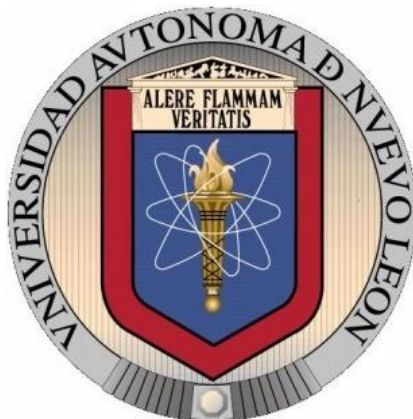


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**



**COMPARACIÓN DE LA REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA EN  
PRESCRIPCIÓN MBT CON BRACKETS CONVENCIONALES Y  
AUTOLIGADO**

**PRESENTA**

**LUIS RAÚL CRUZ PETERNELL**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO  
DE MAestrÍA EN ORTODONCIA**

**OCTUBRE, 2019**

**COMPARACIÓN DE LA REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA EN  
PRESCRIPCIÓN MBT CON BRACKETS CONVENCIONALES Y  
AUTOLIGADO**

Los miembros del jurado aceptamos la investigación y aprobamos el documento que avala a la misma, que como opción a obtener el grado de maestría en ciencias odontológicas con especialidad en ortodoncia presenta **Luis Raúl Cruz Peternell**

**Honorables miembros del jurado**

---

**PRESIDENTE**

**CD., MSP., PhD Miguel Ángel Quiroga García**

---

**SECRETARIO**

**CD., MC., PhD Hilda Hortencia Hermelinda Torre Martínez**

---

**VOCAL**

**CD., MC Juana Nelly Leal Camarillo**

**DIRECTOR DE TESIS**

CD., MC., PhD HILDA H. H. TORRE MARTÍNEZ

**CODIRECTOR DE TESIS**

CD., ESP. O., PhD ROBERTO CARRILLO GONZÁLEZ

**ASESOR DE ESTADÍSTICA**

CD., MC VERÓNICA ANUETTE MAYORAL GARCÍA

---

**CD., MC., PhD HILDA H. H. TORRE MARTÍNEZ**

**Director de tesis**

---

**CD., ESP. O., PhD ROBERTO CARRILLO GONZALEZ**

**Codirector de tesis**

---

**CD., MC VERÓNICA ANUETTE MAYORAL GARCÍA**

**Asesor estadístico**

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios por la vida de mis padres, también porque cada día bendice mi camino con la oportunidad de estar y disfrutar al lado de las personas que sé que más me aman.

Gracias mamá y Haydée por estar siempre a mi lado.

Son varias las personas que han contribuído al proceso y conclusión de este trabajo.

Particularmente agradezco a la Maestra Hilda Torre Martínez, directora de esta tesis, quien me apoyó de manera personal e institucional alentándome para que concluyera esta investigación. Al Dr. Roberto Carrillo González, por sus consejos y de ser un ejemplo a seguir en mi carrera.

Gracias a mi asesora, Verónica Mayoral García, por su ayuda, dedicación y asesoramiento. La generosidad y amabilidad demostrada, han sido un gran apoyo durante todo el tiempo dedicado a esta investigación.

A Carolina por darme su amor incondicional, su apoyo y confianza. Te Amo y seguiré cultivando nuestra relación.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Sección</b>	<b>Página</b>
Agradecimientos. ....	v
Tabla de contenido. ....	vi
Lista de tablas. ....	viii
Resumen. ....	ix
Abstract. ....	x
1. Introducción. ....	1
2. Planteamiento del problema. ....	3
3. Pregunta de investigación. ....	4
4. Justificación. ....	5
5. Hipótesis. ....	6
6. Objetivos	
6.1 Objetivo general. ....	7
6.2 Objetivos específicos. ....	7
7. Antecedentes	
7.1 Antecedentes generales. ....	8
7.2 Antecedentes específicos. ....	15
8. Material y métodos	
8.1 Diseño del estudio. ....	18
8.2 Ubicación espacio - temporal. ....	18
8.3 Marco muestral. ....	18

8.4 Tamaño de la muestra y muestreo. . . . .	18
8.5 Criterios de selección. . . . .	19
8.6 Definición de las variables y escalas de medición. . . . .	21
9. Técnicas y procedimientos. . . . .	23
10. Análisis estadístico. . . . .	25
11. Aspectos éticos. . . . .	26
12. Resultados. . . . .	27
13. Discusión. . . . .	31
14. Conclusión. . . . .	34
15. Bibliografía. . . . .	35

## LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
1. Características de la muestra estudiada. . . . .	28
2. Reabsorción radicular externa brackets convencionales y autoligado. . . . .	29
3. Medida radicular basal y 18 meses después de tratamiento de ortodoncia. . . . .	30
4. Comparación de la reabsorción radicular externa por sexo. . . . .	31
5. Asociación entre el apiñamiento y RRE. . . . .	31



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON – UANL  
FACULTAD DE ODONTOLOGIA  
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
POSGRADO DE ORTODONCIA  
C.D.EO. LUIS RAUL CRUZ PETERNELL  
CANDIDATO A: MAESTRIA EN ORTODONCIA  
AREA DE ESTUDIO: ORTODONCIA  
NUMERO DE PÁGINAS:

## RESUMEN

**Introducción.** La reabsorción radicular externa (RRE) es un proceso inflamatorio que se relaciona con los tratamientos ortodónticos. Existen diferentes factores de riesgo para que sea mayor la RRE, uno de ellos es el tipo de aparatología fija que se usa en cada prescripción de tratamiento. **Objetivo** del presente estudio fue comparar la reabsorción radicular externa en pacientes con prescripción MBT con brackets convencionales y brackets de autoligado. **Material y método:** Fue un estudio observacional, comparativo, longitudinal, retrolectivo y homodémico realizado en 116 radiografías panorámicas de pacientes que llevaron a cabo su tratamiento en la Facultad de Estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Con ortodoncia de prescripción MBT pero se conformaron dos grupos; brackets convencionales y de autoligado. Se midió la longitud radicular antes de iniciar el tratamiento de ortodoncia y a los 18 meses después de colocar en ambas arcadas los brackets. Se utilizó la prueba de Kolmogorov Smirnov para valorar la distribución de las variables. Para comparar entre los grupos se usó la prueba T de Student para variables numéricas con distribución Gaussiana y U de Mann-Whitney para variables con distribución no Gaussiana. Para determinar la diferencia entre los promedios de los grupos de estudio se utilizará la prueba t de student pareada. Para la asociación se usó la correlación de Spearman. Las pruebas estadísticas se interpretaron con un valor significativo menor a 0.05. **Resultados:** Tanto en el grupo convencional como autoligado, las mujeres representaban más del 50% de la población estudiada (55.8%vs 60.9% respectivamente). La edad de los pacientes oscilaba entre los 19 y 23 años. No hubo diferencia estadísticamente significativa al comparar la RRE en los dos grupos y en las dos arcadas, sin embargo, el grupo con brackets convencionales presentaron mayor RRE. Pero al comparar las medidas pretratamiento y 18 meses después del inicio, se puede ver que en ambos tipos de brackets la RRE es estadísticamente significativa. El sexo y el apiñamiento no están relacionados con la RRE. **Conclusión:** La reabsorción radicular externa en pacientes con prescripción MBT con brackets convencionales es similar a la reabsorción radicular externa en pacientes con prescripción MBT con brackets de autoligado.

**Palabras clave:** ortodoncia, prescripción MBT, reabsorción radicular externa.

---

CD., MC., PhD HILDA H. H. TORRE MARTÍNEZ  
Director de tesis

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON – UANL  
FACULTAD DE ODONTOLOGIA  
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
POSGRADO DE ORTODONCIA  
C.D. E.O. LUIS RAUL CRUZ PETERNELL  
CANDIDATO A: MAESTRIA EN ORTODONCIA  
AREA DE ESTUDIO: ORTODONCIA  
NUMERO DE PAGINAS:

## ABSTRACT

**Introduction.** External radicular resorption (ERR) is an inflammatory process that is related to orthodontic treatments. There are different risk factors for the ERR to be higher, one of them is the type of fixed appliances used in each treatment prescription. The objective of the present study was to compare the external root resorption in patients with MBT prescription with conventional brackets and self-ligating brackets. **Material and method:** It was an observational, comparative, longitudinal, retrolective and homodémic study carried out in 116 radiographs of patients who carried out their treatment in the Faculty of Stomatology of the Benemérita Autonomous University of Puebla. With prescription MBT orthodontics but two groups were formed; conventional and self-ligating brackets. Root length was measured before initiating orthodontic treatment and 18 months after placing the brackets in both arches. The Kolmogorov Smirnov test was used to assess the distribution of the variables. To compare between the groups, the student's T test was used for numerical variables with Gaussian distribution and Mann-Whitney U for variables with non-Gaussian distribution. To determine the difference between the averages of the study groups, the paired student t test will be used. The Spearman correlation was used for the association. The statistical tests were interpreted with a significant value less than 0.05. **Results:** Both in the conventional and self-linked groups, women represented more than 50% of the study population (55.8% vs. 60.9% respectively). The age of the patients ranged from 19 to 23 years. There was no statistically significant difference when comparing the ERR in the two groups and in the two arches,

however, the group with conventional brackets presented higher ERR. But when comparing the pretreatment measurements and 18 months after the start, it can be seen that in both types of brackets the ERR is statistically significant. Sex and crowding are not related to the ERR.

**Conclusion:** External root resorption in patients with MBT prescription with conventional brackets is similar to external root resorption in patients with MBT prescription with self-ligating brackets.

**Key words:** orthodontics, MBT prescription, external root resorption.

## 1. INTRODUCCIÓN

La reabsorción radicular externa (RRE) es una complicación que aparece con relativa frecuencia en el tratamiento ortodóntico. Dada su gran variabilidad y la multitud de factores etiopatogénicos implicados, resulta difícil predecir su aparición. Es un proceso que forma parte de la remodelación del hueso alrededor del diente, pero a veces las células “se confunden” y remodelan el diente.

El tratamiento de ortodoncia conlleva, en cierta medida, un riesgo biológico asumible que en ocasiones puede dar lugar a la aparición de reabsorciones radiculares secundarias al mismo. Con todo, hay que sopesar los resultados benéficos en la estética y la función que se consiguen con la corrección ortodóntica.

El movimiento dentario, se obtiene gracias a la inflamación que se produce en el ligamento periodontal y sus componentes, logra activar además una serie de mecanismos que provocan la aposición y reabsorción del hueso alveolar.

La reabsorción radicular externa, es una complicación colateral que aparece con relativa frecuencia en tratamientos de ortodoncia. Involucra diferentes factores de tipo biológico y mecánico provocando daños en la estructura radicular de una o varias piezas dentales sometidas a fuerzas ortodónticas. Clínicamente se produce un acortamiento de forma permanente de la raíz, lo cual, se traduce en una pérdida de soporte dental.

En ocasiones, las raíces se reabsorben en exceso dependiendo de las fuerzas aplicadas por el aparato, el tiempo de tratamiento, la forma de la raíz y la predisposición personal de los dientes. Se dice que la RRE es más frecuente en tratamientos donde las fuerzas son continuas y pesadas por la fricción que generan y la incapacidad del ligamento a recuperarse.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El tratamiento de ortodoncia activo provoca una inflamación transitoria para lograr movimientos dentales los cuales son necesarios para corregir maloclusiones en un periodo de tiempo. Está documentado en la bibliografía que cualquier tratamiento de ortodoncia provoca en mayor o menor grado reabsorción radicular.

La reabsorción radicular es el proceso en el que pierde tejido dental, propiamente raíz de los órganos dentarios. Dicha patología inicia por un estímulo inflamatorio con acción que va desde el cemento hacia la dentina. Se pueden ver afectados uno o más dientes.

La incidencia de la reabsorción radicular externo en los tratamientos de ortodoncia es muy alta. Además, la etiología de la reabsorción radicular externa es multifactorial, los factores de riesgo son muchos, que van desde la influencia genética hasta lo relacionado con los tratamientos de ortodoncia como es el tipo de técnica, la cantidad de fuerza empleada en los movimientos y el tiempo del tratamiento.

Los órganos dentarios que presentan mayor susceptibilidad a sufrir reabsorción radicular externa son los incisivos centrales y laterales superiores. Lo anterior tiene un impacto a mediano o largo plazo en cuanto a la estética al aumentar el riesgo de perder dichas piezas de manera prematura.

La reabsorción radicular externa es asintomática por lo que ni el paciente ni el ortodontista son conscientes hasta que el órgano dentario afectado presenta movilidad, dolor, pulpitis crónica irreversible y hasta necrosis pulpar.

### **3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

Por todo lo anteriormente expuesto, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Existe diferencia en la reabsorción radicular externa en pacientes con prescripción MBT con brackets convencionales y autoligado?

#### **4. JUSTIFICACIÓN**

La prevalencia de reabsorciones radiculares externas posteriores al tratamiento de ortodoncia alcanza más del 80% de los pacientes, por lo que es necesario que en la atención estomatológica se tenga el conocimiento y entendimiento de la patología, así como su evolución como una patología con factor de riesgo; la ortodoncia.

Los tratamientos de ortodoncia tienen la consecuencia de la reabsorción radicular externa, y resulta necesario e indispensable conocer dicha respuesta para actuar de manera oportuna, minimizar la misma e impedir que produzcan daños irreversibles, por lo que su detección en etapas iniciales es importante y dar el seguimiento adecuado y correcto a cada caso.

Es de gran importancia realizar la comparación en la misma prescripción (MBT) en sus diferentes opciones de brackets (convencional y autoligado).

De demostrarse la hipótesis del presente trabajo de investigación, se evidenciará los fundamentos necesarios para contribuir a la comprensión de la reabsorción radicular externa en los diferentes tipos de brackets en la prescripción MBT y disminuir el impacto de un factor de riesgo para este padecimiento. Se permitirá la amplitud del ejercicio de la ortodoncia, pero con mayor cuidado sobre efectos adversos.



## 5. HIPÓTESIS

### **Hipótesis de Investigación (Hi):**

La reabsorción radicular externa en pacientes con prescripción MBT con brackets convencionales es diferente a la reabsorción radicular externa en pacientes con prescripción MBT con brackets de autoligado.

### **Hipótesis Nula (Ho):**

La reabsorción radicular externa en pacientes con prescripción MBT con brackets convencionales es igual a la reabsorción radicular externa en pacientes con prescripción MBT con brackets de autoligado.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1 Objetivo General**

Comparar radiográficamente la reabsorción radicular externa en pacientes con prescripción MBT con brackets convencionales y brackets de autoligado.

### **6.2 Objetivos Específicos**

- a) Comparar la diferencia entre la medición basal con regla milimétrica de la longitud radicular en milímetros y la longitud radicular en milímetros a los 18 meses después de iniciar el tratamiento de ortodoncia con brackets convencionales y brackets de autoligado.
- b) Comparar la reabsorción radicular externa por sexo
- c) Determinar la asociación de reabsorción radicular externa y el apiñamiento

## 7. ANTECEDENTES

### 7.1 Antecedentes Generales

El tratamiento de ortodoncia se basa en el principio de que, si se aplica una presión prolongada sobre un diente, se producirá movilización. El hueso desaparece selectivamente de algunas zonas y va añadiéndose a otras. Cuando el diente se ve sometido a sobrecarga, la fuerza se trasmite al hueso alveolar sobrepasando los límites del ligamento lo que se deforma en respuesta a la misma. El ligamento está adaptado a fuerzas de poca duración, cuando las fuerzas son prolongadas, ese empuje del diente contra el alvéolo genera el inicio de la remodelación ósea, aunque la fuerza no sea muy intensa. La movilización ortodóntica se logra con fuerzas prolongadas y suaves. La fuerza máxima para que un diente se mueva sin interrumpir la irrigación capilar del ligamento periodontal es de  $26 \text{ g/cm}^2$  si la fuerza excede, se produce hialinización. (Canut, 2000) Es decir, cuando se aplica una fuerza en exceso sobre un diente, se origina una oclusión vascular, de esta manera se anula el suministro de sangre al ligamento periodontal; posterior a esto ya no existe el estímulo a las células en la zona comprimida del ligamento para lograr la diferenciación en osteoclastos, sino que se produce una necrosis aséptica. (Guercio de Dinatale, 2001) Cuando las fuerzas que aumentan de  $20$  a  $26 \text{ g/cm}^2$  causan isquemia periodontal, que puede conducir a la reabsorción de la raíz. (Brezniak and Wasserstein, 2002) Por lo tanto la fuerza óptima para el movimiento dental ortodóntico, con menor probabilidad de RRE, debe ser de  $7-26 \text{ g/cm}^2$  en el área de la superficie de la raíz. (Chan and Darendeliler, 2005)

En movimientos ortodónticos correctos, se debe lograr el mayor movimiento dentario con fuerzas leves compatibles con la vitalidad de las células del ligamento periodontal y

con una remodelación ósea alveolar a partir de un mecanismo de reabsorción frontal. (Tortolini and Fernández, 2011) Sin embargo, el concepto de nivel de fuerza es un tema controversial, ya que no existen mediciones exactas para esto. Por ejemplo, hay quienes prefieren el uso de fuerzas ligeras para lograr un movimiento dental. (Montasser et al. 2013, Weiland, 2010)

La aplicación de fuerzas sobre un diente para producir movimiento tiene algunos riesgos como la reabsorción radicular externa (RRE), que consiste en la disminución o acortamiento del ápice radicular, el cual, es un proceso patológico que se inicia por un estímulo externo que avanza desde el cemento hacia la dentina y que afecta la superficie externa o lateral de un diente. (Herrera, 2013)

Las fuerzas continuas y pesadas como las ocasionadas por los alambres rectangulares producen más RRE por la fricción que generan y la incapacidad del ligamento de recuperarse. La mayoría de los estudios muestra que la severidad de la reabsorción está directamente relacionada con la duración del tratamiento. Se ha reportado que un buen porcentaje de los pacientes en tratamiento mostraron alguna reabsorción después de varios años de tratamiento activo.

De ello se deduce que cada año de tratamiento, se puede suponer una pérdida de 0.9mm de longitud radicular. (Lozano and Rojas, 2009)

Existen 3 tipos de RRE:

A. Reabsorción superficial: Es un proceso auto limitado que afecta a pequeñas áreas de la superficie externa de la raíz, seguida de una reparación espontánea provenientes de zonas intactas del ligamento periodontal.

B. Reabsorción inflamatoria: Donde la inflamación llega a los túbulos dentinarios del tejido pulpar necrótico con una zona afectada invadida de leucocitos.

C. Reabsorción reparadora: Donde el hueso sustituye el material dental afectado lo que deriva en anquilosis.

Predecir su aparición es muy difícil debido a que, aunque existen factores que pueden influir, siempre existe una susceptibilidad individual para desarrollar lesiones apicales. (De Echave and Argote, 2002)

La reabsorción radicular asociada al tratamiento de ortodoncia es del tipo superficial o reparadora. Las lagunas de reabsorción se presentan mayoritariamente en el lado de la presión y rara vez en el de tensión. Después de aplicar la fuerza, las lagunas tardan de 10 a 35 días en aparecer, éstas rompen los límites del cemento y se propagan invadiendo la dentina en profundidad que en la superficie formando verdaderas grietas en la raíz. (Alzamora, 2000)

La RRE cuenta con múltiples factores etiológicos. Se puede presentar por estímulos a los tejidos, como puede ser la presión durante los movimientos ortodónticos, los procesos infecciosos, ciertas enfermedades sistémicas, factores genéticos, farmacológicos, género, raza, vitalidad dental, tipo de aparatología, severidad de la maloclusión. (Vázquez, 2007; Márquez et al. 2012, Lozano and Rojas, 2009) Se ha reportado que los movimientos dentales después del tratamiento de ortodoncia pueden estar asociado con una mayor severidad de la reabsorción de la raíz. (Yu et al. 2013)

La clasificación de RRE es:

Grado 0: Sin existencia de reabsorción.

Grado 1: Reabsorción mínima, contorno radicular irregular.

Grado 2: Reabsorción moderada, acortamiento radicular no superior a 2mm de la longitud radicular.

Grado 3: Reabsorción severa, entre 2 mm y 1/3 de la longitud radicular.

Grado 4: Reabsorción extrema, pérdida radicular superior a 1/3 radicular.

En pacientes de ortodoncia suele presentarse en mayor proporción la mínima o moderada. (Levander and Malmgren, 1988)

El 16.5 % de los pacientes que usan o usaron tratamiento de ortodoncia, tienen alrededor de 1 mm de reabsorción en los incisivos superiores. Por lo que se ha observado que estos órganos dentarios son los más susceptibles a este padecimiento. (Viazis 1995) Lo mencionado anteriormente, puede deberse a la morfología cónica de sus raíces, ya que son los dientes que más se desplazan durante el tratamiento ortodóntico, ya sea por motivos oclusales, funcionales o estéticos. (Lozano and Rojas, 2009) En el estudio realizado por Blake, en donde midió la RRE en 63 pacientes, encontraron mayor grado de reabsorción en dientes maxilares que en mandibulares ( $p < 0.05$ ). (Blake, Woodside and Pharoah 1995) Cuando se compara la RRE entre dientes anteriores y posteriores, se ha observado que los más afectados son los dientes anteriores (se reabsorben un promedio más de 1.4 mm). La mayor reabsorción se observó en incisivos laterales superiores y en dientes con forma anormal de la raíz por ejemplo pipeta, puntiaguda o dilacerada. Por otro lado, los pacientes adultos experimentaron más reabsorción que los niños en el segmento

anterior mandibular. Sin embargo, no reportó diferencias ni en la incidencia ni en la gravedad de la reabsorción radicular entre pacientes masculinos y femeninos. (Sameshima and Sinclair, 2001) El tiempo del tratamiento de ortodoncia, juega un papel muy importante en el desarrollo de RRE, ya que se ha observado que después de los 3 primeros meses, se detectó reabsorción de la raíz apical pero sólo en pocos dientes y el número había aumentado significativamente después de 6 meses. Y también encontró que la RRE en dientes con ápices romos y en forma de pipeta. (Levander, Bajka and Malmgren, 1998)

Otro factor de riesgo presuntivo, es la extracción de órganos dentarios previas al tratamiento de ortodoncia, ya que existe evidencia con un promedio de RRE de 0.43 mm en pacientes con varios dientes extraídos y pacientes que no han sido sometidos a este tratamiento, presentan un promedio de RRE de 0.31 mm. (Travess, Roberts-Harry and Sandy 2004) Otros autores, también han observado que los dientes incisivos superiores de pacientes con extracciones premolares demostraron significativamente más RRE al compararlos con los pacientes sin extracciones. (Blake et al. 1995, McNab et al. 2000) Pero por otro lado hay autores como Herrera que ha reportado que no existe mayor grado de RRE en tratamientos de ortodoncia con extracciones vs tratamientos libres de extracciones. (Guadalupe, Armando and Arcelia, 2015)

La reabsorción radicular tiene dos fases; un estímulo y una re-estimulación. Durante el estímulo, se afectan los tejidos no mineralizados como el precemento o el tejido cementoide que cubre la superficie externa de la raíz. Este estímulo puede ser de tipo mecánico (trauma dental o tratamiento ortodóncico) o químico (blanqueamiento). El tejido mineralizado expuesto, es colonizado por células multinucleadas, las cuales, inician el proceso de reabsorción. Sin embargo, si no hay una estimulación futura de las células

de reabsorción, el proceso finalizará espontáneamente; la reparación con cemento ocurrirá a las dos o tres semanas si la superficie afectada no involucra una gran área. Si la superficie afectada es amplia, las células tienen capacidad de invadir la raíz antes de que los cementoblastos colonicen la superficie y generen la anquilosis.

En la segunda fase, la continuación del proceso de reabsorción es dependiente de una estimulación continua de las células odontoclásticas por infección o presión. Se han señalado muchos factores que intervienen en la reabsorción radicular por estímulos mecánicos como la ortodoncia, la cual, es considerada un micro trauma para el ligamento periodontal y tejidos adyacentes. (Uribe, 2010)

En los dientes sometidos a ortodoncia, la RRE se origina con factores biológicos y mecánicos; la mayoría de los estudios niegan una correlación entre la reabsorción radicular y el género, pero hay indicios que señalan a las mujeres como más susceptibles de sufrir reabsorción radicular, posiblemente por los cambios hormonales constantes. (Lozano and Rojas, 2009)

Durante el tratamiento, los dientes reciben fuerzas que los mueven en los tres planos del espacio. De este modo, podemos diferenciar entre: movimiento del hueso alveolar en dirección transversal, en dirección anteroposterior, vertical y movimientos dentales como inclinación. Para todo esto, el ortodoncista debe tener conocimiento para determinar las mejores fuerzas de vector y alcanzar el correcto posicionamiento de los dientes. (Roque et al. 2015)

La tomografía axial computarizada detecta resorciones radiculares inducidas ortodónticamente, localizadas en vestibular o lingual que no se detectarían con las técnicas



convencionales, sin embargo, sus costos limitan su empleo sistemático en las clínicas y en instituciones públicas. Por otro lado, las radiografías periapicales son precisas para determinar las lesiones antes del tratamiento y se recomiendan cuando no se observan bien las raíces o coexisten otros factores de riesgo para la reabsorción radicular. Finalmente, se ha demostrado que la radiografía panorámica detecta de manera precisa las lesiones al final del tratamiento y su costo es accesible. (Costopoulos and Nanda, 1996)

Un principio esencial de cualquier tratamiento de ortodoncia es obtener radiografía panorámica o radiografías periapicales cada 6 meses desde que se inicia el tratamiento para detectar la RRE a tiempo, ya que radiográficamente se pueden observar infecciones periapicales, fracturas dentales, reabsorciones radiculares previas, raíces en forma de pipetas que permitan interpretar mejor los eventuales cambios posteriores. (Margarita, 2005)

Para poder observar lesiones periapicales en una radiografía panorámica digital, se obtuvo una sensibilidad de 88.7%, una especificidad de 88.6%, un valor predictivo positivo de 92.2% y un valor predictivo negativo de 83.8% por lo que son valores aceptables. (Neyra, 2014)

En el estudio realizado por Apajalahti, observó que existe una correlación entre la duración del tratamiento de ortodoncia y el grado de reabsorción de la raíz apical. Además, mencionó en su conclusión que la radiografía panorámica es el método de elección para evaluar los cambios en la longitud de la raíz en la práctica de ortodoncia. (Apajalahti and Peltola, 2007)

Existen varias diferencias al comparar un tratamiento de ortodoncia de ligado convencional y un tratamiento de autoligado.

Actualmente, está comprobado que los brackets de acero inoxidable de autoligado generan menor fuerza friccional estática y cinética en comparación con los brackets convencionales de acero inoxidable. Sin embargo, ambos han mostrado aumento de fuerzas friccionales a medida que aumenta el grosor del arco. (Cacciafesta et al. 2003) La utilización de brackets de autoligado, unida a alambres de última generación, ejerce una fuerza menor que fuerza que se genera por un sistema de fuerzas convencional. Lo anterior, evita la aparición de zonas de hialinización y reabsorción indirecta. (Mavreas, 2008)

Por lo anteriormente expuesto, surge la necesidad de comparar dos técnicas de tratamientos de ortodoncia para poder observar el comportamiento de la RRE entre técnicas ortodónticas.

## **7.2 Antecedentes Específicos**

Pandis comparó la reabsorción entre tratamiento de autoligado y convencional, pero, no encontró diferencias en la cantidad de RRE entre los sistemas. La edad, el sexo y las extracciones no fueron factores predictivos confiables. Sin embargo, obtuvo una asociación positiva entre RRE y la duración del tratamiento. (Pandis et al. 2008)

Herrera comparó la RRE en dos tipos de prescripciones; Roth y MBT. Pudo observar que, en ambas técnicas, con y sin extracción y en todos los dientes hubo RRE. En ambas técnicas el órgano dentario más afectado fueron los incisivos superiores, en la

arcada inferior con la prescripción MBT, los más afectados fueron centrales y laterales derechos. Sin embargo, al buscar una correlación entre la RRE y las técnicas Roth y MBT, no existió ( $p > 0.05$ ), tampoco con el género ( $p > 0.05$ ). (Guadalupe et al. 2015)

En otro estudio, comparó la RRE entre la técnica estándar y la técnica MBT y observó que en pacientes tratados con la técnica MBT la RRE se encontró en el 18.26% ( $n=321$ ) de los dientes tratados mientras que con la otra técnica el 14.82% ( $n=416$ ) de los dientes analizados ( $p < .05$ ). Los pacientes masculinos tuvieron una tasa más alta de RRE en comparación a las mujeres con diferencia estadísticamente significativa ( $p < .05$ ). Con lo que concluyó la RRE en la técnica MBT fue mayor que la técnica estándar. (Zahed Zahedani et al. 2013)

En el estudio realizado por González, comparó la RRE en cuatro técnicas de ortodoncia; Arco de canto ( $n= 40$ ), MBT ( $n= 56$ ), Ricketts ( $n= 48$ ) y Roth ( $n= 32$ ). Sin embargo, se dicotomizó la variable para su análisis; Arco de canto ( $n=40$ ) y técnicas pre-ajustadas ( $n=136$ ). En el 68.2% de los dientes analizados, se presentaron cambios en la forma del contorno radicular a los 12 meses. En cuanto al grado de reabsorción dental de acuerdo con la escala de Levander and Malmgren, se encontró grado 1 en el 8.5% de los dientes evaluados y grado 2 en el 2.8%. Al evaluar la asociación entre la incidencia acumulada de RRE con las técnicas ortodónticas usadas, se observó mayor riesgo en la técnica de Arco de canto con respecto a las Pre-ajustadas ( $RR=3.29$ ; IC 95%; 1.25-8.65). (González et al. 2012)

Jianru se dedicó a realizar una revisión sistemática y un metaanálisis acerca de la RRE entre tratamiento ortodóntico de autoligado y convencional. La RRE de los incisivos centrales superiores en el grupo de brackets de autoligado fue significativamente inferior

a la del grupo de brackets convencionales (-0.31; 95% CI: -0.60 a -0.01). Sin embargo, no hay diferencias significativas en otros órganos dentarios. Por lo que concluyó que no existen las evidencias suficientes para decir que el tratamiento con brackets autoligados, no superan a los brackets convencionales en la reducción de RRE. (Jianru et al. 2016)

Todos los estudios anteriores, las mediciones fueron realizadas en radiografías panorámicas, sin embargo, solo existe un artículo en donde se comparó la técnica MBT en sus dos vertientes; autoligado y convencional. Jacobs también comparo la RRE en sistema de autoligado y el convencional. Encontró RRE en el 4.5 % del grupo de pacientes tratados con el sistema convencional solo el 3.0 en el grupo de pacientes tratados con el sistema de autoligado. Analizó en total 1704 dientes de los cuales 1112 fueron tratados con el sistema de autoligado y el 0.3% presentó RRE, mientras que 592 con sistema convencional, el 0.5% presentó RRE. Concluyó que no existe diferencia entre ambos sistemas respecto a la incidencia de RRE. (Jacobs et al. 2014)

## **8. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **8.1 Diseño Del Estudio**

Observacional, comparativo, longitudinal, retrolectivo, homodémico.

### **8.2 Ubicación espacio - temporal**

El estudio se llevó a cabo en la Facultad de Estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) en el periodo comprendido entre enero y diciembre 2018.

### **8.3 Marco muestral**

La muestra se conformó por 116 radiografías de pacientes que acudieron al servicio de ortodoncia de la Facultad de Estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

### **8.4 Tamaño de la muestra y muestreo**

El muestreo utilizado para la presente investigación fue por conveniencia. No se encontró la bibliografía adecuada para poder realizar el cálculo del tamaño de la muestra de acuerdo con la proporción encontrada con anterioridad.

## **8.5 Criterios de Selección**

### **Criterios de inclusión**

- ❖ Expedientes de pacientes entre 10 y 60 años
- ❖ De cualquier sexo
- ❖ Sin evidencia de reabsorción radicular externa en radiografías panorámicas pretratamiento
- ❖ Expedientes de pacientes que cuenten con radiografía panorámica pre y post tratamiento.
- ❖ Sin historial de traumatismo dental
- ❖ Raíces de incisivos centrales sin dilaceraciones y libres de caries.
- ❖ Expedientes de pacientes tratados con técnica MBT con brackets convencionales y con brackets de autoligado.
- ❖ Expedientes de pacientes diagnosticados con maloclusión Clase I, con apiñamiento leve a moderado
- ❖ Sin extracciones en el plan de tratamiento.

### **Criterios de exclusión**

- ❖ Expedientes de pacientes con tratamiento ortodóntico previo
- ❖ Caninos impactados
- ❖ Expedientes de mujeres embarazadas
- ❖ Formación radicular incompleta

- ❖ Expedientes de pacientes con antecedentes de asma
- ❖ Expedientes de pacientes con enfermedades sistémicas como diabetes
- ❖ Expedientes de pacientes con hábitos parafuncionales; onicofagia y deglución atípica
- ❖ Expedientes de pacientes que fuman actualmente
- ❖ Expedientes de pacientes con dientes tratados endodónticamente
- ❖ Expedientes de pacientes con antecedentes de tabaquismo
- ❖ Expedientes de pacientes con signos y síntomas de gingivitis/periodontitis
- ❖ Expedientes de pacientes que en la radiografía lateral de cráneo presentaran un ángulo palatal diferente entre  $68^{\circ}$  y  $72^{\circ}$  para incisivos superiores. Para los incisivos inferiores que tuvieran un ángulo diferente entre  $88^{\circ}$  y  $92^{\circ}$  (IMPA).

#### **Criterios de eliminación**

- ❖ Expedientes de pacientes con radiografías de mala calidad y que propicie la dificultad para identificar la anatomía de los órganos dentarios.

### 8.6 Definición de las variables y escalas de medición

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	VALORES
<b>DEPENDIENTE</b>				
Reabsorción Radicular Externa	Mecanismo patológico que aparece a nivel de la raíz.	Diferencia de la longitud de la raíz pre y post tratamiento de ortodoncia	Dimensional numérica continua	Milímetros
<b>INDEPENDIENTES</b>				
Técnica de ortodoncia	Empleada por el ortodoncista con el fin de llevar a cabo la corrección de malposiciones dentales.	Se define como el tipo de brackets que se usará en la ortodoncia MBT	Cualitativa dicotómica	Convencional Autoligado



<p>Edad</p>	<p>La edad cronológica es la que va desde el nacimiento hasta la edad actual de la persona. Proporciona sólo una idea aproximada de la edad biológica del individuo.</p>	<p>Años de vida cumplidos</p>	<p>Dimensional numérica discreta</p>	<p>Años</p>
<p>Sexo</p>	<p>Distingue las características atribuidas a hombre y mujer</p>	<p>El sexo reportado en la historia clínica</p>	<p>Cualitativa dicotómica</p>	<p>Hombre Mujer</p>

## 2. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS

Se realizó la recolección de expedientes y radiografías panorámicas de pacientes que iniciaron su tratamiento ortodóntico en la clínica del posgrado de ortodoncia de la Benemérita Universidad Autónoma del Estado de Puebla. Dichas radiografías fueron tomadas con el aparato rayos X Digital Vatech Sc – Panorámico y Scan Ceph y reveladas en la Impresora térmica marca AGFA modelo Drystar5302.

Se conformaron dos grupos de estudio; un grupo de pacientes con aparatología convencional de slot 0.022” de prescripción MBT; y otro grupo con aparatología de autoligado, de slot 0.022” de la misma prescripción.

La secuencia de los arcos usados tanto para el grupo convencional como para el de autoligado, debió ser la misma; se inició con arcos 0.014” NiTi, 0.016” NiTi, y 0.018 de acero. También se utilizaron alambres de 0.016 x 0.022 de acero y NiTi. El grupo con aparatología convencional utilizaron módulos elásticos.

Se llevó a cabo la estandarización del investigador que midió todas las radiografías durante el estudio. El estándar de referencia fue un ortodoncista del mismo posgrado. Se realizó el cálculo de correlación intraclase por medio de alfa de Cronbach intraobservador 0.89 ( $p < 0.00$ ) e interobservador 0.91 ( $p < 0.00$ ) en la medición de 20 radiografías para dicho proceso.

Se midieron los ángulos palatal e IMPA, para verificar los valores y tomarlos como se estipula en los criterios de selección.

Se realizó la medición longitudinal en los 4 incisivos; centrales superiores como en los centrales inferiores en las radiografías pretratamiento y a los 18 meses de tratamiento.

Para hacer las mediciones, se tomaron como referencia dos puntos:

PUNTO 1: Borde Incisal.

PUNTO 2: Ápice.

Se trazó una línea de la unión dento-esmalte-vestibular-mesial a la unión dento-esmalte-lingual-distal para usarlo de guía en la medición. Se midió con una línea longitudinal que va del punto 1 a intersección de una línea trazada transversalmente con punto 2. Dichas medidas se realizaron con regla milimétrica y el trazo se realizó con un portaminas calibre 0.3mm. Las medidas en milímetros se vaciaron en Excel y posterior a eso se pasaron a la base de datos en el programa SPSS V. 23.

### **3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se utilizó estadística descriptiva, para variables cualitativas, además se expresaron con porcentaje. Para variables numéricas se utilizaron medidas de tendencia central, de dispersión.

Se utilizó la prueba de Kolmogorov Smirnov para valorar la distribución de las variables.

Para comparar entre los grupos se usó la prueba T de student para variables numéricas con distribución Gaussiana y U de Mann-Whitney para variables con distribución no Gaussiana.

Para determinar la diferencia entre los promedios de los grupos de estudio se utilizará la prueba t de student pareada. Para la asociación se usó la correlación de Spearman. Las pruebas estadísticas se interpretaron con un valor significativo menor a 0.05.

## **11. ASPECTOS ÉTICOS**

Esta investigación se realizó conforme a los principios éticos del Consejo de Organizaciones Internacionales de Ciencias Médicas en colaboración con la Organización Mundial de la Salud: CIOS/OMS (2002); y a parámetros de investigación médica manifestados por la Asociación Médica Mundial.

Esta investigación también se realizó conforme a las consideraciones éticas mantenidas bajo todas las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SSA3-2012, del expediente clínico. La norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012 que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos, Norma técnica 313 para la presentación de proyectos e informes técnicos de investigación en las instituciones de atención a la salud.

Declaración de Helsinki de la asociación médica mundial: principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Asamblea general, Tokio 2004.

## 12. RESULTADOS

La descripción de la población en el estado basal en los dos grupos fue similar en cuanto a la edad ya que oscilaba entre los 19 y 23 años. También el apiñamiento fue parecido entre los dos grupos sin diferencias estadísticamente significativas. En cuanto al sexo, en ambos grupos, fue más del 50% mujeres. (Cuadro 1)

**Cuadro 1. Características de la muestra estudiada**

	Convencional (n= 52)	Autoligado (n= 64)	<i>p</i>
	Media (de)	Media (de)	
<b>Edad (años)</b>	19.65 (7.54)	23.17 (11.51)	0.264*
<b>Apiñamiento</b>	-4.019 (1.93)	-4.125 (1.84)	0.765**
<b>Sexo</b>	n (%)	n (%)	
<b>Femenino</b>	29 (55.8)	39 (60.9)	0.705***
<b>Masculino</b>	23 (44.2)	25 (39.1)	

\* *U de Mann-Whitney*

\*\* *T de student*

\*\*\* *Ji Cuadrada*

Al comparar la reabsorción radicular externa en pacientes de prescripción MBT con brackets convencionales y con brackets de autoligado, se observó; que la reabsorción fue mayor en pacientes con brackets convencionales en ambas arcadas, y los incisivos

superiores fueron los más afectados, sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas. (Cuadro 2)

**Cuadro 2. Reabsorción radicular externa brackets convencionales y autoligado**

	Convencional (n= 52)			Autoligado (n= 64)			<i>p</i>
	Media(d.e.)	Md	Recorrido	Media(d.e.)	Md	Recorrido	
<b>Superior</b>	1.39(1.99)	0	8	1.24(1.72)	0	7	0.781*
<b>Inferior</b>	1.24(1.90)	1.000	9	.94(1.25)	.250	6	0.741*

\* *U de Mann-Whitney*

Con base en el objetivo específico de comparar la diferencia entre la medición basal y 18 meses después de iniciar el tratamiento de ortodoncia con brackets convencionales y brackets de autoligado, se pudo observar que en ambos tipos de aparatología fija se encontró RRE, en la arcada superior e inferior con diferencias estadísticamente significativas. (Cuadro 3)

**Cuadro 3. Medida radicular basal y 18 meses después de tratamiento de ortodoncia**

	Convencional (n= 52)						Autoligado (n= 64)							
	Basal			18 meses			*p	Basal			18 meses			*p
	Media (d.e.)	Md	Rcrr	Media (d.e.)	Md	Rcrr		Media (d.e.)	Md	Rcrr	Media (d.e.)	Md	Rcrr	
<b>Superior</b>	24.45 (3.56)	24	16	23.05 (3.67)	23	16	<0.00	23.71 (2.88)	24	13	22.47 (3.10)	23	14	<0.00
<b>Inferior</b>	21.03 (2.98)	21	17	19.79 (2.98)	20	17	<0.00	21.07 (2.07)	21	12	20.13 (1.98)	20.5	11	<0.00

*\*Prueba de Wilcoxon*

En respuesta al segundo objetivo específico de comparar la reabsorción radicular externa por sexo en cada uno de los grupos, se observó que el sexo no tiene ningún impacto en la RRE ya que no hubo diferencias estadísticamente significativas. (Cuadro 4)



**Cuadro 4. Comparación de la reabsorción radicular externa por sexo**

	Convencional (n= 52)							Autoligado (n= 64)							
	Mujer (n=29)			Hombre (n=23)				*p	Mujer (n=39)			Hombre (n=25)			
	Media (d.e.)	Md	Rcrr	Media (d.e.)	Md	Rcrr	Media (d.e.)		Md	Rcrr	Media (d.e.)	Md	Rcrr		
<b>Superior</b>	1.224 (1.62)	1	7	1.609 (2.40)	.000	8	.968	1.321 (1.65)	1	6	1.120 (1.85)	.000	7	.373	
<b>Inferior</b>	1.431 (1.98)	1	9	1 (1.80)	0	6	.136	.949 (1.39)	.000	6	.940 (1.02)	1	3	.583	

\* *U de Mann-Whitney*

Finalmente, en respuesta al tercer objetivo específico; determinar la asociación de reabsorción radicular externa y el apiñamiento, se puede observar que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, por lo tanto, dicha asociación no existe. (Cuadro 5)

**Cuadro 5. Asociación entre el apiñamiento y RRE**

	Convencional (n= 52)		Autoligado (n= 64)	
	Rho	*p	Rho	*p
<b>Superior</b>	.053	.707	-.037	.769
<b>Inferior</b>	-0.049	.731	-0.048	.705

\**Correlación de Spearman*

### 13. DISCUSIÓN

La reabsorción radicular externa es una de las consecuencias con mayor frecuencia en cualquier tratamiento de ortodoncia, varios autores en diversos estudios han confirmado tal aseveración en sus diversos estudios Pandis en la Universidad en Berna, Suiza; estudió a 96 pacientes, analizó radiografías panorámicas pre y postratamiento ortodóntico, comparó brackets convencionales y de autoligado. (Pandis et al. 2008) Herrera en la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México, analizó 55 panorámicas pre y postratamiento de ortodoncia. Comparo la prescripción Roth y MBT. (Herrera, 2015) Jianru realizó una revisión sistemática y metaanálisis de estudios que han comparado brackets de autoligado y convencionales. 7 estudios fueron incluidos en la revisión sistemática mientras que los datos de 5 de ellos se agruparon para el metaanálisis con un total de 553 radiografías analizadas, tanto radiografías panorámicas como radiografías periapicales. (Jianru et al. 2016) Zahed analizó 127 pacientes en Irán, en total 737 radiografías periapicales con la técnica paralelismo. 76 pacientes fueron tratados con la técnica convencional y 51 prescripción MBT. (Zahed Zahedani et al. 2013) Jacobs estudió 213 los expedientes de pacientes con tratamiento ortodóntico con prescripción MBT con brackets convencionales y de autoligado, lo anterior en radiografías panorámicas en Estados Unidos. (Jacobs et al. 2014). Todos los estudios anteriormente mencionados tuvieron como objetivo comparar la longitud antes y después de tratamiento de ortodoncia, en la presente investigación se analizaron 116 expedientes de pacientes con tratamiento ortodóntico MBT, de los cuales 52 de ellos usaron brackets convencionales y 64 tuvieron brackets de autoligado. Se midieron las radiografías panorámicas como la mayoría de los estudios mencionados.

Pandis comparó un tratamiento convencional y autoligado, y mencionó que no existió una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, además que el sexo tampoco marcó diferencias para asumir que es un factor de riesgo (Pandis et al. 2008) mismos datos que se reportan en los resultados de la presente investigación, ya que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, ni tampoco un valor significativo al comparar por sexo.

En el estudio realizado por Herrera, observó que en la comparación de dos técnicas; Roth y MBT, en todos los dientes hubo RRE. En la presente investigación se comparó de la prescripción MBT dos tipos de aparatología fija; convencional y de autoligado, y en los dos grupos también se encontró en todos los dientes RRE. Herrera reportó que los dientes más afectados fueron los incisivos superiores (Herrera Chávez) en los resultados del presente estudio, de manera descriptiva, también se observó mayor RRE en la arcada superior en los dos tipos de brackets.

Jianru, en su metaanálisis reportó que los brackets de autoligado ocasionan menor RRE respecto a los tratamientos convencionales. (Jianru et al. 2016), de igual manera, en la presente investigación se observó la aparatología fija de autoligado, presentó menos RRE.

Cuando Herrera buscó correlación de la RRE con el sexo no la encontró, resultado similar en lo reportado en la presente investigación. (Herrera, 2015). Sin embargo Zahed encontró una tasa más alta de RRE en el sexo masculino respecto al femenino con diferencia estadísticamente significativa. (Zahed Zahedani et al. 2013)

Jacobs también comparó el comportamiento de la RRE en el tratamiento de ortodoncia con prescripción MBT con brackets convencionales y de autoligado y concluyó que no existe diferencia entre ambos sistemas. (Jacobs et al. 2014) Misma conclusión a la que se llegó en el presente estudio, ya que tampoco hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambas técnicas dentro la prescripción MBT.

## 14. CONCLUSIÓN

De acuerdo con la hipótesis del presente trabajo de investigación, se puede concluir que

1.- La reabsorción radicular externa en pacientes con prescripción MBT con brackets convencionales es similar a la reabsorción radicular externa en pacientes con prescripción MBT con brackets de autoligado.

2.- La reabsorción radicular externa en los dos tipos de aparatología fija reportó diferencias estadísticamente significativas en ambas arcadas, por lo tanto, no disminuye ni aumenta de acuerdo al tipo de brackets que se utilicen en los tratamientos ortodónticos.

3.- También se puede concluir que ni el sexo ni el apiñamiento, representan un factor de riesgo para presentar mayor reabsorción radicular externa.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- Alzamora, T. S. (2000) Factores de riesgo que predisponen a la reabsorción radicular durante el tratamiento ortodóncico. *Rev Esp Ortod*, 30, 351-363.
- Apajalahti, S. & J. S. Peltola (2007) Apical root resorption after orthodontic treatment—a retrospective study. *European Journal of Orthodontics*, 29, 408-412.
- Blake, M., D. G. Woodside & M. J. Pharoah (1995) A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with the edgewise and Speed appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 108, 76-84.
- Brezniak, N. & A. Wasserstein (2002) Orthodontically Induced Inflammatory Root Resorption. Part II: The Clinical Aspects. *The Angle Orthodontist*, 72, 180-184.
- Cacciafesta, V., M. F. Sfondrini, A. Ricciardi, A. Scribante, C. Klersy & F. Auricchio (2003) Evaluation of friction of stainless steel and esthetic self-ligating brackets in various bracket-archwire combinations. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 124, 395-402.
- Canut, J. A. 2000. *Ortodoncia Clínica Y Terapéutica*. Barcelona, España: Elsevier Masson.
- Chan, E. & M. A. Darendeliler (2005) Physical properties of root cementum: Part 5. Volumetric analysis of root resorption craters after application of light and heavy orthodontic forces. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 127, 186-195.

- Costopoulos, G. & R. Nanda (1996) An evaluation of root resorption incident to orthodontic intrusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 109, 543-548.
- De Echave-Krutwig, M. & I. Argote-Ilardia (2002) El tratamiento ortodóncico y la reabsorción radicular. Revisión bibliográfica. *Rev Esp Ortod*, 32, 325-331.
- González Martínez, F., V. Robles Guiza, L. Rivero Fuentes, M. M. Palis Martelo & J. Pulido Ramos (2012) Reabsorción radicular inflamatoria en sujetos con tratamiento ortodóncico. Cartagena (Colombia). *Inflammatory root resorption in orthodontic treatment subjects. Cartagena (Colombia)*. 28, 382-390.
- Guadalupe, H. C. M., M. F. Armando & M. O. Arcelia (2015) Apical root resorption incidence in finished cases of the Orthodontics Department of the Postgraduate Studies and Research Division of the Faculty of Dentistry, UNAM, during the 2010-2012 period. *Revista Mexicana de Ortodoncia*, 3, 175 - 184.
- Guercio de Dinatale, E. (2001) Biología del movimiento dentario ortodóncico: Revisión de conceptos. *Acta odontológica Venezolana*, 39, 61-65.
- Herrera Chávez, M. G. Incidencia de reabsorción radicular en pacientes terminados del Departamento de Ortodoncia de la División de Estudios de Postgrado e Investigación de la Facultad de Odontología UNAM, en el periodo 2010-2012. *Revista Mexicana de Ortodoncia*, 3.
- Jacobs, C., P. F. Gebhardt, V. Jacobs, M. Hechtner, D. Meila & H. Wehrbein (2014) Root resorption, treatment time and extraction rate during orthodontic treatment with self-ligating and conventional brackets. *Head & Face Medicine*, 10, 1-17.

- Jianru, Y., L. Meile, L. Yu, L. Xiaobing & Z. Zhihe (2016) Root resorption during orthodontic treatment with self-ligating or conventional brackets: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*, 16, 1-8.
- Levander, E., R. Bajka & O. Malmgren (1998) Early radiographic diagnosis of apical root resorption during orthodontic treatment: a study of maxillary incisors. *European Journal of Orthodontics*, 20, 57-63.
- Levander, E. & O. Malmgren (1988) Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. *The European Journal of Orthodontics*, 10, 30-38.
- Lozano-Chourio, M. A. & A. L. R. Rojas (2009) Reabsorción radicular en ortodoncia: revisión de la literatura. *Universitas Odontológica*, 28, 45-51.
- Margarita, V. (2005) Ortodoncia Interdisciplinar. *Volumen I, España. Editorial Océano. Pág, 3.*
- Mavreas, D. Self-ligation and the periodontally compromised patient: a different perspective. 36-45. Elsevier. 2008.
- McNab, S., D. Battistutta, A. Taverne & A. L. Symons (2000) External Apical Root Resorption Following Orthodontic Treatment. *The Angle Orthodontist*, 70, 227-232.
- Montasser, M. A., T. El-Bialy, L. Keilig, S. Reimann, A. Jäger & C. Bourauel (2013) Force levels in complex tooth alignment with conventional and self-ligating brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 143, 507-514.



- Márquez, J. F., J. M. Castaño, Z. V. Rueda & J. Rendón (2012) Diagnóstico de reabsorción radicular externa en ortodoncia. Una revisión sistemática. *Revista Nacional de Odontología*, 8, 62-75.
- Neyra, P. C. 2014. Sensibilidad y especificidad de cuatro técnicas de diagnóstico radiográfico en lesiones periapicales, 2013”. estudio in vitro., 75. Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo.
- Pandis, N., M. Nasika, A. Polychronopoulou & T. Eliades (2008) External apical root resorption in patients treated with conventional and self-ligating brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 134, 646-651.
- Roque-Torres, G. D., A. Meneses-López, F. Norberto Bóscolo, S. M. De Almeida & F. Haiter Neto (2015) La tomografía computarizada cone beam en la ortodoncia, ortopedia facial y funcional. *Revista Estomatológica Herediana*, 25, 61-78.
- Sameshima, G. T. & P. M. Sinclair (2001) Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 119, 505-510.
- Tortolini, P. & E. Fernández Bodereau (2011) Ortodoncia y periodoncia. *Avances en odontoestomatología*, 27, 197-206.
- Travess, H., D. Roberts-Harry & J. Sandy (2004) Orthodontics. Part 6: Risks in orthodontic treatment. *British Dental Journal*, 196, 71-77.
- Uribe Restrepo, G. A. (2010) Ortodoncia: teoría y clínica. *Medellín: CIB Corp. Invest. Biol.*
- Viazis, A. D. 1995. *Atlas de ortodoncia: principios y aplicaciones clínicas*. Ed. Médica Panamericana.

- Vázquez, E. C. 2007. *Influencia de las fuerzas oclusales sobre la reabsorción radicular en dientes con enfermedad periodontal*. Univ Santiago de Compostela.
- Weiland, F. (2010) Fuerzas de ortodoncia y reabsorciones radiculares: una revisión. *Rev Esp Ortod*, 40, 69-74.
- Yu, J.-H., K.-W. Shu, M.-T. Tsai, J.-T. Hsu, H.-W. Chang & K.-L. Tung (2013) A cone-beam computed tomography study of orthodontic apical root resorption. *Journal of Dental Sciences*, 8, 74-79.
- Zahed Zahedani, S. M., M. Oshagh, S. Momeni Danaei & S. M. M. Roeinpeikar (2013) A Comparison of Apical Root Resorption in Incisors after Fixed Orthodontic Treatment with Standard Edgewise and Straight Wire (MBT) Method. *Journal of Dentistry (17283426)*, 14, 103-110.