

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias de la Salud

**Reabsorción Radicular Después del Tratamiento
Ortodóncico
Proyecto de investigación**

Pamela Alexandra Guerra Álvarez

Odontología

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de Odontóloga

Quito, 15 de diciembre de 2017

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias de la Salud

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Reabsorción Radicular Después del Tratamiento
Ortodóncico**

Pamela Alexandra Guerra Álvarez

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Dra. Carolina Dueñas, Ortodoncista

Firma del profesor

Quito, 15 de diciembre de 2017

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante:

Nombres y apellidos:

Pamela Alexandra Guerra Álvarez

Código:

00112011

Cédula de Identidad:

1719569525

Lugar y fecha:

Quito, 15 de diciembre de 2017

RESUMEN

Durante el tratamiento ortodóncico se producen varias fuerzas para ejercer el movimiento dental. Estas fuerzas pueden producir efectos secundarios indeseados como la reabsorción radicular externa, la cual se presenta aproximadamente en el 90% de los tratamientos. No obstante, no representa un problema a menos que esté comprometida más de un tercio de la longitud radicular. Es necesario tomar en cuenta que la severidad en la que se presenta la reabsorción radicular externa depende de varios factores, tales como la condición sistémica de cada paciente y del tratamiento que el ortodontista aplicará.

Palabras clave: Movimiento dental fisiológico, Movimiento dental inducido, Fuerzas ortodóncicas, Tratamiento ortodóncico, Reabsorción radicular externa.

ABSTRACT

During the orthodontic treatment, several forces are produced to induce the dental movement. These can create unwanted side effects such as external root resorption, which occurs in approximately 90% of treatments. However, there is no severe consequence unless more than one third of the root length is involved. It is necessary to consider that the severity in which external radicular resorption occurs depends on several factors, such as the systemic condition of each patient and the treatment that the orthodontist will apply.

Key words: Dental movement, Induced dental movement, Orthodontic treatment, orthodontic forces, external root resorption.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Planteamiento del problema	8
1.2. Justificación	9
1.3. Objetivos	9
1.3.1. Objetivo general:	9
1.3.2. Objetivo específico:	10
2. MARCO TEÓRICO	11
2.1. Encía	11
2.1.1. Encía libre.	12
2.1.2. Encía adherida.....	13
2.2. Ligamento Periodontal	13
2.3. Cemento	15
2.3.1. Cementoblastos.	16
2.3.2. Cementocitos.....	16
2.3.3. Cemento acelular.....	16
2.3.4. Cemento celular.	17
2.3.5. Cemento mixto.....	17
2.4. Hueso Alveolar	17
2.4.1. Lámina dura.	18
2.4.2. Hueso compacto.	18
2.4.3. Hueso esponjoso.	19
2.4.4. Osteoblastos.	19
2.4.5. Osteocitos.....	19
2.4.6. Osteoclastos.	19
2.4.7. Remodelación ósea.....	20
2.5. Movimiento fisiológico dental	23
2.5.1. Ligamento Periodontal	24
2.5.2. Hueso alveolar.....	24
2.5.3. Cemento	25
2.6. Movimiento dentario inducido	25
2.6.1. Fase de hialinización	26
2.6.2. Reabsorción ósea en el movimiento ortodóncico.....	27
2.6.3. Aposición ósea en el movimiento ortodóncico	29
2.6.4. Tipos de movimiento ortodóncico	30
2.6.5. Efecto de la magnitud de las fuerzas.....	32
2.6.6. Efecto de la duración de las fuerzas.....	32
2.6.7. Efecto pulpar del movimiento ortodóncico.....	33
2.7. Reabsorción radicular	35
2.7.1. Etiología.	35
2.7.2. Clasificación.....	36
2.7.3. Factores relacionados.....	37
2.7.4. Métodos diagnósticos.....	40
3. DISCUSIÓN	42
4. CONCLUSIONES	48
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Clasificación de las reabsorciones radiculares externas	36
---	----

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Según la American Association of Orthodontics (2017) la ortodoncia se define como “la especialidad dental que incluye el diagnóstico, prevención, interceptación, orientación y corrección de las relaciones anómalas de las estructuras orofaciales en desarrollo o en madurez”. La ortodoncia toma en cuenta los procedimientos preventivos y correctivos necesarios para el reposicionamiento dental mediante movimientos mecánicos y fisiológicos para lograr re direccionar el crecimiento y lograr una correcta oclusión (Singh, 2015).

El movimiento dental ortodóncico es un proceso inflamatorio crónico, el cual implica el uso de diversas fuerzas que ocasionan la reestructuración de hueso, del ligamento periodontal y del cemento (Lunardi et al, 2013). Debido a las fuerzas ejercidas para llevar a cabo el movimiento, se produce la ruptura de los vasos sanguíneos generando un medio necrótico el cuál conllevara a la remodelación ósea a cargo de osteoclastos y osteoblastos (Guo et al., 2016).

Por otro lado, los procesos inflamatorios producidos por las fuerzas ortodóncicas son los responsables de un efecto secundario indeseado durante el tratamiento ortodóncico: la reabsorción radicular externa. Este efecto es muy común, sin embargo su severidad depende de varios factores predisponentes, entre estos están factores genéticos, mecánicos, sistémicos, entre otros (Terán et al 2016).

Con el fin de evitar reabsorciones radiculares externas severas es importante tomar en cuenta todos los factores predisponentes antes, durante e inclusive después del tratamiento, mediante chequeos radiográficos periódicos para evaluar el estado de la raíz ya que la reabsorción, en la mayoría de casos, puede ser manejable y sobretodo se aconseja que se detecte este problema a tiempo, por esta razón es recomendable radiografías panorámicas y periapicales periódicas durante todo el periodo que dure el tratamiento, para lograr diagnosticarlo en etapas tempranas (Lunardi et al, 2013).

1.2. Justificación

La reabsorción radicular externa, al ser uno de los efectos secundarios indeseables más comunes que se presentan durante el tratamiento ortodóncico, es un tema de interés para el ortodontista, quien debe tomar en cuenta los factores de riesgo existentes para evitar que se presente reabsorciones muy graves que puedan causar daño permanente a la raíz del paciente.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general:

Determinar la prevalencia de la reabsorción radicular externa después de un tratamiento ortodóncico mediante una revisión bibliográfica en artículos de los últimos 10 años.

1.3.2. Objetivo específico:

- 1.3.2.1.** Determinar cuáles son los factores que influyen en la reabsorción radicular externa en el tratamiento ortodóncico.
- 1.3.2.2.** Determinar métodos diagnósticos para evitar la reabsorción ósea externa severa.
- 1.3.2.3.** Determinar el tipo de fuerza óptima con la cual se evita la reabsorción ósea externa.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Encía

La mucosa que rodea la cavidad bucal se adapta constantemente, estos cambios nos permiten diferenciar la mucosa común, que es más sensorial; de la masticatoria que refuerza las áreas claves para resistir el roce que se da en la masticación (Ustrell, 2016). En este caso la encía es parte de la mucosa masticatoria, cubre el proceso alveolar y rodea el cuello de los dientes a los cuales se pega en la unión dentogingival y posee un doble origen embriológico (Gómez de Ferraris y Campos, 2009).

En el tejido conjuntivo, también llamado tejido conectivo, es el componente tisular que predomina en la encía, es semidenso y posee cantidades similares de células y fibras (Gómez de Ferraris y Campos, 2009). Aquí se encuentra una matriz colágena y otras células variables como los fibroblastos, que coexisten con otras células defensivas.

La matriz intercelular está formada por colágeno fibroso del tipo I, que va de la mano de proteoglicanos y glucoproteínas (Ustrell, 2016). El recambio de colágeno se da más pronto en la encía que en otras partes de la zona bucal ya que hay más demanda funcional por lo que afecta directamente a la velocidad del recambio (Gómez de Ferraris y Campos, 2009).

Entre el epitelio y el tejido conectivo existe una relación en su aspecto ondulado por las papilas coriales que evitan el levantamiento de la superficie

del epitelio por lo que se las denomina papilas adelomorfas (Gómez de Ferraris y Campos, 2009).

La gran mayoría de fibras de colágeno vienen en grupos de haces con orientación diferenciada. Se puede ver:

- **Fibras circulares:** se encuentran en la encía libre rodeando el diente.
- **Dentogingivales:** se insertan en el cemento, en la porción supraalveolar de la raíz proyectándose hacia el tejido gingival libre, como un abanico.
- **Dentoperiósticas:** son similares a las dentogingivales, con la diferencia que se anclan en el periostio.
- **Transeptales:** atraviesan hasta el otro lado del septo interdentario y están insertadas en el cemento de los dientes de los lados.

Todas estas fibras dan elasticidad, el soporte y la integridad necesaria en la unión dentogingival (Ustrell, 2016).

2.1.1. Encía libre.

Al finalizar la erupción dentaria, la encía libre se encuentra en contacto con la superficie del esmalte, tiene un margen de 0,5 – 2 mm coronal a la unión amelocementaria y se extiende por vestibular y lingual o palatino hasta llegar a la ranura gingival libre. La encía libre consta de tres tipos de epitelio: oral, epitelio del surco y de unión (Ustrell, 2016). En las encías sanas se puede notar algunas características propias de cada tipo de encía, por ejemplo, una encía libre tendría un color rosa coral, una consistencia suave o móvil y una superficie brillante y lisa (Gómez de Ferraris y Campos, 2009).

El epitelio de la encía libre puede ser queratinizado o paraqueratinizado por lo que se pueden ver cuatro estratos celulares que son:

- Basal o germinativo
- Espinoso
- Granuloso
- Córneo (Gómez de Ferraris y Campos, 2009).

2.1.2. Encía adherida.

Junto al hueso alveolar subyacente y al cemento, se encuentra la encía adherida. Se encuentra coronalmente limitada por la ranura gingival libre o en ausencia de esta, por el plano horizontal que pasa por la unión esmalte-cemento. Se extiende hasta la línea mucogingival en sentido apical, continúa con la mucosa alveolar unida al hueso subyacente de manera muy débil (Ustrell, 2016). La encía adherida se caracteriza por tener un color rosa más pálido que la encía libre, es de consistencia firme y rugosa, y de aspecto conocido como cáscara de naranja por lo punteado (Gómez de Ferraris y Campos, 2009).

2.2.Ligamento periodontal

El ligamento periodontal está formado por tejido conectivo fibroso, se encuentra ubicado entre el hueso alveolar y el cemento que recubre la raíz del diente y va a conectarse con el tejido conectivo de la encía, lo cual permite la comunicación con los espacios medulares del hueso alveolar gracias a los

conductos vasculares de Volkmann, por lo tanto se encuentra muy vascularizado. Está formado por fibroblastos, osteoblastos y cementoblastos y también por células epiteliales de Malassez y en menor cantidad por células ectomesenquimales (Bascones, 2014). El ligamento periodontal es una capa fina de tejido fibroso que une, por las fibras, el elemento dentario al hueso alveolar; entran por un lado en el cemento y por el otro en la placa cribosa (Gómez de Ferraris y Campos, 2009). El tejido conjuntivo fibroso del ligamento es uno de los tejidos con mayor actividad metabólica del organismo. Se encarga de la articulación tipo gónfosis, es decir la articulación de las raíces en el alvéolo, ya que es el encargado de la distribución y reabsorción de las fuerzas que se generan en la masticación y de las fuerzas ortodóncicas, dependiendo si es una situación habitual o una de adaptación (Ustrell, 2016).

En su histología está compuesto por un tejido conjuntivo denso, de fascículos de colágeno fibrosa tipo I, llamadas fibras principales, y se rodea por un tejido conjuntivo laxo, llamadas fibras secundarias. Rodea las raíces de los dientes y une el cemento radicular al hueso alveolar. Este se encuentra muy vascularizado por la comunicación a través de los canales de Volkmann (Ustrell, 2016).

Se desarrolla desde el tejido conjuntivo del folículo que envuelve al germen dentario cuando se inicia la fase de rizogénesis, y se desarrolla al mismo tiempo que los otros tejidos periodontales, el cemento y el hueso. Después de la erupción dentaria, cuando el diente ya está en oclusión, se puede notar las fibras de la cresta alveolar, que son horizontales, oblicuas y apicales.

Estas fibras son poco elásticas, pero al ser onduladas permiten al diente la movilidad fisiológica (Ustrell, 2016).

En el ligamento periodontal se puede encontrar fibras oxitalánicas que tienen una orientación de oclusal a apical y se ubican más proximales al diente que al hueso y se encuentran insertadas en el cemento. Por función, se distinguen los siguientes tipos de células:

- Células formadoras: fibroblastos, cementoblastos y osteoblastos
- Células resortivas: osteoclastos y cementoclastos
- Células defensivas: macrófagos, mastocitos y eosinófilos
- Células epiteliales de Malassez
- Células madres ectomesenquimáticas (Gómez de Ferraris y Campos, 2009).

El porcentaje de renovación del colágeno es más alto que en otros tejidos gracias a la multidireccionalidad de las fuerzas en el ligamento periodontal. Pero, al igual que otros tejidos, éste cambia con el paso de los años y provoca que la respuesta tisular a las fuerzas ortodóncicas sea mucho más lenta en las personas de la tercera edad que en los niños (Ustrell, 2016).

2.3.Cemento

El cemento es un tejido mineralizado mesenquimatoso conformado por una matriz orgánica y una fase mineral, forma parte de la capa externa de la raíz dentaria (Bascones, 2014). Se especializa en cubrir la superficie de la raíz de los

dientes o dentina y su función principal es fijar las fibras del ligamento periodontal a la raíz del diente (Gómez de Ferraris y Campos, 2009). Éste no contiene vasos sanguíneos ni vasos linfáticos, además no consta de inervación propia. No tienen posibilidad de remodelación ni reabsorción, pero si puede modificarse cuantitativamente y estructuralmente cuando se realizan cambios en las piezas dentarias (Ustrell, 2016). Consta de dos tipos de células:

2.3.1. Cementoblastos.

Los cementoblastos se encuentran pegados a la superficie del cemento y pueden encontrarse en estado activo o inactivo, su función es sintetizar tropocolágeno para formar fibras colágenas y posteriormente la matriz extracelular. Estas células se encuentran cercanas al ligamento periodontal y van a producir precemento (Gómez de Ferraris y Campos, 2009).

2.3.2. Cementocitos.

Los cementocitos se forman a partir de la fusión de los cementoblastos en el cemento mineralizado, se los encuentra en los cementoplastos o lagunas (Gómez de Ferraris y Campos, 2009).

2.3.3. Cemento acelular.

El cemento acelular o primario se forma junto con la raíz y la erupción del diente. Se encuentra en la parte coronal y media de la raíz, está formado por fibras extrínsecas, principalmente por fibras de Sharpey,

por esta razón este tipo de cemento es parte del aparato de inserción ya que ayuda a la conexión con el hueso (Lindhe, 2009).

2.3.4. Cemento celular.

El cemento celular, también llamado secundario, se produce al final de la erupción y por necesidades para el funcionamiento. El espesor es variante ya que puede ir creciendo durante la vida, sobre todo en la zona apical (Ustrell, 2016). Está conformado por fibras intrínsecas, lagunas de resorción y cementocitos (Lindhe, 2009)

2.3.5. Cemento mixto.

Este tipo de cemento se encuentra en el tercio apical de la raíz, y en caso de los molares en las furcas, está formado por fibras extrínsecas, intrínsecas y cementocitos (Lindhe, 2009). Mientras dura la formación del cemento, las fibras principales del ligamento periodontal pegadas a la raíz se adhieren y mineralizan. Estas fibras llamadas extrínsecas, se pueden ver como la continuación de las fibras de colágeno y por el otro lado se anclan al hueso para formar las fibras de Sharpey, las cuales se van acomodando a las fuerzas funcionales que se aplique en los dientes (Ustrell, 2016).

2.4.Hueso alveolar

El periodonto de inserción de los dientes consta de tres partes: el cemento radicular, ligamento periodontal y el hueso alveolar. El hueso alveolar forma parte del maxilar y mandíbula, en este hueso se ubican los alveolos dentarios, en los cuales se encuentran alojadas las raíces de las estructuras

dentarias (Gómez de Ferraris y Campos, 2009). Tiene como función principal el absorber y distribuir fuerzas como la de la masticación o las fuerzas ejercidas en los tratamientos ortodóncicos (Ustrell, 2016).

Dentro del hueso alveolar hay un hueso compacto que envuelve la superficie interna del alvéolo llamada lámina dura o porción fasciculada, además consta de un hueso más esponjoso que es la porción medular (Ustrell, 2016).

2.4.1. Lámina dura.

La lámina dura está conformada por hueso compacto que se origina a partir del ectomesénquima del ligamento periodontal, por lo tanto se lo considera parte del periodonto (Interlandi, 2002). También es conocida como hueso de inserción debido a que en él se insertan fibras periodontales. La lámina dura presenta varias trabéculas en la superficie alveolar en donde están unidas al ligamento periodontal mediante las fibras de Sharpey, mediante las cuales transitan vasos y nervios (Gómez de Ferraris 2009). Superficialmente, está conformado por osteoblastos, osteoclastos, en su interior está conformado por una menor cantidad de osteocitos (Interlandi, 2002).

2.4.2. Hueso compacto.

El hueso compacto se caracteriza por la presencia de los sistemas de Havers, los cuales se encuentran comunicados entre sí por medio de los

conductos de Volkmann, formando una red que nutrirá a todo el hueso (Avery y Chieng, 2007).

2.4.3. Hueso esponjoso.

El hueso esponjoso, también conocido como laminar, se caracteriza por la presencia de varias láminas intersticiales conocidas como trabéculas las cuales en su interior presentan médula ósea roja (Avery y Chieng, 2007).

2.4.4. Osteoblastos.

Las células encargadas de la síntesis, secreción y mineralización de la matriz orgánica se denominan osteoblastos (Gómez de Ferrari, 2009). Son esenciales para la producción de hueso, sin embargo son incapaces de migrar. Se encuentran en la superficie del hueso y pueden diferenciarse en células de revestimiento o en osteocitos. (Lindhe et al, 2009).

2.4.5. Osteocitos.

Los osteocitos son células que se encuentran atrapadas en la matriz ósea mineralizada, pero que se mantienen en contacto mediante prolongaciones citoplasmáticas, lo cual les permite participar en la homeostasis del calcio y al percibir una carga mecánica dar señales a otras células (Lindhe, 2009).

2.4.6. Osteoclastos.

Los osteoclastos son las células encargadas de la resorción ósea, son células multinucleadas que se originan de los monocitos sanguíneos (Lindhe, 2009). Los osteoclastos secretan enzimas ácidas y líticas en la matriz ósea, de esta manera son capaces de destruir estructuras minerales y proteicas. Junto con los osteoblastos, los osteoclastos tienen como función principal la remodelación y renovación para responder a necesidades de función. Estas células se encuentran en la superficie externa del hueso cortical y en la pared interna del mismo, además del hueso esponjoso y la superficie de las trabéculas óseas (Ustrell, 2016).

2.4.7. Remodelación ósea.

La remodelación ósea consiste en reconstruir el hueso ya existente que se encuentra en formación y reabsorción constante. Se logra renovar aproximadamente de un 5 a 10% del hueso anualmente cuando existe un equilibrio y cuando las condicionales son normales. En este proceso intervienen osteoblastos y osteoclastos para reabsorber y formar una matriz osteoide que será mineralizada y posteriormente rellenará la cavidad creada. Si no hay un equilibrio, este proceso puede generar una patología ósea (Fernández, et al., 2006).

El hueso, al ser un tejido muy dinámico y con un metabolismo activo, se encuentra en constante cambio por medio de los procesos de formación y reabsorción; esto mantiene el volumen óseo, repara el daño tisular y permite la homeostasis del metabolismo fosfocálcico (Fernández, et al., 2006). Al sufrir un constante remodelado, el esqueleto tiene mayor

capacidad de regenerarse y de adaptarse a las funciones necesarias (Reyes et al., 2008).

Este proceso de remodelado se da en las unidades básicas multicelulares (BMU) conformadas por tres tipos de células que se encuentran en los huesos. Esta unidad está formada por osteoblastos, osteoclastos, tejido conectivo y consta de una parte vascular y nerviosa. La importancia de este proceso es mantener el mecanismo o movilidad del hueso al sustituir las partes dañadas por el nuevo hueso. Para regular el remodelado existen varios factores como: mecánico, hormonal, crecimiento, citoquinas, entre otros (Reyes et al., 2008).

- **Factor mecánico:** la actividad física es necesaria para que los huesos se desarrollen correctamente ya que los músculos mandan señales a los huesos para estimular a los osteocitos y osteoblastos y estos dan origen a una mayor formación ósea.
- **Factor hormonal:** las hormonas actúan como mensajeros y se encargan de que el esqueleto se desarrolle normalmente, haciéndolo de la mano con el sistema endocrino. Las principales hormonas que actúan son: tiroideas, PTH (parathormona), calcitonina, vitamina D o Calcitriol, andrógenos, estrógenos, progesterona, insulina, glucocorticoides y la hormona de crecimiento (GH).
- **Factor nutricional:** este factor se puede modificar ya que depende de la nutrición. Se necesita un mínimo de calcio para la mineralización de los huesos, dependiendo la edad este requerimiento será mayor o menor; y por otro lado, el consumo

excesivo de sustancias tóxicas como tabaco o alcohol incrementan el riesgo para la aparición de osteopenia.

- **Factor vasculonervioso:** la vascularización es fundamental en el desarrollo del hueso ya que transporta células sanguíneas, oxígeno, minerales, glucosa, hormonas, iones, etc. Este resulta ser el primer paso en la osificación y la neoformación vascular permite la reparación de fracturas y de la regeneración ósea. Por otro lado, la innervación es clave ya que se ha visto muchos problemas óseos con pacientes con desórdenes neurológicos.
- **Factor de crecimiento:** es parte de los factores locales y son básicamente polipéptidos que son producidos por las mismas células y tejidos de los huesos y modulan las funciones de las células en el crecimiento y proliferación celular.
- **Citoquinas:** como parte de los factores locales, al igual que los factores de crecimiento, se encuentran las citoquinas que son polipéptidos importantes en las funciones celulares y son sintetizadas en las células linfocíticas y monocíticas. La función más importante que manejan es la respuesta inmunológica, inflamación y hematopoyesis. En el hueso las principales son: interleucina-1, interleucina-6, interleucina 11 y prostaglandinas (Fernández, et al., 2006).

2.4.7.1. Fases del remodelado.

La remodelación ósea consta de cinco fases fundamentales que son:

- **Fase quiescente:** cuando el hueso se encuentra en reposo y los factores que empiezan con el proceso de remodelación, aún no se conocen.
- **Fase de activación:** se activa la superficie ósea antes de la reabsorción, a través de la retracción de los osteoblastos y la digestión de la membrana endóstica por las colagenasas; cuando ya está la superficie mineralizada, se atraen los osteoclastos que vienen de vasos cercanos.
- **Fase de reabsorción:** los osteoclastos disuelven la matriz mineral y descomponen la matriz osteoide; intervienen los macrófagos para lograr la liberación de los factores de crecimiento que se encontraban en la matriz
- **Fase de formación:** en las partes reabsorbidas ocurre un agrupamiento de preosteoblastos producto de la atracción de los factores de crecimiento; estos preosteoblastos crean una sustancia adherente que se pega al nuevo tejido y expresan proteínas morfogenéticas óseas. Los osteoblastos sintetizan la sustancia osteoide para llenar cavidades perforadas.
- **Fase de mineralización:** después de 30 días del relleno osteoide, empieza la mineralización que terminara en 130 días para el hueso cortical y 90 para el trabecular (Fernández, et al., 2006).

2.5.Movimiento fisiológico dental

El movimiento dental fisiológico se da gracias a fuerzas externas producidas por sus tejidos vecinos, o también puede ser producido por funciones como el habla, la masticación o la deglución o inclusive por hábitos orales (E. de Saturno, 2007). El movimiento fisiológico ocurre durante toda la vida de una persona, en un inicio es un proceso muy rápido que se produce al comenzar la odontogénesis y durante el erupción dentaria hasta que los dientes se alojen en los alveolos, en este momento el movimiento fisiológico se ralentiza (Ustrell, 2016). Pero continúa dándose por distintas fuerzas fisiológicas, ligeras pero constantes, aplicadas sobre el hueso alveolar que estimulan a la reorganización ósea debido a factores como: la migración que se da como resultado del desgaste de las superficies oclusales, el desgaste en los puntos de contacto, pérdida de antagonistas o de dientes proximales o inclusive contactos prematuros (E. de Saturno, 2007).

Durante este proceso, como un mecanismo de protección, se va a desplazar todo el periodonto de inserción, es decir habrá cambios en el ligamento, el hueso alveolar y en el cemento.

2.5.1. Ligamento Periodontal

En el ligamento periodontal ocurrirá una amplia remodelación, los cambios van a ser en el lado dirigido hacia el hueso en donde se formaran nuevas fibras colágenas, además de producirse entrecruzamiento y acortamiento de las mismas (Ustrell, 2016).

2.5.2. Hueso alveolar

En el hueso ocurre la remodelación ósea, llevada a cabo por los osteoclastos junto con los osteoblastos. Los osteoclastos se encontrarán en la pared ósea, donde el diente se disloca, en este lugar van a disolver la matriz ósea, en el lado contrario los osteoblastos van a formar nueva matriz ósea no mineralizada, que se irá mineralizando en las capas más profundas (Ustrell, 2016).

2.5.3. Cemento

Una de las características más importantes del cemento es su lenta aposición que va ocurriendo a lo largo de toda la vida. La capa conformada por precemento y cementoblastos va a actuar como mecanismo de protección ante la reabsorción, evitando que se reabsorba la raíz y que el proceso de reabsorción ocurra únicamente en el hueso (Márquez et al, 2012).

2.6.Movimiento dentario inducido

El movimiento dentario en ortodoncia se produce gracias a la acción de proteínas libres dentro del ligamento periodontal (Interlandi, 2002). Este proceso de movimiento se da gracias a factores mecánicos externos como la dirección, magnitud y la fuerza que son ejercidas durante el tratamiento (Ustrell, 2016).

Ustrell (2016) menciona que al aplicar una fuerza constante a un diente, durante un determinado periodo de tiempo se generará un lado de tensión, en el cual el hueso del lado opuesto será reabsorbido para permitir el

movimiento de la pieza dentaria. Además en el lado opuesto de la pieza dentaria, se generará un lado de presión, donde se irá formando hueso, sin alterar el grosor del ligamento periodontal.

Explicado más detalladamente, el lado donde la fuerza ortodóncica ejerce una presión adecuada en el ligamento, se disminuye el flujo sanguíneo, hasta que se llega a bloquear por completo el suministro sanguíneo, donde se formará un medio adecuado para la actividad osteoclástica y la reabsorción del alveolo (Ustrell, 2016).

Ustrell, (2016) además plantea que el movimiento ortodóncico presenta cuatro fases: la primera fase, comienza el movimiento pero dura hasta 2 días, en la segunda fase no existe movimiento dentario sin embargo empiezan a aparecer áreas hialinizadas; en la tercera y cuarta fase después que se ha removido el tejido hialinizado necrosado, el movimiento dentario se acelera, sin embargo aún se encuentran áreas de hialinización.

Se debe tomar en cuenta que la duración de este proceso es distinto en cada paciente, por ejemplo, en pacientes jóvenes el movimiento será mucho más rápido en comparación con un paciente adulto debido a que en los adultos la actividad de los osteoclastos y osteoblastos es menor por lo tanto el proceso le tomará más tiempo (Schemel y Cabrera, 2010).

2.6.1. Fase de hialinización

Durante la fase inicial las fuerzas que pretenden generar movimiento dental ejercen tal presión sobre el periodonto, que se interrumpe tanto el suministro sanguíneo como la diferenciación celular, por consiguiente ocurre la fase de hialinización, en donde histológicamente el tejido tiene una apariencia transparente debido a que es una zona necrótica estéril (Graber, 2013). Esta fase ocurre 36 horas después de iniciada la fuerza y puede durar de 3-5 semanas. Por otro lado, aparecen osteoclastos de otras zonas, vitales aún, los cuales inician un proceso de reabsorción de hueso alveolar, sin embargo, esta reabsorción se produce en una zona más alejada, lo cual se conoce como reabsorción en túnel (Ustrell, 2016).

Cuando ya existe una amplia destrucción de la lámina alveolar, se iniciará el proceso regenerativo por parte del ligamento periodontal, que consta de dos fases, la primera, en la cual se eliminan las fibras y células necróticas, y la segunda fase, en la que se realiza la síntesis de elementos celulares de los nuevos tejidos y la reorganización de las fibras del ligamento que lo reestablecerán en una nueva posición de acuerdo a la inserción dentaria en el hueso recién formado (Ustrell, 2016).

2.6.2. Reabsorción ósea en el movimiento ortodóncico.

En el hueso alveolar la reabsorción va a ocurrir en el lado de presión, en donde los osteoclastos van a destruir la lámina ósea en sentido de la fuerza aplicada, según Schemel y Cabrera, (2010) los osteoclastos provendrán de una población celular local o de zonas distantes por medio

del flujo sanguíneo. Este proceso ocurrirá de maneras distintas, según la intensidad de la fuerza ortodoncia puede ser de dos tipos:

2.6.2.1. *Reabsorción ósea frontal o directa.*

La reabsorción ósea frontal produce el movimiento ortodónico, ante fuerzas de intensidad leve, sin embargo, no se sabe con exactitud cómo se desencadena el movimiento. Se han sugerido varias teorías que explican la manera en la que es producida la reabsorción ósea (Ustrell, 2016).

2.6.2.1.1. *Teoría hidrodinámica.*

Esta teoría habla sobre el estrechamiento de las fibras periodontales al aplicar una fuerza ortodónica sobre el diente, esto provoca que los vasos se dilaten y formen un microaneurisma, obstruyendo la salida del oxígeno de los vasos, por lo tanto las moléculas de oxígeno se quedarán entre las espículas del hueso alveolar, donde se producirá la reabsorción (E. de Saturno, 2007).

2.6.2.1.2. *Teoría piezoeléctrica.*

Esta teoría explica que el movimiento dentario es producido debido a señales eléctricas que desencadenan cambios en el metabolismo óseo cuando el hueso alveolar se dobla y flexiona (E. de Saturno, 2007).

2.6.2.1.3. *Teoría de la tensión-presión.*

La teoría de la tensión-presión indica que los responsables del movimiento son los cambios celulares producidos por mensajeros químicos, los cuales son activados por los cambios en el flujo sanguíneo del ligamento periodontal, al ejercer una presión o tensión dentro del mismo (E. de Saturno, 2007).

2.6.2.1.4. *Teoría químico-mecánica.*

Esta teoría explica que la fuerza física que altera al hueso va a cambiar la estabilidad de los cristales de hidroxiapatita, lo que induce a la remodelación ósea (E. de Saturno, 2007).

2.6.2.2. *Reabsorción ósea indirecta.*

La reabsorción ósea indirecta se ocasiona en el momento en que se ejerce una fuerza intensa y se produce un bloqueo vascular que causa la desvitalización del periodonto, se activan los mecanismos adaptativos para la reabsorción ósea y movimiento dentario (Ustrell, 2016).

2.6.3. **Aposición ósea en el movimiento ortodóncico**

En el área de tensión se producirá un estiramiento en las fibras que desencadenará la activación de varios mediadores para la formación de nuevo tejido óseo. Según Ustrell (2016) se presenta en cuatro etapas: en la primera únicamente ocurre el estiramiento de las fibras periodontales, dando lugar a la segunda etapa, la misma que se caracteriza por la estimulación de los

osteoblastos. Los osteoblastos inician la formación de la matriz orgánica, esta matriz no se mineralizará por 10 días, lo que evita que el diente vuelva a su posición normal. En la tercera etapa esta matriz se mineralizará y se formará el nuevo hueso y en la última etapa el tejido conjuntivo fibroso del ligamento se reconstruirá (Ustrell, 2016).

2.6.4. Tipos de movimiento ortodóncico.

El movimiento ortodóncico también depende del tipo de fuerza que se ejerza sobre el diente, por esta razón los tejidos responderán de manera distinta hacia las diferentes movimientos ejercidos.

2.6.4.1. *Inclinación.*

El movimiento de inclinación pretende que el diente gire alrededor de su centro de resistencia. Cuando se aplica esta fuerza a un diente, el ligamento periodontal se comprime hacia al ápice del lado donde proviene la fuerza, y hacia la cresta alveolar del lado opuesto. Durante la aplicación de esta fuerza la compresión del ligamento es escasa ya que abarca solo la mitad del área del ligamento (Ustrell, 2016). La fuerza aplicada debe ser leve (Tortolini y Fernández, 2011).

2.6.4.2. *Torque.*

Es un movimiento similar a la inclinación, en el cual se produce un ligero movimiento del ápice y en este caso el bracket es considerado el centro de rotación (Ustrell, 2016). Primero se ejerce

presión sobre el tercio medio de la raíz, donde el ligamento es más fino que en el tercio apical, posterior a la reabsorción inicial en el tercio medio, la zona apical se comprime y establece una zona de presión amplia (Graber et al, 2013).

2.6.4.3. *Traslación.*

El movimiento de traslación se produce al aplicar dos fuerzas simultáneas en la misma dirección sobre la corona del diente produciendo un movimiento en conjunto. Durante este movimiento, el ligamento periodontal en el lado de presión va a estar comprimido de manera uniforme (Ustrell, 2016).

2.6.4.4. *Rotación.*

En el movimiento de rotación se generan dos lados de presión y dos lados de tensión (Graber et al, 2013), lo cual provoca una inclinación dentro del alveolo.

2.6.4.5. *Extrusión.*

La extrusión va a ejercer una ligera tensión sobre el ligamento periodontal junto con pequeñas áreas de presión. Para evitar una excesiva extrusión, en este tipo de movimiento se debe aplicar una fuerza mínima, ya que se podría provocar la avulsión de la pieza dentaria (Ustrell, 2016). Durante este movimiento los tejidos blandos y el hueso se mueven en conjunto conservando la relación amelocementaria y la cresta ósea (Tortolini y Fernández, 2011).

2.6.4.6. Intrusión.

En el movimiento de intrusión, toda la presión se ejerce sobre el ápice, por esta razón la magnitud de la fuerza ejercida debe ser mínima y no debe ser ejercida durante un largo periodo de tiempo. Este tipo de movimiento es el que genera mayor reabsorción radicular debido a que conlleva a un proceso de osteólisis que afectan a todas las paredes del alveolo (Ustrell, 2016).

2.6.5. Efecto de la magnitud de las fuerzas.

La magnitud de las fuerzas ejercidas tiene un papel fundamental en el movimiento, ya que a mayor magnitud ejercida, mayor será el colapso de los vasos, y como se explicó anteriormente, se interrumpirá el suministro sanguíneo, evitando la llegada de los osteoclastos provocando efectos indeseados como la reabsorción radicular. Por esta razón las fuerzas ejercidas deben ser ligeras e ir incrementando gradualmente (Ustrell, 2016).

2.6.6. Efecto de la duración de las fuerzas.

En cuanto a la duración, Ustrell (2016), menciona que puede ser: continua, en la cual la intensidad va a aumentando su intensidad poco a poco; interrumpida, en donde la intensidad de la fuerza va a disminuir hasta llegar a cero; o intermitente, en donde la intensidad llega a cero de manera interrumpida pero vuelve a su nivel original. La duración va de la mano con la magnitud de la fuerza.

2.6.7. Efecto pulpar del movimiento ortodóncico.

El movimiento ortodóncico genera una respuesta inflamatoria pulpar, lo cual a su vez provoca dolor debido a la liberación de neurotransmisores que activa las respuestas celulares pulpares. Muchos autores coinciden que los efectos causados por el movimiento ortodóncico en la pulpa pueden ser transitorios y leves siempre y cuando se realicen de la forma correcta, es decir evitando las fuerzas bruscas y exageradas. Tras estudios realizados en humanos, Rodríguez y Vanina (2006) sugieren utilizar fuerzas intermitentes y ligeras para evitar el daño irreversible a los tejidos paradentales.

Durante el movimiento ortodóncico, la pulpa dental reacciona con cambios celulares y vasculares que le permiten formar nuevos vasos capilares. Esto se produce inicialmente con la activación de células inflamatorias y macrófagos durante el movimiento, que provocan como consecuencia la aparición de citoquinas y factores de crecimiento que promueven la regeneración capilar (Rodríguez y Vanina, 2006).

Un dato curioso que reportan los autores Rodríguez y Vanina (2006) es que los dientes con ápices abiertos tienen una probabilidad mucho más alta de regenerar su vascularidad normal después de haber sido sometidos a fuerzas, en comparación con piezas adultas en donde se aumenta el riesgo de que presenten una patología pulpar. Sin embargo, estudios realizados con fuerzas extrusivas sobre los dientes revelan que los

cambios producidos en la pulpa dental incluyen congestión de los vasos (edema), disminución y degeneración de odontoblastos así como cambios en las fibras unidas al diente. Los resultados obtenidos sobre piezas sometidas a fuerzas intrusivas provocan aparentemente menor daño pulpar al ser aplicadas por pocos días, no obstante se podría realizar un estudio para comparar la respuesta pulpar de las piezas una vez terminado el tratamiento ortodóncico para determinar si los cambios pulpares son únicamente transitorios (Rodríguez y Vanina, 2006).

Uno de los principales neurotransmisores y neuromoduladores que influyen en la respuesta pulpar y se encuentran presentes durante el movimiento ortodóncico es la sustancia P. Este polipéptido se encuentra en las terminaciones nerviosas de la pulpa y se encarga además del control del dolor lento. Su liberación se provoca tras la activación de las fibras amielínicas tipo C de la pulpa, lo cual a su vez interactúa con células inflamatorias (mastocitos) que al liberar histamina provocan un aumento de la presión y permeabilidad vascular. Dos de las sustancias que contrarrestan la acción de la sustancia P son la capsaicina local y la encefalina las cuales durante el movimiento ortodóncico tienen mayor efecto a partir del séptimo día de aplicación de las fuerzas, debido a que la percepción del dolor es mayor entre las 4 y 24 horas. Es importante destacar que el tipo de respuesta que se observe en los pacientes va a depender del tipo de fuerza que se aplique sobre los dientes, al igual de los antecedentes odontológicos del paciente (Rodríguez y Vanina, 2006).

2.7.Reabsorción radicular

Serrano et al. (2016), describe a la reabsorción radicular como un proceso patológico asintomático que puede ser causado por diferentes estímulos como traumatismos, enfermedad periodontal, entre otros, sin embargo, también puede darse como resultado del tratamiento ortodóncico. De igual manera, la reabsorción radicular, en sus casos más severos, puede conllevar movilidad e inclusive la pérdida dentaria sino es detectada y tratada (Lozano y Ruiz, 2009).

2.7.1. Etiología.

Según Lozano y Ruiz (2009) la reabsorción va a presentarse en dos fases fundamentales: el estímulo y la reestimulación. El estímulo puede ser causado por un factor químico o un factor mecánico, como es el caso del tratamiento ortodóncico. Estos estímulos afectarán a los tejidos no mineralizados, principalmente al precemento que se encuentra en la superficie radicular. Posteriormente el tejido mineralizado quedara expuesto y será colonizado por clastos, los cuales comenzarán con el proceso de reabsorción del tejido, el cual, al acabar el estímulo cesará espontáneamente a la segunda o tercera semana, siempre y cuando la superficie afectada no sea muy amplia (Terán et al., 2016).

En la segunda fase, la reestimulación, el proceso de reabsorción continúa debido a que existe una constante presión lo cual produce la estimulación de las células clásticas (Terán et al., 2016). Por otro lado, si esta capa de precemento se mineraliza o se necrosa debido a una lesión, las

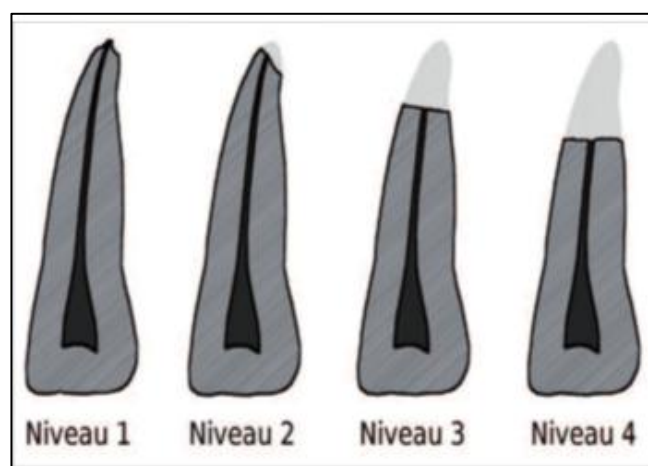
células multinucleadas colonizarán estas zonas, siendo susceptible a una reabsorción radicular externa (Márquez et al, 2012).

2.7.2. Clasificación.

Varios autores se refieren a la clasificación de Levander y Malgreen de 1988, en la cual describe la reabsorción radicular en 4 niveles (Topkara, A, 2011):

1. **Nivel 1:** Mínima reabsorción, con contorno radicular irregular
2. **Nivel 2:** La reabsorción apical es menor a 2mm
3. **Nivel 3:** La reabsorción es mayor a 2 mm y se encuentra afectada un tercio de la longitud original de la raíz. Ya se considera reabsorción severa.
4. **Nivel 4:** La reabsorción es mayor que un tercio de la longitud original de la raíz. Se considera una reabsorción extrema.

Figura 1: Clasificación de las reabsorciones radiculares externas



Fuente: Lunardi et al, 2013

2.7.3. Factores relacionados.

Existen varios factores que influyen en la reabsorción radicular en el movimiento ortodóncico, desde factores intrínsecos del paciente, hasta factores mecánicos que se relacionan con el tratamiento ortodóncico, es por eso que se debe tomar en cuenta a cada paciente de manera individual para evitar este efecto.

2.7.3.1. Factores biológicos.

2.7.3.1.1. Factores genéticos.

Se considera que el alelo 1 de la IL-1b puede ser la responsable de una mayor reabsorción radicular, debido a que si se encuentra en altas concentraciones en la raíz provocará una cascada de fatiga que conllevan a la reabsorción radicular (Lozano y Ruiz, 2009). De igual manera, otros estudios han encontrado relación con niveles de interleucina-6 en el líquido crevicular durante el movimiento ortodóncico, en los cuales han llegado a la conclusión de que altos niveles de IL-6 en el líquido crevicular corresponden a una mayor tendencia de reabsorción radicular externa, explican que puede ser el resultado del bloqueo de la acción osteoclástica de la IL-1 por parte del receptor antagonista de IL-1 (Guo et al., 2016).

2.7.3.1.2. Edad.

A medida que aumenta la edad, los tejidos van perdiendo su capacidad de regeneración por lo tanto en pacientes adultos son más susceptibles a las reabsorciones (Vaquero et al., 2011).

2.7.3.1.3. *Género.*

El género y su relación con la reabsorción es un tema controversial, no se sabe a ciencia cierta que género es más propenso y de que depende esta relación (Serrano et al., 2016).

2.7.3.1.4. *Condiciones sistémicas.*

Se ha relacionado la reabsorción radicular con enfermedades endocrinas, como el hiperparatiroidismo, así también como enfermedades crónicas como alergias y asma (Serrano et al., 2016).

2.7.3.1.5. *Tipo de maloclusión.*

Según Lozano y Ruiz (2009) las maloclusiones con mayor tendencia a reabsorción radicular son un overjet aumentado, que por lo general ocurre en una maloclusión clase II y las mordidas abiertas. Además Serrano et al. (2016) mencionan que los caninos impactados representan el 50% de los casos de reabsorción.

2.7.3.1.6. *Factores mecánicos.*

Estos factores se encuentran relacionados con las fuerzas aplicadas durante el tratamiento de ortodoncia y pueden ser controlados por el especialista para evitar la reabsorción.

2.7.3.1.7. Tipo de movimiento aplicado.

Se considera que la intrusión es el tipo de movimiento más influyente, debido a que afecta al flujo sanguíneo desencadenando un proceso osteolítico que producirá no solo la reabsorción, sino también puede causar necrosis o calcificación. En menor porcentaje también se considera movimientos de torque, inclinación y extrusión (Serrano et al., 2016).

2.7.3.1.8. Magnitud de la fuerza aplicada.

Se considera que a mayor magnitud de la fuerza, mayores serán los daños en el ligamento periodontal, por lo tanto habrá una mayor reabsorción radicular debido a la obstrucción del flujo sanguíneo. De igual manera se debe tomar en cuenta que la magnitud va de la mano de la duración de la fuerza, debido a que una fuerza ligera pero constante también puede llegar a ocasionar reabsorción después de 28 días (Weiland, 2010).

2.7.3.1.9. Duración de la fuerza.

Como se mencionó anteriormente, existen tres tipos de fuerza en ortodoncia según su duración: continua, interrumpida e intermitente, se ha encontrado que las fuerzas continuas son las

que más reabsorción radicular causan, mientras que las fuerzas intermitentes son las que menos reabsorción causan (Weiland, 2010).

2.7.4. Métodos diagnósticos.

Con el fin de prevenir la aparición de este indeseable efecto secundario se debe realizar un diagnóstico para detectar a tiempo cualquier anomalía y detener la reabsorción radicular, para esto tenemos varias alternativas.

2.7.4.1. Radiografías.

Las radiografías panorámicas ofrecen una visión generalizada del paciente, sin embargo no se puede observar reabsorciones claramente, por lo tanto se las utiliza más para el diagnóstico inicial (Márquez, 2012). Por otro lado las radiografías periapicales, tomadas con la técnica de paralelismo, son de gran utilidad para la detección temprana de la reabsorción radicular, sin embargo existen limitaciones debido a que solo nos muestra una imagen en dos dimensiones. Con esta técnica se toma en cuenta la longitud radicular inicial con la longitud radicular actual y la diferencia que existe entre ambos (Márquez, 2012).

2.7.4.2. Tomografía Cone-beam.

Este tipo de tomografía generará imágenes volumétricas en tres dimensiones, lo cual nos permite evaluar al diente en todos los ángulos, no se presentan distorsiones y es anatómicamente correcto; por lo tanto es considerado el método diagnóstico más efectivo para el diagnóstico de la reabsorción radicular (Zamora et al., 2011).

3. DISCUSIÓN

Según varios autores se define a la reabsorción radicular externa como un efecto secundario no deseado del tratamiento ortodóncico, de etiología multifactorial, según Lee y Lee (2016) estudios histológicos muestran que este fenómeno ocurre en el 90% de los pacientes sometidos a ortodoncia, sin embargo no todos los casos llegan a ser un problema grave en el cual se deba suspender el tratamiento. Guo et al. (2016) explican además que la reabsorción radicular externa va a producirse como consecuencia de la fuerte presión ejercida durante un largo periodo de tiempo una vez que la degeneración hialina se ha inhibido.

A pesar de la alta recurrencia de reabsorción radicular externa, Roscoe, et al. (2015) menciona que únicamente del 1-5% de los casos llegan a ser reabsorciones nivel 4, es decir llegan a ser reabsorciones severas, e inclusive puede presentarse junto con reabsorción del hueso alveolar.

Lee y Lee (2016) mencionan que la pulpa también se puede relacionar con la reabsorción radicular, dado que puede verse afectada por traumas causados por fuertes movimientos ortodóncicos, ya que el paquete vásculo-nervioso que se encuentra en la pulpa está conectado a los vasos del hueso alveolar, por lo tanto, cualquier cambio en el flujo sanguíneo va a afectar tanto a la raíz y hueso alveolar, como a la pulpa. Asimismo, Márquez et al, (2012) menciona que no solo puede ocurrir reabsorción del cemento radicular sino también puede verse afectada la dentina, debido a la capacidad de los osteoclastos de degradar matriz orgánica.

Tobón, et al (2014), menciona que otro efecto de las fuerzas ortodóncicas son las repercusiones que puede tener en la pulpa, como la calcificación del conducto, por esta razón su estudio no solo analiza la longitud, sino también la amplitud del conducto radicular durante el tratamiento ortodóncico. Tobón et al (2014) explica que la calcificación del conducto es un fenómeno poco común que puede ser muy ligero, sin embargo, puede llegar a ser severo por factores como un tratamiento largo e irregular, asimismo llegó a la conclusión de que durante los primeros meses de tratamiento se observa una ligera disminución en el ancho del conducto, sin embargo no es un cambio relevante.

En cuanto a las causas, se considera que existen varios factores que se relacionan con el fenómeno de la reabsorción radicular externa, como la edad, el género, genética, entre otras, sin embargo no se sabe exactamente la manera en que estos factores influyen en la aparición de este fenómeno.

Por ejemplo, en el caso del género, los resultados son ambiguos, ciertos estudios, como el realizado por Guo et al. (2016), han encontrado que la reabsorción suele ser más común en mujeres que en hombres, no obstante la diferencia en la prevalencia según el género no es significativa. Por otro lado el estudio realizado por Alves et al. (2014), encontró mayor prevalencia en hombres. Cabe recalcar que según menciona Agarwal et al. (2016) la susceptibilidad debido al género puede estar relacionada con los niveles de las hormonas sexuales. No obstante, en mayoría de los estudios no se determina una diferencia estadísticamente significativa, por lo tanto la relación entre la reabsorción y el género aún no se encuentra definida (Guo, et al., 2016). Se deberían

realizar más estudios y analizar otras variantes, por ejemplo raza, ya que es probable que los resultados sean distintos debido a los grupos analizados, ya que uno de los estudios fue realizado en China y otro en Portugal.

En cuanto a los dientes más afectados, el estudio realizado por Alves et al. (2014) encontró un mayor índice de reabsorción radicular en incisivos que en caninos. De hecho, la mayoría de los autores concuerdan que la reabsorción radicular es más evidente en incisivos maxilares, sin embargo, también ocurre en incisivos mandibulares. La mayoría de estudios se realizan en incisivos maxilares debido a la morfología de su raíz, en donde es más fácil analizar los cambios en su forma y longitud debido a que son más propensos a cambios (Tobón et al, 2014). Por otra parte, Agarwal et al. (2016) realizó un estudio sin incluir a los incisivos maxilares y mandibulares, en sus resultados observaron que las piezas que mayor reabsorción radicular presentaron fueron los primeros molares maxilares y se observó una mínima reabsorción en premolares, pero según explican los autores se debe a que en muchos casos estas piezas fueron extraídas para el tratamiento. Por otra parte, con respecto a la reabsorción externa por tratamiento ortodóncico en dientes tratados endodónticamente, Lee y Lee (2016) encontraron que la reabsorción es mucho menor en estas piezas en comparación a las piezas vitales contralaterales.

Adicionalmente, varios autores concuerdan que otros factores relacionados con el tratamiento como la magnitud y el tipo de fuerza ejercida, las extracciones dentales, la duración del tratamiento, el tipo de mal oclusión (Agarwal et al., 2016), e inclusive otros factores como el empuje de la lengua, o enfermedades sistémicas influyen en la aparición de la reabsorción radicular externa (Alves et al, 2014).

Se ha encontrado evidencia de mayor reabsorción radicular externa durante tratamientos en los cuales han sido realizados extracciones y casos de overbite profundo. Las indicaciones para extracciones más comunes en el tratamiento ortodóncico, son las extracciones de premolares, lo cual, de acuerdo a Alves et al (2014), ha sido descrito como uno de los factores relevantes que causan reabsorción radicular externa, según explica se debe al amplio recorrido que deben hacer los incisivos y caninos, sobre todo en casos de protrusión, o al extenso movimiento mesiodistal de los dientes posteriores con el fin de cerrar los espacios (Agarwal et al, 2016). Este recorrido da como resultado irritación en la pulpa, lo cual promueve a la reabsorción radicular, por esta razón no se encontró mayor reabsorción en dientes tratados endodónticamente (Lee y Lee, 2016).

La mordida abierta anterior también se considera un factor influyente debido a que se encontró correlación entre esta maloclusión y la reabsorción, sobre todo en dientes hipofuncionales, asimismo se lo asocia con el tipo de tratamiento, ya que gran parte de los pacientes analizados con mordida abierta fueron sometidos a extracciones de premolares (Alves et al, 2014).

En cuanto a la duración del tratamiento y la prevalencia de reabsorción radicular externa, en el estudio realizado por Agarwal et al. (2016), se observó una mayor reabsorción en tratamientos de más de 24 meses de duración comparada con tratamientos de menos de 24 meses, sin embargo la diferencia no fue significativa, por esta razón ciertos autores, como Guo et al. (2016) prefieren no tomar en cuenta este factor, debido a que consideran que la duración del tratamiento está más relacionada con el nivel de cooperación del paciente y la complejidad del caso a tratar.

Con respecto a la magnitud de las fuerzas, Weiland (2010) llegó a la conclusión de que no existe la “fuerza ideal” para evitar las reabsorciones radiculares, ya que esta está íntimamente relacionada con la duración de las fuerzas, como se mencionó anteriormente, incluso una fuerza muy ligera durante un periodo prolongado de tiempo puede llegar a causar necrosis del ligamento y por ende reabsorción radicular. Por este motivo recomienda el uso de fuerzas ligeras e intermitentes con el fin de evitar el daño radicular, dado que según el estudio realizado, pausar el tratamiento durante 2-3 meses redujo ampliamente los casos de reabsorciones radiculares severas (Weiland, 2010).

De igual manera, varias investigaciones han concluido que el momento en el cual se presenta una significativa reabsorción radicular externa es al inicio y durante los 6 primeros meses de tratamiento. Tobón et al. (2014) atribuyen este hecho a la primera fase del tratamiento: la fase de alineación y nivelación, de acuerdo a su estudio durante esta etapa es donde mayor reabsorción se observa.

En lo que respecta a los métodos diagnósticos, la mayoría de estudios reportan que el diagnóstico se realizó mediante radiografías periapicales, sin embargo, también se utilizó la tomografía Cone-beam, la cual mostró resultados mucho más exactos debido a que muestra imágenes en tercera dimensión, no obstante, por sus altos costos no es un método diagnóstico accesible para todos los pacientes y su costo-beneficio es muy alto (Vaquero et al., 2011). De igual manera, Marqués et al. (2012) menciona que las radiografías periapicales, tomadas con una técnica estandarizada pueden mostrar reabsorciones a tiempo. Por otro lado, en relación al tiempo en el que se deberían realizar los chequeos, varios autores afirman que debe realizarse antes de iniciar el

tratamiento y cada 3 meses y se debe tomar en cuenta que en los primeros 6 meses es donde mayores reabsorciones se encontrarán (Tobón et al., 2014).

4. CONCLUSIONES

La reabsorción radicular externa es un efecto indeseado e inevitable del tratamiento ortodóncico, que llega a comprometer la estructura de la raíz de manera permanente, afecta a un 90% de los pacientes sin embargo en muy pocos casos llega a ser severa y representar un problema grave que ponga en riesgo la integridad de la pieza dentaria.

Entre los factores más influyentes en la aparición de la reabsorción radicular externa, se encuentran los factores genéticos y sistémicos. En cuanto al género los resultados no están del todo claros, por otro lado, los factores mecánicos, es decir los relacionados al tratamiento ortodóncico, están ampliamente relacionados con la reabsorción radicular externa, por esta razón el especialista debe tomar en cuenta no solo efectuar fuerzas adecuadas, sino también considerar los factores biológicos.

De igual manera, para prevenir las reabsorciones radiculares es importante el diagnóstico, por esta razón se deben tomar radiografías antes del tratamiento y cada 3 meses para evaluar el estado radicular a lo largo de todo el tratamiento y poder tomar medidas preventivas o terapéuticas tempranas ante la aparición de reabsorciones radiculares.

Finalmente, no existe la “fuerza ideal” para evitar la reabsorción ósea, se debe tener en cuenta que las fuerzas ortodóncicas ejercidas, sin importar su magnitud, no deben ser mantenidas durante periodos muy largos de tiempo. Todos los factores mencionados anteriormente pueden ser usados con el fin de prevenir

que este efecto secundario muy común llegue a casos severos que comprometan el
tratamiento ortodónico.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarwal, M., Chopra, C., Prosanna, C., Jayan, B., Nehra, L. y Mohit, L. (diciembre, 2016). A radiographic study of external apical root resorption in patients treated with single-phase fixed orthodontic therapy. *Science Direct*. 8-16.
- Alves, S., López, M., Lavado, N., Malo, J. y Silva, H. (abril-junio, 2014). A clinical risk prediction model of orthodontic-induced external apical root resorption. *Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac*. 66-72
- American Association of Orthodontics (2017). *Orthodontic Treatment*. AAO Glossary.
- Avery, J. y Chieng, D. (2007). *Principios de Histología y Embriología Bucal*. Barcelona: Elsevier.
- Bascones, A. (2014). *Periodoncia clínica e Implantología oral*. Madrid: Lexus.
- E. de Saturno, L. (2007). *Ortodoncia en dentición mixta*. Caracas: Amolca.
- Gómez de Ferraris, M. y Campos, A. (2009). *Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental*. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Fernández, I., Alobera, M., Del Canto, M. y Blanco, L. (marzo-abril, 2006). Bases fisiológicas de la regeneración ósea II: El proceso del remodelado. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 11:51-57.
- Graber, L. y Varnasdall, R. (2013). *Ortodoncia: Principios y técnicas actuales*. Barcelona: Elsevier
- Guo, Y., He, S., Gu, T., Liu, Y. y Chen, S. (agosto, 2016). Genetic and clinical risk factors of root resorption associated with orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics*. 283-289
- Interlandi, S (2002). *Ortodoncia: Bases para la iniciación*. Sao Paulo: Artes Médicas.
- Lee, Y. y Lee, T. (enero, 2016). External root resorption during orthodontic treatment in root-filled teeth and contralateral teeth with vital pulp: A clinical study of contributing factors. *American Journal of Orthodontics*. 84-91.
- Lindhe, J. (2009). *Periodoncia clínica e Implantología odontológica*. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Lozano, M. y Ruiz, A. (enero, 2009). Reabsorción radicular en ortodoncia: revisión de la literatura. *Univ Odontol*. 45-81.
- Lunardi, D. et al. (2013). Orthodontically induced inflammatory root resorption: apical and cervical complications. *Rev Orthop Dento Faciale*. 16-102

- Márquez, J., Castaño, J., Rueda, Z. y Rendón, J. (enero-junio, 2012). Diagnóstico de reabsorción radicular externa en ortodoncia. *Revista Nacional de Odontología*. 62-75.
- Reyes, R., Rozas, P. y Muñoz, M. (enero, 2008). Regulación del proceso del remodelado óseo. *REEMO*. 17(1): 10-14.
- Rodríguez, C., Vanina, D. (2014). Efectos de Ortodoncia en la Pulpa Dental. *Revista Estomatología*. 14 (1).
- Roscoe, M., Meira, J. y Carraneo, P. (mayo, 2015). Association of orthodontic force system and root resorption: A systematic review. *American Journal of Orthodontics*. 610-626.
- Schemel, M. y Cabrera, A. (marzo, 2010). Fisiología periodontal del movimiento dentario durante el tratamiento ortodóncico. *Acta Odontológica Venezolana*. 48(3).
- Serrano, S., Mendoza, M., Márquez, S., Pontigo, A. y Medina, C. (diciembre, 2016). Resorción radicular en ortodoncia. Revisión bibliográfica. *Educación y Salud ICESA*. 5(9).
- Singh, G. (2015). *Textbook of Orthodontics*. London: Jaypee
- Terán, C. et al. (enero, 2016). Reabsorción radicular causada por tratamiento de ortodoncia. *Rev Latin Ort y Odontop*. 16-102
- Tobón, D., Aritzabal, D., Álvarez, C. y Larrea, J. (2014). Cambios radiculares en pacientes tratados ortodóncicamente. *Revista CES Odontología*. 62-75.
- Topkara, A. (2011). External apical root resorption caused by orthodontic treatment: a review of the literature. *European Journal of Peadriatic Dentistry*. 12(3). 163-166.
- Tortolini, P. y Fernández, E. (2011). Ortodoncia y Periodoncia. *Avances en Estomatología*. 27(4).
- Ustrell, J. (2016). *Diagnóstico y Tratamiento en Ortodoncia*. Barcelona: Elsevier.
- Vaquero, P., Perea, B., González, L., Sáenz, A. y García, F. (marzo, 2011). Reabsorción radicular durante el tratamiento ortodóncico: causas y recomendaciones de actuación. *Cient Dent*. 8(1). 61-70.
- Weiland, F. (2010). Fuerzas de ortodoncia y reabsorciones radiculares: una revisión. *Rev Esp Ort*. 40:69-74.

Zamora, N., Paredes, V., Cibrian, R. y Gandía, J. (2011), How cone-beam computed tomography works in orthodontics. What we need to know? *Rev Esp Ortod.* 41:31-7.