

CANAL ABIERTO

REVISTA CIENTÍFICA

ISSN versión Impresa 0718-2368
ISSN versión digital 2452-5898

N° 43 Abril 2021



 **SECH**
SOCIEDAD DE ENDODONCIA DE CHILE



Imagen Portada Canal Abierto N° 43

Comité Editorial

Director:

Dr. Jaime Abarca Reveco

Editores:

Dra. Susana Contardo Jara
Dra. Gabriela Sánchez Sanhueza
Dr. Pablo Betancourt Henríquez
Dr. Carlos Olguín Concha
Dr. Héctor Monardes Cortés

Producción General:

Arca Comunicaciones Ltda.
Diseño Gráfico: Paolo Arriagada Galleani

Directorio SECH

Presidenta:

Dra. Priscilla Ledezma Araya

Vicepresidenta:

Dra. Mónica Arce Yáñez

Past President:

Dra. Verónica Viñuela Vallina

Secretaria:

Dra. Marcia Antúnez Riveros

Prosecretaria:

Dra. Olga Ljubetic Gjuranovic

Tesorera:

Dra. Karin Weinborn Astudillo

Protesorera:

Dra. Macarena Vega Marcich

Comité Científico:

Dr. Wenceslao Valenzuela Aldunate

Coordinador Filiales:

Dra. Pilar Araya Cumsille

Director:

Dr. Nicolás Ferraro Saldías

Director Revista:

Dr. Jaime Abarca Reveco

Nuevos Socios de Número

CATEGORIA SOCIO DE NÚMERO:

Dra. Joan Denise Arancibia G.
Dra. Alicia Fuenzalida M.
Dra. María José Riquelme L.
Dra. Betty Selman B.
Dra. Loreto Evens Z.
Dr. Javier Farías O.
Dr. Felipe Peralta C.
Dra. Viviana Hidalgo V.
Dr. Paulo César Vallejos M.
Dr. Diego Echeverri C.

CAMBIO DE CATEGORIA A SOCIO ACTIVO

Dra. Jimena Paz López G.
Dra. Yasna Moreno Y.
Dra. Carolina Muñoz A.
Dra. Paula Sanhueza C.
Dra. María Susana Contardo G.

El título de nuestra revista científica, "Canal Abierto", define muy bien la vocación y especialidad que compartimos. Buscamos la verdad en el canal radicular, que es como entrar a un túnel en procura de una salida. Indagamos, obturamos, limpiamos, hacemos tratamiento para llegar a conocer finalmente la causa del daño para proceder a la reparación. Contamos para ello con nuestro conocimiento, experiencia e instrumental. Se unen así las fuentes de las destrezas humanas, la ciencia y la tecnología para la sanación y mejor calidad de vida de nuestros pacientes.

Hacemos esta reflexión como una referencia y alusión a la realidad social, profesional, económica y sanitaria que hemos vivido desde el inicio de la pandemia hasta el presente. Como toda la comunidad de profesionales de la salud, los odontólogos hemos vivido la incertidumbre, la impaciencia y los problemas derivados desde que la vida normal cambió. Y no sabemos aún hasta cuándo y desconocemos cómo será la nueva realidad. Pareciera que estamos aún en medio de un túnel, algo desorientados e impacientes por las sucesivas olas de contagio en esta pandemia global.

No obstante, los que practicamos la especialidad de endodoncia sabemos bien que en nuestra actividad no podemos perder tiempo ni oportunidades. Si en un principio nuestra práctica clínica enfrentó dificultades, nuestro compromiso profesional se ha mantenido invencible y permanente. Hemos destinado tiempo a estudiar, a la academia y a seguir cursos, sin jamás desatender las necesidades de nuestros pacientes.

Suele decirse que "la vida es lo que es". En nuestro Canal Abierto con énfasis señalamos que la vida es "lo que queremos que sea". Por ello, llamamos a mirar la realidad con otros ojos, con confianza y optimismo que la luz al final de este camino llegará. Como demostración de ello, la Sociedad Chilena de Endodoncia está organizando nuestro tradicional Congreso Anual para octubre de 2021, llamando a ser parte de un evento científico y social en modo presencial.

Como los signos de los tiempos nos llaman a la innovación y disposición al cambio, este Congreso, con destacados invitados extranjeros, está planificado para un desarrollo "Híbrido", para migrar, si fuera necesario, de lo presencial a lo virtual, o combinar ambos.

También, en este proceso de abrir senderos, tenemos una nueva filial de SECH en Valdivia. Por nuestra parte, como revista científica, abrimos esta edición con interesantes artículos científicos y estudio de casos de especialistas chilenos, y también de otras partes de América (Brasil, México y Venezuela) porque nuestra publicación es seguida y valorada para publicar y leer por muchos colegas del continente, especialmente por el mayor alcance de nuestro Canal Abierto desde que entramos a la versión digital.

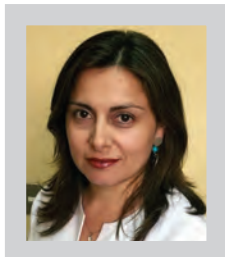
Es nuestra forma de contribuir a este viaje en el tiempo para cruzar prontamente este túnel y esperar que al cabo brillará otra vez el arco iris, con el esperado tesoro escondido, que no es sino vivir la vida haciendo siempre lo mejor de nosotros. Todos somos necesarios y sumamos para abrir nuevos canales.

Dr. Jaime Abarca Reveco
Director

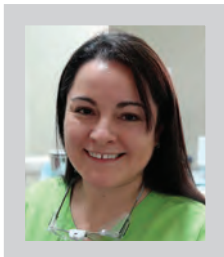
Equipo Editorial Canal Abierto



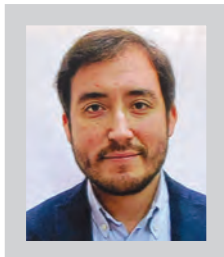
Dr. Jaime Abarca R.



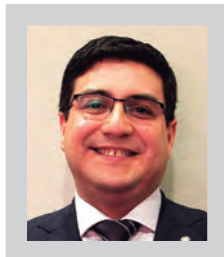
Dra. Susana Contardo J.



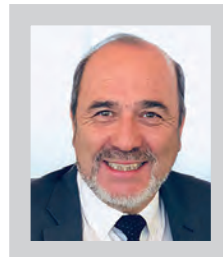
Dr. Gabriela Sánchez S.



Dr. Pablo Betancourt H.



Dr. Carlos Olguín C.



Dr. Héctor Monardes C.

SUMARIO

Comité Editorial / Directorio	1
Editorial	2
Artículos Científicos:	
● Avances en la Desinfección Endodóntica: Irrigación Activada por Láser.	4
● Concordancia del Diámetro de los Conos de Gutapercha con Conicidad al 0,4%	8
● Persistencia Bacteriana Post-tratamiento Endodóntico: implicaciones Clínicas y Estrategias Terapéuticas.	14
Casos Clínicos:	
● Procedimiento Endodóntico Regenerativo en Diente Maduro Permanente Traumático: Reporte de Caso.	26
● Sellado de Perforación de la Furca en Molar Inferior, Presentación de un Caso con Control a 63 meses.	32
● Evaluación de la Preparación Conservadora de Canales Estrechos con un Nuevo Instrumento NiTi Utilizando Tomografía Computarizada de Haz Cónico (TCHC). Reporte de un Caso. (se incluye versión original de autores en portugués).	38
Normas de Publicación	43

+
**WE
KNOW
ENDO.**

MAILLEFER

Gutta-Smart™ +
Conform Fit™ Trunatomy™

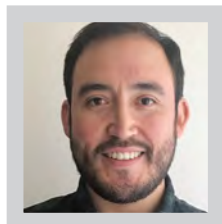
Optimice su obturación
con la solución completa
a baja temperatura



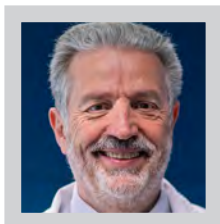
**Dentsply
Sirona**

Avances en la Desinfección Endodóntica: Irrigación Activada por Láser

Advances in Endodontic Disinfection: Laser-Activated Irrigation



Pablo Betancourt ^{1,2}



Josep Arnabat-Domínguez ^{3,4}



Miguel Viñas ^{5,6}

¹ Doctor en Medicina e Investigación Traslacional. Magíster en Odontología. Especialista en Endodoncia.

² Director Laboratorio de Investigación en Endodoncia, Centro de Investigación en Ciencias Odontológicas, Facultad de Odontología, Universidad de La Frontera, Chile.

³ Director Master de Láser en Odontología (EMDOLA), Universidad de Barcelona, España. Doctor en Medicina y Cirugía.

⁴ Departamento de Odontología, Facultad de Medicina, Universidad de Barcelona, Barcelona, España.

⁵ Catedrático de Microbiología, Doctor en Microbiología, Full professor, Universidad de Barcelona.

⁶ Director Laboratorio de Microbiología Molecular y Antimicrobianos, Departamento de Patología y Terapéutica Experimental, Facultad de Medicina, Universidad de Barcelona, Barcelona, España.

RESUMEN

La irrigación del sistema de canales radiculares es una fase fundamental para alcanzar el éxito en la terapia endodóntica. La irrigación activada por láser (LAI) es un novedoso sistema de irrigación, basado en la absorción de la energía láser por parte del irrigante. Una de sus principales propiedades es impactar aquellas áreas del canal radicular que no son alcanzadas por la instrumentación mecanizada. En el último tiempo, LAI ha atraído un gran interés, por los prometedores resultados obtenidos en su aplicación clínica. Sin duda, el láser ha abierto un nuevo campo en la endodoncia, debido a la generación de un flujo turbulento y a la sinergia alcanzada en contacto con el hipoclorito de sodio. El presente artículo tiene por objetivo hacer una revisión de los principales tópicos de interés del sistema de irrigación activada por láser.

Palabras Clave: Cavitación, endodoncia, Irrigación, láser.

ABSTRACT

Irrigation is a fundamental phase to achieve success in endodontic therapy. Laser Activated Irrigation (LAI) is a novel irrigation system, based on the absorption of laser energy by the irrigant. One of its main properties is to impact those areas of the root canal that are not reached by mechanized instrumentation. In recent times, LAI has attracted great interest, due to the promising results obtained. Undoubtedly, the laser has opened a new field in endodontics, due to the generation of turbulent flow and the synergistic effect achieved by contact with sodium hypochlorite. The objective of this article was to review the main topics of interest in the laser-activated irrigation system.

Keywords: Cavitation, endodontics, irrigation, laser.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales tópicos de interés en la endodoncia tiene relación con la dinámica de fluidos al interior del canal radicular. Un flujo constante de irrigantes ayudará a disolver el tejido inflamado y necrótico, a eliminar biopelículas bacterianas y a remover el barro dentinario. Asimismo, la ausencia de un flujo turbulento dificultará la penetración profunda del irrigante a áreas de difícil acceso, como canales laterales, istmos y túbulos dentinarios (1). Como consecuencia, microorganismos y restos de tejido orgánico podrán permanecer al interior de los canales radiculares.

La investigación actual en desinfección se ha centrado en la búsqueda de métodos de activación que promuevan la distribución del irrigante al interior del sistema de canales radiculares. En efecto, diversas técnicas de agitación han sido empleadas para mejorar la eficacia de las soluciones irrigantes, incluida la agitación manual, dispositivos sónicos / ultrasónicos (2), y recientemente la tecnología láser (3).

Irrigación Activada por láser (LAI)

La irrigación activada por láser (LAI) ha sido propuesta como un método co-adyuvante de la preparación quimio-mecánica convencional, para mejorar la limpieza y desinfección del sistema de canales radiculares (4). Los láseres de emisión en el infrarrojo medio (Er, Cr:YSGG 2780nm - Er:YAG 2940nm) son los más indicados para activar el irrigante, debido a la alta afinidad de su longitud de onda con el agua. LAI basa su mecanismo de acción en la generación de burbujas de vapor al interior de la solución. Las burbujas sufren una rápida expansión y compresión, fenómeno conocido como "cavitación" (5). Una vez las burbujas colapsan, se liberan ondas de choque y ondas acústicas, capaces de erradicar microorganismos persistentes, como el *Enterococcus faecalis* (6,7). El resultado es una solución de irrigación energizada, que se vuelve más reactiva, fluyendo y penetrando en el interior de la compleja red tridimensional del sistema de canales radiculares, mejorando el grado de limpieza y desinfección.

Interacción entre hipoclorito de sodio y láser Er,Cr:YSGG

Un desafío en la endodoncia ha sido encontrar alternativas que permitan reducir la toxicidad del hipoclorito de sodio, sin que éste pierda su efectividad antibacteriana. Para nuestro equipo de investigación, el estudio de posibles efectos sinérgicos entre el láser y bajas concentraciones de hipoclorito de sodio es un tópico de gran interés. En un estudio publicado recientemente, nuestro grupo demostró mediante un modelo experimental, un aumento significativo de la efectividad antibacteriana del hipoclorito de sodio al 0,5% al ser activado con un láser Er, Cr: YSGG (7). A través de microscopía de fuerza atómica, se comprobó la pérdida de integridad de la

membrana celular bacteriana, demostrando claramente la lisis celular provocada por la acción de LAI (7). Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Jaramillo y cols, quienes observaron que la activación láser mejoró la capacidad antibacteriana del hipoclorito de sodio al 0,5%, ante una biopelícula de *E. faecalis* de cuatro semanas de maduración (8).

En cuanto al grado de limpieza, nuestro grupo de investigación observó a través de microscopía electrónica de barrido una gran superficie del canal radicular libre de microorganismos, así como también de barro dentinario, luego de haber sido tratado con LAI y bajas concentraciones de hipoclorito de sodio (3,6). Es importante destacar que LAI fue efectivo en los tres tercios del diente, incluido el tercio apical, zona anatómica considerada de difícil acceso. El protocolo que hemos empleado y el cual ha sido publicado recientemente (3,6), consiste en activar el irrigante durante 30 segundos (NaOCl al 0.5%), seguido de 30 segundos de reposo, y 30 segundos finales de activación del irrigante. El protocolo concluye activando solución salina durante 30 segundos. Se ha visto que la activación de EDTA al 17% puede mejorar la remoción de barro dentinario, sobre todo a nivel apical (9). Se debe tener en consideración que la posición de la fibra láser es a la entrada del canal radicular durante todo el procedimiento. Los parámetros empleados del láser Er,Cr:YSGG fueron 1W, 10-Hz, 100mJ y 140µs. En comparación con la irrigación convencional y la irrigación ultrasónica pasiva (PUI), LAI ha demostrado un mayor potencial en la remoción de barro dentinario y una acción antibacteriana más efectiva (3,10).

Pips y Sweeps: nuevas metodologías de desinfección láser

Las últimas técnicas descritas de activación láser en endodoncia, SWEEPS (Shock Wave Enhanced Emission Photo-acoustic Streaming) (11) y PIPS (Photon Induced Photoacoustic Streaming) (12) sugieren posicionar la fibra láser en la cámara pulpar, utilizando un láser de Er,YAG (2940nm). Por su parte, la técnica LAI que proponemos consiste en trabajar con la fibra láser a la entrada del canal. Esta modificación de la técnica tiene la ventaja de disminuir la presión generada al interior del canal radicular, disminuyendo el riesgo de extrusión apical del irrigante (6). Por otro lado, al eliminar el contacto de la fibra láser con las paredes dentinarias, se evita el riesgo de producir efectos colaterales por un aumento de temperatura, particularmente en canales estrechos o con curvaturas acentuadas. Utilizando microscopía electrónica de barrido, hemos podido comprobar que la dentina queda intacta luego de emplear LAI en dientes extraídos (3,6). La ausencia de contacto de LAI con el canal radicular es una de las grandes diferencias con los sistemas ultrasónicos, que muchas veces ven restringido su mecanismo de acción al contactar con la estructura dentinaria. Más aún, la activación del irrigante a nivel de cámara pulpar facilita una preparación mínimamente invasiva del canal radicular.

CONCLUSIONES

La aplicación de la tecnología láser ha abierto un nuevo campo de estudio en la endodoncia, aportando ventajas y beneficios en el tópico de la desinfección. La interacción de la energía láser con bajas concentraciones de hipoclorito de sodio ha demostrado mejorar su acción antibacteriana y la limpieza al interior del canal radicular. Por otra parte, LAI es capaz de generar un flujo turbulento al interior del sistema de canales radiculares, facilitando la llegada del irrigante a zonas anatómicas de difícil acceso. Nuevos estudios son necesarios para uniformar criterios respecto a protocolos y parámetros a emplear.

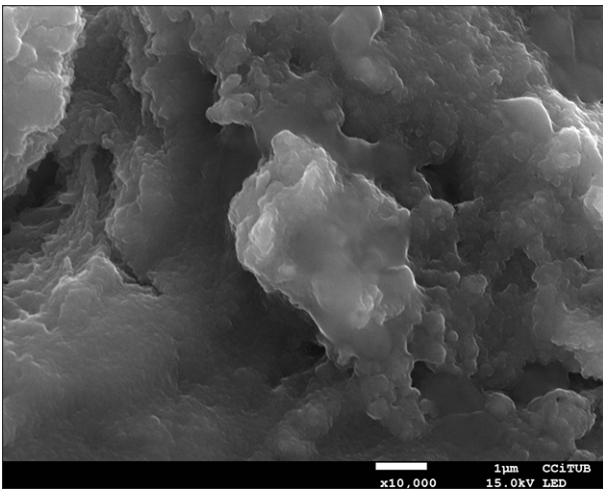


Figura 1. Imagen de microscopía de barrido de un biofilm de *E. faecalis* de 10 días de crecimiento en un diente extraído. Imagen: Dr. Pablo Betancourt. CCiT, Universidad de Barcelona.

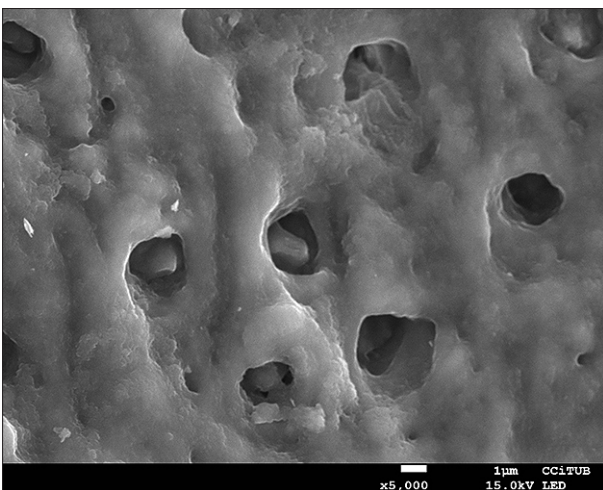


Figura 2. Imagen de microscopía electrónica de barrido, que muestra la limpieza que se puede llegar a alcanzar utilizando la irrigación activada por láser. Se observa la superficie dentinaria limpia, al igual que la entrada de los túbulos dentinarios. Imagen: Dr. Pablo Betancourt. CCiT, Universidad de Barcelona.



Figura 3. Situación clínica de la activación del irrigante mediante láser. Se debe trabajar siempre con aislamiento absoluto. El irrigante debe ser reemplazado constantemente durante la activación. Imagen: Dr. Josep Arnabat. Universidad de Barcelona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Gulabivala K, Ng YL, Gilbertson M, Eames I. The fluid mechanics of root canal irrigation. *Physiol Meas.* 2010;31:R49-84.
- 2.- Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod.* 2009;35(6):791-804.
- 3.- Betancourt P, Merlos A, Sierra JM, Arnabat-Domínguez J, Viñas M. Er,Cr:YSGG Laser-activated irrigation and pasive ultrasonic irrigation: comparison of two strategies for root canal disinfection. *Photomed Laser Surg.* 2020;38:91-97.
- 4.- Blanken JW, Verdaasdonk RM. Cavitation as a working mechanism of the Er,Cr:YSGG laser in endodontics: a visualization study. *J Oral Laser Appl.* 2007;7:97-106.
- 5.- de Groot SD, Verhaagen B, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR, van der Sluis LW. Laser-activated irrigation within root canals: cleaning efficacy and flow visualization. *Int Endod J.* 2009;42:1077- 1083
- 6.- Betancourt P, Sierra JM, Camps-Font O, Arnabat-Dominguez J, Viñas M. Er,Cr:YSGG Laser -activation enhances antimicrobial and antibiofilm action of low concentrations of sodium hypochlorite in root canals. *Antibiotics (basel).* 2019; 8, 232.
- 7.- Betancourt P, Merlos A, Sierra JM, Camps-Font O, Arnabat-Domínguez J, Viñas M. Effectiveness of low concentration of sodium hypochlorite activated by Er,Cr:YSGG laser against *Enterococcus faecalis* biofilm. *Lasers Med Sci.* 2019; 34:247-254.
- 8.- Jaramillo DE, Aguilar E, Arias A, Ordinola-Zapata R, Aprecio RM, Ibarrola JL. Root canal disinfection comparing conventional irrigation vs photon-induced photoacoustic streaming (PIPS) using a buffered 0.5 % sodium hypochlorite solution. *Evidence-Based Endod.* 2016; 1:6.

- 9.- Peeters HH, Suardita K. Efficacy of smear layer removal at the root tip by using ethylenediaminetetraacetic acid and erbium, chromium: yttrium, scandium, gallium garnet laser. J Endod. 2011 Nov;37(11):1585-9.
- 10.- De Moor RJG, Meire M, Goharkhay K, Moritz A, Vanobbergen J. Efficacy of ultrasonic versus laser-activated irrigation to remove artificially placed dentin debris plugs. J Endod. 2010;36(9):1580-1583.
- 11.- Lukac N, Tasic Muc B, Jezersek M, Lukac M. Photoacoustic endodontics using the novel SWEEPS Er: YAG laser modality. J Laser Health Acad. 2017;1:1-7.
- 12.- Olivi G, DiVito EM. Photoacoustic Endodontics using PIPS™: experimental background and clinical protocol. J LA&HA- J. Laser Health Acad. 2012; 2012(1):22-25.

Autor de correspondencia:

Prof. Dr. Pablo Betancourt

e-mail: pablo.betancourt@ufrontera.cl

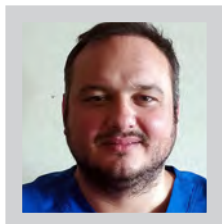
Los autores declaran no presentar conflicto de interés.

Recibido: 25/1/2021

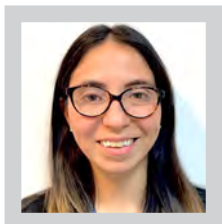
Aceptado 7/3/2021

Concordancia del Diámetro de los Conos de Gutapercha con Conicidad al 0,4%

Concordance in the Diameter of the Gutta-percha Points with Taper at 0.4%



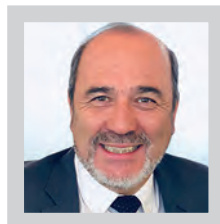
Matías Binder¹



María José Zúñiga¹



Jaime Abarca¹



Héctor Monardes¹

¹ Programa de Especialización en Endodoncia, Universidad San Sebastián, Bellavista 7, Santiago, Chile

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la concordancia en el diámetro de los conos de gutapercha entre las especificaciones técnicas entregadas por el fabricante y las verificadas a través de fotografía en alta resolución.

Material y Método: Se realizó un estudio descriptivo donde se evaluaron 35 conos, al 0,04%, de tres marcas comerciales diferentes, VDW (VDW GmbH Munich, Germany), DiaDent (DiaDent Group International, Korea), Ehros (Medeco Int Inc. Malaysia), todos con conicidad del 4%. Los diámetros fueron evaluados en D₀, D₁, D₆ y D₁₆, a través de fotografías de alta resolución con el software ImageJ (National Institutes of Health, Bethesda, MD).

Resultados: En un total de 420 conos, se realizaron 1680 mediciones en los sitios seleccionados. El cumplimiento de las especificaciones para los conos DiaDent fue de 89%, para los conos VDW fue de un 85% y para los conos Ehros fue de un 81%.

Conclusión: Existe alta concordancia entre lo que dicen las especificaciones técnicas y los valores reales de los conos de GP, presentando porcentajes entre 81% y 89%. A pesar de esto, existen conos que salen de los límites permitidos por la norma ANSI/ADA en todas las marcas estudiadas.

Palabras claves: Conos de gutapercha, Endodoncia, Obturación, Taper.

ABSTRACT

Aim: Evaluate the concordance in the diameter of the gutta-percha cones between the technical specifications provided by the manufacturer and those verified through high-resolution photography.

Material and Method: A descriptive study was carried out where size 35 cones, at 0,04%, from three different commercial brands were evaluated, VDW (VDW GmbH Munich, Germany), DiaDent (DiaDent Group International, Korea) and Ehros (Medeco Int Inc, Malaysia), all with 4% taper. The diameters were evaluated in D₀, D₁, D₆ and D₁₆, through high-resolution photographs with ImageJ software (National Institutes of Health, Bethesda, MD).

Results: In a total of 420 cones, 1680 measurements were made at the selected sites. Compliance with the specifications for DiaDent cones was 89%, for VDW cones, it was 85%, and for Ehros cones, it was 81%.

Conclusion: There is a high agreement between the technical specifications and GP cones' real values, presenting percentages between 81% and 89%. Despite this, some cones go outside ANSI / ADA standard limits in all the brands studied.

Keywords: Endodontics, Gutta-percha points, Obturation, Taper.

INTRODUCCIÓN

Un tratamiento endodóntico exitoso se basa en el correcto diagnóstico, limpieza y conformación del sistema de canales radiculares, obturación y posterior restauración coronal. Un buen sellado tridimensional del espacio del sistema de canales radiculares reduce la contaminación bacteriana, detiene la afluencia de fluidos tisulares periapicales y elimina los irritantes restantes y las bacterias supervivientes. El método más común para llenar el espacio del sistema de canales preparado es la obturación con puntas o conos de gutapercha y cemento sellador (1).

Para esto se han creado puntas de gutapercha de diferentes diámetros, en donde se busca aumentar el tamaño del material sólido y disminuir la cantidad de sellador; esto debido a que éstos se pueden solubilizar con el paso del tiempo. Por lo tanto, los espacios entre las paredes del canal radicular y la punta de gutapercha deben ser los mínimos posibles, para así disminuir la cantidad de cemento necesario (2).

Los fabricantes ofrecen puntas de gutapercha de diferentes diámetros y conicidades, acordes con limas de endodoncia de diferentes diámetros y también de conicidades, como un intento de simplificar el proceso de obturación y crear un sello hermético en el sistema de canales.

Aunque es imposible una combinación perfecta entre el sistema de canales instrumentado y la punta de gutapercha, si el tamaño y la conicidad del cono maestro de gutapercha difieren significativamente del área preparada por la lima maestra, puede producirse una obturación insuficiente, pues idealmente, los conos de gutapercha deben coincidir estrechamente con el diámetro y la conicidad del último instrumento utilizado para instrumentar (3),

El propósito de este estudio fue evaluar si existe concordancia en el diámetro de los conos de gutapercha entre las especificaciones técnicas entregadas por el fabricante y las verificadas a través de fotografía en alta resolución, y medidas a través de un software computacional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo donde se utilizaron tres marcas diferentes de conos de GP: VDW (VDW GmbH Munich, Germany), Diadent (DiaDent Group International, Korea), Ehros (Medeco Int Inc. Malaysia), todos con conicidad del 4%; 35 conos N°25, 35 conos N°30, 35 conos N°35, 35 conos N°40, por cada marca, totalizando 420, siendo excluidos del estudio aquellos conos que presentaron daños estructurales visibles. Los conos de gutapercha fueron mantenidos siempre en la misma habitación aproximadamente a 23°C y al 50% de humedad relativa antes y durante todo el proceso.

Las zonas de los conos de gutapercha a medir correspondieron a D_0 , D_1 , D_6 y D_{16} . Cada cono seleccionado fue puesto sobre un portaobjeto y se tomaron fotografías de alta resolución en posición horizontal con el apoyo de un trípode, con una cámara Canon EOS 6D, un lente Canon EF 100mm Macro IS UMS, un punto focal $f/2,8L$, un tiempo de exposición de $1/125$ segundos y una velocidad de exposición ISO-100. La iluminación fue proporcionada a través de un Panel LED Aperature AL – H160 13W, 2860 LUX, 55000 K y ampolleta LED Spot E27, Par 38, 15 W, 200V, 4000 K led. El disparo fue realizado con un disparador remoto.

Las imágenes fueron analizadas con el programa de procesamiento de imagen digital; ImageJ (National Institutes of Health, Bethesda, MD), en un computador Hewlett Packard, con pantalla LED de 15,6" (1366 x 768), tarjeta de video NVIDIA GeForce GT 650M (2GB), para lo cual, un elemento de tamaño conocido, medido previamente con un pie de metro digital, fue colocado al lado de cada muestra, para configurar la escala que el programa computacional necesita para lograr obtener mediciones con precisión. Para el cálculo del diámetro en D_0 se utilizaron las proyecciones dadas por la punta del cono, para luego cruzar de forma perpendicular una línea y determinar el diámetro deseado para cada muestra.

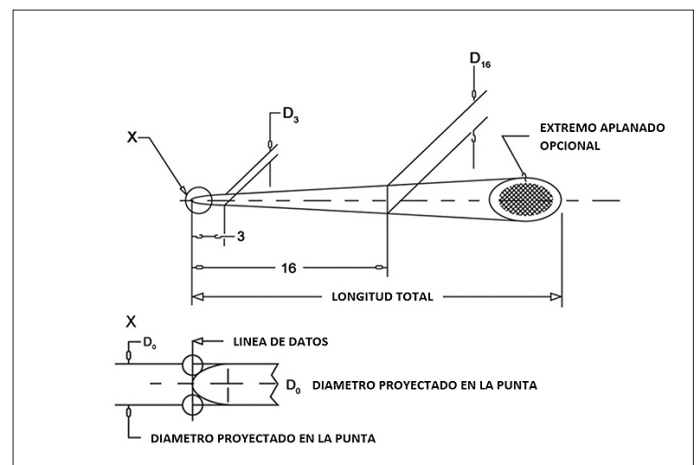


Figura 1: Sitios de medición y determinación de conicidad. Diagrama representativo de los conos de gutapercha con conicidad aumentada. (Adaptado desde la especificación N°78 de la norma ANSI/ADA). (4)

Previo a la observación, se realizó una calibración que consistió en la selección aleatoria de 20 conos de gutapercha, que se fotografiaron y midieron, lo que se repitió luego de 15 días. Las mediciones fueron hechas bajo las mismas condiciones (Fig. 2). Con los datos obtenidos se calculó la concordancia intra examinador con un 95% de confianza, mediante el software Epidat 2.0. Luego, se realizaron las mediciones para verificar si las puntas de gutapercha cumplían con la estandarización de la especificación N° 57 ANSI / ADA de 2006. Los valores obtenidos se registraron en una planilla diseñada para el estudio y se realizó un análisis descriptivo e inferencial para comparar la correlación del diámetro de los conos de gutapercha con las especificaciones dadas por el fabricante, mediante la Prueba t de Student ($p < 0,05$) y la Prueba de Scheffé, con el software Stata 15.

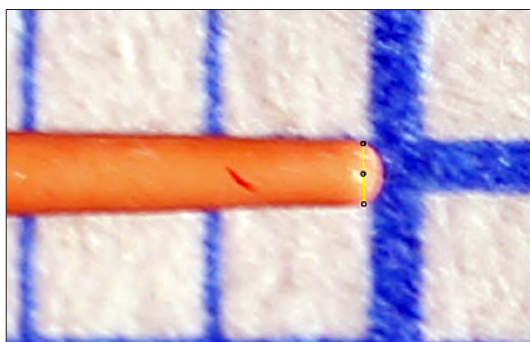


Figura 2: Cono de gutapercha medido en D0 con software Image J.

RESULTADOS

En un total de 420 conos, se realizaron mediciones en cada sitio seleccionado, sumando 1.680. Los porcentajes promedios de cumplimiento de las especificaciones para los conos Diadent fue de 89%, para los conos VDW fue de un 85% y para los conos Ehros fue de un 81%. La comparación entre los valores promedios de cada segmento medido (D0, D1, D6 y D16) se muestran en las tablas 1 a la 4. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas que se expresan en la tabla 5.

Tabla 1. Diámetros promedio en D0. Valores en milímetros.

Marca	Diámetro	Promedio	DS	Rango	
				Min	Max
DIADENT VDW EHROS	#25	0,228 0,267 0,253	0,026 0,025 0,044	0,182 0,210 0,172	0,278 0,307 0,351
DIADENT VDW EHROS	#30	0,251 0,311 0,284	0,024 0,021 0,030	0,193 0,263 0,220	0,295 0,357 0,321
DIADENT VDW EHROS	#35	0,321 0,347 0,328	0,039 0,026 0,037	0,248 0,303 0,218	0,402 0,405 0,393
DIADENT VDW EHROS	#40	0,357 0,422 0,387	0,022 0,018 0,031	0,308 0,373 0,298	0,397 0,456 0,464

Tabla 2. Diámetros promedio en D1. Valores en milímetros.

Marca	Diámetro	Promedio	DS	Rango	
				Min	Max
DIADENT VDW EHROS	#25	0,269 0,316 0,302	0,021 0,025 0,036	0,228 0,270 0,230	0,307 0,370 0,388
DIADENT VDW EHROS	#30	0,296 0,352 0,333	0,021 0,018 0,033	0,257 0,302 0,334	0,332 0,385 0,392
DIADENT VDW EHROS	#35	0,351 0,387 0,386	0,041 0,027 0,038	0,275 0,321 0,300	0,425 0,448 0,466
DIADENT VDW EHROS	#40	0,386 0,474 0,431	0,025 0,021 0,022	0,331 0,422 0,379	0,432 0,512 0,487

Tabla 3. Diámetros promedio en D6. Valores en milímetros.

Marca	Diámetro	Promedio	DS	Rango	
				Min	Max
DIADENT VDW EHROS	#25	0,482 0,507 0,585	0,022 0,038 0,055	0,426 0,438 0,481	0,527 0,576 0,672
DIADENT VDW EHROS	#30	0,530 0,594 0,568	0,028 0,027 0,037	0,461 0,538 0,484	0,592 0,650 0,647
DIADENT VDW EHROS	#35	0,562 0,625 0,642	0,036 0,032 0,026	0,479 0,546 0,595	0,632 0,694 0,693
DIADENT VDW EHROS	#40	0,608 0,718 0,631	0,028 0,025 0,027	0,539 0,675 0,565	0,656 0,768 0,690

Tabla 4. Diámetros promedio en D16. Valores en milímetros.

Marca	Diámetro	Promedio	DS	Rango	
				Min	Max
DIADENT VDW EHROS	#25	0,873 0,878 0,997	0,033 0,033 0,064	0,777 0,799 0,884	0,959 0,949 1,089
DIADENT VDW EHROS	#30	0,946 0,947 0,962	0,030 0,033 0,040	0,879 0,883 0,875	9,999 1,012 1,034
DIADENT VDW EHROS	#35	0,968 0,990 1,029	0,028 0,039 0,025	0,885 0,891 0,974	1,016 1,075 1,083
DIADENT VDW EHROS	#40	1,037 1,121 1,011	0,031 0,035 0,028	0,977 1,063 0,952	1,096 1,189 1,065

Tabla 5. Análisis Comparativo (Test de Scheffé) ($p < 0,005$)

Diámetro	Marca	Marca	Do	D1	D6	D16
25	DIADENT DIADENT EHROS	EHROS VDW VDW	0,08 0,001* 0,172	0,08 0,001* 0,172	0,08 0,001* 0,172	0,08 0,001* 0,172
30	DIADENT DIADENT EHROS	EHROS VDW VDW	0,001* 0,001* 0,001*	0,001* 0,001* 0,001*	0,001* 0,001* 0,001*	0,001* 0,001* 0,001*
35	DIADENT DIADENT EHROS	EHROS VDW VDW	0,721 0,001* 0,082	0,721 0,001* 0,082	0,721 0,001* 0,082	0,721 0,001* 0,082
40	DIADENT DIADENT EHROS	EHROS VDW VDW	0,001* 0,001* 0,001*	0,001* 0,001* 0,001*	0,001* 0,001* 0,001*	0,001* 0,001* 0,001*

*: Indica los valores p que muestran diferencias estadísticamente significativas.

Las medidas de conicidad fueron determinadas desde Do a D6 respecto al valor estándar entregado por el fabricante (0.04%), y están representadas en la Tabla 6.

Tabla 6. Conicidad promedio para cada marca y diámetro analizados.

Marca	Diámetro	Rango		Promedio	DS	P
		Min	Max			
DIADENT	#25 04%	0,034	0,051	0,042	0,0046751	0,0044*
	#30 04%	0,035	0,055	0,047	0,0050324	0*
	#35 04%	0,029	0,048	0,04	0,0044677	0,7783
	#40 04%	0,028	0,049	0,042	0,0050261	0,0381
VDW	#25 04%	0,028	0,054	0,04	0,0063473	0,9965
	#30 04%	0,036	0,056	0,047	0,0044371	0*
	#35 04%	0,041	0,053	0,046	0,0036132	0*
	#40 04%	0,043	0,059	0,049	0,0039207	0*
EHROS	#25 04%	0,039	0,067	0,055	0,0057719	0*
	#30 04%	0,035	0,063	0,047	0,0071165	0*
	#35 04%	0,041	0,064	0,052	0,004892	0*
	#40 04%	0,027	0,053	0,041	0,0057273	0,4746

*: Indica los valores p que muestran diferencias estadísticamente significativas. (t Student) ($p > 0,005$).

Los valores promedio de conicidad para casi todos los conos de gutapercha se encuentran cercanos al estándar, pero se observa que algunas muestras presentan valores muy alejados de los esperados.

Muchos conos individuales mostraron una gran variación del diámetro esperado. Sin embargo, la media aritmética mostró una correlación más estrecha con el estándar. Así, mientras colectivamente los conos de cada marca mostraron una buena correlación con el requisito de la norma, muchos conos individuales se encontraban fuera del rango permitido.

DISCUSIÓN

Tradicionalmente los conos de gutapercha han sido fabricados de forma manual, sin embargo, en los últimos años se han comenzado a utilizar máquinas – como las de electro descarga - para mejorar la exactitud y la eficiencia. Así y todo, independiente del tipo de fabricación, ambos métodos presentan variaciones dimensionales, que se encuentran dentro de los márgenes de las normas (4).

La especificación ANSI/ADA 78 de 2006, establece una tolerancia en la variación del diámetro en Do o punta del cono de gutapercha, de 0,05 mm para los conos de hasta un calibre 0,25 y de 0,07 para los diámetros superiores.

Así como se han realizado estudios previos siguiendo las condiciones de la norma ANSI/ADA No. 101 de 2010, en que el objetivo es manipular lo menos posible las muestras, es que estudios han utilizado un micrómetro de barrido láser, pues se pueden controlar las condiciones de temperatura, presión y humedad, además de tener un alto nivel de precisión (0.00001 mm) (1); otros, utilizando un artefacto con superficie luminosa que genera sombra (5), en este estudio se decidió capturar imágenes en alta resolución, y utilizar como herramienta de medición, el programa Image J. Este método permite mantener las condiciones ambientales controladas como la temperatura, humedad y presión, lo que es importante pues los conos de GP son materiales poliméricos viscoelásticos parcialmente cristalinos, y un cambio ambiental puede causar una variación en su dimensión (6).

La mayoría de los estudios, luego de realizar mediciones utilizando diversos métodos, descubrieron altas tasas de variabilidad entre los diámetros medidos y los especificados por el fabricante, que existen diferencias estadísticas significativas entre las distintas marcas, y dentro de las mismas marcas. Pero, a pesar de todo esto, la gran mayoría de los conos de GP caben dentro de las especificaciones de la ANSI/ADA debido a su alto grado de tolerancia en el diámetro (7 - 12).

Moule et al, a través de un artefacto con superficie luminosa que generaba una sombra, midieron conos de GP estandarizados al 2% en los segmentos D1 y D6, obteniendo como resultado que muchos conos individuales mostraron una gran variación del diámetro esperado, sin embargo, la media aritmética mostró una correlación más estrecha con el estándar ISO (5), lo que es similar al presente estudio.

A pesar que el uso del pie de metro digital es complejo debido a que cualquier presión ejercida sobre la superficie del cono de GP

podría alterar su forma, ya que es un material muy flexible y frágil, y el operador puede ejercer presión sobre las muestras y alterarlas (13), varios estudios han utilizado regla milimetrada y pie de metro digital (12 - 14), obteniendo como resultado que en la gran mayoría de los conos de GP existen variaciones en los diámetros especificados por el fabricante, mostrando diferencias estadísticamente significativas, resultados similares a los obtenidos en este estudio, en donde hubo discrepancia entre los diámetros medidos y los estándar. Otro estudio en cambio, no encontró diferencias significativas, determinando que los conos de GP estaban calibrados o muy próximos al diámetro especificado (11).

Chesler *et al*, usando microscopía electrónica de barrido (SEM), evaluaron el diámetro y la conicidad de instrumentos rotatorios y conos de GP de un mismo fabricante, observando diferencias significativas entre la lima y el cono correspondiente, respecto a la conicidad y diámetros (15), lo que es similar a lo observado en nuestro trabajo, en que se determinaron diferencias significativas entre la lima y el cono de GP correspondiente. Sin embargo, el uso de SEM para evaluar el cambio dimensional, especialmente en un material polimérico visco elástico parcialmente cristalino como la GP, podría generar alteraciones en las muestras debido a las condiciones térmicas y de alta presión en la cámara del SEM (15), a la vez que no permite medir la punta de los conos de GP (16).

Haupt *et al* utilizando microscopía óptica, midieron el diámetro y la variación de la conicidad en sistemas de lima única con sus respectivos conos de GP, y determinaron diferencias significativas, dado que siempre las limas tuvieron un mayor diámetro que los conos. Lo mismo que al comparar las conicidades, donde también se encontraron diferencias, resultados similares a los de este estudio, donde la gran mayoría de los conos presentaron conicidad igual o mayor a la especificado por cada marca (6).

Mirmohammadi *et al*, utilizando un micrómetro de barrido laser para comparar la medida de los conos de GP, obtuvieron resultados que indicaron que los conos de GP tienen un mayor diámetro que las limas correspondientes en todos los niveles para todas las marcas, lo que es similar a nuestros resultados, donde también hubo diferencias en la mayoría de los sitios medidos y entre las marcas (1).

A pesar que se ha observado que las reglas calibradoras pueden presentar diferencias en sus diámetros luego de los ciclos de esterilización, e incluso entre distintas marcas (17), Bueno *et al*, utilizando una regla calibradora endodóntica, analizaron el ajuste de los conos de GP en Do, obteniendo como resultado que la mayoría de los conos de GP no siguen ninguna estandarización relativa al diámetro en Do, presentando diámetros promedio más

grandes que los establecidos por el fabricante (10), imprecisiones similares a las obtenidas en nuestros resultados, donde a pesar de la gran tolerancia permitida, muchos conos de GP se encontraban fuera de norma.

La conicidad de los conos de GP ha sido determinada de acuerdo con lo propuesto por Lask *et al*, que mide los diámetros de D6 y D16 ($\text{conicidad} = \frac{\text{diámetro } (D16 - D6)}{(\text{distancia } DL16 - DL6)}$), donde D representa el diámetro y L la distancia desde Do a la referencia (7). Esta ecuación está definida también en la norma ISO 3630-1 de 2008.

En el presente estudio se utilizó la misma ecuación para determinar la conicidad, pero se calculó en un segmento distinto - desde Do a D6 - debido a la importancia que representan los primeros milímetros desde el tope apical y a que las técnicas termoplásticas, preferentemente utilizan solo los primeros milímetros del cono maestro de GP en fase β , para luego aprovechar las propiedades térmicas de la GP en su fase α y terminar de obturar hacia coronal.

Algunos autores plantean que el cono de GP debe tener su diámetro D1 lo más similar al diámetro del último instrumento utilizado para la conformación del canal radicular, ya que esta parte del instrumento se utiliza para construir el tope apical (8), por lo tanto, esta compatibilidad entre el diámetro del cono GP y el instrumento promoverá un ajuste correcto del cono principal (13, 14). Sin embargo, nuestros resultados arrojan gran variabilidad entre los diámetros de los conos de GP, por lo que independiente del segmento a ajustar, el ajuste y sellado final se podrían ver comprometidos de igual forma.

Con respecto a la conicidad determinada de Do a D6, es posible asegurar que la marca Diadent fue la que más se acercó al estándar, específicamente los conos #35 y #40, mientras que las demás marcas presentaron diferencias estadísticamente significativas en sus diferentes calibres.

CONCLUSIÓN

Con los datos obtenidos, es posible concluir que existe alta concordancia entre lo que dicen las especificaciones técnicas y los valores reales de los conos de GP, presentando porcentajes entre 81% y 89%. A pesar de esto, existen conos que salen de los límites permitidos por la norma ANSI/ADA en todas las marcas estudiadas.

Se recomienda utilizar un calibrador de conos de GP, así como la toma de radiografía con cono (conometría).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mirmohammadi H, Sitarz M, Shemesh H. Diameter variability of rotary files and their corresponding gutta-percha cones using laser scan micro-metre. *Iran Endod J.* 2018; 13(2): 159–62.
2. Capar ID, Ertas H, Ok E, Arslan H. Comparison of single cone obturation performance of different novel nickel-titanium rotary systems. *Acta Odontol Scand.* 2013; 72(7): 537–42.
3. Sadr S, Golmoradzadeh A, Raoof M, Tabanfar MJ. Microleakage of single-cone gutta-percha obturation technique in combination with different types of sealers. *Iran Endod J.* 2015; 10(3): 199–203.
4. Ruddle C. System Based Endodontic. Does your gutta percha master cone fit? *Dent Today.* September 2016.
5. Moule AJ, Kellaway R, Clarkson R, Rowell J, Macfarlane R, Lewis D, Cameron T, Atkins D. Variability of master gutta-percha cones. *Aust Endod J.* 2002;28(1):38–43.
6. Haupt F, Seidel M, Rizk M, Sydow HG, Wiegand A, Rödiger T. Diameter and Taper Variability of Single-file Instrumentation Systems and Their Corresponding Gutta-percha Cones. *J Endod.* 2018;44(9):1436–41.
7. Lask JT, Walker MP, Kulild JC, Cunningham KP, Shull PA. Variability of the Diameter and Taper of Size #30, 0.04 Gutta-Percha Cones. *J Endod.* 2006;32(12):1171–3.
8. Waechter F, Eduardo L, Irala D, Limongi O, Eduardo L, Irala D. Comparative evaluation between the diameter of standardized cones and secondary cones B8 calibrated by calibration scale, measuring 1 mm from its tips (D1). *Rev sul Bras Odontol.* 2009;6:34–43.
9. Hilú R, Aldrey C, Calcagno J. Análisis morfométrico de conos de gutapercha Mtwo Morphometric analysis. *Rev Asoc Odontol Argent.* 2016;102–9.
10. Bueno T, Do Prado J, Fontoura De Melo TA, Kunert GG. Evaluation of the tip of standardized D o gutta percha cones of four Rotary systems, by means of an endodontic ruler. *Rev Gaúch Odontol.* 2017;65(4):299–302.
11. Castilho EH, Leticia M, Britto B, Eduardo M, Machado DL. Acurácia do diâmetro de ponta de cones de guta- percha com diferentes conicidades Accuracy of the tip diameter on gutta-percha cones of different tapers. *Arq Odontol.* 2014; 50(3):138–41.
12. Santana M, Sponchiado E, Garrido A. Tip diameter of 0.04 and 0.06 tapered gutta-percha points from different commercial brands. *Arch Oral Res.* 2011;7(2):157–60.
13. Bajaj N, Monga P MP. Assessment of consistency in the dimension of gutta-percha cones of ProTaper Next and WaveOne with their corresponding number files. *Eur J Dent.* 2017;11:201–5.
14. Azevedo Salles A, Berwanger Cord C, Sperb Sonnemann T, Fontoura de Melo TA, Duarte Irala LE, Motcy de Oliveira EP. Comparative analysis of the diameter of MTwo ® system gutta-percha points in relation to their corresponding instruments. *RSBO (Online).* 2013;10(1):49–55.
15. Chesler MB, Tordik PA, Imamura GM, Goodell GG. Intramanufacturer diameter and taper variability of rotary instruments and their corresponding gutta-percha cones. *J Endod.* 2013;39(4):538–41.
16. Roc Vázquez C, Antoranz Pereda A, Pérez Alfayate R. Revisión de las diferentes metodologías in vitro para el estudio de adaptación de los materiales de obturación en Endodoncia. *Cient Dent.* 2018;15:69–74.
17. Cagol A, Schwengber L, Irala LED, Limongi O, Salles AA. Avaliação da acurácia de três diferentes marcas comerciais de réguas calibradoras de cones de Evaluation of the accuracy of three different calibration scales trademarks for gutta-percha cones. *RSBO.* 2009;6(1):55–62.

Autor de correspondencia:

Héctor Monardes Cortés

e-mail: Hector.monardes@uss.cl

Los autores declaran no presentar conflicto de interés.

Recibido: 12/10/2020

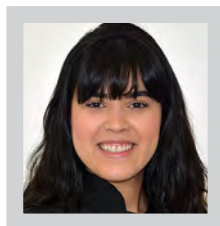
Aceptado: 9/3/2021

Persistencia Bacteriana Post-tratamiento Endodóntico: Implicaciones Clínicas y Estrategias Terapéuticas

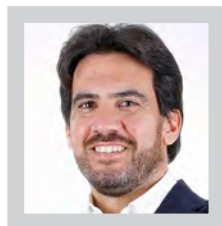
Bacterial Persistence Post-Endodontic Treatment: Clinical Implications and Therapeutic Strategies



Alejandro R. Pérez¹



Gaya C. S. Vieira¹



Sebastián Ortolani-Seltenerich²

¹ Departamento de Investigación en Odontología, Facultad de Odontología, Universidad de Iguazu (UNIG), Nova Iguaçu, Río de Janeiro, Brasil.

² Departamento de Patología Dental y Terapéutica, Universidad Católica San Antonio de Murcia, Murcia, España.

RESUMEN

El éxito del tratamiento endodóntico en dientes con periodontitis apical depende del control efectivo de la infección intracanal y, en ese sentido, la preparación químicomecánica juega un papel fundamental en la eliminación o disminución de bacterias a niveles compatibles con la reparación de los tejidos. La instrumentación e irrigación tienen como objetivo la limpieza, desinfección y conformación del canal radicular. No obstante, las curvaturas y las complejas variaciones anatómicas internas pueden plantear un alto grado de dificultad para alcanzar estos objetivos. Si las bacterias resisten a los procedimientos intracanal, existe un mayor riesgo de fracaso del tratamiento endodóntico. Este artículo describe las razones por las que algunas áreas no son debidamente desinfectadas durante el tratamiento y analiza estrategias para mejorar el control de la infección durante los procedimientos endodónticos.

Palabras clave: Desinfección del canal radicular, Periodontitis apical, Pronóstico del tratamiento, Superficies no instrumentadas.

ABSTRACT

The success of endodontic treatment in teeth with apical periodontitis depends on the effective control of the intracanal infection. In this sense, the chemomechanical preparation plays a pivotal role in eliminating or reducing bacteria to levels compatible with tissue repair. The main goals of chemomechanical procedures are cleaning, shaping, and disinfecting the root canal. However, curvatures and complex internal anatomy could pose a high degree of difficulty in achieving these goals. If bacteria persist to intracanal procedures, there is an increased risk of endodontic treatment failure. This article describes why some areas are not adequately disinfected and discuss strategies to improve infection control during endodontic procedures.

Keywords: Periapical Periodontitis, Root Canal Disinfection; Treatment Outcome, Unprepared Surface Areas.

INTRODUCCIÓN

La lesión perirradicular es una enfermedad inflamatoria de etiología infecciosa (1). Las implicaciones causadas por la persistencia bacteriana en los canales radiculares son de gran importancia en endodoncia, ya que las bacterias juegan un papel importante en la inducción o mantenimiento de la enfermedad después del tratamiento (2-4). El éxito de la terapia endodóntica depende del control efectivo de la infección intraradicular y, en este sentido, la preparación químico-mecánica (PQM) juega un papel crucial en la eliminación o, al menos, en la reducción del número de bacterias a niveles compatibles con la reparación tisular (5). La PQM tiene como principales objetivos la limpieza, desinfección y conformación de los canales radiculares con el fin de eliminar todo el tejido pulpar remanente y bacterias, además de crear un espacio adecuado para colocar la obturación y evitar de esta forma posibles reinfecciones (6).

Diversos estudios han demostrado que el principal factor asociado al fracaso del tratamiento endodóntico, caracterizado por la persistencia o aparición de una lesión perirradicular, es la calidad del tratamiento inicial (7-9). Esto significa que el profesional no ha conseguido una adecuada limpieza, conformación y desinfección para mantener o restaurar la salud periapical. Además de las dificultades técnicas para realizar un tratamiento de endodoncia, la compleja anatomía del sistema de canales radiculares (SCR) (Fig. 1) de todos los grupos de dientes representa grandes desafíos (10) para el control de la infección.

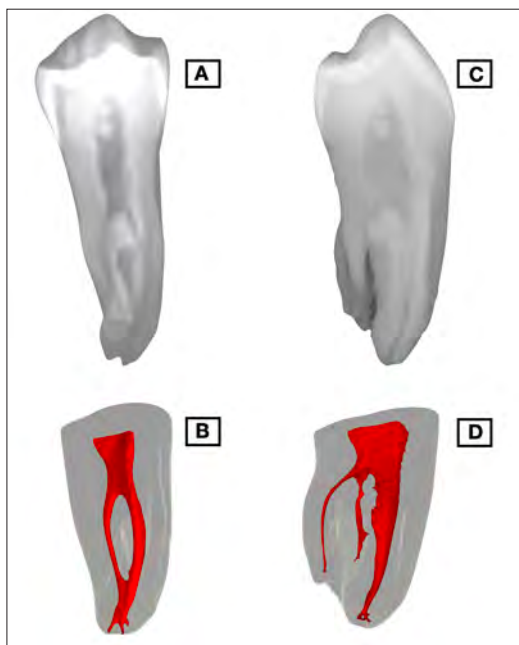


Figura 1. A. Imagen radiográfica de un primer premolar inferior con cuatro canales. B. micro-CT del diente en A mostrando dos canales vestibulares clase II de Vertucci con presencia de ramificaciones apicales. C. Radiografía del mismo diente en sentido vestibulo-lingual. D. Estructura interna del diente en C, mostrando dos canales linguales clase IV de Vertucci.

Incluso en el canal principal, una gran cantidad de paredes pueden no ser alcanzadas por los instrumentos utilizados durante la PQM (11-13). Esto sucede debido a factores relacionados con las características del instrumento y/o la anatomía del canal. Por ejemplo, se espera que la preparación con instrumentos finales más pequeños que el diámetro inicial del canal deje más áreas sin preparar (14). En cuanto a la anatomía, una curvatura pronunciada establece una complejidad para la instrumentación, ya que la acción cortante de los instrumentos a lo largo del canal está más concentrada en unas paredes que en otras (15). En consecuencia, es posible que algunas áreas no sean instrumentadas durante los procedimientos endodónticos (16-18).

Diferentes metodologías han sido utilizadas para evaluar los efectos de la PQM. Uno de los enfoques más utilizados para investigar la capacidad de conformación de los instrumentos y técnicas es la Microtomografía Computarizada (micro-CT) (19). Es un método no destructivo que se utiliza para comparar la morfología del canal radicular antes y después de la preparación y el número de paredes no preparadas por los instrumentos. En canales atrésicos y/o circulares, los estudios de micro-CT informaron que diferentes sistemas de instrumentación dejan alrededor del 11% al 48% de la superficie del canal sin preparar (18, 20-22). En cuanto a los canales ovalados/acintados, el número de áreas no instrumentadas varía entre el 8% y el 60% (23-25).

Este artículo describe qué sucede en las áreas que no son instrumentadas después de la PQM, las implicaciones de las bacterias que permanecen en estas superficies y las estrategias para mejorar la limpieza, conformación y la desinfección del canal radicular.

La compleja anatomía del SCR

El diseño de los instrumentos endodónticos tradicionales y el movimiento de instrumentos rotatorios o reciprocantes tiende a preparar el espacio del canal radicular de manera circular, dejando sin instrumentar extensiones vestibulares y lingual/palatinas, lo que favorece la retención de tejidos y restos bacterianos, especialmente en los canales ovalados (26, 27). Es en el canal principal donde se ubican las mayores cantidades de tejido pulpar y, en casos infectados, bacterias, sus productos y subproductos (28, 29).

Sin embargo, el SCR también comprende otras estructuras que representan áreas potenciales para la diseminación de infecciones bacterianas, incluyendo el istmos, canales laterales, ramificaciones apicales y túbulos dentinarios (Fig. 2) (13). Las bacterias que colonizan los canales infectados asociados con la lesión perirradicular primaria o persistente se organizan generalmente en forma de biopelícula adherida a la pared interna del canal radicular (28, 30, 31), así como en áreas de complejidades anatómicas (13, 32-34). Además, las bacterias ubicadas en la parte más profunda de la biopelícula pueden invadir y colonizar la región del túbulo dentinario subyacente (30, 35, 36).

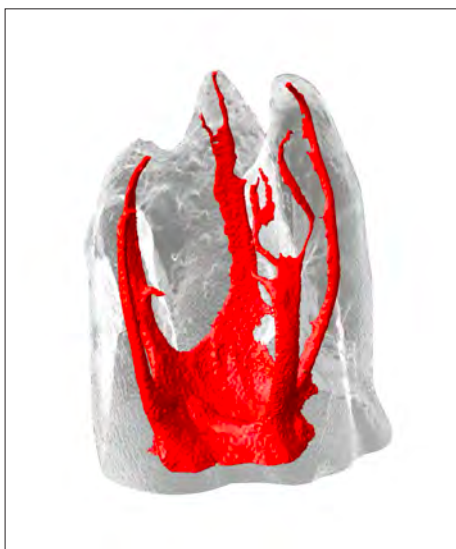


Figura 2. Estructura interna de un 1er molar superior mostrando a través de micro-CT la presencia de cinco canales radiculares con diferentes ramificaciones apicales y canales accesorios.

La invasión bacteriana de los túbulos dentinarios puede ocurrir en aproximadamente el 70-80% de los canales de dientes con lesión perirradicular (35, 37). Aunque la penetración superficial es más común in vivo, se pueden observar células bacterianas que alcanzan aproximadamente 300 µm en algunos dientes (30). Es poco probable que, durante la PQM, se eliminen las células bacterianas ubicadas en las regiones más profundas de los túbulos dentinarios.

La región del istmo es muy común en algunos grupos de dientes, especialmente en los molares inferiores. Por ejemplo, la aparición de un istmo que conecta los canales vestibular y lingual de un molar inferior debe considerarse una regla y no una excepción. Los estudios informan una incidencia de istmo en aproximadamente el 70-88% de los molares mandibulares (34, 38). Al evaluar solo el tercio apical, los autores reportan su presencia hasta en un 80% de los casos (39, 40).

Las ramificaciones, incluidas las laterales, colaterales y apicales, pueden ocurrir en cualquier grupo de dientes y en cualquier región a lo largo de la raíz, sin embargo, son más frecuentes en la porción apical y en los dientes posteriores. (33, 41). En general, se observan ramificaciones en aproximadamente el 75% de los dientes (33). Evaluando específicamente cada segmento del canal radicular, la ocurrencia de ramificaciones se encuentra en 73,5% en el tercio apical, 11% en el tercio medio y 15% en el tercio coronario (42). Sin embargo, debido a la alta frecuencia de ramificaciones, es intrigante porque las lesiones perirradiculares laterales no se ven con tanta frecuencia. Esto puede estar relacionado principalmente con su tamaño y permeabilidad, así como con su condición microbiológica. Entonces, cuanto más amplia es la ramificación, mayor es el espacio para la colonización bacteriana y la acumulación de factores de virulencia (33).

Los estudios morfológicos han relacionado el fracaso del tratamiento endodóntico, caracterizado por la persistencia de la lesión perirradicular, con la presencia de infección en la zona del istmo (28, 31, 43), canales laterales, ramificaciones apicales (28, 44, 45), y túbulos dentinarios (28, 31, 36). De esta forma, la necesidad de un adecuado control de la infección se hace evidente, no solo en la región del canal principal, sino en todo el SCR.

Capacidad de conformación y efectos microbiológicos de la instrumentación

Los objetivos microbiológicos del tratamiento endodóntico de dientes asociados con lesión perirradicular son reducir el número de bacterias a niveles compatibles con la reparación de tejidos y prevenir la recolonización microbiana del canal radicular tratado. (13). Estos objetivos se pueden lograr mediante medidas antimicrobianas que involucren los procedimientos realizados durante la PQM y mediante el uso de medicación intracanal (13, 46). Aunque no parece razonable dar una importancia especial a un procedimiento endodóntico en particular, la PQM puede considerarse un paso esencial en la desinfección del SCR (47). Sin embargo, aunque con menor frecuencia, las bacterias pueden persistir después de finalizado el tratamiento, incluso cuando este ha sido realizado con altos estándares de calidad.

Dado que la eliminación microbiana del canal radicular puede considerarse un predictor del resultado final del tratamiento endodóntico (48-50), numerosos estudios han evaluado la eficacia antimicrobiana de diferentes técnicas de preparación y sustancias químicas auxiliares (51-55).

Los estudios que utilizaron soluciones de irrigación sin acción antimicrobiana encontraron que la acción mecánica de la instrumentación y la irrigación fue efectiva para reducir la cantidad de células bacterianas en el canal durante la PQM (47, 56). Sin embargo, en la mayoría de los casos, no se observó una eliminación bacteriana completa.

Ingle y Zeldow (57) en un estudio clínico observó que inmediatamente después de la instrumentación, utilizando solución salina estéril como irrigante principal, el 80% de los casos asociados con la infección produjeron cultivos positivos. Al inicio de la segunda consulta, 48 horas después, ese número aumentó al 95,4%. Byström y Sundqvist (47) usaron solución salina estéril durante la instrumentación y encontraron que había persistencia bacteriana en aproximadamente la mitad de los casos, a pesar de haber realizado el tratamiento en cinco consultas. Los dientes en los que persistió la infección fueron los que tenían un elevado número de bacterias en la muestra inicial. Siqueira, Lima (58) utilizaron solución salina estéril durante la instrumentación y demostraron que la preparación y la irrigación pueden eliminar mecánicamente más del 90% de las células bacterianas del interior del canal radicular. Sin embargo, aunque fue observada una reducción de

la carga microbiana, las bacterias nunca fueron eliminadas por completo de los canales radiculares, independientemente de la técnica y el diámetro del instrumento utilizado.

La presencia de complejidades anatómicas dentro de los canales radiculares puede representar desafíos importantes para obtener una limpieza, desinfección y conformación adecuados (59). Por tanto, durante el tratamiento endodóntico, es fundamental utilizar sustancias químicas auxiliares que tengan acción antimicrobiana, con el fin de optimizar la desinfección.

El irrigante endodóntico más utilizado a nivel mundial es el hipoclorito de sodio (NaOCl). Trabajos clínicos (47, 53, 60) y trabajos in vitro (55, 61) han demostrado que su acción química ayuda a incrementar la desinfección intracanal, complementando los efectos mecánicos de la instrumentación.

Siqueira, Rôças (61), en un estudio in vitro, evaluaron la reducción bacteriana producida por la instrumentación e irrigación con NaOCl al 1%, 2,5% y 5,25% o solución salina. Los canales radiculares se contaminaron con *Enterococcus faecalis* y se instrumentaron e irrigaron con las soluciones mencionadas. Las muestras microbiológicas se realizaron antes y después de la PQM. Todos los irrigantes redujeron significativamente la cantidad de células bacterianas presentes dentro del canal radicular, sin embargo, todas las soluciones de NaOCl fueron significativamente más efectivas que la solución salina.

Rodrigues, Zandi (53), en un estudio clínico, evaluaron cuarenta y tres dientes asociados con lesión perirradicular postratamiento y sometidos a retratamiento. Los dientes se dividieron aleatoriamente en 2 grupos según el irrigante utilizado (NaOCl al 2,5% o solución salina) y se observó que el grupo de NaOCl proporcionó una desinfección significativamente mayor que el grupo de solución salina, pero solo cuando se utilizaron instrumentos de mayor diámetro.

Así, aunque los efectos mecánicos son altamente efectivos en la reducción de poblaciones bacterianas, los efectos químicos que aporta una solución de irrigación con acción antimicrobiana son fundamentales para lograr una mejor desinfección durante el tratamiento endodóntico (53).

El uso de NaOCl al 2,5% durante la PQM puede reducir los niveles de bacterias intrarradiculares entre un 95 y un 99% (52, 62, 63). El flujo y reflujo del irrigante, así como el uso de grandes volúmenes de solución, deben mantener la eficacia antibacteriana del NaOCl, compensando los efectos de concentraciones más bajas (61).

La clorhexidina también se ha utilizado durante el tratamiento endodóntico y ha mostrado resultados antimicrobianos comparables a los del NaOCl (54, 62, 64, 65). Aunque se observa una reducción bacteriana significativa mediante la irrigación con NaOCl o clorhexidina asociada con la instrumentación mecánica, aún es posible detectar bacterias en aproximadamente el 23% al 54% de los conductos asociados con lesión perirradicular después de la irrigación con estas soluciones (46, 51, 52, 54, 66, 67).

La ineficacia de los instrumentos y los irrigantes puede resultar en una desinfección inadecuada (59). Cuando el diámetro de la preparación apical es menor, pueden quedar grandes cantidades de bacterias y tejido necrótico después del tratamiento endodóntico (53, 58, 68). Es posible observar que los canales radiculares preparados con instrumentos de menor diámetro dejan mayor área de paredes no instrumentadas (14).

Pérez, Alves (14) evaluaron los efectos del aumento progresivo de la preparación apical sobre la cantidad de paredes del canal radicular no preparadas por micro-CT (Fig.3). Incisivos inferiores ovalados fueron instrumentados con un sistema rotatorio de hasta 4 instrumentos mayores en que el primero que se ajustaba a la longitud de trabajo (LT). Los dientes fueron escaneados por micro-CT antes de preparar el canal y después de la instrumentación con el segundo, tercer y cuarto instrumento de mayor tamaño. Se observó que luego de cada aumento progresivo del diámetro de la preparación, hubo una reducción significativa en el número de áreas no instrumentadas, concluyendo que a mayor preparación apical, mayor número de paredes tocadas por el instrumento.

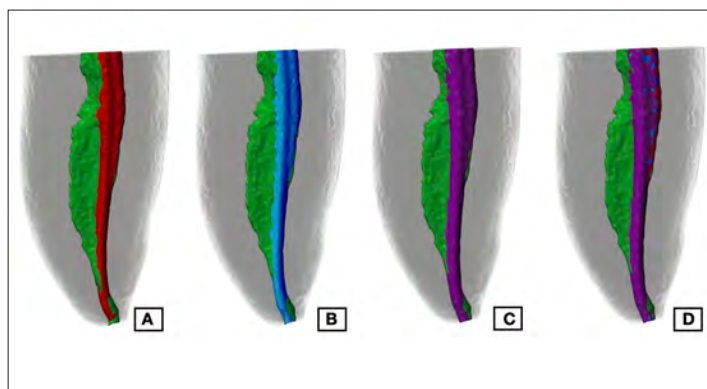


Figura 3. Imágenes microtomográficas de un incisivo central inferior con un canal ovalado después del aumento secuencial del diámetro apical de instrumentación. **A.** Instrumento 30/04. **B.** Instrumento 35/04. **C.** Instrumento 40/04. **D.** Sobreposición de todos los diámetros

Además, los estudios microbiológicos han demostrado que cuanto mayor es la preparación apical, mayor es la reducción bacteriana intraconducto (53, 58, 68-72). Sin embargo, en todos los estudios, todavía se observó persistencia microbiana después de la PQM en algunos casos.

Las complejidades anatómicas, como las curvaturas y las extensiones vestíbulo-linguales y/o palatinos de los canales radiculares ovalados, en forma de C o acintados, pueden influir en el resultado final del tratamiento de endodoncia (59). Además, las bacterias que permanecen en la parte más apical del canal radicular, en los deltas apicales y en los canales laterales podrían causar infecciones residuales de larga duración (6). Los instrumentos de endodoncia actúan principalmente sobre el canal principal y la correcta limpieza, desinfección del istmo y ramificaciones dependen principalmente de los efectos químicos de los irrigantes y la medicación intraconducto (13).

Las bacterias restantes pueden sobrevivir en cantidades suficientes en el SCR y si tienen contacto con los tejidos perirradiculares pueden comprometer el resultado del tratamiento endodóntico (49). Debido a que están estrechamente relacionados con los tejidos apicales, que son una fuente sostenible de nutrientes, las bacterias residuales pueden mantener la inflamación perirradicular y prevenir la reparación completa de los tejidos (6).

Evaluación de la instrumentación del canal radicular a través de la correlación de diferentes métodos

La limpieza, conformación y desinfección del SCR se pueden evaluar mediante diferentes métodos. Los resultados observados se han utilizado con éxito para esclarecer los efectos de los procedimientos realizados durante la PQM, con el objetivo de intentar mejorar los instrumentos, las soluciones de irrigación y las técnicas de preparación a lo largo de los años.

Una de las herramientas utilizadas más recientemente para evaluar la conformación del canal radicular es el micro-CT. Su mayor ventaja es la naturaleza no destructiva, que permite comparar la morfología del canal radicular antes y después de la instrumentación en dientes extraídos (73).

Un parámetro comúnmente evaluado en estos estudios es la cantidad y/o área de superficie del canal radicular no preparado por los instrumentos. Varios estudios han revelado que una cantidad relativamente alta de la superficie del canal principal permanece sin instrumentar, especialmente en canales radiculares curvos u ovalados / acintados, independientemente de los sistemas y técnicas utilizadas. Los estudios que utilizan micro-CT revelaron que aproximadamente entre el 10 y el 50% de las paredes del canal no son alcanzadas por los instrumentos (10, 16, 18-22, 74-80).

Se han planteado hipótesis sobre las implicaciones clínicas de estos hallazgos, debido a la posible persistencia de bacterias en forma de biopelícula, además de tejido pulpar vivo o necrótico en áreas no preparadas con instrumentos endodónticos (18, 78). Sin embargo, también se puede esperar que en estas áreas la solución de irrigación, especialmente el NaOCl utilizado durante la PQM, pueda llegar, limpiar y desinfectar estas paredes, debido a sus efectos antimicrobianos y disolución de materia orgánica. Por tanto, es importante evaluar las condiciones morfológicas de las superficies de los canales no instrumentados, buscando aclarar esta duda. Para ello, es fundamental evaluar estas áreas, combinando diferentes metodologías con los datos e imágenes obtenidos mediante micro-CT.

El estudio de Siqueira, Alves (18) fue el primero en correlacionar los métodos de evaluación por micro-CT y microbiología para evaluar los efectos de la PQM realizada con diferentes sistemas de instrumentación. No encontraron ninguna correlación entre la cantidad de áreas no preparadas y los niveles bacterianos residuales, sin embargo, las condiciones específicas de las paredes no instrumentadas no pudieron evaluarse mediante la metodología utilizada.

Otro estudio correlacionó micro-CT y análisis microbiológico (78) y evaluó la capacidad de desinfección de un paso complementario a la PQM, comparando la irrigación ultrasónica pasiva (PUI) y el XP-endo Finisher (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza) en los canales mesiales de molares inferiores. A través del análisis de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) en tiempo real, se demostró que ambos enfoques complementarios dieron como resultado una pequeña reducción adicional de bacterias, y que fue significativa solo para XP-endo Finisher. Sin embargo, una vez más este tipo de análisis correlativo no reveló una relación estadísticamente significativa entre la reducción bacteriana y el porcentaje de áreas no preparadas. Ninguno de los enfoques probados pudo desinfectar de manera predecible el área del istmo, como lo demostró el enfoque correlativo que utilizó micro-CT, criopulverización y microbiología molecular.

Siqueira, Pérez (19), en un estudio correlativo mediante micro-CT y microscopía (histología y microscopía electrónica de barrido [SEM]) describieron las condiciones morfológicas de las paredes del canal no preparadas con instrumentos endodónticos en dientes con pulpas vitales o necróticas. El análisis histológico de los canales que contenían pulpa vital reveló restos de tejido en las paredes no preparadas, especialmente en el tercio apical del canal radicular. Mientras tanto, los resultados obtenidos a través de SEM mostraron que los canales con pulpas necróticas tenían bacterias y restos necróticos de dentina a lo largo de todas las paredes no preparadas en todos los tercios del canal.

Otro estudio reciente, evaluó la capacidad de limpieza y conformación de 3 sistemas de instrumentación (SAF, TruShape, XP Endo Shaper) con diferentes cinemáticas de instrumentación en canales ovalados, utilizando un enfoque correlativo entre micro-CT e histología (10). No hubo diferencia significativa en la cantidad de áreas no preparadas entre los 3 sistemas de instrumentación, excepto por la comparación entre SAF y XP-endo Shaper en el segmento apical (el primero fue mejor). Así mismo, no hubo diferencia en la capacidad de limpieza, incluso cuando la mitad de las muestras aún presentaban restos pulpares en áreas vestibulares y linguales no instrumentadas.

Estos estudios de correlación han demostrado que las superficies del canal no preparadas y la región del istmo no se limpian y desinfectan de manera predecible mediante irrigación con jeringa / aguja convencional y NaOCl. Sin embargo, la capacidad de las bacterias para persistir en estas áreas e influir en el resultado final del tratamiento endodóntico depende de varios factores conjuntos.

Influencia de la persistencia de bacterias en áreas no preparadas en el resultado final del tratamiento endodóntico

Se ha demostrado que las bacterias juegan un papel fundamental en el mantenimiento o aparición de lesiones perirradiculares después del tratamiento endodóntico (2-4). Para que las bacterias sobrevivan a los procedimientos de desinfección realizados durante el tratamiento y se detecten en las muestras recolectadas, deben adaptarse al microambiente drásticamente alterado (3).

Hay varias estrategias que utilizan las bacterias para sobrevivir dentro del canal radicular tratado. Las bacterias pueden adherirse a las paredes del canal radicular y formar comunidades organizadas en biopelículas, que pueden ser importantes para aumentar la resistencia bacteriana y su persistencia después de procedimientos antimicrobianos intracanal (81). Es probable que las bacterias ubicadas en ramificaciones, istmo y otras irregularidades escapen de los efectos de los instrumentos (debido a limitaciones físicas) y de los irrigantes (debido a las restricciones de tiempo) utilizados durante la PQM (13). La capacidad de algunas bacterias para penetrar en los túbulos dentinarios, a veces en extensiones profundas, también puede permitirles escapar de la acción de instrumentos y sustancias (82, 83). Además, las soluciones químicas utilizadas en endodoncia pueden ser inactivadas por dentina, fluidos tisulares y materia orgánica rápidamente (84), perdiendo su efectividad a largo plazo.

Es importante enfatizar que la adaptación al nuevo microambiente es crucial para que las bacterias residuales provoquen la persistencia de la enfermedad (6). Un cambio importante inducido por

el tratamiento está relacionado con una reducción drástica en la disponibilidad de nutrientes (6). El hecho de que la gran mayoría de los dientes tratados endodónticamente asociados con una lesión perirradicular posterior al tratamiento muestran infección intrarradicular (85-87), indica que las bacterias de alguna manera pueden adquirir nutrientes dentro de los canales obturados. Como prácticamente todos los estudios de microfiltración demuestran que ninguna técnica o material de obturación promueve el sellado completo (88), las bacterias residuales pueden obtener nutrientes de la saliva (infiltración coronaria), los fluidos del tejido perirradicular o el exudado inflamatorio (infiltración apical o lateral) (89).

Aunque la mayor parte del tejido pulpar necrótico se elimina durante la PQM, las bacterias resistentes también pueden utilizar estos restos como fuente de nutrientes. El tejido pulpar que no es eliminado puede estar ubicado en las paredes del canal que no han sido instrumentadas, istmos, irregularidades, túbulos dentinarios y canales laterales (11, 12, 90). Aunque es solo una fuente temporal de nutrientes, el tejido pulpar restante puede mantener la supervivencia bacteriana hasta que se establezca una fuente sostenible de nutrientes mediante infiltración apical o coronal, por ejemplo (6). En la mayoría de los dientes asociados con enfermedad postratamiento, las bacterias se localizan en el tercio apical del SCR, generalmente dentro del canal principal, interpuestas entre el material obturador y los tejidos perirradiculares, en áreas no preparadas y en ramificaciones apicales (28, 31, 32). En estas regiones, las bacterias residuales tienen fácil acceso a los nutrientes.

Estrategias para reducir la cantidad de paredes no instrumentadas y/o optimizar la desinfección

Aparentemente, una estrategia lógica para reducir la cantidad de áreas no preparadas es aumentar el tamaño de la preparación apical. Los procedimientos químicomecánicos deben considerarse completos cuando el canal es ampliado a tamaños de instrumentos que sean compatibles con la anatomía y tamaño de la raíz. Un estudio de micro-CT demostró que después de cada aumento en el tamaño de la preparación apical, la cantidad de superficies no preparadas se redujo significativamente (14). Los estudios microbiológicos han revelado que cuanto mayor es el tamaño de la preparación apical de los canales infectados, mayor es la reducción bacteriana intracanal (53, 68, 70). Además, los beneficios antimicrobianos del NaOCl son significativamente más evidentes en preparaciones apicales de gran tamaño (53, 70). Los estudios también han demostrado que cuanto mayor es el tamaño de la preparación apical, mayor limpieza del tercio apical (91, 92). Las preparaciones más amplias también se asocian con un mejor índice de éxito de dientes infectados con periodontitis apical (93, 94).

Es importante señalar que el diámetro de preparación del canal debe ser lo suficientemente amplio en la porción apical para optimizar la desinfección y limpieza y al mismo tiempo no ser excesivamente grande para evitar accidentes (transportaciones o perforaciones) o debilitar la raíz. La ampliación excesiva de la parte coronal del conducto es indeseable y debe ser evitada para no predisponer el diente a fractura (95). Recientemente han sido introducidos instrumentos con conicidad variable decreciente que ayudan a lidiar con este problema, es decir, permiten grandes preparaciones apicales, reduciendo el ensanchamiento coronal innecesario. Otra estrategia que se ha recomendado ampliamente es complementar los efectos de los procedimientos químicomecánicos. Se ha demostrado consistentemente que la aplicación de una medicación entre citas mejora la eliminación bacteriana después de la preparación (13, 70, 96). Se ha recomendado la activación mecánica, sónica o ultrasónica de NaOCl después de la instrumentación. La activación mecánica de NaOCl asociada con un nuevo instrumento complementario, XP-endo Finisher, ha mostrado buenos resultados en términos de mejora de la desinfección (78), pero no consigue desinfectar de forma predecible el área de istmo de los molares (78, 97).

La activación sónica no ha mostrado beneficios antimicrobianos adicionales significativos (98). PUI es probablemente uno de los enfoques complementarios más utilizados para optimizar la desinfección. Los datos de los estudios in vitro sobre PUI no son concluyentes (99-101). Los ensayos clínicos no informaron efectos antibacterianos suplementarios significativos cuando fue comparado con jeringa convencional (102, 103). Además, un estudio clínico de pronóstico no encontró resultados superiores para el tratamiento con PUI (104). Los estudios clínicos sobre el efecto antimicrobiano de una irrigación final con CHX también han mostrado resultados no concluyentes (46, 105, 106). Hasta ahora, no hay información consistente de estudios clínicos sobre la efectividad antibacteriana de PDT y PIPS. También existen algunas estrategias que sirven como alternativa a los procedimientos químicomecánicos convencionales, como el sistema EndoVac para irrigación con presión negativa y el sistema de ondas multisónicas GentleWave (Sonendo, Laguna Hills, CA, EE. UU.). Un estudio clínico demostró que el sistema EndoVac no mejora significativamente la desinfección en comparación con la irrigación con aguja convencional (107). En cuanto al sistema GentleWave, no hay ningún estudio clínico que evalúe su eficacia antibacteriana.

La colocación de un material de obturación bien adaptado a lo largo de toda la extensión del canal instrumentado, también podría ser una alternativa a las superficies del canal no preparadas. Se podría esperar que las bacterias sepultadas por el material de obturación en superficies no preparadas puedan sucumbir. En reali-

dad, debido a que ha sido mostrado que la persistencia bacteriana en el canal es un alto factor de riesgo para el fracaso del tratamiento endodóntico, el sepultamiento de bacterias no es confiable (48, 108, 109). Además, se han observado bacterias en las paredes del canal en contacto con material de obturación en algunos dientes con periodontitis apical postratamiento (31). Los selladores endodónticos generalmente exhiben algunos efectos antibacterianos discretos, pero solo antes del fraguado (110, 111). Por lo tanto, no se debe esperar que mejoren significativamente la desinfección. Además, debido a que prácticamente ningún material de obturación endodóntico puede promover un sellado antibacteriano predecible del canal radicular (112-114), habrá casos en los que los fluidos tisulares puedan filtrarse en el canal y proporcionar nutrientes a bacterias residuales. No está claro si la filtración ocurre porque no todas las paredes fueron cubiertas con sellador durante los procedimientos de obturación o el sellador se solubilizó con el tiempo, lo que resulta en un espacio en el que los fluidos pueden producir filtración (36). Se debe fomentar mejoras en los materiales de obturación con mejores características fisicoquímicas y actividad antibacteriana. En ese aspecto, hasta el momento tenemos poca información clínica acerca de los materiales hidráulicos (biocerámicos) para la obturación del canal radicular. Dos trabajos recientes no encontraron diferencias significativas en el éxito final del tratamiento cuando fueron comparados con otros cementos en la obturación del SCR (115, 116).

CONCLUSIONES

No hay evidencia clínica consistente que demuestre que los enfoques actuales para optimizar la desinfección pueden reducir de manera predecible la carga bacteriana a niveles significativamente por debajo de los logrados por los procedimientos químicomecánicos convencionales. En general todas las técnicas deben ser suplementarias a la irrigación e instrumentación del canal y en ningún caso un sustituto. Algunos enfoques aún deben probarse. Además de los ensayos clínicos aleatorizados para evaluar el rendimiento de muchos sistemas y protocolos disponibles, también es importante utilizar una correlación de métodos analíticos en estudios ex vivo para evaluar mejor los efectos de limpieza y desinfección de los procedimientos de endodoncia en las paredes del canal no preparadas y áreas de difícil alcance. Se debe fomentar el desarrollo de sistemas, técnicas y estrategias para mejorar la limpieza y desinfección de las paredes del canal radicular con el fin de mejorar el resultado final del tratamiento endodóntico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1965;20:340-9. PubMed PMID: 14342926.
2. Rôças IN, Siqueira JF, Jr., Aboim MC, Rosado AS. Denaturing gradient gel electrophoresis analysis of bacterial communities associated with failed endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;98(6):741-9. doi: 10.1016/S1079210404006183. PubMed PMID: 15583550.
3. Siqueira JF, Jr., Rôças IN. Polymerase chain reaction-based analysis of microorganisms associated with failed endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;97(1):85-94. doi: 10.1016/S1079210403003536. PubMed PMID: 14716262.
4. Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjögren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1998;85(1):86-93. PubMed PMID: 9474621.
5. Ørstavik D. Root canal disinfection: a review of concepts and recent developments. *Aust Endod J.* 2003;29(2):70-4. PubMed PMID: 14655819.
6. Siqueira JF, Jr., Rôças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod.* 2008;34(11):1291-301 doi: 10.1016/j.joen.2008.07.028. PubMed PMID: 18928835.
7. Tronstad L, Asbjørnsen KD, L., Pedersen I, Eriksen HM. Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol.* 2000;16(5):218-21. Epub 2001/02/24. PubMed PMID: 11202885.
8. Moreno JO, Alves FR, Gonçalves LS, Martinez AM, Rôças IN, Siqueira JF, Jr. Periapical status and quality of root canal fillings and coronal restorations in an urban Colombian population. *J Endod.* 2013;39(5):600-4. doi: 10.1016/j.joen.2012.12.020. PubMed PMID: 23611376.
9. Tavares PB, Bonte E, Boukpepsi T, Siqueira JF, Jr., Lasfargues JJ. Prevalence of apical periodontitis in root canal-treated teeth from an urban French population: influence of the quality of root canal fillings and coronal restorations. *J Endod.* 2009;35(6):810-3. doi: 10.1016/j.joen.2009.03.048. PubMed PMID: 19482176.
10. Lacerda M, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Provenzano JC, Neves MAS, Pires FR, *et al.* Cleaning and shaping oval canals with 3 instrumentation systems: a correlative micro-computed tomographic and histologic study. *J Endod.* 2017;43(11):1878-84. doi: 10.1016/j.joen.2017.06.032. PubMed PMID: 28951035.
11. Siqueira JF, Jr., Araujo MC, Garcia PF, Fraga RC, Dantas CJ. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endod.* 1997;23(8):499-502. doi: 10.1016/S0099-2399(97)80309-3. PubMed PMID: 9587319.
12. Walton RE. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *J Endod.* 1976;2(10):304-11. doi: 10.1016/S0099-2399(76)80045-3. PubMed PMID: 1068207.
13. Vera J, Siqueira JF, Jr., Ricucci D, Loghin S, Fernandez N, Flores B, *et al.* One- versus two-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a histobacteriologic study. *J Endod.* 2012;38(8):1040-52. doi: 10.1016/j.joen.2012.04.010. PubMed PMID: 22794203.
14. Pérez AR, Alves FRF, Marceliano-Alves MF, Provenzano JC, Gonçalves LS, Neves AA, *et al.* Effects of increased apical enlargement on the amount of unprepared areas and coronal dentine removal: a micro-computed tomography study. *Int Endod J.* 2018;51(6):684-90. Epub 2017/11/08. doi: 10.1111/iej.12873. PubMed PMID: 29112281.
15. Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG, Jr. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. *J Endod.* 1985;11(5):203-11. doi: 10.1016/S0099-2399(85)80061-3. PubMed PMID: 3858415.
16. Paqué F, Ganahl D, Peters OA. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod.* 2009;35(7):1056-9. doi: 10.1016/j.joen.2009.04.020. PubMed PMID: 19567334.
17. Versiani MA, Leoni GB, Steier L, De-Deus G, Tassani S, Pecora JD, *et al.* Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the self-adjusting file, Reciproc, WaveOne, and ProTaper universal systems. *J Endod.* 2013;39(8):1060-6. doi: 10.1016/j.joen.2013.04.009. PubMed PMID: 23880278.
18. Siqueira JF, Jr., Alves FR, Versiani MA, Rôças IN, Almeida BM, Neves MA, *et al.* Correlative bacteriologic and micro-computed tomographic analysis of mandibular molar mesial canals prepared by self-adjusting file, reciproc, and twisted file systems. *J Endod.* 2013;39(8):1044-50. doi: 10.1016/j.joen.2013.04.034. PubMed PMID: 23880274.
19. Siqueira JF, Jr., Pérez AR, Marceliano-Alves MF, Provenzano JC, Silva SG, Pires FR, *et al.* What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using micro-computed tomography and histology/scanning electron microscopy. *Int Endod J.* 2018;51(5):501-8. Epub 2017/02/15. doi: 10.1111/iej.12753. PubMed PMID: 28196289.
20. Markvart M, Darvann TA, Larsen P, Dalstra M, Kreiborg S, Bjørndal L. Micro-CT analyses of apical enlargement and molar root canal complexity. *Int Endod J.* 2012;45(3):273-81. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01972.x. PubMed PMID: 22044111.
21. Peters OA, Arias A, Paqué F. A micro-computed tomographic assessment of root canal preparation with a novel instrument, TRUShape, in mesial roots of mandibular molars. *J Endod.* 2015;41(9):1545-50. doi: 10.1016/j.joen.2015.06.007. PubMed PMID: 26238528.
22. Zhao D, Shen Y, Peng B, Haapasalo M. Root canal preparation of mandibular molars with 3 nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomographic study. *J Endod.* 2014;40(11):1860-4. doi: 10.1016/j.joen.2014.06.023. PubMed PMID: 25205262.
23. Paqué F, Balmer M, Attin T, Peters OA. Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study. *J Endod.* 2010;36(4):703-7. doi: 10.1016/j.joen.2009.12.020. PubMed PMID: 20307747.
24. Busquim S, Cunha RS, Freire L, Gavini G, Machado ME, Santos M. A micro-computed tomography evaluation of long-oval canal preparation using reciprocating or rotary systems. *Int Endod J.* 2015;48(10):1001-6. doi: 10.1111/iej.12398. PubMed PMID: 25314154.
25. Versiani MA, Pecora JD, de Sousa-Neto MD. Flat-oval root canal preparation with self-adjusting file instrument: a micro-computed tomography study. *J Endod.* 2011;37(7):1002-7. doi: 10.1016/j.joen.2011.03.017. PubMed PMID: 21689560.
26. De-Deus G, Souza EM, Barino B, Maia J, Zamolyi RQ, Reis C, *et al.* The self-adjusting file optimizes debridement quality in oval-shaped root canals. *J Endod.* 2011;37(5):701-5. doi: 10.1016/j.joen.2011.02.001. PubMed PMID: 21496675.
27. Fornari VJ, Silva-Sousa YT, Vanni JR, Pecora JD, Versiani MA, Sousa-Neto MD. Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. *Int Endod J.* 2010;43(11):988-94. doi: 10.1111/j.1365-2591.2010.01724.x. PubMed PMID: 20722756.
28. Ricucci D, Siqueira JF, Jr. Biofilms and apical periodontitis: study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. *J Endod.* 2010;36(8):1277-88. doi: 10.1016/j.joen.2010.04.007. PubMed PMID: 20647081.
29. Siqueira JF, Jr., Rôças IN, Rosado AS. Investigation of bacterial communities

- associated with asymptomatic and symptomatic endodontic infections by denaturing gradient gel electrophoresis fingerprinting approach. *Oral Microbiol Immunol.* 2004;19(6):363-70. doi: 10.1111/j.1399-302x.2004.00170.x. PubMed PMID: 15491461.
30. Siqueira JF, Jr, Rôças IN, Lopes HP. Patterns of microbial colonization in primary root canal infections. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002;93(2):174-8. Epub 2002/02/28. PubMed PMID: 11862207.
31. Ricucci D, Siqueira JF, Jr, Bate AL, Pitt Ford TR. Histologic investigation of root canal-treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. *J Endod.* 2009;35(4):493-502. doi: 10.1016/j.joen.2008.12.014. PubMed PMID: 19345793.
32. Ricucci D, Siqueira JF, Jr. Apical actinomycosis as a continuum of intraradicular and extraradicular infection: case report and critical review on its involvement with treatment failure. *J Endod.* 2008;34(9):1124-9. Epub 2008/08/23. doi: 10.1016/j.joen.2008.06.002. PubMed PMID: 18718379.
33. Ricucci D, Siqueira JF, Jr. Fate of the tissue in lateral canals and apical ramifications in response to pathologic conditions and treatment procedures. *J Endod.* 2010;36(1):1-15. doi: 10.1016/j.joen.2009.09.038. PubMed PMID: 20003929.
34. Nair PN, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;99(2):231-52. Epub 2005/01/22. doi: 10.1016/j.tripleo.2004.10.005. PubMed PMID: 15660098.
35. Peters LB, Wesselink PR, Buijs JF, van Winkelhoff AJ. Viable bacteria in root dentinal tubules of teeth with apical periodontitis. *J Endod.* 2001;27(2):76-81. doi: 10.1097/00004770-200102000-00002. PubMed PMID: 11491642.
36. Vieira AR, Siqueira JF, Jr, Ricucci D, Lopes WS. Dentinal tubule infection as the cause of recurrent disease and late endodontic treatment failure: a case report. *J Endod.* 2012;38(2):250-4. doi: 10.1016/j.joen.2011.10.019. PubMed PMID: 22244647.
37. Matsuo T, Shirakami T, Ozaki K, Nakanishi T, Yumoto H, Ebisu S. An immunohistological study of the localization of bacteria invading root pulpal walls of teeth with periapical lesions. *J Endod.* 2003;29(3):194-200. doi: 10.1097/00004770-200303000-00008. PubMed PMID: 12669880.
38. Estrela C, Rabelo LE, de Souza JB, Alencar AH, Estrela CR, Sousa Neto MD, *et al.* Frequency of root canal isthmi in human permanent teeth determined by cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2015;41(9):1535-9. doi: 10.1016/j.joen.2015.05.016. PubMed PMID: 26187423.
39. Gu L, Wei X, Ling J, Huang X. A microcomputed tomographic study of canal isthmuses in the mesial root of mandibular first molars in a Chinese population. *J Endod.* 2009;35(3):353-6. doi: 10.1016/j.joen.2008.11.029. PubMed PMID: 19249594.
40. von Arx T. Frequency and type of canal isthmuses in first molars detected by endoscopic inspection during periradicular surgery. *Int Endod J.* 2005;38(3):160-8. doi: 10.1111/j.1365-2591.2004.00915.x. PubMed PMID: 15743419.
41. De Deus QD. Frequency, location, and direction of the lateral, secondary, and accessory canals. *J Endod.* 1975;1(11):361-6. PubMed PMID: 10697487.
42. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984;58(5):589-99. PubMed PMID: 6595621.
43. Carr GB, Schwartz RS, Schaudinn C, Gorur A, Costerton JW. Ultrastructural examination of failed molar retreatment with secondary apical periodontitis: an examination of endodontic biofilms in an endodontic retreatment failure. *J Endod.* 2009;35(9):1303-9. doi: 10.1016/j.joen.2009.05.035. PubMed PMID: 19720237.
44. Ricucci D, Loghin S, Siqueira JF, Jr. Exuberant Biofilm infection in a lateral canal as the cause of short-term endodontic treatment failure: report of a case. *J Endod.* 2013;39(5):712-8. doi: 10.1016/j.joen.2012.12.008. PubMed PMID: 23611398.
45. Arnold M, Ricucci D, Siqueira JF, Jr. Infection in a complex network of apical ramifications as the cause of persistent apical periodontitis: a case report. *J Endod.* 2013;39(9):1179-84. doi: 10.1016/j.joen.2013.04.036. PubMed PMID: 23953295.
46. Paiva SS, Siqueira JF, Jr, Rôças IN, Carmo FL, Leite DC, Ferreira DC, *et al.* Clinical antimicrobial efficacy of NiTi rotary instrumentation with NaOCl irrigation, final rinse with chlorhexidine and interappointment medication: a molecular study. *Int Endod J.* 2013;46(3):225-33. doi: 10.1111/j.1365-2591.2012.02111.x. PubMed PMID: 22889410.
47. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res.* 1981;89(4):321-8. PubMed PMID: 6947391.
48. Fabricius L, Dahlén G, Sundqvist G, Happonen RP, Möller AJ. Influence of residual bacteria on periapical tissue healing after chemomechanical treatment and root filling of experimentally infected monkey teeth. *Eur J Oral Sci.* 2006;114(4):278-85. doi: 10.1111/j.1600-0722.2006.00380.x. PubMed PMID: 16911098.
49. Sjögren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J.* 1997;30(5):297-306. PubMed PMID: 9477818.
50. Engström B, Lundberg M. The correlation between positive culture and the prognosis of root canal therapy after pulpectomy. *Odontol Revy.* 1965;16(3):193-203. Epub 1965/01/01. PubMed PMID: 5321744.
51. Rodrigues RC, Antunes HS, Neves MA, Siqueira JF, Jr, Rôças IN. Infection control in retreatment cases: in vivo antibacterial effects of 2 instrumentation systems. *J Endod.* 2015;41(10):1600-5. doi: 10.1016/j.joen.2015.06.005. PubMed PMID: 26234543.
52. Neves MA, Provenzano JC, Rôças IN, Siqueira JF, Jr. Clinical antibacterial effectiveness of root canal preparation with reciprocating single-instrument or continuously rotating multi-instrument systems. *J Endod.* 2016;42(1):25-9. doi: 10.1016/j.joen.2015.09.019. PubMed PMID: 26549221.
53. Rodrigues RCV, Zandi H, Kristoffersen AK, Enersen M, Mdala I, Ørstavik D, *et al.* Influence of the apical preparation size and the irrigant type on bacterial reduction in root canal-treated teeth with apical periodontitis. *J Endod.* 2017;43(7):1058-63. doi: 10.1016/j.joen.2017.02.004. PubMed PMID: 28483164.
54. Zandi H, Rodrigues RC, Kristoffersen AK, Enersen M, Mdala I, Ørstavik D, *et al.* Antibacterial effectiveness of 2 root canal irrigants in root-filled teeth with infection: a randomized clinical trial. *J Endod.* 2016;42(9):1307-13. Epub 2016/07/28. doi: 10.1016/j.joen.2016.06.006. PubMed PMID: 27452293.
55. Siqueira JF, Jr, Rôças IN, Santos SR, Lima KC, Magalhães FA, de Uzeda M. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *J Endod.* 2002;28(3):181-4. doi: 10.1097/00004770-200203000-00009. PubMed PMID: 12017176.
56. Ørstavik D, Kerekes K, Molven O. Effects of extensive apical reaming and calcium hydroxide dressing on bacterial infection during treatment of apical periodontitis: a pilot study. *Int Endod J.* 1991;24(1):1-7. PubMed PMID: 1917083.
57. Ingle JJ, Zeldow BJ. An evaluation of mechanical instrumentation and the negative culture in endodontic therapy. *J Am Dent Assoc.* 1958;57(4):471-6. PubMed PMID: 13575076.
58. Siqueira JF, Jr, Lima KC, Magalhães FA, Lopes HP, de Uzeda M. Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by three instrumentation techniques. *J Endod.* 1999;25(5):332-5. doi: 10.1016/S0099-2399(06)81166-0. PubMed PMID: 10530256.
59. Siqueira JF, Jr, Rôças IN, Marceliano-Alves MF, Perez AR, Ricucci D. Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Braz Oral Res.* 2018;32 (suppl 1):e65. Epub 2018/10/27. doi: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0065. PubMed PMID: 30365606.

60. Cvek M, Nord C, Hollender L. Antimicrobial effect of root canal debridement in teeth with immature root. *Odontol Revy.* 1976;27:1-10.
61. Siqueira JF, Jr., Rôças IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod.* 2000;26(6):331-4. doi: 10.1097/00004770-200006000-00006. PubMed PMID: 11199749.
62. Rôças IN, Provenzano JC, Neves MA, Siqueira JF, Jr. Disinfecting effects of rotary instrumentation with either 2.5% sodium hypochlorite or 2% chlorhexidine as the main irrigant: a randomized clinical study. *J Endod.* 2016;42(6):943-7. doi: 10.1016/j.joen.2016.03.019. PubMed PMID: 27142579.
63. Siqueira JF, Jr., Guimarães-Pinto T, Rôças IN. Effects of chemomechanical preparation with 2.5% sodium hypochlorite and intracanal medication with calcium hydroxide on cultivable bacteria in infected root canals. *J Endod.* 2007;33(7):800-5. doi: 10.1016/j.joen.2006.11.023. PubMed PMID: 17804315.
64. Siqueira JF, Jr., Rôças IN, Paiva SS, Guimarães-Pinto T, Magalhães KM, Lima KC. Bacteriologic investigation of the effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine during the endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;104(1):122-30. Epub 2007/05/15. doi: 10.1016/j.tripleo.2007.01.027. PubMed PMID: 17499528.
65. Gonçalves LS, Rodrigues RC, Andrade Junior CV, Soares RG, Vettore MV. The effect of sodium hypochlorite and chlorhexidine as irrigant solutions for root canal disinfection: a systematic review of clinical trials. *J Endod.* 2016;42(4):527-32. doi: 10.1016/j.joen.2015.12.021. PubMed PMID: 26852149.
66. Paiva SS, Siqueira JF, Jr., Rôças IN, Carmo FL, Ferreira DC, Curvelo JA, et al. Supplementing the antimicrobial effects of chemomechanical debridement with either passive ultrasonic irrigation or a final rinse with chlorhexidine: a clinical study. *J Endod.* 2012;38(9):1202-6. doi: 10.1016/j.joen.2012.06.023. PubMed PMID: 22892736.
67. Paiva SS, Siqueira JF, Jr., Rôças IN, Carmo FL, Leite DC, Ferreira DC, et al. Molecular microbiological evaluation of passive ultrasonic activation as a supplementary disinfecting step: a clinical study. *J Endod.* 2013;39(2):190-4. doi: 10.1016/j.joen.2012.09.014. PubMed PMID: 23321229.
68. Card SJ, Sigurdsson A, Ørstavik D, Trope M. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *J Endod.* 2002;28(11):779-83. doi: 10.1097/00004770-200211000-00008. PubMed PMID: 12470024.
69. Dalton BC, Ørstavik D, Phillips C, Pettiette M, Trope M. Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation. *J Endod.* 1998;24(11):763-7. doi: 10.1016/S0099-2399(98)80170-2. PubMed PMID: 9855830.
70. Shuping GB, Ørstavik D, Sigurdsson A, Trope M. Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. *J Endod.* 2000;26(12):751-5. doi: 10.1097/00004770-200012000-00022. PubMed PMID: 11471648.
71. Rollison S, Barnett F, Stevens RH. Efficacy of bacterial removal from instrumented root canals in vitro related to instrumentation technique and size. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002;94(3):366-71. PubMed PMID: 12324795.
72. Mickel AK, Chogle S, Liddle J, Huffaker K, Jones JJ. The role of apical size determination and enlargement in the reduction of intracanal bacteria. *J Endod.* 2007;33(1):21-3. doi: 10.1016/j.joen.2006.08.004. PubMed PMID: 17185122.
73. Peters OA, Laib A, Gohring TN, Barbakow F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod.* 2001;27(1):1-6. doi: 10.1097/00004770-200101000-00001. PubMed PMID: 11487156.
74. Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J.* 2001;34(3):221-30. PubMed PMID: 12193268.
75. Paqué F, Zehnder M, De-Deus G. Microtomography-based comparison of reciprocating single-file F2 ProTaper technique versus rotary full sequence. *J Endod.* 2011;37(10):1394-7. doi: 10.1016/j.joen.2011.06.031. PubMed PMID: 21924189.
76. Yang G, Yuan G, Yun X, Zhou X, Liu B, Wu H. Effects of two nickel-titanium instrument systems, Mtwo versus ProTaper universal, on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod.* 2011;37(10):1412-6. doi: 10.1016/j.joen.2011.06.024. PubMed PMID: 21924193.
77. Gergi R, Osta N, Bourbouze G, Zgheib C, Arbab-Chirani R, Naaman A. Effects of three nickel titanium instrument systems on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J.* 2015;48(2):162-70. doi: 10.1111/iej.12296. PubMed PMID: 24717063.
78. Alves FR, Andrade-Junior CV, Marceliano-Alves MF, Perez AR, Rocas IN, Versiani MA, et al. Adjunctive Steps for Disinfection of the Mandibular Molar Root Canal System: A Correlative Bacteriologic, Micro-Computed Tomography, and Cryopulverization Approach. *J Endod.* 2016;42(11):1667-72. Epub 2016/10/30. doi: 10.1016/j.joen.2016.08.003. PubMed PMID: 27641947.
79. Zuolo ML, Zaia AA, Belladonna FG, Silva E, Souza EM, Versiani MA, et al. Micro-CT assessment of the shaping ability of four root canal instrumentation systems in oval-shaped canals. *Int Endod J.* 2018;51(5):564-71. Epub 2017/07/02. doi: 10.1111/iej.12810. PubMed PMID: 28667674.
80. Guimarães LS, Gomes CC, Marceliano-Alves MF, Cunha RS, Provenzano JC, Siqueira JF, Jr. Preparation of oval-shaped canals with Trushape and Reciproc systems: a micro-computed tomography study using contralateral premolars. *J Endod.* 2017;43(6):1018-22. Epub 2017/04/19. doi: 10.1016/j.joen.2017.01.028. PubMed PMID: 28416315.
81. Distel JW, Hatton JF, Gillespie MJ. Biofilm formation in medicated root canals. *J Endod.* 2002;28(10):689-93. doi: 10.1097/00004770-200210000-00003. PubMed PMID: 12398165.
82. Siqueira JF, Jr., de Uzeda M. Disinfection by calcium hydroxide pastes of dentinal tubules infected with two obligate and one facultative anaerobic bacteria. *J Endod.* 1996;22(12):674-6. doi: 10.1016/S0099-2399(96)80062-8. PubMed PMID: 9220753.
83. Haapasalo M, Ørstavik D. In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *J Dent Res.* 1987;66(8):1375-9. Epub 1987/08/01. doi: 10.1177/00220345870660081801. PubMed PMID: 3114347.
84. Haapasalo M, Qian W, Portenier I, Waltimo T. Effects of dentin on the antimicrobial properties of endodontic medicaments. *J Endod.* 2007;33(8):917-25. doi: 10.1016/j.joen.2007.04.008. PubMed PMID: 17878075.
85. Molander A, Reit C, Dahlen G, Kvist T. Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. *Int Endod J.* 1998;31(1):1-7. PubMed PMID: 9823122.
86. Lin LM, Pascon EA, Skribner J, Gangler P, Langeland K. Clinical, radiographic, and histologic study of endodontic treatment failures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1991;71(5):603-11. PubMed PMID: 2047103.
87. Rôças IN, Jung IY, Lee CY, Siqueira JF, Jr. Polymerase chain reaction identification of microorganisms in previously root-filled teeth in a South Korean population. *J Endod.* 2004;30(7):504-8. PubMed PMID: 15220647.
88. Gutmann JL. Clinical, radiographic, and histologic perspectives on success and failure in endodontics. *Dent Clin North Am.* 1992;36(2):379-92. Epub 1992/04/01. PubMed PMID: 1572505.
89. Siqueira JF, Jr. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int Endod J.* 2001;34(1):1-10. PubMed PMID: 11307374.
90. Zuolo ML, Walton RE, Imura N. Histologic evaluation of three endodontic instrument/preparation techniques. *Endod Dent Traumatol.* 1992;8(3):125-9. Epub 1992/06/01. PubMed PMID: 1289071.

91. Usman N, Baumgartner JC, Marshall JG. Influence of instrument size on root canal debridement. *J Endod.* 2004;30(2):110-2. doi: 10.1097/00004770-200402000-00012. PubMed PMID: 14977309.
92. Albrecht LJ, Baumgartner JC, Marshall JG. Evaluation of apical debris removal using various sizes and tapers of ProFile GT files. *J Endod.* 2004;30(6):425-8. PubMed PMID: 15167472.
93. Saini HR, Tewari S, Sangwan P, Duhan J, Gupta A. Effect of different apical preparation sizes on outcome of primary endodontic treatment: a randomized controlled trial. *J Endod.* 2012;38(10):1309-15. doi: 10.1016/j.joen.2012.06.024. PubMed PMID: 22980168.
94. Aminoshariae A, Kulild JC. Master apical file size - smaller or larger: a systematic review of healing outcomes. *Int Endod J.* 2015;48(7):639-47. Epub 2014/08/13. doi: 10.1111/iej.12370. PubMed PMID: 25113106.
95. Rundquist BD, Versluis A. How does canal taper affect root stresses? *Int Endod J.* 2006;39(3):226-37. doi: 10.1111/j.1365-2591.2006.01078.x. PubMed PMID: 16507077.
96. McGurkin-Smith R, Trope M, Caplan D, Sigurdsson A. Reduction of intracanal bacteria using GT rotary instrumentation, 5.25% NaOCl, EDTA, and Ca(OH)₂. *J Endod.* 2005;31(5):359-63. PubMed PMID: 15851929.
97. Azim AA, Aksel H, Zhuang TT, Mashtare T, Babu JP, Huang GTJ. Efficacy of 4 Irrigation Protocols in Killing Bacteria Colonized in Dentinal Tubules Examined by a Novel Confocal Laser Scanning Microscope Analysis. *Journal of Endodontics.* 2016;42(6):928-34. doi: 10.1016/j.joen.2016.03.009. PubMed PMID: WOS:000377821200015.
98. Huffaker SK, Safavi K, Spangberg LSW, Kaufman B. Influence of a Passive Sonic Irrigation System on the Elimination of Bacteria from Root Canal Systems: A Clinical Study. *Journal of Endodontics.* 2010;36(8):1315-8. doi: 10.1016/j.joen.2010.04.024. PubMed PMID: WOS:000280691900007.
99. Huque J, Kota K, Yamaga M, Iwaku M, Hoshino E. Bacterial eradication from root dentine by ultrasonic irrigation with sodium hypochlorite. *Int Endod J.* 1998;31(4):242-50. PubMed PMID: 9823113.
100. Siqueira JF, Jr., Machado AG, Silveira RM, Lopes HP, de Uzeda M. Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, in vitro. *Int Endod J.* 1997;30(4):279-82. Epub 1997/07/01. doi: 10.1046/j.1365-2591.1997.00096.x. PubMed PMID: 9477814.
101. Alves FRF, Almeida BM, Neves MAS, Moreno JO, Rocas IN, Siqueira JE. Disinfecting Oval-shaped Root Canals: Effectiveness of Different Supplementary Approaches. *Journal of Endodontics.* 2011;37(4):496-501. doi: 10.1016/j.joen.2010.12.008. PubMed PMID: WOS:000289318600013.
102. Paiva SSM, Siqueira JF, Rocas IN, Carmo FL, Leite DCA, Ferreira DC, et al. Molecular Microbiological Evaluation of Passive Ultrasonic Activation as a Supplementary Disinfecting Step: A Clinical Study. *Journal of Endodontics.* 2013;39(2):190-4. doi: 10.1016/j.joen.2012.09.014. PubMed PMID: WOS:000314482500009.
103. Rodrigues RCV, Antunes HS, Neves MAS, Siqueira JF, Rocas IN. Infection Control in Retreatment Cases: In Vivo Antibacterial Effects of 2 Instrumentation Systems. *Journal of Endodontics.* 2015;41(10):1600-5. doi: 10.1016/j.joen.2015.06.005. PubMed PMID: WOS:000362386100003.
104. Liang YH, Jiang LM, Jiang L, Chen XB, Liu YY, Tian FC, et al. Radiographic healing after a root canal treatment performed in single-rooted teeth with and without ultrasonic activation of the irrigant: a randomized controlled trial. *J Endod.* 2013;39(10):1218-25. doi: 10.1016/j.joen.2013.06.024. PubMed PMID: 24041381.
105. Paiva SSM, Siqueira JE, Rocas IN, Carmo FL, Ferreira DC, Curvelo JAR, et al. Supplementing the Antimicrobial Effects of Chemomechanical Debridement with Either Passive Ultrasonic Irrigation or a Final Rinse with Chlorhexidine: A Clinical Study. *Journal of Endodontics.* 2012;38(9):1202-6. doi: 10.1016/j.joen.2012.06.023. PubMed PMID: WOS:000308278200009.
106. Zamany A, Safavi K, Spångberg LS. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics.* 2003;96(5):578-81. doi: 10.1016/S1079210403001689. PubMed PMID: CN-00458670.
107. Pawar R, Alqaied A, Safavi K, Boyko J, Kaufman B. Influence of an apical negative pressure irrigation system on bacterial elimination during endodontic therapy: a prospective randomized clinical study. *J Endod.* 2012;38(9):1177-81. doi: 10.1016/j.joen.2012.06.013. PubMed PMID: 22892731.
108. Waltimo T, Trope M, Haapasalo M, Orstavik D. Clinical efficacy of treatment procedures in endodontic infection control and one year follow-up of periapical healing. *J Endod.* 2005;31(12):863-6. PubMed PMID: 16306819.
109. Heling B, Shapira J. Roentgenologic and clinical evaluation of endodontically treated teeth, with or without negative culture. *Quintessence Int Dent Dig.* 1978;9(11):79-84. Epub 1978/11/01. PubMed PMID: 397514.
110. Kayaoglu G, Erten H, Alacam T, Orstavik D. Short-term antibacterial activity of root canal sealers towards *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2005;38(7):483-8. doi: 10.1111/j.1365-2591.2005.00981.x. PubMed PMID: 15946270.
111. Siqueira JF, Gonçalves RB. Antibacterial activities of root canal sealers against selected anaerobic bacteria. *Journal of Endodontics.* 1996;22(2):79-80. doi: https://doi.org/10.1016/S0099-2399(96)80277-9.
112. Siqueira JF, Jr., Rôças IN, Favieri A, Abad EC, Castro AJ, Gahyva SM. Bacterial leakage in coronally unsealed root canals obturated with 3 different techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000;90(5):647-50. Epub 2000/11/15. doi: 10.1067/moe.2000.110412. PubMed PMID: 11077391.
113. Shipper G, Trope M. In vitro microbial leakage of endodontically treated teeth using new and standard obturation techniques. *J Endod.* 2004;30(3):154-8. Epub 2004/04/02. doi: 10.1097/00004770-200403000-00007. PubMed PMID: 15055433.
114. Khayat A, Lee SJ, Torabinejad M. Human saliva penetration of coronally unsealed obturated root canals. *J Endod.* 1993;19(9):458-61. doi: 10.1016/S0099-2399(06)80533-9. PubMed PMID: 8263453.
115. Bardini G, Casula L, Ambu E, Musu D, Mercadè M, Cotti E. A 12-month follow-up of primary and secondary root canal treatment in teeth obturated with a hydraulic sealer. *Clin Oral Investig.* 2020. Epub 2020/09/30. doi: 10.1007/s00784-020-03590-0. PubMed PMID: 32989597.
116. Zavattini A, Knight A, Foschi F, Mannocci F. Outcome of Root Canal Treatments Using a New Calcium Silicate Root Canal Sealer: A Non-Randomized Clinical Trial. *J Clin Med.* 2020;9(3). Epub 2020/03/19. doi: 10.3390/jcm9030782. PubMed PMID: 32183124; PubMed Central PMCID: PMC67141324.

Autor de correspondencia:

Alejandro R. Pérez

e-mail: aleporon@gmail.com

Los autores declaran no presentar conflicto de interés.

Recibido: 3/2/2021

Aceptado: 4/3/2021

MUCHAS MARCAS MÁS
#ENDOLOVERS

 **Helsē Ultrasonic**

FANTA  [®]
DENTAL
MATERIALS

 **Eighteeth**

DiaDent  **COLTENE**

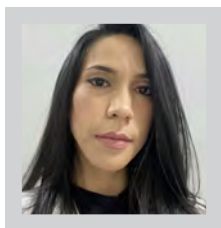
Kerr

CCDENTAL
LA MEJOR
OPCIÓN
PARA EL
ENDODONCISTA
SABEMOS
LO QUE
NECESITAN

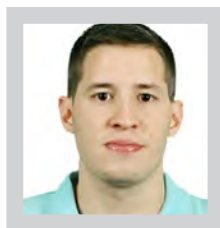


Procedimiento Endodóntico Regenerativo en Diente Maduro Permanente Traumatizado: Reporte de Caso

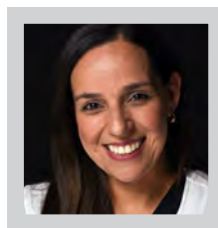
Regenerative Endodontic Procedures in Traumatized Permanent Mature Tooth: a Case Report



Rebeca Bello Aguilar¹



Andrés Hernández Chaparro²



Diana Dorta Tortolero³

¹ Residente de Endodoncia, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

² Residente de Endodoncia, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

³ Especialista en Endodoncia, Docente Postgrado en Endodoncia, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

RESUMEN

El objetivo de este estudio es reportar un caso de un diente maduro permanente traumatizado, intervenido con un procedimiento endodóntico regenerativo. Esta terapia se fundamenta en los principios de la ingeniería de tejidos para la eliminación de signos/síntomas y resolución de la periodontitis apical.

Este caso, se trató de un paciente masculino de 16 años que acude a consulta por referir sintomatología dolorosa en diente 1.1, posterior a un traumatismo dentoalveolar. Después de la evaluación clínica y radiográfica, el diagnóstico fue necrosis pulpar con periodontitis apical sintomática. Una vez planteadas las opciones terapéuticas, el tratamiento de elección fue un procedimiento endodóntico regenerativo y el abordaje clínico se fundamentó en las recomendaciones establecidos por la Asociación Americana de Endodoncistas para estas terapias.

Los resultados actuales que muestra la literatura científica con respecto a tratamientos regenerativos en dientes maduros son comparables a los obtenidos por la terapia endodóntica convencional, lo que convierte este tratamiento en una alternativa viable.

Palabras clave: Cemento hidráulico, diente maduro, procedimiento endodóntico regenerativo, traumatismo dental.

SUMMARY

The objective of this study is to report a case of a traumatized permanent mature tooth, operated with a regenerative endodontic procedure. This therapy is based on the principles of tissue engineering for the elimination of signs/symptoms and resolution of apical periodontitis.

This case was a 16-year-old male patient who came to the to the clinic for referring painful symptoms in tooth 1.1, after a dentoalveolar trauma. Afterward clinical and radiographic evaluation, the diagnosis was pulp necrosis with symptomatic apical periodontitis. Once the therapeutic options had been raised, the treatment of choice was regenerative endodontic procedure and the clinical approach was based on the recommendations established by the American Association of Endodontics for these therapies.

The current results shown in the scientific literature regarding regenerative treatments in mature teeth are comparable to those obtained by conventional endodontic therapy, which makes this treatment a viable alternative.

Keywords: Dental trauma, hydraulic cement, regenerative endodontic procedure, mature tooth.

INTRODUCCIÓN

Los traumatismos dentales son la quinta lesión más frecuente a nivel mundial después de la caries, el dolor de cabeza de tipo tensional, la anemia por deficiencia de hierro y la pérdida de audición relacionada con la edad (1) y es una de las causas más usuales por la que el niño o adolescente acude a la consulta odontológica. Las unidades más susceptibles son los incisivos centrales superiores y en la mayoría de los casos está asociado a accidentes deportivos. Las concusiones representan el mayor porcentaje de traumatismos, seguido por las luxaciones (1).

La normalidad del retorno sanguíneo en un diente traumatizado puede cursar con un lapso de hasta 9 meses, por lo que las pruebas de sensibilidad no constituyen una respuesta confiable cuando se realizan de forma inmediata a la injuria (2). Los seguimientos periódicos son indispensables para determinar si existe la evidencia de una respuesta fisiológica o la ausencia de esta en una fase degenerativa (2). El tipo de traumatismo determinará el grado de afección pulpar; adicionalmente, variables como el estadio de desarrollo radicular, la edad del paciente y el tratamiento inicial son significativas en la evolución del complejo dentino pulpar (3).

En casos de dientes permanentes con ápices abiertos, los procedimientos endodónticos regenerativos (REP) son una opción de tratamiento que se fundamenta en los principios de la ingeniería de tejidos, la cual es un campo interdisciplinario que depende de la organización y la interacción entre las Células Madre Stem (MSC), los andamios y los factores de crecimiento para el desarrollo de sustitutos biológicos que restauran, mantienen o mejoran la función (4).

La Asociación Americana de Endodoncistas (AAE) expresa como objetivos principales inherentes de esta terapia la eliminación de signos y síntomas, así como la resolución de la periodontitis apical y como objetivos secundarios deseables a mediano plazo, el aumento del grosor de las paredes radicales y/o mayor longitud radicular (5).

Los primeros reportes de caso exitosos de terapia regenerativa en dientes inmaduros fueron realizados en el 2001 por Iwaya et al, y luego en el 2004 Banch F. y Trope M. (6,7). Desde el 2012 existe evidencia científica que reporta cómo esta terapéutica está siendo ejecutada de manera efectiva en dientes permanentes maduros, logrando resultados similares a los obtenidos en la terapia endodóntica convencional bajo principios de desinfección químico mecánica y medicación (8).

El objetivo del presente trabajo es reportar un caso de un diente maduro permanente traumatizado intervenido con un REP.

Análisis del caso:

Paciente masculino de 16 años que acude a la consulta el 13/02/2019 refiriendo eventualmente sintomatología dolorosa en zona anterosuperior, que se intensifica con la presión masticatoria. En sus antecedentes refirió haber sufrido dos traumatismos a los 12 y 13 años, respectivamente.

Evaluación clínica y radiográfica:

En el examen intrabucal se observó cambio de coloración en diente 1.1 (Figura 1). Se realizó prueba de sensibilidad pulpar térmica al frío con Endo Ice (Coltene/Whaledent, Suiza), obteniendo respuesta negativa (-) a la percusión vertical, la respuesta fue positiva y dolorosa (+++), y a la percusión horizontal la respuesta fue negativa (-), el sondaje periodontal fue de 2mm en vestibular, mesial y distal. En la evaluación radiográfica se observó imagen radiolúcida apical de 2mm por 2mm, asociada con el ápice del incisivo central superior derecho (Figura 2). De acuerdo con la clasificación diagnóstica de la AAE, el diagnóstico fue Necrosis Pulpar y el diagnóstico periapical Periodontitis Apical Sintomática. Posterior a la discusión del caso y previo consentimiento informado del paciente y su representante, se decidió realizar un REP.



Figura 1. Fotografía clínica inicial

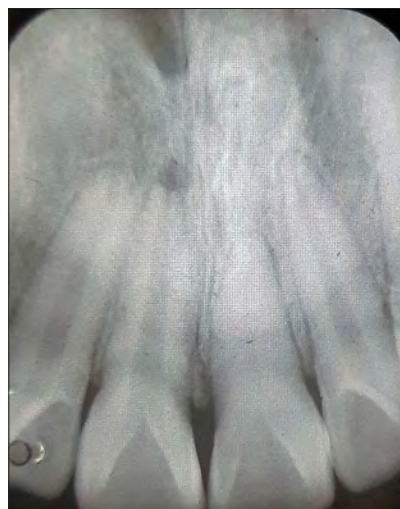


Figura 2. Rx Inicial, Imagen radiolúcida apical asociada a UD 1.1 Febrero 2018

Primera cita: El paciente fue anestesiado localmente con lidocaína con epinefrina al 2%, (New Stetic® Antioquia, Colombia) 1.8ml, la unidad dentaria aislada con grapa #9 (Hu-Friedy® Chicago, USA) y goma dique (Henry Schein® New York, USA), el acceso cameral se realizó con una fresa redonda 4 y la corrección del acceso con EndoZ® (Dentstply Sirona Endodontics), la desinfección química fue con NaOCL 2,5% (secure endo®) 20cc. En esta primera cita se realizó la permeabilización del canal, desinfección y la conductometría electrónica con localizador apical (Root ZX mini Morita California, USA) que arrojó una longitud de 23mm. La selección del instrumento para lograr un ajuste apical fue de una lima k-file 45 (Dentstply Sirona Endodontics). Fue aplicado Ca(OH)_2 con yodoformo (Metapex/Metabiomed, Corea del Sur) como medicación intracanal por una semana y una restauración provisional con óxido de zinc eugenol.

Segunda cita: En esta cita el paciente se encontró asintomático, se realizó el aislamiento absoluto utilizando Wetjets (Coltene® Mahwah NJ, USA), abundante irrigación con NaOCL 2,5% y posteriormente se realizó la verificación radiográfica de conductometría con lima k file 45 (Dentstply Sirona Endodontics) (Figura 3). La preparación apical fue hasta un instrumento k file 70 (Dentstply Sirona Endodontics), y el protocolo de irrigación final fue 10ml de NaOCL 2,5% y EDTA 17% por 1 minuto en el conducto, que fue retirado con solución fisiológica. Secado del conducto con puntas de papel estériles y luego se indujo el sangrado dentro del conducto pasando instrumentos 15, 20 y 25 k-file (Dentstply Sirona Endodontics) a 3mm más de la longitud de trabajo (Figura 4). Una vez verificada la formación del coágulo, se empleó un recorte de esponja hemostática de colágeno hidrolizado (Hemospon Maquira Maringá, Brasil), 5mm apical a la unión amelocementaria, se procedió a colocar el MTA blanco (ángelus Londrina, Brasil), se realizó una radiografía control, la limpieza de la cámara con alcohol absoluto y colocación de torunda estéril húmeda en contacto con el MTA, por último el cemento provisional ionómero de vidrio tipo II (Prime Dental; Chicago, IL U.S.A). (Figura 5).



Figura 3. Radiografía de conductometría

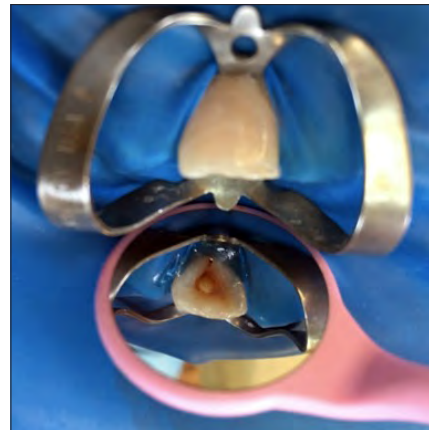


Figura 4. Inducción del sangrado



Figura 5. Rx control del sellado con MTA

Tercera cita: Luego de 8 días, el paciente regresa asintomático, por lo tanto se procedió a colocar el aislamiento absoluto, eliminación de cemento provisional y torunda de algodón; se realizó limpieza de la cámara, confirmación con explorador endodóntico del fraguado y sellado del MTA, colocación de barrera cervical con ionómero de vidrio tipo II (Prime Dental; Chicago, IL U.S.A), y restauración final con resina (Te-Econom Plus ivoclar, Liechtenstein).

Los controles se realizaron a los 6 meses (Figura 6), 13 meses (Figura 7), y 17 meses (Figura 8). El paciente refirió encontrarse asintomático en la prueba de sensibilidad térmica al frío con Endo Ice (Coltene/Whaledent), la respuesta fue negativa y las pruebas de percusión arrojaron respuesta negativa. Radiográficamente se observó la continuidad de la lámina dura y ausencia de radiolucidez periapical.



Figura 6. Control Radiográfico 6 mes post REP Agosto 2018



Figura 7. Control Radiográfico 13 mes post REP Marzo 2019



Figura 8. Control Radiográfico 17 mes post REP Julio 2020

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este reporte de caso sugieren que los dientes con desarrollo radicular completo, sometidos a los REP, pueden generar resultados similares al tratamiento endodóntico convencional, pero con una sustitución biológica del tejido en el espacio del conducto radicular.

La presencia de bacterias residuales son un riesgo importante para el éxito de los procedimientos regenerativos y la desinfección es considerada la variable más importante en esta terapia (9). Pero está comprobado que ni el tratamiento endodóntico convencional ni los procedimientos regenerativos esterilizan el sistema de conductos y, aún así, hay evidencia de éxito clínico, por lo tanto, aunque hay un umbral de presencia bacteriana residual, el microambiente sigue siendo propicio para el éxito clínico (10). Un estudio identificó células inflamatorias en el tercio coronal y medio del tejido de reparación, rodeando una pequeña cantidad de bacterias en dientes que previamente habían tenido resolución clínica de signos y síntomas. Esto apuntó a que el procedimiento fue exitoso a pesar de la presencia de una pequeña cantidad de bacterias residuales (11). Como ya está reportado en la literatura posterior a la desinfección e instrumentación, no son eliminadas de forma absoluta todas las bacterias y sus endotoxinas (12). En el presente estudio, el protocolo de irrigación incluyó NaOCl 2,5% durante todo el procedimiento para evitar el efecto citotóxico de concentraciones mayores, lo que coincide con estudios in vitro donde el NaOCl 6% ha demostrado no ser favorable para la supervivencia ni expresión de las MSC; por el contrario, los efectos con esta concentración generaron un microambiente hostil. Estos efectos perjudiciales pueden ser evitados con la disminución de las concentraciones del irrigante al 3%, 1,5% y 0,5% (13,14).

Con el objetivo de revertir los efectos citotóxicos del NaOCl en el presente caso clínico se utilizó EDTA al 17% por 1min en la fase final, lo que está de acuerdo con investigaciones que señalan el papel del EDTA en la estimulación, adhesión y supervivencia de (MSC) (15,16,14). A la vez que el EDTA favorece significativamente la exposición de los factores de crecimiento que se encuentran vinculados en la matriz de dentina desde el desarrollo dental (17,18) En contraste, según la revisión sistemática y metanálisis de Koc et al, no hubo ningún caso fallido cuando el EDTA no se utilizó como solución irrigante (19). En este caso clínico, se decidió utilizar como último irrigante luego del EDTA una sustancia inerte (solución fisiológica) antes de promover el coágulo para evitar el efecto residual del EDTA con los iones de calcio de la dentina y la interrupción del proceso de coagulación (20,21).

La selección de la medicación intraconducto se basa en el grado de infección que exista y a la citotoxicidad que esta pueda generar.

El equilibrio entre una desinfección adecuada y la supervivencia, proliferación y diferenciación de (CSM) representa una importante barrera inicial a superar. La resolución de infección y el proceso de la enfermedad sigue siendo el principal objetivo de cualquier procedimiento endodóntico (22). En el presente estudio se empleó como medicación Ca(OH)_2 con yodoformo por una semana, debido a que el acondicionamiento de la dentina con Ca(OH)_2 ha probado no tener efecto perjudicial en la supervivencia de las células madre (SCAP) (23). Lo que coincide con las observaciones de Ji et al, quienes estudiaron el efecto del Ca(OH)_2 en el aumento de la proteína de señalización y activación de las células DPSC y PDLSC (24).

En los procedimientos regenerativos no existe consenso para determinar cuál debe ser el diámetro apical ideal para la migración celular al interior del conducto. En este reporte de caso, la fase de preparación mecánica tuvo como finalidad aumentar el diámetro apical radicular utilizando cuatro instrumentos, partiendo de la medida apical inicial, por lo que el diámetro apical final fue 0,70. Esto concuerda con los estudios de Fang et al, que concluyeron que los dientes con diámetros apicales de 0.5 a 1.0 mm alcanzaron la tasa de éxito clínico más alta en el tratamiento regenerativo, por encima de aquellos con diámetros superiores a 1mm (25). Y con los estudios de Saini et al, que reportaron que la tasa de éxito mejoró con la ampliación de 3 instrumentos mayores del diámetro inicial (26). En contraste, en su estudio Andreasen et al. relacionó el diámetro apical a la curación pulpar en dientes autotransplantados y en los casos de diámetros mayores a 1mm hubo menor riesgo de necrosis pulpar, lo que puede deberse a que la revascularización es más predecible en ápices abiertos (27).

En este reporte de caso, para promover la hemorragia se realizó el paso de instrumentos manuales a 3mm más de la longitud de trabajo, lo que está en armonía con las investigaciones de Chrepa et al, que identificaron que la hemorragia evocada en dientes maduros entrega células que expresan numerosas transcripciones de genes importantes para regular la proliferación, migración y diferenciación de células madre dentales (28).

El establecimiento de una organización celular depende del apoyo estructural otorgado por el andamio, que puede facilitar las funciones biológicas y mecánicas para que haya un tejido de reemplazo y degradarse de manera controlada que sea consistente con la formación del nuevo tejido (29,30). Las investigaciones de Raddall et al, describen que el coágulo sanguíneo se caracteriza por contener factores de crecimiento indispensables en la ingeniería de tejidos y

proporcionar una estructura autóloga y de simplicidad clínica para su obtención (31).

El material de selección como barrera cervical debe cumplir con diversos requisitos, como garantizar el sellado para impedir la re-infección, a la vez que tiene un comportamiento biocompatible. El agregado de trióxido mineral (MTA) fue el cemento hidráulico de elección como barrera coronal intracanal en este reporte de caso. Esto se apoya en el estudio de Schneider et al, que observaron cómo el MTA en contacto con las células madre de la papila apical (SCAP) induce la migración temprana de las células y promueve posteriormente su proliferación (32). La adaptación marginal y la prevención de bacterias han sido otras propiedades atribuidas a este biomaterial (33).

La terapia endodóntica convencional ha sido el tratamiento de elección de dientes permanentes maduros con necrosis pulpar infectados o no infectados. Los resultados de esta terapia se consideran predecibles (34). Sin embargo, los conocimientos de la ingeniería de tejidos han sido cada vez más aplicables a la endodoncia. Los estudios reportados por Arsal et al, evidencian que la terapia regenerativa en dientes maduros provee las condiciones para que el organismo pueda crear un sistema inmune innato dentro del conducto radicular y reducir la posibilidad de reinfecciones, sustitución que no puede lograrse con la terapia endodóntica convencional, donde los mecanismos defensivos han sido reemplazados por materiales inertes. Además, registraron un mayor progreso de reparación apical en la terapia regenerativa con un 92.4% de éxito, comparado con el 85% que obtuvieron en la terapia endodóntica convencional, por lo que refieren el potencial de este tratamiento y la justificación de futuros estudios (35).

CONCLUSIÓN

Los resultados clínicos obtenidos entre la REP y CET son comparables; ambos procedimientos logran eliminar signos y síntomas clínicos y resolver imágenes radiográficas apicales. Sin embargo, la diferencia entre ambas terapias radica en la sustitución de un material inerte de obturación por un tejido biológico formado en el espacio del conducto radicular. Estos resultados son muy alentadores y convierten a la REP en una alternativa viable de tratamiento para los dientes permanentes con desarrollo radicular completo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abbott P. Traumatic dental injuries are now the 5th most prevalent disease/injury in the world-But they are being neglected!! *Dent Traumatol*. 2018 Dec;34(6):383.
2. Cohen S, & Hargreaves KM. *Vías de la pulpa*. 9ª ed. Madrid: Elsevier Mosby; 2008
3. Andreasen FM, Kahler B. Pulpal response after acute dental injury in the permanent dentition: clinical implications-a review. *J Endod*. 2015 Mar;41(3):299-308.
4. Langer R, Vacanti JP. Tissue engineering. *Science*. 1993 May 14;260(5110):920-6.
5. AAE Clinical Considerations for a Regenerative Procedure. Revised 4-12-15. Available at: www.aae.org. Accessed October 23, 2015.
6. Iwaya SI, Ikawa M, Kubota M. Revascularization of an immature permanent tooth with apical periodontitis and sinus tract. *Dent Traumatol*. 2001 Aug;17(4):185-7.
7. Banchs F, Trope M. Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis: new treatment protocol? *J Endod* 2004; 30:196-200.
8. Shah N, Logani A. SealBio: A novel, non-obturation endodontic treatment based on concept of regeneration. *J Conserv Dent*. 2012 Oct;15(4):328-32.
9. Verma P, Nosrat A, Kim JR, Price JB, Wang P, Bair E, Xu HH, Fouad AF. Effect of Residual Bacteria on the Outcome of Pulp Regeneration In Vivo. *J Dent Res*. 2017 Jan;96(1):100-106.
10. Fouad AF. Microbial Factors and Antimicrobial Strategies in Dental Pulp Regeneration. *J Endod*. 2017 Sep;43(9S):S46-S50.
11. Becerra P, Ricucci D, Loghin S, Gibbs JL, Lin LM. Histologic study of a human immature permanent premolar with chronic apical abscess after revascularization/revitalization. *J Endod*. 2014 Jan;40(1):133-9.
12. Xavier AC, Martinho FC, Chung A, Oliveira LD, Jorge AO, Valera MC, Carvalho CA. One-visit versus two-visit root canal treatment: effectiveness in the removal of endotoxins and cultivable bacteria. *J Endod*. 2013 Aug;39(8):959-64.
13. Martin DE, De Almeida JF, Henry MA, Khaing ZZ, Schmidt CE, Teixeira FB, Diogenes A. Concentration-dependent effect of sodium hypochlorite on stem cells of apical papilla survival and differentiation. *J Endod*. 2014 Jan;40(1):51-5.
14. Diogenes AR, Ruparel NB, Teixeira FB, Hargreaves KM. Translational science in disinfection for regenerative endodontics. *J Endod*. 2014 Apr;40(4 Suppl):S52-7.
15. Martin DE, De Almeida JF, Henry MA, Khaing ZZ, Schmidt CE, Teixeira FB, Diogenes A. Concentration-dependent effect of sodium hypochlorite on stem cells of apical papilla survival and differentiation. *J Endod*. 2014 Jan;40(1):51-5.
16. Pang NS, Lee SJ, Kim E, Shin DM, Cho SW, Park W, Zhang X, Jung IY. Effect of EDTA on attachment and differentiation of dental pulp stem cells. *J Endod*. 2014 Jun;40(6):811-7.
17. Galler KM, Buchalla W, Hiller KA, Federlin M, Eidt A, Schiefersteiner M, Schmalz G. Influence of root canal disinfectants on growth factor release from dentin. *J Endod*. 2015 Mar;41(3):363-8.
18. Vivek C, Sam J, Jinu G, Mini J, Anand S, Mali G. Regenerative Endodontics Treatment options and challenge to success *IJOOR*. 2015;3(4):89-95.
19. Koç S, Del Fabbro M. Does the Etiology of Pulp Necrosis Affect Regenerative Endodontic Treatment Outcomes? A Systematic Review and Meta-analyses. *J Evid Based Dent Pract*. 2020 Mar;20(1):101400.
20. Taweewattanapaisan P, Jantararat J, Ounjai P, Janebodin K. The Effects of EDTA on Blood Clot in Regenerative Endodontic Procedures. *J Endod*. 2019 Mar;45(3):281-286.
21. Singh S, Dodt J, Volkers P, Hethershaw E, Philippou H, Ivaskevicius V, Imhof D, Oldenburg J, Biswas A. Structure functional insights into calcium binding during the activation of coagulation factor XIII A. *Sci Rep*. 2019 Aug 5;9(1):11324.
22. Diogenes A, Ruparel NB, Shiloah Y, Hargreaves KM. Regenerative endodontics: A way forward. *J Am Dent Assoc*. 2016 May;147(5):372-80.
23. Althumairy RI, Teixeira FB, Diogenes A. Effect of dentin conditioning with intracanal medicaments on survival of stem cells of apical papilla. *J Endod*. 2014 Apr;40(4):521-5.
24. Ji YM, Jeon SH, Park JY, Chung JH, Choung YH, Choung PH. Dental stem cell therapy with calcium hydroxide in dental pulp capping. *Tissue Eng Part A*. 2010 Jun;16(6):1823-33.
25. Fang Y, Wang X, Zhu J, Su C, Yang Y, Meng L. Influence of Apical Diameter on the Outcome of Regenerative Endodontic Treatment in Teeth with Pulp Necrosis: A Review. *J Endod*. 2018 Mar;44(3):414-431.
26. Saini HR, Tewari S, Sangwan P, Duhan J, Gupta A. Effect of different apical preparation sizes on outcome of primary endodontic treatment: a randomized controlled trial. *J Endod*. 2012 Oct;38(10):1309-15.
27. Andreasen JO, Paulsen HU, Yu Z, Bayer T, Schwartz O. A long-term study of 370 autotransplanted premolars. Part II. Tooth survival and pulp healing subsequent to transplantation. *Eur J Orthod*. 1990 Feb;12(1):14-24.
28. Chrepa V, Henry MA, Daniel BJ, Diogenes A. Delivery of Apical Mesenchymal Stem Cells into Root Canals of Mature Teeth. *J Dent Res*. 2015 Dec;94(12):1653-9.
29. Kamate, W., Vibhute, N., Baad R. Belgaumi, U., Kadashetti, V., Bommanvar, S., The ultimate goals of tooth regeneration: Where do we stand? *Oral Sci Int*. 2019;16(3):1-7.
30. Alshehadat S, Thu H, Abdul S, Abdullah A, Abdul S, Nurul A, Rani S, Ahmad A Scaffolds for dental pulp tissue regeneration: A review. *International Dental & Medical Journal of Advanced Research* (2016), 2, 1-12
31. Raddall G, Mello I, Leung BM. Biomaterials and Scaffold Design Strategies for Regenerative Endodontic Therapy. *Front Bioeng Biotechnol*. 2019 Nov 15;7:317.
32. Schneider R, Holland GR, Chiego D Jr, Hu JC, Nör JE, Botero TM. White mineral trioxide aggregate induces migration and proliferation of stem cells from the apical papilla. *J Endod*. 2014 Jul;40(7):931-6.
33. Torabinejad M, Parirokh M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod*. 2010 Feb;36(2):190-202.
34. Saoud TM, Martin G, Chen YH, Chen KL, Chen CA, Songtrakul K, Malek M, Sigurdsson A, Lin LM. Treatment of Mature Permanent Teeth with Necrotic Pulp and Apical Periodontitis Using Regenerative Endodontic Procedures: A Case Series. *J Endod*. 2016 Jan;42(1):57-65.
35. Arslan H, Ahmed HMA, Şahin Y, Doğanay Yıldız E, Gündoğdu EC, Güven Y, Khalilov R. Regenerative Endodontic Procedures in Necrotic Mature Teeth with Periapical Radiolucencies: A Preliminary Randomized Clinical Study. *J Endod*. 2019 Jul;45(7):863-872.

Autor de correspondencia:

Rebeca Bello

e-mail: bellorebecav@gmail.com

Los autores declaran no presentar conflicto de interés.

Recibido: 16/12/2020

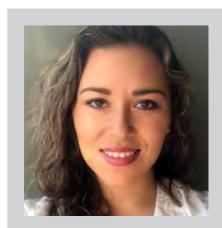
Aceptado: 9/3/2021

Sellado de Perforación de la Furca en Molar Inferior, Presentación de un Caso con Control a 63 meses.

Sealing of Perforation of the Furca in Lower Molar, Presentation of a Case with Control at 63 Months.



Alfonso Espinosa Torres¹



Diana Laura Elias Sosa²

¹ Profesor Universidad Autónoma de Chihuahua, México.

² Egresada Universidad Autónoma de Chihuahua, México.

RESUMEN

La Endodoncia ha tenido avances significativos en las últimas décadas. Las nuevas técnicas, los principios de preparación y obturación de los canales radiculares, así como los nuevos materiales biocompatibles de obturación han logrado incrementar las tasas de éxito de los tratamientos endodónticos, sobre todo en los dientes en los que se logra un buen sellado apical, aun y cuando se presente una perforación.

Las perforaciones dentales son comunicaciones artificiales entre el tejido dental y los tejidos de soporte del diente. En este artículo se presenta un caso de perforación en la furca, clasificada de acuerdo con Fuss y Trope como grande y antigua, de 2 años de evolución, tratada con MTA, posteriormente el diente fue restaurado con corona metal-porcelana, presentado una evolución favorable hasta el control de los 63 meses.

Palabras clave: Furca, MTA, Perforación.

SUMMARY

Endodontics has made significant progress in recent decades, new techniques. Root canal preparation and sealing principles, as well as new biocompatible sealing materials have managed to increase the success rates of endodontic treatments, especially in teeth where good apical sealing is achieved, even when drilling occurs.

Dental perforations are artificial communications between dental tissue and tooth support tissues. This article presents a case of drilling in the furca, with classification of Fuss and Trope large and old, 2 years of evolution, treated with MTA, subsequently the tooth was restored with metal-porcelain crown, presented a favorable evolution until the control of 63 months.

Keywords: Furca, MTA, Perforation.

INTRODUCCIÓN

Las perforaciones dentales han sido definidas por la Asociación Americana de Endodoncistas como comunicaciones mecánicas o patológicas entre el sistema de canales radiculares y la superficie externa del diente. Estas perforaciones pueden tener un origen patológico, como sucede en los procesos de reabsorción y/o caries, pero también pueden ocurrir de manera accidental durante los procedimientos dentales. (1)

Existe una clasificación de las perforaciones establecida desde el año 1996 por Fuss y Trope, (2); en esta clasificación se incluyen diferentes aspectos, como el tiempo de evolución, el tamaño y la posición de la perforación, siendo la siguiente:

- **Perforación recién realizada:** Es aquella tratada inmediatamente o poco después de la aparición en condiciones asépticas, tiene buen pronóstico.
- **Perforación antigua:** Se refiere a aquellas que se presentaron con anterioridad y que no se han tratado aún, y por ello la posibilidad de una infección bacteriana está presente. Este tipo de perforaciones tiene un pronóstico reservado.
- **Perforación pequeña:** En ésta, la destrucción de tejido y la inflamación consecuente son mínimos. Esto favorece el pronóstico.
- **Perforación grande:** Causa un daño significativo del tejido, provocando con ello una mayor inflamación que puede interferir con un sellado adecuado. El pronóstico en este caso es reservado.
- **Perforación coronaria:** Se presenta en dirección coronal al nivel del hueso crestral y unión epitelial. Cuando provoca un daño mínimo a los tejidos de soporte, suele ser de fácil acceso y tiene buen pronóstico.
- **Perforación de la cresta:** Se encuentra a nivel de la inserción epitelial en el hueso crestral. Tiene un pronóstico reservado.
- **Perforación apical:** Se ubica en dirección apical al hueso crestral y la unión epitelial. Suele tener buen pronóstico.

En los dientes multirradiculares con perforación en furca, el pronóstico difiere de acuerdo con varios factores, como son el tamaño de la perforación, la contaminación de la zona y el tiempo de evolución, así como la posibilidad de restauración coronal.

Por otra parte, también se ha reconocido que más de la mitad de las perforaciones dentales son provocadas por los cirujanos dentistas al realizar la desobturación de un canal para la posterior colocación de un endoposte. (3)

Así mismo, se ha identificado que el 73% de las perforaciones se ubican en piezas del maxilar superior, y el 27% restante en el maxilar inferior. (4)

El objetivo de este reporte es mostrar que a pesar de un largo tiempo de evolución una perforación de furca, que no había sido tratada adecuadamente, puede tener un pronóstico favorable si se emplean las técnicas adecuadas para el sellado y restauración coronal.

PRESENTACIÓN DEL CASO

Paciente masculino de 47 años, sin antecedentes médicos relevantes, acude a consulta en el mes de abril del año 2015, refiriendo que aproximadamente hace 2 años acudió con un dentista por dolor en el primer molar inferior derecho, en ese momento le realizaron un tratamiento endodóntico en molar y colocaron un endoposte colado, concluido esto se le informó al paciente que le dejarían así el diente y si en algún momento presentaba molestias, le extraerían el molar. El paciente comenta que inició con molestias indefinidas en el molar, por lo que acude a nuestra consulta.

Al examen clínico se observa diente 4.6 con preparación protésica, sin provisional y endoposte metálico con caries circundante, tejido gingival con ligera inflamación marginal, sin movilidad y una ligera molestia a la presión vertical; al sondaje periodontal no presenta saco.

Al examen radiográfico del diente 4.6 (Fig. 1) se observa un tratamiento endodóntico previo, con obturaciones muy finas, endoposte en la raíz distal que se encuentra fuera del eje longitudinal radicular, atravesando la zona de la furca y, circundante a la punta del endoposte, zona radiolúcida de aproximadamente 2 mm; así mismo, se observa una zona radiolúcida en el ápice de la raíz mesial de aproximadamente 2 mm. Con la información anterior se establecen los siguientes diagnósticos:

- 1.- Diente previamente tratado.
- 2.- Periodontitis apical asintomática.
- 3.- Perforación en furca antigua y grande.

Se presenta al paciente el siguiente plan de tratamiento:

- 1.- Retiro de endoposte y sellado de la perforación.
- 2.- Retratamiento endodóntico.
- 3.- Colocación de endoposte.
- 4.- Colocación de corona provisional acrílica y observación por 3 meses.
- 5.- Restauración definitiva con corona de metal-porcelana.



Figura 1. Radiografía Previa

Aceptado lo anterior, en la primera cita se procedió a retirar el endoposte metálico, utilizando una fresa de alta velocidad troncocónica (SSWhite USA) para disminuir el volumen coronal del endoposte y facilitar la posterior aplicación de ultrasonido (DTE USA) sobre el remanente; al cabo de pocos minutos se logró desprender el endoposte y retirarlo. (Fig. 2)



Figura 2. Endoposte retirado del molar, se observa cubierto de una capa de color blanco.

Inmediatamente después se llevó a cabo la localización y sellado de la perforación, bajo aislamiento absoluto, comprobando por su forma cilíndrica que se trataba de una perforación por penetración. El procedimiento de sellado consistió en compactar a través de la propia perforación la cantidad suficiente de MTA (Pro Root MTA Dentsply USA) hasta lograr llenar el trayecto de la perforación. (Fig. 3)



Figura 3. Micrografía 16X se observa el sitio de la perforación inmediatamente después de su sellado con MTA

En una segunda cita, 48 horas después del sellado de la perforación, se inició el retratamiento endodóntico del molar, localizándose 4 canales, dos mesiales y dos distales. El retratamiento se realizó en 2 citas con un intervalo de 8 días entre cada una, dejando en este tiempo una medicación intracanal de hidróxido de calcio en polvo mezclado con agua destilada. (Viarden México) (Figs. 4,6)

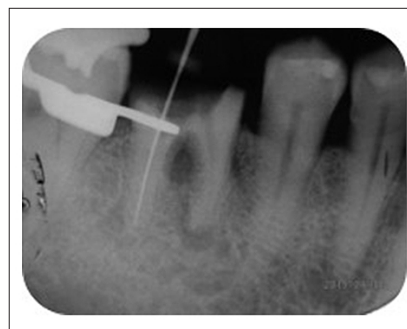


Figura 4 y 5. Inicio del retratamiento endodóntico del molar.

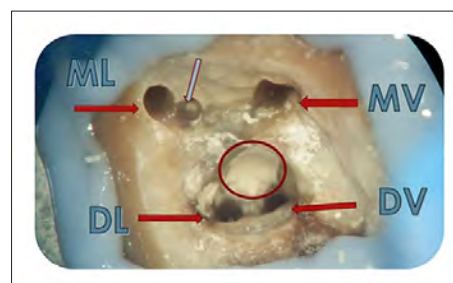


Figura 6. Micrografía 16x mostrando el sellado de la perforación, los 4 canales y una muesca hecha con alta velocidad en el piso de la cámara pulpar.

Una vez terminado el retratamiento se procedió a colocar 2 endopostes de aleación de titanio (Parapost system Coltene/Waledent Switzerland), uno en el canal disto-vestibular y otro en el mesio-vestibular con la finalidad de tener mayor retención del material con que se reconstruiría la porción coronal del molar. (Figs. 7,8)



Figura 7. Radiografía periapical inmediata a la culminación del retratamiento endodóntico.



Figura 8. Radiografía periapical posterior a la colocación de endopostes.

Concluida la colocación de los endopostes, se elaboró una corona provisional deacrílico y se cementó en el diente 4.6, dejando en observación al paciente por el transcurso de 3 meses. Al culminar este periodo y con el paciente asintomático prácticamente desde el sellado de la perforación, se elaboró una restauración definitiva de metal-porcelana.

Se dio seguimiento al paciente aproximadamente cada 6 u 8 meses hasta concluir en el mes de julio 2020, observando que, si bien la zona radiolúcida en la zona de la furca no desapareció por completo, el paciente se ha mantenido asintomático y el molar en funcionamiento. Se han realizado controles radiográficos periódicos, siendo el último a los 63 meses después del sellado de la perforación (Figs. 9-11).



Figura 9. Radiografía de control a 8 meses



Figura 10. Radiografía de control a 42 meses



Figura 11. Radiografía de control a 63 meses.

DISCUSIÓN

Las perforaciones son una posible complicación durante el tratamiento de canales radiculares o durante la preparación para colocación de poste y pueden aumentar el riesgo de fracaso en el diente afectado (5). Una perforación puede deberse a varias causas, es decir, iatrogenias, reabsorción. El tratamiento exitoso de esta perforación depende de ciertos factores, como lo son la ubicación y la extensión de la perforación, el tiempo entre el diagnóstico y tratamiento, ya que la presencia de la contaminación puede ser un factor predisponente para el fracaso, además de la experiencia del odontólogo, el tipo de material utilizado y la calidad de la restauración final (6,7).

Otro factor para considerar en el pronóstico del tratamiento de perforaciones es, sin duda, el estado periodontal previo del diente, y el daño provocado a este tejido por la perforación. En un estudio publicado en 2010, al evaluar el estado periodontal en dientes perforados en 2.002 pacientes, se concluyó que tanto la edad del paciente, como la ubicación, el tamaño de la perforación y el tipo de diente son factores que influyen significativamente en el daño al tejido periodontal y, por ende, en el pronóstico del tratamiento (8).

Son varios los estudios que mencionan que las perforaciones que tienen el mejor pronóstico son las apicales, donde a través del foramen se daña el tejido periapical (9,10). En un estudio donde se evaluaron las complicaciones del tratamiento de canales radiculares realizado por estudiantes de odontología de pregrado, se concluyó que tan solo el 2.3% de los tratamientos realizados presentaban perforación apical (11).

En otro estudio retrospectivo, donde se comparó la presencia de perforaciones en tratamientos realizados por alumnos de pregrado y posgrado, no se encontraron diferencias estadísticas entre ambos grupos (12).

En el caso que presentamos encontramos que, si bien la perforación tenía más de 2 años de haberse producido, durante este tiempo tuvo algún tipo de sellado producido por el mismo endoposte colocado en la perforación, lo cual mantuvo la zona interradicular con cierto grado de normalidad clínica y asintomática; solo cuando el paciente acudió a consulta, se evidenció una ligera zona radiolúcida en la zona de la furca.

Las perforaciones tenían un mal pronóstico hasta la 1ª. década de los años 2000, con la aparición de nuevas técnicas y equipamiento para el tratamiento de canales, como los motores endodónticos para la instrumentación mecanizadas con limas rotatorias y los localizadores electrónicos de ápice (13), además de los materiales para el sellado de perforaciones, como el MTA, que es un material que permite la reparación de estos accidentes de forma satisfactoria. La aparición de otros materiales semejantes al MTA permiten al clínico escoger la opción más adecuada en cada caso, ya que las propiedades que nos ofrecen son la biocompatibilidad y la bioactividad, que nos permiten esperar una respuesta favorable para los tejidos (6).

En este caso, se seleccionó el MTA como material de sellado porque al momento de realizar el tratamiento solo se contaba con este material biocerámico. Sin embargo, con la evidencia con la que contamos actualmente, podemos establecer que seguiríamos utilizando el MTA solo en casos donde la perforación sea clasificada como pequeña, ya que la forma cilíndrica de este tipo de perforaciones favorece la colocación del material de sellado, permitiendo además que fragüe adecuadamente.

El MTA es un material ampliamente utilizado en el tratamiento de las perforaciones, debido a que presenta características como la biocompatibilidad, la radiopacidad, alta capacidad de sellado, es hidrofílico, potencializa la inducción de cementogénesis y osteogénesis (14). El MTA es un material favorable que libera iones de calcio para las células de fijación y proliferación, además modula las citosinas, produce y proporciona un sellado biológico al formar la hidroxiapatita en la superficie (15). En la perforación del molar presentado en esta ocasión, buscamos aprovechar todas estas ventajas para favorecer la reparación de la zona dañada interradicular.

Con base en los estudios previos, podemos afirmar que la mayor incidencia de perforaciones sucede en el maxilar superior, además que los accidentes por perforación durante el tratamiento endodóntico o durante la preparación de un espacio para la instalación de un poste suelen producirse en una proporción de entre un 3-10% (16,17). Su detección, localización y reparación inmediata constituyen factores esenciales para obtener resul-

tados a distancia satisfactorios (16). El caso mostrado en este trabajo rompe esa condición, ya que la perforación permaneció sin tratamiento adecuado por más de 2 años, y el fragmento metálico del endoposte incrustado en los tejidos interradiculares no provocó mayor problema en el paciente.

En un estudio publicado recientemente, se divide a las perforaciones en 2 rubros, considerándolas como evitables e inevitables. Para ello se analizaron 970 casos en dos periodos de tiempo diferentes: el 93% de estas perforaciones fueron consideradas como evitables y el 70% de las piezas involucradas tuvieron que ser extraídas (13). En este caso, consideramos que la perforación provocada fue durante la preparación de un endoposte; se estima como una lesión evitable. Para ello recomendamos que el encargado de realizar este procedimiento de preparación o desobstrucción del canal sea el mismo especialista que realiza el tratamiento endodóntico, ya que conoce la ubicación, longitud, amplitud y trayectoria del canal radicular.

Por otra parte, se ha considerado a las perforaciones como la segunda causa más común de fracaso endodóntico y pueden llevar a la pérdida del diente (18). Los resultados del estudio de Vehkalahti y Swanljung muestran que la mayoría del fracaso endodóntico es en molares y 3 de cada 4 resultan en extracción (13). En este caso a pesar de haberse tenido la desventaja de no recibir un tratamiento adecuado para la perforación, así como tampoco una restauración coronal adecuada, el molar afectado permaneció en la boca del paciente, y después del sellado efectivo y la colocación de una nueva restauración el pronóstico es favorable.

En base a lo anteriormente expuesto, pensamos que existe un espacio para la investigación de otros factores, como la resistencia del huésped o el sellado mecánico con otros elementos que pueden influir en la evolución de una perforación de furca.

CONCLUSIÓN

A pesar del mal pronóstico que tenía el diente, con la clasificación de la perforación en furca (antigua y grande), dicha perforación pudo ser reparada con MTA (Pro Root MTA Dentsply USA) gracias a sus propiedades biocompatibles físico-químicas, devolviendo la función y evitando la extracción del diente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Glosario de términos de la Asociación Americana de Endodoncia: Disponible on line: <https://www.aae.org/specialty/clinical-resources/glossary-endodontic-terms>
- 2.- Fuss Z, Trope M. Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. *Endod Dent Traumatol.* 1996;12(6):255-64.
- 3.- Kvinnsland, I. Oswald, R.J halse A. A clinical and roentgenological study of 55 cases of root perforation. *Int Endod J.* 1989; 22(2):75-84.
- 4.- Clauder, Thomas, Shin S-J. Repair of perforations with MTA: clinical applications and mechanisms of action. *Endod Top.* 2006; 15(1):32-55.
- 5.- Silveira CMM, Sánchez-Ayala A, Pilatti GL, Gomes OMM. Reparación de perforación de furca utilizando agregado de Trióxido Mineral (MTA). *Acta Odontol. Venez.* 2009; 47(3): 186-193
- 6.- Igor Tsesis & Zvi Fuss. Diagnosis and treatment of accidental root perforations. *Endodontic Topics* 2006; 13: 95-107
- 7.- Soares IJ, Cantarini C, Miraglia Cantarini JP, Goldberg F. Empleo del MTA en la obturación de perforaciones radicales de origen iatrogénico. *Rev Asoc Odontol Argent* 2018; 106:127-135.
- 8.- Tsesis I, Rosenberg E, Faivishevsky V, Kfir A, Katz M, Rosen E. Prevalence and Associated Periodontal Status of Teeth with Root Perforation: A Retrospective Study of 2,002 Patients' Medical Records. *J Endod.* 2010; 36(5):797-800.
- 9.- Andreasen JO, Flores MT. Injuries to developing teeth. In: Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L, editors. *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth.* 4th Ed. Copenhagen: Munksgaard. 2007; 542-76.
- 10.- Zou L, Liu J, Yin S, et al. In vitro evaluation of the sealing ability of MTA used for the repair of furcation perforations with and without the use of an internal matrix. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 105(6):61-65.
- 11.- Mothanna K. A. Evaluation of complications of root canal treatment performed by undergraduate dental students, *Libyan Journal of Medicine,* 2017; 12: 1-6
- 12.- Ahmed H. A., Noor H. F., Ahmed G. A. Evaluation of Technical Quality and Procedural Errors of Root Canal Treatment Performed by Undergraduate and Postgraduate Dental Students: A Retrospective Radiographic Analysis Medico-legal Update, 2020; 20(3): 787-792
- 13.- Vehkalahti, M., Swanljung O. Accidental perforations during root canal treatment: an 8-year nationwide perspective on healthcare malpractice claims. *Clinical Oral Investigations* 2020; 24: 3683-3690
- 14.-Torabinejad, M., & Parirokh, M. (2010). Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part II: leakage and biocompatibility investigations. *JOE* 2010; 36(2): 190-202.
- 15.- Fernandes M, de Ataíde I. Management of perforating internal inflammatory resorption in the distal root of mandibular first molar with mineral trioxide aggregate. *J Orofac Res.* 2020; 9 (4): 71-74
- 16.- Seltzer S, Sinai I, August D. Periodontal effects of root perforations before and during endodontic procedures. *J Dent Res* 1970; 49:332-9.
- 17.- Kerekes K, Tronstad L. Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. *J Endod* 1979; 5: 83-90.
- 18.- Ingle JI. *Endodontics.* 3ra. Ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1985; 35- 7.

Autor de correspondencia:

Alfonso Espinosa

e-mail: so.endo@gmail.com

Los autores declaran no presentar conflicto de interés.

Recibido: 19/2/2021

Aceptado: 14/3/2021

Evaluación de la Preparación Conservadora de Canales Estrechos con un Nuevo Instrumento NiTi Utilizando Tomografía Computarizada de Haz Cónico (TCHC). Reporte de un Caso.

Evaluation of Conservative Preparation of Narrow Canals with a New NiTi Instrument Using Cone Beam Computed Tomography (CBCT). Case Report.

Cristiane Prado Galdeano¹

Gustavo De Deus²

Mario Zuolo¹

¹ Profesor de Endodoncia en la Facultad de Odontología de APCD, Sao Paulo, Brasil.

² Profesor Asociado de la Universidad Federal Fluminense, Río de Janeiro, Brasil.

RESUMEN

El objetivo del pre-ensanchamiento de los tercios cervical y medio es permitir que los instrumentos endodónticos NiTi alcancen el tercio apical, reduciendo el riesgo de desvío del canal y fractura del instrumento, facilitando la desinfección y obturación del sistema de canales radiculares. Esta fase de preparación del canal se convierte en un desafío cuando se trata de dientes multirradiculares, especialmente los molares inferiores, que tienen una marcada concavidad en la porción distal de su raíz mesial, lo que resulta en una disminución del grosor de la dentina en esta zona, la llamada zona de riesgo (ZR). Actualmente, existe una tendencia al tratamiento endodóntico mínimamente invasivo, que entre algunas propuestas aboga por la preservación de la dentina pericervical, lo que genera la necesidad del uso de instrumentos endodónticos NiTi con taper reducido. Recientemente, se introdujo en el mercado de la endodoncia una serie de instrumentos, con sección transversal en "S" adaptada y conicidad constante, que incluye una secuencia básica de instrumentos (15.04, 20.05 y 25.04) capaces de preparar canales estrechos y proteger la dentina en la porción cervical, gracias al taper reducido, al tratamiento térmico y al diseño diferenciado. Este reporte tiene como objetivo presentar el análisis del espesor de dentina remanente después de la preparación de canales mesiales estrechos, de un tercer molar inferior, que requirió tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) pre y postoperatorio.

Palabras clave: Tomografía computarizada de haz cónico, tratamiento endodóntico mínimamente invasivo, VDW. Rotate, zona de riesgo.

ABSTRACT

The purpose of pre-enlargement of the cervical and middle thirds is to allow NiTi endodontic instruments to reach the apical third, reducing the risk of deviation of the anatomical canal and fracture of the instrument, facilitating disinfection and filling of the root canals. This phase of canal preparation becomes a challenge when it comes to multiradicular teeth, especially the lower molars, which have a marked concavity in the distal portion of their mesial root, resulting in a decrease in the thickness of dentin in this area called the risk zone (RZ). Currently, there is an appeal to minimally invasive endodontic treatment, which among some proposals, advocates the preservation of pericervical dentin, which has brought to light the need for the use of NiTi endodontic instruments with reduced taper. Recently, a series of instruments was introduced to the endodontic market, with an adapted "S" cross-section and constant taper, which includes a basic sequence of instruments (15.04, 20.05 and 25.04) capable of preparing narrow channels protecting the dentin in the portion cervical, thanks to reduced taper, heat treatment and differentiated design. The present case report aims to present the analysis of the remaining dentin thickness after the preparation of narrow mesial canals, of a lower third molar, which required pre- and postoperative cone beam computed tomography.

Key words: Cone beam computed tomography, danger zone, minimally invasive endodontic treatment, Rotate. VDW.

INTRODUCCIÓN

Las técnicas para la preparación mecánica del sistema de canales radiculares recomiendan el pre-ensanchamiento del tercio cervical y medio con el fin de permitir que los instrumentos lleguen al tercio apical de manera más eficiente y minimizando el riesgo de fractura de este y posibles desviaciones del canal anatómico, además de eliminar interferencias, facilitar la llegada de la solución de irrigación y, finalmente, la obturación. Sin embargo, el desgaste excesivo de la región cervical media, específicamente en dientes multirradiculares con canales curvos o estrechos, además de causar una disminución significativa en el grosor de la dentina, es a menudo responsable de la perforación radicular. Este tipo de defecto, descrito en la literatura como perforación en banda (strip perforation) o desgaste de la raíz, puede conducir a problemas inflamatorios con la consiguiente pérdida de las estructuras de soporte del elemento dental (1), comprometiendo así el pronóstico del tratamiento endodóntico (2). Además, la pérdida excesiva de estructura dentinaria en esta región puede culminar en la fractura de la raíz cuando el diente está en función masticatoria normal.

La raíz mesial de los molares inferiores es extremadamente cóncava en su cara distal y, en consecuencia, se reduce el grosor de la dentina en esta región (3) (Fig1). Por esta razón, la porción distal de esta raíz se denomina zona de riesgo (ZR). Por otro lado, la superficie mesial tiene un mayor espesor de dentina, denominándose zona de seguridad (ZS) (4). Hasta el día de hoy, las técnicas de preparación se han basado en estos conceptos sobre la dirección del movimiento y la profundidad de penetración de los instrumentos endodónticos. Algunos autores señalan que el grosor de la dentina en el ZR después de la preparación de los canales puede variar de 0,39 mm a 0,97 mm (3).



Figura 1. Imagen de la concavidad en la cara distal de la raíz mesial de un molar mandibular.

Se han realizado numerosos estudios utilizando diferentes metodologías, con el objetivo de evaluar la seguridad de los instrumentos de endodoncia en la denominada ZR, en molares inferiores. Entre estos, podemos mencionar: los cortes axiales seriados (5,6), muflas (7) y sus variaciones como el modelo de cubo endodóntico (8), la tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) y la microtomografía computarizada (micro-TC). A diferencia de los métodos anteriores, TCHC se considera no invasivo. Además, las imágenes obtenidas por el TCHC son altamente precisas y confiables, lo que lo convierte en una herramienta útil para la exploración de la anatomía radicular (9).

Se han utilizado diferentes instrumentos de endodoncia para preparar el tercio cervical de los canales radiculares. Recientemente, se introdujo en la literatura el concepto de endodoncia mínimamente invasiva, que además de recomendar accesos coronarios con mínima remoción de tejido dentario, incluye la preservación de la dentina pericervical, ubicada 4 mm por encima y extendiéndose hasta 4 mm por debajo de la cresta ósea alveolar (10). De acuerdo con este concepto, ganó popularidad el uso de instrumentos de NiTi con un taper reducido, sumado a la preparación de cavidades de acceso conservadoras. (11, 12). Uno de estos sistemas (VDW. Rotate -VDW - Munich - Alemania), consta de 3 instrumentos (15.04, 20.05, 25.04) para la preparación de canales estrechos o muy curvos y (25.06) para canales más anchos (Fig. 2). Según el fabricante, un innovador tratamiento térmico combinado con la sección transversal en "S" adaptada, donde solo un borde afilado toca la pared del canal durante la preparación, le da a los instrumentos una alta potencia de corte sin atornillar, una buena remoción de limalla durante el trabajo, resultando en una preparación segura y también reduciendo el transporte de los canales. El sistema también cuenta con instrumentos de mayor calibre, para la preparación de canales más anchos (30.04, 30.06, 35.04, 35.06, 40.04, 40.06, 50.04 y 60.04). Los instrumentos VDW. Rotate están diseñados para su uso en rotación continua en el sentido de las agujas del reloj.

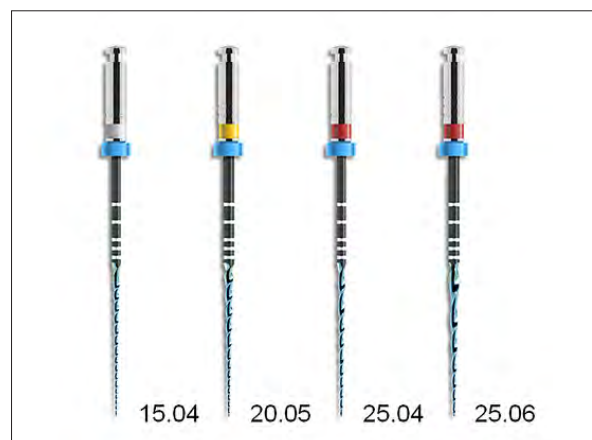


Figura 2. Secuencia básica de los instrumentos VDW Rotate. (15.04, 20.05, 25.04) para canales estrechos o muy curvos para canales más anchos (25.06). (VDW-Dental-ROTATE-Product-Broschure-1-EN.pdf - www.vdw-dental.com)

El propósito de este reporte de caso fue evaluar la dentina remanente ubicada en la superficie distal de la raíz mesial (ZR) después de la preparación con instrumentos VDW. ROTATE® en un tercer molar inferior, considerado un diente con canales mesiales estrechos, mediante TCHC de pequeño volumen.

Presentación del caso clínico

Paciente 42 años, femenino, ASA I, remitida a la clínica privada del segundo autor para tratamiento endodóntico del diente 4.8.

Paciente relata dolor intermitente con períodos asintomáticos y sintomáticos. A la prueba térmica en frío, el diente 4.8 responde igual que el diente de control (47). El examen radiográfico periapical revela una restauración poco profunda, lejos de la cámara pulpar.

Al examen clínico, con la ayuda de un microscopio quirúrgico (DF Vasconcelos - SP - Brasil), se observó en el diente una línea fina que sugiere una fractura mesio-distal de la corona, por lo que se solicitó un examen tomográfico preoperatorio (Prexion® - Tokio - Japón).

Dos días después de la tomografía computarizada, la paciente comenzó a experimentar dolor espontáneo, sin alivio con el uso de analgésicos, por lo que optamos por el tratamiento endodóntico.

Tratamiento

Posterior a la anestesia pterigo - mandibular con 3,6 ml de lidocaína al 2% (1: 100.000 - Alphacaine® - DFL - Rio de Janeiro - RJ), se realizó un acceso coronario con fresa de diamante esférica (KG Sorensen - Cotia - SP). Los canales se prepararon utilizando los instrumentos VDW - Rotate® - Munich - Alemania), en la siguiente secuencia:

- Glide path manual de canales con limas C-pilot® (VDW - Munich - Alemania) # 06, # 08 y # 10.
- Determinación longitud de trabajo con localizador apical (VDW Gold® - Munich - Alemania)
- Preparación con instrumento VDW. ROTATE® 15.04 (VDW - Munich - Alemania) hasta la longitud de trabajo en movimientos de entrada y salida y cepillado, utilizando un motor VDW Gold® (VDW - Munich - Alemania) a 350 rpm y torque de 1.3 N, según las indicaciones del fabricante.
- Preparación con instrumento VDW. ROTATE® 20.05 (VDW - Munich - Alemania) hasta la longitud de trabajo en movimientos de entrada y salida y cepillado, utilizando un motor VDW Gold® (VDW - Munich - Alemania) a 350 rpm y torque de 2.1 N, según las indicaciones del fabricante.

- Preparación con instrumento VDW. ROTATE® 25.04 (VDW - Munich - Alemania) hasta la longitud de trabajo en movimientos de entrada y salida y cepillado, utilizando un motor VDW Gold® (VDW - Munich - Alemania) a 350 rpm y torque de 2,0 N, según las indicaciones del fabricante.

En cada cambio de instrumento, los canales se irrigaron con 5 ml de hipoclorito de sodio al 2,5%.

Durante el tratamiento, ante la duda de la existencia de un segundo canal distal, se decidió realizar una nueva tomografía computarizada de pequeño volumen (Prexion® - Tokio - Japón).

Después de la preparación, el diente se selló temporalmente con una mota de algodón estéril y se restauró con cemento de ionómero de vidrio (Riva® - SDI - São Paulo - Brasil).

La tomografía postoperatoria reveló la presencia de un solo canal distal.

En la segunda sesión, se obturaron los canales mediante la técnica de cono único y se restauró la cavidad de acceso con cemento de ionómero de vidrio (Riva® - SDI - São Paulo - Brasil).

Los archivos DICOM de los exámenes pre y post operatorios se exportaron al software gratuito Horos v3.3.5. (EE.UU.); se compararon las secciones transversales obtenidas de 1 mm a 6 mm, de la furca. Después de ajustar los planos sagital, coronal y axial (Fig. 3), utilizando la herramienta "regla" del software, se midieron en mm la distancia entre los canales mesiobucal (MV) y mesiolingual (ML) a la ZR (área de mayor concavidad) antes (Fig. 4) y después (Fig. 5) de la preparación de los canales. Los resultados se muestran en las tablas 1 y 2.

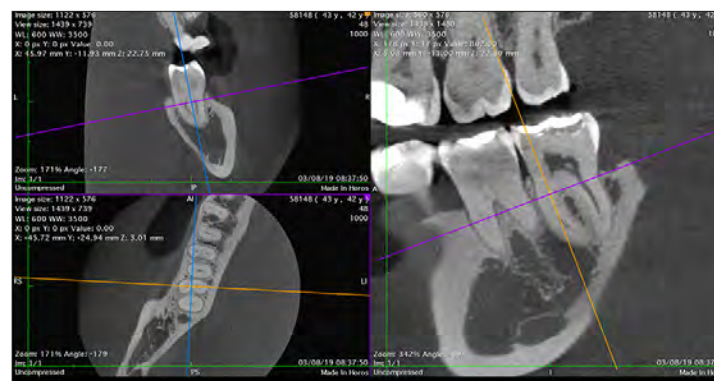


Figura 3. Ajuste de los planos axial, coronal y sagital en el software HOROS para obtener las medidas de distancia de los canales MV y ML a la ZR.

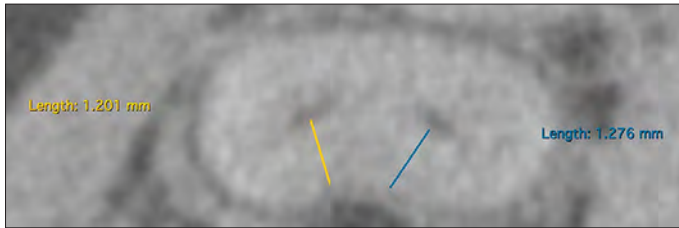


Figura 4. Espesor de la dentina en el ZR antes de la preparación a 1 mm de la furca en el plano axial.

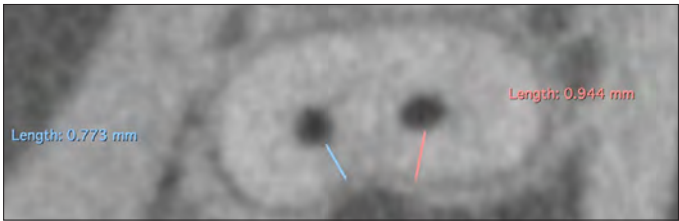


Figura 5. Espesor de dentina en el ZR después de la preparación a 1 mm de la furca en el plano axial.

Tabla1. Espesor de dentina en el ZR medido en mm, antes y después de la preparación de los canales.

Distancia a Furca	Análisis Pre-operatorio		Análisis Post-operatorio	
	MV	ML	MV	ML
1 mm	1,27	1,20	0,94	0,77
2 mm	1,31	1,31	1,08	1,10
3 mm	1,21	1,32	1,03	1,05
4 mm	1,15	1,19	0,95	0,90
5 mm	1,09	1,09	0,91	0,89
6 mm	1,16	1,16	0,95	0,95

Tabla2. Desgaste causado por instrumentos VDW. ROTATE en ZR

Distancia a furca	MV	ML
1mm	0,33 (26%)	0,43 (35%)
2mm	0,23 (17%)	0,21 (16%)
3mm	0,18 (14%)	0,27 (20%)
4mm	0,20 (17%)	0,29 (24%)
5mm	0,18 (16%)	0,20 (19%)
6mm	0,21 (17%)	0,21 (17%)

DISCUSIÓN

El presente reporte de caso clínico evaluó la remoción de dentina en la porción distal de la raíz mesial (ZR) de un tercer molar inferior, considerado un diente con canales mesiales estrechos, preparado con instrumentos VDW Rotate, utilizando tomografía computarizada de haz cónico de pequeño volumen (TCHC), antes y después de la preparación.

Estudios previos han evaluado el espesor de dentina en el ZR de 1,5 mm a 4 mm desde la furca (3,5,6,13,14,15,16,17,18). Sin embargo, el presente caso clínico evaluó el espesor de la dentina en la ZR a 1,2,3,4,5 y 6 mm apicalmente a la furca, basado en un estudio reciente (19). Este último verificó el menor espesor de la dentina entre 4 a 7 mm de la furca, lo que se puede confirmar en este caso clínico dado que el área de menor espesor en la ZR antes de la preparación fue localizada a 5mm de la furca. Esta información pone énfasis en la necesidad de atención en este asunto, dado que ZR no se encuentra situada solamente en el tercio cervical, sino que también en el tercio medio del canal radicular (19).

El sistema VDW. Rotate (15.04, 20.05, 25.04) demostró ser eficiente para llegar al tercio apical, respetando la anatomía original del diente tratado, según el análisis de los exámenes tomográficos pre y postoperatorios, corroborando con la indicación del fabricante (brochure VDW, (20)), lo que relaciona esta característica con la flexibilidad resultante del diferente tratamiento térmico recibido por la aleación de NiTi. El menor espesor de dentina después de la preparación se observó en el canal ML a 1 mm de la furca (0,97), seguido por el canal MV en la misma región (0,77). Según Lim & Stock (6), este remanente debe tener un grosor mínimo de 0,3 mm, para que el diente pueda soportar las fuerzas ejercidas durante la obturación de los canales. Por tanto, el grosor mínimo del remanente de dentina en el ZR, encontrado en este estudio fue 2,5 veces mayor que el grosor mínimo sugerido en el estudio de Lim & Stock(6).

El remanente de dentina observado a través TCHC en la ZR tras la preparación de los canales con el sistema VDW. Rotate osciló entre 0,77 y 1,10 mm, como en estudios anteriores, que utilizaron diferentes instrumentos de NiTi, además de las fresas Gates-Glidden y Largo para ensanchar el tercio cervical. (3,13,14,15,18, 21). La proximidad de los valores encontrados tras el uso de instrumentos con menor conicidad con estudios que utilizaron instrumentos de mayor calibre, puede explicarse por el hecho de que el presente reporte de caso reproduce la situación clínica, donde el pre ensanchamiento de los canales así como su preparación sufren interferencias de estructuras anatómicas ubicadas en la cámara pulpar, lo que no ocurre en algunos estudios ex vivo en los que se retira la corona, con el fin de estandarizar las muestras. Según Sanfelice et al (13), el hecho de que la corona esté presente puede influir en el ensanchamiento del tercio cervical, ya que interfiere con el acceso directo a los canales, aumentando el riesgo de accidentes, como perforaciones tipo “banda”.

La elección de la secuencia básica (15.04, 20.05 y 25.04) se realizó de acuerdo con la instrucción del fabricante, que indica el uso de los instrumentos con menor taper para canales considerados estrechos, como el diente tratado en este caso clínico. Los instrumentos se utilizaron en rotación continua, siguiendo el torque y la velocidad recomendadas por el fabricante (20), el instrumento 25.04 alcanzó la longitud de trabajo en movimientos suaves de avance y retroceso y cepillado.

La tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) se considera un medio conservador y preciso para analizar la cantidad de dentina que queda después de preparar los canales mesiales en la zona de riesgo, como lo demuestran estudios previos *ex vivo* (3,13,14,15,21), en comparación con los métodos destructivos que utilizaron cortes axiales en serie. La facilidad para utilizar herramientas propias del software o incluso software libre, hace que este medio de evaluación sea accesible para cualquier clínico, además de proporcionar un análisis de la estructura dentaria en los tres planos (axial, sagital y coronal). El campo de visión del TCHC puede ser grande o pequeño. Teóricamente, ambos pueden usarse en endodoncia, sin embargo, el uso de TCHC de pequeño volumen, que se utilizó en el presente informe de caso, es más indicado ya que tiene mejor resolución, en comparación con TCHC de gran volumen (22). A pesar de las ventajas descritas, este método no debe usarse como una rutina, sino que debe reservarse solo para los casos en los que existe un beneficio potencial de una evaluación tridimensional (23).

CONCLUSIÓN

El sistema VDW. Rotate demostró ser eficaz y seguro en la preparación de canales estrechos, con respecto a la preservación del tejido dentinario en la porción distal de la raíz mesial de los molares inferiores (utilizando tomografía computarizada de haz cónico de pequeño volumen (CBCT) como medio de evaluación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Sinai IH. Endodontic perforations: their prognosis and treatment. *J Am Dent Assoc.* 1977; 95(1):90-5.
- 2- Estrela C, Decurcio DA, Rossi-Fedele G, Silva JA, Guedes OA. Root perforations: a review of diagnosis, prognosis and materials. *Braz Oral Res* 2018 Oct 18;32(suppl 1):e 73.
- 3- Flores CB, Montagner F, Gome BP, Dotto GN, da Silva Schmitz M. Comparative assessment of the effects of Gates-Glidden, Largo, LA-Axxess and new Brazilian CP-Drill on coronal pre-enlargement: cone beam computed tomography analysis.. *J Endod* 2014; 40(4):571-4.
- 4- Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *J Am Assoc.* 1980; 10(5):792-4.
- 5- Kessler JR, Peters DD, Lorton L. Comparison of the relative risk of molar root perforations using various endodontic instrumentation techniques. *J Endod* 1999; 9(10):439-47.
- 6- Lim SS, Stock CJR. The risk of perforation in the curved canal: anticurvature filing compared with the step-back technique. *Int Endod J* 1987 Jan;20(1):33-9.
- 7- Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology of evaluation of root canal instrumentation. *J Endod* 1987 May;13(5):243-5.
- 8- Kuttler S, Garala M, Perez R, Dorn SO. The endodontic cube: a system designed for evaluation of root canal anatomy and canal preparation. *J Endod* 2001; 27(8):533-6.
- 9- Michetti J, Maret D, Mallet J.-P., & Diemer F. (2010). Validation of Cone Beam Computed Tomography as a Tool to Explore Root Canal Anatomy. *Journal of Endodontics*, 36(7), 1187–1190.
- 10- Clark D, Khademi J. Modern molar endodontic access and directed dentin conservation. *Clin North Am* 2010; 54(2):249-73.
- 11- Plotino G, Grande NM, Isufi A, Ioppolo P, Pedullà E, Bedini R, Gambarini G, Testarelli L. Fracture strength of endodontically treated teeth with different access cavity designs. *J Endod* 2017;43:995-1000.
- 12- Plotino G, Özyürek T, Grande NM, Gündoğar M. Influence of size and taper of basic root canal preparation on root canal cleanliness: a scanning electron microscopy study. *Int Endod J* 2019;52:343-351.
- 13- Sanfelice CM, da Costa FB, Reis Sô MV, Vier Pélisser F, Souza Bier CA. Effects of four instruments on coronal pre-enlargement by using cone beam computed tomography. *J Endod* 2010 May;36(5): 858-61.
- 14- Sousa K, Andrade-Junior CV, Silva JM, Duarte MA, De-Deus G. Comparison of the effects of TripleGates and Gates-Glidden burs on cervical dentin thickness and root canal area by using cone beam computed tomography. *J Appl Oral Sci* 2015; 23(2):164-8.
- 15- Pinto Leite SS, Lins RX, Videira-Marceliano Alves MF, Guimarães MDS, Da Fonseca BA. The internal anatomy of danger zone of mandibular molars: a cone beam computed tomography study. *J Conserv Dent* 2018; 21(5):481-484.
- 16- Isom TL, Marshall JG, Baumgartner JC. Evaluation of thickness in curved canals after flaring. *J Endod* 1995; 21(7):368-71.
- 17- Garala M, Kuttler S, Hardigan P, Steiner-carmi R, Dorn S. Comparison of the minimum canal wall thickness remaining following preparation using two nickel-titanium Rotary systems. *J Endod* 2013; 36(9):636-42.
- 18- Coutinho-Filho T, De-Deus G, Gurgel-Filho ED, Rocha-Lima AC, Dias KR. Evaluation of the risk of a stripping perforation with Gates- Glidden drills: series versus crown-down sequences.
- 19- De-Deus G, Rodrigues EA, Belladonna FG, Simões-Carvalho M, Cavalcante DM. Anatomical danger zone reconsidered: a micro-CT study on dentin thickness in mandibular molars. *Int Endod J* 2019; 52(10):1501-1507.
- 20- VDW GmbH. ROTATE Brochure [Internet]. Munich: VDW GmbH; c2019 Available from: <https://www.vdw-dental.com/fileadmin/Dokumente/Sortiment/Aufbereitung/Rotierende-Aufbereitung/ROTATE/VDW-Dental-ROTATE-Product-Brochure-EN.pdf>. (updated 2019 Feb 21).
- 21- Akhlaghi MN, Bajgiran LM, Nagdhi A, Behrooz E, Khalilak Z. The minimum residual root thickness after using ProTaper, RaCe and Gates-Glidden drills: a cone beam computed tomography study. *Eur J Dent J* 2015; 9(2):228-233.
- 22- Patel S, Harvey S, Shemesh S, Durack C. Tomografia computadorizada por feixe cônico em endodontia. 1 Ed. São Paulo. Quintessence Editora; 2017.
- 23- Patel S, Brown J, Pimentel T, Kelly RD, Abella F, Durack C. Cone beam computed tomography in Endodontics - a review of the literature. *Int Endod J.* 2019 Aug;52(8):1138-1152. doi: 10.1111/iej.13115. Epub 2019 Apr 9.

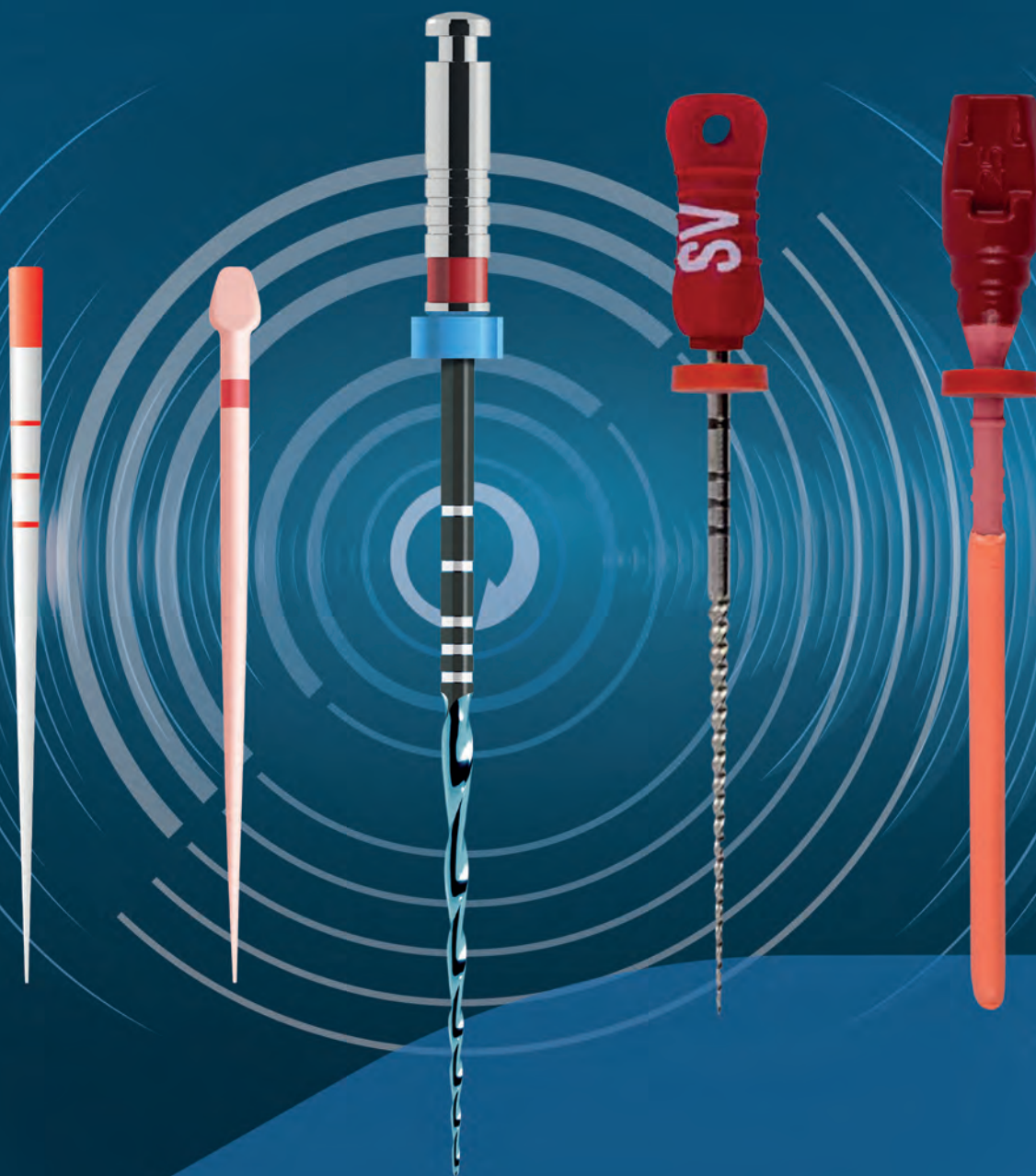
Autor de correspondencia:

Cristiane Prado Galdeano
e-mail: crispradocp@hotmail.com

Los autores declaran no presentar conflicto de interés.

Recibido: 1/3/2021

Aceptado: 15/3/2021



VDW.ROTATE™ NiTi Root Canal File

Llevando la preparación
rotativa al siguiente nivel

Avaliação do Preparo Conservador de Canais Estreitos com um Novo Instrumento de Niti por Meio de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (tcfc). Relato de Caso.

Evaluation of Conservative Preparation of Narrow Canals with a New NiTi Instrument Using Cone Beam Computed Tomography (CBCT). Case Report.

Cristiane Prado Galdeano¹

Gustavo De Deus²

Mario Zuolo¹

¹ Professora de endodontia na Faculdade de Odontologia da APCD - SP - Brasil

² Professor associado da Universidade Federal Fluminense -RJ- Brasil

RESUMO

O objetivo do pré-alargamento dos terços cervical e médio é permitir que os instrumentos endodônticos de NiTi atinjam o terço apical, reduzindo o risco de desvio do canal anatômico e fratura do instrumento, facilitando a desinfecção e a obturação dos canais radiculares. Essa fase do preparo dos canais, torna-se um desafio quando trata-se de dentes multirradiculares, especialmente os molares inferiores, que possuem uma concavidade acentuada na porção distal de sua raiz mesial, resultando em uma diminuição da espessura de dentina nessa área, a chamada zona de risco (ZR). Atualmente, existe um apelo ao tratamento endodôntico minimamente invasivo, que dentre algumas propostas, preconiza a preservação da dentina pericervical, o que trouxe à tona a necessidade da utilização de instrumentos endodônticos de NiTi com conicidade reduzida. Recentemente, foi introduzido ao mercado endodôntico uma série de instrumentos, com secção transversal em forma de "S" adaptado e conicidade constante, que inclui uma sequência básica de instrumentos (15.04, 20.05 e 25.04) capaz de preparar canais estreitos protegendo a dentina na porção cervical, graças à conicidade reduzida, ao tratamento térmico e design diferenciados. O presente relato de caso tem como objetivo apresentar a análise da espessura dentinária remanescente após o preparo de canais mesiais estreitos, de um terceiro molar inferior, que necessitou de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) pré e pós-operatórias.

Palavras-chave: Tomografia computadorizada de feixe cônico, tratamento endodôntico minimamente invasivo, VDW. Rotate, zona de risco

ABSTRACT

The purpose of pre-enlargement of the cervical and middle thirds is to allow NiTi endodontic instruments to reach the apical third, reducing the risk of deviation of the anatomical canal and fracture of the instrument, facilitating disinfection and filling of the root canals. This phase of canal preparation becomes a challenge when it comes to multiradicular teeth, especially the lower molars, which have a marked concavity in the distal portion of their mesial root, resulting in a decrease in the thickness of dentin in this area called the risk zone (RZ). Currently, there is an appeal to minimally invasive endodontic treatment, which among some proposals, advocates the preservation of pericervical dentin, which has brought to light the need for the use of NiTi endodontic instruments with reduced taper. Recently, a series of instruments was introduced to the endodontic market, with an adapted "S" cross-section and constant taper, which includes a basic sequence of instruments (15.04, 20.05 and 25.04) capable of preparing narrow channels protecting the dentin in the portion cervical, thanks to reduced taper, heat treatment and differentiated design. The present case report aims to present the analysis of the remaining dentin thickness after the preparation of narrow mesial canals, of a lower third molar, which required pre- and postoperative cone beam computed tomography.

Key words: Cone beam computed tomography, danger zone, minimally invasive endodontic treatment, VDW. Rotate.

INTRODUÇÃO

As técnicas para o preparo mecânico dos canais radiculares preconizam o pré-alargamento do terço cervical e médio de modo a permitir que os instrumentos atinjam o terço apical de modo mais eficiente e minimizando o risco de fratura do mesmo e possíveis desvios do canal anatômico, além de remover interferências, facilitar a chegada da solução irrigadora e finalmente a obturação. Entretanto, o desgaste excessivo da região médio-cervical, especificamente em dentes multiradiculares com canais curvos ou estreitos, além de provocar uma diminuição importante da espessura de dentina, muitas vezes é responsável pela perfuração radicular. Esse tipo de defeito, descrito na literatura como strip perforation ou rasgo da raiz, pode levar a problemas inflamatórios com a subsequente perda das estruturas de suporte do elemento dental (1), comprometendo assim o prognóstico do tratamento endodôntico (2). Além disso, a perda excessiva de estrutura dentinária nessa região pode culminar na fratura radicular quando o elemento dental encontra-se em função mastigatória normal.

A raiz mesial dos molares inferiores apresenta-se extremamente côncava em sua face distal e consequentemente a espessura dentinária nessa região é reduzida (3) (Fig1). Por essa razão, a porção distal dessa raiz é chamada de zona de risco (ZR). Por outro lado, a face mesial, possui uma espessura de dentina maior, sendo denominada de zona de segurança (ZS) (4). Até os dias atuais, as técnicas de preparo se basearam nesses conceitos quanto à direção do movimento e profundidade de penetração dos instrumentos endodônticos. Alguns autores apontam que a espessura da dentina na ZR após o preparo dos canais, pode variar de 0,39mm a 0,97mm (3).



Figura 1. Imagem da concavidade na face distal da raiz mesial de um molar inferior.

Inúmeros estudos foram realizados utilizando diferentes metodologias, com o objetivo de avaliar a segurança dos instrumentos endodônticos na chamada ZR, em molares inferiores. Dentre esses, podemos citar: os cortes axiais seriados (5,6), muflas (7) e suas variações como o modelo do cubo endodôntico (8), tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e microtomografia computadorizada (micro-CT). Diferente dos métodos anteriores, a TCFC é considerada não invasiva. Além disso, as imagens obtidas pela TCFC são altamente precisas e confiáveis, tornando-a uma ferramenta útil quanto à exploração da anatomia radicular (9).

Diferentes instrumentos endodônticos têm sido utilizados para o preparo do terço cervical dos canais radiculares. Recentemente, foi introduzido na literatura, o conceito de endodontia minimamente invasiva, que além de preconizar acessos coronários com o mínimo de remoção de tecido dentinário, inclui a preservação da dentina pericervical, localizada 4mm acima e se estendendo até 4mm abaixo da crista óssea alveolar. (10). De acordo com esse conceito, a utilização de instrumentos de NiTi com conicidade reduzida somados à confecção de cavidades de acesso conservadoras, ganharam popularidade. (11,12). Um desses sistemas (VDW. Rotate -VDW – Munique – Alemanha), consiste em 3 instrumentos (15.04, 20.05, 25.04) para o preparo de canais estreitos ou muito curvos e (25.06) para canais mais amplos (Fig. 2). Segundo o fabricante, um tratamento térmico inovador aliado à secção transversal em forma de “S” adaptado, onde apenas uma aresta cortante toca a parede do canal durante o preparo, confere aos instrumentos um alto poder de corte sem que ocorra o aparafusamento, boa remoção de debris durante o trabalho resultando em um preparo seguro e ainda reduzindo o transporte dos canais. O sistema também conta com instrumentos de maior calibre, para preparos de canais mais amplos (30.04, 30.06, 35.04, 35.06, 40.04, 40.06, 50.04 e 60.04). Os instrumentos VDW. Rotate foram designados para a utilização em rotação contínua no sentido horário.

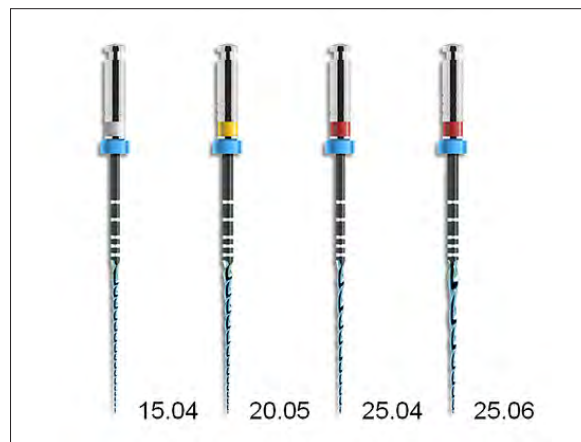


Figura 2. Sequência básica de instrumentos VDW. Rotate (15.04, 20.05, 25.04) para canais estreitos ou muito curvos para canais mais amplos (25.06). (VDW-Dental-ROTATE-Product-Broschure-1-EN.pdf – www.vdw-dental.com)

O objetivo desse relato de caso clínico foi a avaliação do remanescente de dentina localizado na face distal da raiz mesial (ZR) após o preparo com instrumentos VDW. Rotate[®] em um terceiro molar inferior, considerado um elemento dental com canais mesiais estreitos, por meio de TCFC de pequeno volume.

Apresentação do caso clínico

Paciente de 42 anos do sexo feminino e ASA I, é encaminhada à clínica particular do segundo autor para tratamento endodôntico do elemento 48.

Paciente apresentava queixa de dor intermitente com períodos assintomáticos e sintomáticos. Ao teste térmico com frio, dente 48 responde igual ao dente controle (47). O exame radiográfico periapical revela restauração rasa, longe da câmara pulpar.

Ao exame clínico com o auxílio de microscópio operatório (DF Vasconcelos – SP – Brasil) o dente apresentou uma linha tênue sugerindo fratura méso-distal da coroa, portanto foi solicitado exame tomográfico pré-operatório (Prexion[®] - Tokio – Japão).

Dois dias após a realização da tomografia, a paciente começou a apresentar dor espontânea, sem alívio com o uso de analgésicos, portanto, optou-se pelo tratamento endodôntico.

Tratamento

Após anestesia pterigo-mandibular com 3,6 ml de lidocaína a 2% (1:100.000 – Alphacaine[®] - DFL – Rio de Janeiro - RJ), foi realizado acesso coronário com ponta montada esférica diamantada (KG Sorensen – Cotia – SP). Os canais foram preparados utilizando os instrumentos VDW – Rotate[®] - Munique - Alemanha), na seguinte sequência:

- Glide-path manual dos canais com instrumentos C-pilot[®] (VDW – Munique - Alemanha) #06, #08 e #10.
- Odontometria com localizador foraminal (VDW Gold[®] - Munique - Alemanha)
- Preparo com instrumento VDW. Rotate[®] 15.04 (VDW – Munique – Alemanha) até o comprimento de trabalho em movimentos de entrada e saída e pincelamento utilizando motor VDW Gold[®] (VDW – Munique - Alemanha) a 350 rpm e torque de 1,3 N, segundo orientações do fabricante.
- Preparo com instrumento VDW. Rotate[®] 20.05 (VDW – Munique – Alemanha) até o comprimento de trabalho em movimentos de entrada e saída e pincelamento utilizando motor VDW Gold[®] (VDW – Munique - Alemanha) a 350 rpm e torque de 2,1 N, segundo orientações do fabricante.
- Preparo com instrumento VDW. Rotate[®] 25.04 (VDW – Munique – Alemanha) até o comprimento de trabalho em movimentos

de entrada e saída e pincelamento utilizando motor VDW Gold[®] (VDW – Munique - Alemanha) a 350 rpm e torque de 2,0 N, segundo orientações do fabricante.

A cada troca de instrumento os canais eram irrigados com 5ml de hipoclorito de sódio a 2,5%.

Durante o tratamento, devido à dúvida quanto à existência de um segundo canal distal, optou-se pela realização de nova tomografia computadorizada de pequeno volume (Prexion[®] - Tokio – Japão). Após o preparo, o dente foi selado temporariamente com bolinha de algodão estéril e restaurado com cimento Ionômero de vidro (Riva[®] - SDI – São Paulo – Brasil).

A tomografia pós-operatória revelou a presença de apenas um canal distal.

Na segunda sessão os canais foram obturados pela técnica do cone único e a cavidade de acesso foi restaurada com cimento ionômero de vidro ((Riva[®] - SDI – São Paulo – Brasil).

Os arquivos em DICOM dos exames pré e pós-operatórios foram exportados para o software free Horos v3.3.5. (USA), os cross-sections obtidos a a 1mm até 6mm, a partir da furca, foram comparados. Após o ajuste dos planos sagital, coronal e axial (Fig. 3), com o auxílio da ferramenta “régua” do próprio software, foram realizadas as medidas em mm da distância dos canais méso-vestibular (MV) e méso-lingual (ML) à ZR (área de maior concavidade) antes (Fig. 4) e após (Fig. 5) o preparo dos canais. Os resultados estão demonstrados nas tabelas 1 e 2.

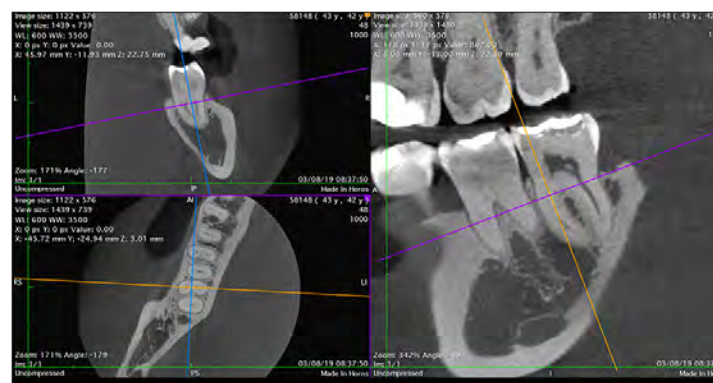


Figura 3. Ajuste dos planos axial, coronal e sagital no software HOROS para a obtenção das medidas da distância dos canais MV e ML à ZR.

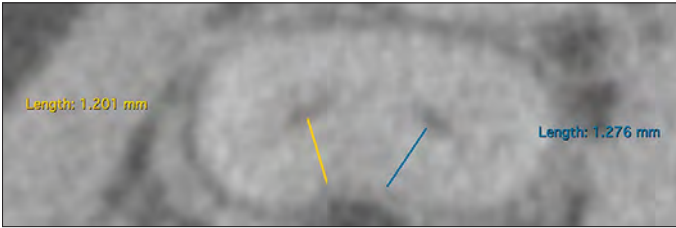


Figura 4. Espessura de dentina na ZR antes do preparo à 1mm da furca no plano axial.

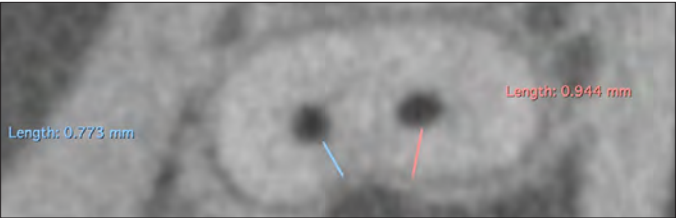


Figura 5. Espessura de dentina na ZR após o preparo à 1mm da furca no plano axial.

Tabela 1. Espessura de dentina na ZR medida em mm, antes e após o preparo dos canais.

Distância da furca	Análise Pré-operatória		Análise Pós-operatória	
	MV	ML	MV	ML
1 mm	1.27	1.20	0.94	0.77
2 mm	1.31	1.31	1.08	1.10
3 mm	1.21	1.32	1.03	1.05
4 mm	1.15	1.19	0.95	0.90
5 mm	1.09	1.09	0.91	0.89
6 mm	1.16	1.16	0.95	0.95

Tabela 2. Desgaste promovido pelos instrumentos VDW. Rotate na ZR ZR

Distância da furca	MV	ML
1mm	0.33 (26%)	0.43 (35%)
2mm	0.23 (17%)	0.21 (16%)
3mm	0.18 (14%)	0.27 (20%)
4mm	0.20 (17%)	0.29 (24%)
5mm	0.18 (16%)	0.20 (19%)
6mm	0.21 (17%)	0.21 (17%)

Medidas em mm e porcentagem da estrutura dentinária removida durante o preparo.

DISCUSSÃO

O presente relato de caso clínico avaliou a remoção de dentina na porção distal da raiz mesial (ZR) de um terceiro molar inferior, considerado um elemento dental que possui canais mesiais estreitos, preparados com instrumentos VDW. Rotate, por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) de pequeno volume pré e pós-operatória.

Estudos prévios, avaliaram a espessura de dentina na ZR de 1,5mm a 4 mm da furca 3,5,6,13,14,15,16,17,18). Contudo, o presente relato de caso avaliou a espessura dentinária na ZR a 1, 2, 3, 4, 5 e 6 mm apicalmente à furca, baseado em um estudo recente (19), que verificou a menor espessura de dentina localizada entre 4 e 7mm da furca, o que pôde ser confirmado nesse relato de caso, uma vez que a área de menor espessura na ZR antes do preparo, foi localizada à 5mm da furca. Essa informação trás à tona a necessidade de atenção quanto à ZR não estar situada apenas no terço cervical, mas também no terço médio do canal radicular (19).

O sistema VDW. Rotate (15.04, 20.05, 25.04) demonstrou-se eficiente em atingir o terço apical, respeitando a anatomia original do elemento tratado, segundo a análise dos exames tomográficos pré e pós-operatórios, corroborando com a indicação do fabricante (VDW- brochure (20)), que relaciona essa característica à flexibilidade resultante do tratamento térmico diferenciado recebido pela liga de NiTi. A menor espessura de dentina após o preparo foi observada no canal ML à 1mm da furca (0,97), seguida do canal MV na mesma região (0,77). Segundo Lim & Stock (6) esse remanescente deve possuir no mínimo 0,3mm de espessura, afim de que o dente suporte as forças exercidas durante a obturação dos canais. Portanto, a espessura mínima do remanescente dentinário na ZR, encontrada nesse estudo foi 2,5 x superior à espessura mínima sugerida no estudo de Lim & Stock(6).

O remanescente dentinário observado por meio de TCFC na ZR após o preparo dos canais com o sistema VDW. Rotate variou de 0,77 a 1,10 mm, assim como em estudos anteriores, que utilizaram diferentes instrumentos de NiTi, além de brocas de Gates-Glidden e Largo para alargamento do terço cervical. (3,13,14,15,18,21). A proximidade dos valores encontrados após a utilização de instrumentos de menor conicidade com estudos que utilizaram instrumentos de maior calibre, pode ser explicada pelo fato do presente relato de caso reproduzir a situação clínica, onde o pré-alargamento dos canais assim como o seu preparo sofrerem interferências de estruturas anatômicas localizadas na câmara pulpar, o que não ocorre em alguns estudos ex vivo em que a coroa é removida, com o objetivo de standardizar as amostras. Segundo Sanfelice et al (13), o fato da coroa estar presente pode influenciar no alargamento do terço cervical, uma vez que interfere no acesso direto aos canais, aumentando o risco de acidentes, como perfurações do tipo "strip".

A escolha da sequência básica (15.04, 20.05 e 25.04) ocorreu de acordo com a instrução do fabricante que indica a utilização dos instrumentos

de menor conicidade para canais considerados estreitos, tal como o elemento dental tratado nesse relato de caso. Os instrumentos foram utilizados em rotação contínua seguindo o torque e rotações recomendadas pelo fabricante (20), o instrumento 25.04 atingiu o comprimento de trabalho em movimentos suaves de avanço e recuo e pincelamento.

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é considerada um meio de avaliação conservador e preciso quanto à análise da quantidade de dentina remanescente após o preparo dos canais mesiais na zona de risco, conforme demonstraram estudos anteriores *ex vivo* (3,13,14,15,21), comparada aos métodos destrutivos que utilizavam cortes axiais seriados. A facilidade em utilizar ferramentas do próprio software ou ainda de softwares gratuitos, torna esse meio de avaliação acessível a qualquer clínico, além de proporcionar uma análise da estrutura dental nos três planos (axial, sagital e coronal). O campo de visão da TCFC pode ser de amplo ou pequeno volume. Teoricamente, ambas podem ser utilizadas em endodontia, entretanto, o uso da TCFC de pequeno volume, que foi utilizada no presente relato de caso, faz-se mais oportuna uma vez que essa possui melhor resolução, comparada à TCFC de amplo volume (22). Apesar das vantagens descritas, esse método não deve ser utilizado como rotina e sim, reservado apenas aos casos em que há benefício potencial de uma avaliação tridimensional (23).

CONCLUSÃO

O sistema VDW. Rotate apresentou-se eficiente e seguro no preparo de canais estreitos, no que diz respeito à preservação de tecido dentinário na porção distal da raiz mesial dos molares inferiores (ZR), utilizando-se a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) de pequeno volume como meio de avaliação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Sinai IH. Endodontic perforations: their prognosis and treatment. *J Am Dent Assoc* 1977 Jul;95(1):90-5.
- 2- Estrela C, Decurcio DA, Rossi-Fedele G, Silva JA, Guedes OA. Root perforations: a review of diagnosis, prognosis and materials. *Braz Oral Res* 2018 Oct 18;32(suppl 1):e 73.
- 3- Flores CB, Montagner F, Gome BP, Dotto GN, da Silva Schimitz M. Comparative assessment of the effects of Gates-Glidden, Largo, LA-Axxess and new brazilian CP-Drill on coronal pre-enlargement: cone beam computed tomography analysis.. *J Endodont* 2014 Apr;40(4):571-4.
- 4- Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *J Am Assoc* 1980 Nov;10(5):792-4.
- 5- Kessler JR, Peters DD, Lorton L. Comparison of the relative risk of molar root perforations using various endodontic instrumentation techniques. *J Endod* 1999 Oct;9(10):439-47.
- 6- Lim SS, Stock CJR. The risk of perforation in the curved canal: anticurvature filing compared with the stepback technique. *Int Endodont J* 1987 Jan;20(1):33-9.
- 7- Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology of evaluation of root canal instrumentation. *J Endod* 1987 May;13(5):243-5.
- 8- Kuttler S, Garala M, Perez R, Dorn SO. The endodontic cube: a system designed for evaluation of root canal anatomy and canal preparation. *J Endod* 2001 Aug;27(8):533-6.
- 9- Michetti J, Maret D, Mallet J.-P., & Diemer F. (2010). Validation of Cone Beam Computed Tomography as a Tool to Explore Root Canal Anatomy. *Journal of Endodontics*, 36(7), 1187–1190.
- 10- Clark D, Khademi J. Modern molar endodontic access and directed dentin conservation. *Clin North Am* 2010 Apr;54(2):249-73.
- 11- Plotino G, Grande NM, Isufi A, Ioppolo P, Pedullà E, Bedini R, Gambarini G, Testarelli L. Fracture strength of endodontically treated teeth with different access cavity designs. *J Endod* 2017;43:995-1000.
- 12- Plotino G, Özyürek T, Grande NM, Gündoğar M. Influence of size and taper of basic root canal preparation on root canal cleanliness: a scanning electron microscopy study. *Int Endod J* 2019;52:343-351.
- 13- Sanfelice CM, da Costa FB, Reis Sô MV, Vier Pélisser F, Souza Bier CA. Effects of four instruments on coronal pre-enlargement by using cone beam computed tomography. *J Endod* 2010 May;36(5): 858-61.
- 14- Sousa K, Andrade-Junior CV, Silva JM, Duarte MA, De-Deus G. Comparison of the effects of TripleGates and Gates-Glidden burs on cervical dentin thickness and root canal área by using cone beam computed tomography. *J Appl Oral Sci* 2015 Mar-Apr;23(2):164-8.
- 15- Pinto Leite SS, Lins RX, Videira-Marceliano Alves MF, Guimarães MDS, Da Fonseca BA. The internal anatomy of danger zone of mandibular molars: a cone beam computed tomography study. *J Conserv Dent* 2018 Sep-Oct;21(5):481-484.
- 16- Isom TL, Marshall JG, Baumgartner JC. Evaluation of thickness in curved canals after flaring. *J Endod* 1995 Jul;21(7):368-71.
- 17- Garala M, Kuttler S, Hardigan P, Steiner-carmi R, Dorn S. Comparison of the minimum canal wall thickness remaining following preparation using two nickel-titanium Rotary systems. *J Endod* 2013 Sep;36(9):636-42.
- 18- Coutinho-Filho T, De-Deus G, Gurgel-Filho ED, Rocha-Lima AC, Dias KR. Evaluation of the risk of a stripping perforation with Gates-Glidden drills: series versus crown-down sequences.
- 19- De-Deus G, Rodrigues EA, Belladonna FG, Simões-Carvalho M, Cavalcante DM. Anatomical danger zone reconsidered: a micro-CT study on dentin thickness in mandibular molars. *Int Endod J* 2019 Oct;52(10):1501-1507.
- 20- VDW GmbH. ROTATE Brochure [Internet]. Munich: VDW GmbH; c2019 [cited 2019 May 22]. Available from: <https://www.vdw-dental.com/fileadmin/Dokumente/Sortiment/Aufbereitung/Rotierende-Aufbereitung/ROTATE/VDW-Dental-ROTATE-Product-Brochure-EN.pdf>.(updated 2019 Feb 21).
- 21- Akhlaghi MN, Bajgiran LM, Nagdhi A, Behrooz E, Khalilak Z. The minimum residual root thickness after using ProTaper, RaCe and Gates-Glidden drills: a cone beam computed tomography study. *Eur J Dent J* 2015 Apr-Jun;9(2):228-233.
- 22- Patel S, Harvey S, Shemesh S, Durack C. Tomografia computadorizada por feixe cônico em endodontia. 1 Ed. São Paulo. Quintessence Editora; 2017.
- 23- Patel S, Brown J, Pimentel T, Kelly RD, Abella F, Durack C. Cone beam computed tomography in Endodontics - a review of the literature. *Int Endod J*. 2019 Aug;52(8):1138-1152. doi: 10.1111/iej.13115. Epub 2019 Apr 9.

Autor de correspondencia:

Cristiane Prado Galdeano

e-mail: crispradocp@hotmail.com

Los autores declaran no presentar conflicto de interés.

Recibido: 1/3/2021

Aceptado: 15/3/2021

1. GENERAL

La revista "Canal Abierto", publicada semestralmente desde su creación en el año 2000, es el órgano oficial de difusión científica de la Sociedad de Endodoncia de Chile (SECH) y está enfocada a la publicación de trabajos inéditos que comprendan temas relativos a la endodoncia o afines. Su versión impresa se distribuye gratuitamente entre los socios de SECH y su versión digital es de acceso libre. Ya que no existen diferencias entre las versiones impresa y digital de la Revista Canal Abierto, estas normas aplican indistintamente a ambas.

La revista aceptará para su estudio y posible publicación todos aquellos artículos originales de investigación, revisiones sistemáticas y reportes clínicos que no han sido publicados previamente, ni se encuentren pendientes para posible publicación. No se tomarán en consideración los manuscritos que simultáneamente se hayan enviado a otras revistas, a excepción de publicaciones que contengan información relevante a difundir, como directrices de organismos gubernamentales, por ejemplo. Es responsabilidad del/los autor(es) declarar si el manuscrito ha sido presentado oralmente o como póster, detallando nombre del evento, fecha, lugar y organización a cargo.

Los trabajos enviados deben ajustarse a los "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals", establecidos por el International Committee of Medical Journal Editors en www.icmje.org.

Es responsabilidad del/los autor(es), obtener consentimiento escrito para incorporar en sus artículos fotografías que identifiquen a personas y para incluir material que haya sido publicado previamente en otro medio. Para resguardar la confidencialidad de los pacientes, será el autor quien almacene los consentimientos escritos y deberá adjuntar a su trabajo una declaración escrita señalando que cuenta con dichos documentos.

Los estudios que involucren experimentación con seres humanos deberán cumplir con la Declaración de Helsinki de 1975, o demostrar, en su defecto, que cuentan con la aprobación del Comité de Ética de su Institución. En el caso de realizar experimentos con animales, el/los autor(es) deberán indicar si se han cumplido las normativas nacionales e institucionales para el cuidado y uso de animales de laboratorio.

El/los autor(es) que envíen sus artículos autorizan expresamente su publicación en la versión impresa y digital de la revista "Canal Abierto", en el sitio web de la Sociedad de Endodoncia de Chile y en otros soportes informáticos y manifiestan estar en conocimiento de que esta publicación es de acceso libre.

2. PRESENTACIÓN DE LA PUBLICACIÓN

Los artículos deben ser enviados al correo electrónico: canalabierto@socendochile.cl

2.1. FORMATO

Todos los archivos de texto deben presentarse en formato Word Microsoft Office sin protección contra escritura. El documento debe ser de tamaño carta, con márgenes de 2,5 cm. La fuente debe ser Arial tamaño 12, color negro, con interlineado 1.5, márgenes justificados y páginas numeradas. Los certificados, actas, autorizaciones y declaraciones deben presentarse en formato PDF e incluir la información suficiente de identificación de los interesados.

La(s) foto(s) del/los autor(es) deben subirse en formato JPEG de resolución suficiente para impresión. El nombre de cada foto debe corresponder al apellido del autor correspondiente. Las figuras deben enviarse por separado en formato JPEG. El nombre de la imagen debe corresponder al número con el que está mencionada en el artículo (Ej: figura 1, figura 2, etc.) Las leyendas de las figuras deben ir en un archivo Word independiente adjuntando adicionalmente original completo (texto con imágenes y respectivas leyendas) Las tablas deben ir en un archivo Word aparte, con sus respectivos títulos y leyendas, si corresponde.

La primera vez que se use una abreviatura en el manuscrito, deberá ir precedida por el término sin abreviar, seguido de la abreviatura entre paréntesis, a menos que sea una unidad de medida estándar. No se permite el uso de abreviaturas en el resumen.

Cuando se menciona un instrumento, insumo, droga, hardware, software, etc. se deberá acompañar con el nombre del fabricante, ciudad y país de la compañía entre paréntesis.

La extensión máxima para los artículos originales y para las revisiones sistemáticas será de 20 páginas, y para los reportes clínicos 8 páginas, sin considerar figuras ni referencias bibliográficas.

Los reenvíos posteriores a revisiones deben destacar los cambios realizados usando fuente de color azul, para facilitar el trabajo de los revisores.

El idioma de la publicación es castellano; los autores que deseen enviar artículos en otro idioma deberán solicitar excepción al correo canalabierto@socendochile.cl y autorizan al Comité Editorial a hacer la traducción previa a la revisión de pares.

2.2. ESTRUCTURA

2.2.1. PRESENTACIÓN:

Toda publicación debe incluir un archivo de presentación, que incluya la siguiente información:

- Formato o tipo de artículo.
- Título: Debe coincidir exactamente con el título indicado en la publicación.
- Nombre del/los autor(es) (nombre de pila, apellido paterno e inicial del materno), Profesión y máxima titulación académica, afiliación institucional.
- Nombre del/los departamento(s) e instituciones a las que debe darse crédito por la ejecución del trabajo.

- e. Descargos de responsabilidad, si los hay.
- f. Información de contacto del autor corresponsal (corresponding author): número de teléfono móvil y dirección de correo electrónico. El autor corresponsal debe indicar claramente si puede publicarse o no su dirección electrónica.
- g. La(s) fuente(s) de ayuda y financiamiento: debe mencionarse el apoyo financiero institucional, privado y corporativo, además de los proveedores de equipos, medicamentos e insumos gratuitos o a valores preferenciales, incluyendo, entre paréntesis, ciudad, región o estado y país.
- h. Declaración de conflictos de interés, se sugiere usar el modelo desarrollado por ICMJE, disponible en: www.icmje.org/coi_disclosure.pdf

2.2.2. ARTÍCULOS ORIGINALES

Deben aportar nuevos datos clínicos o de investigación básica relacionada con la especialidad y ajustarse al siguiente esquema:

- a. Título: Breve y representativo del contenido (no debe incluir siglas), en español e inglés. Extensión máxima 90 caracteres, incluidos espacios.
- b. Resumen y palabras clave: Resumen estructurado, de no más de 250 palabras en español e inglés que refleje con precisión el contenido del artículo, su justificación científica y las consecuencias prácticas de los resultados. Debe considerar: objetivos, métodos, resultados y conclusiones. Seleccionar hasta 5 palabras clave en español e inglés.
- c. Introducción: Presentar en forma resumida el problema a investigar y el objetivo que persigue el estudio.
- d. Material y método: Especificar la metodología, equipamiento, software estadístico y procedimientos realizados con detalle suficiente como para que puedan ser reproducidos por otros investigadores. Incluir indicadores estadísticos, cuando sea posible.
- e. Resultados: Deben ser presentados en una secuencia lógica con tablas y figuras, sin interpretar las observaciones efectuadas.
- f. Discusión: Realizar una interpretación crítica de los resultados obtenidos, contrastándolos con la información contenida en la literatura científica mundial. Deben enfatizarse los aspectos nuevos e importantes del estudio. En el último párrafo referirse brevemente a las conclusiones obtenidas.
- g. Agradecimientos: Sólo mencionar a profesionales o instituciones que hayan contribuido en forma significativa a la realización del trabajo.
- h. Referencias bibliográficas: Numerar las referencias o citas bibliográficas correlativamente por el orden que se citen en el texto, tablas y leyendas de las figuras, identificándolas mediante números arábigos, colocados entre paréntesis, según el estilo propuesto por la National Library of Medicine (www.nlm.nih.gov) en "Citing Medicine" 2ª edición. Los títulos de los journals deben ser abreviados de acuerdo a la lista indexada por MEDLINE publicada por la NLM.
- i. Tablas: Numerar las tablas consecutivamente según el orden en que aparecen mencionadas en el texto. Cada tabla debe tener un título breve y puede incluir una explicación abreviada al pie de la tabla.
- j. Figuras: sólo se aceptarán imágenes con calidad adecuada para impresión, en formato JPEG. Las microfotografías deberán tener indicadores internos de escala. Los símbolos, flechas o letras usados en las microfotografías

deberán contrastar con el fondo. Numerar imágenes (fotografías, radiografías, esquemas explicativos, etc.) consecutivamente siguiendo el orden de aparición en el texto. Si corresponde, las imágenes deberán ir acompañadas de una leyenda explicativa. Si se utiliza una figura previamente publicada, debe mencionarse la fuente original.

2.2.3. REVISIONES SISTEMÁTICAS

Suponen la actualización de un tema concreto, desde el punto de vista crítico, científico y objetivo. Se sugiere la redacción según pauta PRISMA (<http://www.prismastatement.org/documents/PRISMA-P-checklist.pdf>) ajustándose a la siguiente estructura:

- a. Título: Breve y representativo del contenido (no debe incluir siglas), en español e inglés. Debe especificar que se trata de una revisión sistemática, metaanálisis o ambos. Extensión máxima 90 caracteres, incluidos espacios.
- b. Resumen y palabras clave: Resumen estructurado, de no más de 250 palabras en español e inglés. Debe incluir antecedentes, objetivos, fuente de datos, criterios de elegibilidad y exclusión de estudios, evaluación, métodos de síntesis, resultados, conclusiones e implicancias prácticas de los principales hallazgos.
- c. Introducción: Debe incluir la justificación de la revisión en el contexto del conocimiento científico sobre el tema y las preguntas que se desea resolver.
- d. Método: Debe incluir el protocolo de revisión y registro, criterios de elegibilidad, fuentes de información y búsqueda, selección de estudios, extracción de datos, lista de datos, medidas de resumen, síntesis de resultados y análisis adicionales.
- e. Resultados: Debe incluir el número de estudios evaluados e incluidos, síntesis de los resultados y análisis adicionales.
- f. Discusión: Debe incluir un resumen de los principales hallazgos, considerando su relevancia práctica; las limitaciones de los estudios y resultados; las conclusiones generales y las implicancias para futuras investigaciones.
- g. Las referencias bibliográficas, tablas y figuras deben cumplir las mismas normas que en los artículos originales.

2.2.4. REPORTE CLÍNICOS

Reporte de casos poco frecuentes o que aporten nuevos conceptos terapéuticos. Se sugiere adecuarse al checklist de CARE (<https://data.care-statement.org/wpcontent/uploads/2019/03/CARE-checklist-English-2013.pdf>)

Usando el siguiente esquema:

- a. Título: Breve y representativo del contenido (no debe incluir siglas), en español e inglés. Debe contener las palabras "informe de caso". Extensión máxima 90 caracteres, incluidos espacios.
- b. Resumen y palabras clave: Resumen de no más de 250 palabras en español e inglés que refleje con precisión el contenido del artículo. Debe proporcionar el contexto o antecedentes del problema clínico, el aporte del caso específico al tema, una descripción breve de hallazgos, síntomas y signos relevantes; diagnóstico, abordaje, resultado y conclusiones. Seleccionar hasta 5 palabras clave en español e inglés.

- c. Introducción: Incluir la evidencia científica mundial sobre el problema clínico.
- d. Información del paciente: Debe incluir todos los antecedentes que sean relevantes para el diagnóstico, pronóstico, decisiones terapéuticas, resultados y conclusiones.
- e. Presentación del caso clínico: Detallar de manera replicable el desarrollo de la evaluación, diagnóstico y tratamiento. Todo instrumental e insumos utilizados deben mencionarse acompañados del nombre y dirección del fabricante entre paréntesis.
- f. Discusión: Realizar una interpretación crítica de los resultados obtenidos, contrastándolos con la información contenida en la literatura científica mundial. Deben enfatizarse los aspectos nuevos e importantes del caso clínico. En el último párrafo referirse brevemente a las conclusiones obtenidas.
- g. Perspectiva del paciente: Puede incluirse el relato de la experiencia del paciente durante el proceso.
- h. Las referencias bibliográficas, tablas y figuras deben cumplir las mismas normas que en los artículos originales.

2.2.5. RESPUESTAS DE EXPERTOS

Consultas de tipo científico o acerca de casos clínicos, nuevas tendencias o propuestas terapéuticas, materiales en desarrollo, etc.

Los expertos serán contactados por el comité editorial de acuerdo a su relevancia e interés en colaborar.

2.2.6. PUBLICACIONES SECUNDARIAS

Para aceptar una publicación secundaria se deben cumplir los siguientes requisitos:

El/los autor(es) cuentan con la aprobación del/los editor(es) de la revista original.

La versión secundaria refleja fielmente los datos e interpretaciones de la versión primaria.

Una nota a pie de página, en la página que contiene el título de la versión secundaria, informa a los lectores, revisores y editores que el artículo ha sido publicado por completo o en parte, y da la referencia original.

El título del trabajo indica si se trata de una reedición o de una traducción y se es completa o abreviada.

Los editores de revistas que publican simultáneamente en varias lenguas deben tener presente que la NLM indexa la versión en la primera lengua.

2.2.7. CARTAS AL DIRECTOR

Esta sección está destinada a facilitar a los lectores un mecanismo para compartir comentarios, preguntas y críticas constructivas, relacionadas con los artículos publicados o con los tópicos que atañen a la revista. La extensión de las cartas no debe exceder las 300 palabras. El autor de la carta deberá declarar cualquier conflicto de interés. Las cartas recibidas serán remitidas a los autores del artículo mencionado, para permitir la posibilidad de responder en el mismo número en

que aparece la carta. El Comité Editorial de la revista posee el derecho de modificar las cartas, para respetar corrección gramatical, pero no puede modificar su contenido. Pendiente política de almacenamiento de cartas

3. EVALUACIÓN DE LA PUBLICACIÓN

3.1. REVISIÓN DEL COMITÉ EDITORIAL

Los trabajos recibidos serán evaluados por el Comité Editorial, quienes verificarán los siguientes criterios:

- Relevancia del trabajo para el objetivo de la revista. Originalidad.
- Calidad de la investigación.
- Contribución a la evidencia científica.
- Potencial de citación.

Los manuscritos que cumplan con los criterios antes señalados, serán derivados a revisión de pares. Para manuscritos presentados por uno o más miembros del Comité Editorial, el Director solicitará la evaluación de un Editor externo.

3.2. REVISIÓN DE PARES

Los trabajos aprobados por el Comité Editorial serán sometidos a una evaluación por dos pares externos, miembros del Comité Científico, quienes clasificarán los trabajos en 4 categorías:

- a. Apto para publicación.
- b. Requiere modificaciones menores: se sugerirán modificaciones de forma y se realizará una segunda revisión por parte de un editor.
- c. Requiere modificaciones mayores: se sugieren modificaciones de fondo y requiere una segunda revisión por parte de revisores externos.
- d. No apto para publicación.

Los pares evaluadores tendrán un plazo de 25 días corridos para entregar su revisión y veredicto.

En caso de solicitar modificaciones, el autor corresponsal contará con 20 días corridos para enviar el manuscrito modificado.

La decisión final de publicación estará en manos del director de la revista.

3.3. APELACIÓN

Los autores de manuscritos rechazados, que deseen apelar a la decisión editorial, tendrán 7 días corridos para hacerlo. Para esto, deben enviar un correo a canalabierto@socendochile.cl explicando los motivos por los que solicita una nueva revisión.

4to CONGRESO CHILENO DE ENDODONCIA
COCHIDE Y XI CUMBRE SELA

SÉ PARTE DE UN GRAN
EVENTO CIENTÍFICO Y
SOCIAL

Fecha: 21, 22 y 23 de Octubre 2021.
Hotel Intercontinental, Santiago de
Chile



DR. JOSÉ
ARANGUREN

DRA. PATRICIA
FERRARI

DR. GHASSAN YARED

DRA. JOSETTE
CAMILLERI

DR. ANIL KISHEN

DR. ANTONIS
CHANOTIS

Conferencias de alto nivel -
Capítulo Científico -
Hands - on -
Itinerario turístico
y mucho más....



Hotel Intercontinental

 **SECH**
SOCIEDAD DE ENDODONCIA DE CHILE

HÍBRIDO

CONGRESO PRESENCIAL Y ONLINE