



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**“VALORACIÓN DE LA REABSORCIÓN RADICULAR EN PACIENTES  
ADULTOS TRATADOS ORTODÓNTICAMENTE”**

ESPECIALIZANDO:

**OD. GUADALUPE QUILES ALLENDE**

DIRECTOR:

**DR. JAVIER BAIOTTO**

CO-DIRECTOR:

**DRA: RAQUEL GALLARÁ**

ASESOR CIENTÍFICO:

**DRA MARÍA LAURA IRAZUZTA**

**CÓRDOBA, 2019**



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a al director de esta carrera de Especialización el Dr. Profesor, Alfredo Bass y a la codirectora Villalba Teresa, personas de gran sabiduría que se han esforzado por aportarme todos sus conocimientos con mucho cariño y dedicación a lo largo de estos años.

A mi tutor de investigación, el Dr. Javier Baiocco por guiarme en cada paso para este proyecto de investigación transmitiéndome todos sus conocimientos y experiencia junto con mi codirectora la Dra. Raquel Gallara y mi asesora científica la Dra. María Laura Irazuzta, ayudándome a llegar al lugar que hoy me encuentro.

Agradezco a la Escuela de graduados, por abrirme las puertas una vez más para transitar este proceso de formación en mi carrera profesional.

Por último quiero agradecer a mi familia por el apoyo incondicional de todos los días.

## INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo, fue valorar la prevalencia de la reabsorción radicular en pacientes sometidos a tratamiento ortodóncico. La misma fue correlacionada con diferentes variables, algunas de las cuales eran propias de cada paciente (la edad, el sexo y el biotipo facial), mientras que otras estaban relacionadas con el tratamiento de ortodoncia propiamente dicho (duración del mismo, utilización de gomas intermaxilares y extracciones dentales como parte del mismo).

Para ello se utilizaron 200 radiografías panorámicas, de las cuales 100 fueron previas al tratamiento de ortodoncia y 100 posteriores al mismo. El total de los pacientes estaban radicados en la provincia de Córdoba y presentaban un rango etario comprendido entre los 18 a 35 años.

Todas las imágenes fueron previamente procesadas digitalmente, con el apoyo del Equipo de Tecno Innovaciones en Biofísica (TIBIFI) de la FAMAF-UNC (RHCD FAMAF-UNC 287/2013) y calibradas con un programa tipo Image Pro Plus, versión 4.0 Media Cybernetics, Massachusetts USA, colocando una regla milimetrada en cada radiografía como referencia, para su posterior medición y comparación.

Estamos convencidos que los resultados obtenidos, nos permitirán establecer medidas preventivas que minimicen los efectos indeseados del tratamiento de ortodoncia y que puedan comprometer la integridad radicular.

## MARCO TEORICO

En todo tratamiento ortodóncico, un aspecto importante a considerar es el respeto que se debe tener por los tejidos dentales, a la hora de aplicar fuerzas por la posible aparición de complicaciones. Entre ellas se destaca la reabsorción radicular, cuya relevancia se debe a que es un suceso biológico irreversible y difícil de prevenir. (1) Por tal razón, consideramos importante el conocimiento de este posible fenómeno adverso, a los fines de tomar los recaudos necesarios antes, durante y después del tratamiento ortodóncico para disminuir su prevalencia, así como establecer un pronóstico y una adecuada conducta terapéutica de los dientes afectados.

Es por todos conocidos, que los elementos dentarios son estructuras de tejido mineralizado, cuyo número y disposición varían en niños y adultos. Desde el punto de vista anatómico, los mismos cuentan con una porción coronaria (que emerge de la encía y es la parte visible) y una porción radicular (sumergida en la fosa dento-alveolar del hueso maxilar). Ambas partes se encuentran separadas por el cuello dentario en forma de estrechamiento. (2)

Existen numerosos estudios histológicos realizados por autores como, Purkinje, Retzius, Tomes, Hertwig, Von Ebner, Malassez, Von Brunn, Von Korff, Erausquin, Cabrini, Schroeder, Ruch, Slavkin, Thesleff entre otros, los cuales han permitido profundizar el conjunto de conocimientos que en la actualidad se posee sobre la morfología y el desarrollo de las estructuras bucodentales. (2)

El eje estructural de cada diente está formado por un tejido conectivo mineralizado denominado dentina, la cual, rara vez queda expuesta al medio bucal ya que está cubierta en la zona coronal, a manera de casquete, por un tejido muy duro de origen ectodérmico llamado esmalte. La dentina, en la zona radicular, está protegida por un tejido conectivo calcificado denominado cemento, de origen ectomesenquimático. (2) Fig. 1

La unión entre esmalte y dentina se denomina conexión amelo-dentinaria (CAD) y la unión entre cemento y dentina se denomina conexión cemento-dentinaria (CCD). Por dentro de la dentina existe un espacio de forma semejante a la del elemento dentario, que recibe el nombre de cavidad o cámara pulpar. Esta cavidad contiene un tejido conectivo laxo que se denomina pulpa dentaria. La pulpa y la dentina forman una unidad estructural y funcional denominada complejo dentino-pulpar. (2) Fig. 1

El esmalte o sustancia adamantina es una matriz extracelular muy mineralizada y de escaso metabolismo, que se forma por síntesis y secreción de unas células llamadas ameloblastos. Consta de un 95% de materia inorgánica y está constituido, fundamentalmente, por cristales de hidroxiapatita, que representan la unidad estructural básica de este tejido. (2) Fig. 1

La dentina es un tejido mineralizado (70% de materia inorgánica) que se diferencia del esmalte por ser un tejido dinámico (metabólicamente activo), lo que permite que se forme tejido dentinario durante toda la vida y que pueda repararse cuando sufre algún daño. Este tejido de reparación se llama dentina reparativa. (2) Fig. 1

El cemento reviste externamente la superficie radicular, no posee irrigación e inervación, presenta una consistencia dura, debido a su grado de mineralización, y sirve como medio de anclaje o inserción de las fibras del ligamento periodontal que unen el diente al hueso. Posee un espesor estimado entre 80 a 120  $\mu\text{m}$ , es menos permeable que la dentina y es el principal tejido de reparación para las superficies radiculares. (2) Fig. 1

La pulpa dentaria, es un tejido conectivo de consistencia laxa, que ocupa la cavidad pulpar. La misma se encuentra ricamente vascularizada e inervada y está constituido por distintos tipos de células, de las cuales la más importante o principal es el odontoblasto, que se ubica en la periferia del tejido conectivo alojado en la cavidad pulpar y es el responsable de formar (dentina primaria y secundaria) y reparar la dentina (dentina terciaria). (2) Fig. 1

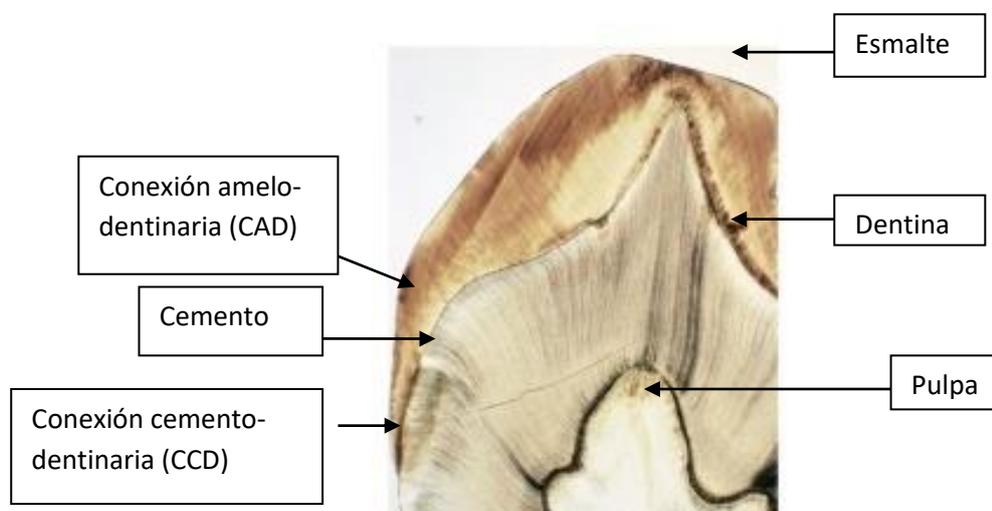


Fig1. Corte histológico de elemento dentario que expone los diferentes tejidos que lo constituyen (Gómez de Ferraris Campos Muñoz). HISTOLOGÍA Y EMBRIOLOGÍA

Existen diferentes situaciones en las cuales, estos tejidos pueden verse afectados, trayendo como consecuencia efectos no deseados.

Tal es el caso de la *reabsorción radicular* que se define como la pérdida del componente orgánico e inorgánico de los tejidos duros radiculares, como la dentina y el cemento. (3-5) Fig.2



Fig.2 Imagen obtenida de radiografía periapical, en la cual se observa reabsorción radicular del elemento 44, con una disminución de la longitud total de la raíz.

Dicha reabsorción, puede ser interna o externa.

La reabsorción Radicular Interna (RRI) puede presentar dos variantes:

1. Reabsorción por reemplazo
2. Reabsorción inflamatoria

Mientras que la Reabsorción Radicular Externa (RRE) puede manifestarse de tres maneras diferentes:

1. Reabsorción Radicular Superficial, que involucra pequeñas áreas y se observa radiográficamente como ligeras excavaciones en la superficie radicular.
2. Reabsorción Radicular Inflamatoria Cervical o Apical, que es un defecto resorutivo-socavante que penetra en el cemento y la dentina, y se asocia con injuria o irritación al periodonto como consecuencia de trauma, infección periodontal o tratamiento ortodónico. Dependiendo de la zona afectada, la misma puede ser cervical o apical.
3. Reabsorción por Reemplazo o Anquilosis, que ocurre por necrosis extensa del ligamento periodontal con formación ósea en el área radicular afectada, asociada con antecedentes de luxación y avulsión.

Existen diversos factores que influyen en la aparición de la RRE durante un tratamiento ortodónico. Estos pueden ser mecánicos o biológicos. (3-5).

Dentro de los factores mecánicos se incluyen:

- Tipo de movimiento dental (Movimientos dentales extensos, Torque radicular, Fuerzas intrusivas)
- Tipo de fuerza aplicada (Magnitud de la fuerza ortodónica y duración de dicha fuerza)

Los factores biológicos se relacionan con:

- Susceptibilidad genética
- Factores sistémicos (por ejemplo, alteraciones hormonales)

- Agenesia dental
- Forma radicular
- Ciertos medicamentos que, en conjunto con las fuerzas ortodóncicas, pueden generar reabsorción radicular.
- Bruxismo (hábito involuntario de apretar o rechinar las estructuras dentales sin propósitos funcionales).

### REABSORCIÓN RADICULAR. ¿Cómo DIAGNOSTICARLA?

Existen en la actualidad, una amplia gama de *métodos de diagnóstico por imágenes*, que nos permiten identificar las reabsorciones radiculares. Entre ellos, podemos mencionar las radiografías periapicales, las Ortopantomografías o radiografías panorámicas, la Tomografía axial computada, la Tomografía de haz cónico o Cone-Beam; cada una de la cuales, tiene sus ventajas y limitaciones.

La radiografía periapical nos proporciona una imagen del diente completo, desde la superficie oclusal o incisal, hasta más allá del ápice donde se observa el hueso periapical. La misma nos brinda una información muy sectorizada ya que puede abarcar de una a tres piezas dentarias. Esta se utiliza para observar la formación del diente y los estadios de erupción del mismo, como así también las partes que lo componen anatómicamente; además, sirve para diagnosticar condiciones patológicas de la corona, la raíz y el hueso. (6) Fig. 3



Fig.3 Radiografía periapical.

Las imágenes obtenidas mediante radiografías periapicales revelan una información en dos dimensiones (vertical y sagital), lo que limita el diagnóstico. Las mismas presentan un margen de error en cuanto a la longitud en milímetros de 6,75% para la arcada superior sin distinción de lados (derecho e izquierdo) y de 4,4% para la arcada inferior sin distinción de lados (derecho e izquierdo), con un grado de distorsión estimado en cinco a diez por ciento. (6)

Estas proporcionan una información detallada de la zona peri-radicular, necesaria para determinar los límites de lesiones existentes. Si bien existen nuevas técnicas, que aportan mayor especificidad, pues reproducen en tres dimensiones el sitio de estudio, las radiografías periapicales, siguen siendo el método de rutina más certero para el

diagnóstico y control de la longitud, angulaciones y paralelismo radicular, en comparación con otras radiografías. (6)

La necesidad creciente de mayor precisión en los diagnósticos y tratamientos dentales ha provocado un aumento en la demanda de técnicas de imagen cada vez más precisas. Esta situación ha puesto de manifiesto las limitaciones que las radiografías dentales y las tomografías convencionales presentan respecto a su capacidad para proporcionar información cualitativa y tridimensional precisa, identificándose entre sus defectos la distorsión, la borrosidad y la falta de referencia a estructuras adyacentes.

El desarrollo de programas informáticos específicos ha propiciado la creciente utilización de la Tomografía Axial Computada (TAC) en el campo de la Odontología. (8)

Este examen se utiliza mucho como auxiliar de diagnóstico, ya que nos permite obtener imágenes de cortes o secciones de algún objeto y no solo ver los tejidos duros del paciente sino también los tejidos blandos. La calidad de imagen que brinda este estudio es de gran nitidez. De esta manera se puede realizar un diagnóstico y plan de tratamiento mucho más eficaz. (8) Fig. 4

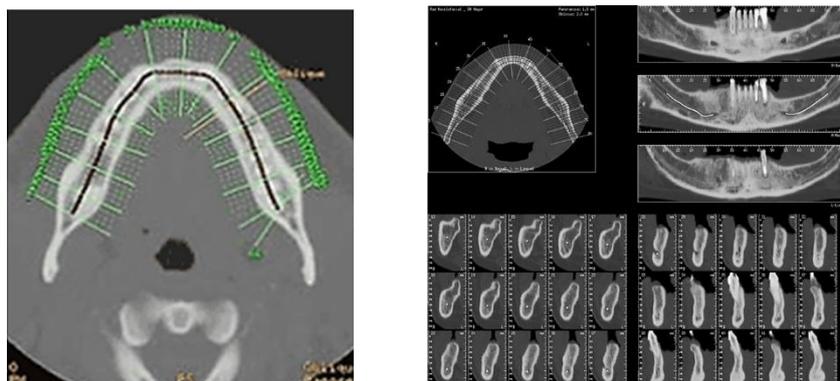


Fig. 4: Tomografía Axial Computarizada (TAC), en las que se pueden observar diferentes cortes del tejido óseo y dentario. Imagen tomada del consultorio del Dr. Javier Baiocco de un paciente que prestó su consentimiento.

La principal desventaja que presenta la TAC, es el grado de radiación que recibe el paciente a la hora de realizarse el estudio, la cual puede resultar nociva para la salud del mismo cuando está expuesto constantemente a este tipo de radiación. (8)

La tomografía computarizada de haz cónico, en inglés “Cone Beam Computed Tomography” (CBCT) se desarrolló a fines de los años 90(s) con el objetivo de obtener escáneres tridimensionales del esqueleto máxilofacial, con una dosis de radiación mucho más baja que la utilizada para la tomografía convencional. A esto se suma el beneficio de obtener imágenes sin superposición, sin distorsión (escala real 1 a 1) y con una resolución sub-milimétrica de imágenes, que se traduce en imágenes de alta calidad diagnóstica. Es un estudio de gran rapidez y comodidad para el paciente ya

que dura de 10 a 40 segundos y cuenta con la posibilidad de manipular, medir y planear en cualquier computadora mediante el software. Sin embargo es necesario aprender a interpretar las imágenes que nos brinda dicho estudio y tener en cuenta y el costo y grado de radiación (48 – 652 milisiveret) de dicho estudio. (9) Fig. 5

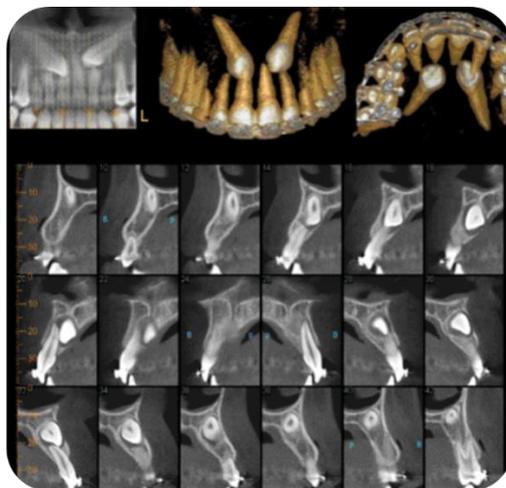


Fig. 5: “ConeBeamComputedTomography” (CBCT). Imagen tomada del consultorio del Dr. Javier Baiocco de un paciente que prestó su consentimiento.

La Ortopantomografía, constituye un elemento de diagnóstico de rutina utilizado por el Ortodontista, tanto al iniciar el tratamiento como en etapas intermedias y finales del mismo. Esta representa, en una única película, una imagen general del Maxilar, la Mandíbula y los dientes, como así también la relación de estas estructuras. El término de radiografía panorámica es el más comúnmente utilizado, ya que la radiografía resultante muestra una visión panorámica de la cara y parte inferior de la cabeza. (7) Fig. 6



Fig. 6 Radiografía panorámica. Imagen tomada del consultorio del Dr. Javier Baiocco de un paciente que prestó su consentimiento.

Muchos estudios demuestran que el 40% de los hallazgos patológicos principales y secundarios se descubren a partir de ella. Amplía el campo de diagnóstico en un 70% y reduce la dosis de radiación de la superficie cutánea en un 90% con respecto a las series radiográficas periapicales. La misma presenta una cobertura anatómica amplia, nos permite observar la presencia de dientes retenidos, la extensión de grandes lesiones, evaluar patrones de erupción, crecimiento y desarrollo, *presencia de reabsorciones radiculares*, como así también de anomalías estructurales anatómicas. En cuanto a los inconvenientes que podemos nombrar sobre este método de diagnóstico, se destaca que las imágenes plasmadas se observan solo en dos planos del espacio, puede haber menor nitidez y pérdida de detalle, como así también la deformación y magnificación de la Imagen (no posee isometría ni isomorfismo). Esta radiografía no sirve para evaluar contornos anatómicos finos, ni para exámenes que requieran alta resolución. (7)

A los fines de poder cuantificar y clasificar la magnitud de la reabsorción radicular, algunos autores han diseñado diferentes escalas de medición en una imagen radiológica. Entre ellas, podemos encontrar la clasificación de Levander y la de Malmgren (basada en la de Levander), en la cual se mide la distancia lineal proyectada en el canal radicular entre la unión amelocementaria ubicada en la porción coronal del elemento dentario, hasta el ápice (7-10).

Levander determina cuatro grupos según los milímetros de superficie radicular comprometidos (Fig.7):

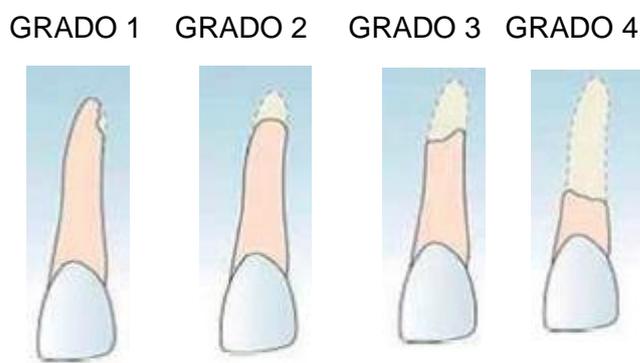


Fig. 7: Imagen extraída de proyecto de investigación realizado en 2007, en la Universidad de Antioquia, Medellín, por Julio Roberto Saldarriaga Molina y col, en donde se observa esquema de los diferentes grados de RR según Levander.

- Grado 1: contorno radicular irregular
- Grado 2: acortamiento inferior a 2 mm
- Grado 3: reabsorción entre 2 mm y 1/3 de la longitud radicular inicial
- Grado 4: pérdida superior a 1/3 de la raíz.

En relación a la clasificación de Malmgren, este autor, expresa el grado de reabsorción radicular en porcentaje, no en milímetros como lo realizara Levander. El clasifica las reabsorciones en cinco grupos: (7-10).

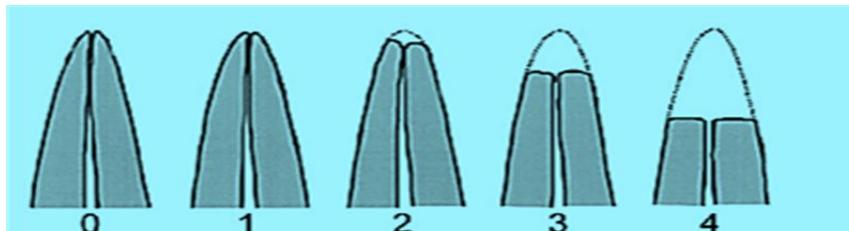


Fig. 8 Imagen extraída de proyecto de investigación realizado en 2007, en la Universidad de Antioquia, Medellín, por Julio Roberto Saldarriaga Molina y col, en donde se observa esquema de porcentajes de RRE, según Malmgren.

### CLASIFICACION DE MALMGREN:

- GRADO 0: Ausencia de reabsorción radicular.
- GRADO 1: Longitud radicular normal y solo hay un cambio en el contorno.
- GRADO 2: Reabsorción moderada, pequeña área de la raíz es perdida con la exhibición del ápice.
- GRADO 3: Reabsorción acentuada, pérdida de hasta un tercio de la longitud de la raíz.
- GRADO 4: Reabsorción extrema, pérdida de más de un tercio de la longitud de la raíz.

En el año 2007, Julio Roberto Saldarriaga Molina y col, Odontólogos estudiantes del posgrado de Odontología Integral del Adolescente y Ortodoncia en la Universidad de Antioquia, Medellín realizaron una investigación, enfocada en la evaluación de variables relacionadas con la reabsorción radicular post tratamiento de ortodoncia incluyendo variables dependientes como: área y longitud radicular e independientes como: tiempo de tratamiento, género, edad, exodoncias y el uso de elásticos como parte del tratamiento. La técnica usada para evaluar los cambios radiculares radiográficos fue la morfometría digital radiografías periapicales que se tomaron al inicio del tratamiento, a los seis meses, a doce meses y a los dieciocho y ocho meses de iniciado el tratamiento de ortodoncia. Se tomó una muestra de 26 pacientes (14 hombres y 12 mujeres) entre los 11 y 21 años, atendidos por estudiantes del posgrado de Odontología Integral del Adolescente y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Antioquia. (3)

El estudio demostró que la mayor prevalencia de este fenómeno adverso fue en incisivos laterales superiores, con mayor frecuencia en el elemento 12. En cuanto al género, este estudio reveló una mayor reabsorción radicular en pacientes de sexo masculino. Al comparar pacientes a los que se les realizaron o no exodoncias como parte del tratamiento ortodóncico, se presentó mayor tendencia en los pacientes a los

que se les realizaron exodoncias de premolares, relacionándolo con el sistema mecánico utilizado para realizar el cierre de espacios. Con respecto a la variable tiempo los resultados obtenidos con significancia estadística a un nivel de confianza del 95% permitieron observar que los cambios más significativos en la integridad de la anatomía radicular se observaron a partir de los 18 meses de tratamiento. (3)

En el año 2012, se realizó un estudio en la Universidad de Cartagena (Colombia) sobre una muestra de 22 pacientes tratados con ortodoncia fija. Mediante un seguimiento radiográfico y teniendo en cuenta las variables que se mencionaron en el estudio anterior Farith González Martínez y col, reportaron que las reabsorciones radiculares no presentaron significancia alguna con respecto al género, pero si se observó un incremento en pacientes de mayor edad, lo cual se atribuye a alteraciones anatomopatológicas que alcanza con los años el ligamento periodontal y en tratamientos ortodóncicos donde las fuerzas son aplicadas durante un tiempo prolongado. Por otra parte, según los resultados observados, el diente de mayor incidencia de RRE fue el lateral superior izquierdo (4).

En el año 2016, Chumi Terán R y col, Odontólogos pertenecientes a la universidad de Cuenca, Chile, realizaron una revisión bibliográfica de artículos publicados en los últimos 7 años, en las siguientes fuentes: Revista Javeriana, Revista Esp. Ortod., ULACIT, Revista Nacional de Odontología Venezuela, Salud Uninorte, Fundación Universitaria del área Andina Medellín, Revista Mexicana de Odontología Clínica, Médica Blogs. Estos registros fueron obtenidos con las palabras claves: reabsorción radicular, forma de la raíz dental, fuerzas ortodóncicas, movimiento dentario, ortodoncia, de los cuáles fueron seleccionados 10 documentos para la revisión, los documentos seleccionados fueron en castellano.(5)

El propósito de esta revisión de literatura consistió en abordar la información científica disponible acerca de los factores asociados a la reabsorción radicular externa causada por tratamiento de ortodoncia, para tener un conocimiento del desarrollo y proceso de reabsorción radicular y de los factores relacionados con la misma. (5)

En relación a factores biológicos, los resultados fueron que, en pacientes jóvenes, hay menos reabsorción que en los adultos, Se señaló que los incisivos inferiores son los que tienen mayor riesgo de sufrir reabsorciones con el aumento progresivo la edad. (5)

Con respecto al género, la mayoría de los estudios niega una correlación entre la reabsorción radicular y el sexo del paciente, sin embargo hay indicios que señalan a las mujeres como más susceptibles de sufrir reabsorción radicular, posiblemente por los cambios hormonales constantes. (5)

En cuanto a la estructura facial los patrones Dolicocefálicos y su morfología dentoalveolares pueden facilitar el contacto de las raíces con la cortical ósea durante el desplazamiento dentario y aumentando de esta manera el riesgo de lesión radicular. (5)

En junio de 2018, en el Departamento de Cirugía del Hospital Universitario AgaKhan y col realizaron un estudio para evaluar las reabsorciones radiculares externas, sobre Ortopantomografías previas al tratamiento y post tratamiento de ortodoncia, comparando dientes vitales con dientes tratados endodónticamente, en una muestra de 30 pacientes. Para calibrar las radiografías panorámicas se utilizó el software RoganDelft View Pro-X. Los resultados que se registraron de dicho estudio, sobre los dientes vitales, en relación a los factores mecánicos fueron que aquellos tratamientos en lo que se indicaron extracciones, tuvieron mayores RRE que en los que hubo ausencia de las mismas. En cuanto a los factores biológicos, se detectó una mayor frecuencia de RRE en pacientes de género femenino en comparación con los pacientes de género masculino. En cuanto a la edad y la duración del tratamiento, en este estudio no se registraron valores significativos. (11).

En el 2018, YaqiDeng y col, realizaron una búsqueda electrónica de trabajos en los que se estudiaron las reabsorciones radiculares en pacientes tratados ortodónicamente. Se utilizaron para tal fin, diferentes bases de datos (Cochrane, PubMed, EMBASE, China National KnowledgeInfrastructure (CNKI) y Web of Science), búsquedas manuales en revistas relevantes y listas de referencias de los estudios incluidos hasta el 25 de octubre de 2017.

Se obtuvieron un total de 473 estudios de las cinco bases de datos, de los cuales se recuperaron un total de 206 resúmenes después de excluir revisiones, informes de casos, investigaciones con animales y artículos que no se ajustaron al propósito de la investigación.

La evidencia sugiere que el tratamiento de ortodoncia aumenta la incidencia y la gravedad de la reabsorción apical de la raíz apical. La longitud del diente y el volumen de la raíz se redujeron después de la intervención de ortodoncia, pero estos cambios estuvieron en un rango clínicamente aceptable. Los elementos dentarios que se vieron más comprometidos fueron los incisivos laterales superiores, seguido por los incisivos centrales superiores, dientes anteriores mandibulares y caninos superiores. Los casos con extracciones, presentaron una mayor incidencia de reabsorción de la raíz de los elementos dentarios. (12)

Como podemos apreciar, existen numerosos estudios realizados en relación a la reabsorción radicular externa. Consideramos importante, discernir entre las reabsorciones radiculares inducidas por ortodoncia, es decir, las que están provocadas por factores mecánicos relativos al tratamiento ortodóncico, y aquellas cuya etiología es endógena. Evitar las primeras es competencia del ortodoncista, por lo cual debe conocer todos los factores de riesgo de la RRE y contar con pautas de tratamiento tendientes a prevenirlas. Estas actitudes preventivas antes, durante y después del tratamiento ortodóncico permitirán disminuir su prevalencia, así como establecer un pronóstico y una adecuada conducta terapéutica de los dientes afectados.

“VALORACIÓN DE LA REABSORCIÓN RADICULAR EN PACIENTES ADULTOS TRATADOS  
ORTODÓNICAMENTE”

Estamos convencidos, de la necesidad de tener sistematizado, un método de diagnóstico de rutina que nos facilite identificar a primera vista este fenómeno indeseado. En este sentido, creemos que las Ortopantomografías, pueden ser de gran utilidad.

## HIPÓTESIS

La prevalencia de reabsorción radicular en pacientes tratados ortodómicamente, valorados en ortopantomografías, es inferior al 30%

## OBJETIVO GENERAL

Valorar la reabsorción radicular pre y post tratamiento ortodóncico en pacientes adultos de la ciudad de Córdoba y analizar su relación con factores endógenos y mecánicos.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Normalizar la operatividad de las variables a fin de valorar la longitud radicular en Ortopantomografías pre y post tratamiento.
- Correlacionar edad, sexo y biotipo facial de pacientes tratados ortodóncicamente con la presencia de reabsorción radicular.
- Correlacionar la duración del tratamiento ortodóncico con aparatología fija, el uso de gomas intermaxilares y exodoncias con el grado de reabsorción radicular.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Población de estudio:

Se realizó un estudio retrospectivo, descriptivo y observacional sobre material documental del archivo de pacientes tratados en la carrera de “Especialización en Ortodoncia y Ortopedia Dento máxilo facial” de la Escuela de Posgrado de la Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Córdoba y del consultorio externo de la cátedra de “Ortodoncia B”. Se valoraran 200 Ortopantomografías (pre y post tratamiento) pertenecientes a 100 pacientes, entre 18 y 35 años.

Los datos y los estudios radiográficos se obtuvieron de las correspondientes historias clínicas. Todos los pacientes firmaron los respectivos consentimientos informados.

Las variables que se tuvieron en cuenta a la hora de la recopilación de datos fueron aquellas relacionadas a factores endógenos, los cuales fueron el sexo, la edad y biotipo facial y relacionadas a factores mecánicos como fueron, la duración del tratamiento ortodoncico y la indicación de exodoncias y utilización de gomas como parte del mismo.

### Criterios de exclusión:

- Pacientes que tuvieron tratamientos de ortopedia previos.
- Pacientes con displasia ósea.
- Pacientes medicados con corticoides en forma crónica.
- Pacientes con hábito para funcional (bruxismo).

### Medición de la reabsorción radicular

Las imágenes fueron procesadas digitalmente (adosando una regla milimetrada en cada radiografía para utilizar como referencia), con el apoyo del Equipo de Tecno innovaciones en Biofísica (TIBIFI) de la FAMAf-UNC (RHCD FAMAf-UNC 287/2013). Luego estas fueron calibradas con un programa tipo Image Pro Plus, versión 4.0 Media Cybernetics, Massachusetts USA. Fig. 9-10

“VALORACIÓN DE LA REABSORCIÓN RADICULAR EN PACIENTES ADULTOS TRATADOS  
ORTODÓNICAMENTE”

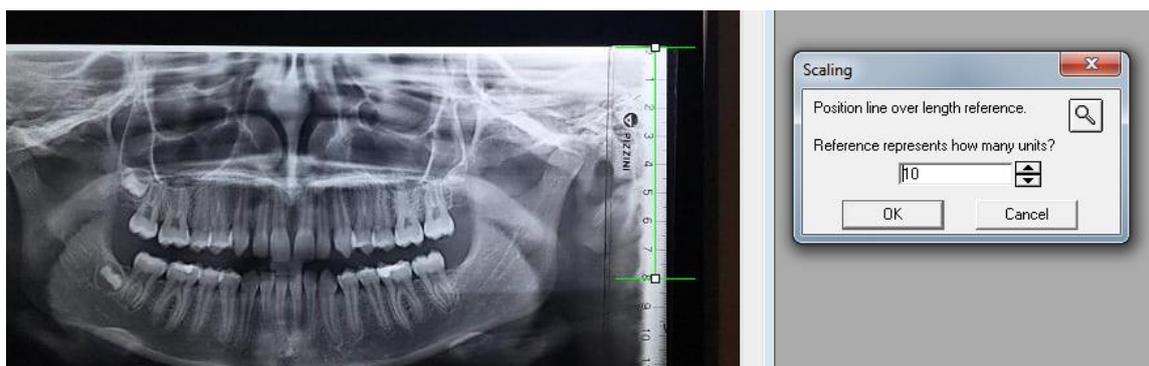


Fig. 9 Imagen calibrada en milímetros tomada del programa Image Pro Plus, versión 4.0 Media Cybernetics, Massachusetts USA, previa al tratamiento de ortodoncia.



Fig.10 Imagen calibrada en milímetros tomada del programa Image Pro Plus, versión 4.0 Media Cybernetics, Massachusetts USA, previa al retiro de la aparatología fija del tratamiento de ortodoncia.

Sobre las imágenes de Ortopantomografías pre y post tratamiento de ortodoncia se realizó la medición de la longitud total de cada elemento dentario expresada en milímetros (excluyendo terceros molares). Fig.11



Fig.11 Medición de cada elemento dentario desde su apice hasta borde incisal en elementos unirradiculares y vértice cuspeideo en molares, excluyendo terceros molares.

Dicha medida, fue tomada y registrada desde el vértice del ápice radicular hasta el borde incisal (en incisivos centrales, laterales y caninos) y desde el vértice del ápice radicular hasta el vértice cuspidado (en premolares y molares). Fig.12



Fig.12 Ortopantomografía en la que se pueden evaluar los diferentes sectores de los elementos dentarios.

Como se detallo anteriormente existen diferentes escalas de valoración de la reabsorción radicular, entre ellas, la de Levander y la de Malgren quienes toman medidas radiculares que van del ápice radicular al límite amelocementario.

Nosotros consideramos que es muy dificultoso y por lo tanto impreciso, determinar el límite amelocementario en una imagen panorámica, razón por la cual decidimos medir la longitud total del elemento dentario en las radiografías panorámicas previas al tratamiento de ortodoncia y posteriores al mismo.

Todos los valores obtenidos fueron de tipo lineal y los resultados expresados en milímetros.

Para almacenar la información de las medidas obtenidas se diseñó una tabla que nos permitió agrupar y clasificar los valores, teniendo en cuenta el porcentaje de reabsorción radicular observado en cada pieza dentaria. La tabla contó con cuatro categorías:

- Reabsorción grado 0: ausencia de reabsorción.
- Reabsorción grado 1 (Leve): del 0 al 10 % de la longitud total del elemento dentario.
- Reabsorción grado 2 (moderada): del 10 al 30 % de la longitud total del elemento dentario.
- Reabsorción grado 3 (grave): más del 30 %de la longitud total del elemento dentario.

### Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados con pruebas de ANOVA multivariado con un test a posteriori, y las diferencias estadísticas se consideraron con un valor de  $p \leq 0.05$ .

Los resultados obtenidos se plasmaron en una tabla comparativa, en la que se tuvieron en cuenta las variables antes descritas, como factores endógenos y mecánicos.

## RESULTADOS

En este trabajo se utilizó una muestra de 200 radiografías panorámicas, 100 previas al tratamiento de ortodoncia y 100 posteriores al mismo, relacionando la aparición de RRE con diferentes variables relacionadas a factores endógenos, los cuales fueron el sexo, la edad y biotipo facial y relacionadas a factores mecánicos como fueron, la duración del tratamiento ortodóncico y la indicación de exodoncias y utilización de gomas como parte del mismo.

### Descripción de la muestra original

En relación a la distribución de la muestra según el SEXO, se trabajó con una cantidad equilibrada entre el género masculino y femenino. Fig. 13



Fig. 13 Distribución de la muestra inicial (n=100), según el Sexo.

En cuanto a la edad, la media de los pacientes fue de  $22.5 \pm 0.6$  n=100; y la moda: 18, por lo cual la muestra analizada fue en gran porcentaje, de individuos jóvenes entre los 18 a 23 años (71%), siendo la minoría mayores a 23 años (29%). Fig. 14

“VALORACIÓN DE LA REABSORCIÓN RADICULAR EN PACIENTES ADULTOS TRATADOS ORTODÓNICAMENTE”

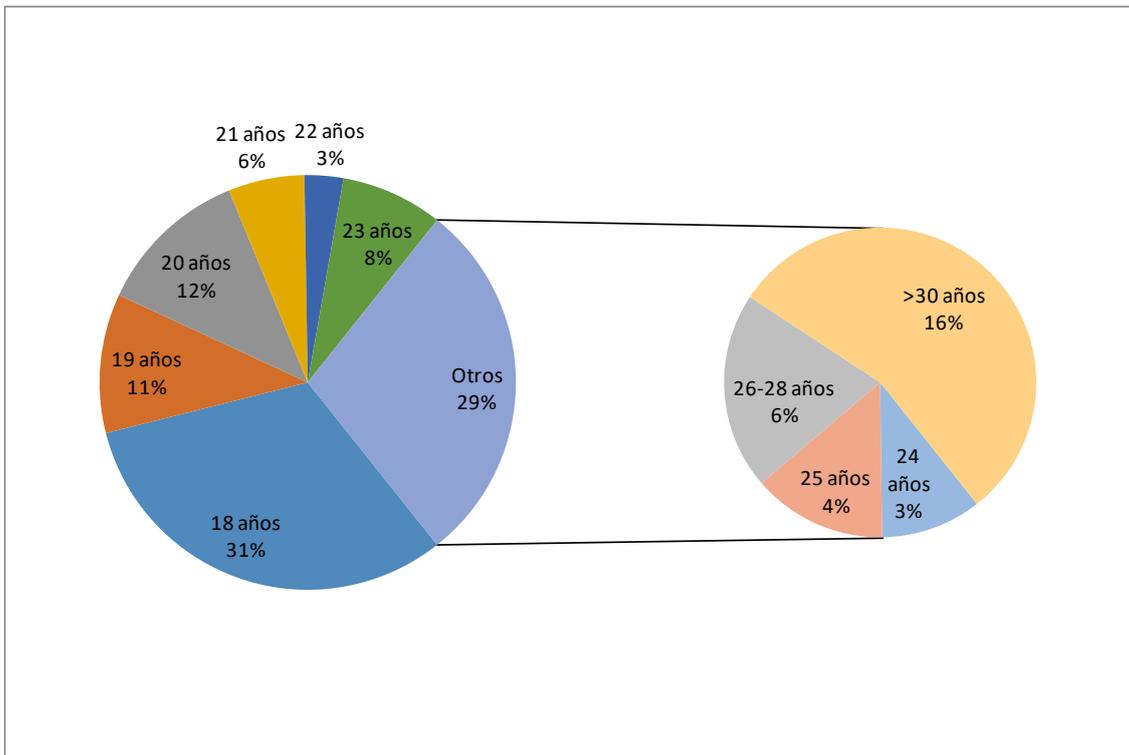


Fig.14 Distribución etaria de la muestra (n=100). El círculo de la izquierda indica las proporciones correspondientes a las edades que comprenden la muestra, el grupo “otros” se encuentra detallado en el círculo de la derecha.

Con respecto al biotipo facial, en nuestra muestra original (n=100), se observó una mayor cantidad de individuos braquiocefálicos con un porcentaje del 66 %, siendo el 30% para los dolicocefálicos y un 4% para los normocefálicos. Fig. 15

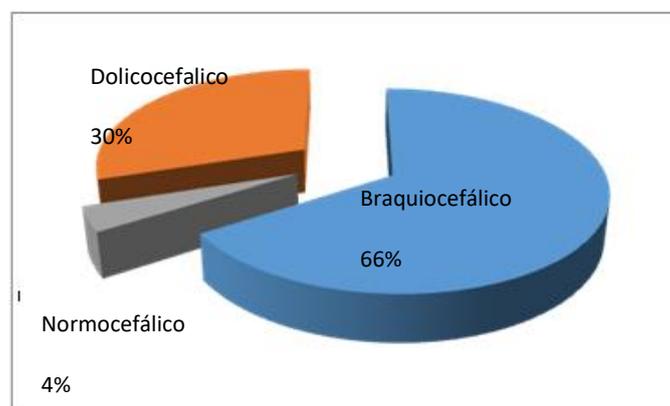


Fig.15 Distribución de la muestra inicial (n=100), según el Biotipofacial.

## “VALORACIÓN DE LA REABSORCIÓN RADICULAR EN PACIENTES ADULTOS TRATADOS ORTODÓNICAMENTE”

En cuanto a los factores mecánicos, se observó que en la muestra total de individuos (n=100), el 89% de ellos empleó gomas como parte del tratamiento ortodónico y al 40% de los individuos de la muestra total o general (n=100) se le realizó exodoncias.

Con respecto al factor Tiempo, se pudo observar que la mayoría, estuvo comprendido en un rango que fue entre los 24 a 36 meses, siguiendo un menor porcentaje (37%) con un rango que comprende de los 0 a 23 meses y restando un pequeño porcentaje aquellos que exceden los 36 meses.

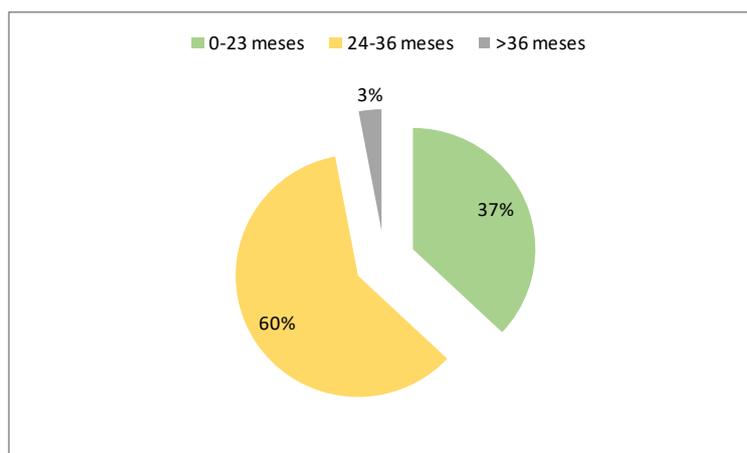


Fig. .16 Porcentaje de la distribución con respecto a la muestra total (n=20), teniendo en cuenta en factor tiempo.

A partir del análisis estadístico realizado, se pudo observar que de la muestra de origen (n=100), un 23% presento reabsorción radicular post tratamiento de ortodoncia. Fig 17.

### PORCENTAJE DE REABSORCION RADICULAR DEL TOTAL DE LA MUESTRA



Fig.17 En el gráfico se observa que en el 23% de los individuos de la muestra inicial (n=100) presento de reabsorción radicular.

A partir de este punto se describen las características de la muestra que presentó reabsorción radicular (n=23), relacionado a las variables antes mencionadas.

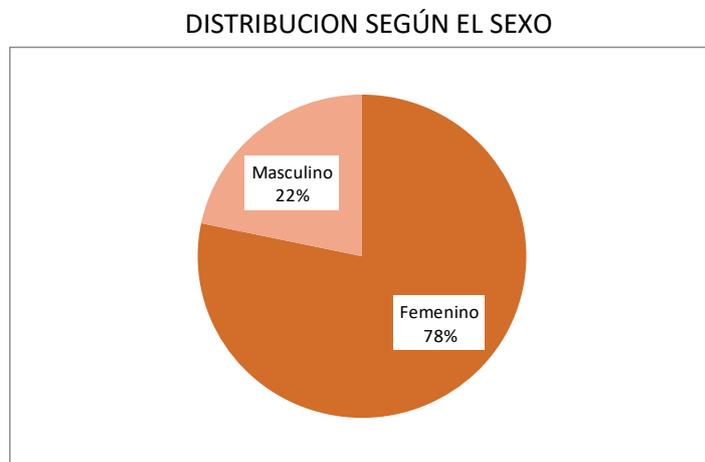


Fig.18 Distribución según el sexo de la muestra que presentó reabsorción radicular (n=23)

.En este punto se observó la gran diferencia entre el género masculino y el femenino, siendo este ultimo el valor más significativo.

Cuando se determinó la edad media de los pacientes el valor hallado fue de  $21.9 \pm 1.1$  n=23; moda: 18 y mediana 20 y la distribución etaria de grupo según la edad, se observó que la misma se corresponde a las frecuencias encontradas en la muestra total n= 100, por lo cual en este estudio, la edad no presenta gran relevancia en cuanto a los factores asociados a la RRE. Fig. 19

DISTRIBUCION DE LA MUESTRA SEGÚN LA EDAD

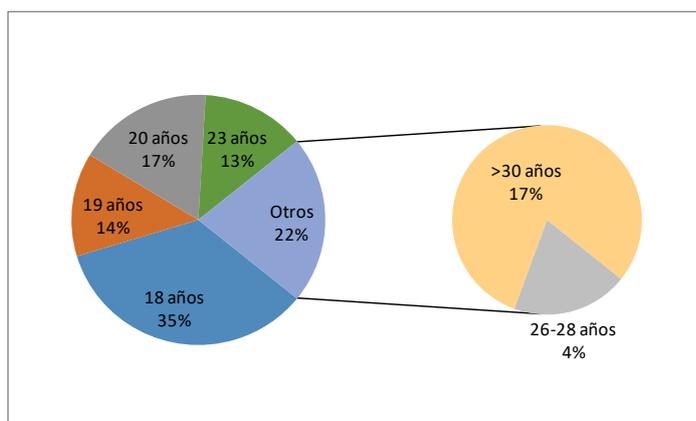


Fig.19 Distribución etaria de la muestra (n=23). El círculo de la izquierda indica las proporciones correspondientes a las edades que comprenden la muestra, el grupo “otros” se encuentra detallado en el círculo de la derecha.

Con respecto al biotipofacial se puede diferenciar la gran preponderancia de los pacientes Braquiocefálicos, sobre los individuos Dolicocefálicos en relación a la RRE asociada al tratamiento de ortodoncia. Fig. 20

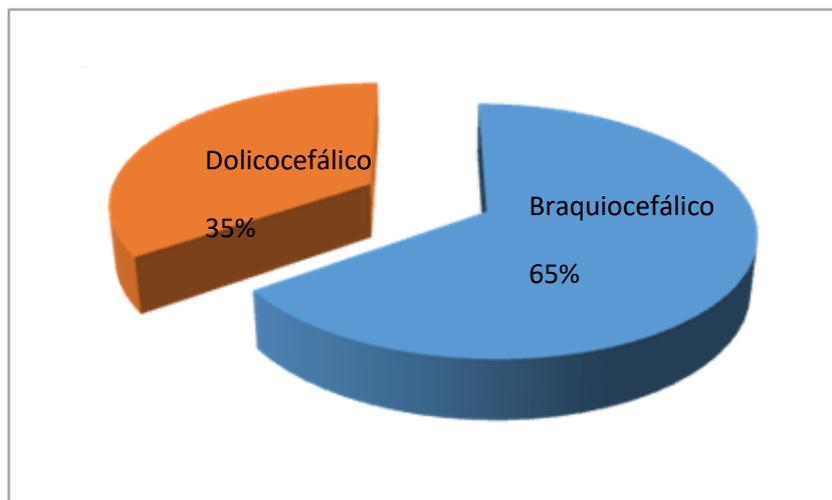


Fig.20 En esta figura se puede observar la distribución de los individuos que presentaron reabsorción radicular, según el biotipo facial (n=23).

En cuanto a los factores mecánicos relacionados al tratamiento de ortodoncia y la RRE los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

En la muestra de individuos que presentaron RRE (n=23) el 87% de ellos empleó gomas como parte del tratamiento ortodóncico. Fig.21



Fig.21 Distribución de la muestra (n=23), según la utilización de gomas intermaxilares o ausencia de las mismas como parte del tratamiento de ortodoncia.

Con respecto al factor Tiempo, se pudo observar que la mayoría de los individuos que presentaron RRE, estuvieron comprendidos en un rango que va desde los 24 o 36 meses ( 70%) y en menor porcentaje aquellos cuyo rango fue entre los 0 a 23 meses ( 30%), destacando que a mayor durabilidad del tratamiento de ortodoncia, mayores son las probabilidades de sufrir RRE. Fig 22

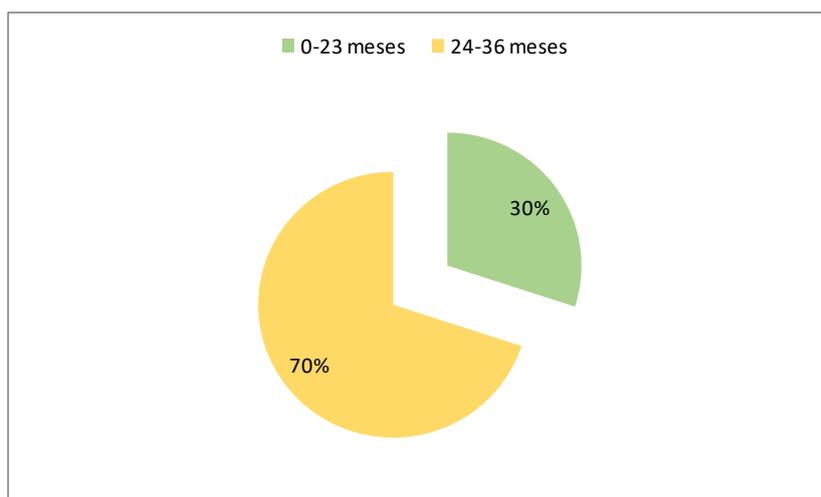


Fig. 22: Distribución de la muestra (n=23) , con respecto a la variable tiempo.

Con respecto a las exodoncias como parte del tratamiento de Ortodoncia, el 39% de los individuos con reabsorción radicular fueron sometidos a las mismas, el cual se asocia en gran medida a los movimientos y fuerzas necesarias para desplazar las piezas dentarias a partir de la brecha generada para cerrar espacios.

En este trabajo de investigación también se buscó evaluar cual de los elementos dentarios son más propensos a sufrir RRE y cuál es los grados de severidad de la misma, según los sectores (incisivos, caninos, premolares y molares) y la arcada (superior e inferior).

En relación al grupo de los Braquiocefálicos se observó que el análisis de 420 piezas dentales (suma de todos los elementos dentales superiores e inferiores) arrojó que el 70% (291 piezas dentales) presentaban algún grado de reabsorción.

Los resultados obtenidos se muestran en la figura 23, en la cual se observa que los elementos de los sectores incisivos y caninos superiores muestran un mayor porcentaje de reabsorción en comparación a los otros elementos.

**Porcentajes de reabsorciones radiculares en individuos**

**Braquiocefálicos**

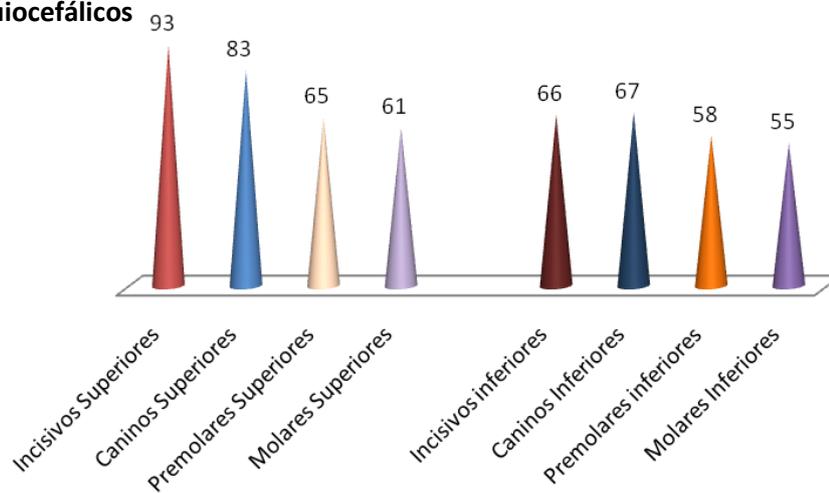


Fig.23 Se muestran los porcentajes (%) de reabsorción radicular en cada sector. Arcada superior barras agrupadas a la derecha y sector inferior barras agrupadas a la izquierda.

En cuanto a la clasificación según la magnitud de severidad de RRE, se pudo observar que es más frecuente sufrir reabsorciones leves y moderadas en comparación a las severas, siendo muy bajo el porcentaje de elementos que no sufren reabsorciones durante el tratamiento de ortodoncia. Fig. 24

“VALORACIÓN DE LA REABSORCIÓN RADICULAR EN PACIENTES ADULTOS TRATADOS ORTODÓNICAMENTE”

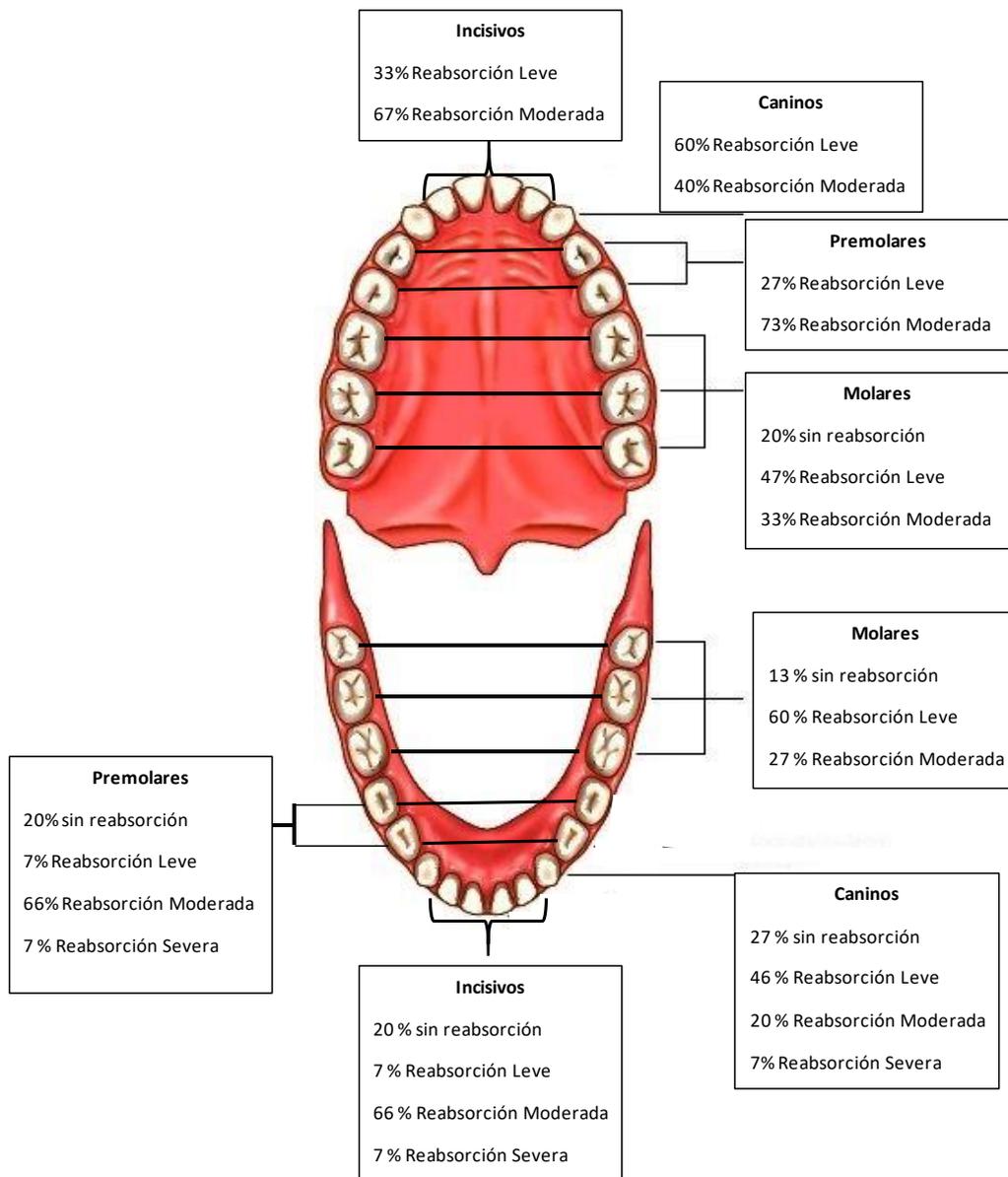


Fig. 24 Distribución de los porcentajes de RRE según la magnitud de la misma, por sectores y arcos.

En relación al grupo de Dolicocefálicos se observó que el análisis de 224 piezas dentales (suma de todos los elementos dentales superiores e inferiores) arrojó que el 64% (144 piezas dentales) presentaban algún grado de reabsorción, siendo los más afectados los que corresponden a los sectores de incisivos y molares superiores.

Fig. 25

“VALORACIÓN DE LA REABSORCIÓN RADICULAR EN PACIENTES ADULTOS TRATADOS ORTODÓNICAMENTE”

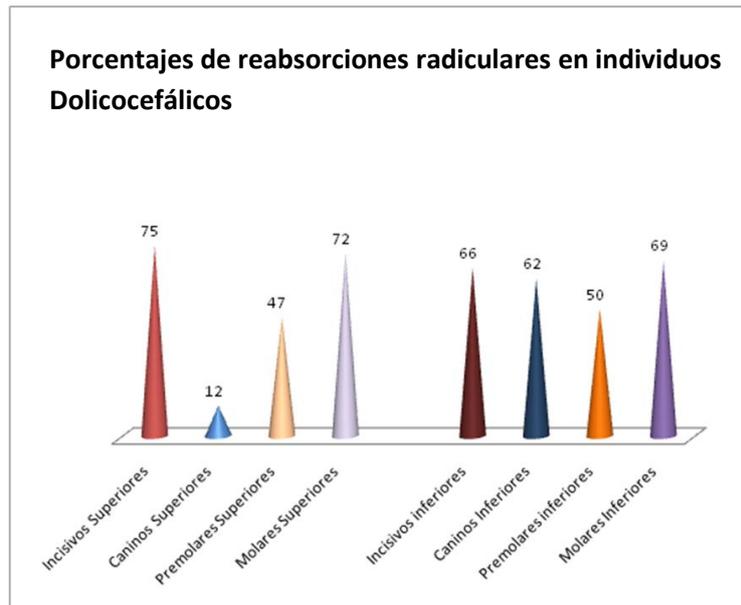


Fig. 25 Se muestran los porcentajes (%) de reabsorción radicular en cada sector en individuos Braquiocefálicos. Arcada superior barras agrupadas a la derecha y sector inferior barras agrupadas a la izquierda.

En cuanto a la clasificación según la magnitud de severidad de RRE, se pudo observar que es más frecuente sufrir reabsorciones leves y moderadas, a diferencia de los elementos dentarios afectados en pacientes braquiocefálicos. Fig. 26

También es importante destacar que en los individuos Dolicocefálicos, el porcentaje de elementos que no presentan reabsorción, aumento considerablemente, sobre todo en el sector de caninos y molares inferior.

“VALORACIÓN DE LA REABSORCIÓN RADICULAR EN PACIENTES ADULTOS TRATADOS ORTODÓNICAMENTE”

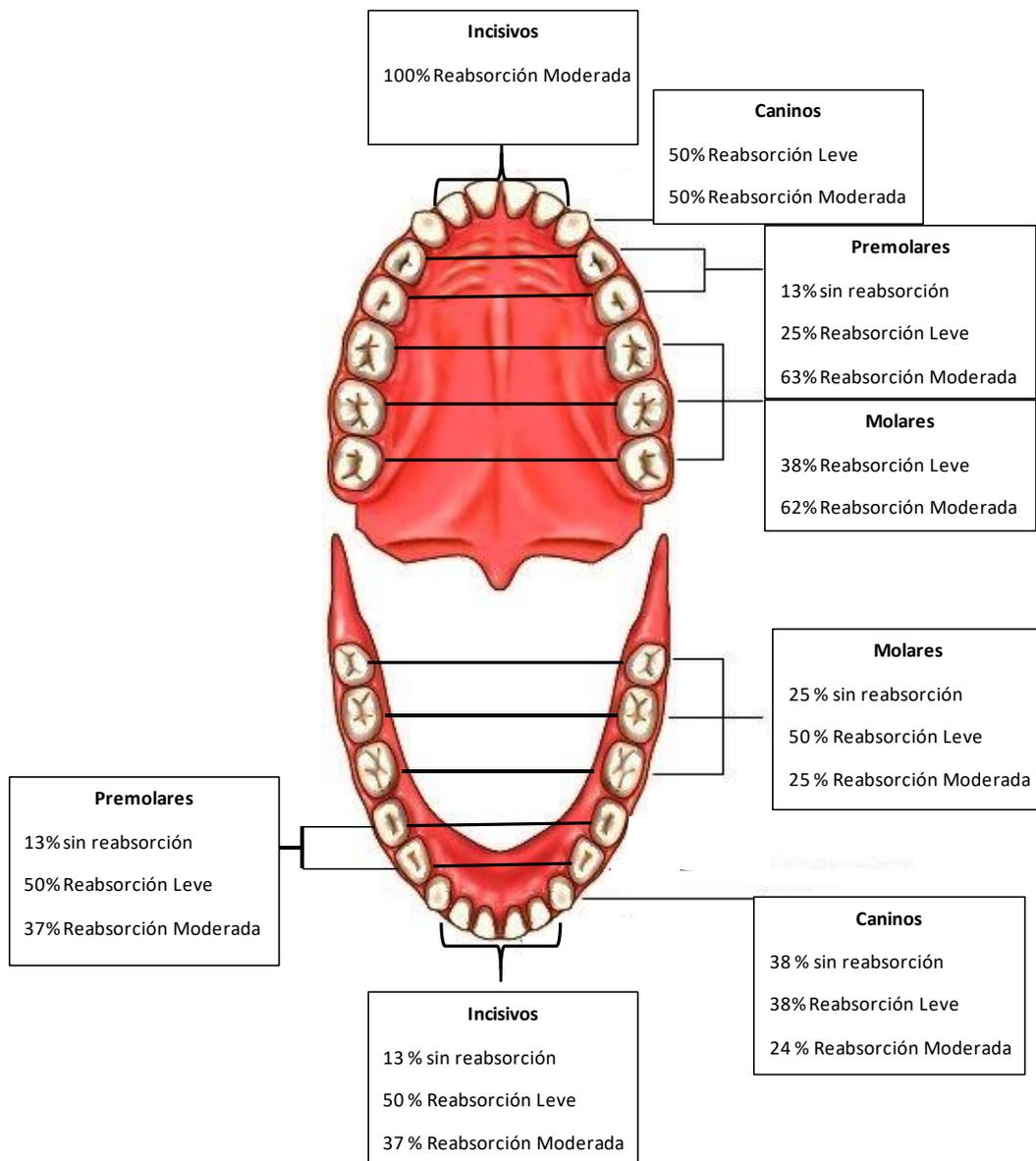


Fig.26 Distribución de los porcentajes de RRE según la magnitud de la misma, por sectores y arcadas, en individuos Dolicocefálicos.

## DISCUSION

En este trabajo de investigación se analizaron diferentes variables (factores biológicos y mecánicos inherentes al tratamiento de ortodoncia), asociadas al efecto adverso de reabsorción radicular externa (RRE).

En este contexto, se pudo observar una diferencia estadísticamente significativa en cuanto al sexo, siendo más propensos a sufrir reabsorciones radiculares individuos del género femenino coincidiendo con un trabajo de revisión bibliográfica realizada en el año 2016 por Chumi Terán R y Col Odontólogos pertenecientes a la universidad de Cuenca, Chile. (5)

En el mismo sentido, en el año 2018, en un estudio efectuado en el Departamento de Cirugía del Hospital Universitario AgaKhan, Karachi, Pakistán, Khan AR y Col obtuvieron una mayor frecuencia de RRE en pacientes de género femenino. (11)

Sin embargo, en el año 2012, los autores Farith González Martínez y Col, en su trabajo de investigación relataron que el sexo no represento significancia alguna. (4)

Nuestros resultados también discrepan con los obtenidos en el 2018, por Pastro y Col. ya que los mismos expresan que ambos sexos pueden o no ser igualmente afectados por RRE al final del tratamiento. (13) (21).

Con respecto a la variable edad, en nuestro trabajo no se ve reflejada gran relevancia en cuanto a los factores asociados a la RRE, siendo nuestra moda, pacientes de 18 años de edad. Estos datos, coinciden con los obtenidos por AgaKhan y Col., los cuales tampoco reportaron cambios significativos, en su estudio realizado en el año 2018. (11)

En el año 2012, un estudio realizado por Farith González Martínez y Col., observaron un incremento de la RRE, en pacientes de mayor edad, lo cual podría atribuirse a alteraciones anatomopatológicas que alcanzan con los años el ligamento periodontal y en tratamientos prolongados. (4)

En el 2016, Chumi Terán R y Col., realizaron en la universidad de Cuenca, Chile, una revisión bibliográfica de artículos publicados en los últimos 7 años. En el mismo, se observó que en pacientes jóvenes, hay menos reabsorción que en los adultos, posiblemente por la presencia de tejido cementoide sobre la superficie radicular, ya que las células clásticas no atacan la pre dentina no calcificada. (5).

En cuanto al biotipo facial, en nuestro estudio hubo diferencias significativas, observándose mayor incidencia de RRE en individuos Braquiocefálicos (65%). Este resultado, se puede relacionar en gran medida a la contextura ósea del individuo braquiocefálico, mucho más densa, generando un mayor esfuerzo y mayor cantidad de fuerza para desplazar una pieza dentaria.

Sin embargo, en el 2016, Chumi Terán R y Col, en este punto, afirman que la estructura facial y morfología dento-alveolar de los patrones Dolicocefálicos pueden

facilitar el contacto de las raíces con la cortical ósea durante el desplazamiento dentario, aumentando de esta manera el riesgo de lesión radicular en pacientes con este biotipo facial. (5)

Con respecto a los factores mecánicos relacionados a la RRE, nuestro estudio en la muestra de individuos que presentaron RRE (n=23) el 87% de ellos empleó gomas como parte del tratamiento ortodónico, lo cual podría asociarse en gran medida la fuerza realizada para el movimiento dentario como causante de este efecto adverso.

Otra de las variables que analizamos, fue el Tiempo de duración del tratamiento. En relación al mismo, observamos que la mayoría de los individuos que presentaron RRE, estuvieron comprendidos en un rango etario que va desde los 24 o 36 meses (70%) y en menor porcentaje aquellos cuyo rango fue entre los 0 a 23 meses (30%), destacando que a mayor durabilidad del tratamiento de ortodoncia, mayores son las probabilidades de sufrir RRE.

En este sentido, discrepamos con el estudio realizado en el año 2007, por Julio Roberto Saldarriaga Molina y Col. en donde los resultados obtenidos demuestran, que los cambios más significativos en la integridad de la anatomía radicular se observaron a partir de los 18 meses de tratamiento. (3).

Existen numerosos estudios que demuestran que los tratamientos más prolongados en el tiempo, tendrían un mayor riesgo de sufrir RRE. Esta situación se atribuye a que mientras más largo es el tiempo de tratamiento, mayor será el movimiento de los dientes y posiblemente se producirá una mayor resorción de la raíz. (13) (17), (18), (19), (20).

En cuanto a la asociación de reabsorciones en los casos que requirieron exodoncias en su tratamiento ortodónico, en nuestro estudio hubo una prevalencia del 39%, coincidiendo con Saldarriaga Molina y col que demuestran una mayor tendencia en los individuos a los que se les realizaron exodoncias de premolares como parte del tratamiento. Ellos atribuyen dicho resultado, al sistema mecánico utilizado para realizar el cierre de espacios (3).

Nuestro estudio también coincide en este punto con el trabajo de investigación retrospectivo realizado por diferentes autores en Uningá University Center, Maringá, Brasil, en el año 2018, en el cual se utilizó una muestra de 600 individuos (308 mujeres y 292 hombres) tratados previamente con ortodoncia. Los resultados arrojaron que aquellos casos en los que se indican extracciones como parte del tratamiento, son más propensos a sufrir RRE ya que se requiere una mayor cantidad de movimiento del diente para cerrar el o los espacios generados, lo que aumenta la duración de la aplicación de la fuerza, provocando así una mayor resorción. (13)

Existen numerosos trabajos relacionados, que obtuvieron similares resultados en donde varios autores declaran que los tratamientos que requieren extracciones son más propensos a presentar reabsorciones debido a la mecánica de retracción de los

dientes anteriores que causa un mayor movimiento de los vértices de la raíz y que requiere más tiempo de tratamiento.(14,15,16).

Con respecto a la magnitud y frecuencia de elementos afectados por RRE, concluimos que las piezas dentarias más propensas a este efecto adverso son aquellos que se encuentran agrupados en el sector de incisivos superiores. Coincidiendo con varios autores donde también obtuvieron como resultado una mayor frecuencia en dichos elementos. (4, 12, 13,21, 22).

Sin embargo, en el año 2016, Odontólogos pertenecientes a la universidad de Cuenca, Chile, realizaron una revisión bibliográfica de artículos publicados en los últimos 7 años en donde señalaron que los incisivos inferiores son los que tienen mayor riesgo de sufrir reabsorciones. (5).

## CONCLUSIONES

En este trabajo se pudo determinar que la RRE es un fenómeno multifactorial adverso que afecta a los elementos dentarios durante el tratamiento de ortodoncia de manera casi inevitable, en diferentes grados de magnitud, dependiendo de factores tanto mecánicos, que hacen al tratamiento propiamente dicho, como biológicos, que corresponden a factores propios de cada individuo.

Con respecto a los factores biológicos propios de cada paciente, en nuestro estudio, se pudo determinar que a mayor edad, mayor es el riesgo de sufrir RRE post tratamiento ortodóncico, como así también se llegó a la conclusión que los individuos de género femenino y Braquiocefálicos son más propensos a sufrir este efecto adverso.

En cuanto a los factores mecánicos que forman parte del tratamiento de ortodoncia propiamente dicho, en nuestro trabajo de investigación, concluimos que son más propensos a sufrir RRE aquellos individuos cuyo tratamiento supera los 24 meses de durabilidad (factor Tiempo) y los que utilizaron gomas intermaxilares y tuvieron exodoncias como parte del tratamiento.

Teniendo en cuenta el análisis de estas variables, creemos que los cuidados y seguimientos representan quizá la más importante de las precauciones para evitar posibles complicaciones durante el tratamiento de ortodoncia.

Es de suma importancia el papel del Ortodoncista en abordar cada caso, con toda la responsabilidad que esto conlleva, teniendo como premisa la valoración a conciencia de la radiografía panorámica, antes y durante el tratamiento, como elemento de rutina.

Esta nos permitirá, tener una primera visión óseo-dentaria de cada paciente como primera medida y de ser necesario nos determinará la necesidad de estudios radiográficos más específicos si el caso lo requiriera.

Es de vital importancia, realizar controles radiográficos periódicos para evaluar la situación de cada elemento dentario a medida que avanza el tratamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1- De Echave Krutwig M, Argote-Ilardi I. El tratamiento ortodóncico y la reabsorción radicular. Revisión bibliográfica. Revista Esp. Ortod. 2002; 32:325-31.
- 2- Gómez de Ferraris ME, Campos Muñoz. Esmalte. In: Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental. 3era. Edición. Editorial Médica Panamericana 2009. P. 291-332.
- 3-Blake M, Woodside DJ, Pharoah MJ. A radiographic comparison or apical root resorption after orthodontic treatment with the edgewise and speed appliances. Am J OrthodDentofacialOrthop 1995; 108: 76-84.
- 4-Acar A, Canyurek U, Kocaaga M, Erverdi N. Continuous vs. Discontinuous force application and root resorption. The Angle Orthod 1999; 69 (2): 159-164.
- 5- Chumi Terán R\*, Burgos Torres J. , Barros Mora J. Reabsorción Radicular causada por tratamiento de ortodoncia: revisión de la literatura. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria.2016: ISSN 1317-5823
- 6-Janson GR, Canto GL, Rodrigues D, Castanha JF, Freitas MR. A radiography comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with 3 different fixed appliance techniques. Am J OrthodDentofacialOrthop 1999; 118: 262-73.
- 7-Verbel Bohórquez J, Ramos Manotas J. y Díaz Caballero A. Periapical radiography such as a tool in the diagnosis and treatment of peria Av Odontoestomatol vol.31 no.1 Madrid ene./feb. 2015.
- 8 - Cedeño GA, Casasa A, Gurrola B. Comparación de las técnicas radiográficas periapical y panorámica en premolares. Revista mexicana de odontología clinica 2007;1(10):10-6.
- 9- Arana-Fdez. de Moya, Estanislao, Buitrago-Vera, Pedro, Benet-Iranzo, Francisco,Tobarrá-Pérez, Eva.Tomografía computerizada: introducción a las aplicaciones dentales Computerizedtomography: introduction dental techniques RCOE, 2006, Vol 11, N°3, 311-322 – 311
- 10-Montaña Mary. Tomografía ConeBeam 3D su Aplicación en Odontología. Rev. Act. Clin. Med v.38 n.38 La Paz sep. 2013
- 11- Khan AR, Fida M, Shaikh A. Evaluation of Apical Root Resorption in Endodontically Treated and Vital Teeth in Adult Orthodontic Subjects. J AyubMedCollAbbottabad 2018; 30(4):506–10
- 12- Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 2. Literature review. Am J OrthodDentofacialOrthop 1993; 103(2): 138-146.

13-Deng Y, Sun Y, Xu T. Evaluation of root resorption after comprehensive orthodontic treatment using cone beam computed tomography (CBCT): a meta-analysis *BMC Oral Health*. 2018; 18: 116.

14- Pastro, J. D. V., Nogueira, A. C. A., Salvatore de Freitas, K. M., Valarelli, F. P., Cançado, R. H., de Oliveira, R. C. G., & de Oliveira, R. C. G. (2018). Factors Associated to Apical Root Resorption after Orthodontic Treatment. *The Open Dentistry Journal*, 12(1), 331–339.

15- Capelozza L, Silva O. Root resorption in orthodontic clinic: Attitude for a preventive conduct. *Rev Dent Press OrtodonOrtop Facial* 1998; 3: 104-26.

16- Franscischone T. Dental resorption: determination of its frequency in endocrinopathy patients. Bauru, SP: University of São Paulo 2002.

17- Furquim L. Endocrinologic profile of orthodontic patients with and without dental resorptions: Correlation with root morphology and alveolar bone crest. Bauru, SP: University of Sao Paulo 2002.

18- Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 1. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993; 72: 180-4.

19- Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001; 119(5): 505-10

20- Beck BW, Harris EF. Apical root resorption in orthodontically treated subjects: Analysis of edgewise and light wire mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; 105(4): 350-61. [[http://dx.doi.org/10.1016/S0889-5406\(94\)70129-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0889-5406(94)70129-6)] [PMID: 8154460]

21- Mirabella AD, Artun J. Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 108(1): 48-55. [[http://dx.doi.org/10.1016/S0889-5406\(95\)70065-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0889-5406(95)70065-X)] [PMID: 7598104]

22.-Nigul K, Jagomagi T. Factors related to apical root resorption of maxillary incisors in orthodontic patients. *Stomatologija*. 2006;8(3):76-9. PubMed PMID: 17191062.