

REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA EN PACIENTES ORTODÓNTICOS FINALIZADOS CON TÉCNICA MBT Y ROTH

* Julia Isabel Vega; Juan Martín Corredor; Jairo Rafael Navarro¹
Dra. Liliana Jara²
Dra. Luz Andrea Velandia³
Gerardo Ardila⁴

RESUMEN

OBJETIVO: Evaluar el grado de reabsorción radicular externa en pacientes ortodónticos finalizados con técnica MBT y Roth sobre radiografías periapicales magnificadas.

MÉTODO: Estudio observacional analítico retrospectivo, que incluyó 46 historias clínicas con radiografías periapicales magnificadas de pacientes (Grupo 1=21; Grupo 2=25), las cuales fueron escaneadas para ser analizadas con el programa **imageJ** de procesamiento de imagen digital. Se tomaron las medidas de las raíces y de las coronas de los cuatro dientes anterosuperiores y los cuatro anteroinferiores, teniendo como referencia el ápice de la raíz de cada diente, la unión amelocementaria y el borde incisal de la corona, cada valor fue diligenciado en una tabla de Excel para su posterior análisis con el software Real Statistics v.8.1. Investigación clasificada sin riesgo según Res. 8430/93.

RESULTADOS: se encontraron porcentajes de RRE que estuvieron en un rango de 14,9% a 25,1% cuando se utilizó la técnica MBT y, de 12,5% a 22,0% cuando fue empleada la técnica Roth; la mayor diferencia al considerar la técnica se encontró en el diente 22 obteniéndose una RRE de 25,1% con la técnica MBT y de 13,7% con la técnica Roth ($p=0,032$).

CONCLUSIONES: la cantidad de RRE encontrada entre los pacientes, se encontró en un grado moderado; es decir que se está presentando una pérdida cercana a un tercio de la longitud radicular independientemente de la técnica utilizada, aunque es levemente mayor con la técnica MBT.

PALABRAS CLAVE: reabsorción radicular externa, técnica Roth, técnica MBT, ortodoncia.

SUMMARY

OBJECTIVE: to evaluate the degree of external root resorption in orthodontic patients completed with the MBT and Roth technique on magnified periapical radiographs.

METHOD: retrospective analytical observational study, which included 46 medical records with periapical radiographs of patients (G1=21; G2=25), which were scanned to be analyzed with the imageJ digital image processing program. The measurements of the roots and crowns of the four upper anterior teeth and the four lower anterior teeth were taken, taking as reference the apex of the root of each tooth, the cemento-enamel junction and the incisal edge of the crown, each value was filled out in Excel table for later analysis with the Real Statistics v.8.1 software. Investigation classified without risk according to Res.8430/93.

RESULTS: RRE percentages were found that were in a range between 14.9% and 25.1% with MBT technique, and between 12.5% and 22.0% with Roth technique; the greatest difference, when considering the technique, was found in tooth 22, obtaining an RRE of 25.1% with the MBT technique and 13.7% with the Roth technique ($p=0.032$).

CONCLUSIONS: the amount of RRE found among the patients, was found to a moderate degree; that is to say that, approximately one third of the root length is present regardless of the technique used, although it is slightly greater with the MBT technique.

PALABRAS CLAVE: external root resorption, Roth technique, MBT technique, orthodontics.

¹ Residente de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar UNICOC

² Asesor Científico Odontólogo- Pontificia Universidad Javeriana -Ortodoncista UNICIEO

³ Asesor Metodológico – Odontóloga Especialista en Ortodoncia

⁴ Asesor Estadístico

Introducción

La ortodoncia como tratamiento, se ha usado para mejorar la estética y la función de los pacientes haciendo uso de diferentes técnicas, las cuales involucran el uso de brackets, alambres, elásticos y otras herramientas, que permiten el movimiento y cambio de posición de los dientes con respecto a la posición del cráneo. Sin embargo, en la ortodoncia se presentan diferentes niveles de riesgo de daño a los tejidos involucrados en los movimientos dentales ⁽¹⁾.

La reabsorción radicular externa (RRE) es una complicación indeseable del tratamiento ortodóntico ⁽¹⁻⁵⁾, caracterizada por la pérdida permanente de tejido duro dental del ápice de la raíz ⁽⁵⁻⁷⁾, ocurre cuando hay una concentración de fuerzas en el ápice de la raíz durante el movimiento del diente, presentándose como formas de raíz alteradas ⁽⁸⁾.

Las cifras de prevalencia de reabsorción radicular dependen de la herramienta diagnóstica utilizada para su detección, pudiendo llegar a presentarse en el 100% de los pacientes bajo tratamiento ortodóntico ⁽⁵⁻⁹⁾, y con valores medios de acortamiento de la raíz entre 0,5 y 3mm. La RRE tiene factores etiológicos complejos y multifactoriales, los cuales generan preocupación para los profesionales de la ortodoncia quienes buscan cómo minimizarla y evitar su ocurrencia. Siendo la RRE una consecuencia iatrogénica de la

ortodoncia ⁽¹⁰⁾ se ha convertido en una consideración a tener en cuenta en el ámbito médico-legal incluida dentro de los riesgos posibles en los consentimientos informados, a pesar que en la mayoría de los casos consiste en cambios anatomopatológicos ligados al movimiento dentario durante la fase inicial de tratamiento ⁽¹¹⁾.

Su abordaje requiere considerar diversos factores, por eso analizar técnicas de amplia utilización en los tratamientos ortodónticos, como lo son la técnica de McLaughlin, Bennett y Trevisi (MBT) y la técnica Roth, tiene un gran valor, especialmente cuando se incluye la duración del tratamiento. La técnica Roth utiliza arcos rectos que según sus desarrolladores llenan el slot del bracket y se basan en el concepto de sobrecorrección para promover la estabilidad de los resultados posteriores al tratamiento de ortodoncia ⁽¹²⁾; las ventajas que afirman tener son reducir el tiempo de tratamiento y simplificar el mecanismo usado para lograr las inclinaciones y angulaciones ideales de los dientes ⁽¹³⁾. La técnica MBT fue desarrollada por MacLaughlin, Bennet y Trevisi en 1998, quienes afirman que es mejor el incremento en el torque radicular palatino de los incisivos superiores respecto a otras técnicas, así como el incremento en el torque vestibular radicular de los incisivos inferiores lo cual contrarresta la inclinación anterior durante la nivelación ⁽¹⁴⁾. Esta técnica se caracteriza por la versatilidad de los brackets ^(13,15).

En la literatura, las distintas técnicas han sido comparadas para evaluar la

presencia de RRE tras su utilización ^(3, 16); sin embargo, no se encuentran estudios en la literatura actual publicados en revistas indexadas que comparen la técnica Roth y MBT. También se ha encontrado que los pacientes de ortodoncia con reabsorción radicular detectable durante los primeros seis meses de tratamiento activo tienen más probabilidades de experimentar reabsorción en el siguiente período de seis meses que los que no la tienen ⁽¹⁷⁻²¹⁾. Esta condición puede causar una proporción desequilibrada de la corona y la raíz en los dientes afectados, e incluso su pérdida, afectando la calidad de vida de los pacientes y el resultado del tratamiento de ortodoncia ⁽⁶⁾.

El objetivo de este estudio fue evaluar el grado de reabsorción radicular externa en pacientes ortodónticos finalizados con técnica MBT y Roth sobre radiografías periapicales magnificadas; y como el abordaje de la RRE requiere considerar diversos factores, aquí se incluyeron tres que han sido de gran influencia en diferentes estudios como son la edad, el sexo y los dientes afectados. Con los resultados de este estudio se pretende ofrecer una herramienta de primera mano a los profesionales de la ortodoncia, que permita la toma de decisiones en la práctica clínica, sobre cuál es la técnica ortodóntica que menores problemáticas a nivel radicular podría presentar al paciente, o las variables que deben ser tenidas en cuenta para reducir al máximo los riesgos y en este caso las que se relacionan con la RRE.

Metodología

Este es un estudio observacional analítico retrospectivo en el que se realizó una búsqueda manual y revisión de 1156 historias físicas de la Red de Clínicas del posgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar UNICOC-Bogotá de los años 2004 a 2022; fueron descartadas historias clínicas que presentaban radiografías análogas, juegos de radiografías incompletos, radiografías en mal estado y radiografías en formatos distintos; este proceso llevó a que se recolectara una muestra inicial de 145 historias. A esta muestra se le aplicaron los criterios de selección, incluyendo historias clínicas de pacientes atendidos en la clínica de la institución, historias clínicas que contaran con radiografías periapicales magnificadas iniciales y finales tomadas del mismo equipo y estandarizadas para evitar errores causados por distorsión de la imagen, historias clínicas de pacientes tratados con la técnica Roth o MBT, historias clínicas de pacientes con tratamiento finalizado; y excluyendo pacientes con compromiso periodontal, pacientes con ortodoncia previa, pacientes con síndromes, pacientes con historia de traumas dentoalveolares, con evidencia de reabsorción radicular previa, tratamiento previo de endodoncia y enanismo radicular. Así, mediante un muestreo no probabilístico, se obtuvo una muestra definitiva de 46 historias con un total de 307 dientes para formar los diferentes grupos de estudio; con éstos se consolidaron dos grupos. Las características en cuanto a técnica, aparatología, sexo, edad y número de dientes evaluados en cada grupo se

presentan en la tabla 1, las cuales también son las variables de esta investigación. Se tuvo en cuenta la variable sexo, debido a que algunos autores reportan influencia en la RRE de factores hormonales relacionados al sexo ⁽¹⁷⁾⁽²⁹⁾.

Tabla 1. Conformación de los grupos de la muestra

	Grupo 1 (n=21)	Grupo 2 (n=25)
Técnica	Roth	MBT
Aparatología	Marca ORMCO serie Sintesis, Slot 0.22 x 0.28	Marca 3M serie Integra, Slot 0.22 x 0.28
Dientes	147	160
Sexo	12M, 9H	19M, 6H
Edad	<19 años: 14 >19 años: 7	<19 años: 16 >19 años: 9

M: Mujer, H: Hombre.

Posteriormente, se tomaron los diferentes datos requeridos para el estudio y se escanearon las radiografías periapicales magnificadas de los pacientes mediante un escáner *Hewlett Packard* referencia 2545.

Para el análisis de las radiografías, un grupo de tres evaluadores realizaron el proceso de calibración con el *Gold Standard*, probando la reproducibilidad intra e inter observador; una muestra aleatoria de 26 radiografías fueron medidas y re-examinadas en un intervalo de 2 semanas; se utilizó el método de *Bland-Altman* para evaluar la concordancia entre las mediciones, encontrándose con éste que todos los operadores se encontraban estandarizados para la toma de las mediciones. En la figura 1 se presentan los resultados de esta prueba.

La medición de las estructuras dentales se realizó por medio del programa de procesamiento de imagen digital de dominio público programado en Java ImageJ 1.49(figura 2).

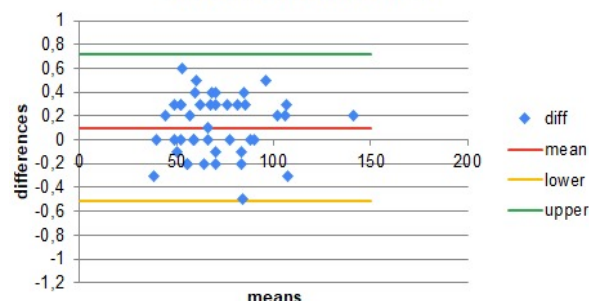


Figura 1. Resultados de la Prueba Bland-Altman



Figura 2. Medición de los dientes 12,11,21,22. Realizada desde el ápice hasta línea amelocementaria; y desde línea amelocementaria hasta borde incisal

Con dicha herramienta se tomaron las medidas de las raíces y de las coronas de los cuatro (4) dientes anterosuperiores y los cuatro (4) anteroinferiores, 12, 11, 21, 22, 31, 32, 41 y 42 respectivamente, siguiendo el procedimiento descrito en el artículo de Esteves et al. ⁽²²⁾, en el cual cualquier aumento en la imagen radiográfica pre o postratamiento fue corregida al usar la longitud coronal como referencia. Por lo tanto, la proporción entre la longitud coronal inicial y la longitud coronal post-

tratamiento determinó el factor de corrección, razón por la cual se excluyeron en este estudio aquellos casos con coronas fracturadas o con desgaste.

La Resolución 8430 del 1993, del Ministerio de Salud, clasifica este estudio como investigación sin riesgo, por ser un estudio en el que no se hizo intervención directa en los pacientes.

Análisis estadístico.

El plan de análisis incluyó prueba d'Agostino para determinar si las mediciones y/o reabsorciones presentan distribución normal; T y Mann Whitney para comparar la reabsorción por técnica a nivel de cada diente; ANOVA de dos vías para comprar la reabsorción en cada técnica a nivel de sexo y grupo etario. Se emplearon medidas de distribución normal para hacer referencia a los tamaños de las raíces. Se utilizó el software *Real Statistics* versión 8.1, es el mismo R para Excel. Se consideró un nivel de significancia de 0,05.

Análisis de datos

Al analizar las 46 historias clínicas de pacientes con un total de muestra de 307 dientes, se encontraron porcentajes de RRE que estuvieron en un rango de 14,9% a 25,1% cuando se utilizó la técnica MBT y, de 12,5% a 22,0% cuando fue empleada la técnica Roth; observándose porcentajes más bajos de RRE en los dientes inferiores y que en el caso del diente 22 se obtuvo la mayor diferenciación al considerar la técnica empleada, obteniéndose una

RRE de 25,1% con la técnica MBT y de 13,7% con la técnica Roth (gráfico 1), obteniéndose además diferencias estadísticas significativas ($p=0,032$).

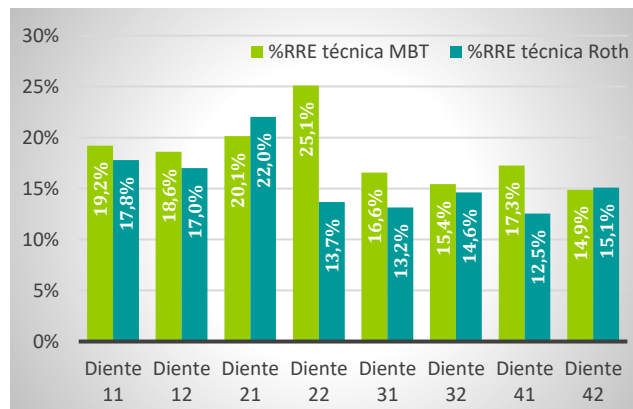


Gráfico 1. RRE en los diferentes dientes analizados según técnica

Cuando se analiza la RRE según la relación entre la técnica y el sexo, el mayor porcentaje encontrado se presenta en el diente 21 de los pacientes del sexo masculino que utilizaron la técnica Roth (28,4%); mientras que para las mujeres el porcentaje más alto de RRE se dio en el diente 22 cuando utilizaron la técnica MBT (24,6%). Al evaluar la técnica MBT de manera independiente, según sexo, no se hallaron diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$), aunque la mayor diferencia se presentó en el diente 21 donde las mujeres presentaron una RRE de 21,4% y los hombres de 15,9%; le siguió la diferencia en el diente 41 que en el caso de los hombres fue de 20,8% y en las mujeres fue de 15,9%. Al considerar la técnica Roth, según sexo, la mayor diferencia se presentó en el diente 21 donde los hombres presentaron una RRE de 28,4% y las mujeres de 17,0%; siguiéndole la diferenciación en el diente 41 donde las mujeres

presentaron un 15,6% de RRE y los hombres de 8,4%. Si se considera la población total de mujeres (n=31) y hombres (n=15), diferenciados según la técnica empleada, tampoco fueron encontradas diferencias estadísticas significativas.

Al analizar la RRE según la relación entre la técnica y el grupo etario, el mayor porcentaje encontrado se presenta en el diente 22 de los pacientes menores de 19 años que utilizaron la técnica MBT (28,8%); y también, en este mismo grupo etario, pero en el diente 21 de los pacientes con técnica Roth (24,7%). Al considerar la técnica MBT, según grupo etario, no fueron encontradas diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$), aunque la mayor diferencia se presentó en el diente 22, donde los menores de 19 años presentaron una RRE de 28,8% y en los mayores de 19 fue de 18,4%. Al tener en cuenta la técnica Roth, la mayor diferencia identificada se presentó en el diente 12, donde los menores de 19 años presentaron una RRE de 19,5% y en los mayores de 19 fue de 11,3%, sin diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$). Finalmente, al considerar la población total de menores de 19 años (n=30) y mayores de 19 años (n=16), diferenciados según la técnica empleada, si se encontraron diferencias estadísticas significativas, sólo en el diente 22 ($p=0,034$); observándose en estos resultados que en pacientes menores de 19 años el porcentaje de RRE fue mayor para el diente 22, indicando que la edad influye

en el porcentaje de RRE que se presenta en este diente.

Por otra parte, aunque no hizo parte de los objetivos de esta investigación, también se observó que la variable tiempo de tratamiento en esta muestra no presentó diferencias estadísticas significativas entre técnicas ($p>0,05$), sin embargo, también se observó que los valores más altos de acortamiento dental se presentaron entre los pacientes con tratamiento de más de 2 años.

Discusión

Con el fin de diagnosticar la RRE existen diversos medios imagenológicos; en este estudio se utilizaron radiografías periapicales magnificadas ya que permiten evaluar con mayor precisión la RRE comparado con panorámicas o periapicales estándar que son los medios diagnósticos más comúnmente usados. Las medidas en este estudio fueron tomadas a través del uso de ImageJ el cual permite una mejor visualización de las imágenes radiográficas y mayor precisión.

La RRE es un riesgo del tratamiento ortodóntico ⁽²³⁾, existen diversos factores relacionados a la ortodoncia que pueden ser responsables de una mayor RRE razón por la cual es importante identificar si existen diferencias entre el uso de dos de las técnicas más usadas en ortodoncia como la técnica Roth y MBT en los porcentajes de RRE.

Inicialmente, hay que considerar, que, según el Índice de Reabsorción Radicular de 0-4, que ha sido utilizado en otras investigaciones⁽²⁴⁾, el grupo total de pacientes evaluados en este estudio están presentando una RRE en el grado 3, que es aquella que varía entre los 2mm y 1/3 de la longitud original de la raíz; lo que, en otros términos, es una RRE moderada ⁽²⁵⁾; sin embargo, el grupo en el que se empleó la técnica Roth, estuvo levemente más cercano a un grado 2, que es la que se presenta menor a 2mm. Considerando las dos técnicas aquí utilizadas y los dientes evaluados, se observaron mayores porcentajes de RRE por diente al emplear la técnica MBT, las cuales oscilaron entre un 14,9% y un 25,1%; mientras que este rango estuvo entre 12,5% y 22,0% con la técnica Roth; aunque sin diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$), salvo por el diente 22 que al utilizar la técnica MBT tuvo un promedio de RRE del 25,5%, mientras que con la técnica Roth fue de 13,7% ($p<0,032$); esta diferencia significativa en el 22 puede ser causada por aspectos morfológicos del diente como el tener raíces cónicas y más delgadas que las de los centrales; y hacer que su clasificación respecto a la RRE con la técnica MBT sea grado 4, es decir superior a 1/3 de la longitud original de la raíz.

Existe en la literatura carencia de estudios comparativos entre estas dos técnicas y la RRE; Agarwal et al ⁽²⁵⁾ realizaron una investigación que, si bien incluyó pacientes tratados con MBT y Roth, se enfocó en la RRE de los dientes tras una fase única de terapia de ortodoncia fija sin comparación de

resultados entre las técnicas. Un estudio que comparaba la técnica estándar simplificada, el sistema de alambre recto y la Terapia Bioeficiente que usa brackets rectangulares para aumentar distancia interbrackets, encontró una menor cantidad de RRE en el último grupo, y similares en los otros dos; a pesar de tener la misma duración de tratamiento, los autores afirman que las diferencias se dieron debido al tipo de alambres usados en la técnica Bioeficiente ⁽³⁾. La investigación aquí desarrollada es un paso más, para comparar dos técnicas de amplia utilización, y aunque no se encontraron diferencias estadísticas significativas generalizadas entre ambos ($p>0,05$), si deja ver menores porcentajes de RRE con la técnica Roth.

Cuando la RRE se analiza considerando cada uno de los dientes, la investigación ha afirmado que la cantidad promedio de reabsorción radicular en incisivos superiores o dientes anteriores examinados es inferior a 1,5mm durante el tratamiento de ortodoncia, se ha observado que los dientes con mayor prevalencia de RRE en ortodoncia son en primer lugar incisivos centrales superiores y en segundo lugar incisivos laterales ⁽²⁶⁾, Artún et al. ⁽²⁷⁾, confirma esta prevalencia presentándose igual también en la investigación de Mavragani et al.⁽¹⁶⁾, donde el diente 12 tuvo un acortamiento de la raíz del 30.1%, el diente 11 del 21.7%, el diente 21 del 30.6%, mientras en el diente 22 fue de 36.8%. En el presente estudio se observó que la mayor diferencia entre RRE y técnica se dio en el diente 22 con MBT (25%) y en Roth (13%), esta

diferencia puede deberse al mayor torque radicular presente en la prescripción MBT; sin embargo, en el presente estudio no se tuvo en cuenta los casos de extracción y no extracción, lo cual podría afectar el tipo de movimiento ejercido sobre estos dientes anteriores para el cierre de espacios y en consecuencia la RRE.

Dentro de los factores de riesgo para RRE, la literatura indica que el tiempo de tratamiento de ortodoncia se cuenta como importante ⁽¹¹⁾; en el presente estudio fue posible identificar una tendencia consistente a mayores porcentajes de acortamiento de la raíz entre las personas con tratamientos mayores a 2 años de aquellos en los que se utilizó la técnica MBT, aunque las diferencias estadísticas significativas no se presentaron ($p>0,05$). Para la técnica Roth, aunque en algunos dientes la reabsorción es mayor en aquellos pacientes con mayor tiempo de tratamiento, las diferencias no son tan pronunciadas como con la otra técnica aquí analizada. No obstante, esta variable tampoco presentó diferencias estadísticas significativas en otras investigaciones, que por ejemplo consideraron grupos de 24 meses o menos de tratamiento y > 24 meses ($p>0,05$) ⁽²⁵⁾ y menos en aquellas que consideran tiempos muy bajos como 6 meses de tratamiento ⁽²⁸⁾.

La edad también ha sido una variable de interés en la literatura, aun así, aunque se han considerado rangos que oscilan entre 11 y 30 años, la evidencia científica no ha encontrado relación entre la edad del paciente y el grado de reabsorción radicular ⁽²⁸⁾; en lo

observado en la presente investigación los resultados coinciden con la literatura en la cual no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre edad y RRE de manera parcial y considerando la técnica Roth; en este caso y de manera estadísticamente significativa ($p<0,034$), se presentaron menores porcentajes de RRE en el diente 22 entre las personas mayores de 19 años.

Con respecto a la variable sexo y la RRE, la evidencia sugiere que no existe una variación estadísticamente significativa ($p>0,05$) ⁽²⁵⁾, lo que coincide con los hallazgos de este estudio, aun cuando se diferencie según técnica ($p>0,05$).

Los hallazgos de este estudio sugieren que no existe diferencia en el porcentaje de RRE de pacientes tratados con MBT y Roth, En el presente estudio se observaron las variables edad, sexo y tiempo de tratamiento y se tuvieron en cuenta radiografías periapicales magnificadas así como mediciones realizadas con software previa calibración de los observadores lo cual aumenta la validez de los resultado, así como este presenta información de dos técnicas muy utilizadas y de las cuales no existe información comparativa en la literatura revisada hasta ahora. No obstante, esta misma característica, se convirtió en una debilidad para la investigación, pues la comparación entre estas dos técnicas para evidenciar el grado de RRE es escasa.

Considerando la complejidad de la RRE^(25,27) y los diferentes factores que se encuentran involucrados es importante señalar que dentro de las limitaciones de este estudio se encuentra que no se tuvo en cuenta los casos de extracciones y no extracciones ni las diferencias en los tipos de alambres utilizados, también es de considerar que los pacientes fueron tratados por diferentes operadores y podría existir variabilidad interoperador que pudieran ser responsables de los resultados obtenidos, sin embargo es de tener en cuenta que los casos son guiados por un número limitado de docentes entrenados en las técnicas y adicionalmente como lo reportado por Mittal y colaboradores⁽³⁰⁾ el objetivo original de las técnicas preajustadas es reducir la cantidad de dobles requeridos con el fin de promover resultados de tratamiento más consistentes tanto intra como interoperadores.

Conclusiones

- La RRE en pacientes ortodónticos finalizados con técnica MBT y Roth sobre radiografías periapicales magnificadas; se encontró en un grado moderado, independientemente de la técnica utilizada. Esto supone una alerta para los profesionales ortodónticos, pues en general se está presentando una pérdida cercana a un tercio de la longitud radicular, lo que puede llevar a problemas futuros de pérdida dental, de no realizar los correctivos necesarios a tiempo.

- Cuando se hace una diferenciación por técnica, se observaron mayores cantidades de acortamiento radicular entre las personas que en su tratamiento ortodóntico utilizaron la técnica MBT.
- El diente 22 fue donde se presentó mayor RRE cuando se utilizó la técnica MBT; con la técnica Roth la mayor cantidad de RRE se presentó en el diente 11.
- Al considerar variables como el sexo y la edad, fueron notorios menores porcentajes de reabsorción por diente, entre las personas mayores de 19 años. En el caso del sexo, la RRE tuvo un comportamiento similar tanto en hombres como en mujeres, sin diferenciación por técnica.
- Se presentaron cifras más elevadas entre las personas con tratamientos mayores a 2 años y que utilizaron la técnica MBT.

Recomendaciones

Se sugiere para futuras investigaciones evaluar las variables como tipo de arco usado, fase de tratamiento y extracciones con el fin de desarrollar modelos predictivos de RRE considerando las variables que la literatura considera significativas.

Realizar estudios de la RRE en ortodoncia que usen cone-beam para contrastar resultados con periapicales panorámicas y diferencias entre técnicas.

Bibliografía

1. Currel SD, Liaw A, Blackmore PD, Esterman A, Nimmo A. Orthodontic mechanotherapies and their influence on external root resorption: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2019; 155: 313-329
2. Maués CPR, Nascimento RR, Vilella OV. Severe root resorption resulting from orthodontic treatment: Prevalence and risk factors. *Dental Press J Orthod*. 2015 Jan-Feb;20(1):52-8.
3. Janson G, de Luca G, Rodrigues D, Castanha JF, de Freitas MR. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with 3 different fixed appliance techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1999; 118: 262-73.
4. Jung YH, Cho BH. External root resorption after orthodontic treatment: a study of contributing factors. *Imaging Sci Dent* 2011; 41(1): 17-21.
5. Topkara A. External apical root resorption caused by orthodontic treatment: a review of the literatura. *European Journal of Paediatric Dentistry*. 2011; 12(3): 163-166.
6. Li Y, Deng S, Mei L, Li Z, Zhang X, Yang C, Li Y. Prevalence and severity of apical root resorption during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: a cone beam computed tomography study. *Progress in Orthodontics*. 2020; 21(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40510-019-0301-1>
7. Dindaroğlu F, Doğan S. Root Resorption in Orthodontics. *Turk. J. Orthod*. 2016; 29(4): 103–108.
8. Barros SE, Janson G, Chiqueto K, Oliveira V, Oliveira T. Root resorption of maxillary incisors retracted with and without skeletal anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017; 151: 397-406
9. Sandoval HP. Variaciones genéticas, polimorfismos y reabsorción radicular externa asociada a tratamientos ortodóncicos. Revisión de literatura. *Rev. CES Odont*. 2018; 31(1): 47-56.
10. Justus R. Prevention of external apical root resorption during orthodontic treatment. *Clin Dent Rev*. 2018; 2(1).
11. Marques LS, Chaves KCT, Rey AC, Pereira LJ, de Oliveira AC. Severe root resorption and orthodontic treatment: Clinical implications after 25 years of follow-up. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 139(4): S166-169. doi:10.1016/j.ajodo.2009.05.032
12. Oda S, Arai K, Nakahara R. Commercially available archwire forms compared with normal dental arch forms in a Japanese population. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137(4): 520-527. doi:10.1016/j.ajodo.2008.04.025
13. Moesi B, Dyer F, Benson PE. Roth versus MBT: does bracket prescription have an effect on the subjective outcome of pre-adjusted edgewise treatment? *Eur. J. Orthod*. 2013; 35: 236–243 doi:10.1093/ejo/cjr126
14. McLaughlin RP, Bennett JC, Trevisi H. Systemized orthodontic treatment mechanics. London: Ed. Mosby; 2001. p.33.
15. Jain M, Varghese J, Mascarenhas R, Mogra S, Shetty S, Dhakar N. Assessment of clinical outcomes of Roth and MBT bracket prescription using the American Board of Orthodontics Objective Grading System. *Contemp Clin Dent*. 2013; 4(3): 307–312.
16. Mavragani M, Vergari A, Selliseth NJ, Bøe OE, Wisth PL. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with a standard edgewise and a straight-wire edgewise technique. *Eur J Orthod* 2000; 22: 665-674
17. Abuabara A. Biomechanical aspects of external root resorption in orthodontic therapy. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2007; 12(8): E610-3.
18. Toyokawa-Sperandio KC, Conti ACCF, Fernandes TMF, Almeida-Pedrin RR, Almeida MR, Oltramari PVP. External apical root resorption 6 months after initiation of orthodontic treatment: A randomized clinical trial comparing fixed appliances and orthodontic aligners. *Korean J Orthod*. 2021; 51(5): 329-336. Doi: 10.4041/kjod.2021.51.5.329.

19. Bayir F, Bolat Gumus E. External apical root resorption after orthodontic treatment: Incidence, severity and risk factors. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2021 Spring;15(2):100-105. doi: 10.34172/joddd.2021.017.
20. Sondejker CFW, Lamberts AA, Beckmann SH, Kuitert RB, van Westing K, Persoon S, Kuijpers-Jagtman AM. Development of a clinical practice guideline for orthodontically induced external apical root resorption. *Eur J Orthod*. 2020 Apr 1;42(2):115-124. doi: 10.1093/ejo/cjz034.
21. Smale I, Artun J, Behbehani F, Doppel D, van't Hof M, Kuijpers-Jagtman AM. Apical root resorption 6 months after initiation of fixed orthodontic appliance therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005 Jul;128(1):57-67. doi: 10.1016/j.ajodo.2003.12.030.
22. Esteves T, Ramos AL, Pereira CM, Marubayashi M. Orthodontic Root Resorption of Endodontically Treated Teeth. *J Endod*. 2007; 33(2): 119-122.
23. Traves H, Roberts-Harry D, Sandy J. Orthodontics. Part 6: Risks in orthodontic treatment. *Br Dent J*. 2004; 196: 71–77.
24. Levander E, Malmgren A, Stenback K. Apical root resorption during orthodontic treatment of patients with multiple aplasia: a study of maxillary incisors. *European Journal of Orthodontics*. 1998; 20: 427-434
25. Agarwal M, Chopra C, Kumar P, Jayan BB, Nehra CK, Sharma M. A radiographic study of external apical root resorption in patients treated with single-phase fixed orthodontic therapy. *Medical Journal Armed Forces India*. 2016; 72: S8-S16.
26. Maués CP, do Nascimento RR, Vilella Ode V. Severe root resorption resulting from orthodontic treatment: prevalence and risk factors. *Dental Press J Orthod*. 2015; 20(1): 52-58
27. Årtun J, Van 't Hullenaar R, Doppel D, Kuijpers A.M. Identification of orthodontic patients at risk of severe apical root resorption. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009; 135(4): 448–455. Doi: 10.1016/j.ajodo.2007.06.012
28. Leite V, Conti AC, Navarro R, Almeida M, Oltramari-Navarro P, Almeida R. Comparison of root resorption between self-ligating and conventional preadjusted brackets using cone beam computed tomography. *Angle Orthod*. 2012; 82(6): 1078–1082.
29. Zahedani Z, Oshagh M, Danaei M, Roeinpeikar SMM. A comparison of apical root resorption in incisors after fixed orthodontic treatment with standard edgewise and straight wire (MBT) method. *J Dent Shiraz Univ Med Sci*. 2013;14(3): 103–110.
30. Mittal M, Thiruvengkatachari B, Sandler PJ, Benson PE. A three-dimensional comparison of torque achieved with a preadjusted edgewise appliance using a Roth or MBT prescription. *Angle Orthod*. 2015 Mar;85(2):292-7. doi: 10.2319/122313-941. Epub 2014 Jun 30. PMID: 24978676; PMCID: PMC8631874.

ANEXOS

Anexo A. RRE según técnica

Diente	TÉCNICA MBT							TÉCNICA ROTH							Valor p
	Prom. Inicial	D.E.	Prom. Final	D.E.	RRE frecuencia absoluta (n)	RRE (%)	D.E.	Prom. Inicial	D.E.	Prom. Final	D.E.	RRE frecuencia absoluta (n)	RRE (%)	D.E.	
11	236,48	7,12	189,19	6,83	47,29	19,2%	3,3%	249,60	10,60	201,83	9,32	47,77	17,8%	3,5%	0,772
12	235,61	8,29	189,24	4,75	46,36	18,6%	3,0%	223,70	13,95	180,20	4,63	43,50	17,0%	4,7%	0,768
21	243,22	10,79	191,85	9,74	51,37	20,1%	3,7%	248,87	9,81	202,59	8,87	46,28	22,0%	5,7%	0,786
22	246,11	9,32	181,99	8,03	64,12	25,1%	3,4%	227,08	13,10	191,80	9,33	35,27	13,7%	3,8%	0,032
31	235,74	9,07	193,85	6,03	41,89	16,6%	2,2%	226,54	10,73	192,01	6,29	34,52	13,2%	2,9%	0,343
32	253,85	9,31	212,26	6,62	41,59	15,4%	2,1%	250,97	10,42	210,75	6,89	40,22	14,6%	2,6%	0,812
41	235,27	8,98	191,89	6,34	43,38	17,3%	2,3%	220,58	8,60	190,48	6,69	30,10	12,5%	2,7%	0,189
42	246,53	8,60	207,95	6,75	38,57	14,9%	1,9%	243,12	10,37	202,20	7,79	40,92	15,1%	3,4%	0,952

Anexo B. RRE, relación según técnica y sexo

Diente	TÉCNICA MBT					TÉCNICA ROTH					Valor p
	Fem.	D.E.	Masc.	D.E.	p	Fem.	D.E.	Masc.	D.E.	p	
11	19,1%	3,9%	19,7%	5,3%	0,934	16,0%	4,4%	20,3%	6,0%	0,572	0,890
12	17,5%	2,8%	21,5%	8,4%	0,679	13,9%	5,7%	20,1%	7,8%	0,537	0,922
21	21,4%	4,6%	15,9%	6,1%	0,489	17,0%	4,4%	28,4%	11,8%	0,387	0,674
22	24,6%	4,2%	26,4%	6,5%	0,825	14,2%	4,9%	12,5%	6,3%	0,829	0,999
31	15,5%	2,5%	19,8%	4,6%	0,431	13,6%	4,4%	12,6%	3,5%	0,869	0,652
32	14,6%	2,5%	17,8%	4,0%	0,517	15,4%	3,7%	13,6%	3,8%	0,371	0,850
41	15,9%	2,5%	20,8%	4,9%	0,402	15,6%	4,1%	8,4%	2,8%	0,083	0,760
42	14,6%	2,1%	15,8%	4,2%	0,803	12,2%	3,8%	19,0%	6,1%	0,358	0,365

Anexo C. RRE, relación según técnica y grupo etario

Diente	TÉCNICA MBT	TÉCNICA ROTH
--------	-------------	--------------

	<19 años	D.E.	>19 años	D.E.	p	<19 años	D.E.	>19 años	D.E.	p	VALOR P
11	21,4%	4,3%	15,2%	4,9%	0,357	20,6%	5,1%	13,0%	3,6%	0,237	0,108
12	20,6%	3,7%	15,1%	5,2%	0,415	19,5%	6,4%	11,3%	4,6%	0,332	0,080
21	22,7%	4,6%	13,9%	6,0%	0,276	24,7%	8,3%	16,7%	4,9%	0,416	0,154
22	28,8%	4,4%	18,4%	4,7%	0,129	16,5%	5,8%	8,9%	2,2%	0,245	0,034
31	17,7%	3,0%	14,6%	3,2%	0,483	14,3%	3,8%	10,9%	4,4%	0,571	0,380
32	17,8%	2,6%	11,7%	3,3%	0,160	16,3%	3,4%	11,3%	4,1%	0,357	0,101
41	17,2%	3,1%	17,4%	3,5%	0,963	13,1%	3,4%	11,5%	4,8%	0,787	0,851
42	14,9%	2,4%	14,9%	3,2%	0,993	16,8%	4,5%	11,8%	4,8%	0,466	0,529

Anexo D. RRE, relación según técnica y tiempo de tratamiento

Diente	Técnica	Tiempo de tratamiento	n	Prom. RRE	D.E.	VALOR P
32	MBT	Mayor a 2 años	17	16,0%	2,5%	0,757
		Menor 2 años	6	13,7%	4,0%	
	ROTH	Mayor a 2 años	14	13,5%	2,9%	0,513
		Menor 2 años	6	19,6%	5,6%	
31	MBT	Mayor a 2 años	18	17,9%	2,5%	0,792
		Menor 2 años	6	12,6%	4,3%	
	ROTH	Mayor a 2 años	14	13,0%	2,5%	0,858
		Menor 2 años	6	15,8%	8,4%	
41	MBT	Mayor a 2 años	18	17,8%	2,7%	0,572
		Menor 2 años	6	15,5%	4,9%	
	ROTH	Mayor a 2 años	14	11,3%	2,8%	0,557
		Menor 2 años	6	17,6%	6,7%	
42	MBT	Mayor a 2 años	18	16,2%	2,2%	0,686
		Menor 2 años	6	10,8%	3,3%	
	ROTH	Mayor a 2 años	14	15,9%	4,5%	0,570
		Menor 2 años	6	15,8%	5,5%	
22	MBT	Mayor a 2 años	12	29,6%	3,9%	0,220
		Menor 2 años	5	14,4%	4,0%	
	ROTH	Mayor a 2 años	11	13,2%	3,7%	0,311
		Menor 2 años	4	17,5%	12,0%	
21	MBT	Mayor a 2 años	11	23,8%	5,1%	0,746
		Menor 2 años	6	13,5%	4,3%	
	ROTH	Mayor a 2 años	12	23,8%	8,2%	0,185
		Menor 2 años	5	18,1%	7,0%	
11	MBT	Mayor a 2 años	11	21,0%	4,6%	0,914
		Menor 2 años	6	15,9%	4,0%	
	ROTH	Mayor a 2 años	13	16,6%	4,3%	0,990
		Menor 2 años	5	21,6%	8,0%	
12	MBT	Mayor a 2 años	10	19,5%	3,7%	0,901
		Menor 2 años	4	16,4%	5,6%	
	ROTH	Mayor a 2 años	6	15,7%	6,7%	0,982
		Menor 2 años	4	19,0%	6,9%	

Anexo E. Índice de reabsorción radicular de 0 a 4. 0, Contorno de raíz normal. 1, contorno de raíz irregular. 2, Reabsorción radicular apical menor a 2 mm. 3, Reabsorción radicular apical, que varía de 2 mm a 1/3 de la longitud original de la raíz. 4, Reabsorción radicular extrema, superior a 1/3 de la longitud original de la raíz.

