

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA

FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

OFICINA DE GRADOS Y TÍTULOS



REABSORCIÓN RADICULAR EN ORTODONCIA

PRESENTADO POR:

C.D. ANA ROCIO QUINTEROS LUNA

ASESOR

MG.ESP.CD. FRANCISCO VARGAS CORPANCHO

LIMA – PERÚ

2018

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mi familia y amigos que me apoyaron para la realización de este trabajo y en especial para mi abuelita que desde el cielo me cuida.

REABSORCIÓN RADICULAR EN ORTODONCIA

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. DESARROLLO DEL TEMA.....	8
II.1 REABSORCIÓN RADICULAR	8
II.1.1 DEFINICIÓN.....	8
II.2 PROCESO CELULAR	8
III. TIPOS DE REABSORCIÓN RADICULAR	8
III.1 REABSORCIÓN RADICULAR FISIOLÓGICA.....	8
III.2 REABSORCIÓN RADICULAR PATOLÓGICA	8
III.2.1 REABSORCIÓN RADICULAR INTERNA	8
III.2.2 REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA	13
IV. PREVALENCIA Y DETECCIÓN DE ORTODONCIA INDUCIDA	16
IV.1 REABSORCIÓN RADICULAR INFLAMATORIA	16
V. RADIOGRAFÍAS 2D PARA LA ANALIZAR LA REABSORCIÓN RADICULAR.....	18
VI. REABSORCIÓN RADICULAR Y TRATAMIENTO ORTODÓNCICO	21
VII. FACTORES DE RIESGO RELACIONADOS CON EL PACIENTE	22
VII.1 FACTORES BIOLÓGICOS.....	24
VII.1.1 SUCEPTIBILIDAD INDIVIDUAL	24
VII.2 FACTORES SISTÉMICOS	27
VII.2.1 NUTRICIÓN	33
VII.2.2 EDAD CRONOLÓGICA.....	33
VII.2.3 EDAD DENTAL	33
VII.2.4 GÉNERO	33
VII.2.6 TRAUMA DENTARIO PREVIO.....	33
VII.2.7 DIENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE	33
VII.2.8 DIENTES CON RESORCIÓN EN EL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO ..	34
VII.2.9 DENSIDAD DEL HUESO ALVEOLAR	34
VII.2.10 CLASIFICACIÓN DE LA MALOCLUSIÓN	35
VII.3 FACTORES GENÉTICOS	35
VII.4 FACTORES MECANICOS.....	36
VII.4 .1 TÉCNICA Y TIPOS DE MOVIMIENTO.....	36
VII.4.2 MAGNITUD DE FUERZAS	37
VII.4.3 EXTENSIÓN Y DURACIÓN DE TRATAMIENTO	40
VII.4.4 INTRUSIÓN DENTARIA	42
CONCLUSIONES.....	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°1: RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA DE REABSORCION IDIOPÁTICA	9
FIGURA N°2: RADIOGRAFÍA DESPUÉS DEL TRATAMIENTO	9
FIGURA N°3: PASOS DE UNA REABSORCIÓN INTERNA.....	10
FIGURA N°4: CORTES TOMOGRÁFICOS DE LA LESIÓN	11
FIGURA N°5: VISTA CLÍNICA Y RADIOGRAFICA.....	13
FIGURA N°6: RADIOGRAFIA PANORAMICA	13
FIGURA N°7: REABSORCIÓN RADICULAR POR REPLAZO	15
FIGURA N°8: CLASIFICACIÓN DE MALMGREM MODIFICADO POR JASON.....	16
FIGURA N°9: MEDICIONES	17
FIGURA N° 10:VISTA INTRAORAL,.....	18
FIGURA N°11: EL RESORTE ABIERTO DE DE NITI	19
FIGURA N°12: ESCALA SEGÚN MALMGREN, B. RADIOGRAFÍA OCLUSAL.....	20
FIGURA N° 13:PUNTOS CEFALOMETRICOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO.....	21
FIGURA N°14: RADIOGRAFÍA PANORANICA	22
FIGURA N°15: EXPERIMENTO EN RATAS	23
FIGURA N°16: INCLINACIÓN DE LOS DIENTES	24
FIGURA N°17: SE ESCANEO LA RADIOGRAFÍA PERIAPICAL.....	25
FIGURA N° 18:IMÁGEN DE DIENTES ANTERIORES DECIDUOS Y PERMANENTES	26
FIGURA N°19: IMÁGENES TOMOGRÁFICAS	27
FIGURA N° 20:PROTOCOLO EXPERIMENTAL.	28
FIGURA N°21 :EL DISEÑO DEL APARATO DE ORTODONCIA	29
FIGURA N° 22:LAS MEDICIONES DE MOVIMIENTO E INCLINACIÓN DEL DIENTE	30
FIGURA N° 23:MEDICIÓN DE REABSORCIÓN RADICULAR	31
FIGURA N°24: IMÁGENES DE REABSORCIÓN RADICULAR VISUALIZADA POR SEM	32
FIGURA N° 25:VISTA CORONAL DE MOLARES SUPERIORES	34
FIGURA N° 26:MEDICIONES PRE Y POST TRATAMIENTO.....	37
FIGURA N° 27: IMÁGENESS PRE Y POST TRATAMIENTO	39
FIGURA N° 28: MEDICIONES DEL DIENTES	40
FIGURA N° 29: EXPANSIÓN PALATINA CON HYRAX Y HASS	41
FIGURA N° 30: IMÁGENES VOLUMETRICAS 3D	42
FIGURA N° 31: INTRUSIÓN DE PREMOLARES SUPERIORES.....	43
FIGURA N° 32: IMÁGEN DE REABSORCIÓN	45
FIGURA N° 33: REABSORCION RADICULAR POR INTRUSIÓN Y EXTRUSIÓN	46
FIGURA N° 34: ZONAS REABSORBIDAS CON EXTRUSIÓN	46

RESUMEN

El tratamiento ortodóntico busca beneficiar al paciente funcionalmente y estéticamente pero, como en la mayoría de tratamientos, puede generar algunos efectos adversos y daños en los tejidos adyacentes, entre ellos la resorción radicular.

El proceso de resorción radicular en los dientes deciduos es fisiológico y es necesario para la erupción de los dientes permanentes. La resorción radicular en los dientes permanentes es un proceso patológico que genera la pérdida de cemento y dentina en la cual muchos aspectos permanecen poco claros. Puede ser de dos tipos: interna y externa.

La reabsorción radicular interna se presenta en el interior de la cavidad pulpar observándose como un cambio distrófico idiopático producido por un trauma o una preparación no adecuada de una cavidad.

La reabsorción radicular apical externa, hace referencia a un tipo específico de reabsorción radicular, se caracteriza por un acortamiento del tercio apical de la raíz que puede ser detectado en la radiografía de rutina y es un efecto secundario relacionado con la respuesta de los tejidos biológicos, que permite que los dientes se muevan durante el tratamiento ortodóntico, no obstante, también se ha descrito la reabsorción radicular sin la aplicación de fuerzas ortodóncicas asociadas con un aumento de la profundidad de sondaje periodontal y en la reducción de la altura de hueso crestal; Los dientes que son más predisponentes a desarrollar reabsorciones radiculares son los incisivos superiores, incisivos inferiores y los primeros molares. El tipo de reabsorción asociado a la ortodoncia se desarrolla a nivel de los ápices de los dientes comprometidos; Los factores de riesgo que inducen la reabsorción radicular externa por los movimientos dentales en ortodoncia incluyen la magnitud de las fuerzas, la dirección de movimiento, la duración de tratamiento, la cantidad de desplazamiento y el tipo de aplicación de las fuerzas.

PALABRAS CLAVES: reabsorción radicular, ortodoncia, fuerzas, inflamación, rango de movimiento, anclaje

ABSTRACT

The orthodontic treatment seeks to benefit the patient functionally and aesthetically but, as in most treatments, can generate some adverse effects and damage to adjacent tissues, including root resorption.

The process of root resorption in deciduous teeth is physiological and is necessary for the eruption of permanent teeth. The radicular resorption in permanent teeth is a pathological process that generates the loss of cement and dentin in which many aspects remain unclear. It can be of two types: internal and external.

The internal radicular resorption occurs inside the pulp cavity observed as an idiopathic dystrophic change produced by a trauma or an inadequate preparation of a cavity.

External apical root resorption, refers to a specific type of root resorption, is characterized by a shortening of the apical third of the root that can be detected on routine radiography and is a side effect related to the response of biological tissues, which allows the teeth to move during orthodontic treatment, however, root resorption has also been described without the application of orthodontic forces associated with an increase in periodontal depth of probing and in the reduction of crestal bone height; The teeth that are more predisposing to develop root resorption are the upper incisors, lower incisors and the first molars. The type of resorption associated with orthodontics develops at the level of the apices of the affected teeth; The risk factors that induce external root resorption by dental movements in orthodontics include the magnitude of the forces, the direction of movement, the duration of treatment, the amount of displacement, the type of application of forces.

Key words: root resorption, orthodontics, forces, inflammation, range of motion, anchorage

I. INTRODUCCIÓN

La ortodoncia es una especialidad de la Odontología que se encarga de todo tipo de estudio, de prevención, diagnóstico, tratamiento de las anomalías de forma, posición, relación y función de las estructuras dentomaxilares; siendo su rol el de prevenir, diagnosticar y corregir las posibles alteraciones y mantenerlas dentro de un estado óptimo de salud y armonía, desafortunadamente se puede tener efectos colaterales en los tejidos circundantes debido a diversos factores, dentro de ellos las reabsorciones radiculares producidas por un exceso de fuerzas pesadas que se pueden dar de forma prolongada y en direcciones desfavorables que pueden ser de tipo biológico o mecánico.

Durante los tratamientos de ortodoncia se generan diversos movimientos generando alteraciones en los tejidos periodontales, hueso alveolar, ligamento periodontal y la superficie de la raíz. Los tipos de reabsorción pueden ser interna o externa; las reabsorciones radiculares internas van a ser originadas por, caries, lesiones de inflamaciones crónicas del tejido pulpar y dientes con tratamiento de conductos.

Las reabsorciones radiculares externas pueden estar originadas por factores genéticos, sistémicos, con problemas endocrinos, personas con diabetes, con insuficiencia nutricional, hábitos deletéreos, traumas, factores oclusales, la morfología los dientes, forma de la raíz, etc. Es por ello que debemos tener ciertas consideraciones al momento de realizar nuestros tratamientos de ortodoncia que van desde el pronóstico, antes del tratamiento, comunicar al paciente que va presentar una cierta reabsorción radicular por los movimientos dentales que se van a realizar, después del tratamiento a través de radiografías y tomografía si lo requiere; Todas estas consideraciones deben ir por escrito y hacerle firmar al paciente en un Consentimiento informado. (1)

II. DESARROLLO DEL TEMA

II.1 REABSORCIÓN RADICULAR

II.1.1 DEFINICIÓN

La reabsorción radicular es considerada como la pérdida de dentina y cemento de la superficie lateral o apical de las raíces de los dientes, existen dos tipos de reabsorciones radiculares: reabsorción fisiológica y reabsorción patológica. (1)

II.2 PROCESO CELULAR

La resorción radicular es parte de un proceso de eliminación de la zona hialina. Las primeras células en ser envueltas en esta remoción de tejido necrótico son las células tipo Macrófagos, que son probablemente activadas por señales que vienen del tejido necrótico, que resulta de la aplicación de fuerzas Ortodóntica.

El proceso de eliminación inicial toma lugar en la periferia del tejido hialino, donde la sangre suministrada al ligamento periodontal existe o incluso se incrementa. Durante la remoción de la zona hialina la superficie externa cercana de la raíz, que consiste en la capa de cementoblastos cubriendo el cementoide, puede ser dañada, por lo tanto queda expuesta la capa inferior de cemento mineralizado altamente densa. El proceso de resorción continúa hasta que no haya tejido hialino presente y/o los niveles de fuerza disminuyan, entonces, la descompresión permite que se revierta el proceso y el cemento sea reparado. Cuando se produce una reestimulación y supera el proceso reparador se produce la resorción. (1,2)

III. TIPOS DE REABSORCIÓN RADICULAR

III.1 REABSORCIÓN RADICULAR FISIOLÓGICA

Es aquella que se presenta en una dentición decidua por la erupción de los dientes permanentes.

III.2 REABSORCIÓN RADICULAR PATOLÓGICA

Es aquella que se da por pérdida de cemento y dentina de las raíces de los dientes deciduos o permanentes; clasificándose en reabsorción radicular interna y reabsorción radicular externa.

III.2.1 REABSORCIÓN RADICULAR INTERNA

La reabsorción radicular interna es aquella condición patológica que se da por la pérdida de estructura dentinaria en la cámara pulpar o el conducto radicular, se encuentra relacionada a infecciones crónicas de la pulpa y traumatismos, al provocarse la injuria se obtiene una invasión bacteriana en el conducto radicular que puede ser circunscrita o limitada a la superficie radicular, es de tipo asintomática y si no es detectada a tiempo se puede presentar pérdida de la pieza dentaria. Esta patología es diagnosticada a través de examen radiográfico de rutina. (2)



FIGURA N°1: RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA DE REABSORCION IDIOPÁTICA

Fuente: Gamboa Y. RevVenezInvestOdont IADR. 2014· (2)



FIGURA N°2: RADIOGRAFÍA DESPUÉS DEL TRATAMIENTO

Fuente: Gamboa Y. RevVenezInvestOdont IADR. 2014· (2)

En el siguiente artículo nos reporta un tratamiento endodóntico en el caso de una reabsorción radicular interna por una perforación idiopática, este caso sucedió en un paciente masculino de veinticuatro años de edad siendo atendido en el 2011, los dientes comprometidos fueron la pieza 11 y 22. El paciente relata que tuvo un dolor agudo y punzante y el cual se le presentó dos semanas antes de ser tratado.

Clínicamente las dos piezas dentarias tanto la pieza 11 y 22 habían cambiado de color, el diente no presentaba movilidad, presento sensibilidad a la palpación con ligera hinchazón a nivel apical del diente.

Se le tomaron unas radiografías periapicales viéndose una imagen radiolúcida bastante delimitada a nivel del tercio medio de la pieza 11.

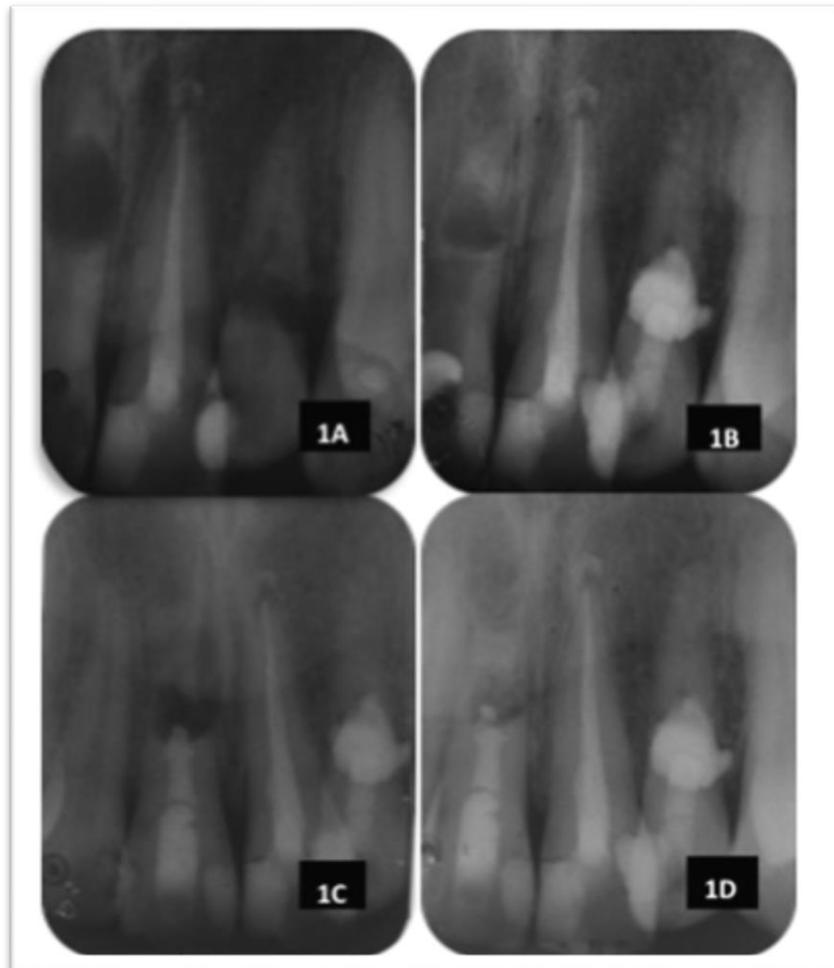


FIGURA N°3: PASOS DE UNA REABSORCIÓN INTERNA

a) Radiografía preoperatoria; b) revisión de un año del diente 22; c) postoperatorio del diente 11 lleno de MTA; d) nueve meses de revisión post-cirugía del diente 11

Fuente: Abdullah D. Iran Endod J. 2017. (3)

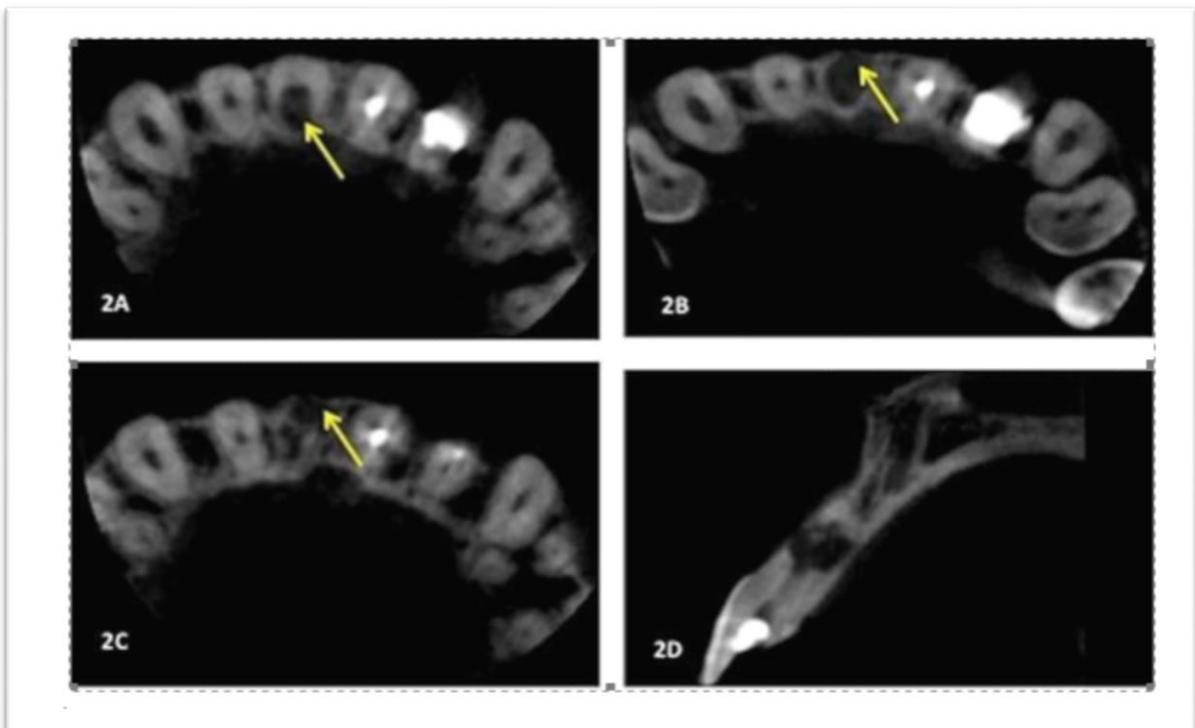


FIGURA N°4: CORTES TOMOGRÁFICOS DE LA LESIÓN

2a) corte axial que demuestra la perforación de la superficie radicular por palatino; b) corte axial que demuestra la lesión de la raíz vestibular; c) corte axial que muestra una perforación de la cortical ósea; d) corte sagital donde se puede observar

Fuente: Abdullah D. Iran Endod J. 2017. (3)

Caso contrario paso con la pieza 22 que no presentaba sensibilidad a la percusión ni la palpación, no presentaba movilidad, radiográficamente presentaba radiolucidez a nivel del tercio cervical del conducto radicular, para poder ver mejor el daño de la lesión se tomó una tomografía computarizada, previo consentimiento.

Se realizaron los respectivos cortes tomográficos, y se pudo observar una perforación en la superficie radicular por palatino y compromiso de la placa ósea vestibular a nivel del tercio medio por vestibular.

Para el tratamiento en la pieza 11 el conducto radicular presentaba pus y sangre por ende fue limpiado y se le colocó hidróxido de calcio y se selló con un cemento provisional.

En la pieza 22 el tratamiento realizado fue a través de MTA; el paciente se ausentó por un año se le tomaron radiografías y en la pz 22 no presentaba radiolucidez a nivel radicular estaba asintomática. En la pz 11 la lesión fue detenida. (3)



FIGURA N°5: VISTA CLÍNICA Y RADIOGRÁFICA

a) pieza 11 y 22 vista palatina b) pieza11 y 22 (vestibular) c) radiografía periapical a los 3 años del tratamiento finalizado

Fuente: Abdullah D. Iran Endod J. 2017. (3)

Este reporte de caso nos da a conocer un poco sobre la reabsorción radicular idiopática y el método de tratamiento para ello y cuando la lesión es detectada a tiempo podemos tener un pronóstico satisfactorio de la pieza dentaria. (3)

A. CLASIFICACIÓN DE REABSORCIÓN RADICULAR INTERNA

- a) Reabsorción por sustitución: se presenta una metaplasia histológicamente a nivel pulpar a hueso poroso.
- b) Reabsorción inflamatoria: es el cambio de tejido pulpar normal a tejido de granulación y va reabsorbiendo las paredes del diente.

B. TRATAMIENTO DE LA REABSORCIÓN RADICULAR INTERNA

Las reabsorciones internas se debe realizar un tratamiento de conductos a través del uso de ultrasonido, limas Hedstrom, fresas Gate-Glidden, recomendando una medicación intraconducto con hidróxido de calcio, o también otra alternativa es la extracción en caso que el diente no pueda ser restaurado.(1-4)

III.2.2 REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA

A. ANTECEDENTES Y ETIOLOGÍA APICAL EXTERNA

Es aquel estímulo externo que es dado en el ligamento periodontal y va transcurrir desde el cemento hasta llegar a la dentina; lesionando tanto la superficie lateral y externa del diente o grupo de dientes.

La reabsorción radicular es mayormente aquella secuela que se da de los tratamientos de ortodoncia. Este tema es de suma importancia ya que nos conlleva a implicaciones clínicas y de aspecto legal. A finales del año 1920 se dio a conocer como prueba auxiliar la radiografía panorámica en las cual se podía observar la longitud de las raíces antes y después de los tratamientos de ortodoncia a realizar. (3)

La resorción radicular se presenta en la segunda a quinta semana en los tratamientos de ortodoncia pero tarda de tres a cuatro meses para poder ser dilucidada en una radiografía; desde entonces se han dado varias posibles alternativas con respecto a las relaciones causales y factores contribuyentes.(1,4)



FIGURA N°6: RADIOGRAFIA PANORAMICA

Superior, antes del tratamiento; inferior. Después del tratamiento de ortodoncia

Fuente: Hartsfield JK. Orthod Craniofacial Res. 2009 (4)

A. CLASIFICACIÓN REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA

La reabsorción radicular externa se presenta en tres formas:

a) REABSORCIÓN RADICULAR DE SUPERFICIE

Es aquella como su mismo nombre lo dice se da en la superficie radicular, por agresión al ligamento periodontal y esta desaparece cuando se elimina la injuria en áreas de exposición pequeñas y que van a presentar una recuperación rápida.

b) REABSORCIÓN RADICULAR INFLAMATORIA

Es aquella que se va dar cuando se va a presentar una agresión tanto en el ligamento periodontal como también en la superficie raíz la cual va ser colonizada por células multinucleares. Los estudios nos dicen que la mayor incidencia de Reabsorción inflamatoria se da por tratamientos ortodonticos, por fuerzas excesivas, Stenvik & Mjor 1970; Harry & Sims 1982 La resorción inflamatoria está relacionada a la presencia de células multinucleadas que colonizan la superficie cementaria mineralizada o denudada. Se presentan dos tipos de resorción inflamatoria, la transitoria, que ocurre cuando la estimulación del daño es mínimo y por un corto periodo. Cuando la estimulación es por un largo periodo se presenta una resorción inflamatoria progresiva. Anquilosis es el resultado de una extensiva necrosis del ligamento periodontal con formación de hueso sobre el área denudada en la superficie radicular. Una vez que el diente comienza a formar parte del hueso, el proceso de remodelado normal llevara a una destrucción del diente por el hueso, reposicionándose la resorción. La resorción radicular después de un tratamiento ortodontico es de superficie o transitoria. Las fuerzas ortodónticas actúan similarmente sobre el hueso y el cemento, pero siendo el cemento más resistente, en el hueso se produce la reabsorción lo que lleva al movimiento dental. Sin embargo, una resorción de cemento y dentina puede ocurrir dependiendo de la intensidad y duración de los estímulos y por factores propios del huésped.

La resorción radicular apical externa se presenta entre 75 a 90 % de los dientes , resorción generalizada mayor de 3mm ocurre en 4% de los pacientes y al menos 5% de adultos y 2% de adolescentes son proclives a tener 1 o más dientes con más de 5 mm de resorción durante el tratamiento ortodóntico con aparatología fija.

La resorción radicular es de origen multifactorial, de tal modo que conociendo mejor los factores que lo provocan podemos evitar o prevenir al momento de planificar nuestro tratamiento ortodóntico. Está dividida: (1,3)

a) Reabsorción inflamatoria transitoria

Es cuando el daño no es muy profundo y el cemento lo repara de forma simultánea.

b) Reabsorción inflamatoria progresiva

Se da cuando el estímulo desapareció pero sigue su curso la reabsorción abarcando cemento y dentina.

B. Reabsorción por remplazo o sustitución

Es cuando afecta tanto el hueso adyacente y la superficie radicular se presenta una anquilosis en la cual el hueso remplaza al cemento que se perdió. (1,4)



FIGURA N°7: REABSORCIÓN RADICULAR POR REMPLAZO

Fuente: Uribe G. Ortodoncia Teoría y Clínica.2010.(2)

En un 7% a 13% las personas que se han sometido a tratamiento ortodóncico muestran en algún grado un porcentaje de reabsorción. También se ha dilucidado que pacientes antes de un tratamiento de ortodoncia con mordida abierta, con hábitos crónicos de comerse las uñas o bruxismo van a presentar reabsorción radicular. También piezas dentarias que son sometidas a reimplantación por avulsión de este, presentara reabsorción radicular apical externa. (5)

Histológicamente la fase inicial de la resorción de la raíz de se da en la periferia del ligamento periodontal necrótico después de realizado el movimiento ortodontico; la actividad celular que se da es similar a fibroblastos y macrófagos mononucleados, y cuando las fuerzas son excesivas se crean defectos sobre la superficie de las raíces semejantes a cráteres las cuales no van a poder ser reparadas. (6,7)

Es por ello que se da a conocer la clasificación de Golson L. Malmgren dada a conocer en 1982 modificada por Janson et al en el año 2000 la cual, clasifica los dientes traumatizados desde el punto de vista ortodóncico. Para lo cual determino en: ausentes, leves, moderadas, acentuada y severa. (8,9)

Índice de reabsorción determinado desde el punto de vista cuantitativo

Grado 0: ausencia de la reabsorción radicular

Grado 1: la reabsorción leve, se observa apenas contorno irregular de la raíz, presentando longitud normal.

Grado 2: reabsorción moderada, con pequeña pérdida radicular y el ápice presenta un contorno casi rectilíneo. Menos de 2 mm de la longitud de la raíz original

Grado 3: la reabsorción esta acentuada, con pérdida radicular de 2 mm a un tercio de la longitud radicular original.

Grado 4: Reabsorción radicular severa, con pérdida mayor de un tercio de la longitud radicular original. (10,11)

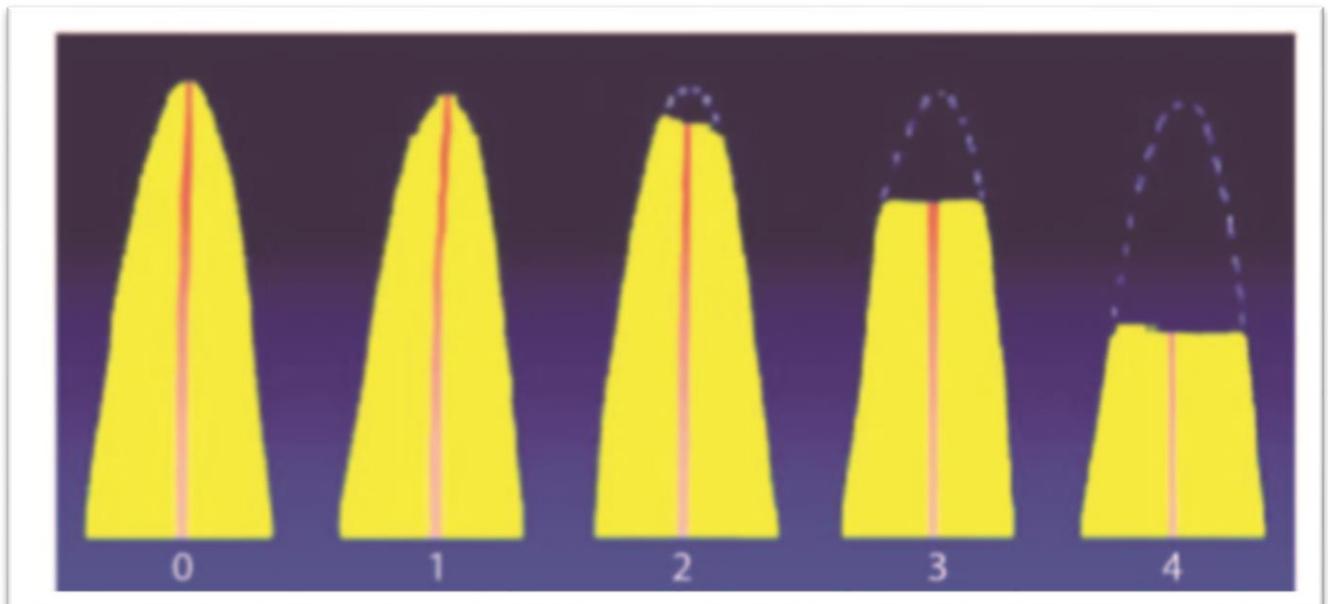


FIGURA N°8: CLASIFICACIÓN DE MALMGREM MODIFICADO POR JASON

Fuente: Zapata A D. Revista de Tribuna Ortodóncica.2011. (7)

IV. PREVALENCIA Y DETECCIÓN DE ORTODONCIA INDUCIDA

IV.1 REABSORCIÓN RADICULAR INFLAMATORIA

Otra forma de detección de reabsorción radicular según las investigaciones es a través de marcadores en saliva y sangre que puede estar relacionado con la reabsorción inflamatoria y así poder predecir si el paciente es susceptible para recibir tratamiento ortodóncico, dicho investigación se realizó en pacientes que hubiesen terminado su tratamiento su entre el 2010 y el 2012 en el Departamento de Ortodoncia del Hospital Dental de Sidney la muestra constó de nueve pacientes entre edades fluctuantes de 23+/- 2,9 años se le tomaron ortopantografía antes y después del tratamiento tomándose las medidas correspondientes de las alturas de los dientes. La recolección de sangre fueron 12 horas antes de ser recogida la muestra estar en ayunas su mantenimiento fue de -80°C, para la recolección de muestra de saliva se le pidió a los pacientes se cepillasen los dientes sin pasta dental y luego enjuagarse con agua desionizada para extraer la muestra de 10 ml de saliva en tubos de ensayo con inhibidores de proteasa. Finalmente se detectó que hubo índices de citoquinas en sangre, de forma estadísticamente significativa para indicar la presencia de reabsorción radicular inflamatoria dada por movimientos ortodóncicos. (10,11)

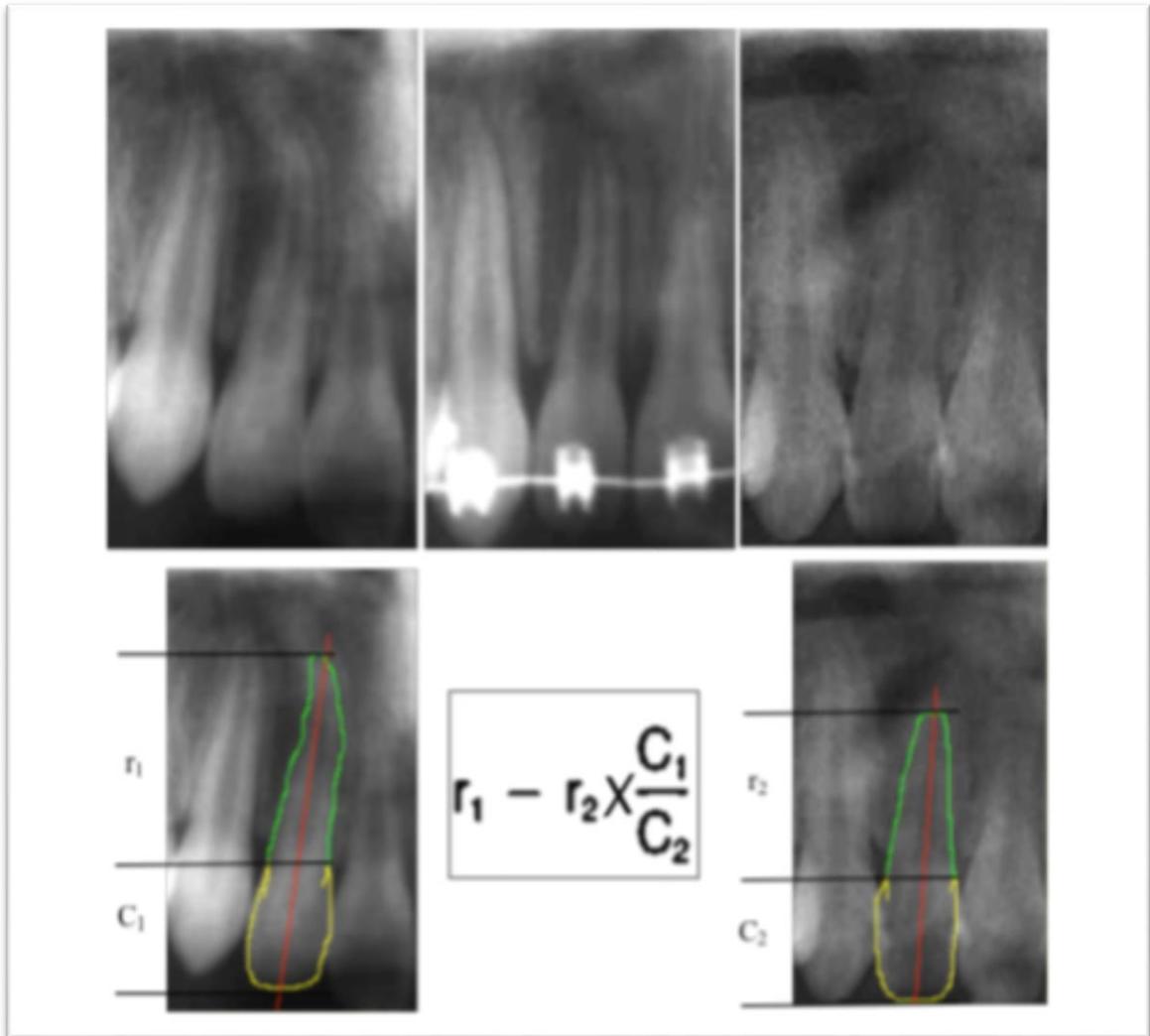


FIGURA N°9: MEDICIONES

Ecuación respectiva para analizar el grado de reabsorción radicular

Fuente: Yashin D. Prog Orthod. 2017. (10)

En otra investigación se hicieron estudios de detección de citoquinas a nivel de fluido gingival crevicular; se realizó en boca dividida la muestra consistió en ocho pacientes con edad media de 16,4 años seis hombres y dos mujeres que requieran extracción de primeras premolares superiores en el tratamiento de ortodoncia.



FIGURA N° 10: VISTA INTRAORAL.

Dispositivos, para la extracción de líquido crevicular
Fuente: Ahuja R. Prog Orthod. 2017. (12).

La muestra se dividió en dos grupos la investigación lado control y lado de prueba, se sometieron luego a fuerzas de 225 gr durante 28 días, con presencia de maloclusión de clase I esquelética y dental, con ausencia de asimetrías faciales y que no estén en crecimiento. El fluido crevicular gingival fue recogido antes de la aplicación de las fuerzas (0horas), 3 horas, 1 día, 3, 7 y 28 días después de la aplicación de las fuerzas a través de tiras de papel ubicadas a 1 mm de los surcos gingivales por treinta segundos; luego fueron preservadas a -80°c para determinar las citoquinas existentes en la muestra. Se obtuvo como resultados un alto nivel de IL-7 y TNF- ∞ , citoquinas proactivas, durante la a aplicación de fuerzas ortodonicas, (12)

V. RADIOGRAFÍAS 2D PARA LA ANALIZAR LA REABSORCIÓN RADICULAR

Uno de los gold estándar para la detección de reabsorción radicular son las radiografías periapicales, pero también han sido criticadas por su cierto grado distorsión. (Katona 2016). Dentro de los otros método radiográficos esta la panorámica, radiografías oclusales, cefalométricas y tomografías.

En una revisión sistemática se buscó la asociación que existía entre el sistema de fuerzas de ortodoncia y la reabsorción radicular, para lo cual se revisaron publicaciones en Pubmed, Embase, Cochrane, Database no se tomó en cuenta el año y estado de publicación ni el idioma.

Los criterios a los que se sometió la investigación fue, que el estudio debería ser realizado en humanos, que tengan tratamiento de ortodoncia, que sea con un mínimo de diez sujetos la muestra de su investigación. Se lograron recolectar 21 artículos que reúnan los criterios de inclusión. Llegaron a la conclusión que: mayor nivel de fuerzas ejercidas durante los tratamientos de ortodoncia se iba presentar un mayor grado de reabsorción radicular, también encontraron la asociación que a mayor tiempo de tratamiento se va tener un mayor grado de reabsorción radicular. (13)

Nos señala también los estudios la utilización de tomografía microcomputarizada con el objetivo de investigar el efecto de Odanacatib en la reabsorción radicular y el metabolismo del hueso alveolar durante los movimientos ejercidos en un tratamiento ortodónico; para ello se dividió en tres grupos de ocho ratas en cada grupo respectivamente en el grupo control no se le aplico nada en los dos otros grupos sesenta gr de odanacatib con aplicación de fuerza de sesenta gramos de fuerzas, el otro grupo se le aplico solución salina grupos Se colocaron unos dispositivo de resorte a las ratas a nivel de primeras molares superiores y sus incisivos superiores previamente fueron pesadas, alimentadas correctamente y sedadas para la colocación de los aditamentos ,su finalidad era desplazar las primeras molares superiores hacia adelante. Luego de quince días las ratas fueron sacrificadas, se obtuvo la muestra de la raíz mesial de las primeras molares superiores. (14)

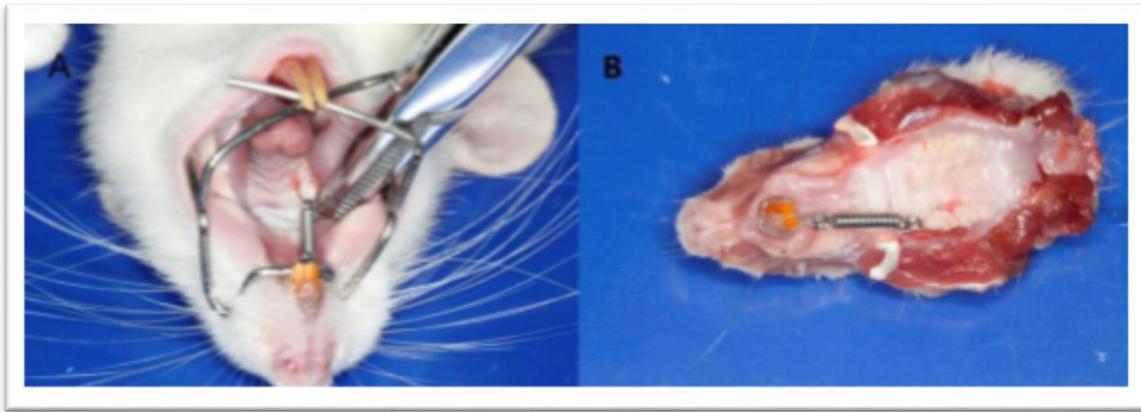


FIGURA N°11: EL RESORTE ABIERTO DE DE NiTi

Se ligó al primer molar superior derecho con una ligadura.

Fuente: Wei X. Res Mol Res. 2015. (14)

Las ratas luego de ser sacrificadas fueron puestas a formol al 10% para su fijación y llevadas para que le tomen un micro tomografía computarizada del maxilar superior. (14).

En el grupo de solución salina se halló un mayor volumen de cráteres en la reabsorción radicular ($p < 0.001$) en comparación con los dos grupos.

Con la aplicación del ODN local dio como resultado que este grupo 60g-ODN los valores en la remodelación ósea final fue mayor pero no significativamente llegando como conclusión que la administración de ODN sería capaz de promover el metabolismo de regeneración de hueso alveolar. (14)

A continuación en el siguiente estudio se utilizaron para el estudio radiografías panorámicas, laterales y oclusales para la detección de Reabsorción radicular antes y después del tratamiento ortodóncico, se realizó en la universidad de Kentucky en Estados Unidos, todos los pacientes fueron tratados con aparatos fijos con alambre de Ni-Ti 0.016 hasta 0.016 x 0.022 rectangular de Ni-Ti. Fueron 64 pacientes de los cuales treinta y ocho eran mujeres y 29 varones, se dividió en un grupo control y un grupo de estudio, seleccionados aleatoriamente, se evaluó la reabsorción apical externa que presentase los cuatro incisivos superiores después del concluido el tratamiento de ortodoncia. Dentro agentes de exclusión fueron aquellos pacientes con presencia de labio y/o paladar hendido, presencia de ápices abiertos y/o antecedentes de trauma, también fueron excluidos pacientes que no tengan un diagnóstico definido y la ausencia de radiografías en buen estado. Utilizaron la clasificación de Malmgren 0, 1, o 2 el control y 3 o 4 se consideraron como reabsorción radicular apical moderada o severa. (15)

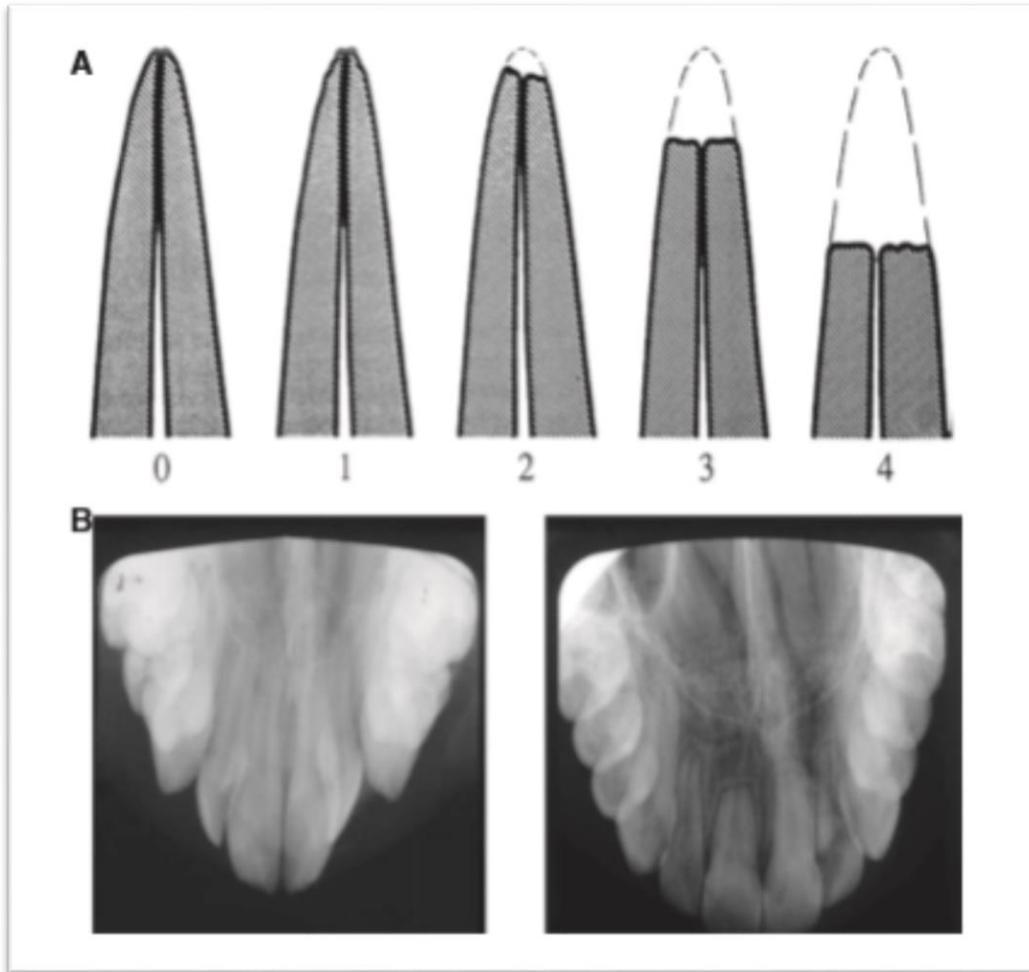


FIGURA N°12: A. ESCALA SEGÚN MALMGREN, B. RADIOGRAFÍA OCLUSAL.
 Izquierda, paciente con tratamiento preortodónico; Derecha: paciente con tratamiento postortodónico, en un paciente diagnosticado con Reabsorción radicular
 Fuente: Morford LA. Orthod Craniofacial Res. 2015. (15)

Se tomó en consideración la realización del tratamiento en meses y tratamientos ortodónicos realizados con vs sin extracción, siendo las piezas seleccionadas primeras premolares o segundas premolares superiores.

Las radiografía laterales se le realizaron ciertos trazados cefalométricos antes y después del tratamiento comparando ambos trazados hubo una disminución negativa de los incisivos debido a la retracción de los incisivos superiores. (15)

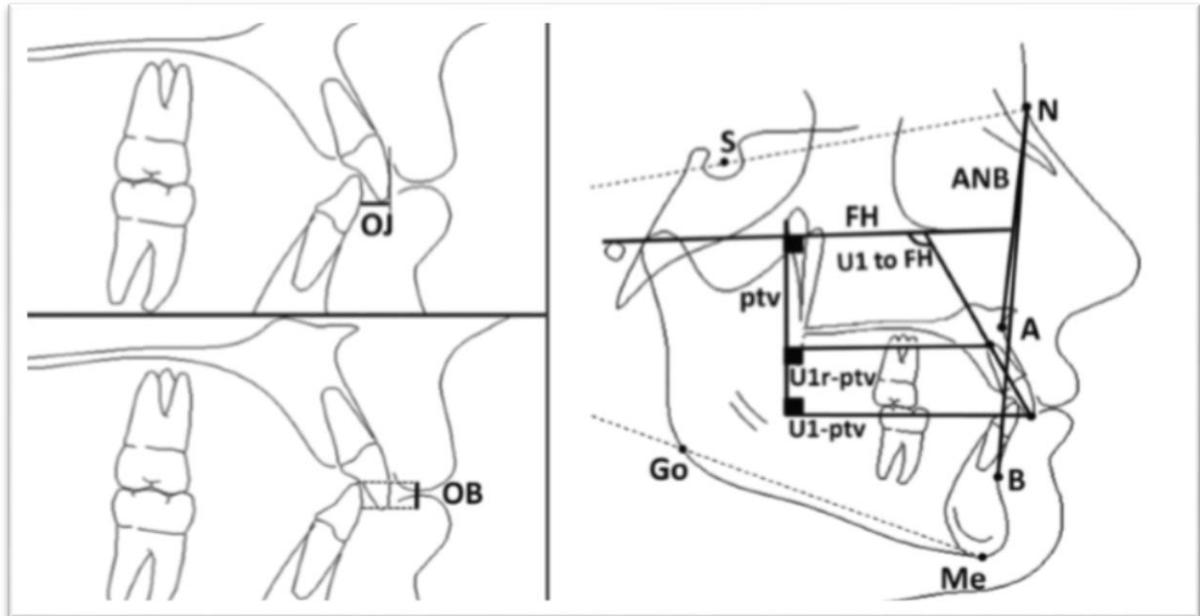


FIGURA N° 13: PUNTOS CEFALOMETRICOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO

Fuente: Morford LA. Orthod Craniofacial Res. 2015. (15)

Para el análisis genético se obtuvo la muestra a través de un hisopado bucal antes de la toma de la muestra se le indicó a cada paciente el cepillado al interior de cada mejilla, los cepillos eran estériles y tenían cerdas de nylon, repitiéndolo diez veces.

Cabe resaltar que en los pacientes que se realizaron las extracciones tiende a influir en la aparición de reabsorción externa apical. Se concluyó que a mayor duración de tratamiento hay un factor de riesgo fuerte que en la etapa post-ortodóncico presente reabsorción radicular externa apical. (15)

VI. REABSORCIÓN RADICULAR Y TRATAMIENTO ORTODÓNCICO

Como en estudios antes ya mencionados debemos tomar en cuenta el tiempo de tratamiento en nuestros pacientes para evitar efectos indeseados como son las reabsorciones apicales externas pero también se han dado casos en los cuales no realizándose tratamientos ortodóncicos se presenta estas reabsorciones. (Al- Nazhan 1991; Condes & Widlak 1993; Rivera & Snelgrove Walton, 1994; 1995). (16)

Las fuerzas ortodóncicas ejercidas en el ligamento periodontal, pueden causar una inestabilidad a nivel del tercio medio de las raíces de los dientes provocando una hemostasia local obteniendo como resultado de estas fuerzas reabsorciones radiculares.

La incidencia en la mayoría de casos ortodóncicos es de 1/10 de los pacientes activos con tratamiento presentarían reabsorciones graves. (17)

RAKSHAN et al (2012), a través de un estudio de casos y controles, titulado "Factores de riesgo asociados con resorción radicular apical externa de los incisivos maxilares: un estudio retrospectivo de 15 años", llegó a las siguientes conclusiones:

- Una considerable experiencia clínica de resorción radicular apical externa fue observada.
- Las mujeres, extracción de premolares y los incisivos laterales fueron asociados con una gran severidad de resorción, pero overbite y edad no.

•La asociación entre la resorción apical con overjet y duración del tratamiento fueron estadísticamente significativos pero no necesariamente clínicamente significante. (18)

VII. FACTORES DE RIESGO RELACIONADOS CON EL PACIENTE

Tenemos ciertas susceptibilidades individuales y factores predisponentes a que un paciente con tratamiento de ortodoncia presente reabsorciones mucho más rápido que uno que no presenta dichos factores; como diabetes, enfermedades sistémicas, fumadores (nicotina), etc. (Segal et al. 2004). (18)(16)

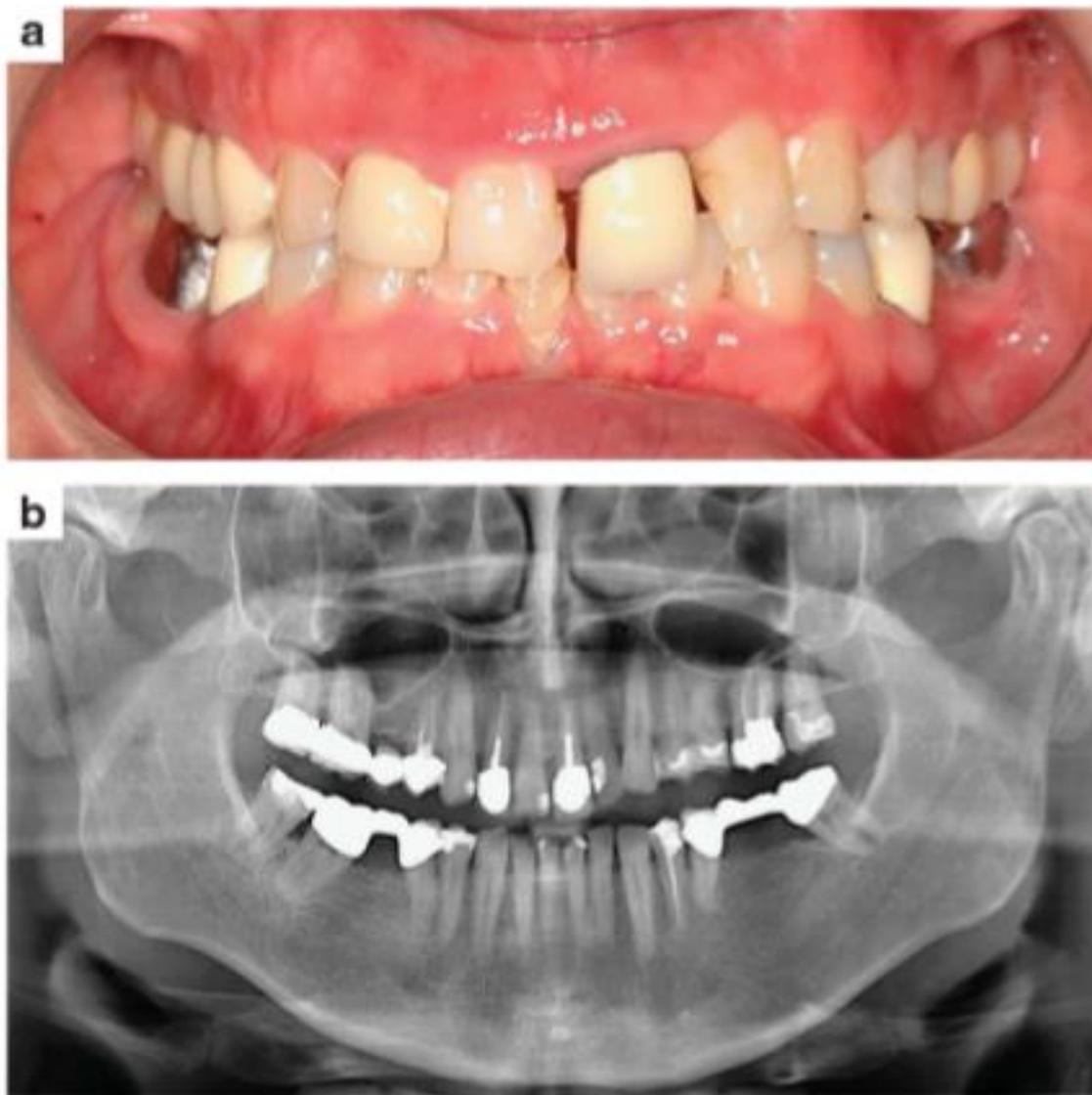


FIGURA N°14: RADIOGRAFÍA PANORAMICA

Paciente fumador con presencia de periodontitis y reabsorción.
Fuente: Kirschneck C. Int J Oral Sci. 2017. (20)

La reabsorción radicular externa es una disminución de la raíz de los ápices, que está asociada a los tratamientos de ortodoncia, a su vez, tratamientos con extracciones, el tipo de alambre, elásticos, el tiempo de tratamiento, cantidad de sobremordida horizontal, sobremordida. También se han identificado otros factores que son algo relevantes la edad cronológica, género, tipo de diente; en el caso de hábitos, el bruxismo, el empuje de la lengua, comerse las uñas.(19)

Se realizó un estudio en ratas con el objetivo de determinar si la exposición de nicotina crónica, a dosis de un fumador de consumo medio afecta la movilidad de los dientes en el tratamiento de ortodoncia asociado con la reabsorción radicular inflamatoria y la actividad a nivel del ligamento periodontal; utilizaron ratas Fischer de experimentación con edad de 6 semanas de vida y un peso aproximado de 260 gramos, tuvieron en cuenta la uniformidad genética de los animalitos, fueron alimentados y llevados a criaderos para uniformizar las muestra y evitar cierto nivel de sesgo en las ratas, fueron 63 ratas agrupadas de forma aleatoria en tres grupos: el primer grupo era de control el segundo grupo se le ejerció fuerza ortodóncicas y el tercer grupo se le adiciono la administración de nicotina más las fuerzas ortodóncicas. La administración de la nicotina fue vía subcutánea de 1,89 mg diarios por kg de peso el primer experimento se realizó a través de la tomografía computarizada el segundo fue para ver la asociación de la actividad osteoclástica y la reabsorción radicular y el tercer experimento fue para un análisis de expresión genética, se le colocó un resorte abierto a las ratas del grupo dos como tres sujetado a la 1 y 2 molar superior y los incisivos centrales y se administraron 1.89 mg /kg de peso diario de nicotina (grupo tres), luego fueron sacrificadas. Con el estudio se determinó que la nicotina aceleraba los movimientos ortodóncicos por ende hubo también un aumento de la reabsorción radicular y pérdida de hueso periodontal. (20)

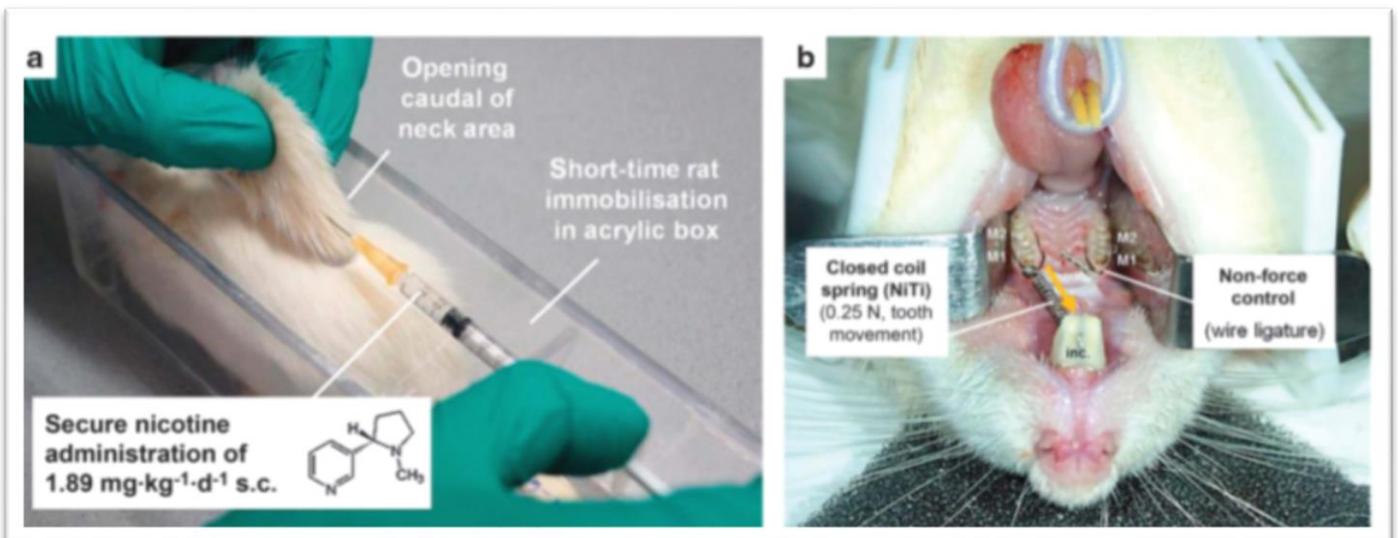


FIGURA N°15: EXPERIMENTO EN RATAS

A. Administración subcutánea Colocación de resorte en el lado contralateral no se le pone fuerza.

Fuente: Fuente: Kirschneck C. Int J Oral Sci. 2017. (20)

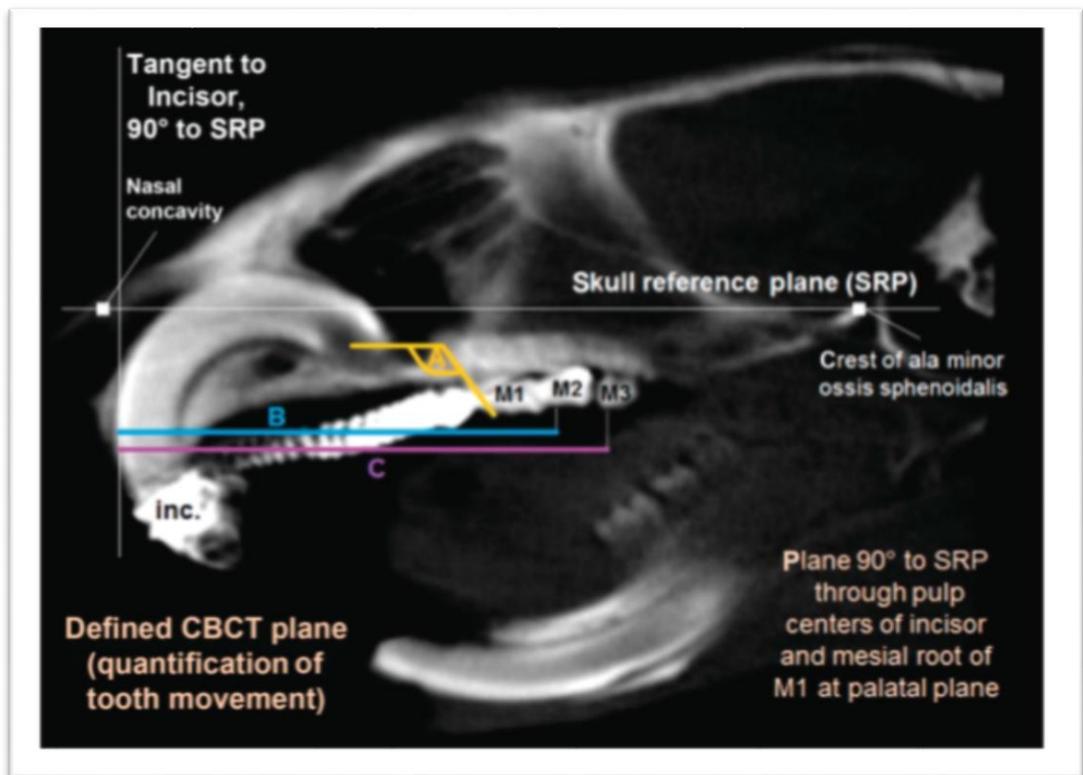


FIGURA N°16: INCLINACIÓN DE LOS DIENTES

Inclinación mesial del primer molar superior (m1), (b, c) movimiento mesial del segundo molar (b) y terceros (c) molares superiores (m2 / m3). inc., incisivos
 Fuente: Fuente: Kirschneck C. Int J Oral Sci. 2017. (20)

VII.1 FACTORES BIOLÓGICOS

VII.1.1 SUCEPTIBILIDAD INDIVIDUAL

En el presente estudio se hizo un estudio para comparar el grado de reabsorción radicular entre los incisivos superiores en pacientes con tratamiento de ortodoncia tratados con técnica bucal y lingual.

El estudio comprendió cuarenta pacientes divididos en dos grupos aquellos con ortodoncia bucal compuesto por veinte pacientes y los que tenían técnica lingual comprendido por veinte pacientes este grupo. Sus edades fluctuaban entre 11 y 45 años; 12 varones y 28 mujeres; los pacientes presentaban un apiñamiento de aproximadamente 1 a 4 mm, poseían una maloclusión de clase I y II.

Los pacientes tenía radiografías periapicales de los incisivos al iniciar el tratamiento como al finalizar la fase de nivelación.

Dentro los criterios de exclusión tomaron en cuenta dientes con tratamientos de conductos, con deformidades dentoesqueletales, en caso de que presenten indicios de reabsorciones.
 (21)

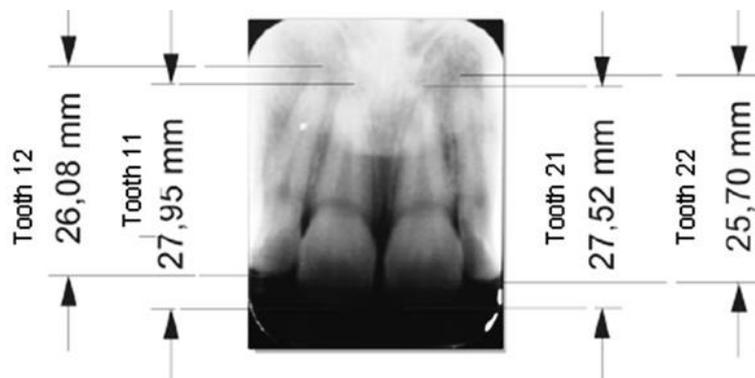


FIGURA N°17: SE ESCANEO LA RADIOGRAFÍA PERIAPICAL

Se coloca las dimensiones para medir la longitud de la raíz
Fuente: Nassif CE. Angle Orthod. 2017. (21)

Dentro del tratamiento no se realizaron ni extracciones, tampoco desgastes interproximales, se utilizaron aparatología de GAC, Eurodonto y Ormco; la secuencia de arcos fue de 0.012.0.014, 0.016, 0.018 NiTi y 0.18 pulgadas de acero inoxidable.

En el caso de la técnica bucal se utilizó bracket Morelli con ranura 0.22 prescripción Roth, y el último alambre fue 0.020 de acero inoxidable, la duración del tratamiento fue de 8 meses.

Para la comparación de datos se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, la T-Student comprar sistema ortodóncico bucal y lingual y la prueba de Chi cuadrado para la comparación de géneros.

No hubo diferencia estadísticamente significativa entre la comparación de edad y sexo en ambos grupos tanto en ortodoncia lingual como la técnica convencional (vestibular).

Hubo diferencia estadísticamente significativa entre la longitud del diente al inicio y al finalizar la fase de nivelación entre la técnica convencional y la técnica lingual.

En la técnica lingual fue de 0.35 mm y la técnica convencional de 0,66 mm. En lo que respecta a reabsorción radicular.

Por ende concluimos que la presencia de reabsorción radicular fue similar independientemente de la técnica que se realice, sea ortodoncia bajo la técnica convencional o la técnica lingual. (21)

MIRABELLA et al (1995), con un estudio de casos y controles, titulado “Factores de riesgo para resorción radicular apical de los dientes anteriores maxilares en pacientes ortodóncicos adultos”, llegó a las siguientes conclusiones:

- La cantidad de movimiento radicular y presencia de raíces largas, angostas y desviadas incrementan el riesgo de resorción radicular apical.

- El uso de elásticos puede ser un factor de riesgo para el diente que soporta los elásticos.

- La variación individual en respuesta biológica a las fuerzas puede en parte explicar las variaciones, y una genética predisposición puede ser otro importante factor. (22)

NIGUL et al (2006), mediante un estudio de casos y controles, titulado “Factores relacionados a la resorción radicular apical de incisivos maxilares en pacientes ortodóncicos”, llego a estas conclusiones:

•El planeamiento de tratamiento para pacientes con forma anormal de raíz e historia de alergia debería tomar en consideración el alto riesgo de resorción radicular apical durante la terapia ortodóntica.

•Debería ser ejercitada la precaución en pacientes que han estado en tratamiento por un tiempo más largo que el usual, especialmente con arcos rectangulares y con brackets de resina con slot de metal. (23)

En otro artículo estudian el patrón de erupción en relación a la reabsorción radicular en dientes de bovinos.

El estudio fue realizado en 110 bovinos, utilizaron los dientes anteroinferiores de cada uno de ellos y se tomaron mediciones a través de las CBCT; en los criterios de inclusión de tomaron en cuenta que los animales sean machos con edades fluctuantes entre 24 a 29 meses de edad, que no hubieran antecedentes de enfermedades sistémicas en los animales, que no tengan usencia de los dientes anteroinferiores para poder realizar el estudio, y que las muestras deberían ser a las 12 horas del sacrificio.se analizaron tres incisivos caducos y los cuatro incisivos permanentes. Se concluyó que la madurez dental tiene mucha importancia para los espacios interdentes y la reabsorción inusual de la dentición mixta y con la CBCT se logra predecir la reabsorción radicular causada por el diente adyacente. (24)

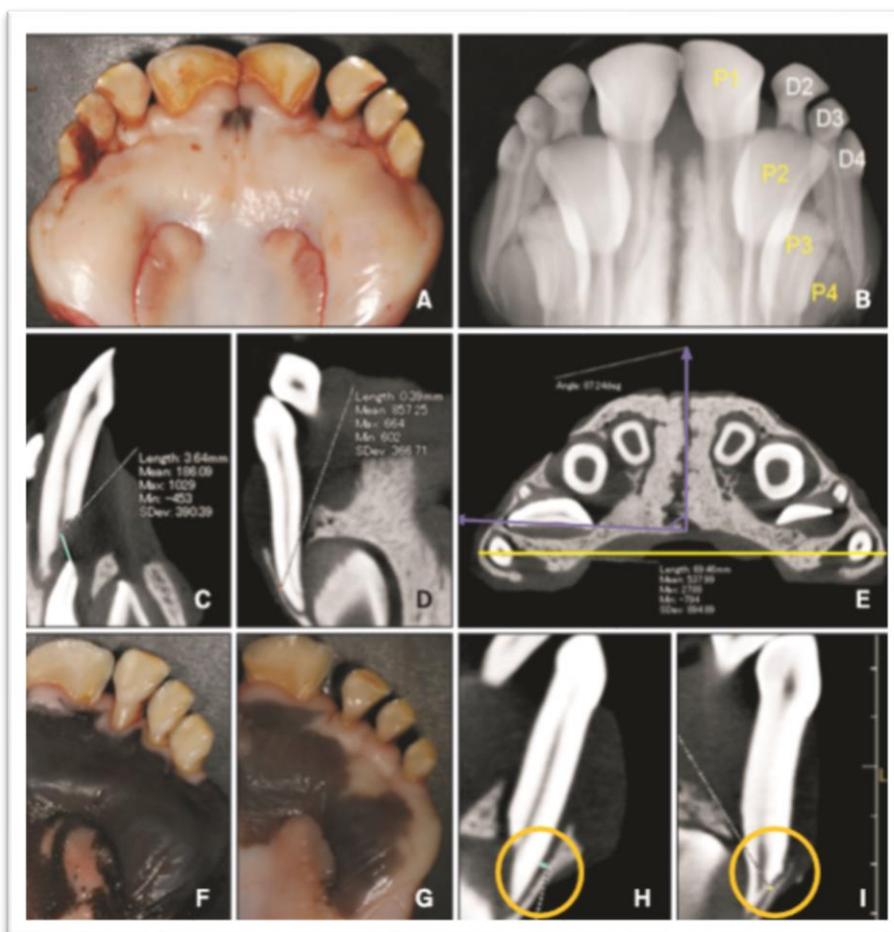


FIGURA N°18: IMÁGEN DE DIENTES ANTERIORES DECIDUOS Y PERMANENTES

Imágenes tomográficas de la presencia de reabsorciones radiculares.
Fuente: An JK. Korean J Orthod. 2017. (24)

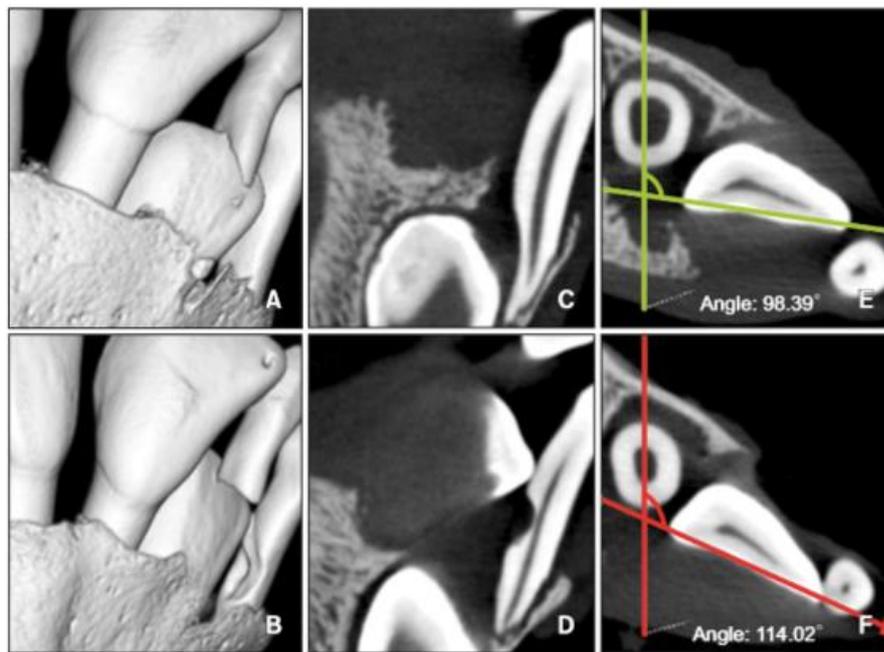


FIGURA N°19: IMÁGENES TOMOGRÁFICAS

Reabsorción de dientes deciduos y mediciones respectivas que hace el evaluador
 Fuente: An JK. Korean J Orthod. 2017. (24)

VII.2 FACTORES SISTÉMICOS

Son los factores sistémicos problemas endocrinos que incluyen el Hipotiroidismo, Hipopituitarismo, hiperpituitarismo, son relacionados a la resorción radicular, así como otros como la enfermedad de Piaget, Hiperparatiroidismo, Hipofosfatemia se mencionan en algún reporte de casos. Individuos con alergias respiratorias también presentan un alto riesgo. Es más probable encontrar pacientes con trastornos sistémicos, la condición metabólica de la diabetes es especialmente prevalente.

La diabetes se caracteriza por la persistencia de elevados niveles de glucosa en la sangre resultante de la deficiencia en la secreción de insulina, la acción de la insulina, o ambos.

La diabetes tipo I ocurre principalmente en una edad joven y es causada por la pérdida de células beta en los islotes de Langerhans en el páncreas.

La diabetes tipo II se caracteriza por la reducción de la secreción de insulina combinada con una respuesta celular contra la insulina.

Además la reabsorción radicular ha llamado la atención como un efecto indeseable de movimiento dental ortodóntico.

Porque la diabetes afecta el metabolismo óseo, esta enfermedad no solo puede afectar los dientes sino que nos puede conllevar a una reabsorción radicular.

Por ende en el siguiente artículo se encargó de investigar los efectos que suceden durante los movimientos dentales ortodónticamente, la diabetes inducida en ratas y la reabsorción radicular. (25)

Para ello se utilizaron ratas machos de 10 semanas con un peso de 350-390 kg; luego fueron divididas en tres grupos de 10 ratas cada una, seleccionada de forma aleatoria. Grupo control n=7, diabetes n=9, diabetes + insulina n= 7, la diabetes fue inducida catorce días antes de la colocación de los aparatos, la concentración de la diabetes fue de 60 mg/kg de peso corporal. (25)

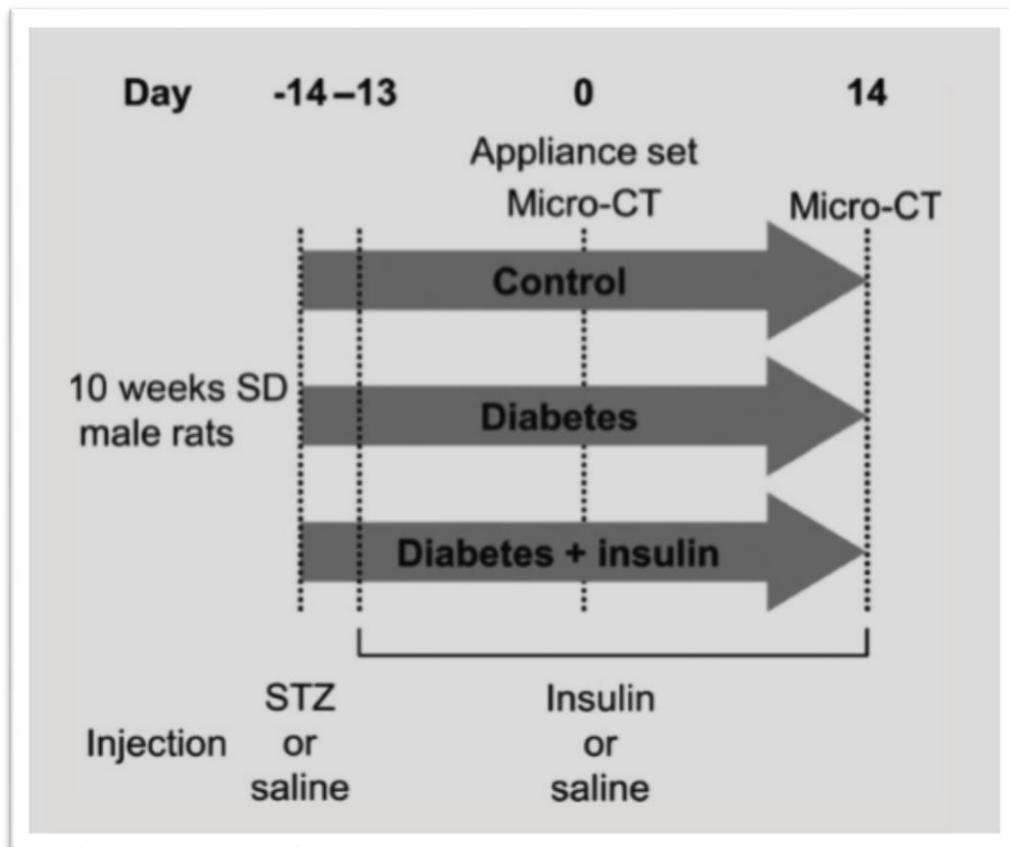


FIGURA N° 20: PROTOCOLO EXPERIMENTAL.

Período experimental total 28 días. streptozotocin o solución de sodio isotónica fue administrada 14 días antes de que el dispositivo fue colocado. Fuerza de ortodoncia se aplicó durante 14 días.

Fuente: Arita K. Orthod Craniofacial Res. 2016. (25)

El aparato fue colocado con la sedación previa de las ratas, se le colocó un miniimplante de 1,4 mm de diámetro y con 6 mm de longitud fue colocado al lado de los incisivos y amarrado con ligadura 0.08, también se instaló un resorte cerrado de níquel titanio entre el 1 molar izquierdo y el miniimplante con la finalidad de mover la 1 molar hacia mesial. (25)

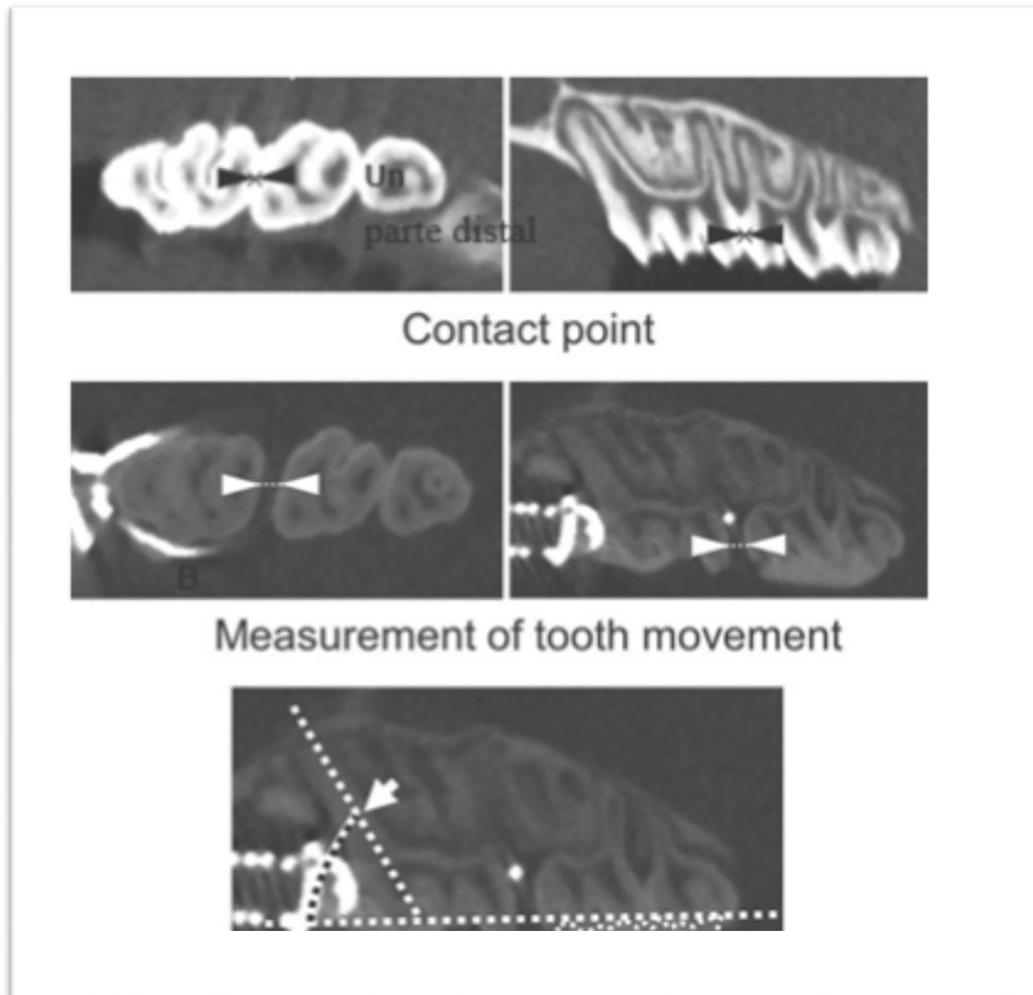


FIGURA N°21 : EL DISEÑO DEL APARATO DE ORTODONCIA

Diagrama representativo del aparato ortodontico utilizado para mover el primer molar superior izquierdo hacia mesial. (A) Vista bucal. (B) Vista oclusal. (C) 3D- imagen reconstruida de la vista bucal. (D)Foto intraoral. Flechas indicando la dirección de la fuerza.
 Fuente: Arita K. Orthod Craniofacial Res. 2016. (25)

Los movimientos fueron registrados por tomografía computarizada antes de realizar movimientos 0 y los 14 días de ejercida las fuerzas, en donde se visualiza la inclinación hacia mesial del 1 molar superior izquierdo. (25)

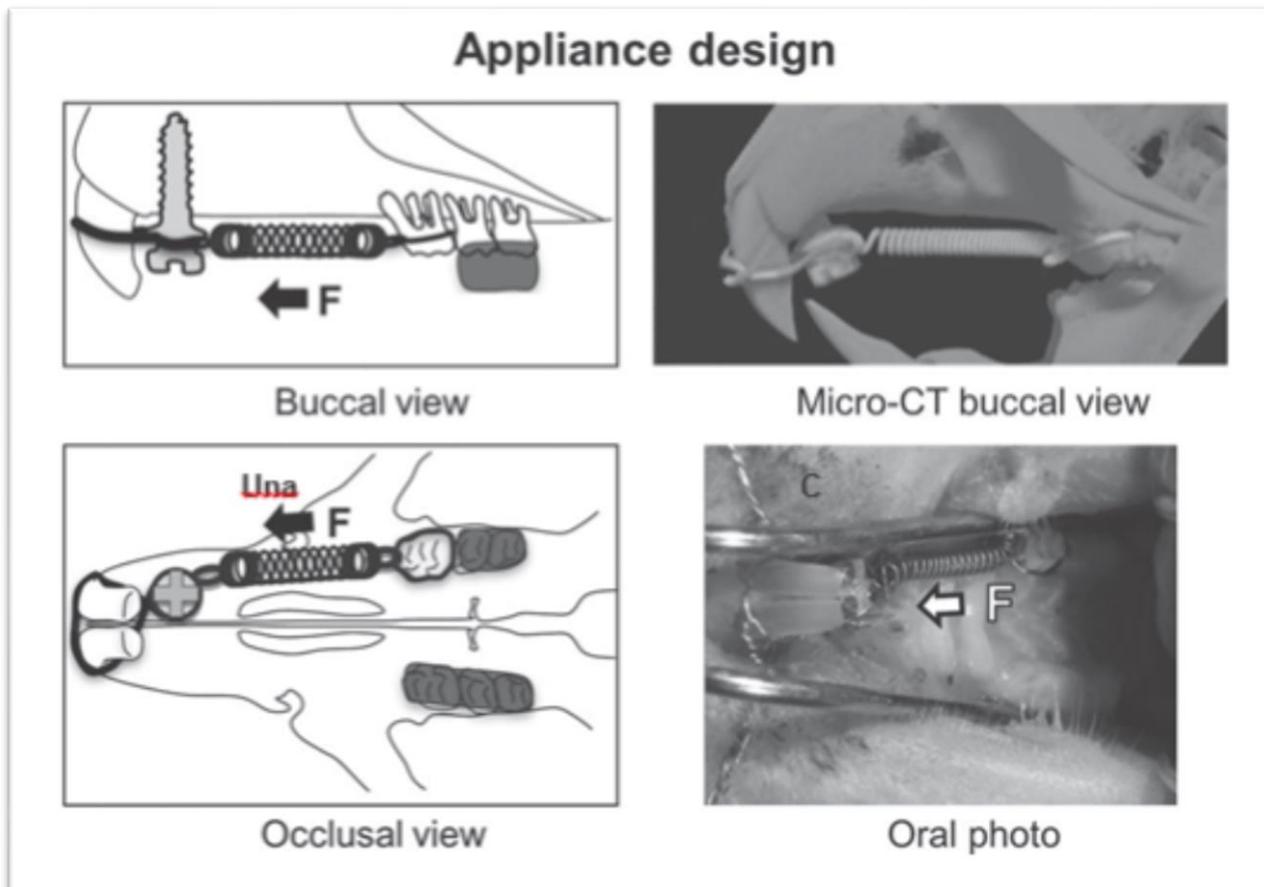


FIGURA N° 22: LAS MEDICIONES DE MOVIMIENTO E INCLINACIÓN DEL DIENTE

Se utilizó imágenes de tomografía microcomputarizada. (A) definición del punto de contacto. (B) la medición del movimiento de los dientes (entre punta de flecha). (C) la medición de la inclinación del diente. El ángulo de la raíz mesial al plano oclusal se ha medido (recto blanco punteado). La línea de puntos en la superficie oclusal indica construido en resina. (25)

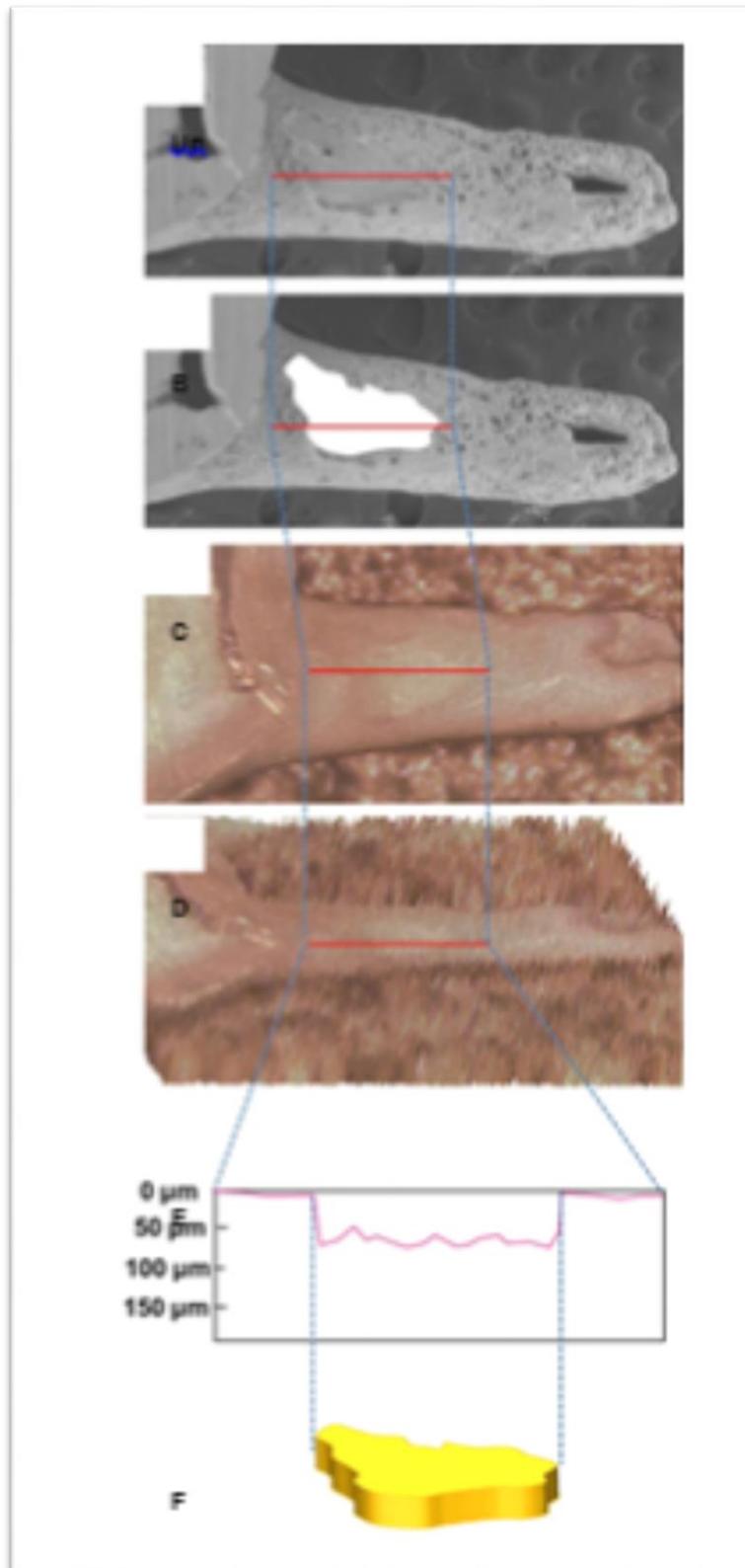


FIGURA N° 23: MEDICIÓN DE REABSORCIÓN RADICULAR

(A) Imagen de una raíz distopalatina del día 14. (B) en el área de la resorción radicular se muestra en blanco. (C) Las materias imagen del microscopio de barrido láser. (D) La imagen digital del microscopio de barrido láser. (E) Valor de medición de profundidad de reabsorción radicular. (F) imagen en 3D de volumen de reabsorción radicular

Fuente: Arita K. Orthod Craniofacial Res. 2016. (25)

A los 14 días las ratas fueron sacrificadas y se les extrajo los 1 molares superiores izquierdos, los del lado contralateral fueron los controles en el estudio.

Se escanearon todos los cráteres a lo largo del tercio medio de la raíz de los primeros molares superiores en ratas la profundidad del grado de reabsorción de los cráteres fue hecho mediante microscopia laser (escaneo laser)

En los resultados la cantidad de movimiento de los dientes en las ratas diabéticas fue menor que en el grupo de las ratas control, el grado de reabsorción de las ratas diabéticas no fue estadísticamente significativo; es por ello que se llega a la conclusión que la diabetes reduce los movimientos en los tratamientos de ortodoncia por ende se da menos reabsorciones radiculares.

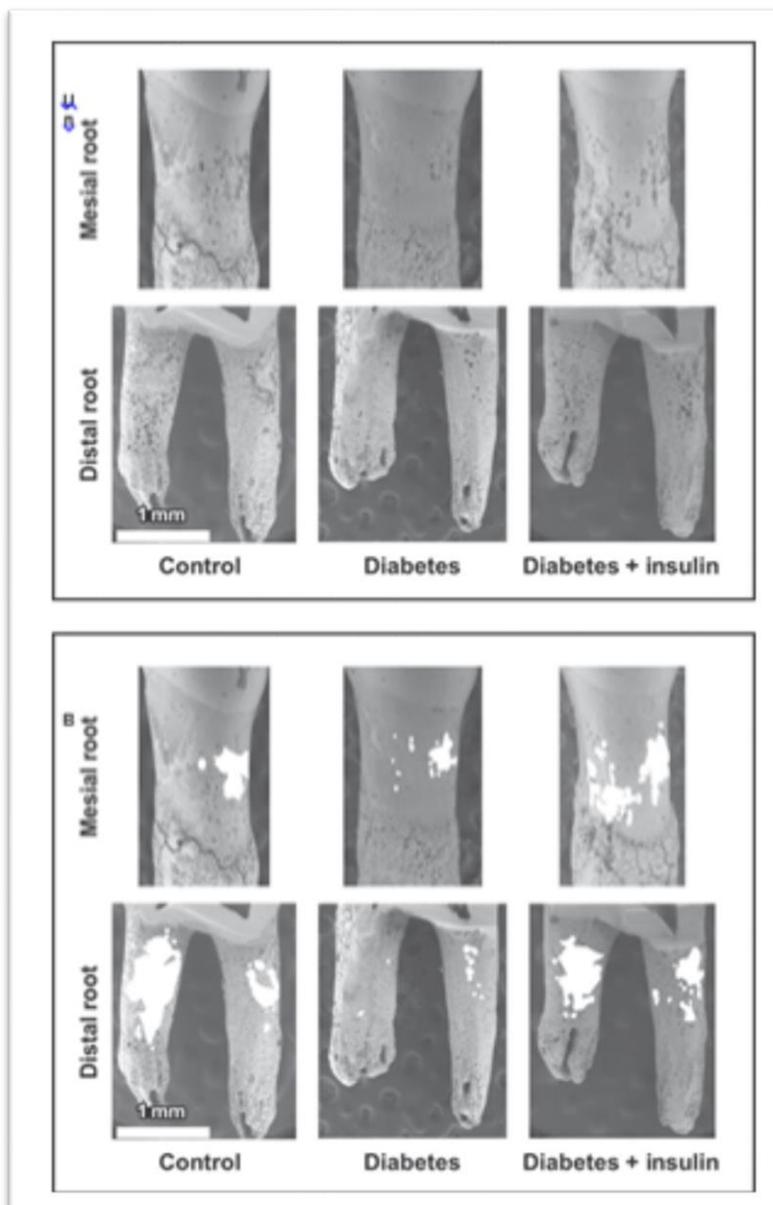


FIGURA N°24: IMÁGENES DE REABSORCIÓN RADICULAR VISUALIZADA POR SEM

Raíces del control, la diabetes y la diabetes insulina + grupos por día 14 después de la aplicación de fuerza de ortodoncia. Dos tercios cervical de cada raíz fue medido por reabsorción radicular. (A) Las materias SEM imágenes. (B) Las áreas de reabsorción radicular son mostrados en el área blanca.

Fuente: Arita K. Orthod Craniofacial Res. 2016. (25)

VII.2.1 NUTRICIÓN

Estudios en animales mostraron reabsorción radicular cuando son privados en su dieta de calcio y vitamina D, aunque otros estudios encontraron resultados contrarios. (1)

VII.2.2 EDAD CRONOLÓGICA

Aunque no hay una relación clara entre la edad y la resorción, los tejidos envueltos en este proceso sufren cambios con la edad, el tejido periodontal se hace menos vascular, aplástico y delgado, el hueso más denso, por lo que algunos estudios reportan mayor susceptibilidad en adultos. Una gran mayoría de los estudios muestra que la resorción radicular es más prevalente en adultos, sin embargo algunos estudios no encuentran relación entre la edad y el acortamiento de la raíz, mencionando que el cemento al ensancharse con la edad se hace más resistente. (1,2)

VII.2.3 EDAD DENTAL

En aquellos dientes que no terminan aun su formación radicular se observa menor resorción debido a la presencia de tejido cementoide en la superficie de la raíz que la protege y que los odontoclastos no atacan la pre dentina no calcificada. Linge encontró una pérdida de longitud radicular en dientes en desarrollo (4,26)

VII.2.4 GÉNERO

La mayor parte de los estudios no encuentran correlación entre género y resorción apical, pero otros estudios refieren mayor susceptibilidad en mujeres que en hombres, debido tal vez a diferencias hormonales o que la maduración radicular es menor en los varones.

VII.2.5 HÁBITOS

La deglución atípica y la onicofagia han sido estadísticamente relacionadas con la resorción, ya que se ejerce una mayor presión sobre los dientes anteriores. En los pacientes con mordida abierta la presión lingual es mayor por lo que aumenta el riesgo. (2)

VII.2.6 TRAUMA DENTARIO PREVIO

Los dientes traumatizados pueden presentar resorción radicular previa al tratamiento ortodóntico y durante éste son más susceptibles de perder material radicular. Sin embargo los dientes traumatizados que no presentaron signos de resorción antes del tratamiento se comportaron como los dientes sin trauma anterior. (1,26)

VII.2.7 DIENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE

Los dientes con tratamiento de endodoncia se pueden mover como los dientes no tratados, incluso se reporta menor resorción debido probablemente a la dureza que adquiere la dentina. Trabajos anteriores reportaban una más alta frecuencia de resorción en estos dientes.

El método por el cual podemos diagnosticar las reabsorciones radiculares es a través de las radiografías, en la mayoría de casos se han observado reabsorciones en dientes vitales y no se ha encontrado literatura o se ha encontrado muy poca en la cual se tenga un aumento en reabsorciones en dientes no vitales (con tratamiento de conductos) es por ello que en esta investigación quisieron probar de que las raíces de los dientes no vitales (tratados endodónticamente) no son factores predisponentes después del tratamiento de endodoncia. Para lo cual el siguiente estudio fue de un tipo de diseño retrospectivo el cual paso por un comité de Ética, siendo aprobado, también se obtuvo un consentimiento informado por los padres antes del tratamiento ortodóntico.

En este estudio se analizaron 1256 raíces en tomografía computarizada cone bean pertenecientes a 30 pacientes; dentro los criterios de inclusión fueron dientes con raíces que se hayan realizado tratamiento de conductos y con dientes vitales en el lado contralateral que fuesen dientes vitales.

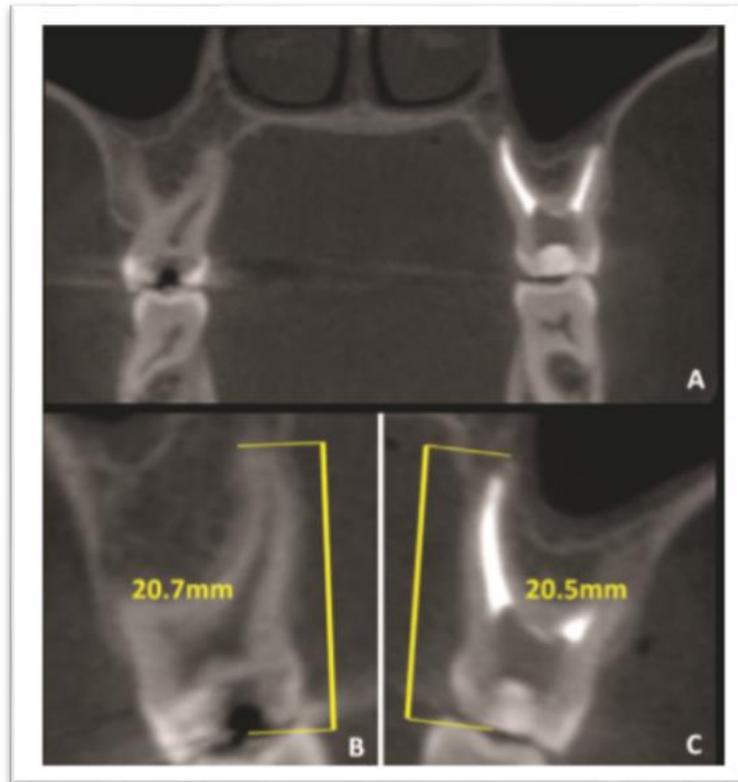


FIGURA N° 25: VISTA CORONAL DE MOLARES SUPERIORES

Abajo: mediciones de los dientes a evaluar

Fuente: Castro I. Angle Orthod. 2015 (28)

En los criterios de exclusión fueron para aquellos dientes que hayan tenido algún tipo de trauma. Se realizaron tomografías (CBCT) antes y después del tratamiento ortodóncico, lo realizaron en boca dividida

En lo que respecta al análisis estadístico de este estudio, lo realizaron con T de Student para hallar la diferencia entre los efectos del tratamiento. Se terminaron analizando solo veinte raíces de dientes tratados endodónticamente con sus respectivos contralaterales que tenían una pulpa vital. La muestra fue dada en seis adolescentes dos hombres y cuatro mujeres.

Las longitudes de las raíces fueron de 20.30 mm y 20.16mm.

Dio como resultado que al parecer no hay un aumento en la reabsorción radicular externa en dientes tratados endodónticamente después de un tratamiento ortodóncico.

Que no es necesario cambiar el tipo de tratamiento o diagnóstico si tenemos dientes que tengan tratamiento de conductos durante el tratamiento ortodóncico. (28)

VII.2.8 DIENTES CON RESORCIÓN EN EL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO

Existe una alta correlación entre la cantidad y severidad de resorción radicular presente antes del tratamiento y la resorción presente posterior al tratamiento ortodóncico.

VII.2.9 DENSIDAD DEL HUESO ALVEOLAR

El movimiento celular se produce por la formación de células clásticas, que se incrementa mientras mayores espacios medulares existan como en el caso de los huesos menos densos. Algunos investigadores encontraron que cuando se incrementa la densidad del hueso hay mayor resorción durante la terapia ortodóncica.(29) Reitan encontró que una fuerza continua de mayor magnitud en un hueso alveolar menos denso causa la misma resorción que una fuerza continua moderada en un hueso alveolar denso. También es controversial si el

contacto de las raíces con la cortical produce reabsorción, como sucede especialmente en la segunda etapa del tratamiento de Begg y en el anclaje cortical recomendado por Ricketts.

VII.2.10 CLASIFICACIÓN DE LA MALOCLUSIÓN

No se encontró correlación entre clasificación de la maloclusión y resorción radicular.

VII.3 FACTORES GENÉTICOS

No se tiene nada concreto sobre los factores genéticos de la reabsorción radicular, se tiene por entendido que el encargado que de alguna forma disminuya la reabsorción ósea es el alelo 1 en el gen de la IL-1B disminuya la producción de IL-1

En el siguiente artículo se busca identificar, seleccionar y analizar los antecedentes genéticos que según las últimas informaciones son predisponentes para el desarrollo de Reabsorción radicular durante el tratamiento de ortodoncia para así poder erradicar de laguna madera este gen durante los tramiento y evitar este efecto adverso en nuestra práctica diaria.

El estudio se realizó en 61 personas en el país de Brasil. Se dividió en dos grupos determinando si existía reabsorción radicular en los incisivos superiores. Se determinó que después del tratamiento de ortodoncia hubo un aumento de desarrollar reabsorción radicular por la intervención del IL1B, está por ende sería el gen responsable de dicha enfermedad.

En otro estudio en 35 familias estadounidenses se determinó la asociación entre en la interleuquina IL1 gen cluster, específicamente IL1A e IL1B genes y la reabsorción radicular.

Obteniéndose como resultado del gen IL1B y sus variantes responsable de la reabsorción radicular externa. Los homocigotos para el alelo primero del gen IL1B se definen como tener una predisposición de 5,6 veces de desarrollar reabsorción radicular (> 2mm) a diferencia con los individuos heterocigotos y homocigotos para el alelo 2. Los datos indican que el alelo 1 del gen IL1B puede inducir una disminución en los niveles de IL-1 in vivo aumentando el riesgo de verse afectado por la reabsorción radicular en ortodoncia. (26,27)

VII.3.1 VULNERABILIDAD ESPECÍFICA DENTARIA A LA RESORCIÓN RADICULAR

Todos los dientes presentan tendencia a la resorción durante la terapia ortodóntica, pero algunos estudios señalan a los dientes maxilares como los más susceptibles.

Los dientes más frecuentemente afectados son: laterales maxilares, centrales maxilares, incisivos mandibulares, la raíz distal de las primeras molares mandibulares, segundas premolares mandibulares, y segundas premolares maxilares. (29)

LINGE et al (1991), mediante un estudio de casos y controles, titulado "Características del paciente y variables de tratamiento asociadas con resorción radicular apical durante tratamiento ortodóntico", llegó a las siguientes conclusiones:

- El overjet, historia de trauma a los incisivos maxilares, tiempo de tratamiento con elásticos clase II, tiempo de tratamiento con arcos rectangulares, disfunción de labio/lengua y/o historia de hábito de succión digital persistiendo después de los 7 años, y caninos maxilares impactados a ser corregidos ortodónticamente son variables que contribuyen significativamente a la resorción apical.
- La evidencia sugiere una necesidad de posteriores estudios que tengan en cuenta el tiempo, secuencia y métodos de tratamiento. (30)

VII.4 FACTORES MECANICOS

VII.4 .1 TÉCNICA Y TIPOS DE MOVIMIENTO

Se tiene una pérdida permanente cuando se presentan reabsorciones radiculares, en los tratamientos de ortodoncia los factores predisponentes son muy variables. En ocasiones se tiende a clasificar a las reabsorciones como leve moderada y severa, siendo esta última (severa) siempre y cuando exceda los 4 mm o cuando se observe el tercio de la longitud de la raíz comprometida. (29)

JUNG et al (2011), realizó un estudio de casos y controles, titulado “Resorción radicular externa después de tratamiento ortodóntico: El estudio de factores contribuyentes”, llegando a las siguientes conclusiones:

- Ni el género ni la edad del paciente fue relacionado con el grado de resorción.
 - Los incisivos centrales maxilares fueron los más reabsorbidos con 27% experimentando una resorción apical más grande que mm mientras los caninos y premolares son relativamente inafectados.
 - La duración del tratamiento fue significativamente relacionada a la cantidad de resorción radicular.
 - Hubo diferencia entre terapia con extracción y la no extractiva. (31)
- Es por ello que en este estudio decidieron investigar la incidencia y gravedad de los tratamiento realizados con alineadores con respecto a las reabsorciones radiculares dadas en pacientes adultos.

Los métodos realizados para este estudio se dio para la evaluación de 71 pacientes entre ellos veinticinco y cuarenta y seis varones, con edades fluctuantes de 32.8 ± 12.7 años; la muestra fue recolectada entre el 2014 al 2015 (diciembre); la duración del tratamiento con alineadores fue de 14 meses y para ello se tomaron radiografías panorámicas antes y después del tratamiento.

Dentro de los criterios de inclusión se tomaron en cuenta que sean pacientes mayores de 18 años de edad , que tengan un discrepancia no menos a 6 mm, que posean una maloclusión de clase I, que sean normodivergente.

En los criterios de exclusión se observaron pacientes que tengan algún indicio de reabsorción radicular antes del tratamiento de ortodoncia, presencia de dilaceración de raíces, dientes tratados endodónticamente, pacientes con tratamientos quirúrgicos, con presencia de desgaste y exposición de dentina al examen inicial.

Para el tratamiento realizado en caso del apiñamiento que se presentara lo solucionaron haciendo stripping y/o protrusión de los incisivos superiores, todo en base a la sobremordida que presentaba el paciente o la forma de la corona, se examinaron 1083 dientes entre incisivos, premolares, caninos superiores. Para este estudio la medición de la longitud de corona fue dada desde el borde incisal y la unión cemento esmalte y la longitud de la raíz fue dada desde la unión cemento esmalte hasta el ápice de la raíz. (32)

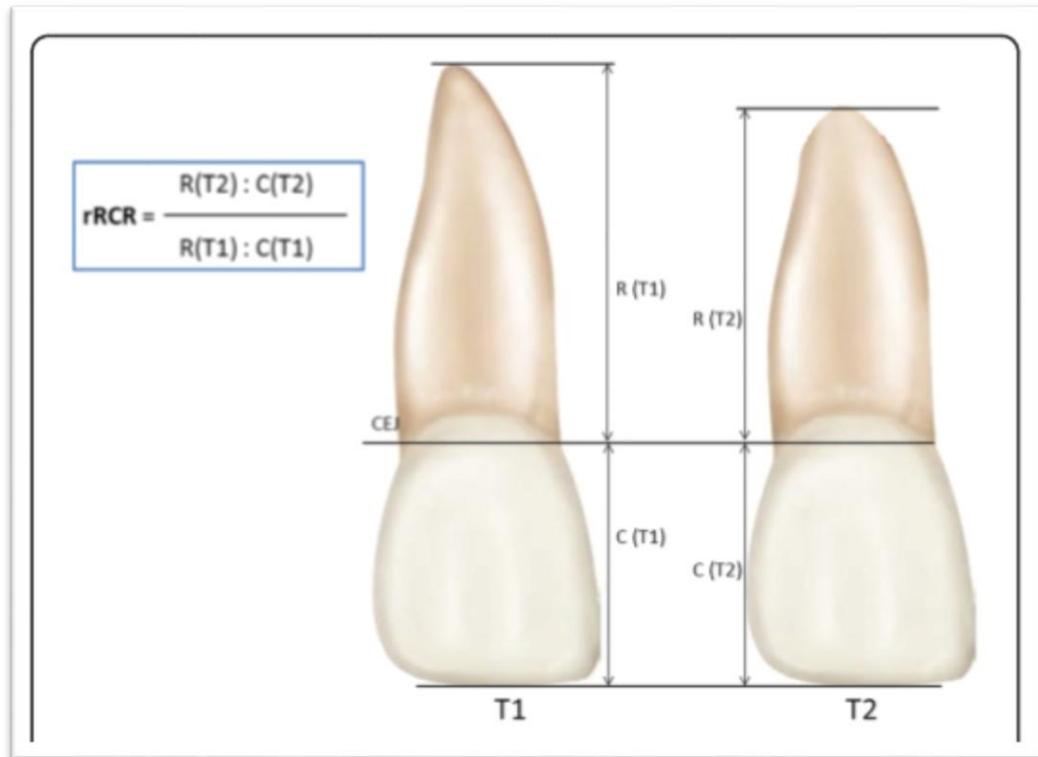


FIGURA N° 26: MEDICIONES PRE Y POST TRATAMIENTO

Fuente: Gay G. Prog Orthod. 2017 (32)

Se obtuvo como resultado que todos los pacientes mostraron como mínimo un diente con presencia de reabsorción radicular. En promedio 6.39 dientes por paciente fueron afectados. El 41.81% de los 1083 dientes de la muestra mostraron indicios de reabsorción radicular. Se obtuvo una reabsorción radicular severa mayormente en incisivos laterales superiores e inferiores de los incisivos centrales y laterales.

Los tratamientos de Invisalign podrían conducir a reabsorciones como cualquier otro tratamiento de ortodoncia si no son bien llevado el tratamiento con fuerzas óptimas permisibles y con un diagnóstico adecuado. (32,33)

VII.4.2 MAGNITUD DE FUERZAS

La reabsorción radicular suele ocurrir cuando la injuria, en este caso las fuerzas ejercidas sobre el diente supera la capacidad reparadora de las estructuras celulares.

Los factores mecánicos más comunes en un tratamiento de ortodoncia se dan por la duración del tratamiento, la cantidad y duración de fuerzas ejercidas, el tipo de movimiento etc.; es por ello que todos estos factores dependerán de la técnica ortodóncica utilizada que pueden generar diferentes magnitudes de fuerzas.

Se ha encontrado que la distribución de lagunas de resorción está directamente relacionado al grado de stress en la superficie radicular y el tiempo de desarrollo de la laguna fue más rápido cuando se incrementa la fuerza. A mayor stress se presenta mayor reabsorción. King et al (34), encontraron una diferencia significativa en la cantidad de resorción radicular entre fuerzas ligeras y pesadas. Otros estudios avalan la relación entre niveles de fuerza y la

resorción. Según Schwartz, fuerzas superiores a 26 gm/cm causa isquemia periodontal y una zona de hialinización que puede llevar a una resorción. (34)

ROSCOE et al (2015), mediante una revisión sistemática, titulada “Asociación de sistema de fuerza ortodóntica y resorción radicular: una revisión sistemática”, llegó a las siguientes conclusiones:

- Un alto nivel de evidencia es disponible para apoyar la asociación de resorción radicular con tratamiento ortodóntico.

- Aunque un metanálisis no fue realizado. A partir de la literatura disponible, parece que existe una positiva correlación entre niveles de fuerzas incrementadas y un incremento de la resorción radicular, así como entre tiempo de tratamiento y resorción radicular.

Una pausa en el movimiento dental parece ser beneficioso en reducir la resorción radicular debido a que permite al cemento reabsorbido regenerar. (35).

En el presente artículo se evaluó el grado de magnitud de la reabsorción radicular en incisivos anteriores superiores e inferiores después de un tratamiento de baja fricción. El estudio se dio en 93 pacientes de los cuales cincuenta y tres son mujeres y cuarenta son varones, fueron elegidos de la Universidad de Ortodoncia en Brescia, se recolectó los datos en el año de 2013. Dentro de los criterios de inclusión se indicó que los pacientes no tengan antecedentes de trauma, bruxismo, tratamiento de conductos, prótesis no se discrimino la clase esquelética. Su edad media fue de 14,2 años con una mediana de 13 años.

Se utilizó sistema de baja fricción con autoligado pasivo con bracket 0.22x 0.028 DAMON, la secuencia de arcos fue: NITI CUNITI 0.014 etapa I: 0.014x0.025 NiTi, 0.018x0.025 CuNiTi durante la II etapa: 0.019x 0.025ss; III etapa: 0.019x0.025 TMA 0.016x 0.025 ss, 0.016 o 0.018 ss. ; Etapa IV: 0.019x0.025 TMA. ; Los pacientes presentaron un apiñamiento de 4 mm aprox y con una duración de tratamiento de 2,1 años.

Se procedió luego a los registros a través de radiografías laterales y panorámicas en las cuales se hicieron los análisis respectivos para saber el grado de inclinación de los incisivos antes y después de tratamiento ortodóntico, como referencia del eje largo del diente del borde incisal al ápice del mismo. Se utilizó prueba de Kolmogorov Smirnov para determinar la medición de los datos.

La T de Student nos indicó no haber diferencia estadísticamente significativa entre las longitudes de las raíces de los incisivos entre el pre y post tratamiento (centrales y laterales maxilares). Caso contrario paso con los incisivos inferiores que si presentaron cierto grado de reabsorción radicular $p < 0.01$. (36)

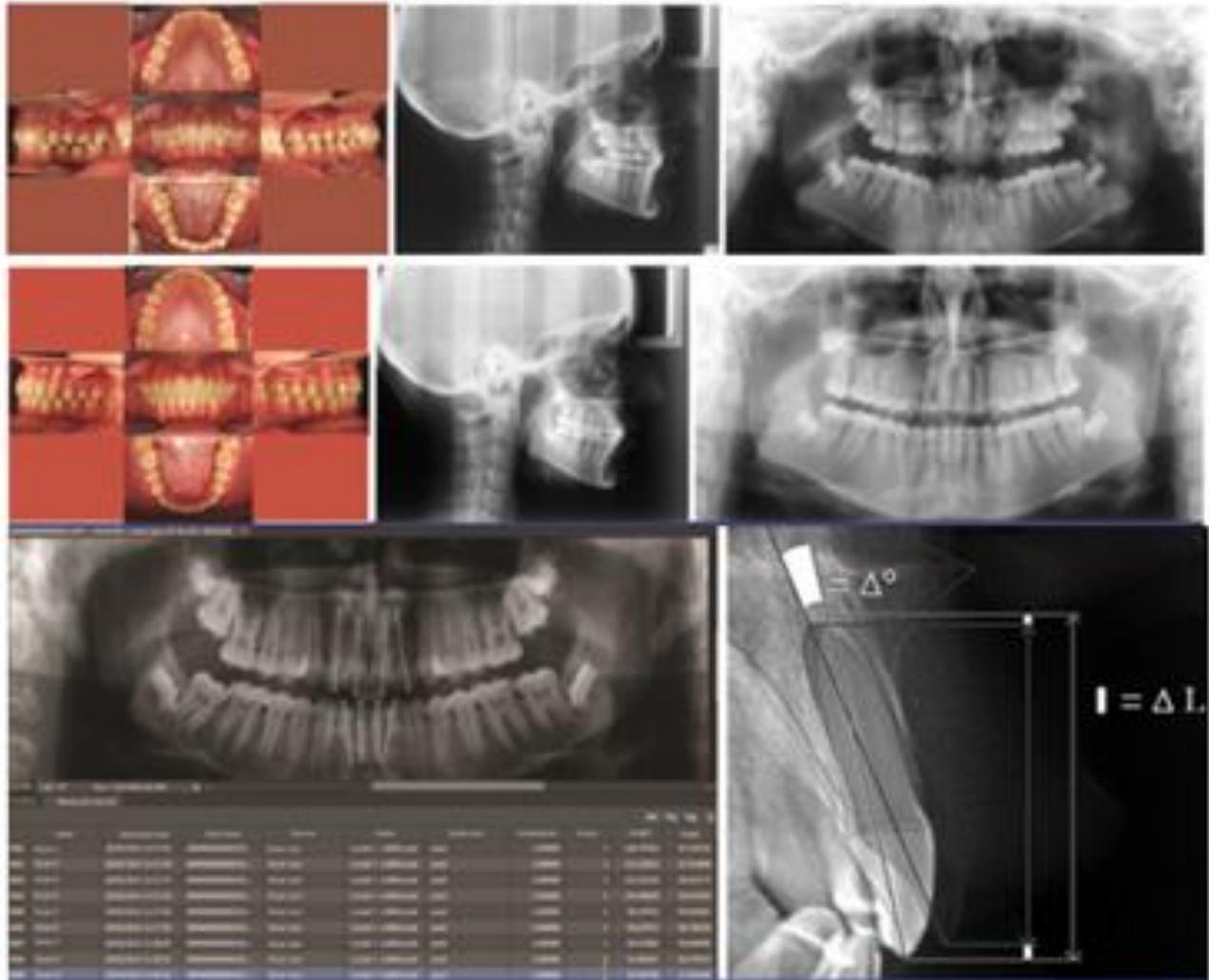


FIGURA N° 27 : IMÁGENESS PRE Y POST TRATAMIENTO

Mediciones digitales de la inclinación del incisivo superior pre y post tratamiento.
 Fuente: Savoldi F J Clin Diagnostic Res. 2015. (35)

En otro estudio se tenía como objetivo de estudio el de investigar los factores como estrategias de tratamiento, nivel de fuerzas empleadas en el tratamiento ortodóncico, genotipo, edad ,sexo y duración de tratamiento asociado a la retracción de canino y la reabsorción radicular. Por ende se tomó como muestra a dieciocho sujetos entre ellos siete hombres y once mujeres a los que requerían retracción de caninos superiores de ambos lados, la muestra fue recolectada en la Universidad de Indiana.

En los criterios de inclusión la necesidad de extracción de primeros premolares superiores de ambos lados. (37)

Los pacientes tenían edades fluctuantes entre doce y cuarenta y siete años de edad, uno de 47 16 individuos de 12 y 22 años.

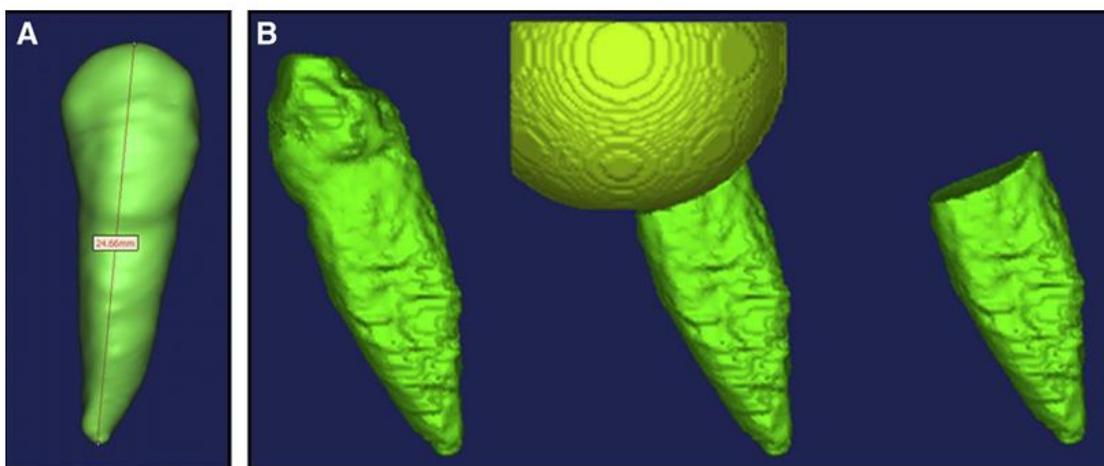


FIGURA N° 28: MEDICIONES DEL DIENTES

Fuente: Jiang F. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2017. (37)

Se indicó la extracción de primeros premolares superiores, la nivelación y alineación alambre 0.019 de acero inoxidable en el slot de 0.022 como anclaje usaron un ATP que estaba conectado a las primeras molares superiores, para la retracción del canino se usó un arco segmentado T-loop, retracción se hizo en 4,9 meses y cada vez que el canino presentaba una retracción de 1 mm se confeccionaban nuevas ansas.

Se realizaron tomografías CBCT antes y después de la retracción del canino, fue segmentado en tres dimensiones para su análisis.

Se utilizó la prueba de Chi cuadrado para la asociación de sexo y distribución de los genotipos con la reabsorción radicular externa y para la evaluación de edad y duración de tratamiento fue mediante la prueba de T-Student.

Se obtuvo como resultados q una raíz tubo 0.05 mm de reabsorción radicular. Los pacientes con alto nivel de EARR presentaban un genotipo GG IL- 1b rs1143634, que fue estadísticamente significativo.

Con una retracción de canino de 124 cN se podría provocar EARR, dientes con ninguna carga no presentarán EARR, y pacientes con genotipo GG de IL-1brs1143634 pueden presentar un índice de desarrollar EARR. (37)

VII.4.3 EXTENSIÓN Y DURACIÓN DE TRATAMIENTO

Dentro de los factores mecánicos debes de tomar en cuenta la duración y fuerza de nuestros tratamientos de ortodoncia por puede repercutir en las estructuras del dientes provocando reabsorciones radiculares graves.

Se menciona en la literatura la relación entre el desplazamiento radicular y la resorción radicular. Las raíces de los incisivos maxilares generalmente se mueven más que las raíces de otros dientes, por lo que no es de extrañar que sean los dientes más prevalentes para la resorción. Tieu et al. (38) en una revisión sistemática acerca de reabsorción radicular en tratamiento ortodóntico en pacientes clase II división 1, encontraron una débil a moderada correlación entre el desplazamiento apical anteroposterior y la resorción apical.

Los aparatos removibles al hacer movimientos incontrolados parece ser que afectan más a la raíz que la aparatología fija. Las investigaciones entre diferentes técnicas fijas no han obtenido resultados evidentes. Algunos estudios mencionan mayor resorción cuando se usa elásticos intermaxilares. Se ha reportado resorción en raíz distal de primera molar mandibular cuando se usa elásticos clase III. En los casos tratados con extracción se ha encontrado una mayor resorción, debido tal vez al mayor desplazamiento radicular. (39)

Se ha reportado que la expansión rápida maxilar puede causar severa resorción en las primeras molares maxilares, al igual que la tracción cervical.

Es por ello que en el siguiente artículo se compara la reabsorción radicular en el primer premolar, segundo premolar y primer molar después de una expansión rápida entre un Hyrax y un Haas.

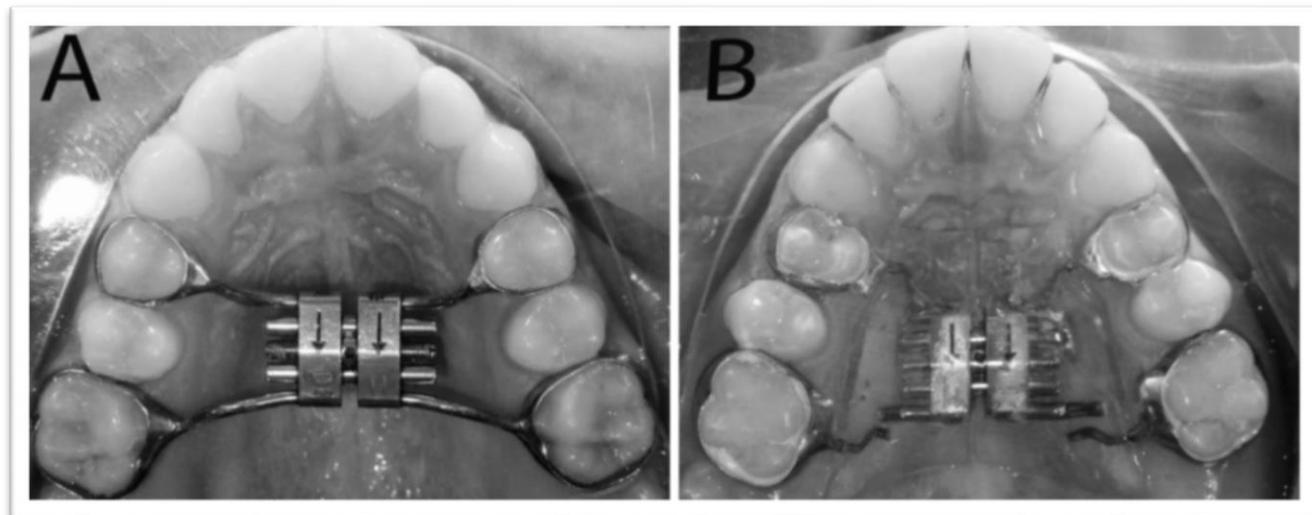


FIGURA N° 29: EXPANSIÓN PALATINA CON HYRAX Y HASS

Fuente: Dindaroglu F. Angle Orthod. 2016. (39)

La población de estudio fue de 33 pacientes con edades de 12,8 años de los cuales 16 son mujeres y 17 varones dividiendo en dos grupos aleatoriamente , dentro de los criterios de inclusión referían que tengan estrecho el maxilar superior de forma unilateral ,presencia de mordida cruzada posterior bilateral, dentición permanente, sin lesiones en el dientes.

Los expansores fueron activados 0,5 mm por día, cuando las cúspides palatinas de las molares superiores estaban en contacto con las cúspides vestibulares de los molares inferiores. Se tomaron registros con CBCT seis meses antes de la expansión axilar, inmediatamente después de la expansión y seis meses después de la expansión.

Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilks y Levene , la prueba de T de muestras independientes se dio para comparar la media entre la cantidad de expansión entre los grupos, los cambios volumétricos. (39)

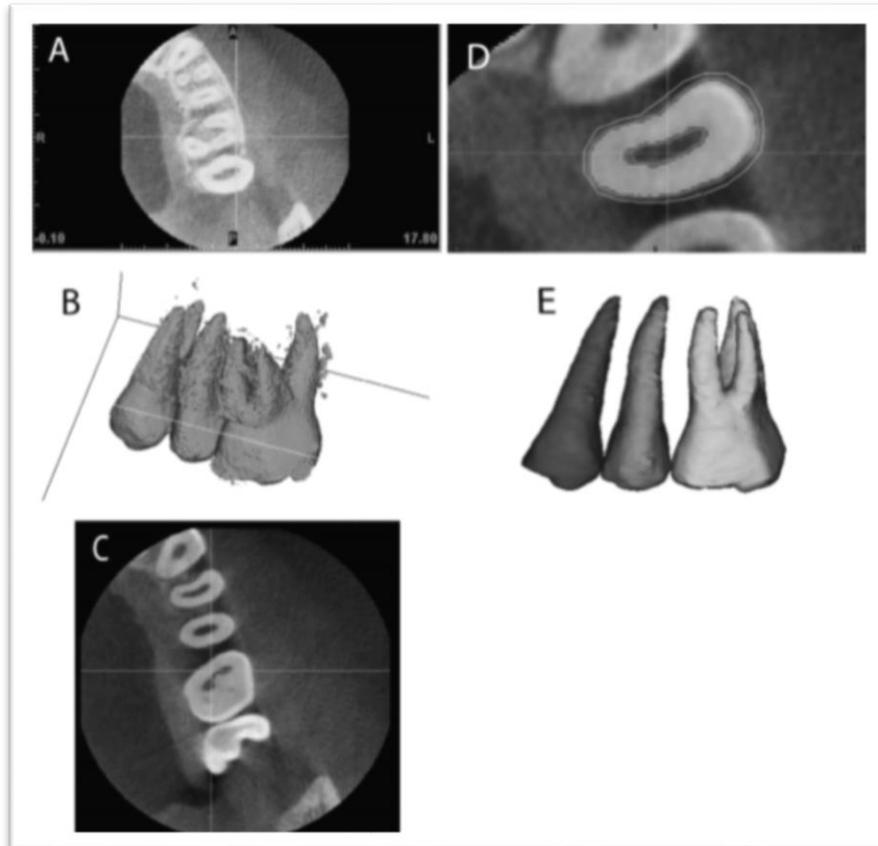


FIGURA N° 30: IMÁGENES VOLUMÉTRICAS 3D

Fuente: Dindaroglu F. Angle Orthod. 2016. (39)

En los resultados se observó que no fue estadísticamente significativo hubo una mayor resorción en el Hyrax.

La reparación tanto en premolares u molares no fue estadísticamente significativo.

La reparación fue llevada a cabo 6 meses después de la retención. (39)

VII.4.4 INTRUSIÓN DENTARIA

La intrusión tiene por objetivo colocar los dientes o grupo de dientes en sentido vertical en su base ósea, al momento de ejercer la fuerza se debe tener un cuidado especial ya que son expresadas a nivel del ápice de los dientes según las investigaciones las fuerzas no deben de exceder entre 5 a 15 gr de fuerza, los movimientos debes ser exactos en su mayoría para evitar reabsorciones radiculares.

Con los movimientos de intrusión podemos lograr mejoras en caso de sobremordidas, el remodelamiento de la forma gingival.

Las intrusiones gingivales son indicadas para la mejora de sus tratamientos en el área de rehabilitación oral, en el caso de periodoncia, casos de sonrisa gingival o mordida abierta. Sander N (1999) en sus investigaciones dio a conocer que con los movimientos intrusivos, se puede ganar inserción con dicho movimiento y si es en conjunto con una membrana los resultados son mejores.

Han et al postulo que los resultados obtenidos por intrusión sobre las reabsorción radicular no fue estadísticamente significativa que el grupo placebo la fuerza intrusiva aumentó el porcentaje de área de la raíz reabsorbido (4 veces). La relación entre los movimientos de intrusión o extrusión y la reabsorción radicular en el mismo paciente fue de $r = 0,774$ ($P = 0.024$). Este estudio tuvo un bajo nivel de sesgo, porque se cumplieron todos los principales aspectos metodológicos.

En un estudio se tuvo como objetivo el determinar el grado de reabsorción que se daba en movimientos de intrusión y extrusión efectuado en las primeras premolares para determinar la ubicación del área de reabsorción radicular.

Se evaluaron 18 primeros premolares de 9 pacientes los cuales, cinco eran mujeres y cuatro varones con edades fluctuantes entre 12 y veinte años y como grupo control se obtuvo once primeros premolares. Se utilizó un arco utilitario de acero inoxidable de 0.017×0.025 en el maxilar superior. El premolar es intruido por un elástico que entrega una fuerza de 100 cN .



FIGURA N° 31: INTRUSIÓN DE PREMOLARES SUPERIORES

Fuente: Han G. Angle Orthod. 2005 (40)

El lado contralateral fue utilizado para la extrusión del dientes a través de elásticos en ambos casos las bandas elásticas se le indico al paciente cambiarlas cada día, el tiempo de duración del tratamiento fue de ocho semanas que fueron verificadas por el operador para que el grado de la magnitud de las fuerzas fuera el óptimo.

Una vez concluida las ocho semanas se procedió a extraer las premolares superiores, fueron sumergidos en hipoclorito al 5% y luego deshidratados embebidos en acetona y secados al aire; para luego ser procesados en el microscopio electrónico de barrido.

La superficie total de las raíces de cada lado tanto en el lado mesial como el distal y la zona afectada por los movimientos fueron medidos por IMAGE J software (NIH, Bethesda, MD). La parte de los lugares en donde se encontraba reabsorbido en cada una de las raíces se hizo una evaluación cualitativa y se realizó mediante una modificación del método de Malmgren. (40)

Se tomó una escala del uno al cuatro:

0 = sin resorción;

1 = contorno de raíz irregular, longitud de raíz no afectada;

2 = reabsorción menor, festoneado y embotamiento del ápice;

3 = reabsorción severa, resorción de la raíz menos de un tercio de la longitud original de la raíz;

4= resorción extrema, resorción de raíz que excede un tercio de la longitud original de la raíz

Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para determinar la fiabilidad del método utilizado

El grado de severidad de la reabsorción radicular también fue determinado por puntuación visual de las raíces. La Reabsorción radicular se dio principalmente en la zona apical de las raíces tanto en el grupo de intrusión como de extrusión.

Se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa en la resorción radicular en el grupo de intrusión y el grupo control ($P = 5.006$), pero no entre los dientes extruidos y el control. Sin embargo, las superficies de raíz mesial y distal resorción mostró en 5.78 6 3.86% de la superficie radicular de los dientes y se adentró 1.28 6 1.24% de la superficie radicular de los dientes extruidos, y esta diferencia fue significativa ($P = .004$). (40)

En conclusión de este estudio, se puede concluir que la intrusión de los dientes ocasiona aproximadamente cuatro veces más reabsorción radicular que los dientes que son extruidos.

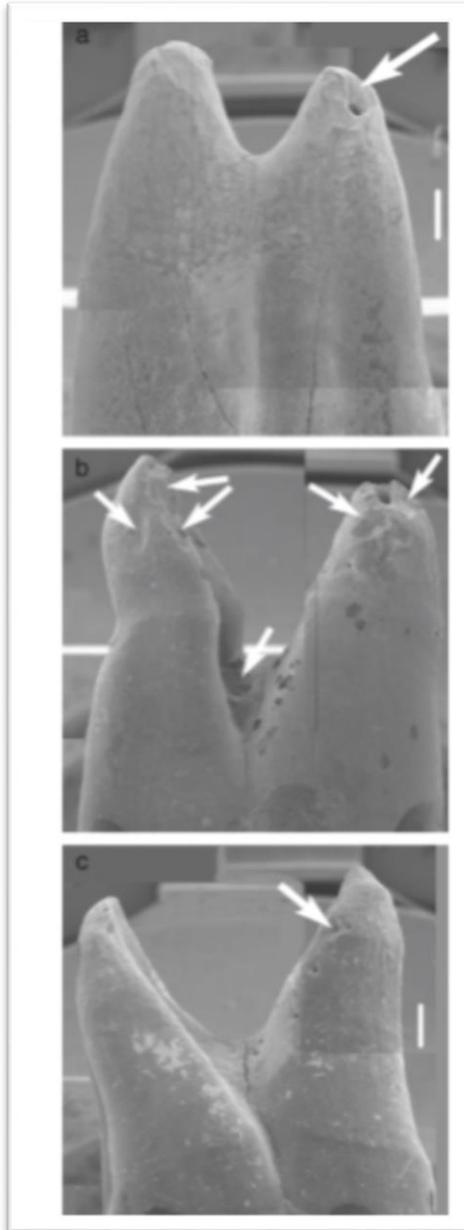


FIGURA N° 32: IMÁGEN DE REABSORCIÓN

(a) Imágenes representativas de una raíz de control. (b) Raíz con intrusión. (c) Raíz extruida. Las flechas muestran las áreas de reabsorción.

Fuente: Fuente: Han G. Angle Orthod. 2005 (40)

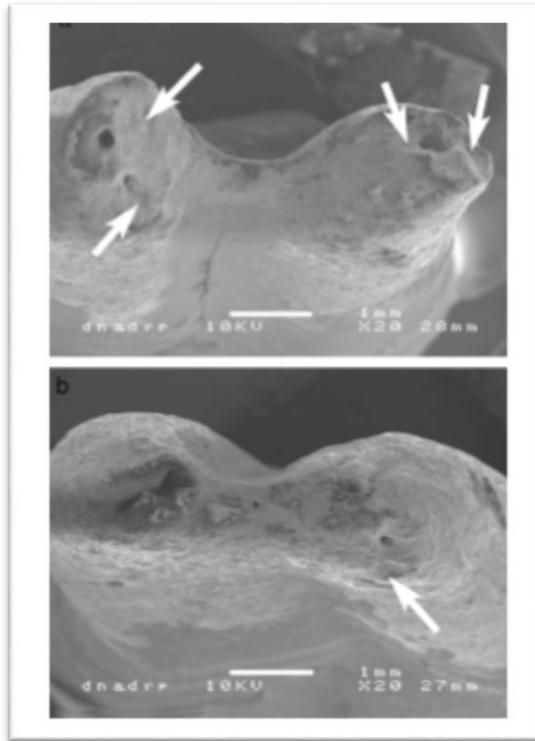


FIGURA N° 33: REABSORCIÓN RADICULAR EN DIENTES CON INTRUSIÓN Y EXTRUSIÓN

(a) En la parte apical de la raíz con intrusión, se observa reabsorciones profundas y extensas cerca del foramen. (b) En los dientes extruidos las cavidades son superficiales y limitadas.

Fuente: Fuente: Han G. Angle Orthod. 2005 (40)

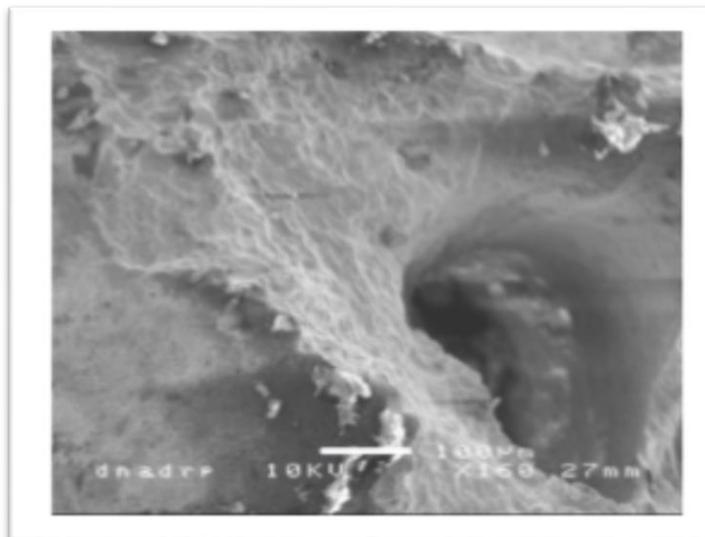


FIGURA N° 34: ZONAS REABSORBIDAS CON EXTRUSIÓN

Fuente: Fuente: Han G. Angle Orthod. 2005 (40)

CONCLUSIONES

1. De los factores biológicos, solo el overjet y la magnitud de apiñamiento se asocian con la reabsorción radicular, pero no en todos los dientes anterosuperiores.
2. Los factores terapéuticos no se asocian con la reabsorción radicular, por lo que se necesitan posteriores estudios.
3. La etiología de la reabsorción no está del todo distinguido, por lo que debemos de tomar en cuenta los factores biológicos, mecánicos y genéticos.
4. Antes de comenzar los tratamientos de ortodoncia ser precavidos con los factores de riesgo que presenta de forma particular cada uno de nuestros pacientes.
5. Las radiografías panorámicas son las más utilizadas para el diagnóstico de reabsorciones radiculares en la práctica ortodóntica, es por ello que se recomienda realizarse cada seis meses como mínimo durante el tratamiento.
6. Tener en cuenta los factores mecánicos que van influir sobre todo en nuestros tratamientos de ortodoncia para evitar efectos adversos como son las reabsorciones radiculares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Uribe G. Ortodoncia Teoría y Clínica. 2ª ed. Colombia. Corporación para investigaciones biológicas; 2010.
2. Gamboa Y, Moreno M, Tratamiento de la reabsorción radicular interna: Reporte de caso clínico. *RevVenezInvestOdont IADR*. 2014; 2 (2): 126-137.
3. Abdullah D, Eziana Hussein F, Abd Ghani H. Management of perforating idiopathic internal root resorption. *Iran Endod J*. 2017; 12(2):257–60.
4. Nanda R. Biomecánica y Estética, Estrategias en Ortodoncia Clínica. Colombia. Amolca.2007
5. Hartsfield JK. Pathways in external apical root resorption associated with orthodontia. *Orthod Craniofacial Res*. 2009; 12(3):236–42.
6. George A, Evans CA. Detection of root resorption using dentin and bone markers. *Orthod Craniofacial Res*. 2009; 12(3):229–35.
7. Zapata A D la CA. *Revista de Tribuna Ortodoncica*. 2011;(1): 37–41.
8. Malmgren O. et al. Root resorption after orthodontics treatment of traumatized teeth. *Am J Orthod*.1982; 82(6):487-491.
9. Jason G. et al. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with 3 different fixed appliance techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*.2000; 118(3):262-273.
10. Yashin D, Dalci O, Almuzian M, Chiu J, Ahuja R, Goel A, et al. Markers in blood and saliva for prediction of orthodontically induced inflammatory root resorption: a retrospective case controlled-study. *Prog Orthod*. 2017; 18(1):1–8.
11. Levander E, Malmgren O, Eliasson S. Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. *Eur J Orthod*. 1994; 16(3):223–8.
12. Ahuja R, Almuzian M, Khan A, Pascovici D, Dalci O, Darendeliler MA. A preliminary investigation of short-term cytokine expression in gingival crevicular fluid secondary to high-level orthodontic forces and the associated root resorption: case series analytical study. *Prog Orthod*. 2017; 18(1).
13. Roscoe MG, Meira JBC, Cattaneo PM. Association of orthodontic force system and root resorption: A systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2015; 147(5):610–26.
14. Wei X, Chu J, Zou Y, Ru N, Cui S, Bai Y. Effect of odanacatib on root resorption and alveolar bone metabolism during orthodontic tooth movement. *Genet Mol Res Mol Res*. 2015; 14(144):17972–81.
15. Morford LA, Dempsey J, Mason A, Jacobson E, Kluemper GT, Macri J V. Genetic and treatment-related risk factors associated with external apical root resorption (EARR) concurrent with orthodontia. *Orthod Craniofacial Res*. 2015; 7.
16. L IH. Apikální resorpce kofienÛ horních stál ů ch fiezákÛ po ortodontické léãbÛ Apical Root Resorption after Orthodontic Treatment. 2012; 70–7.
17. Wang Y, Gao S, Jiang H, Lin P, Bao X, Zhang Z, et al. Lithium chloride attenuates root resorption during orthodontic tooth movement in rats. *Exp Ther Med*. 2014; 7(2):468–72.
18. Masoud KS. Lack of Interleukin 1-Beta Expression Following Orthodontic Induced Root Resorption. *Cell J*. 2011; 12(4):463–8.
19. Sameshima GT SP. Characteristics of patients with severe root resorption. *Craneofacial Orthod Res*. 2004; 7(1):108–14.

20. Kirschneck C, Maurer M, Wolf M, Reicheneder C, Proff P. Regular nicotine intake increased tooth movement velocity, osteoclastogenesis and orthodontically induced dental root resorptions in a rat model. *Int J Oral Sci.* 2017; 9(3):174–84.
21. Nassif CE, Cotrim-Ferreira A, Conti ACCF, Valarelli DP, De Cardoso MA, De Almeida-Pedrin RR. Comparative study of root resorption of maxillary incisors in patients treated with lingual and buccal orthodontics. *Angle Orthod.* 2017; 87(6):795–800.
22. Mirabella AD, Artun J. Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1995; 108(1):48–55.
23. Nigul K, Jagomagi T. Factors related to apical root resorption of maxillary incisors in orthodontic patients. *Stomatol Balt Dent Maxilofac J.* 2006; 8(3):76–9.
24. An JK, Matsumoto Y, Ono T. The relationships between the arrangement of teeth, root resorption, and dental maturity in bovine mandibular incisors. *Korean J Orthod.* 2017; 47(6):365–74.
25. Arita K, Hotokezaka H, Hashimoto M, Nakano-Tajima T, Kurohama T, Kondo T, et al. Effects of diabetes on tooth movement and root resorption after orthodontic force application in rats. *Orthod Craniofacial Res.* 2016; 19(2):83–92.
26. Yamaguchi M. M Yamaguchi RANK / RANKL / OPG during orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofacial Res.* 2009; 12(2):113–9.
27. Nieto-Nieto N, Solano JE, Yañez-Vico R. External apical root resorption concurrent with orthodontic forces: the genetic influence. *Acta Odontol Scand.* 2017; 75(4):280–7.
28. Castro I, Valladares-Neto J, Estrela C. Contribution of cone beam computed tomography to the detection of apical root resorption after orthodontic treatment in root-filled and vital teeth. *Angle Orthod.* 2015; 85(5):771–6.
29. He D, Kou X, Luo Q, Yang R, Liu D, Wang X, et al. Enhanced M1/M2 macrophage ratio promotes orthodontic root resorption. *J Dent Res.* 2015; 94(1):129–39.
30. Linge L, Linge BO. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1991;99(1):35–43
31. Jung Y, Cho B. External root resorption after orthodontic treatment: a study of contributing factors. *Imaging Sci Dentistry.* 2011; 41:17–21.
32. Gay G, Ravera S, Castroflorio T, Garino F, Rossini G, Parrini S, et al. Root resorption during orthodontic treatment with Invisalign®: a radiometric study. *Prog Orthod.* 2017; 18(1):0–5.
33. Preoteasa CT, Ionescu E, Preoteasa E, Tenreiro Machado JA, Baleanu MC, Baleanu D. Multidimensional scaling for orthodontic root resorption. *Math Probl Eng.* 2013; 13.
34. King AD, Turk T, Colak C, Elekdag-Turk S, Jones AS, Petocz P, et al. Physical properties of root cementum: Part 21. Extent of root resorption after the application of 2.5° and 15° tips for 4 weeks: A microcomputed tomography study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2011; 140(6):299–305.
35. Roscoe MG, Meira JBC, Cattaneo PM. Association of orthodontic force system and root resorption: A systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2015; 147(5):610–26.
36. Savoldi F, Bonetti S, Dalessandri D, Mandelli G, Paganelli C. Incisal apical root resorption evaluation after low-friction orthodontic treatment using two-dimensional radiographic imaging and trigonometric correction. *J Clin Diagnostic Res.* 2015; 9(11):70-74.
37. Jiang F, Chen J, Kula K, Gu H, Du Y, Eckert G. Root resorptions associated with canine retraction treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2017; 152(3):348–54.
38. Tieu LD, Saltaji H, Normando D, Flores-Mir C. Radiologically determined orthodontically induced external apical root resorption in incisors after non-surgical

- orthodontic treatment of class II division 1 malocclusion: a systematic review. *Prog Orthod.* 2014; 15(1):48.
39. Dindaroglu F, Doğan S. Evaluation and comparison of root resorption between tooth-borne and tooth-tissue borne rapid maxillary expansion appliances: A CBCT study. *Angle Orthod.* 2016; 86(1):46–52.
40. Han G, Huang S, Von Den Hoff JW, Zeng X, Kuijpers-Jagtman AM. Root resorption after orthodontic intrusion and extrusion: An intraindividual study. *Angle Orthod.* 2005; 75(6):912–8.

