

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA



**MONOGRAFÍA PARA OPTAR EL TÍTULO DE SEGUNDA
ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**

TÍTULO DEL TRABAJO
REABSORCIÓN RADICULAR EN ORTODONCIA

PRESENTADO POR:
C.D. CESÁR AUGUSTO ONCOY VALVERDE

LIMA – PERÚ
2018

Esta investigación va dedicada a mi esposa por el apoyo incondicional brindado en todos estos años e hija, que son el motor para continuar por la senda de la investigación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la plana docente de la universidad por ser los tutores y guías en esta larga travesía para adquirir nuevos conocimientos y crecer como profesional que permitieron el desarrollo de este trabajo monográfico.

REABSORCIÓN RADICULAR EN ORTODONCIA

ÍNDICE

Carátula	i
Título	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice	v
Índice de Figuras	vi
Resumen	vii
Abstrac	viii
Introducción	iv
Reabsorción radicular	1
1 Generalidades	1
1.1 Definición	1
1.2 Etiología	1
1.3 Fisiología de la reabsorción radicular	1
1.4 Remodelación fisiológica del cemento	3
1.5 Tipos de reabsorción radicular	3
1.5.1 Reabsorción fisiológica	3
1.5.2 Reabsorción patológica	4
1.5.3 Prevalencia	10
1.5.4 Diagnostico	11
2. Reabsorción radicular en ortodoncia	13
2.1 Costo biológico de la mecanoterapia	15
2.2.1 Variables biológicas	17
2.2.2 variables mecánicas	27
3. Medidas preventivas para la práctica clínica	33
3.1. La raíz es reabsorbida por el ligamento periodontal	34
3.2 Soporte periodontal: esencialmente cervical	34
3.3 Tercio cervical disminuido	35
3.4 El tratamiento endodóntico no debe realizarse en estos casos	35
3.5 Desde el punto de vista periodontal	36
3.6 Aspectos de imagen de la reabsorción de la raíz y el hueso cervical	36
4 Sobre el tratamiento y pronóstico de las reabsorciones dentales	36
5 Caso clínico	37
Conclusiones	43
Bibliografía	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N.º

01 Observación del área de reabsorción de hueso y raíz	2
02 Reabsorción fisiológica	4
03 Reabsorción radicular interna	5
04 Reabsorción apical externa	6
05 Un caso con acortamiento de raíz severo durante el curso del tratamiento	7
06 Las cuatro estructuras protectoras de los dientes contra la reabsorción	8
07 Proceso de reabsorción radicular	9
08 Radiografías pre y postratamiento	11
09 Procedimiento de medición para la evaluación de la longitud de la raíz mediante cortes axiales, coronal y sagital con tomografía cone beam	12
10 Índice de reabsorción radicular para la evaluación cuantitativa de la reabsorción de la raíz.	13
11 Clasificación de los niveles de reabsorción radicular durante el tratamiento ortodóntico, sugerida por levander, malmgrem	14
12 Clasificación de los niveles de reabsorción radicular durante el tratamiento ortodóntico, sugerida por levander, malmgrem	15
13 Reabsorción radicular inflamatoria grave	16
14 Clasificación de la forma de las raíces	17
15 Imágenes intraorales de la configuración experimental	19
16 Diente endodónticamente tratado durante el movimiento ortodóntico	20
17 protocolo experimental	22
18 modelos competitivos para la vía por la cual genotipos individuales modulan el alcance de la reabsorción del ápice de la raíz durante el curso del tratamiento de ortodoncia	23
19 Fotografías de paciente de clase II	25
20 Evaluación de la proporción corona/raíz	26
21 creciente compresión de los vasos sanguíneos al aumentar la presión en el seno del ligamento periodontal	27
22 Fuerzas típicas usadas en ortodoncia	29

RESUMEN

La reabsorción dental está presente en 5 a 10% de la población general que nunca ha sido sometida a tratamiento de ortodoncia. La reabsorción radicular data en los reportes de Schwarzkopf, en 1887, quien observó la reabsorción en dientes extraídos, siendo una consecuencia del tratamiento de ortodoncia la reabsorción radicular externa. Se define la reabsorción radicular como la pérdida de cemento y dentina en la superficie apical o lateral de la raíz de un diente, debido a la actividad cementolítica y eventualmente dentinolítica de naturaleza irreversible, que puede ser fisiológica o patológica, de naturaleza multifactorial y compleja. La fisiología de la reabsorción está dada por el ligamento periodontal; los remanentes epiteliales de Malassez; y la estructura anatofisiológica formada por la capa de cementoblastos y precemento y por la de predentina y odontoblastos que revisten, respectivamente, las superficies externa e interna de la raíz, otro factor también citado es la capa de cemento intermedio. Las células y las sustancias de la matriz extracelular encontradas en el ligamento periodontal son responsables no sólo por la génesis, como por la degradación del tejido fibroso, óseo y cementario.

La reabsorción radicular al ser de etiología multifactorial la podemos dividir en variables biológicas; las que incluyen factores del propio paciente, morfología radicular, morfología de la cresta ósea, traumatismo radicular, herencia, endocrinopatías, sexo, raza, tipo de maloclusión, edad del paciente, hábitos bucales; y las variables mecánicas que son propias del desarrollo del tratamiento ortodóntico como la magnitud de la fuerza, naturaleza de la fuerza, el tiempo de tratamiento, técnicas ortodónticas, los tipos de movimientos ortodónticos, la extensión del movimiento de las piezas dentales; estos algunos puntos que tratan de explicar la etiología de la reabsorción radicular.

Las medidas preventivas para la práctica clínica sugieren enfoques como la corta duración del tratamiento, el uso de fuerzas intermitentes ligeras, control de hábitos y escrutinio del historial médico y registros de tendencias familiares.

Palabras clave: reabsorción radicular apical, resorción radicular, tratamiento ortodóntico, fuerzas ortodónticas, movimiento dental.

ABSTRAC

Dental resorption is present in 5 to 10% of the general population that has never undergone orthodontic treatment. Root resorption dates from Schwarzkopf's reports in 1887, who observed resorption in extracted teeth, with external radicular resorption being a consequence of orthodontic treatment. Root resorption is defined as the loss of cement and dentin on the apical or lateral surface of the root of a tooth, due to the cementolytic and eventually dentinolytic activity of an irreversible nature, which may be physiological or pathological, of a multifactorial and complex nature. The physiology of the resorption is given by the periodontal ligament; the epithelial remnants of Malassez; and the anatophysiological structure formed by the layer of cementoblasts and precemento and by that of preentin and odontoblasts that cover, respectively, the external and internal surfaces of the root, another factor also mentioned is the intermediate layer of cement. The cells and substances of the extracellular matrix found in the periodontal ligament are responsible not only for the genesis, but also for the degradation of fibrous, bone and cemental tissue.

We can divide the root resorption to be of multifactorial etiology in biological variables; those that include factors of the patient's own, root morphology, morphology of the bone crest, root trauma, inheritance, endocrinopathies, sex, race, type of malocclusion, age of the patient, oral habits; and the mechanical variables that are characteristic of the development of orthodontic treatment such as the magnitude of the force, nature of the outside, the time of treatment, orthodontic techniques, the types of orthodontic movements, the extension of the movement of the dental pieces; These are some points that try to explain the etiology of root resorption.

Preventive measures for clinical practice suggest approaches such as short duration of treatment, use of light intermittent forces, control of habits and scrutiny of medical history and records of family trends.

Keywords: Apical root resorption, Root resorption, orthodontic treatment, orthodontic forces, dental movement

INTRODUCCIÓN

La reabsorción dental está presente en 5 a 10% de la población general que nunca ha sido sometida a tratamiento de ortodoncia. La reabsorción radicular es la pérdida de cemento y dentina en la superficie apical o lateral de la raíz de un diente, debido a la actividad cementolítica y eventualmente dentinolítica de naturaleza irreversible, que puede ser fisiológica o patológica. Actualmente, no se sabe cómo los factores de tratamiento ortodóncico influyen en la resorción radicular. Los factores etiológicos son complejos y multifactoriales, pero parece que la reabsorción radicular apical es el resultado de una combinación de variabilidad biológica individual, predisposición genética y el efecto de factores mecánicos asociados propiamente al tratamiento ortodóncico. La reabsorción radicular es indeseable porque puede afectar la viabilidad a largo plazo de la dentición, y los informes en la literatura indican que los pacientes sometidos a tratamiento de ortodoncia tienen más probabilidades de tener reabsorción radicular grave. Factores biológicos del paciente y factores externos, incluido el trauma también se cree que están asociados con un aumento de la reabsorción radicular. Debemos de identificar qué efectos son perjudiciales y se puedan minimizar y reducir la reabsorción radicular. La reabsorción severa, definida como un exceso de 4 mm, o un tercio de la longitud de la raíz original, se ve en 1% a 5% de los dientes, los incisivos superiores promedian más reabsorción apical que cualquier otro diente, seguidos por los incisivos mandibulares y los primeros molares. Los factores de riesgo relacionados con el tratamiento ortodóncico incluyen duración del tratamiento, magnitud de la fuerza aplicada, dirección del movimiento del diente, cantidad de desplazamiento apical, método de aplicación de la fuerza (continuo versus intermitente, tipo de aparato, y técnica de tratamiento).

La variable individual se considera un factor principal para determinar el potencial de reabsorción radicular con o sin tratamiento de ortodoncia. Los factores de riesgo relacionados con el paciente incluyen: morfología de la raíz del diente, longitud y raíces con anomalías del desarrollo; genética; factores sistémicos, factores farmacológicos, deficiencia de hormonas, hipotiroidismo, asma; proximidad de la raíz al hueso cortical; densidad ósea alveolar; trauma previo; gravedad del tratamiento endodóncico y tipo de maloclusión; edad del paciente; sexo.

Las medidas preventivas a tomar en cuenta para el trabajo clínico está repleta de artículos que sugieren enfoques como la corta duración del tratamiento, el uso de fuerzas intermitentes ligeras, control de hábitos y escrutinio del historial médico y registros de tendencias familiares. Sin embargo, los autores no proporcionan estrategias preventivas definitivas que se apliquen a la mayoría de los pacientes de ortodoncia, porque no hay datos disponibles que confirmen que alguna o todas las estrategias mencionadas anteriormente den como resultado una menor incidencia de reabsorción radicular apical

REABSORCIÓN RADICULAR

1. GENERALIDADES

La reabsorción dental está presente en 5 a 10% de la población general que nunca ha sido sometida a tratamiento de ortodoncia. La reabsorción radicular data en los reportes de Schwarzkopf, en 1887, quien observó la reabsorción en dientes extraídos. Los observadores clínicos sugirieron un nexo directo entre el tratamiento ortodóntico y la reabsorción radicular, presentándose la prueba radiográfica a finales de 1920, en la cual se demostraba discrepancias en la morfología radicular antes y después del tratamiento ortodóntico.⁽¹⁻³⁾

1.1 DEFINICIÓN

Se define como la pérdida de cemento y dentina en la superficie apical o lateral de la raíz de un diente, debido a la actividad cementolítica y eventualmente dentinolítica de naturaleza irreversible, que puede ser fisiológica o patológica.^(4,5)

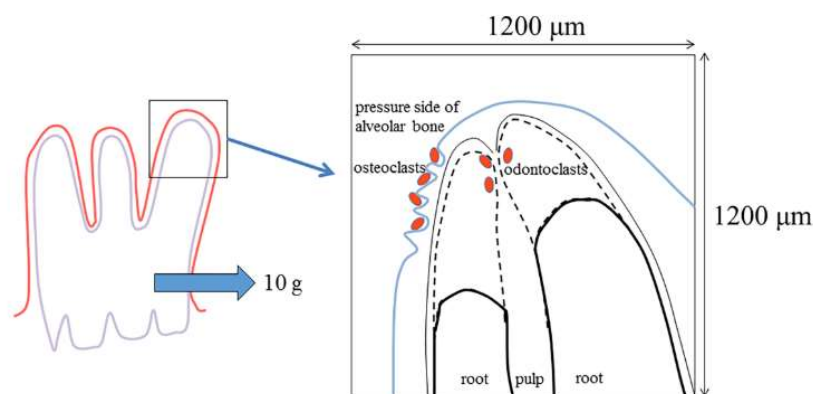
1.2 ETIOLOGÍA

El inicio y la causa de la reabsorción radicular se han estado investigando y discutiendo, siendo compleja y multifactorial; pero se puede dar una teoría de dos fases un estímulo y una reestimulación. En la primera fase el estímulo afecta los tejidos no mineralizados con el precemento o el tejido cementoide que cubre la superficie externa de la raíz, este estímulo es similar en los diferentes tipos de reabsorción y puede ser de tipo mecánico. se desconoce cómo los factores de tratamiento ortodóntico influyen en la reabsorción de la raíz, estos factores consisten en las características biológicas individuales, la predisposición genética y el efecto de las fuerzas de ortodoncia. Los factores de riesgo para la reabsorción radicular se pueden categorizar como relacionados con el paciente y relacionados con el tratamiento. Los factores relacionados con el paciente incluyen; genética, factores sistémicos, nutrición, asma y alergias, alcoholismo crónico, severidad de la maloclusión, morfología de la raíz del diente, antecedentes previos de reabsorción radicular, densidad ósea alveolar, proximidad de la raíz a hueso cortical, tratamiento endodóntico y edad y sexo del paciente; los factores de riesgo relacionados con el tratamiento de ortodoncia incluyen; la duración del tratamiento, la extracción o no extracción, la cantidad de la fuerza aplicada, la dirección del movimiento del diente, la cantidad de desplazamiento apical y el método de aplicación de la fuerza. Se desconoce por qué algunos pacientes son afectados y otros no, a pesar del tratamiento prolongado duración y fuertes fuerzas de ortodoncia.⁽⁵⁻¹¹⁾

1.3 FISIOLÓGIA DE LA REABSORCIÓN RADICULAR

Algunos factores que serían responsables de la inhibición total o parcial de la reabsorción dental en el alvéolo, permitiendo que el diente pueda mantenerse íntegro y funcional, son: el ligamento periodontal; los remanentes epiteliales de Malassez; y la estructura anatofisiológica formada por la capa de cementoblastos, precemento y por la

de predentina y odontoblastos que revisten, respectivamente, las superficies externa e interna de la raíz, otro factor también citado es la capa de cemento intermedio. Las células y las sustancias de la matriz extracelular encontradas en el ligamento periodontal son responsables no sólo por la génesis, como por la degradación del tejido fibroso, óseo y cementario. Entre los variados tipos celulares constituyentes del ligamento periodontal, como fibroblastos, osteoblastos y cementoblastos, un peculiar es el de células indiferenciadas, dichas progenitoras o de reserva. Estas células una vez estimuladas pueden diferenciarse en cualquiera de los tipos celulares anteriormente citados, permitiendo el mantenimiento de los tejidos periodontales. Se sugiere que en el ligamento periodontal sea liberado algún factor de inhibición de las capas semejante al factor antiinvasión del cartílago y vasos sanguíneos que asociado a la capacidad periodontal de absorber parte de la carga masticatoria constituían otro factor relacionado a la inhibición de la reabsorción radicular de los dientes permanentes, que son constantemente sometidos a estrés funcionales derivadas de la masticación. A pesar de no saber por qué mecanismo, se cree que los remanentes epiteliales de Malassez tendrían la función de mantener la anchura del ligamento periodontal, además de participar en la reparación de la superficie radicular, a través de la inducción en la deposición de cemento acelular. Sin embargo, algunos estudios, no encuentran correlación entre la distribución de los restos epiteliales de Malassez, la reparación y el mantenimiento del espacio periodontal. A pesar del ligamento periodontal y los restos epiteliales de Malassez son sugeridos como factores de mantenimiento del tejido radicular, parece que la principal estructura responsable por la inhibición de la reabsorción se encuentra en la raíz misma. En el caso de que se produzca un cambio en la calidad de los alimentos, se debe tener en cuenta que. Las células de este cinturón protector parecen ser capaces también de sintetizar un factor antiinvasión inhibitor de la reabsorción mineral. Sin embargo, el mecanismo más aceptado de inhibición es el de que los clastos para activarse necesitan el contacto de sus receptores de membrana (integrinas) con moléculas específicas de la matriz mineral. Por lo tanto, la capa de cementoblastos y la de odontoblastos impedirían este conteo, evitando, consecuentemente, la señalización para la reabsorción mineral. la capa de cemento intermedio, conocida como capa de Hopewell-Smith, presenta una estructura hipercalcificada y así prácticamente impermeable y resistente a la reabsorción, el cemento intermedio crea una barrera entre los túbulos dentinarios y el flujo periodontal, impidiendo que los agentes irritantes de una pulpa infectada, por ejemplo, alcancen el espacio periodontal y viceversa. Si esta capa es dañada, la comunicación entre la pulpa y el periodonto podría iniciar una respuesta inflamatoria local, resultando en rizolisis o, permitir la progresión de un proceso reabsortivo.⁽¹²⁾



Fuente: Yamamoto (2018)⁽¹³⁾

FIGURA N.º 01
OBSERVACIÓN DEL ÁREA DE REABSORCIÓN DE HUESO Y RAÍZ.

1.4 REMODELACIÓN FISIOLÓGICA DEL CEMENTO

El cemento radicular es un tejido mineralizado especializado que cubre la superficie radicular y tienen muchos elementos en común con el tejido óseo. Sin embargo, el cemento no contiene vasos sanguíneos, no tiene inervación, no sufre reabsorción fisiológica ni remodelación y se caracteriza por el depósito continuo a lo largo de la vida. El cemento fija las fibras del ligamento periodontal a la raíz y contribuye con el proceso de reparación de los daños sufridos en la superficie radicular. Durante la formación de la raíz se forma el cemento primario. Tras la erupción dental y en respuesta a las demandas funcionales, se forma el cemento secundario, que, a diferencia del primario, contiene células. Durante la formación continua del cemento primario, parte de las fibras principales del periodontal adyacente a la raíz se incrustan y mineralizan. Las fibras de Sharpey del cemento se deben considerar como una continuación directa de las fibras de colágeno del ligamento periodontal.⁽¹⁴⁾

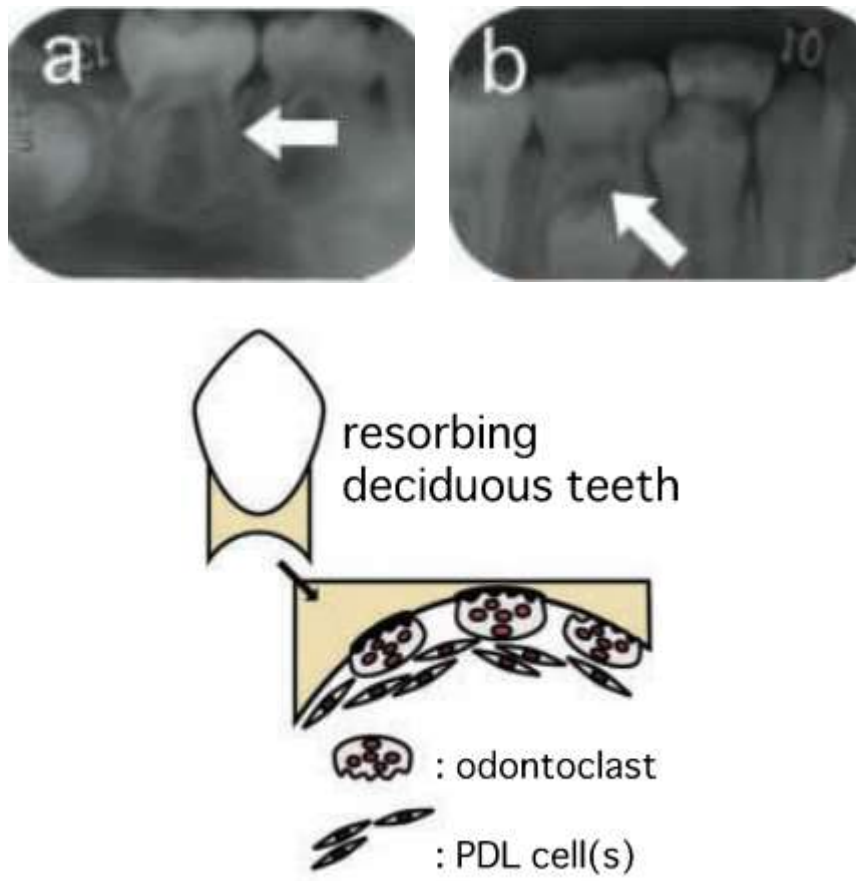
La reabsorción del cemento y la posterior reparación del cemento celular (renovación del cemento), que según algunos investigadores puede considerarse como un proceso de remodelación fisiológica, se produce a lo largo de la vida en respuesta a cambios metabólicos en el ligamento periodontal mediado por fuerzas de masticación, erupción continua de los dientes y deriva, y posiblemente por actividades gnatólogicas parafuncionales. Por otro lado, otros investigadores opinan que, a diferencia del hueso, el cemento no sufre una remodelación fisiológica de este tipo, sino que aumenta su grosor a lo largo de la vida. Independientemente de este debate, la reabsorción de la dentina externa no ocurrirá a menos que haya habido una reabsorción del cemento de espesor completo⁽⁸⁾.

El cemento acelular reabsorbido siempre se repara con cemento celular, pero las vías moleculares y los mecanismos celulares que median en este proceso son desconocidos. La reabsorción radicular externa puede ser inducida no solo por fuerzas que exceden los límites fisiológicos sino también por alteraciones intrínsecas en la Wnt / β -catenina y en el activador del receptor del factor nuclear $\kappa\beta$ (RANK), el ligando RANK (RANKL) y la señalización de osteoprotegerina (OPG) en estas circunstancias, la extensión de la reabsorción está influenciada por el grado de desregulación de estas vías⁽⁸⁾⁽¹⁵⁾

1.5 TIPOS DE REABSORCIÓN RADICULAR

1.5.1 REABSORCIÓN FISIOLÓGICA

Se da en la dentición decidua debido al proceso de erupción normal de los dientes permanentes. Esta involucra la pérdida de cemento, dentina y tejido pulpar de los dientes deciduos hasta ocurrir su exfoliación. Se puede dar en ausencia de los dientes permanentes sucedáneos, en este caso se habla de un componente genético como inductor del proceso de reabsorción⁽⁵⁾



Fuente: Fukushima (2003)⁽¹⁶⁾

FIGURA N.º 02 REABSORCIÓN FISIOLÓGICA

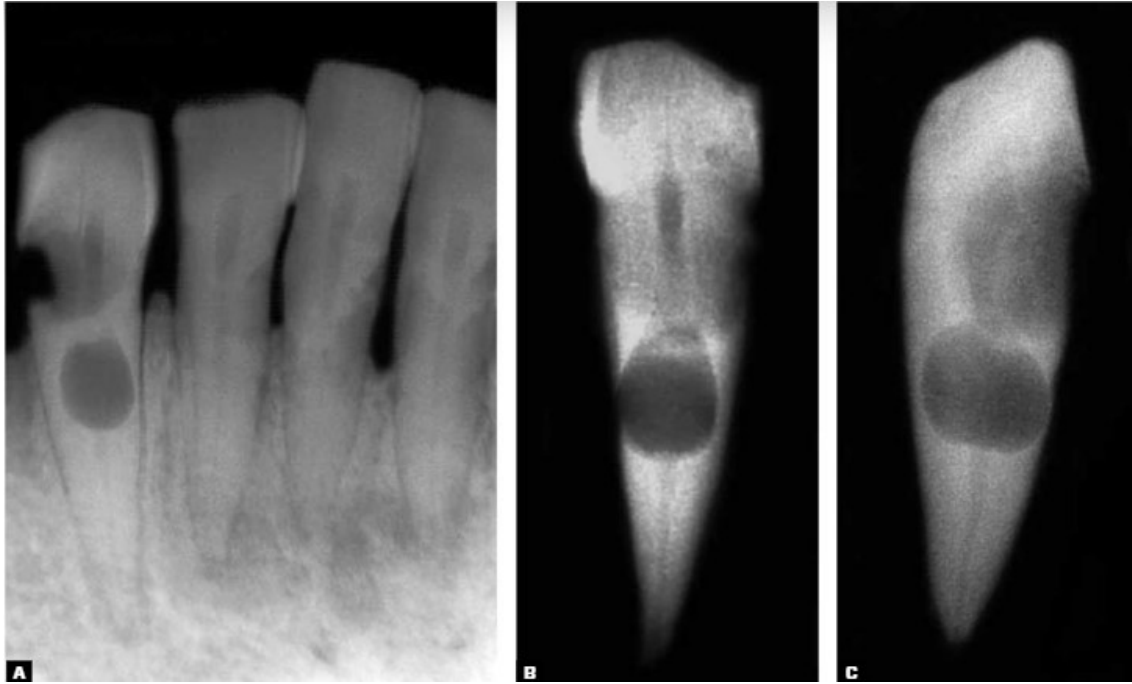
- a) Diente deciduo no reabsorbido b) diente deciduo reabsorbido
 c) esquema de células del ligamento periodontal aisladas y odontoclastos de reabsorción de dientes deciduos.

1.5.2 REABSORCIÓN PATOLÓGICA

Es un proceso patológico que trae como consecuencia la pérdida de tejido dental, ya que afecta el cemento y la dentina de uno o varios dientes deciduos y permanentes.⁽⁵⁾

A. REABSORCIÓN RADICULAR INTERNA

Se presenta en el interior de la cámara pulpar como consecuencia de un proceso inflamatorio crónico de larga duración en el tejido pulpar cuyo origen se relaciona sobre todo con caries, traumatismos, procedimientos de blanqueamiento dental, tratamientos de conductos o dientes reimplantados. la zona metaplásica pulpar se puede desarrollar a partir de una hemorragia y puede producir la destrucción de la dentina. En la reabsorción interna puede ocurrir fragilidad dentaria.^(3,5)



Fuente: Consolaro (2012)⁽¹⁷⁾

FIGURA N.º03 REABSORCIÓN RADICULAR INTERNA

a. REABSORCIÓN POR SUSTITUCIÓN

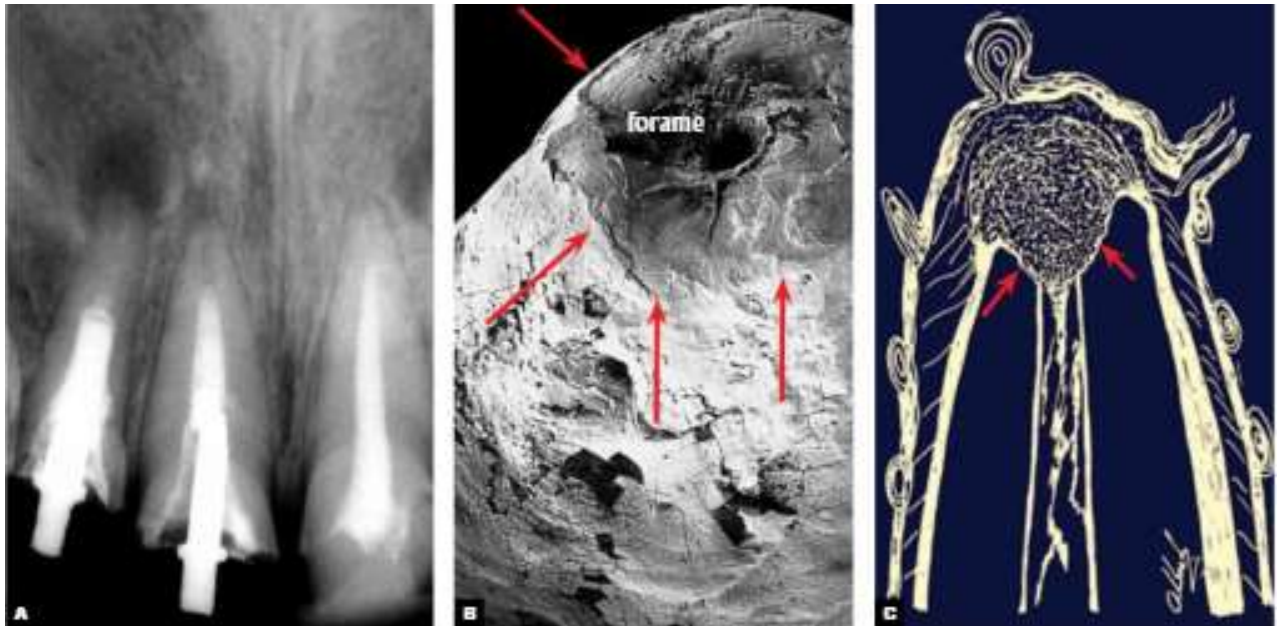
Es un cambio histológico que se produce cuando el diente sufre una metaplasia y hay un cambio continuo de dentina y cemento por hueso⁽⁵⁾

b. REABSORCIÓN INFLAMATORIA

Es un cambio histológico del tejido pulpar normal que se transforma en tejido de granulación con presencia de células gigantes que reabsorben las paredes de los dientes y que avanza de la superficie pulpar hacia la periferia⁽⁵⁾

B. REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA

Puede asociarse con traumatismos mecánicos agudos o crónicos, con impactaciones dentarias generalmente ocasionadas por anomalías eruptivas o con procesos inflamatorios de origen pulpar y periodontal, aunque la mayoría de los casos son de origen idiopático. La reabsorción radicular externa que acompaña el tratamiento ortodóntico es anatomopatológicamente distinta de las que se producen espontáneamente o idiopáticas, pudiendo resultar clínicamente con movilidad dental excesiva y/o dolor a la percusión. las radiografías panorámica, periapical y tomografías confirman la existencia de reabsorción radicular externa, pero solo permiten evaluar a groso modo el grado de reabsorción, no su profundidad y extensión en toda la superficie radicular⁽³⁾



Fuente: Consolaro (2012)⁽¹⁷⁾

FIGURA N.º 04 REABSORCIÓN APICAL EXTERNA

A) Reabsorción apical en el incisivo lateral, B) en el microscopio electrónico de barrido revela la reabsorción en la superficie externa del ápice dentario, C) también hay reabsorción apical del canal cementario.

a. Reabsorción Superficial

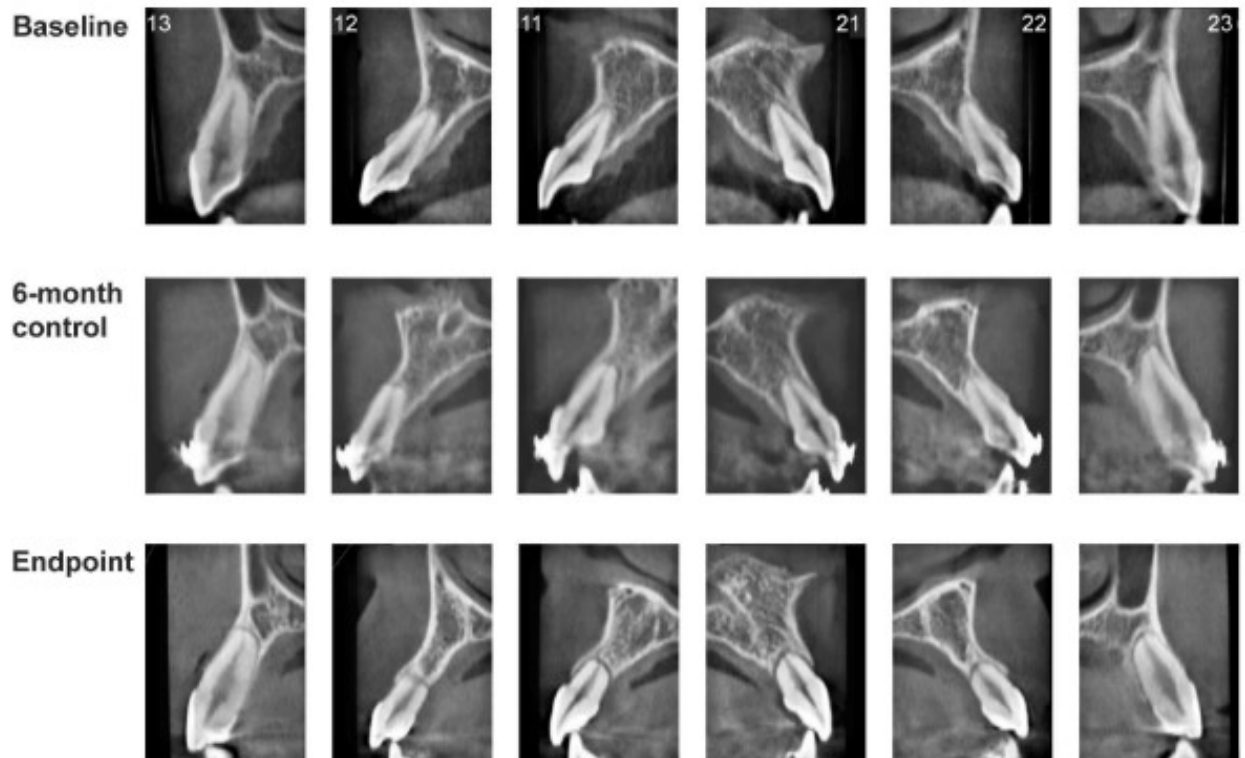
Se trata de un proceso autolimitado que afecta a pequeñas áreas de la superficie externa de la raíz, seguido de una reparación espontánea procedente de zonas intactas del ligamento periodontal⁽³⁾

b. Reabsorción Inflamatoria

La reabsorción alcanza los túbulos dentinarios del tejido pulpar necrótico con una zona invadida por leucocitos⁽³⁾ son mantenidos por mediadores inflamatorios que estimulan las Unidades Multicelulares óseas donde las células clásticas reabsorben gradualmente la superficie de la dentina libre de cementoblastos y odontoblastos, eliminados como consecuencia del proceso de reabsorción. El principio terapéutico de estas reabsorciones dentales se basa en la identificación y eliminación de su causa, por lo tanto, el proceso de reabsorción evolucionará a la fase de reparación. Así es como vemos reabsorción inflamatoria relacionada con el movimiento de ortodoncia en cada período de activación.⁽¹⁸⁾

Cuando, en el proceso de reabsorción, el espacio periodontal y el ligamento permanecen inflamados y actúan como fuente de mediadores para que las células reabsorben tejido de raíz mineralizado. Las principales causas de reabsorción inflamatoria son el movimiento ortodóncico, la periodontitis periapical, el traumatismo y el blanqueamiento interno. Desde el punto de vista celular, la causa del proceso inflamatorio periodontal provoca la muerte local de los cementoblastos, a pesar de que

se conserva la vitalidad del ligamento periodontal y los restos epiteliales de Malassez, la estructura responsable de mantener el espacio periodontal uniforme, evitando así la anquilosis alveolodental. El tratamiento de ortodoncia induce este tipo de resorción.⁽¹⁹⁾



Fuente: Lund (2012)⁽²⁰⁾

FIGURA N.º 05
UN CASO CON ACORTAMIENTO DE RAÍZ SEVERO DURANTE EL CURSO DEL TRATAMIENTO.

Los dientes están numerados según la FDI si aprecia la reabsorción apical

i. Reabsorción inflamatoria transitoria

Se da cuando el agente causal actúa con una mínima intensidad y durante un corto periodo de tiempo. El defecto no se percibe radiográficamente y es reparado por tejido similar al cemento⁽³⁾

ii. Reabsorción infamatoria progresiva

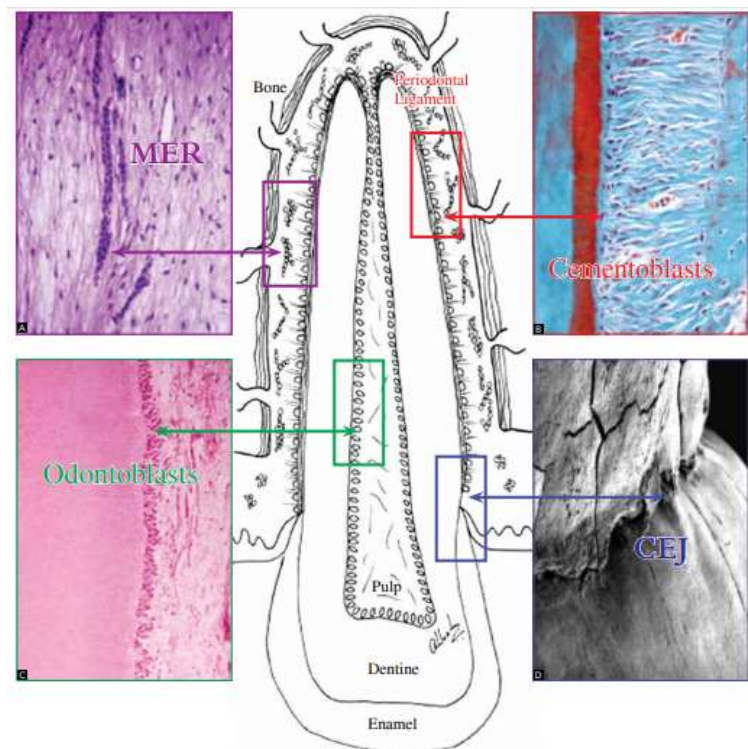
Se produce cuando el agente causal actúa durante un largo periodo de tiempo. El resultado es la sustitución de la zona afectada por un tejido similar al hueso, con la consiguiente anquilosis, que se correspondería con la reabsorción reparadora o sustitutiva⁽³⁾

iii. Reabsorción reparadora o sustitutiva

Se produce por una necrosis extensa del ligamento periodontal con formación de hueso sobre la superficie de la raíz. El hueso sustituye lentamente el cemento perdido de la superficie radicular y se une al cemento restante con evolución a la anquilosis son mantenidos por mediadores sistémicos y locales de tejido óseo que regulan el proceso de remodelación o facturación. ^(3,5) Esta reabsorción ocurre siempre como una consecuencia de la anquilosis alveolodental debido a la muerte de células de reposo epiteliales de Malassez, inducidas por traumatismos dentales, especialmente por conmociones cerebrales diarias. Dado que no hay forma de eliminar a los mediadores locales del recambio óseo, el pronóstico de la resorción dental por reemplazo casi siempre implica la pérdida de los dientes. Es importante resaltar que el movimiento de ortodoncia y el traumatismo oclusal no inducen la muerte de los restos epiteliales de Malassez. ⁽¹⁸⁾

Consolaro (2013) propone una nueva clasificación para las reabsorciones radiculares, utilizando como criterio su mecanismo de inducción e inicio del proceso.

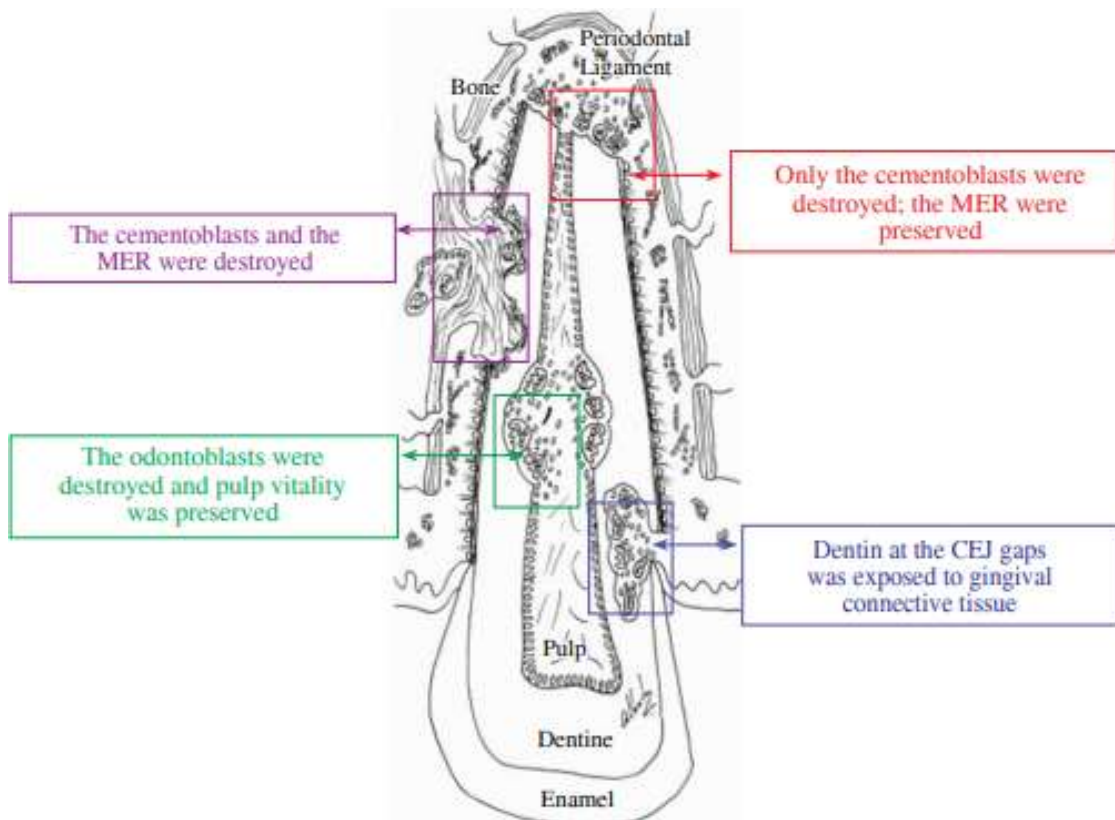
El uso de esta clasificación en cada caso clínico permite un diagnóstico directo y preciso, vinculado de inmediato con su causa, lo que lleva a un razonamiento automático del plan de tratamiento probable con un pronóstico preciso.



Fuente: Consolaro (2013)⁽¹⁷⁾

FIGURA N.º 06 LAS CUATRO ESTRUCTURAS PROTECTORAS DE LOS DIENTES CONTRA LA REABSORCIÓN

Restos epiteliales de Malassez (MER), células cementoblasticas, células odontoblásticas y unión amelocementaria. (CEJ) El proceso de resorción se desencadena por la destrucción o la exposición local de estas estructuras (A = H.E., 160X; B = T. Mallory, 160X; C = H.E., 40X; D = MEV, 100X)



Fuente: Consolaro (2013)⁽¹⁷⁾

FIGURA N.º 07 PROCESO DE REABSORCIÓN RADICULAR

La destrucción o la exposición local de las cuatro estructuras protectoras del diente son los fenómenos iniciales de los cuatro tipos diferentes de procesos de resorción conduciendo directamente a su causa, plan de tratamiento y pronóstico en cada caso clínico, como se representa en esta figura.

Las reabsorciones de raíz se agrupan de la siguiente manera:

1. Resorción de la raíz por muerte celular de cementoblastos con mantenimiento de los restos epiteliales de Malassez.

- Resorciones inflamatorias de la raíz durante el movimiento de ortodoncia.
- Reabsorción radicular apical inflamatoria en lesiones periapicales crónicas.
- Resorción inflamatoria de la raíz por trauma leve y / o contaminación.
- Resorción inflamatoria de la raíz por trauma oclusal.

2. Resorciones de la raíz por cementoblastos y restos del epitelio de Malassez muertos

- Resorción por reemplazo en trauma dental.
- Resorción por reemplazo en la atrofia del ligamento periodontal de los dientes no erupcionados, especialmente los caninos.

3. Resorción de la raíz por muerte celular de odontoblastos con mantenimiento de la vitalidad pulpar

- Resorción de raíz inflamatoria interna por trauma dental.

4. Resorción de la raíz por exposición directa de la dentina al tejido conjuntivo gingival en las brechas de la unión amelocementaria

- Reabsorción inflamatoria cervical externa por trauma accidental, especialmente conmoción cerebral.
- Resorción inflamatoria cervical externa por trauma dental transoperatorio como en la tracción canina impactada y durante la intubación en procedimientos de anestesia general.
- Reabsorción inflamatoria cervical externa en asociación con procedimientos internos de blanqueamiento.⁽¹⁸⁾

1.5.3 PREVALENCIA

La reabsorción radicular ocurre en diferentes grados. La reabsorción generalizada de más de 3 mm ocurre en el 1% a 4% de los pacientes ortodóncicos. Al menos el 5% de los adultos y el 2% de los adolescentes son propensos a tener 1 o más dientes con más de 5 mm de resorción durante el tratamiento de ortodoncia con dispositivos fijos. La investigación histológica indica una extremadamente alta (más del 90%) aparición de reabsorción de raíces causada por fuerzas de ortodoncia. Sin embargo, la incidencia radiológica es menor que la incidencia histológica.⁽⁶⁾⁽²¹⁾

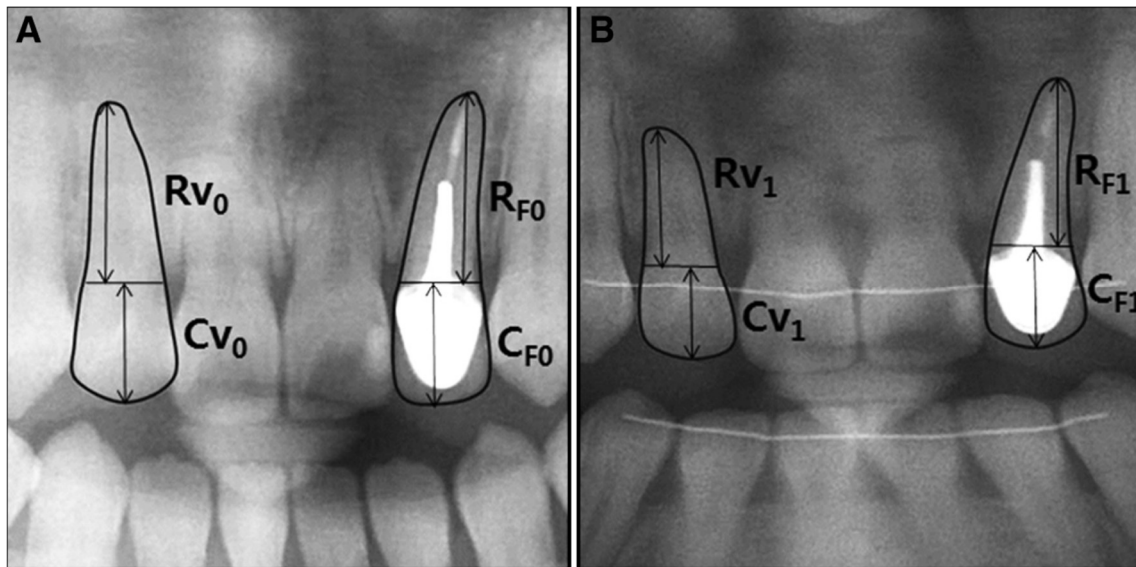
Frecuencia de reabsorción radicular	Dientes afectados	Técnica empleada	Grado de reabsorción	Autor
> 90%	Incisivos superiores		< 2 mm	Palma et al., 2000
90%	Todos los dientes		> 2 mm	Weltman et al., 2010
40%	Incisivos superiores		> 2,5 mm	Mirabella y Artun , 1995
14,50%	Incisivos superiores e inferiores	Método Edgewise	> 1/3 longitud original de la raíz (Severa)	Marques et al.
	Incisivos superiores	Convencional	No resultados estadísticamente significativos	Pandis et al, 2008
	Incisivos superiores	Autoligado	No resultados estadísticamente significativos	Pandis et al, 2008
	Incisivos centrales superiores	Intrusión con microtornillos	2,5-2,8 mm/ 16,0-20,0% de la longitud original de la raíz	Liou et al, 2010
15% antes del tratamiento de ortodoncia			< 2 mm	Lupi y Linge, 1996
73% después del tratamiento de ortodoncia			< 2 mm	Lupi y Linge, 1996
1-4%			> 4 mm (Severa)	Palma et al., 2000
1-5%	Todos los dientes		> 4 mm (Severa) o > 1/3 de la longitud original de la raíz	Levander, 1998; Killiany, 2002

Fuente: Vaquero (2011)⁽²²⁾

CUADRO N.º 01 EPIDEMIOLOGÍA DE LA REABSORCIÓN RADICULAR EN ORTODONCIA

1.5.4 DIAGNÓSTICO

En el diagnóstico de esta afección se basa predominantemente en procedimientos radiográficos de rutina, como radiografías periapicales o panorámicas, aun que presenta limitaciones, esta limitación puede poner en peligro el diagnóstico de reabsorción radicular porque las imágenes radiográficas podrían subestimar la extensión de la lesión de reabsorción radicular apical, el diagnóstico se basa en términos de comparación, con el uso de una radiografía pretratamiento y otra al final del mismo y debe seguir, sea cual sea el medio radiológico adoptado, una metódica estandarizada.^(4,23)

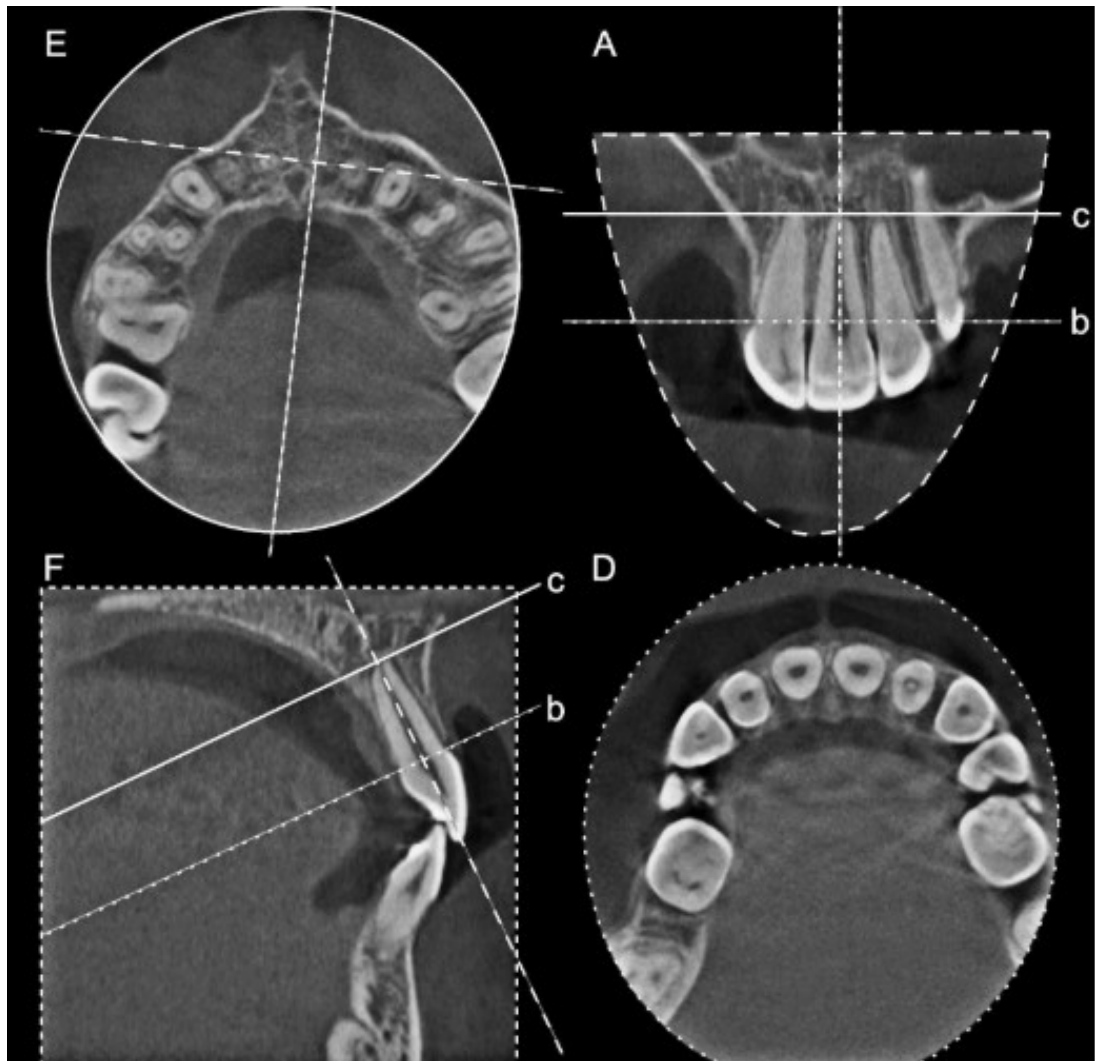


Fuente: Lee⁽¹⁵⁾

FIGURA N.º 08 RADIOGRAFÍA PRE Y POSTRATAMIENTO

A. Puntos de referencia radiográficos y líneas antes del tratamiento ortodóncico en dientes de una sola raíz con raíces obturadas (F) o vitales (V). RV0, longitud de la raíz; CV0, longitud de la corona; RF0, longitud de la raíz; CF0, longitud de la corona. B. Puntos de referencia y líneas después del tratamiento de ortodoncia en dientes de una sola raíz. RV1, longitud de la raíz; CV1, longitud de la corona; RF1, longitud de la raíz; CF1, longitud de la corona.

El advenimiento de imágenes tridimensionales trajo consigo la perspectiva de una evaluación cuantitativa precisa que permite diferenciar los niveles de reabsorción radicular en varias superficies de la raíz. La tomografía computarizada Cone Beam es una técnica eficiente para obtener datos de estructuras dentales. Este método proporciona imágenes en cortes de las raíces dentales que eliminan la superposición de estructuras y muestran diferentes niveles de reabsorción en las superficies labiales y linguales, lo que demuestra que es una herramienta precisa en el diagnóstico de las lesiones de reabsorción radiculares.⁽²³⁾



Fuente: Lund (2012)⁽²⁰⁾

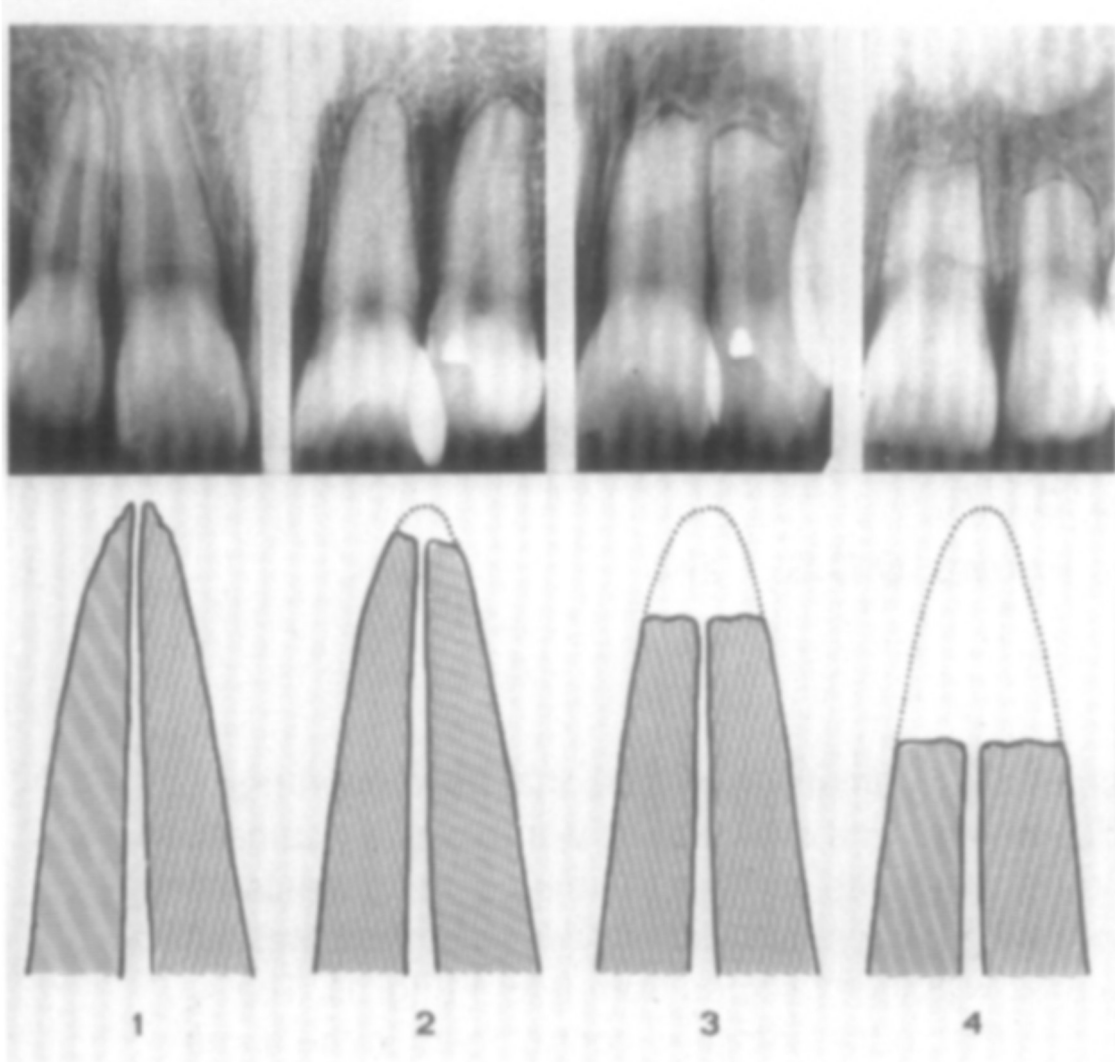
**FIGURA N.º 09
PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE LA LONGITUD DE
LA RAÍZ MEDIANTE CORTES AXIALES, CORONAL Y SAGITAL CON
TOMOGRFÍA CONE BEAM**

A) vista coronal entre dos líneas de referencia, a) a nivel de unión amelo cementaria, b) a nivel del ápice de la raíz. D) y E) las vistas axiales correspondientes y F) vista sagital.

El examen histológico de los tejidos radiculares en vía de reabsorción es el mejor método por su precisión y exactitud, y por la posibilidad de individualizar lesiones apicales. Aunque la mayoría se efectúan en animales, en los dientes extraídos se tiene la ventaja de observar procesos de reabsorción en las 4 caras de la raíz.⁽⁴⁾

Da Silva Campos (2013) en su estudio busca determinar las longitudes de las superficies labiales y linguales de los incisivos con reabsorción radicular apical y compararlos con la longitud radicular más larga obtenida en las imágenes sagitales de la tomografía computarizada Cone Beam, y crear una escala visual cualitativa de diferentes patrones de reabsorción radicular apical y concluye que hay diferencia estadísticamente significativa: entre las longitudes de las raíces más largas y más cortas cuando se evalúan en el corte sagital de los incisivos, lo que demuestra que la superposición radiográfica subestima la extensión de las lesiones de reabsorción de la raíz apical.⁽²³⁾

Malmgren (1982) realizó su estudio e investigó el riesgo de reabsorción de raíz después del movimiento de los incisivos traumatizados, principalmente aquellos con lesiones leves o moderadas. Los resultados se basan en dientes traumatizados registrados según el tipo de trauma y seguidos de exámenes de recuerdo frecuentes antes del tratamiento de ortodoncia. El estudio también incluye una comparación de la frecuencia y el grado de reabsorción de la raíz en los incisivos traumatizados y en los incisivos no dañados después del tratamiento ortodóncico convencional y presenta el siguiente diagrama.⁽²⁴⁾



Fuente: Malmgren (1982)⁽²⁴⁾

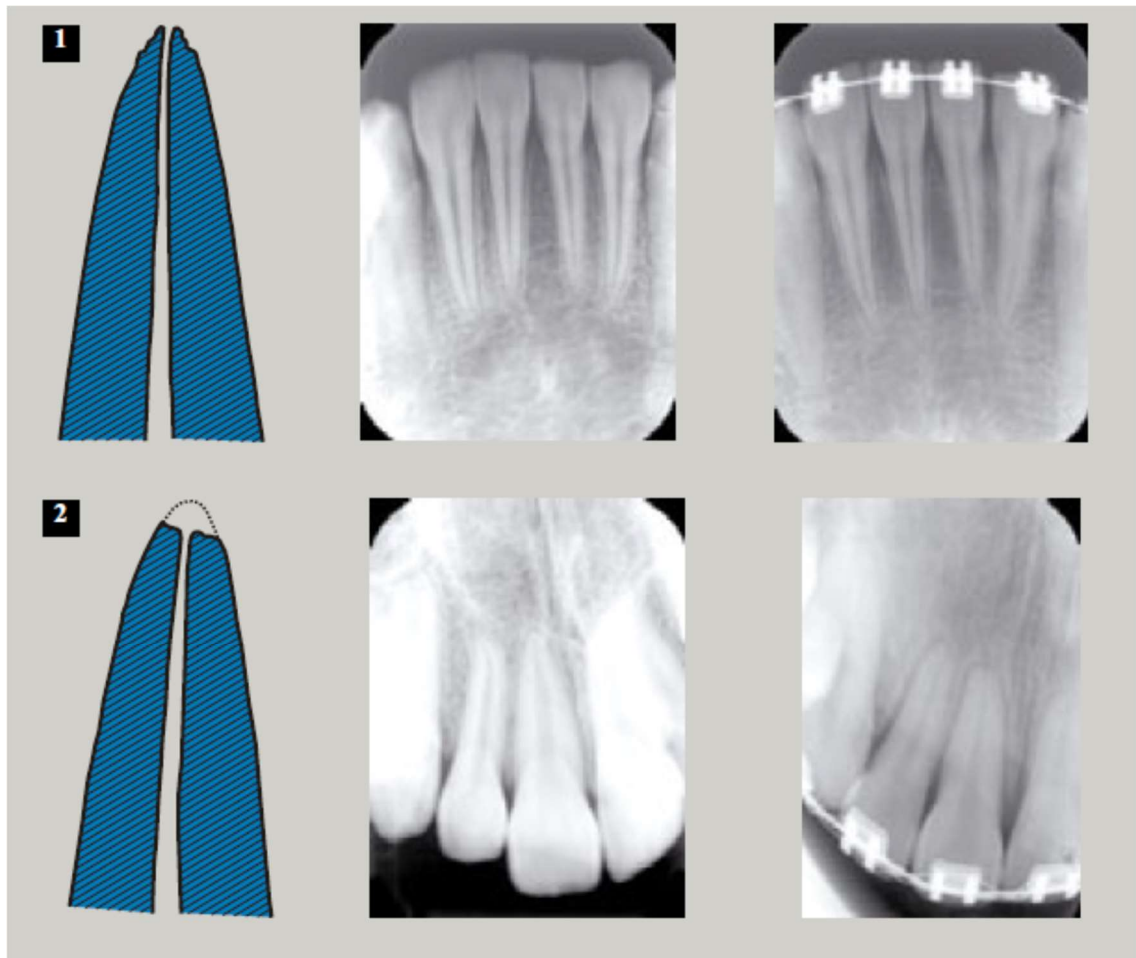
FIGURA N.º 10
ÍNDICE DE REABSORCIÓN RADICULAR PARA LA EVALUACIÓN CUANTITATIVA
DE LA REABSORCIÓN DE LA RAÍZ.

1, contorno de raíz irregular. 2, reabsorción apical de la raíz, que asciende a menos de 2 mm. de la longitud de la raíz original. 3, reabsorción apical de la raíz, que asciende a partir de 2 mm. a un tercio de la longitud de la raíz original. 4, reabsorción apical de la raíz que excede un tercio de la longitud original de la raíz.

2 REABSORCIÓN RADICULAR EN ORTODONCIA

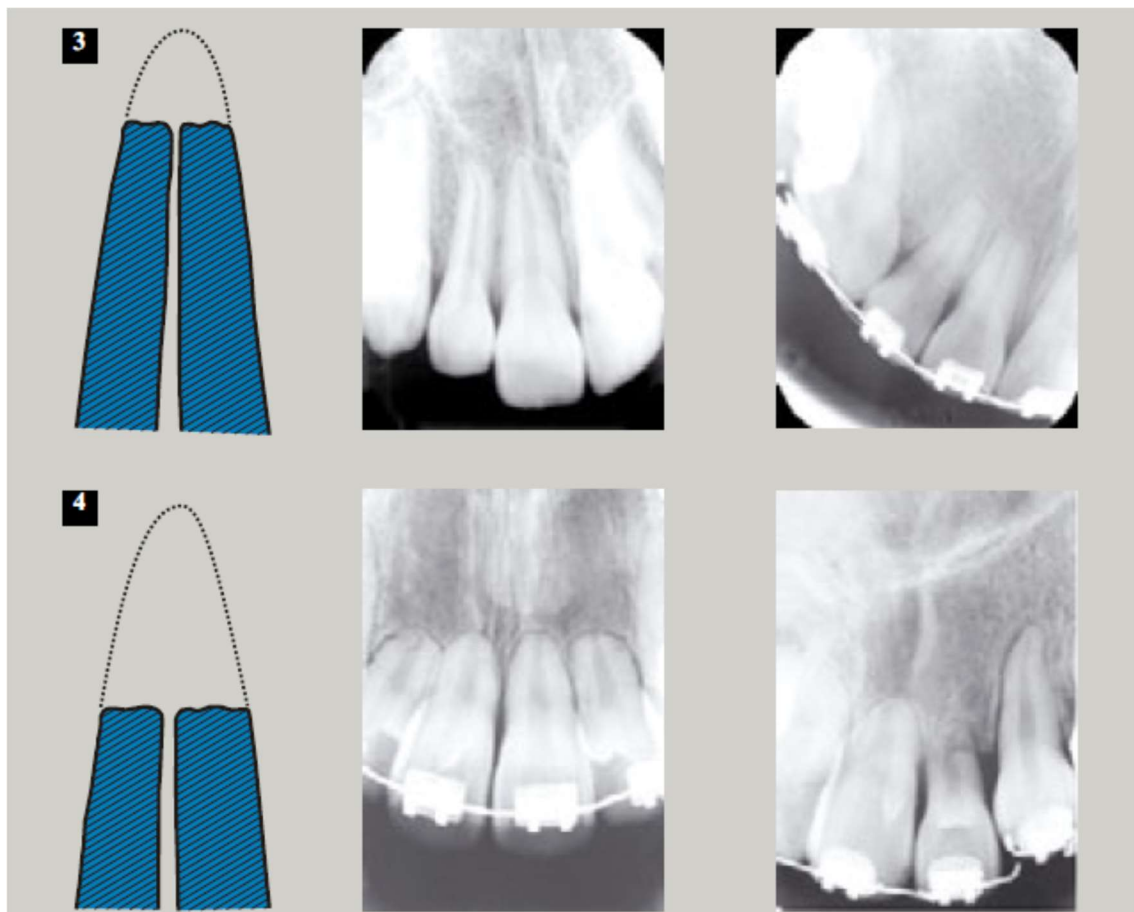
la reabsorción radicular apical es un efecto no deseable, común en el tratamiento de ortodoncia, que conduce a una pérdida permanente de la estructura dental.⁽²³⁾

Esta afección puede comprometer el éxito del tratamiento de ortodoncia, reducir la longevidad del diente y la capacidad de soportar las fuerzas de masticación y limitar su uso como anclaje en la rehabilitación protésica.⁽²¹⁾



Fuente: Rego (2004)⁽²⁵⁾

FIGURA N.º 11
CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE REABSORCIÓN RADICULAR DURANTE EL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO, SUGERIDA POR LEVANDER, MALMGREM
1- Reabsorción mínima (contorno apical irregular); 2- Reabsorción moderada ($\leq 2\text{mm}$).



Fuente: Rego (2004)⁽²⁵⁾

FIGURA N.º 12
CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE REABSORCIÓN RADICULAR DURANTE
EL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO, SUGERIDA POR LEVANDER, MALMGREM
(1988).

3- Reabsorción severa (> 2mm < 1/3 de la raíz); 4- Reabsorción extrema (> 1/3 de la raíz).

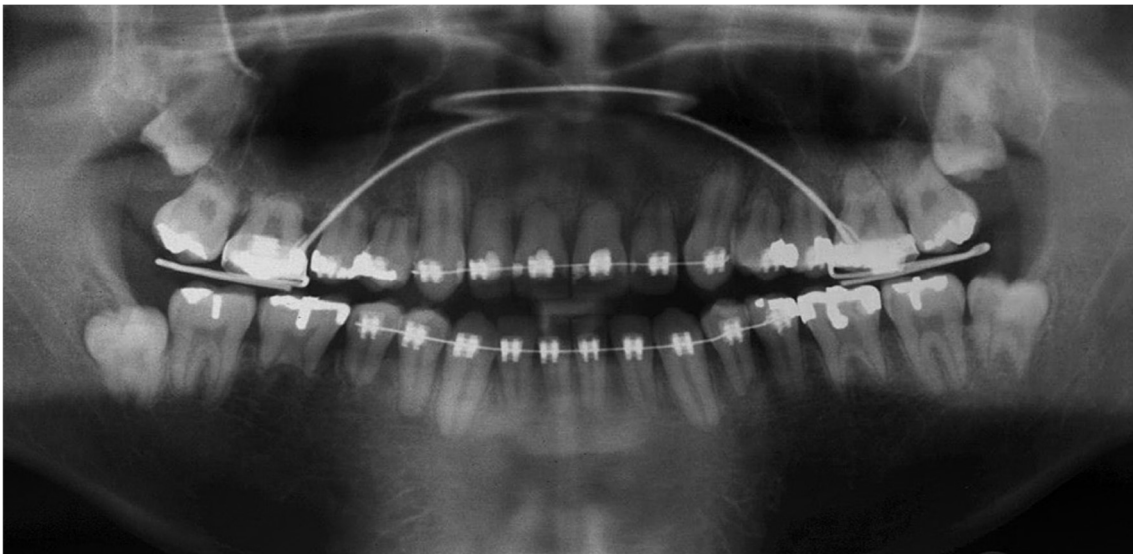
2.1 COSTO BIOLÓGICO DE LA MECANOTERAPIA

La reabsorción radicular apical externa es un efecto secundario indeseable que está asociado al movimiento dental ortodóntico⁽²⁶⁾⁽²⁷⁾. Las fuerzas ortodónticas aplicadas al diente se transforman en estrés biológico en el ligamento periodontal, actuando igual y simultáneamente sobre el hueso alveolar y sobre el cemento. Si estos tejidos, hueso y cemento, presentaban comportamiento biológico similar, ambos deberían ser igualmente reabsorbidos durante el movimiento dental. Dado que el cemento es más resistente a la reabsorción, las fuerzas ortodónticas normalmente inducen la remodelación ósea, con el consiguiente movimiento de la dentina y la reabsorción radicular insignificante desde el punto de vista clínico. Este es el principio fundamental de la Ortodoncia⁽²⁵⁾

La alta resistencia a la reabsorción de las superficies radiculares se ha relacionado con la capa de pre-cemento y cementoblastos que recubren toda la extensión del cemento. En el caso de los osteoblastos, no hay receptores para mediadores sistémicos, como prostaglandinas, leucotrienos, interleucinas I, II y VI, IGF y factor de crecimiento tumoral (TNF), que se acumulan en las áreas de compresión del ligamento periodontal contra el

hueso alveolar. Además, los cementoblastos no tienen receptores para las hormonas que aceleran o disminuyen el proceso continuo de la remodelación ósea, como la paratormona y la calcitonina, respectivamente. Se puede decir, por lo tanto, que los cementoblastos son "sordos" para los mediadores de la reabsorción ósea, actuando como "guardianes de la integridad de la raíz"⁽²⁵⁾.

A pesar de la existencia de una barrera biológica protectora, la reabsorción de cemento y dentina también puede ocurrir. La reabsorción radicular se ha asociado con la lesión o destrucción parcial de la capa de recubrimiento de pre-cemento. Con la lesión de esta capa de revestimiento por un agente físico local, los clastos obtienen acceso a los tejidos mineralizados del diente e inician el proceso de reabsorción, actuando en conjunto con los macrófagos por medio de la formación de una unidad osteo remodeladora, los osteoblastos, que poseen receptores para los mediadores de la reabsorción⁽²⁵⁾



Fuente: Consolaro (2011)⁽²⁸⁾

FIGURA N.º 13

REABSORCIÓN RADICULAR INFLAMATORIA GRAVE

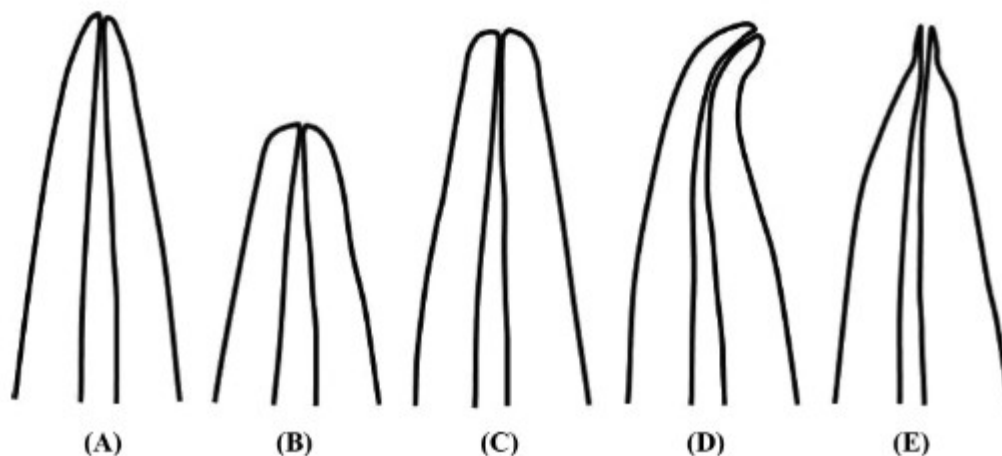
Radiografía panorámica convencional revela la reabsorción radicular inflamatoria grave (grado 4 de Malmgren) después de cuatro años de tratamiento ortodóncico.

2.2.1 VARIABLES BIOLÓGICAS

A. MORFOLOGÍA RADICULAR

Las raíces pueden clasificarse en cuanto a la forma geométrica en romboidal, triangular y rectangular. Levander, Malmgren (1988) describieron las formas atípicas de raíz que constituyen factores de riesgo a la reabsorción durante el tratamiento ortodóntico. Entre las diferentes especies morfológicas, las raíces triangulares, las raíces en forma de pipeta y las raíces tortuosas propician una mayor concentración de la fuerza por área del ligamento periodontal en la región apical, posibilitando que lesiones en la capa cementoblástica ocurran con mayor frecuencia y gravedad. En la raíz rectangular, la fuerza se disipa mejor en la estructura dental, en el ligamento periodontal y en la estructura ósea vecina, acarreando menor probabilidad de reabsorción radicular. Las formas de raíz anormales y la reabsorción de raíz son mayores en dientes hipofuncionales que en dientes funcionales.⁽²⁹⁾

La fragilidad de la estructura apical y su forma más afilada determinan reabsorciones mayores, implicando en reducción de la longitud dental. De esta manera, ápices en forma de pipeta y raíces con dilaceración son más susceptibles a la reabsorción durante la mecánoterapia ortodóntica. De ahí la importancia del examen radiográfico periapical inicial, con el fin de identificar la morfología radicular individual inherente al paciente, y así establecer el grado de riesgo a la reabsorción durante el tratamiento. La presencia de reabsorciones radiculares previas al tratamiento puede indicar una mayor susceptibilidad a la reabsorción de moderada a severa durante la mecanoterapia⁽²⁵⁾



Fuente: Motokawa M. (2013)⁽²⁹⁾

FIGURA N.º 14

CLASIFICACIÓN DE LA FORMA DE LAS RAÍCES

normal (A), corta (B), roma (C), doblada en el ápice (D) y forma de pipeta (E).

B. MORFOLOGÍA DE LA CRESTA ÓSEA ALVEOLAR

Un aspecto local extremadamente importante para el entendimiento de las respuestas biológicas individuales frente a las cargas ortodónticas es la morfología de la cresta ósea

alveolar, que generalmente puede ser triangular, rectangular o romboide. En las crestas óseas alveolares triangulares, la deflación del hueso es mayor y la fuerza se disipa más uniformemente, disminuyendo la posibilidad de lesionar los tejidos periodontales y, especialmente, la capa cementoblástica. En el movimiento de dientes con crestas óseas rectangulares, la disipación de fuerzas será menor, pues la deflación ósea se presenta disminuida. Las crestas óseas alveolares romboides disipan estas fuerzas de forma intermedia⁽²⁵⁾

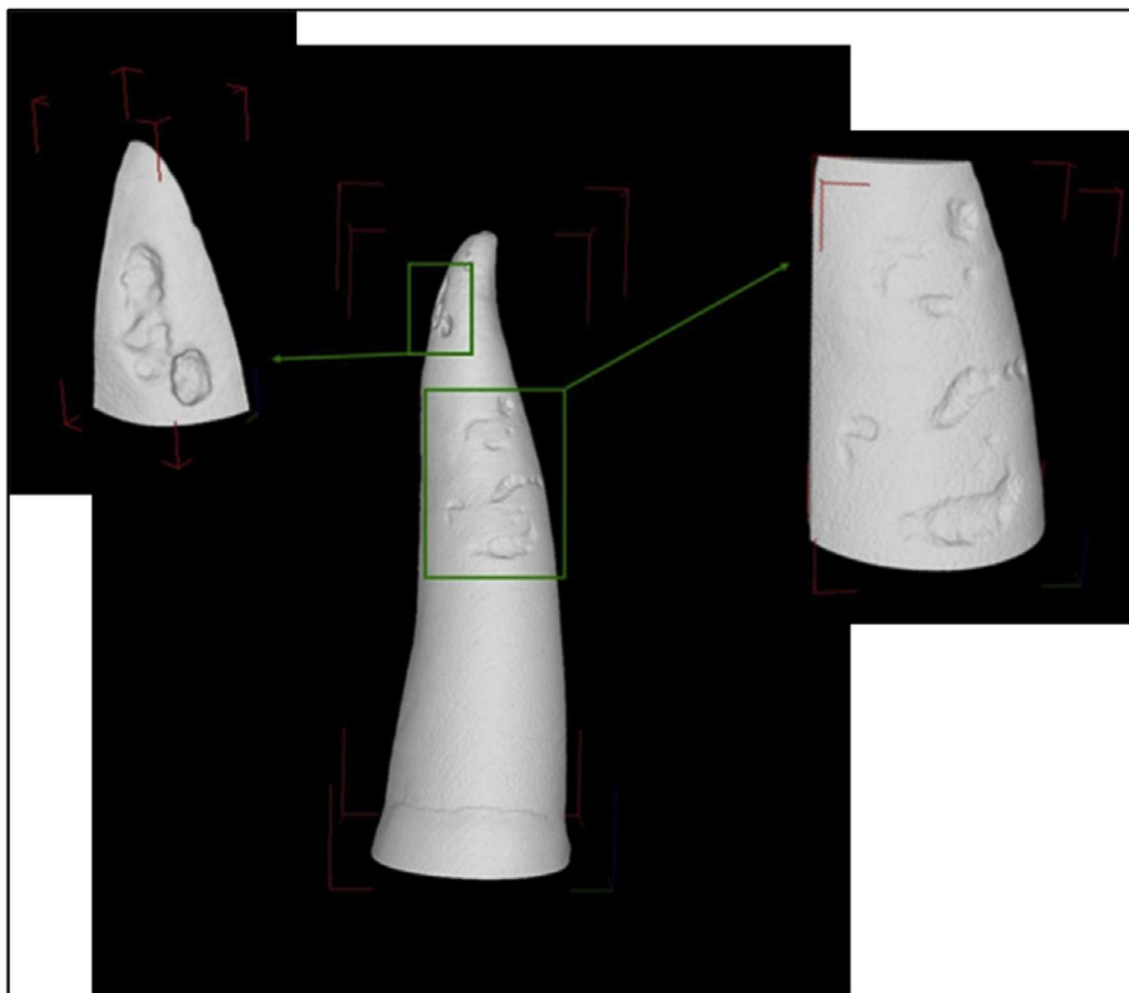
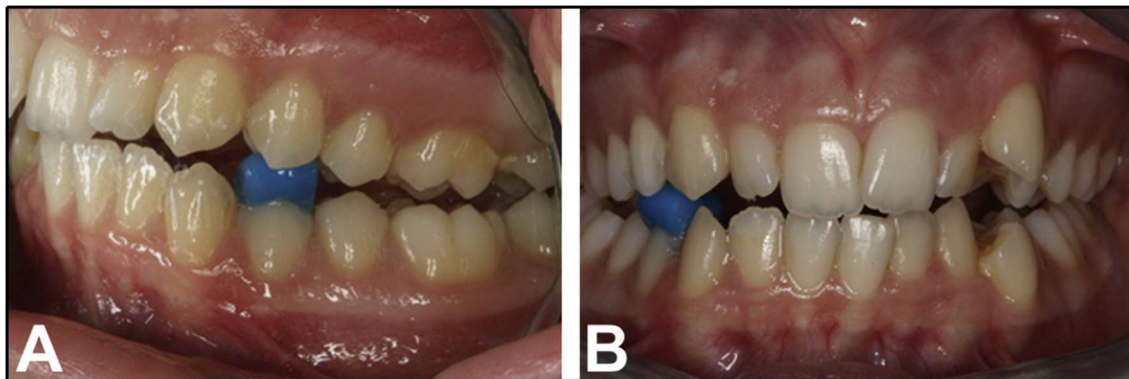
C. TRAUMATISMO DENTAL

Los dientes traumatizados presentan una predisposición especial para la reabsorción radicular espontánea, es decir, sin el tratamiento ortodóntico. Esta predisposición a la reabsorción radicular guarda relación directa con la gravedad del traumatismo del periodonto. Los estudios comparativos, entre dientes traumatizados y no traumatizados, demostraron que los primeros son más susceptibles a la reabsorción radicular durante el movimiento dental, los traumatismos dentales provocan daños al ligamento periodontal y al cemento, aumentando el riesgo de reabsorción radicular. Sin embargo, los dientes con traumatismos leves o moderados y con ligamentos periodontal intacto, después de un período de cinco a seis meses, pueden ser movidos ortodónticamente con un pronóstico comparable, en relación a la reabsorción radicular, a los dientes que no sufrieron traumas.

El aspecto biológico que justifica la mayor predisposición a la reabsorción radicular de los dientes traumatizados consiste en la posibilidad de lesión en la capa cementoblástica que recubre y protege la raíz. La parte de los cementoblastos puede, en la reparación periodontal, ser sustituida focalmente por osteoblastos vecinos, pues el hueso alveolar se encuentra a 250 micrómetros de la superficie dental. Los osteoblastos en la superficie radicular cumplen perfectamente las funciones de cementoblastos, pero continúan teniendo receptores de superficie frente a los mediadores locales de la reabsorción. Estos osteoblastos se extienden en la superficie dental por tiempo aún no determinado. Cuando ocurre el movimiento dental inducido, los mediadores acumulados en el ligamento periodontal pueden activar inmediatamente estas células osteoblásticas, con la función de administrar las unidades celulares que promueven la reabsorción ósea; en ese caso, administrar inmediatamente la reabsorción radicular asociada al movimiento ortodóntico. A pesar de que los dientes traumatizados presentan un mayor riesgo de reabsorción, no se contraindica el movimiento dental de esos dientes, siempre que la misma tenga una planificación y control especial⁽²⁵⁾

Cakmak (2014) cuyo objetivo fue evaluar la cantidad de reabsorción radicular después de 4 semanas de traumatismo oclusal en los premolares maxilares y mandibulares causados por acumulaciones restaurativas. La adición de materiales de restauración en las superficies oclusales o linguales es un método común para crear un mini-biteplane para aumentar temporalmente la dimensión vertical de los pacientes para facilitar varios procedimientos de tratamiento. Sin embargo, este método transmite fuerzas oclusales excesivas a través del ligamento periodontal y causa trauma. En este ensayo clínico aleatorizado prospectivo, se midió y comparó cuantitativamente los volúmenes de reabsorción de la raíz después de 4 semanas de trauma oclusal. Los resultados muestran diferencias significativas en las cantidades de resorción de raíz entre el control y los dientes traumatizados experimentalmente. No se encontraron diferencias significativas entre las superficies bucal, lingual, mesial y distal en ninguno de los dos maxilares. Además, no existió una diferencia significativa en la cantidad de resorción de raíz entre los tercios cervical, medio y apical de ambas mandíbulas. No hubo correlación entre la edad, el sexo, el volumen de los cráteres de reabsorción de raíz y el dolor. Se

concluye que las acumulaciones restaurativas, utilizadas para aumentar la dimensión vertical en 2 mm durante 4 semanas, causaron la reabsorción de la raíz a lo largo de los lados durante el período de aumento activo de la mordida.⁽³⁰⁾



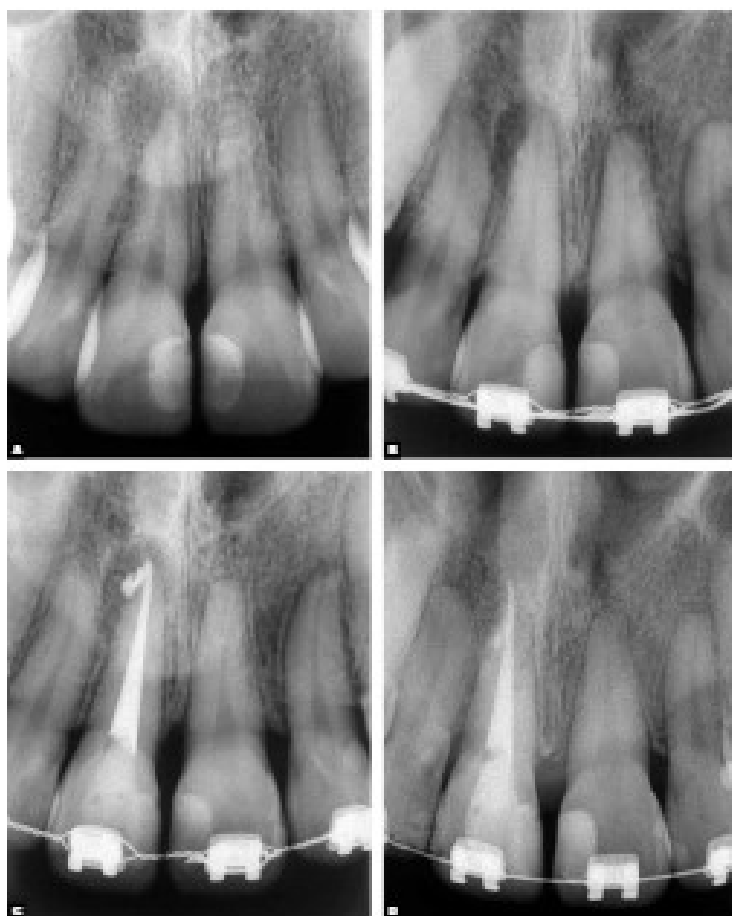
Fuente: Cakmak (2014)⁽³⁰⁾

FIGURA N.º 15
IMÁGENES INTRAORALES DE LA CONFIGURACIÓN EXPERIMENTAL
A, vista lateral; B, vista frontal.
C, Lesiones de reabsorción radicular en la superficie de la raíz

D. TRATAMIENTO ENDODÓNTICO

Los dientes endodonciados antes del tratamiento ortodóntico presentan una mayor resistencia frente a la reabsorción radicular que los vitales, esta resistencia la ataque osteoclástico se ha atribuido a la mayor densidad y dureza de la dentina de dichos dientes y a haber extirpado completamente la pulpa que de algún modo participa en la génesis de la reabsorción radicular.⁽³⁾

Es consenso general la ocurrencia de remodelación apical de los dientes vitales con ápices cerrados como consecuencia del tratamiento endodóntico. ¿Qué sucede con los dientes tratados endodónticamente durante el tratamiento ortodóntico? Se sabe, en primer lugar, que un tratamiento endodóntico no contraindica un tratamiento ortodóntico. La reacción de los dientes tratados endodónticamente, sometidos a la mecánica ortodóntica, es igual a la de los dientes con vitalidad. Dado que todo movimiento ortodóntico se debe a los cambios en las estructuras periodontal adyacentes, ésta no depende de la vitalidad pulpar. La literatura ha confiado la resistencia de los dientes tratados endodónticamente a la reabsorción radicular, ya que la frecuencia y la severidad de reabsorción radicular apical en dientes tratados endodónticamente son similares o incluso menores. Esta mayor resistencia sería oriunda del aumento de la dureza y densidad dentinaria, promovida por la disminución de la hidratación de la dentina radicular⁽²⁵⁾



Fuente: Consolaro (2012)⁽¹⁷⁾

FIGURA N° 16
DIENTE ENDODONTICAMENTE TRATADO DURANTE EL MOVIMIENTO
ORTODÓNTICO

E. ENDOCRINOPATÍAS

Durante décadas, las endocrinopatías y otras situaciones sistémicas fueron referidas como causas de alteraciones en el trabeculado óseo, en la velocidad del movimiento ortodóntico y en las reabsorciones radiculares. El estudio de la biología del movimiento dental nos indica que las células que colonizan la superficie dental radicular, los cementoblastos, no proveen receptores numéricamente suficientes para los mediadores del turnover óseo. Los cementoblastos son células "sordas" para los mensajes dictados por los mediadores de la remodelación ósea, incluso cuando esos mediadores están en altos niveles periodontales, como ocurre en el hiperparatiroidismo, en el que se tienen altos niveles de paratormona. La constatación de la ausencia de receptores de superficie en los cementoblastos para los mediadores del turnover óseo dificulta cualquier raciocinio que atribuya a las reabsorciones dentales un origen sistémico, como las endocrinopatías⁽²⁵⁾

Se puede admitir que las endocrinopatías no provocan reabsorciones dentales. Así, la mayor o menor frecuencia de reabsorción dental en Ortodoncia estaría asociada principalmente a factores locales, particularmente, la forma de la raíz y de la cresta ósea alveolar, y no a factores sistémicos. Cuando no es posible determinar la causa local de la reabsorción dental, una vez agotados todos los recursos de diagnóstico, se puede adjetivizar su etiopatogenia como idiopática y no sistémica⁽²⁵⁾

La tiroxina, debido a sus efectos sobre el metabolismo óseo, tiene un efecto protector frente a la actividad osteoclastica. Por ello se ha señalado la posibilidad de que el hipotiroidismo sea un factor de riesgo para la reabsorción radicular⁽³⁾

F. FACTORES FARMACOLOGICOS

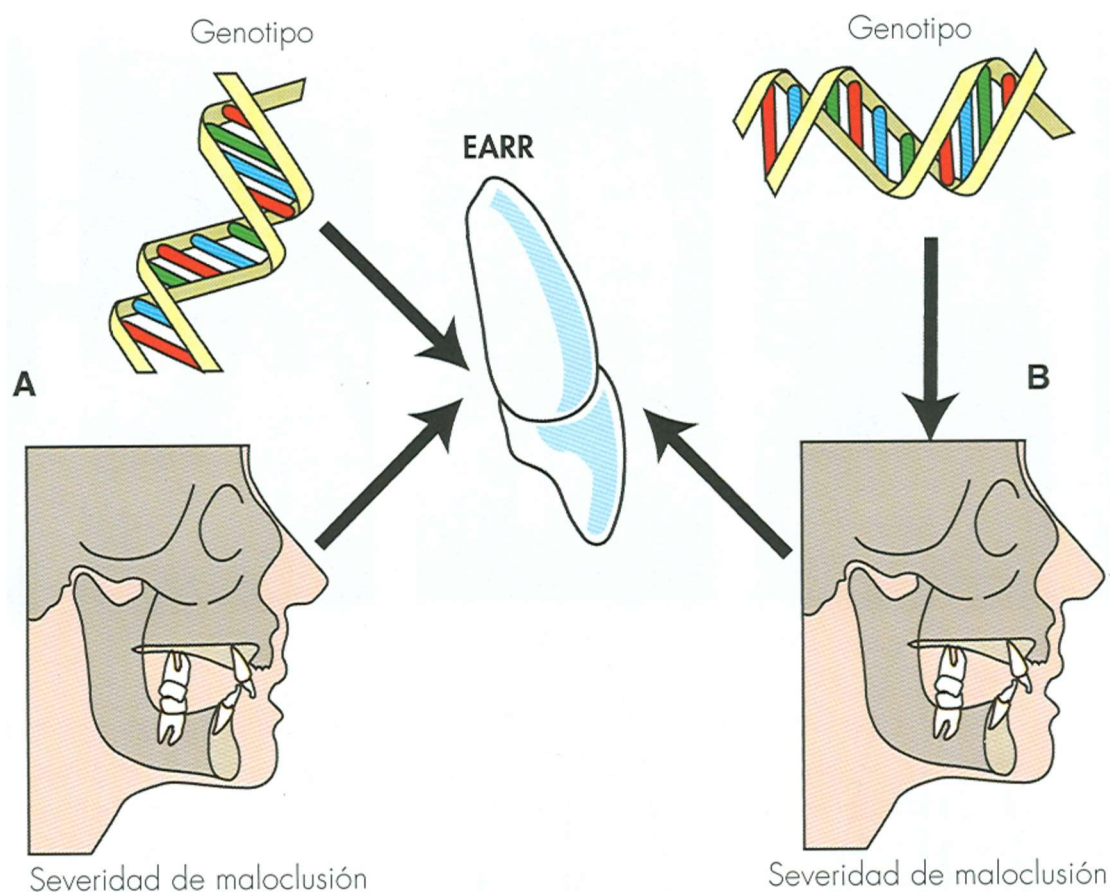
Parece ser que el consumo de alcohol en adultos durante el tratamiento ortodóntico tiende a incrementar la reabsorción radicular como consecuencia a la hidroxilación en el hígado de la vitamina D en cuanto a los corticoesteroides, su efecto varía en función de las dosis administradas durante el tratamiento ortodóntico. A dosis altas, en torno a 15mg por Kg, los corticoides promueven la reabsorción radicular, mientras que a dosis bajas de 1mg por Kg actúan como factor protector frente a su aparición⁽³⁾

Ino-Kondo y cols. (2018) investigaron la influencia del cloruro de litio (LiCl) en el movimiento dental ortodóntico, la reabsorción de raíz inducida por ortodoncia y la morfometría ósea. El litio se ha recetado comúnmente para la depresión maníaca bipolar durante más de 50 años. La densidad ósea de los pacientes con trastorno bipolar que tomaban litio fue mayor en comparación con los sujetos de control sanos. El litio causó un aumento en el volumen óseo y la densidad ósea promoviendo la vía de señalización Wnt / β -catenina en ratones. Esta vía promueve la osteoblastogénesis, pero inhibe la osteoclastogénesis. El movimiento dental ortodóntico ocurre debido a una respuesta biológica en los tejidos periodontales causada por una fuerza externa. El hueso alveolar es reabsorbido por los osteoclastos en el lado donde se produce la presión, y el hueso nuevo se forma por los osteoblastos en el lado donde se produce la tensión.

La muestra consistió en Las ratas hembras Sprague Dawley de diez semanas (n = 32) se dividieron en cuatro grupos basándose en la concentración de LiCl administrada diariamente por kilogramo de peso corporal: 0 (grupo de control), 0.32, 0.64 y 1.28 mM / kg de peso corporal. Los primeros molares superiores izquierdos fueron movidos

G. HERENCIA

Estudios confirman la existencia de un claro componente genético en la reabsorción radicular⁽³⁾. no existe evidencia de que algún factor genético pueda directamente favorecer la instalación de reabsorción en algunos pacientes⁽²⁵⁾



Fuente: Nanda (2007)⁽²⁾

FIGURA N° 18 MODELOS COMPETITIVOS PARA LA VÍA POR LA CUAL GENOTIPOS INDIVIDUALES MODULAN EL ALCANCE DE LA REABSORCIÓN DEL ÁPICE DE LA RAÍZ DURANTE EL CURSO DEL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA.

A, el primer paradigma sugiere que la cantidad de reabsorción radicular apical durante el tratamiento depende del genotipo individual y es independiente de la maloclusión. Genotipo y maloclusión ambos tienen efectos modulantes en la extensión de la reabsorción radicular, pero ellos operan por vías separadas biológica y biomecánicamente. Con este modelo un genotipo del paciente puede tener efecto directo sobre la extensión de la reabsorción radicular externa e incorporar medidas de maloclusión severa dentro del diseño estadístico que no afecta la condición de heredable. B, el paradigma alternativo es que el genotipo tiene un efecto indirecto actuando sobre la maloclusión. Los conocimientos de este modelo muestran que en estudios craneométricos, el tamaño y forma de la cara tienen alto contenido de componente genético. Ya que hermanos comparten relaciones craneofaciales similares, la influencia genética en la reabsorción apical externa debería ser modulada a través de la maloclusión. Con este modelo la inclusión esqueletodental co variantes, puede alterar

el h^2 estimado no esta claro a priori si esta estimación debería necesariamente aumentar o disminuir.

H. GENERO

La literatura científica recoge conclusiones diversas, parece ser que a partir de los 20 años la reabsorción radicular es más frecuente en el varón, pero también se ha señalado que entre los 25 y los 45 años la incidencia es similar en ambos sexos⁽³⁾, pero en la mayoría de las investigaciones no establecen relación entre el sexo y la reabsorción radicular⁽²⁵⁾⁽⁹⁾

Picanco y cols (2013) no encontraron relaciones significativas entre la reabsorción severa y el sexo.⁽³²⁾

I. RAZA

La raza blanca y los hispanos están más predispuestos a padecer reabsorción radicular que los asiáticos⁽³⁾

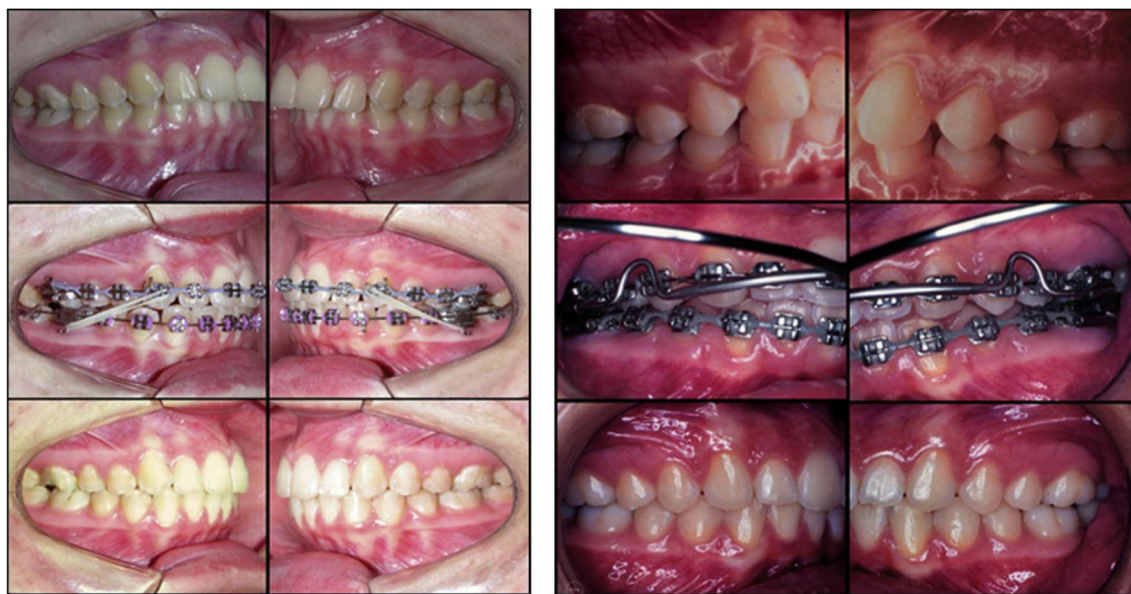
J. TIPO DE MALOCLUSIÓN

No existe correlación entre las maloclusiones y la reabsorción radicular derivada de la corrección ortodóntica. De este modo, no hay una previsión del pronóstico de reabsorción radicular basado en el tipo de maloclusión. Es más lógico creer en la correlación entre el binomio gravedad de la maloclusión y reabsorción radicular, como consecuencia de los recursos mecánicos exigidos y de la amplitud y tipo de movimiento a realizar. Los tratamientos que involucran una gran amplitud de movimientos dentales en el sentido de camuflar discrepancias esqueléticas acentuadas y con objetivos casi heroicos, son más predispuestos a la reabsorción radicular debido a los límites biológicos impuestos por la maloclusión. Entre los tipos de movimiento más asociados a la reabsorción radicular, están los movimientos de retracción del segmento anterior, debido a la extensión del desplazamiento apical de los incisivos contra la cortical ósea y el movimiento de intrusión que implica una mayor concentración de fuerza por área del ligamento periodontal. Sin embargo, ninguna maloclusión es inmune a la reabsorción dental inducida por el movimiento ortodóntico, independientemente de la técnica aplicada⁽²⁵⁾ La prevalencia de la reabsorción radicular es mayor en los pacientes con mordida abierta tratados ortopédicamente que los pacientes con mordida no abierta⁽²⁹⁾.

La evidencia limitada actual sugiere que el tratamiento ortodóntico integral para corregir las maloclusiones clase II división 1 ocasiona una mayor prevalencia y gravedad de la reabsorción radicular en comparación con los valores previos al tratamiento, cuanto más se desplazan las raíces incisivas y cuanto más tarda este movimiento⁽³³⁾

Janson (2016) en su estudio cuyo objetivo de investigación fue comparar la cantidad de reabsorción radicular apical en el tratamiento sin extracción de las maloclusiones de Clase II con y sin elásticos de Clase II. Encontró que no hubo una diferencia estadísticamente significativa en las cantidades de reabsorción de raíces entre los grupos elásticos y del arco extraoral. Concluye que el tratamiento sin extracción de las maloclusiones de Clase II con elásticos Clase II asociados con dispositivos fijos causa

una resorción de raíz similar a la del tratamiento con arco extraoral y aparatos fijos. La reabsorción radicular apical fue predominantemente leve y similar en los 2 grupos.⁽³⁴⁾



A

B

Fuente: Janson (2016)⁽³⁴⁾

FIGURA N.º 19 FOTOGRAFÍAS DE PACIENTE DE CLASE II

A, fotografías intraorales iniciales, intermedias y finales del tratamiento de maloclusión de Clase II con elásticos intermaxilares de Clase II; B, fotografías intraorales iniciales, intermedias y finales del tratamiento de maloclusión clase II con arco extraoral.

K. HÁBITOS BUCALES

Los hábitos bucales presentes antes de inicio del tratamiento pueden ser perniciosos, ya que aumentan la carga en el periodonto con la consiguiente aparición de lagunas de reabsorción. Entre los hábitos reconocidos como perniciosos destacan la onicofagia, tanto antes, durante y después del tratamiento, el bruxismo y el empuje lingual capaz de desencadenar mordida abierta, las disfunciones del labio, como la interposición labial y la succión digital mas allá de los 7 años⁽³⁾

L. EDAD DEL PACIENTE

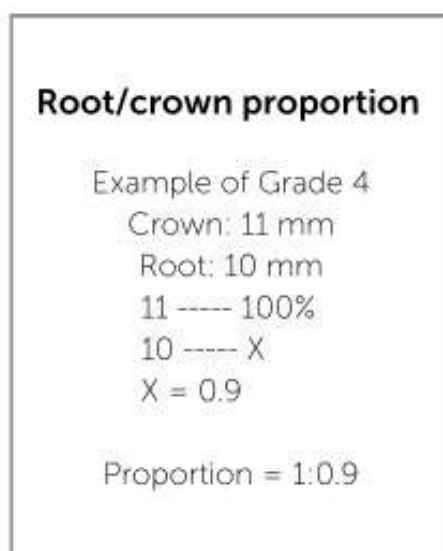
La edad del paciente parece ser un factor que influye en la reabsorción de la raíz, los pacientes mayores tienden a tener una reabsorción radicular significativa después del tratamiento de ortodoncia⁽⁹⁾. Lo cual se ha atribuido a las alteraciones anatomopatológicas que sufre con los años el ligamento periodontal y a la mayor facilidad de adaptación muscular a los cambios oclusales de los pacientes adolescentes, así mismo se señala que los incisivos inferiores son los que tienen mayor riesgo de sufrir reabsorción radicular, sin embargo, en algunos estudios se niega la relación entre el factor edad y la predisposición a padecer reabsorción radicular⁽³⁾.

Picanço y cols. (2013) en su estudio encontró que los resultados fueron significativos en relación con la edad, porque el grupo 1 presentó pacientes más jóvenes en comparación

con el grupo 2. Se puede afirmar que los pacientes mayores tienen un mayor riesgo de desarrollar una reabsorción de raíz moderada o grave durante el tratamiento de ortodoncia. Algunos autores mencionaron que la edad no influye en la resorción de la raíz. Sin embargo, corroborando los resultados de este estudio, Sameshima y Sinclair observaron que la reabsorción es más prevalente en adultos que en niños. Los adultos parecen más susceptibles a la reabsorción porque, con el envejecimiento, la membrana periodontal se vuelve menos vascularizada, inelástica, más estrecha y el cemento se vuelve más grueso, y también el hecho de que el tercio apical de la raíz está más firmemente anclado en pacientes adultos, creando una dificultad en el movimiento del diente y una predisposición a la reabsorción. Sin embargo, los resultados de este estudio deben interpretarse con precaución, ya que la diferencia de edad entre los grupos 1 y 2 fue de solo tres años, y los pacientes del grupo 1 y el grupo 2 fueron considerados jóvenes.⁽³²⁾

L. LONGITUD DE LA RAÍZ Y PROPORCIÓN CORONA / RAÍZ

Picanço y cols. (2013) en su estudio, la longitud de la raíz disminuyó significativamente más durante el tratamiento en pacientes con resorción severa en comparación con el grupo con reabsorción leve, como se esperaba, debido al criterio de división grupal. Sin embargo, la longitud de la raíz del grupo 2 ya era más pequeña que el grupo 1 antes del comienzo del tratamiento. Esto puede considerarse una indicación de que una longitud de raíz más pequeña al comienzo del tratamiento es un factor de riesgo para una mayor aparición de reabsorción de raíz durante el tratamiento ortodóncico. Del mismo modo, la proporción de corona / raíz al comienzo del tratamiento fue menor en el grupo 2 que en el grupo 1, y continuó más baja al final del tratamiento. Además, la proporción corona / raíz sufrió una mayor disminución en el grupo 2, como se esperaba. La longitud de la raíz y la proporción de la raíz / raíz parecen influir en la tendencia a la reabsorción. Una corona grande tenderá a concentrar la fuerza en ciertos puntos focales, por lo tanto, las raíces cortas tienden a sufrir más reabsorción durante los movimientos de ortodoncia. En casos de pacientes con reabsorción severa, el profesional debe tener mucho cuidado con la longitud de la raíz, los dientes con una longitud de las raíces menor o igual a 9 mm tienen un mayor riesgo de movilidad de los dientes.⁽³²⁾



Fuente: Picanço (2013)⁽³²⁾

FIGURA N.º 20
EVALUACIÓN DE LA PROPORCIÓN CORONA/RAIZ

2.2.2 VARIABLES MECÁNICAS

A. MAGNITUD DE LA FUERZA

Schwarz (1932) definió la fuerza óptima como aquella capaz de mover el diente con bajo costo biológico, sin daño a las estructuras de soporte, con buena velocidad media y sin sintomatología dolorosa. Según dicho autor, esa fuerza debería ser menor o igual a la presión capilar sanguínea (20 a 26g / cm²).⁽³⁾ La aplicación de fuerzas ligeras promovería un movimiento dental con un costo biológico reducido, a través de la formación de pequeñas áreas de hialinización, reabsorción ósea frontal o directa y ausencia de cementoclasia. La aplicación de fuerzas pesadas resultaría en un movimiento dental con mayor costo biológico a través de la formación de áreas de hialinización extensas, reabsorción ósea indirecta (a distancia). Los estudios histológicos evidenciaron que la distribución de las lagunas de reabsorción está directamente relacionada con la cantidad de fuerza en la superficie radicular, y la velocidad de desarrollo de esas lagunas es más rápida con el aumento de las fuerzas aplicadas, aunque esta relación no es directamente proporcional. La reparación de estas lagunas de reabsorción presenta variaciones individuales y se inicia dos semanas después de la remoción de la fuerza, con deposición de cemento acelular seguida de cemento celular.^(13,20)

La distribución de fuerza por área del ligamento periodontal sufre influencia del tipo de movimiento dental a ser realizado, de la morfología de la cresta ósea alveolar y de la morfología de la raíz, siendo la mayor concentración de fuerza observada en los movimientos de intrusión y de inclinación descontrolada⁽²⁵⁾

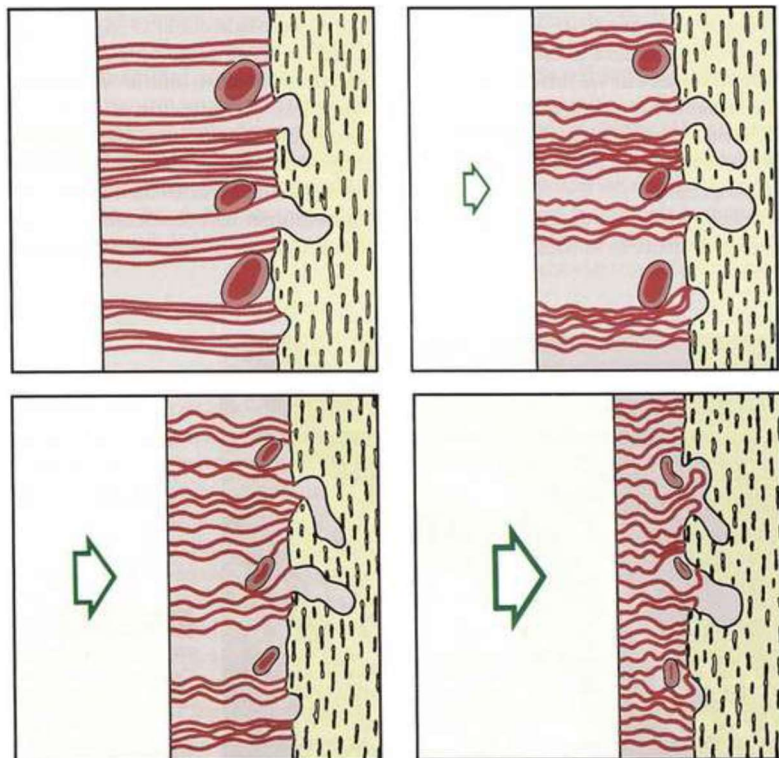


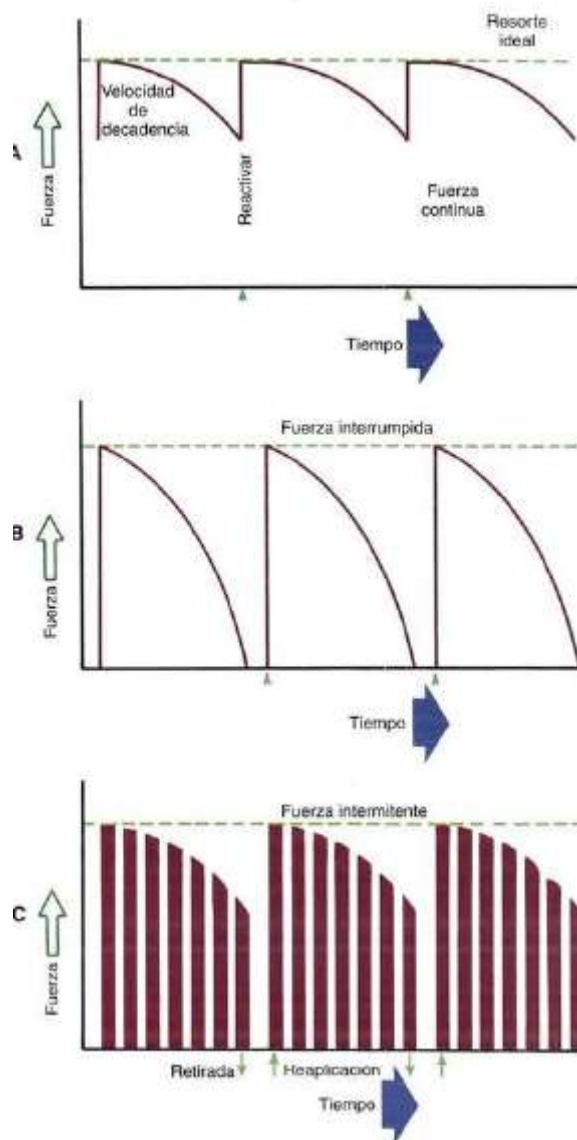
FIGURA N° 21
CRECIENTE COMPRESIÓN DE LOS VASOS SANGUÍNEOS AL AUMENTAR LA PRESIÓN EN EL SENO DEL LIGAMENTO PERIODONTAL

B. NATURALEZA DE LA FUERZA

En cuanto a la naturaleza, las fuerzas pueden ser clasificadas en continuas, intermitentes e interrumpidas. La fuerza continua se expresa a través de una carga de valor constante que actuaría sobre el diente o el grupo de dientes durante todo el tiempo. Los estudios recientes han demostrado que es muy difícil conseguir la aplicación de fuerzas verdaderamente continuas clínicamente, ya que siempre hay una reducción de la magnitud de la fuerza inicial a medida que el diente se mueve. La fuerza intermitente podría ser definida como una fuerza continua, interrumpida por períodos de reposo y que estaría asociada constantemente a los aparatos móviles, y a algunos auxiliares al tratamiento con aparatos fijos, como los elásticos intermaxilares. Esta fuerza generalmente promueve movimientos de vaivén, sin un período ideal de reposo para el ciclo metabólico del movimiento, lo que podría implicar en reabsorciones radiculares más frecuentes. Las fuerzas disipantes disminuyen de magnitud durante el movimiento dental, debido al propio movimiento del diente ya la deformación del sistema mecánico. De esta manera, los cambios en el ligamento periodontal se observan sólo en la etapa inicial de la mecánica, ya que la fuerza va disminuyendo de intensidad hasta alcanzar una magnitud inocua al ligamento periodontal. En ese momento, el diente deja de moverse y el ligamento periodontal encuentra tiempo para reestructurarse y, así, completar el ciclo metabólico del movimiento dental. Desde el punto de vista histológico, teóricamente, ese sistema de fuerza sería el más favorable, pues el período de reposo corresponde a la fase de restablecimiento del ligamento periodontal, cuando el mismo se reorganiza para reactivar el movimiento ortodóntico. Por lo tanto, la mecánica ideal debe liberar fuerza de magnitud suave y de naturaleza disipante, con un intervalo de aplicación de fuerza suficiente para permitir la completitud del proceso.^(20,13)

Jiang (2017) encontró que una fuerza de retracción en el nivel de 124 cN es suficiente para causar reabsorción apical externa.⁽³⁶⁾

Roscoe (2015) en una revisión sistemática llega a la conclusión encontrando que parece que existen correlaciones positivas entre el aumento de los niveles de fuerza y el aumento de la reabsorción radicular, así como también entre un mayor tiempo de tratamiento y una mayor reabsorción de la raíz. Además, una pausa en el movimiento del diente parece ser beneficiosa para reducir la reabsorción de la raíz, ya que permite que el cemento reabsorbido se cure.⁽³⁷⁾



Fuente: Proffit (2008)⁽³⁵⁾

FIGURA N.º 22
FUERZAS TÍPICAS USADAS EN ORTODONCIA

a) Fuerza continua es una fuerza que, a pesar de ir disminuyendo, esta no se llega a cero entre las reactivaciones. B) fuerzas interrumpidas disminuyen a cero entre las reactivaciones, c) fuerzas intermitentes son típicas para aparatos de tracción extraoral, la fuerza disminuye si el aparato es removido

C. TIEMPO DE TRATAMIENTO

En la mayoría de los casos, se observó que el tiempo de tratamiento por sí solo tendría una correlación positiva con la reabsorción radicular. Aunque el tiempo de tratamiento se ha utilizado durante mucho tiempo para predecir de forma significativa la cantidad de reabsorción, se puede establecer actualmente una correlación con la cantidad de movimiento y no sólo con la duración del tratamiento⁽²⁵⁾. La duración del tratamiento tiene una correlación estadísticamente significativa con la resorción de raíz posterior al tratamiento; cuanto más larga es la duración, más grave es la reabsorción de raíz⁽⁹⁾.

La reabsorción de raíz de los incisivos maxilares y mandibulares después de la nivelación no difirió estadísticamente entre los pacientes tratados con super-elásticos y los tratados con arcos de acero inoxidable convencionales, excepto el incisivo central izquierdo que mostró una resorción más intensa en la superposición, grupo elástico la mordida cruzada parecía ser un factor de riesgo para la reabsorción de raíz de los incisivos laterales superiores, durante las etapas iniciales del tratamiento ortodóntico⁽³⁸⁾.

Picanço y cols. (2013) Los resultados de su estudio mostraron que un tratamiento más prolongado es un factor de riesgo para la aparición de resorción radical grave, ya que el grupo 1 mostró un tiempo de tratamiento significativamente más corto en comparación con el grupo 2. Estos resultados son opuestos a aquellos que no sugieren relación entre la duración del tratamiento y el grado de reabsorción. Según Sameshima y Sinclair, la duración del tratamiento y la cantidad de desplazamiento horizontal de la raíz apical de los incisivos superiores tenían una fuerte correlación con la reabsorción de la raíz. Brin evaluó la reabsorción radicular en pacientes con maloclusión clase II tratados en una sola fase o con tratamiento dividido en dos fases, observó que los pacientes sometidos a una única fase de tratamiento tenían una proporción de resorción moderada a grave ligeramente mayor que el grupo con dos fases de tratamiento⁽³²⁾.

D. TIPOS DE MOVIMIENTO

En el tratamiento de ortodoncia todos los movimientos dentales tienen un factor de riesgo cuando se relacionan con la reabsorción radicular externa. Se ha señalado, en forma errónea, a la intrusión como el más peligroso de todos. Parece ser que el problema no radica en el movimiento como tal, sino en los sistemas de fuerzas que se emplean para hacerlo. Los movimientos de inclinación que son los más fáciles de hacer y que generan mayor estrés en el ligamento periodontal, sobre todo con los aparatos removibles, son más dañinos que los movimientos en cuerpo, ya que estos últimos requieren más destreza y conocimiento de la física y biomecánica. Los movimientos de vaivén como los producidos por las mecánicas poco controladas, que llevan y devuelven los dientes y los elásticos intermaxilares incrementan el riesgo de la reabsorción radicular.⁽⁵⁾

La intrusión molar se requiere normalmente cuando se corrige una mordida abierta esquelética sin cirugía ortognática. Sin embargo, las técnicas biomecánicas tradicionales, como el anclaje extraoral, o la mentonera de tracción vertical, o el corrector vertical activo con imanes, requieren un alto nivel de cooperación del paciente para controlar de forma efectiva la intrusión de los molares. Beck y Harris discutieron la posible relación entre la biomecánica del cierre de la mordida y la reabsorción de las raíces molares. En la técnica de Begg, los primeros molares en ambos arcos tenían curvas de inclinación hacia atrás mesial al tubo molar, similar a la técnica Bioprogresiva, la técnica de arco recto a menudo utiliza una curva inversa de Spee en el arco superior para ayudar con la nivelación, y muchas técnicas usan un aro extraoral de tracción alta para los molares superiores, que muestran una alta incidencia de resorción inflamatoria de la raíz inducida ortodónticamente en comparación con los dientes premolares. Ari Demirkaya (2005) en su estudio evaluó radiográficamente la reabsorción de la raíz apical de los primeros molares maxilares después de su intrusión usando miniplacas cigomáticas como anclaje esquelético en casos de mordida abierta. El grupo de estudio incluyó 16 casos de mordida abierta tratados consecutivamente que habían recibido miniplacas de titanio especiales en sus huesos cigomáticos para su uso como anclaje para aplicar fuerzas intrusivas ortodónticas en la región posterior maxilar. El grupo de control consistió en 16 pacientes, que se emparejaron con respecto a la edad, el sexo y

la duración del tratamiento, pero que se habían sometido a un tratamiento ortodóntico fijo sin mecánica de intrusión para los molares. Se midieron las longitudes de los dientes en el pretratamiento y se midieron las radiografías panorámicas postratamiento de todos los pacientes y las raíces mesiovestibular y disto-vestibular de los primeros molares superiores izquierdos y derechos usando un programa de software. La diferencia entre las longitudes de diente pre y post tratamiento se definió como la reabsorción apical radicular. La comparación de las diferencias en la reabsorción radicular de los dos grupos utilizando la prueba t para muestras independientes mostró una diferencia estadísticamente significativa ($P= 0,004$) solo para las raíces mesiales en el lado derecho. Pero debido a que la diferencia media en la reabsorción radicular apical fue de solo 0,5 mm, se concluyó que la reabsorción radicular apical de los primeros molares maxilares después de la intrusión realizado con un anclaje esquelético cigomático no fue clínicamente significativo.⁽³⁹⁾

E. EXTENSIÓN DEL MOVIMIENTO

Se ha especulado mucho en la literatura ortodóntica, pero sin evidencia contundente, sobre la relación que puede haber entre la cantidad de movimiento dental, el daño a los tejidos de soporte y la producción de reabsorción radicular externa. Sin embargo, la mayoría de los estudios coincide en que a mayor extensión del movimiento hay un mayor riesgo de sufrir reabsorción radicular externa.⁽⁵⁾

F. TÉCNICAS ORTODÓNTICAS

Se han hecho numerosas investigaciones tratando de comparar diferentes técnicas fijas comerciales en ortodoncia sin obtener resultados evidentes de cual es mejor para tratar maloclusiones y cual reduce o elimina la reabsorción radicular externa. Esta reabsorción depende más bien de factores como la física, la mecánica y los sistemas de fuerzas empleados por el clínico para mover los dientes. Cuando se compara el uso de aparatos fijos de cualquier técnica con los removibles estos últimos afectan más las raíces, por producir movimientos de vaivén con poco control.⁽⁵⁾

Jacobos et al. (2014) realizaron un estudio retrospectivo, el objetivo de este estudio fue determinar la cantidad y severidad de reabsorción radicular apical externa después del tratamiento de ortodoncia con brackets de autoligado (SL) y convencionales (No-SL). Se evaluaron las diferencias con respecto a la tasa de casos de extracción, las citas y el tiempo de tratamiento. Se evaluaron retrospectivamente 213 pacientes con una edad media de $12,4 \pm 2,2$ años. Los tratamientos se realizaron con brackets SL ($n = 139$, Smartclip, 3 M Unitek, EE. UU.) brackets no SL ($n = 74$, Victory Series, 3 M Unitek, EE. UU.). Las mediciones de la corona y la longitud de la raíz de los incisivos se tomaron mediante radiografías panorámicas. Se realizó un análisis de varianza de tres factores (ANOVA) para un efecto de aparato. Los resultados indica que no hubo diferencias entre los pacientes tratados con brackets no SL o SL con respecto a la cantidad (en porcentaje) de reabsorción radicular apical externa. La ocurrencia de reabsorción radicular apical externa grave, tampoco difirió entre los dos grupos (No SL 0.5 vs. SL: 0.3). El porcentaje de pacientes con necesidad de extracción dental para el tratamiento (no SL: 8.1 vs. SL: 6.9) y el número de citas (no SL: 12.4 ± 3.4 vs. SL: 13.9 ± 3.3) no mostraron diferencias. El tiempo de tratamiento fue más corto con los brackets no SL (no SL: 18.1 ± 5.3 vs. SL: 20.7 ± 4.9 meses). Se concluye que no hay diferencia en la cantidad de reabsorción radicular apical externa, el número de citas y la tasa de extracción entre los brackets convencionales y autoligados. Por primera vez se puede

demostrar que la aparición de reabsorción radicular apical externa grave no difiere entre los dos tipos de brackets.⁽⁴⁰⁾

Pelagio et al. (2015) realizaron un estudio retrospectivo, el objetivo fue evaluar la prevalencia de reabsorción radicular externa severa y sus posibles factores de riesgo resultantes del tratamiento de ortodoncia. Nos informa que la prevalencia de reabsorción radicular apical externa grave resultante del tratamiento de ortodoncia se consideró baja en este estudio (2,9%). Los factores de riesgo implicados fueron los siguientes: tratamiento con extracción, dientes maxilares anteriores, protrusion superior o igual a 5 mm al inicio del tratamiento, terapia prolongada y dientes con formación de raíz completa al inicio del tratamiento; todo lo cual sugiere que reabsorción radicular apical externa es un fenómeno multifactorial. Para este estudio se utilizó una muestra seleccionada al azar. Comprendió radiografías periapicales convencionales tomadas en el mismo centro de radiología para incisivos maxilares y mandibulares antes y después del tratamiento ortodóncico activo de 129 pacientes, hombres y mujeres, tratados mediante la técnica Standard Edgewise. Dos examinadores midieron y definieron la reabsorción radicular de acuerdo con el índice propuesto por Levander et al. El grado de reabsorción radicular apical externa se registró definiendo reabsorción en cuatro grados de severidad. Para evaluar la reproducibilidad intra e inter-evaluador, se utilizó el coeficiente kappa. La prueba Chi-cuadrado se utilizó para evaluar la relación entre la cantidad de reabsorción radicular y el sexo del paciente, arco dental (maxilar o mandibular), tratamiento con o sin extracciones, duración del tratamiento, estadio del ápex radicular (abierto o cerrado), forma de la raíz, overjet y overbite al inicio del tratamiento. Los resultados muestran que los incisivos centrales maxilares presentaron el mayor porcentaje de reabsorción radicular grave, seguidos de incisivos laterales superiores e incisivos laterales mandibulares. De 959 dientes, 28 (2.9%) presentaron una reabsorción radicular severa. Se observaron los siguientes factores de riesgo: dientes maxilares anteriores, sobremordida superior o igual a 5 mm al inicio del tratamiento, tratamiento con extracciones, terapia prolongada y grado de formación del ápice al inicio del tratamiento. Se concluye que se debe tener cuidado en el tratamiento de ortodoncia con extracciones, gran retracción de los incisivos maxilares, terapia prolongada y / o ápex completamente formado en el inicio del tratamiento ortodóncico.⁽²⁷⁾

Handem et al. (2016) realizó un estudio retrospectivo, el objetivo fue comparar el grado de reabsorción radicular apical externa en pacientes tratados con dispositivos Damon de autoligado y con aparatos preajustados convencionales, la muestra estuvo compuesta por 52 pacientes, divididos en dos grupos. El grupo 1 consistió en 25 pacientes tratados con dispositivos Damon de autoligado, con una edad inicial de 16,04 años, una edad final de 18,06 años y un tiempo de tratamiento de 2,02 años. El grupo 2 consistió en 27 pacientes, tratados con aparatos preajustados convencionales, con una edad inicial de 16,77 años, una edad final de 18,47 años y un tiempo de tratamiento de 1,7 años. Los grupos se compararon con las edades inicial y final, el tiempo de tratamiento, el tipo de maloclusión y el protocolo de tratamiento sin extracciones. La reabsorción de la raíz se evaluó en radiografías periapicales de los incisivos superiores e inferiores al final del tratamiento de ortodoncia con las puntuaciones de Levander y Malmgren. Las comparaciones intergrupales de reabsorción de raíces se realizaron con pruebas de Mann-Whitney. Los resultados informan que no se encontraron diferencias significativas en el grado de reabsorción de la raíz entre los dos grupos. Se concluye que se pueden esperar grados similares de reabsorción después del tratamiento sin extracción con Damon autoligado o con aparatos preajustados convencionales.⁽⁴¹⁾

Yi et al. (2016) realizó una revisión sistemática y metanálisis, el objetivo de este estudio fue comparar la reabsorción radicular apical externa en pacientes que reciben tratamiento ortodóncico fijo con brackets autoligados o convencionales. La metodología consistió en identificar los estudios que comparaban la reabsorción radicular apical

externa entre pacientes ortodóncicos usando brackets autoligados o convencionales a través de búsqueda electrónica en bases de datos que incluyen CENTRAL, PubMed, EMBASE, China National Knowledge Infrastructure (CNKI) y SIGLE, y búsqueda manual en revistas relevantes y listas de referencias de los estudios incluidos hasta abril de 2016. Dos investigadores realizaron la extracción de datos y la evaluación del riesgo de sesgo de forma independiente. El resultado original se sometió a la combinación estadística mediante el uso de Review Manager 5. Los resultados incluyeron siete estudios en la revisión sistemática, de los cuales, cinco estudios se combinaron estadísticamente en el metanálisis. El valor de reabsorción radicular apical externa de los incisivos centrales superiores en el grupo de brackets autoligados fue significativamente menor que en el grupo de brackets convencionales (SMD -0,31; 95% CI: -0,60- -0,01). No se observaron diferencias significativas en otros incisivos entre brackets autoligados y convencionales. se concluye que las evidencias actuales sugieren que los brackets de autoligado no superan a los brackets convencionales en la reducción de la reabsorción radicular apical externa en incisivos laterales superiores, incisivos centrales de mandíbula e incisivos laterales mandibulares. Sin embargo, los brackets de autoligado parecen tener una ventaja para proteger el incisivo central superior de reabsorción radicular apical externa, que aún necesita ser confirmado por estudios de mayor calidad.⁽⁴²⁾

3 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LA PRÁCTICA CLÍNICA

la literatura está repleta de artículos que sugieren enfoques como la corta duración del tratamiento, el uso de fuerzas intermitentes ligeras, control de hábitos y escrutinio del historial médico y registros de tendencias familiares. Sin embargo, los autores no proporcionan estrategias preventivas definitivas que se apliquen a la mayoría de los pacientes de ortodoncia, porque no hay datos disponibles que confirmen que alguna o todas las estrategias mencionadas anteriormente den como resultado una menor incidencia de reabsorción radicular apical.⁽¹¹⁾

- El paciente o sus padres deben ser informados de que el acortamiento radicular (reabsorción apical de la raíz) puede ser una consecuencia del tratamiento de ortodoncia. Su incidencia es altamente impredecible.
- Las radiografías periapicales son una parte importante de los registros de ortodoncia completos como cualquier registro de pretratamiento, y son particularmente útiles para comparar el pre y postratamiento de la reabsorción radicular. Dado que es imposible predecir el inicio de la reabsorción radicular, se indican radiografías periódicas de control. Las radiografías periapicales de los incisivos deben tomarse al menos cada año después de la colocación de la aparatología. Las radiografías posteriores al tratamiento son una parte esencial de los registros completos para evaluar la integridad hueso / raíz después del tratamiento, de lo cual se debe informar al paciente.
- Tiempo de tratamiento de ortodoncia debe comenzar lo más temprano posible ya que hay menos reabsorción radicular de las raíces en desarrollo, los pacientes jóvenes muestran una mejor adaptación muscular a los cambios oclusales. Los adultos tienen una capacidad de adaptación más pobre y necesitan fuerzas mecánicas más rígidas y duraderas.
- La fuerza de ortodoncia debe ser intermitente y ligera.
- Cuando la reabsorción de raíz se detecta durante el tratamiento activo, los objetivos finales deben ser reevaluados. Se debe tomar una decisión para terminar el tratamiento o llegar a un compromiso de tratamiento. Cuando sea necesario, se deben detener las fuerzas aplicadas y / o se debe usar una férula para desoclir los dientes.

- Se deben suspender los hábitos tales como morderse las uñas o empujar la lengua, ya que se demostró que la reabsorción de la raíz es más severa en tales pacientes de ortodoncia.
- Todos los tipos de movimiento dental pueden causar reabsorción de raíz.
- El traumatismo oclusal y las interferencias son potencialmente perjudiciales para las raíces, y se sugiere terminar el tratamiento con una oclusión correcta.
- El efecto ortopédico en la fase de tratamiento temprano tiene un potencial menos destructivo en las raíces en comparación con el efecto dentoalveolar en una fase de tratamiento posterior.
- Al elegir los dispositivos de tratamiento, el riesgo de reabsorción radicular debe sopesarse con la eficacia del dispositivo y los objetivos de tratamiento individuales.
- El tiempo de tratamiento debe ser tan breve como sea posible mientras se adhieren a otros principios importantes.
- Los dientes traumatizados deben tratarse con precaución, ya que son más propensos a la reabsorción radicular durante el tratamiento de ortodoncia.
- El examen médico y los registros de tendencia familiar son valiosos especialmente en casos de reabsorción radicular grave o extensa.⁽⁴³⁾

3.1 LA RAÍZ ES REABSORBIDA POR EL LIGAMENTO PERIODONTAL

A excepción de los casos de reabsorción interna (una forma específica de resorción que representa la patosis de la pulpa), los dientes siempre son reabsorbidos por el ligamento periodontal. Las células reabsorbentes tienen acceso a tejidos dentales mineralizados a través del ligamento periodontal que también consiste en células de resorción.

En la resorción dental externa, la pulpa no sufre ningún proceso inflamatorio, de envejecimiento o de mineralización. Además, no muestra ningún síntoma o potencial de necrosis. En otras palabras: la eliminación de la pulpa durante el tratamiento endodóntico no afecta la velocidad y la gravedad de la resorción dental externa inducida por el movimiento de ortodoncia. La fase endodóntica postratamiento podría ser un factor de complicación debido al riesgo de contaminación y al desbordamiento del material de relleno en casos de resorción inducida por ortodoncia. El tratamiento endodóntico interfiere en la resorción dental inducida por procesos inflamatorios causados por bacterias en el conducto radicular y / o túbulos de dentina. En estos casos, el tratamiento endodóntico implica eliminar o controlar la causa de la reabsorción. El uso de hidróxido de calcio para el tratamiento endodóntico de los dientes con reabsorción radicular externa inducida por periodontitis periapical crónica o necrosis pulpar, incluidos los subproductos adheridos a la estructura radicular, implica hacer un buen uso de sus propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias, especialmente su efecto alcalinizante. Esto se debe a las bacterias que caracterizan a esta microbiota, ya que tienden a preferir ambientes ácidos para proliferar y metabolizar. El efecto alcalinizante del hidróxido de calcio es temporal y no interfiere en otras actividades de reabsorción, a excepción de la inflamación producida por microorganismos.⁽¹⁹⁾

3.2 SOPORTE PERIODONTAL: ESENCIALMENTE CERVICAL

El ápice de la raíz del diente representa el 10% del soporte periodontal. Por lo tanto, perder el tercio apical no afecta significativamente el soporte periodontal. Esto explica por qué algunas investigaciones sobre técnicas de ortodoncia y otras variables producen resultados finales con pérdida apical aparentemente grave que no está sujeta a

cuestionamiento por parte de los revisores científicos. Se podría afirmar, desde el punto de vista del soporte periodontal, que el vértice no es importante.

El tercio medio de la raíz representa el 30% del soporte periodontal. Esto significa que un diente con la mitad de la raíz conserva restos con un 70% de soporte periodontal. Por el contrario, el tercio cervical de la raíz representa el 60% del soporte periodontal por ser de mayor proporción, con mayor diámetro y perímetro circunferencial. La naturaleza podría haberlo diseñado de esta manera para compensar la mayor elasticidad del hueso alveolar o la capacidad de deformación en un nivel más cervical, lo que proporciona al complejo del hueso y el hueso una mayor estabilidad.

En términos prácticos, esto significa que un diente con solo el tercio cervical de la raíz puede permanecer perfectamente en la boca, realizando sus funciones masticatorias, de habla y estéticas sin una mayor movilidad o más alteraciones gingivales.⁽¹⁹⁾

3.3 TERCIO CERVICAL DISMINUIDO

Una vez más: en términos prácticos, un diente con solo el tercio cervical de la raíz puede permanecer perfectamente en la boca, realizando sus funciones masticatorias, de habla y estéticas sin mayor movilidad o más alteraciones gingivales y de color. Desde el punto de vista preventivo, el médico debe pedirle al paciente que haga lo siguiente:

- * Evite agarrar alimentos con los dientes, solo, para evitar una tensión excesiva.
- * Use placas de acrílico individuales mientras duerme para asegurarse de que las fuerzas ejercidas por el apretar y / o el bruxismo durante el sueño se concentren solo en algunos dientes.
- * Use una boquilla mientras hace deporte, ya que los dientes pueden experimentar avulsión incluso si están expuestos a un trauma menor.
- * Para evitar problemas adicionales, se debe utilizar un retenedor para que, en caso de trauma o negligencia en la vida cotidiana, estos dientes de enraizamiento corto tengan mayor resistencia.⁽¹⁹⁾

3.4 EL TRATAMIENTO ENDODÓNTICO NO DEBE REALIZARSE EN ESTOS CASOS

Los dientes con raíces severamente reabsorbidas nunca deben ser sometidos a tratamiento endodóntico con el fin de detener la reabsorción o hacer que el diente sea resistente: eso no ocurre.

Cuando se enfrentan a situaciones de emergencia, muchos médicos pierden el control sobre el razonamiento lógico y biológico, y apelan al azar a todas las alternativas posibles, incluso impropias e ineficaces.

La reabsorción inducida por Ortodoncia se controla si se elimina la fuerza: después de siete días, no habrá más clastos, y después de cuatro a cinco semanas, toda la superficie de la raíz se restaurará con cemento nuevo y fibras periodontales.

La reabsorción de la raíz se logra mediante el ligamento periodontal, no por la pulpa dental. El tratamiento endodóntico es inútil en estas situaciones. Después de seis semanas, se restablece la estabilidad de la longitud del diente.⁽¹⁹⁾

3.5 DESDE EL PUNTO DE VISTA PERIODONTAL

Si hay movilidad dental, no es el resultado de la resorción dental. La movilidad de los dientes puede ser causada por:

- Fuerzas de ortodoncia, ya sean activas o residuales.
- Traumatismo oclusal superpuesto a los procesos de resorción.
- Pérdida ósea cervical de naturaleza ortodoncia e iatrogénica.
- Exuberante pérdida ósea cervical asociada con enfermedad periodontal o trauma oclusal.

Para corregir la movilidad dental, su causa debe ser detectada y resuelta adecuadamente. Si la pulpa es vital, no debe someterse a tratamiento endodóntico debido a la movilidad potencial; a menos que la pulpa y el espacio periapical necesiten ser manejados con fines quirúrgicos.⁽¹⁹⁾

3.6 ASPECTOS DE IMAGEN DE LA REABSORCIÓN DE LA RAÍZ Y EL HUESO CERVICAL

Sorprendentemente, la radiografía periapical es más confiable que la tomografía en casos que requieren detalles precisos. Los huesos corticales más delgados y las trabéculas delicadas tienden a no aparecer en cortes tomográficos o radiografías panorámicas.⁽¹⁹⁾

4 SOBRE EL TRATAMIENTO Y PRONÓSTICO DE LAS REABSORCIONES DENTALES

Las reabsorciones dentales inflamatorias tienen como principio terapéutico la eliminación de la causa. Cuando el proceso inflamatorio y el estrés celular cesan en el área en reabsorción, las unidades osteorremodeladoras y sus clastos sufren una desmovilización y salen de la superficie radicular: los mediadores desaparecen. El pH de la región vuelve al estado de neutralidad y se forman nuevos cementoblastos, recolonizando la superficie radicular en algunos días. Se forma, a continuación, nuevo cemento, con re inserción de las fibras colágenas en medio de la nueva capa cementoblástica. La superficie radicular vuelve a ser biológicamente normal. Si la causa es la contaminación radicular por bacterias vía canal, el tratamiento endodóntico adecuado elimina la causa y la reabsorción inflamatoria se repara. Si el factor causal es una fuerza ortodóntica, la desactivación del aparato o la disipación de la fuerza cesa el proceso. Cuando se elimina la posible causa y la reabsorción dental inflamatoria no cesa, esto implica considerar que la verdadera causa no ha sido eliminada.

Las reabsorciones dentales por sustitución siempre suceden a la anquilosis alveolodentaria y, una vez establecidas, el proceso no tiene como cesar. Cuando se detecta la anquilosis antes de que haya evolucionado para la reabsorción por sustitución, la luxación seguida de extrusión puede, en la mayoría de los casos, restablecer el ligamento periodontal en los puentes o focos de unión hueso-diente. Pero si tiene reabsorción por sustitución en que parte del diente ya ha sido reabsorbida y

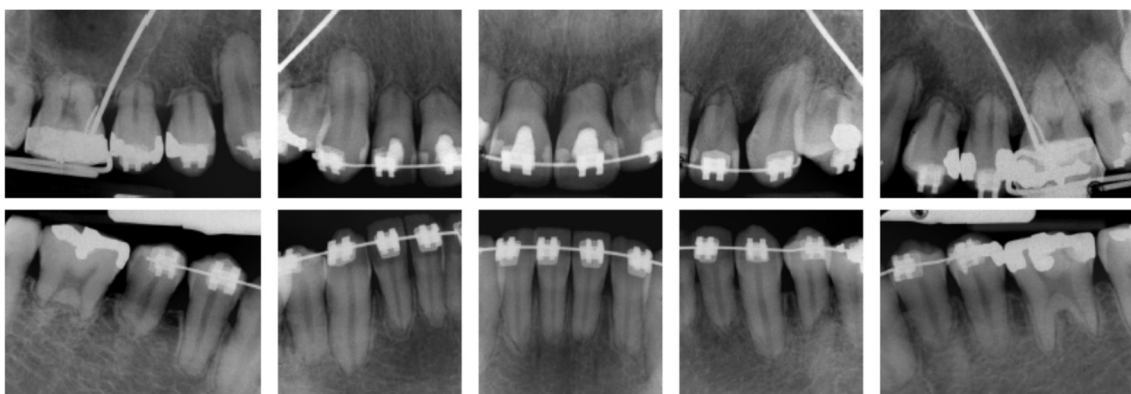
sustituida por hueso, el imbricamiento físico impide una separación entre ambos. En síntesis: la reabsorción dental inflamatoria puede ser controlada, curada y tiene un buen pronóstico, pero la reabsorción dental por sustitución tiene un pronóstico malo, pues tarde o temprano ocurrirá la pérdida dental.⁽²⁸⁾

5 CASO CLÍNICO

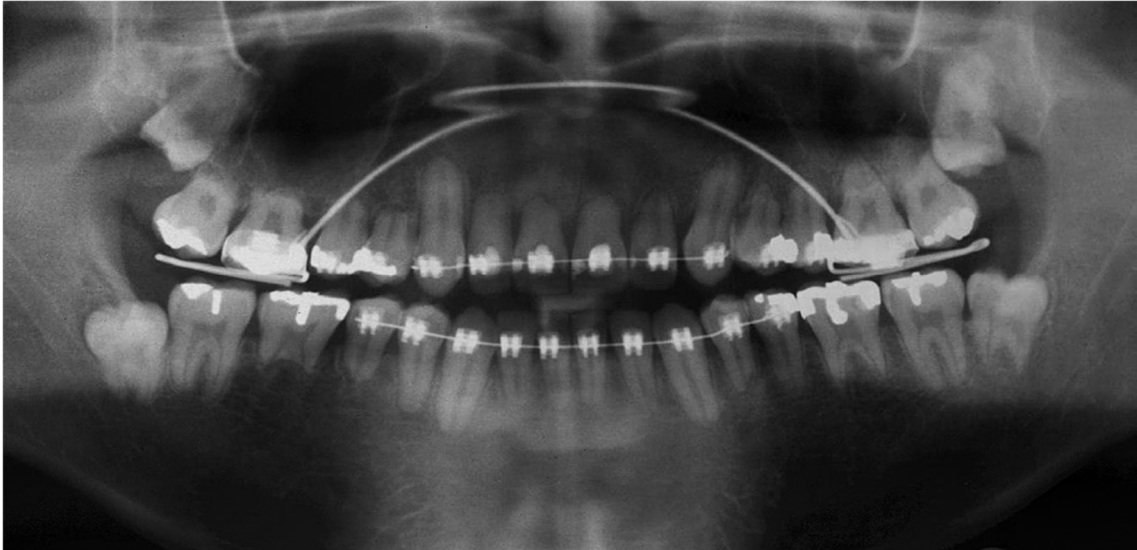
El presente caso clínico que se presenta fue desarrollado en la universidad de Sao Paulo Brasil, por Consolaro y Furquim.⁽¹⁹⁾ Un paciente de 25 años buscó tratamiento de ortodoncia después de someterse a una terapia de cuatro años.

Aunque tenía la mayoría de las raíces con reabsorción severa (grado 4 de Malmgren), no deberían tener dientes extraído o sometido a procedimientos de endodoncia. Sin embargo, tres incisivos maxilares se sometieron a un tratamiento endodóntico que, de hecho, no afecta el pronóstico de la raíz.

La pulpa dental no influye en la resorción externa. De manera similar, la obturación intracanal no interfiere en la causa de los procesos de reabsorción mientras que las fuerzas activas permanecen. Por el contrario, la eliminación de fuerzas hace que los procesos de reabsorción se detengan de tal forma que no se encuentren más clastos en la superficie de la raíz después de una semana.



Reabsorción inflamatoria de la raíz severa (grado 4 de Malmgren) después de cuatro años de tratamiento de ortodoncia. La mayoría de los dientes, incluidos los primeros molares, solo tienen el tercio cervical restante. Tenga en cuenta la raíz detallada y las estructuras óseas involucradas en el proceso de resorción.



Con fines comparativos, tenga en cuenta que la radiografía panorámica convencional revela la misma reabsorción de la raíz inflamatoria grave (grado 4 de Malmgren) después de cuatro años de tratamiento ortodóncico.



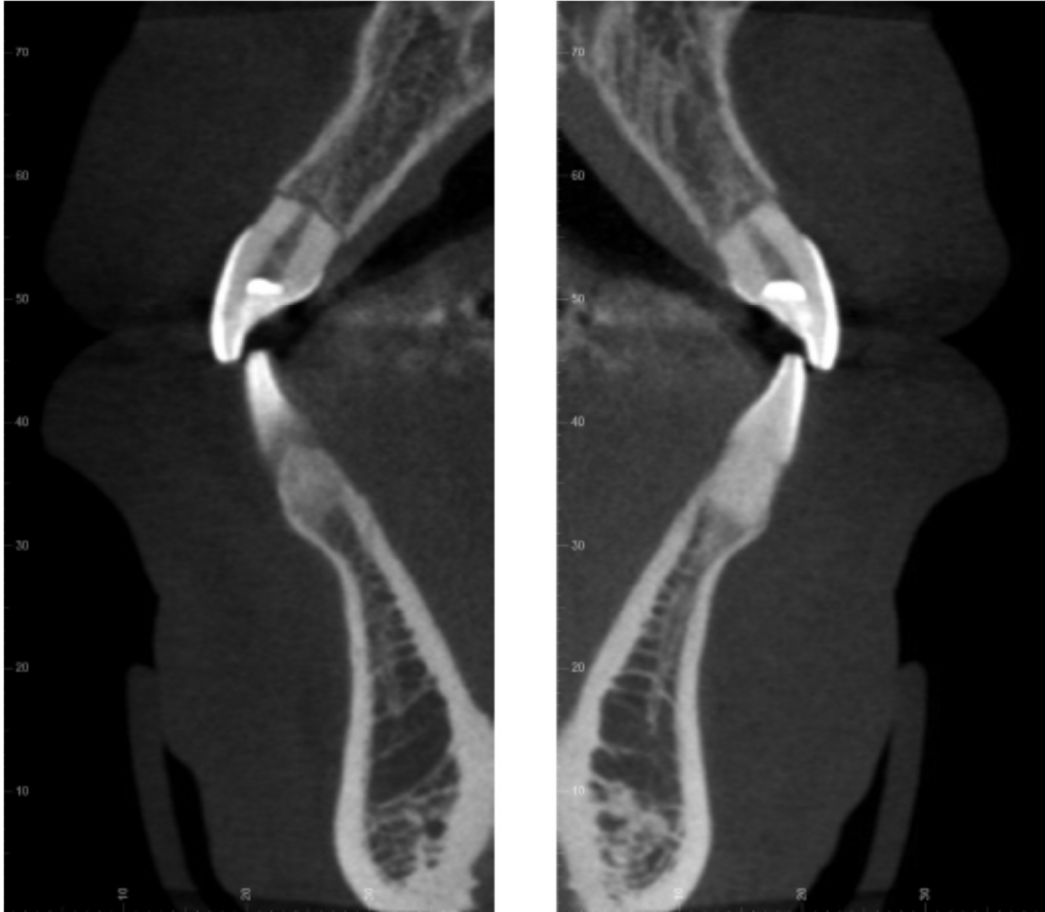
Después de cuatro años de tratamiento de ortodoncia, algunas reabsorciones radiculares inflamatorias graves (grado 4 de Malmgren) se trataron erróneamente por medio de terapia endodóntica como se revela por la radiografía panorámica digital.



Reabsorción inflamatoria severa de la raíz (grado 4 de Malmgren) revelada por tomografías 3D que permiten una evaluación contextual y comparativa del proceso en cada diente y sus respectivas superficies.



Aparentemente, los dientes no tienen hueso o soporte óseo cortical alveolar; sin embargo, la radiografía periapical revela estructuras detalladas de las raíces y los huesos involucradas en el proceso de resorción. Por lo tanto, es razonable afirmar que existe apoyo periodontal proporcionado por el tercio cervical.



Aparentemente, los dientes no tienen hueso o soporte óseo cortical alveolar; sin embargo, la radiografía periapical revela estructuras detalladas de las raíces y los huesos involucradas en el proceso de resorción. Por lo tanto, es razonable afirmar que existe apoyo periodontal proporcionado por el tercio cervical.



Aspectos clínicos dentales y gingivales de pacientes que presentan una reabsorción inflamatoria de la raíz grave (grado 4 de Malmgren).



Aspecto clínico después del ajuste oclusal: mejoro la guía incisal y canina y la oclusión de los molares.



Después de aplicar el protocolo sugerido con un control de 6 años.

Teniendo en cuenta la gravedad de la reabsorción de la raíz y las condiciones de la raíz cervical remanente (responsable del 60% del soporte periodontal), se deben seguir los siguientes procedimientos:

1° los dientes pueden permanecer en función y estética durante un período de tiempo indefinido sin tratamiento endodóntico, excepto en los casos en que se requiere exclusivamente terapia endodóntica. En el caso reportado aquí, el tratamiento endodóntico resultó innecesario.

2° la oclusión debe equilibrarse completamente sin más interferencias. En caso de que haya algún tipo de interferencia, deben corregirse inmediatamente como en el caso.

3° Se le debe recomendar al paciente que use un protector mientras practica deportes. En caso de que ocurra un trauma, los odontólogos deben seguir el mismo procedimiento empleado para los dientes sin acortamiento radicular.

4° Hacer que los pacientes tomen conciencia de que mientras comen, deben evitar agarrar alimentos duros, como algo de fruta o pan, solo con los dientes.

5° En casos de bruxismo, incluso si es leve y ocasional, el paciente idealmente, de forma rutinaria y metódica, debe usar placas acrílicas individuales mientras duerme.

6° Como las raíces son demasiado cortas, se debe evitar el movimiento de los dientes.

7° Si el movimiento fuera exclusivamente ortopédico sin comprometer los dientes y su anclaje, el ligamento periodontal no se ve afectado por la inflamación o el estrés. En otras palabras, el movimiento ortopédico no induce un nuevo ciclo de reabsorción radicular.

8° la enfermedad periodontal inflamatoria crónica asociada con la placa dental debe prevenirse aconsejando adecuadamente al paciente sobre la higiene oral. La pérdida ósea cervical menor es completamente significativa.

9° Se deben extraer los dientes totalmente o parcialmente sin erupción, especialmente si están demasiado cerca de otros dientes, lo que no solo podría provocar la reabsorción radicular, sino también obstaculizar el caso por razones de ortodoncia.

10° Hábitos parafuncionales, como onicofagia, agarre de objeto con dientes, perforaciones labiales o linguales, deben corregirse y evitarse.⁽¹⁹⁾

CONCLUSIONES

- La reabsorción radicular es un proceso complejo que amerita descartar los factores causantes por su naturaleza multifactorial.
- El cemento radicular no posee vasos sanguíneos, ni tiene inervación, no sufre reabsorción fisiológica ni remodelación y se caracteriza por el depósito mineral continuo a lo largo de la vida.
- El diagnóstico se realiza con radiografías panorámicas, periapicales y en las tomográficas donde se puede apreciar la zona mediante los cortes que uno requiere.
- Los movimientos de vaivén, como los producidos por las mecánicas poco controladas, que llevan y devuelven los dientes y los elásticos intermaxilares incrementan el riesgo de la reabsorción radicular.
- Al encontrar reabsorción radicular durante el tratamiento ortodóntico los objetivos iniciales planteados deben de ser modificados.
- La técnica ortodóntica no parece influir en la reabsorción radicular, Esta reabsorción depende más bien de factores como la física, la mecánica y los sistemas de fuerzas empleados por el clínico para mover los dientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Reitan K. Initial Tissue Behaviour During Apical Root Resorption. *Angle Orthod.* 1974;44(1):68–82.
2. Nanda R. *Biomecánicas y Estética estrategias en ortodoncia clínica*. 1era ed. Amolca; 2007. 28 p.
3. Varela M. *Ortodoncia interdisciplinar*. primera. España: Oceano-Ergon; 2013. 235-270 p.
4. De Echave-Krutwig M, De M, Krutwig E. El tratamiento ortodóncico y la reabsorción radicular. *Revisión bibliográfica. Revisión bibliográfica Rev Esp Ortod.* 2002;32:325–31.
5. Uribe G. *Ortodoncia teoría y clínica*. segunda. Medellín: corporación para investigaciones biológicas; 2010. 68-80 p.
6. 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;6(4):445–53.
7. Weltman B, Vig KWL, Fields HW, Shanker S, Kaizar EE. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: A systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop. American Association of Orthodontists;* 2010;137(4):462–76.
8. Feller L, Khammissa RAG, Thomadakis G, Fourie J, Lemmer J. *Apical External Root Resorption and Repair in Orthodontic Tooth Movement: Biological Events*. Biomed Res Int. Hindawi Publishing Corporation; 2016;2016.
9. Jiang R, McDonald J, Fu M. Root resorption before and after orthodontic treatment: a clinical study of contributory factors. *Eur J Orthod.* 2010;32(6):693–7.
10. Bakland L. Root resorption. *Dent Clin North Am.* 1992;36(2):491–507.
11. Vlaskalic V, Boyd RL, Baumrind S. Etiology and Sequelae of Root Resorption Incidence and Prevalence of Apical Root Resorption. *Semin Orthod.* 1998;4(2):124–31.
12. Nascimento GJF. Mecanismo, Classificação e Etiologia das Reabsorções Radiculares. *R Fac Odontol Porto Alegre.* 2006;47(3):17–22.
13. Yamamoto T, Kaku M, Sumi H, Yashima Y, Izumino J, Tanimoto K. Effects of loxoprofen on the apical root resorption during orthodontic tooth movement in rats. *PLoS One.* 2018;13(4):1–19.
14. Graber L. *Ortodoncia principios y técnicas actuales*. 5ta ed. Barcelona: Elsevier; 2013. 253 p.
15. Lee YJ, Lee TY. External root resorption during orthodontic treatment in root-filled teeth and contralateral teeth with vital pulp: A clinical study of contributing factors. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2016;149(1):84–91.
16. Fukushima H, Kajiya H, Takada K, Okamoto F, Okabe K. Expression and role of RANKL in periodontal ligament cells during physiological root-resorption in human deciduous teeth. *Eur J Oral Sci.* 2003;111(4):346–52.
17. Consolaro A. *reabsorções dentárias nas especialidades clínicas*. 3 ed. Maringá: dental press editora; 2012. 816 p.
18. Consolaro A. The four mechanisms of dental resorption initiation. *Dent Press J Orthod.* 2013;18(3):7–9.
19. Consolaro A, Furquim LZ. Extreme root resorption associated with induced tooth movement: A protocol for clinical management. *Dental Press J Orthod.* 2014;19(5):19–26.
20. Lund H, Gröndahl K, Hansen K, Gröndahl H-G. Apical root resorption during orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 2012;82(3):480–7.
21. Marques LS, Chaves KCT, Rey AC, Pereira LJ, De Oliveira Ruellas AC. Severe root resorption and orthodontic treatment: Clinical implications after 25 years of follow-up. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2011;139(4):166–9.

22. Vaquero Niño P, Perea Pérez B, Labajo González E, Santiago Sáez A, García Marín F. Reabsorción radicular durante el tratamiento ortodóncico : causas y recomendaciones de actuación. *Cient Dent*. 2011;8(1):61–70.
23. Da Silva MJ, Silva KS, Gravina MA, Fraga MR, Vitral RWF. Apical root resorption: The dark side of the root. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2013;143(4):492–8.
24. Malmgren O, Dr O, Goldson L, Hill C, Orwin A, Petrini L, et al. Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth. *Am J Orthod*. 1982;82(6):487–91.
25. Rego M, Thiesen G, Marchioro E, Berthold T, Bandeira E. Reabsorção Radicular e Tratamento Ortodôntico : Mitos e Evidências Científicas. *J Bras Ortodon Ortop Facial*. 2004;9(51):292–309.
26. Scheibel PC, Ramos AL, Iwaki LCV, Micheletti KR. Analysis of correlation between initial alveolar bone density and apical root resorption after 12 months of orthodontic treatment without extraction. *Dental Press J Orthod*. 2014;19(5):97–102.
27. Pelagio C, Maués R, Ramos Do Nascimento R, De O, Vilella V. Severe root resorption resulting from orthodontic treatment: Prevalence and risk factors. *Dent Press J Orthod*. 2015;:52–852.
28. Consolaro A. O conceito de reabsorções dentárias. *Dental Press J Orthod*. 2011;16(4):19–24.
29. 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.
30. Cakmak F, Turk T, Karadeniz EI, Elekdag-Turk S, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 24. Root resorption of the first premolars after 4 weeks of occlusal trauma. *Am J Orthod Dentofac Orthop*: 2014;145(5):617–25.
31. Ino-Kondo A, Hotokezaka H, Kondo T, Arizono K, Hashimoto M, Hotokezaka Y, et al. Lithium chloride reduces orthodontically induced root resorption and affects tooth root movement in rats. *Angle Orthod*. 2018;88(4)
32. Picanço GV, Maria K, De Freitas S, Cançado RH, Valarelli FP, Roberto P, et al. Predisposing factors to severe external root resorption associated to orthodontic treatment. *Dent Press J Orthod*. 2013;18(181):110–20110.
33. 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;15:48.
34. Janson G, Niederberger A, Garib DG, Caldas W. Root resorption in Class II malocclusion treatment with Class II elastics. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. American Association of Orthodontists; 2016;150(4):585–91.
35. Proffit W, editor. *Ortodoncia contemporánea*. cuarta. Barcelona; 2008. 1-719 p.
36. Jiang F, Chen J, Kula K, Gu H, Du Y, Eckert G. Root resorptions associated with canine retraction treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. American Association of Orthodontists; 2017;152(3):348–54.
37. Roscoe MG, Meira JBC, Cattaneo PM. Association of orthodontic force system and root resorption: A systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. American Association of Orthodontists; 2015;147(5):610–26.
38. 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):1–7.
39. Ari-Demirkaya A, Al Masry M, Erverdi N. Apical root resorption of maxillary first molars after intrusion with zygomatic skeletal anchorage. *Angle Orthod*. 2005;75(5):761–7.
40. Jacobs C, Gebhardt PF, Jacobs V, Hechtner M, Meila D, Wehrbein H. Root resorption, treatment time and extraction rate during orthodontic treatment with

- self-ligating and conventional brackets. *Head Face Med.* 2014;10(1):1–7.
41. 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. Progress in Orthodontics*; 2016;17(1):1–6.
 42. Yi J, Li M, Li Y, Li X, Zhao Z. Root resorption during orthodontic treatment with self-ligating or conventional brackets: A systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health.* 2016;16(1):1–8.
 43. Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 2. Literature review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1993;103(1):138–46.