Reabsorción radicular al término del cierre de espacio en pacientes tratados con sistemas de autoligado

Núñez-Bañuelos Alejandra, Azuara-Godoy Kassandra, Cruz-López María Fernanda, Orozco-Varela Carlos

Resumen

Introducción: La reabsorción radicular apical externa (EARR), se define como acortamiento del ápice radicular. Es un procedimiento patológico de origen multifactorial. Para el diagnóstico es importante el uso de radiografías y la anamnesis, a través de ellas es posible establecer las distintas causas que pudieran originar este tipo de reabsorción. **Objetivo:** Determinar mediante estudios radiográficos 2D si los sistemas de autoligado causan un grado de reabsorción radicular significativa en casos con apiñamiento realizando extracciones de premolares. **Material y métodos**: Se tomaron en cuenta 164 órganos dentales completamente formados y sin lesiones previas, el cual se midió la cúspide más alta o borde incisal hasta el punto de cierre del ápice, antes y después de realizar la biomecánica del cierre de espacio. Tomando las medidas de panorámicas digitales inicial e intermedia (después del cierre de espacios). Utilizando el sistema de puntuación de Levander y Malmgren. **Resultados:** Dentro de la puntuación 4 de la escala EARR en primer lugar fueron los incisivos laterales superiores, en segundo lugar, incisivos centrales superiores y seguido de los segundos premolares inferiores. En ninguna de las piezas observamos diferencia significativa entre mujeres y hombres. **Conclusión**: La toma de radiografías panorámicas de control cada seis meses nos permite visualizar las arcadas completas e indagar sobre un problema activo y aportar un factor de riesgo menos al tratamiento.

Palabras claves: Reabsorción radicular apical externa (EARR), Multifactorial, Autoligado, Radiografías panorámicas, Escala Levander y Malmgren.

Abstract

Introduction: External apical root resorption (EARR), is defined as shortening of the root apex. It is a pathological procedure of multifactorial origin. For the diagnosis it is important to use radiographs and anamnesis, through them it is possible to establish the different causes that could originate this type of resorption. **Objective:** To determine by means of 2D radiographic studies whether self-ligating systems cause a significant degree of root resorption in cases with crowding when premolars are extracted. **Material and methods:** We took into account 164 dental organs completely formed and without previous lesions, which were measured from the apex to the incisal edge or cusp, before and after performing the biomechanics of space closure. Taking initial and intermediate (after space closure) digital panoramic measurements. Using the Levander and Malmgren scoring system. **Results:** Within score 4 of the EARR scale the upper lateral incisors were in first place, followed by the upper central incisors and then the lower second premolars. In none of the teeth did we observe a significant difference between women and men. **Conclusion:** The taking of control panoramic radiographs every six months allows us to visualize the complete arches and to inquire about an active problem and to contribute one less risk factor to the treatment.

Key words: External apical root resorption (EARR), Multifactorial, Self-ligation, Panoramic radiographs, Levander and Malmgren scale.

Especialidad de Ortodoncia de la Universidad Autónoma de Guadalajara

Introducción

La reabsorción radicular apical externa (EARR), se define como acortamiento del ápice radicular, se considera uno de los efectos adversos más graves en el tratamiento de ortodoncia.[1] Es un procedimiento patológico de origen multifactorial.[2,3,4,5,6,7,8]

Esto resulta de una combinación de actividades biológicas complejas en la región del ligamento periodontal, que interactuarán con la fuerza ejercida durante el tratamiento de ortodoncia.[7,8] De igual manera un dominio genético acentuado, esto se deberá distinguir de la reabsorción patológica de los procesos de remodelación fisiológica.[2]

Los factores de riesgo previamente implicados biológicamente son el sexo, edad, raza, la etapa de desarrollo de la raíz, la morfología dentofacial, el tipo de diente, los dientes traumatizados, reimplantados tardíamente, tratados con endodoncia, quistes/tumores, dientes impactados o ectópicos, productos químicos terapéuticos, enfermedades idiopáticas, sistémicas, síndromes, hábitos, trauma dental previo al tratamiento de ortodoncia, la densidad, la edad del paciente al inicio del tratamiento de ortodoncia, la duración del tratamiento, así como la mecánica de la ortodoncia y la magnitud de la fuerza.[7,9]

Para el diagnóstico de reabsorción radicular externa es importante el uso de radiografías y la anamnesis, ya que solo a través de ellas es posible establecer las distintas causas que pudieran originar este tipo de reabsorción.[10] Las radiografías son lo más comúnmente usado para el diagnóstico de reabsorción radicular (RR); la mayoría usan radiografías periapicales, ortopantomografía (OPT), laterales del cráneo y tomografía computarizada de haz cónico (CBCT)[11,12,13] ; un método de diagnóstico eficaz y preciso para la reabsorción radicular es la CBTC, ya que proporciona características y ventajas únicas sobre las radiografías convencionales bidimensionales.[14]

Los brackets de autoligado han ido ganando popularidad en los últimos años, se introdujeron por primera vez a principios de la década de 1930. Estos brackets reclamaron ventajas de un tiempo de tratamiento más corto, menos fricción y una mayor tasa de movimiento dental. Debido a tantas ventajas, se ha planteado una hipótesis en cuanto a su efecto sobre EARR.

En las literaturas de ortodoncia, hay pocos estudios que hayan explorado la influencia de los Brackets de autoligado en EARR.10

El objetivo de este estudio es determinar mediante estudios radiográficos 2D si los sistemas autoligado presentan una cantidad de reabsorción radicular significativa en casos con apiñamiento realizando extracciones de premolares.

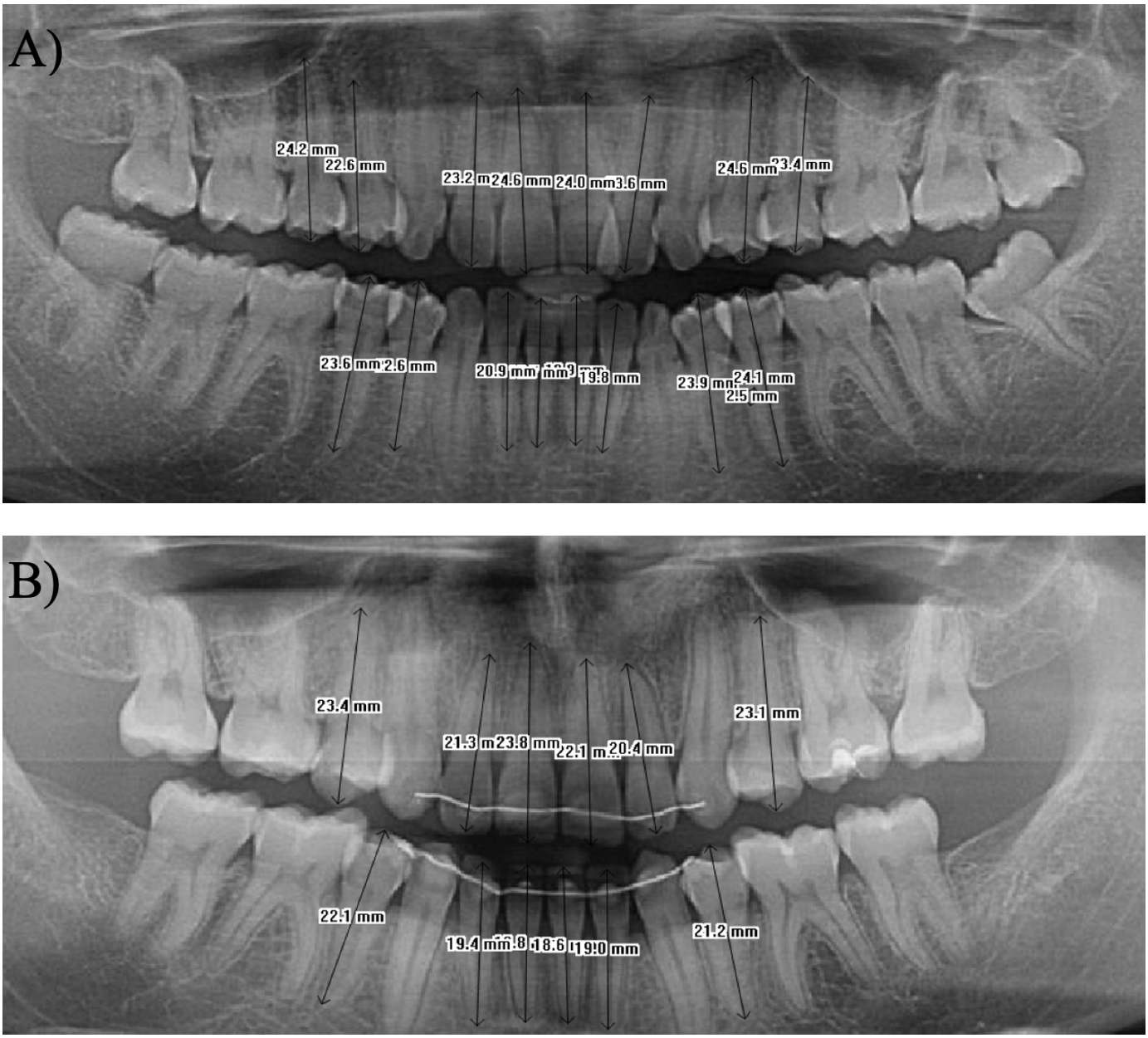
Material y metodos

Se realizo un registro de pacientes que presentaban un grado de apiñamiento, características óseas y /o faciales similares, que fuera necesario la realización del tratamiento con extracciones, tratados con aparatología de autoligado, en un laxo de tiempo del 2020-2022 que acudieron al posgrado de ortodoncia de la Universidad Autónoma de Guadalajara. Se hizo un registro de: clase esqueletal y molar, grado de apiñamiento y determinación del sexo.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: edad de 25-35 años, apiñamiento moderado-severo, biprotrusiones dentales, dientes totalmente erupcionados con ápices formados y libres de caries. Se excluyeron los pacientes con: Anomalía craneofacial congénita, pacientes que presenten anomalías dentales en número, forma o dientes fracturados, tratamientos previos de ortodoncia, pacientes que no tengan estudio radiográfico completo, tratamiento sin extracción.

Se diferenciaron por edad y sexo ya que se excluyeron a los pacientes que no estaban en el rango de 25-45 años y con ápices cerrados, por lo que nuestro estudio se

Imagen 1. Ortopantomografías medidas en (Dolphin Imaging. A) Inicial. B) Final.



realizó únicamente en pacientes que no estaban en crecimiento.

Para definir el grado de apiñamiento dental, se tomó en cuenta la clasificación de apiñamiento dental del Dr. Proffit establecida en 1966, mediante la discrepancia óseo dental, donde utiliza el espacio disponible de la arcada con respecto al espacio requerido de los anchos Mesio-Distales de los dientes; clasificándose en leve (menos de 3 mm), moderado (3 a 5 mm) y severo (mayor de 5mm).[14]

Para determinar los pacientes que requirieron extracciones por las faltas de

espacio, tomando usualmente aquellos en los rangos de moderado a severo.

Radiográficamente se compararon, para observar si existió alguna reabsorción apical y que diente se afectó. Con ayuda de un programa digital (Dolphin Imaging), se midió la longitud radicular de los órganos dentales (incisivos y premolares) maxilares y mandibulares evaluados antes y después del cierre de espacios, midiendo la cúspide más alta o borde incisal hasta el punto de cierre del ápice siguiendo el eje longitudinal de cada diente (Imagen 1).

Se vaciaron los datos en una tabla del programa Excel para el control de la información. El grado de EARR se evaluó según el índice propuesto, utilizando una escala de severidad de 0 a 4, de la siguiente manera:

- *Puntuación 0*: Ausencia de cambios en el ápice de la raíz.
- *Puntuación 1*: Contorno de raíz irregular.
- *Puntuación 2*: EEAR de menos de 2 mm.
- *Puntuación 3*: EARR de 2 mm a un tercio de la longitud original de la raíz.
- *Puntuación 4*: EARR superior a un tercio de la longitud original de la raíz.

Con el fin de establecer si la aparatología de autoligado, más el cierre de espacios por deslizamiento, pudieron causar una reabsorción radicular significativa en incisivos y premolares maxilares y mandibulares.

Resultados

Los valores anotados en el cuadro 1 corresponden al número de pacientes evaluados en cada pieza dental (n), a la Media (o Promedio) ± Desviación Estándar de la longitud radicular apical, y entre paréntesis separados por comas se anotan el valor mínimo, la mediana y el valor máximo.

El cambio en la longitud radicular fue estadísticamente significativo en todas las piezas dentales. En todas las piezas dentales hubo una disminución en la longitud entre la valoración antes del tratamiento ortodóntico y la valoración al término del tratamiento (Figura 1).

Se aplico la Prueba de Kruskal-Wallis para evaluar si la longitud apical inicial y final el cambio observado en la longitud presentaba diferencias significativas entre las piezas dentales. Se encontró que la longitud Inicial fue diferente entre las piezas dentales; los incisivos superiores presentaron longitud apical Inicial más grande que los Incisivos Centrales Inferiores. La longitud apical final y los cambios en la longitud ocurridos debido al tratamiento ortodóntico fueron similares en todas las piezas dentales.

Al comparar la longitud inicial, la final y el cambio, entre mujeres y hombres en cada una de las Piezas Dentales, con la Prueba t de Student para muestras independientes y con la Prueba U de Mann-Whitney. En ninguna de las piezas observamos diferencias significativas en las longitudes entre mujeres y hombres.

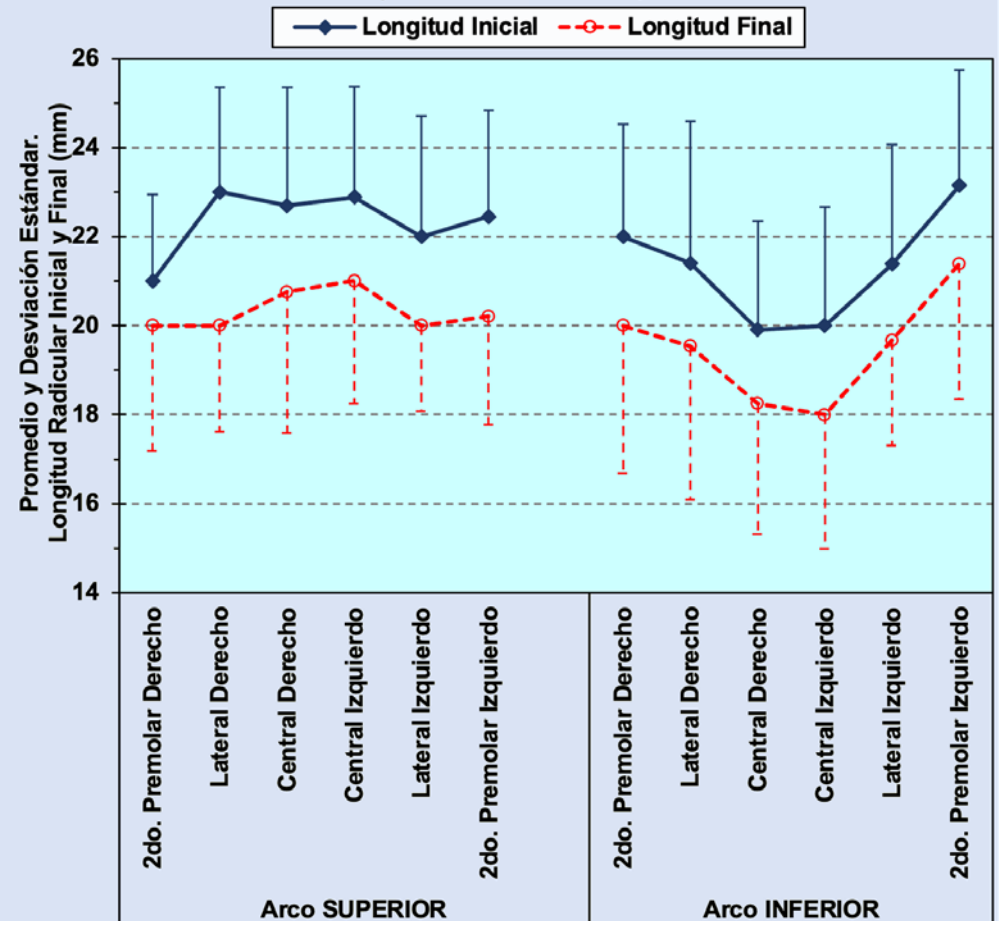
Cuadro 1. Longitud radicular (en mm) antes y después del tratamiento ortodontico con sistemas de autoligado, así como el cambio observado. Segundo premolar e incisivos, maxilares y man- dibulares en 16 pacientes que presentaron apiñamiento.

Pieza Dental	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Cambio (mm)	p
Arco SUPERIOR				
2do. Premolar Derecho	n=13 21.92 ± 1.94 (19.1, 21.9, 24.9)	n=13 20.01 ± 2.82 (15.3, 19.0, 24.7)	n=13 -1.91 ± 1.52 (-4.8, -2.1, 0.0)	**p<0.001***
Lateral Derecho	n=13 23.28 ± 2.36 (20.1, 23.2, 28.8)	n=13 20.74 ± 2.39 (15.2, 21.4, 23.4)	n=13 -2.55 ± 2.27 (-7.6, -2.0, 0.0)	**p<0.001***
Central Derecho	n=14 22.70 ± 2.66 (17.3, 22.7, 26.9)	n=14 20.76 ± 3.18 (15.0, 20.55, 26.3)	n=14 -1.94 ± 1.91 (-6.5, -1.4, 0.0)	**0.002***
Central Izquierdo	n=14 22.89 ± 2.48 (18.6, 23.55, 26.7)	n=14 21.01 ± 2.77 (16.9, 21.55, 26.1)	n=14 -1.89 ± 1.93 (-5.7, -1.75, 0.0)	**p<0.001***
Lateral Izquierdo	n=13 22.02 ± 2.71 (18.0, 21.4, 26.3)	n=13 20.10 ± 1.92 (15.9, 20.2, 23.2)	n=13 -1.92 ± 1.70 (-5.2, -1.4, 0.0)	**p<0.001***
2do. Premolar Izquierdo	n=13 22.45 ± 2.38 (18.0, 23.2, 26.5)	n=13 20.21 ± 2.44 (16.2, 20.9, 23.7)	n=13 -2.24 ± 2.14 (-7.6, -2.4, 0.0)	**0.002***
Arco INFERIOR				
2do. Premolar Derecho	n=12 22.55 ± 2.53 (19.5, 21.95, 28.1)	n=12 20.64 ± 3.32 (15.0, 20.45, 27.9)	n=12 -1.91 ± 1.75 (-4.7, -1.6, 0.0)	**0.004***
Lateral Derecho	n=15 21.41 ± 3.18 (17.2, 20.9, 27.9)	n=15 19.54 ± 3.44 (14.7, 19.2, 26.6)	n=15 -1.87 ± 2.34 (-8.6, -1.4, 0.0)	**0.002***
Central Derecho	n=15 19.91 ± 2.43 (15.5, 20.2, 24.1)	n=15 18.25 ± 2.93 (13.1, 18.4, 24.1)	n=15 -1.66 ± 2.45 (-8.5, -0.1, 0.0)	**0.008***
Central Izquierdo	n=15 20.22 ± 2.67 (15.9, 20.6, 24.8)	n=15 18.45 ± 3.01 (13.7, 18.6, 24.7)	n=15 -1.77 ± 2.15 (-7.6, -1.3, 0.0)	**0.002***
Lateral Izquierdo	n=15 21.38 ± 2.69 (17.4, 21.5, 25.5)	n=15 19.67 ± 2.36 (15.6, 19.0, 23.5)	n=15 -1.71 ± 2.21 (-7.9, -1.2, 0.5)	**0.004***
2do. Premolar Izquierdo	n=12 23.15 ± 2.59 (20.4, 22.3, 27.4)	n=12 21.39 ± 3.03 (16.8, 21.05, 26.8)	n=12 -1.76 ± 1.67 (-5.5, -1.25, 0.0)	**0.002***
p (Kruskal-Wallis)	**p=0.022***	0.116	0.972	

*** p<0.05**

p – Probabilidad calculada con la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon. Se calcula la significancia estadística del cambio en los valores de la Longitud Radicular (Final vs. Inicial) en cada una de las piezas dentales.

Figura 1. Longitud radicular antes y después del tratamiento ortodontico con sistemas de autoligado. Segundo premolar e incisivos, maxilares y mandibulares en 16 pacientes



Observando que en la mayoría de las piezas hubo alguna disminución en la su longitud radicular, pero no denotando un resultado estadísticamente significativo.

Con la prueba Kruskal Wallis para evaluar la significancia estadística del grado de Reabsorción Radicular Apical Externa (EARR) utilizando escala de Levander y Malmgren entre las piezas dentales. Obtuvimos un valor Chi-Cuadrada de 5.69 p= 0.893.

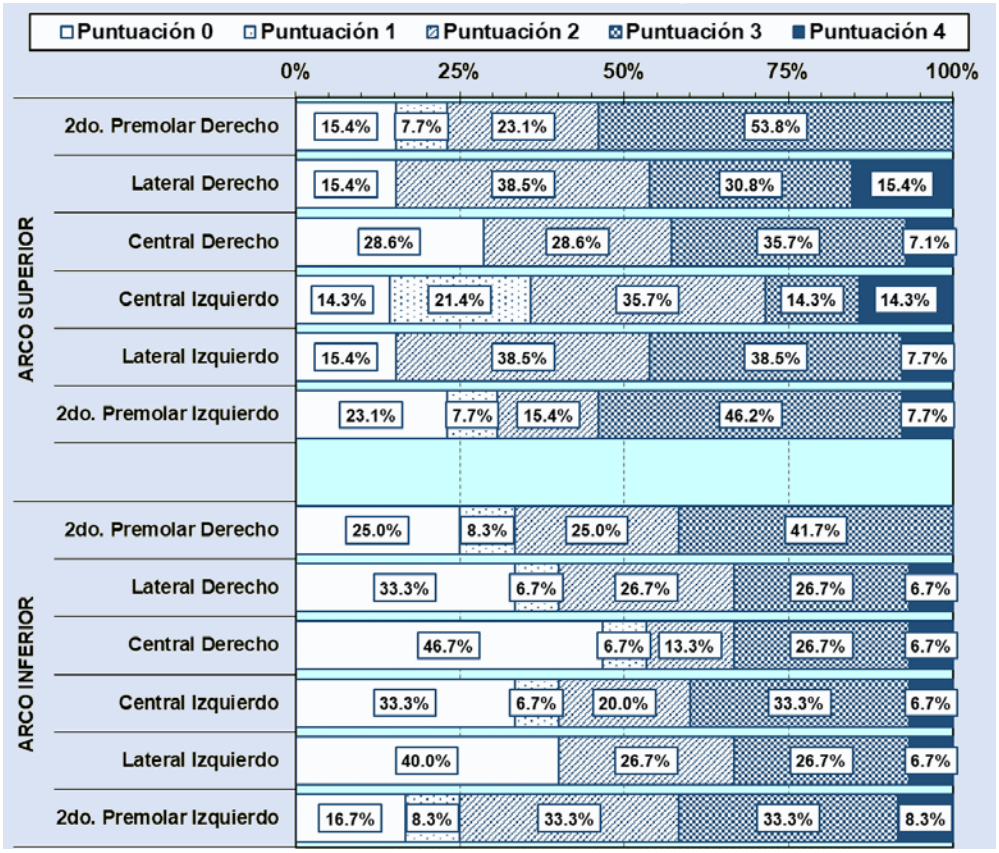
Se comparo también la distribución de las puntuaciones EARR entre mujeres y hombre en cada pieza dental con la prueba Chi-Cuadrada y la probabilidad exacta de Fisher. En ninguna de las piezas observamos diferencia significativa entre mujeres y hombres. Podemos concluir que el grado de reabsorción radicular fue similar en todas las piezas dentales evaluadas con esta escala y que no hubo diferencias entre sexos; hombre y mujeres presentaron grado de reabsorción radicular apical externa similar.

Dando como resultado en este estudio, dentro de la puntuación 4 de la escala EARR en primer lugar los incisivos laterales superiores, en segundo lugar, incisivos centrales superiores y seguido de los segundos premolares inferiores.

Cuadro 2. Grado de Reabsorción Radicular Apical Externa de acuerdo a la Puntuación EARR (External Apical Radicular Reabsorption, o Escala de Clasificación de la Reabsorción Radicular Apical Externa de Levander y Malmgren) en incisivos y segundos premolares de 16 pacientes con apiñamiento y tratamiento ortodontico con sistemas de autoligado.

Pieza Dental	Grado de Reabsorción Radicular Apical Externa (Puntuación EARR)									
	Puntuación 0		Puntuación 1		Puntuación 2		Puntuación 3		Puntuación 4	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Arco SUPERIOR										
2do. Premolar Derecho	2	15.4%	1	7.7%	3	23.1%	7	53.8%	0	0.0%
Lateral Derecho	2	15.4%	0	0.0%	5	38.5%	4	30.8%	2	15.4%
Central Derecho	4	28.6%	0	0.0%	4	28.6%	5	35.7%	1	7.1%
Central Izquierdo	2	14.3%	3	21.4%	5	35.7%	2	14.3%	2	14.3%
Lateral Izquierdo	2	15.4%	0	0.0%	5	38.5%	5	38.5%	1	7.7%
2do. Premolar Izquierdo	3	23.1%	1	7.7%	2	15.4%	6	46.2%	1	7.7%
Arco INFERIOR										
2do. Premolar Derecho	3	25.0%	1	8.3%	3	25.0%	5	41.7%	0	0.0%
Lateral Derecho	5	33.3%	1	6.7%	4	26.7%	4	26.7%	1	6.7%
Central Derecho	7	46.7%	1	6.7%	2	13.3%	4	26.7%	1	6.7%
Central Izquierdo	5	33.3%	1	6.7%	3	20.0%	5	33.3%	1	6.7%
Lateral Izquierdo	6	40.0%	0	0.0%	4	26.7%	4	26.7%	1	6.7%
2do. Premolar Izquierdo	2	16.7%	1	8.3%	4	33.3%	4	33.3%	1	8.3%

Figura 2. Grado de Reabsorción Radicular Externa de acuerdo a la Puntuación EARR (External Apical Radicular Reabsorption) en incisivos y segundos premolares de 16 pacientes con apiñamiento y tratamiento ortodóntico con sistemas de autoligado.



Cuadro 3. Características de 16 pacientes con apiñamiento y tratamiento ortodóntico con sistema de autoligado. Se registra el número y porcentaje de pacientes en cada categoría, por Sexo y Total, así como la significancia estadística (p).

Características		Femenino (N=4)		Masculino (N=12)		TOTAL (N=16)		p
		No.	%	No.	%	No.	%	
CLASE ESQUELETAL								
	Clase I	2	50.0%	7	58.3%	9	56.3%	0.659
	Clase II	2	50.0%	5	41.7%	7	43.7%	
	Total	4	100.0%	12	100.0%	16	100.0%	
APIÑAMIENTO INFERIOR								
	Leve	0	0.0%	1	8.3%	1	6.3%	1.000
	Moderado	3	75.0%	9	75.0%	10	81.3%	
	Severo	1	25.0%	2	16.7%	2	12.5%	
	Total	4	100.0%	12	100.0%	16	100.0%	
APIÑAMIENTO SUPERIOR								
	Moderado	3	75.0%	7	58.4%	10	62.6%	1.000
	Severo	1	25.0%	5	41.7%	6	37.5%	
	Total	4	100.0%	12	100.0%	16	100.0%	
EXTRACCIONES								
	Sin extracciones (espacios)	0	0.0%	1	8.3%	1	6.3%	
	Con Extracciones	4	100.0%	11	91.7%	15	93.8%	1.000
	Total	4	100.0%	12	100.0%	16	100.0%	

* **p<0.05 p -** Calculada con la probabilidad Exacta de Fisher para tablas de contingencias.

Ninguna de las características evaluadas entre hombres y mujeres resultó estadísticamente significativa.

Discusión

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el grado de reabsorción radicular al término del cierre de espacios, en paciente que se requirieron hacer extracciones para liberar apiñamiento, mejora del perfil, etc. Por lo cual se prefiero la aplicación de autoligado.

Los resultados del metaanálisis mostraron que en el año 2012 las piezas que presentaron mayormente EARR, fueron en el maxilar a comparación de la mandíbula, concluyendo que fue más común en dientes anteriores que posteriores al igual que nuestro estudio. A comparación de otras investigaciones en 2001 confirman que el segmento bucal maxilar tuvo menos reabsorción que el segmento bucal mandibular, pero los dientes maxilares anteriores fueron más reabsorbidos que sus contrapartes mandibulares.[11]

Horiuchi A, concluyo que existió un resultando mayor en el grado de EARR en mujeres que en hombres, mientras que en nuestro estudio no se observaron diferencia significativa entre ambos sexos.[9]

El diente más reabsorbido fue: Incisivo lateral superior con 1,47 mm e Incisivo central superior 1,24 mm, siendo así en nuestro estudio el Incisivo lateral superior con 2.5 mm e Incisivo central superior 1.4 mm en promedio.

De acuerdo con un artículo en 2012,11 menciona que, en la mayoría de los casos, las radiografías panorámicas y periapicales muestran una pérdida de estructura radicular mínima y estadísticamente no significativa, inducida por ortodoncia, la cual es inferior a 2,5 mm. Mientras que nuestro estudio mostró un resultado semejante de 2,48 mm.

La resorción radicular externa se ha identificado como un desorden genético. La existencia de IL–1 en el tejido periodontal durante el movimiento dental explica en su mayoría el papel de estos mediadores en la resorción tisular.

En este estudio algunas de las fuentes de sesgo podrían haber confundido los resultados presentados, también aspectos metodológicos referidos a la aleatorización y al diseño para el uso del grupo control. Se debe mencionar a la diferente confiabilidad y validez diagnostica entre las técnicas radiográficas utilizadas para la medición de los desenlaces, debido a que sólo se pudo utilizar el indicador longitud diente/raíz para reflejar la reabsorción radicular dejando de lado un indicador volumétrico por falta de consenso en la presentación de la información.

Una de las ventajas que se cuenta en este estudio es que se pretendió la toma de radiografías con el mismo aparato de rayos X y operadores, para obtener un menor sesgo en los resultados.

Se recomienda monitorear las raíces mediante una serie de “radiografías de rutina” e informar al paciente si se detecta alguna reabsorción radicular, es posible que se tenga que detener el tratamiento o tratar con otro tipo de biomecánicas, considerando tanto el tiempo como la cooperación del paciente.

Es importante valorar la situación y comprender que un tratamiento de ortodoncia está justificado si se toman todas las medidas de seguridad requeridas como lo son estudios radiográficos completos, pruebas de vitalidad pulpar y periodontograma inicial, intermedio y final. La interconsulta con otras especialidades odontológica es un factor importante que considerar, puesto que las especialidades como los son Endodoncia, Prostodoncia y Periodoncia tienen un punto de vista diferente al nuestro e indagar si llegara a existir un problema activo. Al final, si obtenemos una oclusión estable y alineación completa, tendremos salud periodontal y oclusal, lo que preservará las estructuras dentales.

Referencias

1. Qin F, Zhou Y. The influence of bracket type on the external apical root resorption in class I extraction patients - a retrospective study. BMC Oral Health. 2019; 29;19(1):53
2. Xolo Rodríguez R, Katagiri Katagiri M. Prevalence of short roots in 500 patients who enter the orthodontics clinic of the Post-Graduate Division”, UNAM. Revista Mexicana de Ortodoncia. 2018; 6 (4).
3. Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2001; 119 (5):505–10.

4. Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part II. Treatment factors. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2001; 119(5):511–5.
5. Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 1. Literature review". American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1993; 103(1):62–6.
6. Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 2. Literature review. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1993; 103(2):138–46.
7. Maués CPR, Nascimento RR do, Vilella O de V. Severe root resorption resulting from orthodontic treatment: Prevalence and risk factors. Dental Press Journal of Orthodontics. 2015;20 (1):52–8.
8. Llarena Peña C. Reabsorciones radiculares: tipos, causas y manejo. GACETA DENTAL. 2013:247,
9. Horiuchi A, Hotokezaka H, Kobayashi K. Correlation between cortical plate proximity and apical root resorption". American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1998; 114(3): 311–8.
10. Cruz Hervert LP. Sistemas de brackets de autoligado: ¿una moda pasajera o una realidad en la ortodoncia?. Revista Mexicana de Ortodoncia. 2016; 4 (3): 148-9.
11. Makedonas D, Lund H, Hansen K. Root resorption diagnosed with cone beam computed tomography after 6 months and at the end of orthodontic treatment with fixed appliances. Angle Orthodontist. 2012; 83(3):389–93.
12. Dudic A, Giannopoulou C, Leuzinger M, Kiliaridis S. Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2009; 135(4):434–7.
13. Bastos Lages EM, Drummond AF, Pretti H, Costa FO, Lages EJP, Gontijo AI, et al. Association of functional gene polymorphism IL-1β in patients with external apical root resorption. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2009; 136 (4):542–6.
14. Proffit WF, Fields HW, Sarver DM. Ortodoncia Contemporánea. Elsevier. 5ta edición, capitulo 7, 2014.