



## 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

*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*

Mónica Guadalupe Herrera Chávez,\* Armando Montesinos Flores,§ Arcelia Meléndez Ocampo<sup>||</sup>

### RESUMEN

**Objetivo:** Determinar el grado de reabsorción radicular de dientes anteriores y posteriores (excepto molares), superiores e inferiores en pacientes tratados en el Departamento de Ortodoncia de la División de Estudios de Postgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la UNAM, terminados en el periodo 2010-2012. **Método:** De 1,125 expedientes se seleccionaron 55 que cumplieron con los criterios, uno de los cuales era que contaran con ortopantomografías pre- y postratamiento tomadas con el ortopantomógrafo del Departamento de Radiología. Asimismo, se recolectó información relacionada con el tratamiento: extracciones versus no extracciones, duración del tratamiento y técnica empleada. En todas las ortopantomografías digitales pre- y postratamiento se midió la longitud total y la longitud coronal de todos los dientes, excepto molares. La información se asentó en una base de datos para aplicar una fórmula para el análisis de reabsorción radicular. **Resultados:** Al comparar el promedio de reabsorción radicular se observó que los incisivos centrales inferiores fueron los más afectados, seguidos por los incisivos laterales superiores. Los que presentaron menor cantidad de reabsorción radicular fueron los primeros premolares. No se encontró asociación entre las variables reabsorción radicular y extracción dentaria, técnica empleada y reabsorción radicular; sexo y reabsorción radicular ( $p > 0.05$ ). **Conclusiones:** Todos los dientes presentaron reabsorción radicular en algún grado. No existe mayor grado de reabsorción radicular en el tratamiento de Ortodoncia con extracciones, respecto al tratamiento sin extracciones. No existe predisposición de género a la reabsorción radicular. Existe mayor riesgo a desarrollar reabsorción radicular en mecánicas ortodóncicas de deslizamiento.

**Palabras clave:** Reabsorción radicular, ortodoncia, ortopantomografía.

**Key words:** Root resorption, orthodontics, panoramic radiograph.

### INTRODUCCIÓN

En ocasiones, el tratamiento de Ortodoncia lleva consigo efectos adversos que deben ser evitados o minimizados; para ello es necesario identificarlos oportunamente para impedir su avance o que lleguen a ser irreversibles.

### ABSTRACT

**Objective:** To determine the degree of apical root resorption of the upper and lower anterior and posterior teeth (except molars) in orthodontically treated patients of the Orthodontics Department of the Postgraduate Studies and Research Division of the Faculty of Dentistry at the National University of Mexico (UNAM) whose treatment was finished during 2010-2012. **Methods:** Out of 1,125 files, fifty-five that met the criteria were selected. One of the criteria was that the files included pre and post-treatment panoramic radiographs taken with the Radiology Department's panorex. Information related with treatment was obtained such as: extraction or non-extraction treatment, treatment duration and employed technique. In all digital pre and post-treatment panoramic radiographs, the total length and the crown length of all teeth except molars were measured. The obtained data was gathered on a database to apply a formula for apical root resorption analysis. **Results:** Upon comparison of the mean apical root resorption it was observed that the most affected teeth were the lower central incisors followed by the upper lateral incisors. The teeth with the least amount of apical root resorption were first premolars. No association was found between the apical root resorption and extractions, employed technique and apical root resorption, gender and apical root resorption variables ( $p > 0.05$ ). **Conclusions:** All teeth exhibited apical root resorption to some degree. Apical root resorption did not increase in extraction treatments in regard to non-extraction treatments. No gender-related preference for apical root resorption was found. There was a positive correlation between sliding mechanics and apical root resorption.

\* Alumna de la Especialidad de Ortodoncia, FO UNAM.

§ Profesor adscrito del Departamento de Ortodoncia de la División de Estudios de Postgrado e Investigación de la Facultad de Odontología.

<sup>||</sup> Jefatura Odontología Preventiva y Salud Pública. Facultad de Odontología. UNAM.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/ortodoncia>

Entre estos efectos adversos se encuentra la reducción de la longitud radicular que se denomina reabsorción radicular (*rr*), ésta se asocia a la aplicación de fuerzas sobre los dientes. En la mayoría de los casos sólo se desarrolla de manera leve y clínicamente no es significativa; sin embargo, cuando la *rr* llega a ser de mayor grado compromete la estabilidad de la dentición.

Es de vital importancia la detección, monitoreo y manejo de la *rr* en el paciente ortodóncico; así como es responsabilidad del ortodoncista comprender los mecanismos involucrados en tal fenómeno.

### ANTECEDENTES

La aplicación de fuerzas sobre un diente para producir su movimiento tiene algunos riesgos, uno de éstos es la *rr* externa, que consiste en la disminución o acortamiento del ápice radicular<sup>1</sup> 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.<sup>2</sup>

La *rr* se clasifica en:

- a. *De superficie*. Es un proceso autolimitante que compromete áreas pequeñas de la superficie radicular, en donde se produce reparación espontánea.
- b. *Inflamatoria*. Presencia de células multinucleadas que colonizan las superficies desprovistas de cemento, que reabsorben la dentina y se dividen en:
  - 1) *Transitoria*. Se presenta cuando el daño es de poca magnitud o duración, generalmente el defecto que produce no se detecta radiográficamente y es reparado rápidamente;
  - 2) *Progresiva*. Se produce por estímulos que duran largos periodos.
- c. *Por reemplazo*. Se produce por una necrosis extensa del ligamento periodontal con formación de hueso en la superficie de la raíz. El hueso reemplaza lentamente el cemento perdido de la superficie radicular y se une al cemento restante produciendo anquilosis.

Las fuerzas que se generan y transmiten en Ortodoncia, ocasionan una reabsorción de superficie, del tipo inflamatoria transitoria.<sup>2,3</sup>

Las primeras descripciones fueron hechas por Pierre Fauchard con aparatología fija de Ortodoncia en el siglo XVII; pero fue hasta 1856, cuando Bytes hizo referencia a la *rr* en dientes permanentes. En 1914, Ottolengui reportó la relación directa de ésta con los tratamientos de ortodoncia.<sup>4</sup>

Su etiología es multifactorial y depende de las características biológicas individuales, la predisposición

genética y el efecto de las fuerzas ortodóncicas.<sup>5,6</sup> Los factores de riesgo se pueden categorizar de acuerdo con los que están relacionados con el paciente o factores biológicos, entre los cuales se encuentran: los factores genéticos,<sup>7</sup> sistémicos,<sup>8-10</sup> edad,<sup>2</sup> estado nutricional,<sup>11</sup> género,<sup>12</sup> raza,<sup>13</sup> factores farmacológicos,<sup>14,15</sup> estructura dentoalveolar,<sup>16,17</sup> hábitos;<sup>18</sup> morfología, tamaño y número dental;<sup>17</sup> vitalidad dental,<sup>2</sup> *rr* previa,<sup>11-23</sup> trauma dentoalveolar previo,<sup>24</sup> infecciones periapicales,<sup>16</sup> factores oclusales<sup>25</sup> y vulnerabilidad específica a la *rr*.<sup>15</sup>

Asimismo, están los factores relacionados con el tratamiento o factores mecánicos que son: tipo de aparatología,<sup>26</sup> tipos de movimiento,<sup>27</sup> tipo y magnitud de las fuerzas,<sup>17</sup> duración del tratamiento,<sup>28</sup> severidad y tipo de maloclusión.<sup>17,29</sup>

El diagnóstico de la *rr* en Ortodoncia se realiza mediante unas radiografías antes, durante y al final del tratamiento<sup>19,30,31</sup> (6-9 meses), una vez colocada la aparatología es aconsejable comprobar que no se esté produciendo *rr*.<sup>30,32</sup> En aquellos dientes de riesgo aumentado, como ápices romos o en forma de pipeta, se recomienda el estudio radiográfico cada tres meses. Para comparar las distintas radiografías, éstas han de ser tomadas mediante la misma técnica radiográfica y con un método estandarizado, pues sólo así el cotejo es fiable.<sup>32</sup> La principal implicación clínica es la movilidad de los dientes afectados y la consiguiente susceptibilidad ante traumatismos oclusales, etcétera.<sup>33,34</sup>

Se distinguen cuatro grados de severidad:<sup>35,36</sup> en el grado 1 se observa un contorno radicular irregular, en el grado 2 hay un acortamiento no superior a 2 mm de la longitud radicular, en el grado 3 la *rr* es aproximadamente de 2 mm o 1/3 de la longitud radicular, y en el grado 4 la pérdida radicular es superior a 1/3 de la raíz. Sin duda, el grado 4 es el que peor pronóstico tiene según la clasificación de Levander (1988).

Se conoce que la progresión de las lesiones provocadas por fuerzas ortodóncicas, una vez retirados los aparatos, se estabiliza. Incluso diez años después de finalizar el tratamiento de ortodoncia la cantidad de pérdida radicular estimada en un principio no aumenta.<sup>33,37</sup>

### OBJETIVOS

#### Objetivo General

Determinar el grado de *rr* de dientes anteriores y posteriores (excepto molares), superiores e inferiores en pacientes tratados en el Departamento de Ortodoncia de la División de Estudios de Postgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la UNAM, terminados en el periodo 2010-2012.

### Objetivos específicos

- Determinar el grado de *rr* de incisivos, caninos y premolares superiores e inferiores en pacientes tratados en el Departamento de Ortodoncia, terminados en el periodo 2010-2012.
- Determinar la *rr* por diente y técnica ortodóncica en dientes superiores e inferiores en pacientes tratados en el Departamento de Ortodoncia, terminados en el periodo 2010-2012.
- Determinar si existe asociación entre *rr* y extracción dentaria en pacientes tratados en el Departamento de Ortodoncia, terminados en el periodo 2010-2012.
- Determinar si existe asociación entre aparatología (Roth, MBT) y *rr* en pacientes tratados en el Departamento de Ortodoncia, terminados en el periodo 2010-2012.
- Determinar si existe asociación entre sexo y *rr* en pacientes tratados en el Departamento de Ortodoncia, terminados en el periodo 2010-2012.

### MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en la División de Estudios de Postgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la UNAM, y la información se obtuvo de los expedientes clínicos pertenecientes a pacientes que fueron tratados y dados de alta en el periodo 2010-2012. El tipo de estudio fue retrospectivo.

Se revisaron 1,125 expedientes, de los cuales se seleccionaron 55 que cumplieron con los siguientes criterios:

#### Criterios de inclusión

1. Ortopantomografías digitales de pacientes tratados en el Departamento de Ortodoncia de la División de Estudios de Postgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la UNAM, los cuales hayan terminado su tratamiento (con o sin extracciones) en el periodo 2010-2012, con Ortopantomografías pre- y postratamiento, tomadas con el Ortopantomógrafo Orthophos G5 (Sirona Dental Systems, Austria) del Departamento de Imagenología.
2. Medida cefalométrica I-PP de  $70 \pm 5^\circ$ .
3. Medida cefalométrica IMPA de  $95^\circ \pm 5^\circ$ .
4. Dentición permanente completa.
5. ANB máximo de  $5^\circ$  (clase II, clase III).
6. Sin terapia periodontal previa.

#### Criterios de exclusión

1. Aquéllos que no cumplieran con los criterios de inclusión.
2. Discrepancia esquelética severa ANB  $> 5^\circ$ .

3. Tratamiento ortodóncico previo.
4. Presencia de dientes con tratamiento de conductos.
5. Pacientes con antecedentes de trauma.

La razón de seleccionar expedientes de pacientes terminados hasta el año 2012 fue debido a que el Ortopantomógrafo fue cambiado en el año 2013.

Se recolectó información sociodemográfica como: nombre, edad y sexo; así como información relacionada con el tratamiento, la cual fue: extracciones vs no extracciones, duración del tratamiento (en meses) y técnica empleada.

En todas las Ortopantomografías digitales pre y postratamiento se midió la longitud total y la longitud coronal de todos los dientes (*Figura 1*), excepto molares; por medio del programa Sidexis 1.51 (Sirona Dental Systems, Austria).

Los datos se fueron vaciando en una hoja de registro para cada paciente (*Anexo 1*), en la cual se asignó un código de identificación para cada una de las mediciones realizadas por diente (*Anexo 2*).

Posteriormente, la información se asentó en una base de datos para aplicar la fórmula propuesta por Linge<sup>18</sup> para el análisis de *rr* en Ortopantomografías, la cual se aplicó a las Ortopantomografías digitales pre- y postratamiento seleccionadas con el fin de eliminar la magnificación.

La fórmula propuesta por Linge<sup>18</sup> es la siguiente:

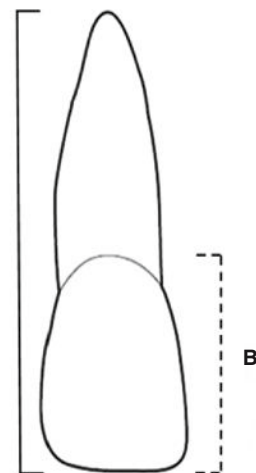
$$RR = \frac{LT1(X) - LT2(X)}{C1(X)} \times C2(X)$$

RR = Reabsorción radicular.

LT1 = Longitud total pretratamiento.

LT2 = Longitud total postratamiento.

C1 = Longitud coronal pretratamiento.



**Figura 1.** Mediciones realizadas en cada diente: **A.** Longitud total, **B.** Longitud coronal.

C2 = Longitud coronal postratamiento.  
X = Medidas obtenidas.

La *rr* es el resultado del producto de la diferencia entre la longitud total pretratamiento y la longitud total postratamiento, y el cociente de dividir la longitud coronal pretratamiento entre la longitud coronal postratamiento.

**RESULTADOS**

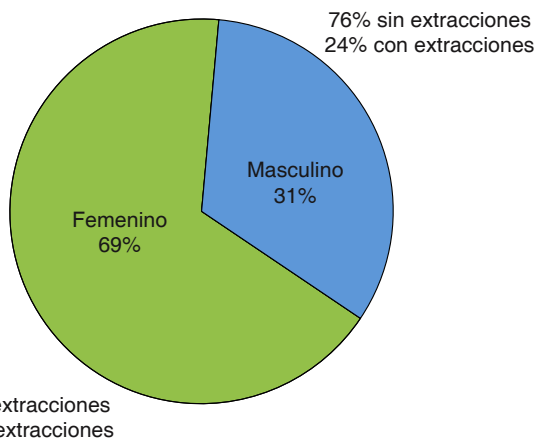
Los datos obtenidos fueron analizados con el programa estadístico SPSS 18 (IBM Company, Hong Kong). Los resultados se presentan en forma descriptiva como promedios y desviaciones estándar.

**Distribución porcentual por género y tratamiento con o sin extracciones**

Del total de expedientes revisados el 69% correspondió al sexo femenino y el 31% al masculino (Figura 2), el promedio de edad fue de 20.6 años (DE = 4.8).

**Duración del tratamiento en meses**

Se observó que en la mayoría de los pacientes la duración del tratamiento fue por más de 19 meses (Cuadro I).



**Figura 2.** Distribución porcentual por género y tratamiento con o sin extracciones.

**Cuadro I.** Porcentaje de pacientes por duración del tratamiento en meses.

Duración del tratamiento	Porcentaje de pacientes (n = 55)
12 meses o menos	12.7% (7)
13 a 18 meses	31% (17)
19 a 24 meses	34.5% (19)
25 meses o más	21.8% (12)

**Tratamiento con o sin extracciones**

Los tratamientos realizados con extracciones fueron un total de 20 y sin extracciones de 35. Se observó que el protocolo de extracciones más utilizado fue de primeros premolares superiores e inferiores (Cuadro II).

**Distribución por tratamiento con o sin extracciones y técnica ortodóncica**

La mayor parte de los tratamientos se realizaron sin extracciones y con la técnica MBT (Figura 3).

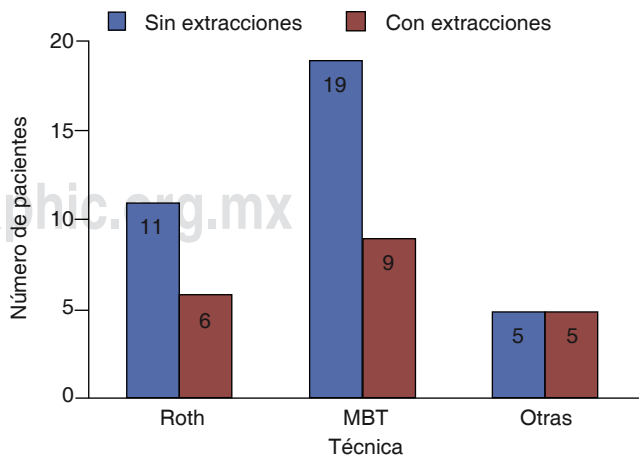
**Reabsorción radicular por diente**

En general, todos los pacientes presentaron *rr*, todos los dientes se encontraron afectados ya fuera en menor o mayor grado.

En los dientes superiores el incisivo lateral superior izquierdo fue el más afectado por la *rr* (Cuadro III).

**Cuadro II.** Distribución de pacientes por dientes elegidos para su extracción.

Tratamiento con extracciones (20 pacientes)	
Dientes extraídos	Número de pacientes
Primeros premolares superiores e inferiores	13
Primeros premolares superiores y segundos inferiores	3
Segundos premolares superiores e inferiores	1
Primeros premolares superiores	2
Primeros premolares inferiores	1



**Figura 3.** Distribución de casos prevalentes por tratamiento con o sin extracciones y técnica ortodóncica.

Con respecto a los dientes inferiores, el que mostró más *rr* fue el incisivo inferior derecho (*Cuadro IV*).

Al comparar el promedio de *rr* tanto de dientes superiores como de inferiores, se observó que los incisivos centrales inferiores fueron los más afectados, seguidos por los incisivos laterales superiores. Los que

**Cuadro III.** Media aritmética de *rr* en dientes superiores.

Diente	Media aritmética de reabsorción radicular (mm)
15	0.64
14	0.47
13	0.8
12	0.91
11	1.11
21	0.99
22	1.26
23	0.63
24	0.43
25	0.59

**Cuadro IV.** Media aritmética de *rr* en dientes inferiores.

Diente	Media aritmética de reabsorción radicular (mm)
45	0.69
44	0.57
43	0.68
42	1.21
41	1.24
31	1.01
32	0.93
33	0.72
34	0.61
35	0.71

presentaron una menor cantidad de *rr* fueron los primeros premolares superiores e inferiores (*Cuadro V*).

**Reabsorción radicular por diente y técnica ortodóncica**

Al identificar en cuáles dientes se presentaron los mayores valores de *rr* en relación con la técnica ortodóncica empleada, se observó que fueron los incisivos superiores en ambas técnicas los más afectados, y los dientes menos afectados fueron los primeros premolares (*Figura 4*).

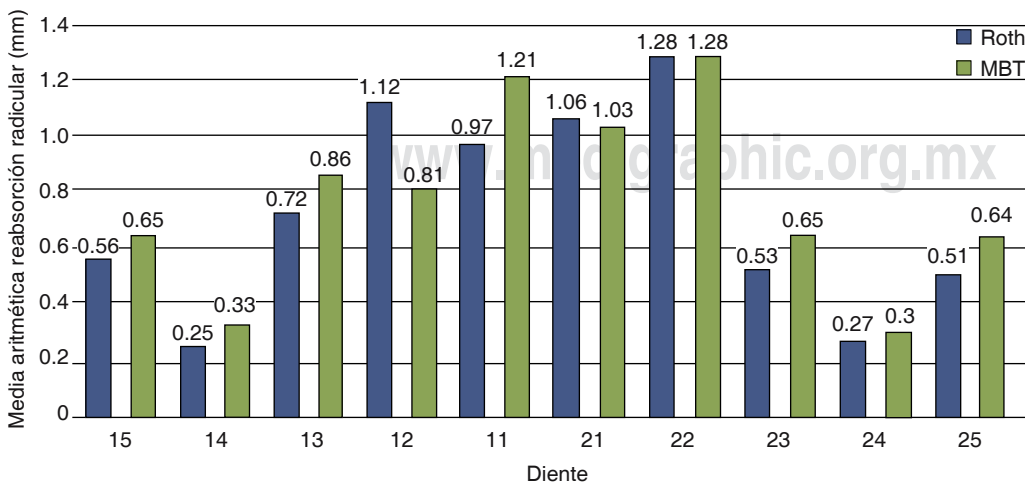
En la arcada inferior se presentó mayor *rr* en los incisivos inferiores con la aparatología MBT, sobre todo en el central y lateral derecho (*Figura 5*).

**Asociación**

Se determinó la asociación entre las variables; en estadística se busca observar la magnitud con la que

**Cuadro V.** Media aritmética de *rr* en dientes superiores e inferiores, ordenada de mayor a menor grado.

Diente	Media aritmética de reabsorción radicular (mm)
Incisivos centrales inferiores	1.12
Incisivos laterales superiores	1.08
Incisivos laterales inferiores	1.07
Incisivos centrales superiores	1.05
Caninos superiores	0.71
Caninos inferiores	0.7
Segundos premolares inferiores	0.7
Segundos premolares superiores	0.61
Primeros premolares inferiores	0.59
Primeros premolares superiores	0.45



**Figura 4.**

Media aritmética de *rr* en dientes superiores por aparatología.

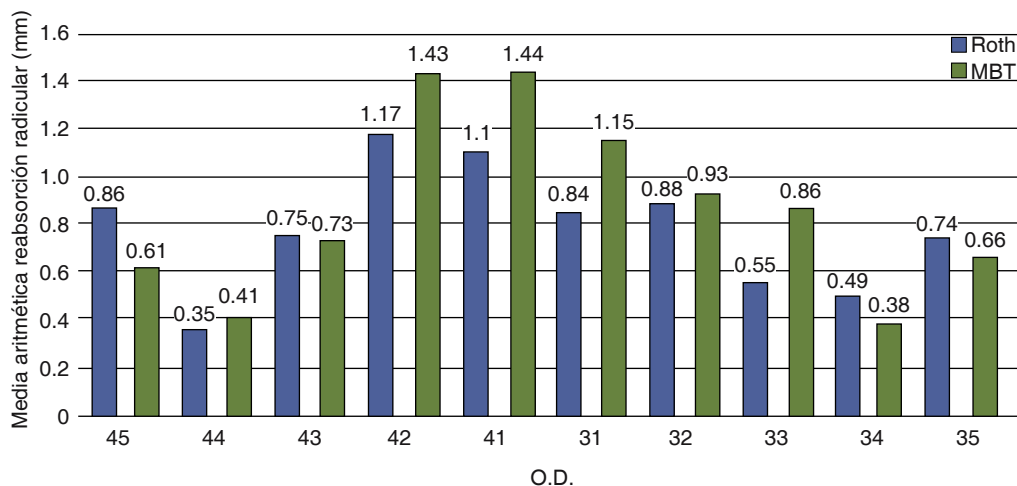


Figura 5.

Media aritmética de *rr* en dientes inferiores por aparatología.

Cuadro VI. Asociación entre *rr* y extracción dentaria.

Nivel de significancia	0.43	0.66	0.45	0.52	0.36	0.35
Diente	13	12	11	21	22	23
	43	42	41	31	32	33
Nivel de significancia	0.45	0.57	0.48	0.58	0.4	0.41

Cuadro VII. Asociación entre aparatología (Roth, MBT) y *rr*.

Nivel de significancia	0.44	0.68	0.54	0.39	0.27
Diente	15	14	13	12	11
	45	44	43	42	41
Nivel de significancia	0.44	0.43	0.43	0.34	0.53
Nivel de significancia	0.42	0.62	0.29	0.26	0.38
Diente	21	22	23	24	25
	31	32	33	34	35
Nivel de significancia	0.47	0.48	0.33	0.55	0.39

dos fenómenos se relacionan, esto con el fin de ver si existe o no una relación directa entre la *rr* y ciertos factores específicos.

Se observaron los siguientes resultados:

En el *cuadro VI* se muestra el nivel de significancia obtenida para cada diente al calcular la asociación entre las variables *rr* y extracción dentaria, obsérvese que no se encontró diferencia significativa ( $p > 0.05$ ).

En el *cuadro VII* se observa que no se encontró relación entre la técnica empleada en el tratamiento de ortodoncia y la presencia de *rr* ( $p > 0.05$ ).

Se cruzaron los variables sexo y *rr* por cada diente y como en los casos anteriores, no se encontró asociación ( $p > 0.05$ ) (*Cuadro VIII*).

## DISCUSIÓN

La mayoría de los estudios que se han realizado de *rr* se han documentado exclusivamente en incisivos superiores;<sup>1,6,38-40</sup> o en incisivos superiores e inferiores.<sup>41,42</sup> Y son limitados los que se han realizado en premolares y caninos.<sup>13,43</sup>

En este estudio, se encontró mayor grado de *rr* en incisivos que en premolares, posiblemente por un mayor tiempo o complejidad de los movimientos requeridos para la corrección de la maloclusión; por ejemplo: la corrección del apiñamiento anterior requiere mayor movimiento en los tres planos del espacio, lo cual coincide con los estudios realizados por De Freitas y cols.<sup>43</sup> (2013); así como con Sameshima y cols. (2001).<sup>13</sup>

Al determinar si existía relación entre el tratamiento con o sin extracciones y *rr* no se encontró diferencia significativa, al igual que en los estudios de Kocadereli y cols. (2011),<sup>6</sup> Sameshima y cols. (2001),<sup>13</sup> Linge y cols. (1991),<sup>18</sup> Jiang y cols. (2010),<sup>27</sup> Nigul y cols. (2006),<sup>38</sup> Motokawa y cols. (2012),<sup>39</sup> De Freitas y cols. (2013),<sup>43</sup> Kaley y cols. (1997);<sup>44</sup> además del de Baumrind y cols. (2006);<sup>45</sup> donde se explica que la posible causa de esto puede ser que la mayor cantidad de espacio creado al realizar extracciones se consume al resolverse el apiñamiento, por lo tanto la retracción que se realiza es menor en términos de milímetros a cerrar y las raíces no se ven tan afectadas, como podríamos imaginar.

Se observó que no hubo relación entre sexo y *rr*, al igual que en los reportes de Kocadereli y cols.,<sup>6</sup> Sameshima y cols.,<sup>13</sup> Linge y cols.,<sup>18</sup> Jiang y cols.,<sup>27</sup> Pandis y cols.<sup>34</sup> y De Freitas y cols.<sup>43</sup>

Cuadro VIII. Asociación entre sexo y *rr*.

Nivel de significancia	0.58	0.18	0.34	0.61	0.47	0.45	0.55	0.35	0.57	0.45
Diente	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25
	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35
Nivel de significancia	0.2	0.21	0.36	0.51	0.48	0.33	0.41	0.38	0.35	0.35

En cuanto al tiempo de tratamiento y la *rr*, no se encontró relación entre estas variables, esto coincide con los estudios de Kaley y cols.,<sup>44</sup> Baumrind y cols.,<sup>45</sup> y también con Zahed y cols.<sup>46</sup>

Aunque no se encontró asociación entre técnica y *rr*, al analizar los resultados se encontró que con la técnica MBT existió mayor *rr*, al compararla con la técnica Roth. Esto posiblemente debido a que al ser MBT una técnica de deslizamiento, la resistencia friccional juega un papel importante y por lo tanto se puede relacionar con la *rr*. No se habían comparado dichas técnicas anteriormente; sin embargo, en 1998 Parker y cols. no encontraron diferencia en *rr* entre Edgewise, Begg y Roth.<sup>47</sup> En un estudio publicado en 2013 por Zahed y cols. se compararon las técnicas Edgewise y MBT; determinando que con la técnica MBT hubo mayor *rr*.<sup>46</sup>

### CONCLUSIONES

#### Según los criterios de este estudio:

1. Todos los dientes presentaron *rr* en algún grado.
2. Los dientes más susceptibles a la *rr* fueron los incisivos superiores e inferiores derechos.
3. No existe mayor grado de *rr* en la dentición sujeta a tratamiento de Ortodoncia con extracciones, respecto a la dentición con tratamiento sin extracciones.
4. No existe predisposición de género a la *rr*.
5. Existe mayor riesgo a desarrollar *rr* en mecánicas ortodóncicas de deslizamiento posiblemente relacionado con la resistencia friccional.
6. El protocolo de extracción más utilizado fue de primeros premolares superiores e inferiores.

### REFERENCIAS

1. Kocadereli I, Nadire T, Sahin P. Apical root resorption: a prospective radiographic study of maxillary incisors. *Eur J Dent.* 2011; 5: 318-323.
2. Restrepo U. *Ortodoncia: teoría y clínica*. In. Medellín, Colombia: CIB; 2010.
3. Henry JL, Weinmann JP. The pattern of resorption and repair of human cementum. *J Am Dent Assoc.* 1951; 42 (3): 270-290.
4. Ottolengui R. The physiological and pathological resorption of tooth roots. *Dental Items of Interest.* 1914; 36: 332-362.

5. Topkara A, Karaman A, Kau C. Apical root resorption caused by orthodontic forces: A brief review and a long-term observation. *Eur J Dent.* 2012; 6: 445-456.
6. Nanekrunsan K, Patanaporn V, Janhom A, Korwanich N. External apical root resorption in maxillary incisors in orthodontic patients: associated factors and radiographic evaluation. *Imaging Sci Dent.* 2012; 42: 147-154.
7. Hartsfield JK, Everett ET, Al-Qawasmi RA. Genetic factors in external apical root resorption and orthodontic treatment. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2004; 15 (2): 115-122.
8. Becks H. Orthodontic prognosis: evaluation of routine dental examination to determine "good and poor risk". *Am J Orthod Oral Surg.* 1939; 25 (7): 610-624.
9. Goultshin J, Nitzan D, Azaz B. Root resorption. Review and discussion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1982; 54 (5): 586-590.
10. Tangney NJ. Hypophosphatasia: a case report and literature review. *Irish Med J.* 1979; 72 (12): 530-531.
11. Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 2. Literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993; 103 (2): 138-143.
12. Oppenheim A. Human tissue response to orthodontic intervention of short and long duration. *Am J Orthod.* 1942; 28: 263-301.
13. Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001; 119 (5): 505-510.
14. Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption: Part I. The basic science aspects. *Angle Orthod.* 2002; 72 (2): 175-179.
15. Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption: Part II. The clinical aspects. *Angle Orthod.* 2002; 72 (2): 180-184.
16. Horiuchi A, Hotokezka H, Kobayashi K. Correlation between cortical plate proximity and apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 114 (3): 311-318.
17. Malmgren O, Goldson L, Hill C, Orwin A, Petrini L. Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth. *Am J Orthod.* 1982; 82 (6): 487-491.
18. Linge L, Linge BO. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991; 99 (1): 35-43.
19. Goldie RS, King GJ. Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient, and lactating rats. *Am J Orthod.* 1984; 85 (5): 424-430.
20. Massler M, Malone AJ. Root resorption in human permanent teeth. *Am J Orthod.* 1954; 40 (8): 619-633.
21. Becks H, Cowden R. Root resorptions and their relationship to pathologic bone formation: Part II. *Am J Orthod.* 1942; 28: 513-526.
22. Levander E, Malmgren O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. *Eur J Orthod.* 1988; 10 (1): 30-38.
23. Goldson L, Henrikson CO. Root resorption during Begg treatment; a longitudinal roentgenologic study. *Am J Orthod.* 1975; 68 (1): 55-66.

24. Brin I, Becker A, Zilberman Y. Resorbed lateral incisors adjacent to impacted canines have normal crown size. *Am J Orthod*. 1993; 104 (1): 60-66.
25. Harris EF, Butler ML. Patterns of incisor root resorption before and after orthodontic correction in cases with anterior open bites. *Am J Orthodontofacial Orthop*. 1992; 101 (2): 112-119.
26. Stuteville OH. Injuries of the teeth and supporting structures caused by various orthodontic appliances, and methods to prevent these injuries. *J Am Dent Assoc*. 1937; 24 (9): 1494-1507.
27. Jiang R, McDonald J, Fu M. Root resorption before and after orthodontic treatment: a clinical study of contributory factors. *European Journal of Orthodontics*. 2010; 32: 693-697.
28. Rudolph CE. A comparative study in root resorption in permanent teeth. *J Am Dent Assoc*. 1936; 23: 822-826.
29. Sastre T. Factores de riesgo que predisponen a la reabsorción radicular durante el tratamiento ortodóncico. *Rev Esp Ortod*. 2000; 30: 351-363.
30. De Echave KM, Argote II. El tratamiento ortodóncico y la reabsorción radicular. Revisión bibliográfica. *Rev Esp Ortod*. 2002; 32: 325-331.
31. Llamas-Carreras JM, Amarilla A, Solano E, Velasco-Ortega E, Rodríguez-Varo L, Segura-Egea JJ. Study of external root resorption during orthodontic treatment in root filled teeth compared with their contralateral teeth with vital pulps. *J Endod J*. 2010; 43: 654-662.
32. Abuabara A. Aspectos biomecánicos de la reabsorción radicular externa en terapia ortodóncica. *Odontol Clin*. 2008; 1: 21-24.
33. Palma JC, Alarcón JA, Martín C, López C. Evaluación a largo plazo de la reabsorción radicular en incisivos superiores tras el tratamiento de ortodoncia. *Ortod Esp*. 2000; 40 (1): 39-45.
34. Pandis N, Nasika M, Polychronopoulou A, Eliades T. External apical root resorption in patients treated with conventional and self-ligating brackets. *Am J Orthodontofacial Orthop*. 2008; 134 (5): 646-651.
35. García-Camba P, Varela M. Relaciones interdisciplinarias Ortodoncia-Endodoncia. *Cient Dent*. 2007; 4 (3): 185-198.
36. Marques LS, Ramos-Jorge ML, Rey AC, Armond MC, De Oliveira AC. Severe root resorption in orthodontic patients treated with the edgewise method: Prevalence and predictive factors. *Am J Orthodontofacial Orthop*. 2010; 137 (3): 384-388.
37. Alarcón JA, Palma JC, López C, Martín C. Reabsorción radicular grave-seguimiento a largo plazo. *Rev Esp Ortod*. 2001; 31: 37-44.
38. Nigul K, Jagomagi T. Factors related to apical root resorption of maxillary incisors in orthodontic patients. *Stomatologija Baltic Dental and Maxillofacial Journal*. 2006; 8: 76-79.
39. Motokawa M, Sasamoto T, Kaku M, Kawata T. Association between root resorption incident to orthodontic treatment and treatment factors. *European Journal of Orthodontics*. 2012; 34: 350-356.
40. Jung Y, Cho BH. External root resorption after orthodontic treatment: a study of contributing factors. *Imaging Sci Dent*. 2011; 41: 17-21.
41. Da Silva M, Simoes K, Reis M and Farinazzo R. Apical root resorption: The dark side of the root. *Am J Orthodontofacial Orthop*. 2013; 143: 492-498.
42. Preoteasa C, Ionescu E, Preoteasa E, Buzea M. Orthodontically induced root resorption correlated with morphological characteristics. *Romanian Journal of Morphology and Embryology*. 2009; 50 (2): 257-262.
43. De Freitas JC, Lyra OC, De Alencar AH, Estrela C. Long-term evaluation of apical root resorption after orthodontic treatment using periapical radiography and cone beam computed tomography. *Dental Press J Orthod*. 2013; 18 (4): 104-112.
44. Kaley J, Phillips C. Factors related to root resorption in edgewise practice. *Angle Orthod*. 1997; 61: 125-132.
45. Baumrind S, Korn EL, Boyd RL. Apical root resorption in orthodontically treated adults. *Am J Orthodontofacial Orthop*. 2006; 110: 311-323.
46. Zahed S, Oshagh M, Momeni S, Roeinpeikar S. A comparison of apical root resorption in incisors after fixed orthodontic treatment with standard edgewise and straight wire (MBT) method. *J Dent (Shiraz)*. 2013; 14 (3): 103-110.
47. Parker RJ, Harris EF. Directions of orthodontic tooth movements associated with external apical root resorption of the maxillary central incisor. *Am J Orthodontofacial Orthop*. 1998; 114: 677-683.

Dirección para correspondencia:  
**Mónica Guadalupe Herrera Chávez**  
 E-mail. mghc\_101286@hotmail.com



ANEXOS

**Anexo 1.** Hoja de registro de mediciones.

Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_ Sexo. F \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

Técnica ortodóncica \_\_\_\_\_ Extracciones \_\_\_\_\_ No extracciones \_\_\_\_\_

LTISd <sub>1</sub>		LTISi <sub>1</sub>	
LTILSd <sub>1</sub>		LTILSi <sub>1</sub>	
LTCSd <sub>1</sub>		LTCSi <sub>1</sub>	
LT1PMSd <sub>1</sub>		LT1PMSi <sub>1</sub>	
LT2PMSd <sub>1</sub>		LT2PMSi <sub>1</sub>	
LTIIId <sub>1</sub>		LTIIi <sub>1</sub>	
LTILId <sub>1</sub>		LTILi <sub>1</sub>	
LTCLId <sub>1</sub>		LTCLi <sub>1</sub>	
LT1PMId <sub>1</sub>		LT1PMIi <sub>1</sub>	
LT2PMId <sub>1</sub>		LT2PMIi <sub>1</sub>	

LTISd <sub>2</sub>		LTISi <sub>2</sub>	
LTILSd <sub>2</sub>		LTILSi <sub>2</sub>	
LTCSd <sub>2</sub>		LTCSi <sub>2</sub>	
LT1PMSd <sub>2</sub>		LT1PMSi <sub>2</sub>	
LT2PMSd <sub>2</sub>		LT2PMSi <sub>2</sub>	
LTIIId <sub>2</sub>		LTIIi <sub>2</sub>	
LTILId <sub>2</sub>		LTILi <sub>2</sub>	
LTCLId <sub>2</sub>		LTCLi <sub>2</sub>	
LT1PMId <sub>2</sub>		LT1PMIi <sub>2</sub>	
LT2PMId <sub>2</sub>		LT2PMIi <sub>2</sub>	

LTISd <sub>1</sub>		LTISi <sub>1</sub>	
LTILSd <sub>1</sub>		LTILSi <sub>1</sub>	
LTCSd <sub>1</sub>		LTCSi <sub>1</sub>	
LT1PMSd <sub>1</sub>		LT1PMSi <sub>1</sub>	
LT2PMSd <sub>1</sub>		LT2PMSi <sub>1</sub>	
LTIIId <sub>1</sub>		LTIIi <sub>1</sub>	
LTILId <sub>1</sub>		LTILi <sub>1</sub>	
LTCLId <sub>1</sub>		LTCLi <sub>1</sub>	
LT1PMId <sub>1</sub>		LT1PMIi <sub>1</sub>	
LT2PMId <sub>1</sub>		LT2PMIi <sub>1</sub>	

LCISi <sub>2</sub>		LCISi <sub>2</sub>	
LCILSi <sub>2</sub>		LCILSi <sub>2</sub>	
LCCSi <sub>2</sub>		LCCSi <sub>2</sub>	
LC1PMSi <sub>2</sub>		LC1PMSi <sub>2</sub>	
LC2PMSi <sub>2</sub>		LC2PMSi <sub>2</sub>	
LCIIi <sub>2</sub>		LCIIi <sub>2</sub>	
LCILi <sub>2</sub>		LCILi <sub>2</sub>	
LCCLi <sub>2</sub>		LCCLi <sub>2</sub>	
LC1PMIi <sub>2</sub>		LC1PMIi <sub>2</sub>	
LC2PMIi <sub>2</sub>		LC2PMIi <sub>2</sub>	

**Anexo 2.** Código de identificación de la medición realizada en cada diente.

LTISd <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento incisivo superior derecho	LTISi <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento incisivo superior izquierdo
LTILSd <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento incisivo lateral superior derecho	LTILSi <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento incisivo lateral superior izquierdo
LTCSd <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento canino superior derecho	LTCSi <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento canino superior izquierdo
LT1PMSd <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento primer premolar superior derecho	LT1PMSi <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento primer premolar superior izquierdo
LT2PMSd <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento segundo premolar superior derecho	LT2PMSi <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento segundo premolar superior izquierdo
LTIIId <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento incisivo inferior derecho	LTIIi <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento incisivo inferior izquierdo
LTILId <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento incisivo lateral inferior derecho	LTILli <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento incisivo lateral inferior izquierdo
LTCId <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento canino inferior derecho	LTCIi <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento canino inferior izquierdo
LT1PMId <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento primer premolar inferior derecho	LT1PMIi <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento primer premolar inferior izquierdo
LT2PMId <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento segundo premolar inferior derecho	LT2PMIi <sub>1</sub>	Longitud total pretratamiento segundo premolar inferior izquierdo

LTISd <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento incisivo superior derecho	LTISi <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento incisivo superior izquierdo
LTILSd <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento incisivo lateral superior derecho	LTILSi <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento incisivo lateral superior izquierdo
LTCSd <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento canino superior derecho	LTCSi <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento canino superior izquierdo
LT1PMSd <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento primer premolar superior derecho	LT1PMSi <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento primer premolar superior izquierdo
LT2PMSd <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento segundo premolar superior derecho	LT2PMSi <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento segundo premolar superior izquierdo
LTIIId <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento incisivo inferior derecho	LTIIi <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento incisivo inferior izquierdo
LTILId <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento incisivo lateral inferior derecho	LTILli <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento incisivo lateral inferior izquierdo
LTCId <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento canino inferior derecho	LTCIi <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento canino inferior izquierdo
LT1PMId <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento primer premolar inferior derecho	LT1PMIi <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento primer premolar inferior izquierdo
LT2PMId <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento segundo premolar inferior derecho	LT2PMIi <sub>2</sub>	Longitud total postratamiento segundo premolar inferior izquierdo