Eficacia del instrumento XP-endo Finisher y del sistema EndoActivator en la reducción/eliminación del biofilm bacteriano. Un ensayo *ex vivo*

Ability of the XP-endo Finisher instrument and the EndoActivator system to reduce/eliminate of the bacterial biofilm. An ex vivo *assay*

Presentado: 17 de diciembre de 2019
Aceptado: 17 de mayo de 2020

Roberto Della Porta,[a] Carolina Chaves,[a] Silvina Bergese,[b] Rosa Scavo,[a] Liliana Fernández-Canigia,[b] Osvaldo Zmener[a]

[a]Carrera de Especialización en Endodoncia, Universidad del Salvador, Asociación Odontológica Argentina, Buenos Aires, Argentina
[b]Laboratorio de Microbiología, Hospital Alemán, Buenos Aires, Argentina

Resumen

Objetivos: Comparar *ex vivo* la eficacia del instrumento XP-endo Finisher y del sistema EndoActivator en la reducción/eliminación del biofilm microbiano en conductos radiculares infectados.

Materiales y métodos: Se utilizaron 23 premolares inferiores humanos extraídos cuya longitud fue estandarizada en 17 mm. Todos los conductos se prepararon con el sistema WaveOne Gold Medium (#35.06). Los dientes se esterilizaron, se inocularon con *Enterococcus faecalis* y se separaron en dos grupos experimentales de 10 piezas cada uno. De los 3 dientes remanentes, 1 fue utilizado como control positivo y 2, como controles negativos. En el grupo 1, las soluciones irrigantes se agitaron con XP-endo Finisher. En el grupo 2, se utilizó EndoActivator. Se tomaron muestras antes de la contaminación, luego de esta y después de la agitación de los irrigantes mediante conos de papel estériles. La carga microbiana fue sembrada en agar sangre y los conos se cultivaron en caldo tripteína de soja. La remoción de la carga microbiana se determinó por la presencia o ausencia de turbiedad del medio. Las unidades formadoras de colonias (UFC) remanentes se cuantificaron y los resultados se categorizaron como R1 (≤10 UFC) o R2 (>10 UFC). Los datos fueron analizados mediante la prueba de Fisher.

Resultados: No hubo diferencias significativas entre XP-endo Finisher y EndoActivator (P>0,05). El número de usos no influyó sobre la capacidad operativa de ambos instrumentos.

Conclusiones: XP-endo Finisher y EndoActivator fueron igualmente eficaces para la reducción/eliminación del biofilm microbiano.

Palabras clave: EndoActivator, endodoncia, irrigación, XP-endo Finisher.

Abstract

Aim: *To compare ex vivo the effectiveness of the XP-endo Finisher and the EndoActivator in biofilm reduction/ removal from infected root canals.*

Materials and methods: *Twenty three extracted human single-rooted lower premolars were selected and standardised to 17 mm in length. All the canals were prepared with WaveOne Gold Medium reciprocating files (#35.06). The teeth were autoclaved and inoculated with* Enterococcus faecalis. *The infected teeth were then assigned to 2 experimental groups of 10 teeth each according to the final irrigation/agitation protocol. Of the three remaining teeth, one was used as a positive control, and the other two were used as negative controls. In Group 1 the irrigating solutions were agitated with XP-endo Finisher while in Group 2 the EndoActivator was used. All root canals were sampled before and after contamination, and again after irrigant agitation with sterile paper points. The microbial load was spread on blood agar plates and the paper points were cultured in sterile trypticase soy broth. The removal of the microbial load was determined by visual observation of the turbidity of the*

media and by quantification of the number of colony-forming units (UFC). The results were categorized as R1 (≤10 UFC) or R2 (>10 UFC). Data were analysed by the Fisher's exact test at P<0.05.

Results: *No significant differences was found between XP-endo Finisher and EndoActivator (P>0.05) regarding their effectiveness in the reduction/removal of the microbial biofilm. The number of uses of both instruments did not affect their operative performance.*

Conclusion: *XPF and EA were both equally effective for microbial biofilm reduction/removal from ex vivo infected root canals.*

Key words: *EndoActivator, endodontics, irrigation, root canal disinfection, XP-endo Finisher.*

Introducción

El objetivo principal de la preparación químico-mecánica del sistema de conductos radiculares infectado es eliminar todo lo posible la contaminación microbiana, hasta obtener un punto de equilibrio homeostático que permita al organismo iniciar el proceso reparativo de las lesiones patológicas preexistentes en los tejidos perirradiculares.[1] En la mayoría de los casos, esta tarea resulta difícil de realizar, ya que la morfología interna de los conductos radiculares suele presentar áreas de difícil acceso para los instrumentos y las soluciones irrigantes.[2] En ese sentido, se ha demostrado que hasta el 50% o más de las paredes dentinarias suele presentar remanentes del biofilm microbiano luego de la instrumentación, especialmente cuando se utiliza un sistema de irrigación pasiva.[3]

Con el objeto de maximizar la desinfección del espacio y de las paredes del conducto radicular, se han usado diferentes métodos para activar e incrementar la acción de las soluciones irrigantes.[4-7] Entre ellos, el sistema EndoActivator (EA; Dentsply, York, Estados Unidos) ha sido, en los últimos años, uno de los más empleados por los especialistas. Se trata de un sistema de activación sónico que, mediante una pieza de mano, permite utilizar tres diferentes tamaños de puntas descartables[5,8] confeccionadas con un compuesto polimérico. Las puntas no tienen capacidad para cortar la dentina; su activación puede ser regulada entre 3.000 y 10.000 ciclos/minuto[5,8] y deben utilizarse de 30 a 60 segundos al finalizar la preparación del conducto radicular.[8]

Recientemente, ha sido introducido en el mercado endodóntico el instrumento XP-endo Finisher (XPF; FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza). El XPF está especialmente diseñado para agitar vigorosamente la solución irrigante y ser utilizado como paso final de la etapa de irrigación/desinfección. Se corresponde con el tamaño de un instrumento #25, no tiene conicidad, no corta la dentina, se expande y trabaja de forma tridimensional cuando se lo emplea a temperatura corporal.[9,10] Al igual que el EA, se ha indicado que el instrumento debe ser descartado luego del primer uso.[5] La eficacia de la agitación producida por EA y XPF para reducir/eliminar el biofilm microbiano ha sido analizada por diferentes autores.[6,7,10,11] Sin embargo los resultados obtenidos hasta el momento son contradictorios.

Los objetivos del presente ensayo fueron: comparar *ex vivo* la eficacia de XPF y EA para reducir/eliminar el biofilm microbiano en conductos radiculares previamente infectados, y comprobar si EA y XPF pierden su eficacia cuando se los utiliza más de una vez. La hipótesis nula postula que tanto EA como XP son igualmente eficaces para reducir/eliminar el biofilm microbiano y que mantienen su capacidad operativa, incluso si son empleados más de una vez.

Materiales y métodos

El protocolo del presente ensayo ha sido aprobado por el Comité de Ética para la Investigación Científica de la Asociación Odontológica Argentina (resolución 0519). Se utilizaron 23 (n=23) premolares inferiores humanos extraídos por razones quirúrgicas o periodontales, obtenidos de diferentes servicios hospitalarios, clínicas privadas o servicios de emergencia y conservados en suero fisiológico timolado. El tamaño de la muestra fue determinado por el programa G-Power v3.1 para Mac. Dado que no hubo registro de datos referidos a la edad y el género de los donantes, la muestra fue considerada como heterogénea. Los criterios de inclusión exigían que los dientes fueran unirradiculares, con un solo conducto de conformación ligeramente oval, sin obstrucciones, sin caries radiculares o reabsorciones, y ápices completamente formados. La longitud total de los dientes fue estandarizada en 17 mm mediante una cortadora de disco diamantado Micro Disc NH-6P (DHUC, Buenos Aires, Argentina). La conformación de los conductos se determinó mediante radiovisiografías, seleccionando para el ensayo los dientes que presentaban conductos con una relación vestíbulolingual y mesiodistal de 1:2. Aquellos que no reunían estas condiciones fueron descartados y reemplazados.

Luego de acceder al conducto radicular, se introdujo una lima tipo K #15 (Dentsply-Maillefer, Ba-

llaigues, Suiza) hasta que su extremo fue visible a nivel del foramen y se determinó la longitud de trabajo (LT) a 1 mm menos de la medida observada. Los conductos fueron preparados con instrumentos WaveOne Gold Medium (#35.06) (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suiza), estrictamente de acuerdo con las instrucciones del fabricante, hasta que el instrumento pudo llegar fácilmente y sin interferencias hasta la LT. Durante la instrumentación y después de cada retiro del instrumento, los conductos se irrigaron con 2 ml de NaOCl al 5,25%. La irrigación final fue realizada con 2 ml de EDTAC por 1 minuto, 2 ml de NaOCl al 5,25% y un profuso lavaje con suero fisiológico. La permeabilidad se obtuvo mediante una lima de pasaje K #10; los conductos se secaron con conos de papel y los forámenes se sellaron con cianoacrilato (La Gotita; Akapol, Buenos Aires, Argentina). Los dientes se introdujeron en tubos Eppendorf, a los que previamente se les había seccionado 5 mm de su extremo inferior. Los especímenes se ubicaron de tal manera que, aproximadamente, 4 a 6 mm de su tercio apical sobrepasaban el extremo inferior recortado de los tubos. A ese nivel, la interfase entre las raíces dentarias y la pared del tubo Eppendorf fue doblemente sellada con cianoacrilato y un adhesivo de silicona (Fastix; Akapol, Buenos Aires, Argentina). Los especímenes así preparados fueron esterilizados en autoclave; a partir de ese momento, todas las maniobras operatorias fueron realizadas en un ambiente de aire filtrado, en el laboratorio de microbiología del Hospital Alemán de Buenos Aires.

Contaminación de las muestras

Los conductos se inocularon con una suspensión de $1{,}5\times10^8$ UFC/ml de *E. faecalis* (ATCC 29212) equivalente a 0,5 de la escala de turbidez de McFarland, en caldo tripteína de soja, mediante jeringas de insulina estériles de 1 ml y agujas calibre #30. Las muestras se incubaron a 37 °C durante 5 días, para favorecer el desarrollo microbiano sobre las paredes dentinarias y en el espacio del conducto radicular. Previamente a la contaminación, se tomó una primera muestra individual del interior de cada conducto (TM0). Luego de la incubación, y para comprobar la viabilidad de los microorganismos inoculados, se realizó otra toma de muestra (TM1) en cada conducto. Para este procedimiento, se introdujo un cono de papel estéril en el interior del conducto y, luego, el material recogido fue sembrado por rotación, en diferentes direcciones, en placas de agar sangre. Por último, se introdujo el cono en un tubo de ensayo con 5 ml de caldo tripteína de soja. Los cultivos en placa y caldo se incubaron a 37 °C en atmósfera aerobia para la detección del crecimiento microbiano y la cuantificación de unidades formadoras de colonias (UFC). Los cultivos se controlaron a las 24, 48 y 72 horas. Los dientes contaminados con *E. faecalis* se dividieron aleatoriamente en dos grupos (1 y 2) de 10 (n=10).

Protocolo de agitación/desinfección

Los procedimientos de agitación de las soluciones irrigantes fueron realizados en cabina de flujo laminar, a temperatura ambiente controlada (37 °C), y de acuerdo con el siguiente protocolo:

Grupo 1 (n=10): Los conductos contaminados fueron irrigados de forma pasiva con 1 ml de EDTAC al 17% y se agitó la solución irrigante con XPF durante 1 minuto, en tres etapas de 20 segundos cada una. Durante el procedimiento, el irrigante fue renovado en cada una de las etapas de 20 segundos. La operación se repitió con 2 ml de NaOCl 5,25% y, finalmente, con solución fisiológica. En cada caso, el instrumento fue insertado hasta 1 mm menos de la LT y operado en la pieza de mano del motor X-Smart (Dentsply-Maillefer) con control de torque, a 800 rpm y torque 1. El procedimiento se realizó durante un minuto, con movimientos verticales de entrada y salida, controlando el desplazamiento del instrumento mediante un tope ubicado en el vástago y tomando como referencia el nivel del acceso coronario.

Grupo 2 (n=10): Se siguió el mismo régimen de irrigación que en el grupo 1, pero en este caso se utilizó el sistema EA. Se empleó una punta #25.04 con activación sónica a 10.000 ciclos por minuto y movimientos verticales, profundizando hasta 1 mm antes de la LT.

Luego del primer uso, los instrumentos XPF y las puntas EA se esterilizaron en autoclave y se utilizaron nuevamente (hasta tres veces). En 1 espécimen de cada grupo, el instrumento XPF y la punta EA fueron empleados solamente una vez. Luego de la agitación/desinfección, se tomaron nuevas muestras (TM2) del interior de los conductos mediante el mismo procedimiento utilizado para TM0 y TM1.

Controles positivo y negativo

Control positivo: Uno de los dientes (n=1) fue preparado e inoculado como los experimentales y sometido al protocolo de desinfección con las soluciones irrigantes, pero sin activarlas con ningún medio.

Control negativo: Dos de los dientes (n=2) fueron preparados y esterilizados de la misma forma que

los experimentales, pero no fueron inoculados con la suspensión microbiana.

Ambos controles se incubaron durante 5 días a 37 °C. Se realizó luego la TM1, seguida por el protocolo de desinfección. Posteriormente, se realizó la TM2 para verificar que no hubiera contaminación microbiana durante el procedimiento, tanto en los conductos como en las soluciones utilizadas.

Evaluación

Se cuantificó el número de UFC en las placas de agar sangre. Se evaluaron los caldos con desarrollo mediante la inspección visual de la turbidez y se realizó una siembra en un medio de agar sangre para corroborar que el desarrollo correspondiera a *E. faecalis*. La identificación microbiana se confirmó en todos los casos mediante un espectrómetro láser de masa MALDI-TOF MS (Bruker Daltonics GmbH, Leipzig, Alemania). Los resultados se expresaron como UFC y se comparó el recuento de *E. faecalis* en TM2 con respecto a TM1. Los valores obtenidos se categorizaron y expresaron de acuerdo con la cantidad de UFC remanentes luego de la agitación de los irrigantes. Cuando se detectaron ≤10 UFC los resultados fueron categorizados como R1, lo que representa una acción eficaz de XPF y EA; cuando el número de UFC remanentes fue >10, los resultados se categorizaron como R2, que indica la ineficacia de la acción de ambos instrumentos. Adicionalmente, se contabilizó y relacionó con los resultados el número de usos al que fue sometido cada instrumento XPF o punta EA. Los datos resultantes de la cantidad de UFC remanentes y de la influencia del número de usos de XPF o EA se analizaron mediante la prueba exacta de Fisher, con un nivel de significancia de P<0,05.

Resultados

La cuantificación de UFC en la TM0 fue negativa en todos los especímenes. Los resultados de la reducción/eliminación del biofilm microbiano y la influencia del número de usos sobre la eficacia de XP y EA se observan en las tablas 1 y 2 respectivamente. No hubo diferencias significativas en cuanto a la reducción/eliminación microbiana entre XPF y EA (P>0,05). Tampoco hubo diferencias significativas (P>0,05) entre XPF y EA en cuanto a la influencia del número de usos sobre la eficacia de los instrumentos. Por lo tanto, ambas partes de la hipótesis nula fueron aceptadas.

El análisis del control positivo confirmó la persistencia de UFC en una concentración similar a la del inóculo inicial. En cuanto al control negativo, en ambos casos se confirmó la ausencia de UFC. Las diferencias entre los controles positivo y negativo y los grupos experimentales fueron significativas (P<0,05).

Tabla 1. Resultados de la reducción/eliminación microbiana luego de la agitación de las soluciones irrigantes.

Resultados	Agitación con		
	XPF	EA	Total
R1	9	8	17
R2	1	2	3
Total	10	10	20

Tabla 2. Resultados de la reducción/eliminación microbiana de acuerdo con el número de usos al que fueron sometidos los instrumentos.

Instrumento	Usos	Cantidad	Resultados	
			R1	R2
XPF	1	4	3	1
	2	3	3	-
	3	3	3	-
EA	1	4	2	2
	2	3	2	1
	3	3	3	-

Discusión

En el presente ensayo se comparó la eficacia del instrumento XPF y del sistema EA para eliminar el componente microbiano inoculado experimentalmente en conductos radiculares de premolares inferiores extraídos.

Los resultados sugieren que tanto XPF como EA demostraron una eficacia similar y fueron capaces de reducir/eliminar significativamente la contaminación microbiana. Sin embargo, debería tenerse en cuenta que la reducción/eliminación microbiana mediante el uso de XPF y EA fue obtenida en las condiciones ideales que brinda un laboratorio y que, en relación con las variables existentes en la clínica, los resultados podrían ser diferentes. La elección de *E. faecalis* para la experiencia se basó en que esta bacteria es muy resistente a los procedimientos de desinfección[12,13] y se encuentra presente en prácticamente todos los conductos radiculares infectados, incluyendo aquellos donde ha fracasado un tratamiento previo.[14]

De acuerdo con el modelo experimental utilizado, se sellaron los forámenes apicales mediante cianoacrilato. Esto tuvo como objeto evitar la extrusión de las soluciones irrigantes a través del foramen, manteniéndolas dentro del espacio del conducto radicular

y maximizando, al mismo tiempo, la acción de XPF y EA. La extrusión de los irrigantes hacia los tejidos periapicales, incrementada por la turbulencia provocada por los diferentes procedimientos de agitación/desinfección, es una variable que puede darse con cierta frecuencia en la clínica,[15] y por lo tanto requiere ser investigada más exhaustivamente.

De Gregorio *et al.*[16] demostraron que la activación sónica de EA resultó en un recambio apropiado del irrigante en el tercio apical, rompiendo el bloqueo de la burbuja de aire y moviendo las soluciones en dirección apical y lateral de forma eficiente. El XPF tiene, por otra parte, la capacidad de provocar una turbulencia al expandir su radio de acción y adaptarse a la forma del conducto radicular. Resulta interesante destacar que, al mismo tiempo que reducen/eliminan la contaminación microbiana, EA y XPF cumplen con otras funciones importantes. En ese sentido, Elnaghy *et al*.[17] demostraron *ex vivo* que tanto EA como XPF resultaron ser también eficaces para reducir hasta aproximadamente el 80% del barro dentinario y restos de dentina infectada en conductos radiculares curvos de molares inferiores.

La efectividad de XPF se basa en sus características metalúrgicas especiales.[18] De acuerdo con el fabricante,[19] el instrumento se mantiene recto cuando se encuentra a temperatura ambiente dentro de su envase (fase martensítica). Una vez fuera del este, se curva espontáneamente, y cuando se lo somete a mayor temperatura (35-37 °C), modifica su estructura hacia una fase austenítica y el movimiento de rotación le permite extender su radio de acción hasta cuatro veces su diámetro de curvatura inicial, abordando áreas difíciles de alcanzar con otros instrumentos. Al volver a la temperatura ambiente, el instrumento retoma su estado martensítico y adopta su forma curva original.[17-19] En ese sentido, resultó también interesante comprobar que fue posible esterilizar y reutilizar varias veces el mismo instrumento sin que, en apariencia, haya perdido su capacidad operativa, variable que aún requiere ser analizada más extensivamente.

Los resultados del presente ensayo sugieren que XPF y EA fueron igualmente eficaces para reducir/eliminar el inóculo de *E. faecalis* en conductos radiculares de premolares inferiores. Sin embargo, no concuerdan con los de Azim *et al.*,[11] quienes informaron que XPF fue más eficaz que EA para reducir/eliminar *ex vivo* un inóculo de *E. faecalis* en conductos radiculares de premolares y molares inferiores. Las diferencias observadas con el estudio de Azim *et al.*[11] podrían deberse a que en ambas experiencias el modelo experimental y el protocolo de evaluación utilizados fueron diferentes. Queda claro que en el presente ensayo el uso de un inóculo exclusivo de *E. faecalis* solo refleja parcialmente lo que ocurre en la situación clínica, donde los conductos radiculares infectados se encuentran contaminados por múltiples y diferentes cepas microbianas. En ese sentido, se hacen necesarios nuevos estudios acerca de la eficacia de XPF y EA para la desinfección de conductos radiculares inoculados con cepas microbianas mixtas.

Conclusiones

En las condiciones en que fue realizado el presente ensayo, los resultados demostraron que XPF y EA fueron igualmente eficaces para reducir/eliminar el inóculo de *E. faecalis* en conductos radiculares de premolares inferiores. Asimismo, sugieren que XPF y EA pueden ser esterilizados y reutilizados hasta tres veces sin que, en apariencia, pierdan su capacidad operativa.

Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con este artículo y afirman no haber recibido financiamiento externo para realizarlo.

Referencias

1. Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment. Part 1: Periapical health. *Int Endod J* 2011;44:583-609.
2. Paqué F, Balmer M, Attin T, Petters OA. Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel-titanium rotary instruments: A micro-computed tomography study. *J Endod* 2010;36:703-7.
3. Gulabivala K, Patel B, Evans G, Ng YL. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endod Topics* 2005;10:103-22.
4. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Br Dent J* 2014;216:299-303.
5. Ruddle CJ. Endodontic disinfection. *Endod Pract* 2008;6:1-10.
6. Tüfenkçi P, Yilmaz K. Different endodontic access cavity design and using XP-endo Finisher on the reduction of *Enterococcus faecalis* in the root canal system. *J Endod* 2020;46:419-24.
7. Mathew J, Emil J, Paulaian B, John B, Raja J, Mathew J. Viability and antibacterial efficacy of our root canal disinfection techniques evaluated using confocal laser scanning microscopy. *J Conserv Dent* 2014;17:444-8.
8. Uroz-Torres D, González-Rodríguez MP, Ferrer-Luque CM. Effectiveness of the EndoActivator System in removing the smear layer after root canal instrumentation. *J Endod* 2010;36:308-11.
9. Trope M, Debelian G. XP-3D Finisher file: the next step in restorative endodontics. *Endod Pract* 2015;8:22-4.

10. Bao P, Shen Y, Lin J, Haapasalo M. In Vitro efficacy of XP-endo Finisher with 2 different protocols on biofilm removal from apical root canals. *J Endod* 2017;43:321-5.
11. Azim AA, Aksel H, Zhuang T, Mashtare T, Babu JP, Huang G. Efficacy of 4 irrigation protocols in killing bacteria colonized in dentinal tubules examined by a novel confocal laser scanning microscope analysis. *J Endod* 2016;42:928-34.
12. Evans M, Davies JK, Sundqvist G, Figdor D. Mechanisms involved in the resistance of *E. faecalis* to calcium hydroxide. *Int Endod J* 2002;35:221-8.
13. Distel JW, Hatton JF, Gillespie MJ. Biofilm formation in medicated root canals. *J Endod* 2002;28:689-93.
14. Hancock HH, Sigurdsson A, Trope M, Moisetwitsch J. Bacteria isolated after unsuccessful endodontic treatment in a North American population. *O Surg O Med O Pathol O Radiol Endod* 2001;91:579-86.
15. Sasanakul P, Ampornaramveth SR, Chivatxaranukul P. Influence of adjuncts to irrigation in the disinfection of large root canals. *J Endod* 2019;45:332-7.
16. De Gregorio C, Estévez R, Cisneros R, Heilborn C, Cohenca N. Effect of EDTA, sonic and ultrasonic activation on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals: An in vitro study. *J Endod* 2009;35:891-5.
17. Elnaghy AM, Mandorah A, Elsaka SE. Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator and file agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. *Odontology* 2017;105:178-83.
18. Alves FRF, Marceliano-Alves MF, Sousa JCN, Silveira SB, Provenzano JC, Siqueira JF Jr. Removal of root canal fillings in curved canals using either reciprocating single or rotary multi-instrument systems and a supplementary step with the XP-endo Finisher. *J Endod* 2016;42:1114-9.
19. FKG Dentaire SA. The XP-endo Finisher file brochure. Disponible en: www.fkg.ch/sites/default/files/fkgxpendobroshureenvb.pdf

Contacto:
Osvaldo Zmener
osvaldo@zmener.com.ar
Julián Álvarez 2335, C1425DHI
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina