	1	6	1	1	1
10	2	2	1		2	2	2	2
11	2	2	1		1	2	2	2
12	2	2	2	6	2	2	2	2
13	2	2	2	2	2	2	2	2
14	2	1	1	6	6	1	1	1
15	2	2	1	2	2	2	3	2
16	2	2	1	2	1	6	2	6
17	2	1	1	6	1	1	1	6
18	6	2	6	6	1	2	1	1
19	2	1	1	2	6	2	2	2
20	1	1	1	1	2	1	1	1
21	1	1	2	2	1	1	1	1
22	1	2	2	1	1	2	1	1

23	1	2	2	2	1	3	2	2
24	2	2	2	2	2	1	2	2
25	2	2	2	3	2	2	2	2
26	2	2	1	2	3	2	2	1