

Procedimientos antibacterianos empleados como desinfectantes en la terapia endodóntica

Autores: E.E. Daniel Silva Herzog Flores
MsC. José Rafael Mora Solera
PhD. Amauri de Jesús Pozos Guillén
Maestros en endodoncia por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Resumen

Objetivo. Evaluar la capacidad antibacteriana del NaOCl al 1% con y sin una aplicación final de NaOCl al 6% durante cinco minutos; dos medicamentos intraconducto de uso común (CHX en gel al 2% y el Ca(OH)₂ en pasta al 95%) y dos sistemas de obturación (gutapercha con cemento de óxido de zinc y eugenol y Resilon con Epiphany).

Metodología. Ciento treinta y siete raíces palatinas de molares superiores fueron segmentadas y preparadas con una fresa Peeso Largo núm. 2. Fueron limpiadas con EDTA al 17% y NaOCl al 5.25% y autoclavadas. Se infectaron durante dos semanas con *E. faecalis* resistente a estreptomycin. A los especímenes se les aplicaron los tratamientos y sus respectivos controles. Después del periodo de incubación para cada agente de desinfección endodóntica se tomó la muestra bacteriológica con una fresa Peeso Largo núm. 5 en medio con TSB con estreptomycin y se midió la turbidez del medio con 24 horas de crecimiento bacteriano por espectrofotometría en el aparato de ELISA.

Resultados. El NaOCl al 1% con una aplicación final del mismo producto al 6% por 5 minutos, la CHX y el sistema de obturación de gutapercha con cemento de óxido de zinc y eugenol no presentaron diferencia con los controles negativos; todos los anteriores fueron efectivos contra el *E. faecalis*, mientras que NaOCl al 1% ($p > 0.01$), Ca(OH)₂ y Resilon con Epiphany tienen una capacidad antibacteriana muy limitada ($p < 0.01$).

Conclusiones. La irrigación con NaOCl al 1% con una aplicación al 6% durante 5 minutos, la medicación intraconducto de clorhexidina en gel al 2% durante 7 días y el sistema de obturación de gutapercha con cemento de óxido de zinc y eugenol (SILCO) son efectivos en la eliminación del *E. faecalis* intraconducto e intratubular.

Palabras clave. Procedimiento antibacteriano, desinfectantes, sistema de obturación endodóntica, *E. faecalis*, infección de los túbulos dentinales.

Introducción

La presencia de bacterias en el conducto induce a enfermedad crónica periapical, por ello, uno de los objetivos más importantes del tratamiento endodóntico es la eliminación de todos los microorganismos del sistema de conductos. El éxito del tratamiento endodóntico está directamente influenciado por la eliminación de los mi-

croorganismos en los conductos infectados, esto se logra con agentes antimicrobianos como irrigantes, medicamentos intraconducto y sistemas de obturación con capacidad antibacteriana.

El proceso para reducir o eliminar la microbiota de conductos infectados es complicado debido al extraño complejo anatómico interno del sistema de conductos y a

la dinámica de la relación huésped-hospedero. Este proceso se llama limpieza químico-mecánica. El proceso mecánico se basa en la asepsia, que reduce la cantidad de bacterias por medio de arrastre mecánico por irrigantes o limas e instrumentos rotatorios, mientras que el proceso químico consiste en el uso de agentes desinfectantes.

Los agentes responsables del control de la infección endodóntica han sido estudiados en diferentes áreas de la salud. La selección de un control microbiológico efectivo de los conductos requiere atención debido a que generalmente las soluciones irrigadoras que afectan al huésped afectan al hospedador, y aquellas compatibles con el hospedador no destruyen al huésped. Los agentes antibacterianos deberían suprimir o destruir el crecimiento bacteriano por medio de alta susceptibilidad de los microorganismos, una adecuada penetración de agentes antibacterianos al sitio de infección, una concentración necesaria de los agentes desinfectantes, baja toxicidad de las células del hospedero y evitando el desarrollo de resistencia por parte de los microorganismos a los agentes desinfectantes.

Se han propuesto muchos agentes químicos desinfectantes en la preparación del conducto, pero el más usado en endodoncia es el hipoclorito de sodio. La solución de hipoclorito de sodio es importante durante la preparación del conducto, debido a su capacidad limpiadora que actúa como lubricante de las limas e instrumentos rotatorios, elimina los restos de tejido de forma mecánica, tiene efecto antibacterial y de disolución de los tejidos, sin dañar los tejidos periapicales. La selección del irrigante ideal depende de su capacidad ante los microorganismos y en los tejidos periapicales. El hipoclorito de sodio es un agente antibacterial utilizado frecuentemente en tratamientos endodónticos y periodontales. Por ello, la necesidad de éste en el tratamiento endodóntico como auxiliar irrigante obliga a comprender su actividad sobre las células bacterianas.

El mecanismo de acción antibacterial del hipoclorito de sodio se basa en las propiedades antibacterianas, que se fundamenta en un alto pH (acción de los iones hidroxilo), con un mecanismo similar al del hidróxido de calcio. El alto pH del hipoclorito de sodio interfiere en la integridad de la membrana citoplasmática, con una inhibición irreversible enzimática, alteraciones biosintéticas en

el metabolismo de la célula y destrucción de fosfolípidos observada en una peroxidación lipídica. La reacción de cloraminación de los aminoácidos forma cloraminas que participan en el metabolismo celular. La oxidación promueve una inhibición enzimática irreversible de las bacterias, reemplazando el hidrógeno con cloruro. La inactivación enzimática puede ser observada en la reacción de cloruro con grupos aminos (NH_2 -) y una oxidación irreversible de grupos sulfidrilos (SH) de enzimas bacterianas (cisteína). Así, el hipoclorito de sodio presenta actividad antibacteriana con acción sobre las enzimas esenciales bacterianas, con lo cual se presenta una inactivación irreversible originada por iones hidroxilos y acción de cloraminación. La disolución del tejido orgánico puede ser verificada en la reacción de saponificación mediante la destrucción de grasas y lípidos, resultando en jabón y glicerol.

El gluconato de clorhexidina ha sido muy usado en periodoncia por su capacidad antibacteriana. En endodoncia se ha propuesto como irrigante y medicamento intraconducto. La clorhexidina tiene un efecto inhibitorio sobre las bacterias comunes del conducto y actúa contra bacterias Gram positivas y negativas. Uno de los mecanismos que explican la eficacia de este fármaco se basa en la interacción entre los cambios positivos de las moléculas y cambios negativos de grupos fosfato en la pared de la célula bacteriana, que permite a las moléculas de clorhexidina penetrar en la bacteria con efectos tóxicos.

Asimismo, el gluconato de clorhexidina es una biguanida catiónica que actúa por absorción dentro de la pared celular de los microorganismos, lo que causa filtración de componentes intracelulares. A bajas concentraciones, las sustancias pesadas de moléculas pequeñas resultan en un efecto bacteriostático, pero en altas concentraciones es antibacterial debido a la precipitación y/o coagulación del citoplasma, ocasionada probablemente por uniones cruzadas de proteínas. La clorhexidina en gel tiene importantes propiedades, como la baja toxicidad a los tejidos periapicales y viscosidad –que permite mantener el agente activo en contacto con las paredes del conducto y túbulos dentinales–. Es soluble en agua.

A pesar de los irrigantes y medicaciones, los microorganismos remanentes pueden ser eliminados o inhibidos mediante la adecuada obturación endodóntica, con gutapercha y sellador con capacidad antibacteriana o de ▶

limpieza químico-mecánica. La capacidad bacteriana de la obturación endodóntica en ausencia de iones capaces de eliminar o inhibir bacterias tiene una explicación mecánica que se basa en hacer un medio privado de nutrientes y espacio para la multiplicación.

Actualmente, la gutapercha está compuesta de materia orgánica (polímeros de gutapercha y cera o resinas) e inorgánica (óxido de zinc, sulfato de bario); contiene pequeñas cantidades de colorante y agentes antioxidantes. De hecho, se dice que la gutapercha tiene capacidad antibacteriana, lo cual se le atribuye a la presencia de óxido de zinc (del 37 al 75%), pero puede variar debido a que los componentes son diferentes según las casas comerciales.

El cemento de óxido de zinc y eugenol es, posiblemente, el más utilizado en endodoncia. Este cemento es simplemente óxido de zinc con eugenol (ZnOE) modificado para su uso en endodoncia. El líquido (eugenol) se mezcla con las partículas finas del polvo (ZnO) para formar una sola sustancia coloidal fluida que se une a la gutapercha.

Muchos productos y materiales han sido probados con la finalidad de sustituir a la gutapercha debido a que este material se ha empleado como el estándar de oro por más de cien años en la práctica endodóntica. Hasta el siglo XXI se introdujo al mercado el Resilon (RMS), constituido principalmente por polímeros de poliéster. Se ha demostrado que el nuevo sistema de obturación a base de Resilon tiene muchas ventajas en comparación con el sistema convencional de gutapercha.

Los materiales de sellado endodóntico con resina están ganando popularidad y están siendo aceptados por producir un sistema de adhesión más resistente a la penetración bacteriana que otros cementos endodónticos. Por ello, el uso de un material que pudiese sellar todo el conducto desde apical hasta coronal evitaría, en la mayoría de los casos, el fracaso endodóntico. Resilon (Resilon Research LLC, Madison, CT) es un material termoplástico sintético hecho a base de polímeros de poliéster y aplicado a la obturación endodóntica. Sus componentes se basan específicamente en resinas, radiopacificadores y rellenos con gran fluidez, que permiten que este material forme penetraciones en túbulos dentinales una vez eliminada la capa de barro dentinario. El objetivo de este trabajo fue

evaluar la capacidad antibacteriana de seis agentes desinfectantes de uso común en endodoncia:

1. Evaluar la capacidad antibacteriana de dos irrigantes en endodoncia, hipoclorito de sodio al 1% e hipoclorito de sodio al 1% más una aplicación del mismo al 6% por cinco minutos.
2. Evaluar la capacidad antibacteriana de dos medicamentos intraconducto, clorhexidina en gel al 2% e hidróxido de calcio al 95% en pasta.
3. Evaluar la capacidad antibacteriana de dos sistemas de obturación, gutapercha con cemento de óxido de zinc y eugenol y Resilon con el cemento Epiphany de Pentron.

Materiales y métodos

Selección y preparación de las muestras. El método que se utilizó para determinar la capacidad antibacteriana de irrigantes, medicamentos intraconducto y sistemas de obturación se basó en el método usado por Haapasalo y Orstavik con algunas modificaciones. Se emplearon 137 raíces palatinas de primeros y segundos molares superiores, que debían ser de un solo conducto recto y sin variantes anatómicas, los cuales se mantuvieron en solución salina estéril al 0.9% hasta recolectar la totalidad de las muestras. Los dientes fueron limpiados mecánicamente con curetas periodontales, con cuidado de no dañar la superficie de la raíz. Cada raíz fue segmentada aproximadamente 3 mm del ápice y se ajustó en coronal hasta que tuvieran una medida de 7 mm de longitud, con una fresa Endo Zecrya (Dentsply, Maillefer-Dentsply Inc. Switzerland) montada en una pieza de alta velocidad con irrigación propia, formando bloques de dentina de aproximadamente 5 mm de ancho en un extremo, con 3 mm en el otro extremo y con 7 mm de largo. Las muestras fueron preparadas a través del conducto de lado a lado con una fresa Peeso Largo núm. 2 (Dentsply, Maillefer, Paris, Fr) montada en una pieza de baja velocidad con enfriamiento con agua. Una vez preparado el espacio pulpar, las muestras se colocaron en baño ultrasónico (BioSonic uc50, Coltene/Whaledent Inc., NJ, EEUU) con EDTA al 17% durante 2 minutos (eliminación de materia inorgánica), seguido por NaOCl al 5% (Cloralex, Alen del sureste S.A. de C.V., Tab, Mex) por 4 minutos (eliminación de materia orgánica). Finalmente, se repitió el baño ultrasónico de EDTA al 17% por 1 minuto y 1

minuto más de solución salina para eliminar todo tejido remanente orgánico e inorgánico y restos de las soluciones. A continuación, las piezas fueron colocadas en una bolsa de esterilización (Assure Plus, Sultan Chemists, Inc, NJ, EEUU) en autoclave (Biocare Vasuum, Zeyco, DF, Mex.) a 121 grados centígrados con 15 libras de presión durante 20 minutos.

La limpieza y apertura de los túbulos dentinales fueron verificados en dos muestras seleccionadas bajo microscopía electrónica de barrido a una magnificación de 1000 X (Foto 1). Para comprobar la esterilidad de las muestras se incubaron en 100 ml de TSB (Caldo Soya Trypticaseína) (BD Bioxon, Becton Dickinson de México S.A. de C.V., DF, Mx) durante 24 horas a 37 grados centígrados.

Para la infección de los túbulos dentinales se usó *Enterococcus faecalis*, resistente a estreptomycin aislado de la orofaringe e identificado con MicroScan para bacterias Gram positivas (Dade Behring Inc. CA, USA). En 100 ml de Caldo soya tripticaseína con 2 mg, estreptomycin por cada ml de caldo (TSB+E) contenidos en el matraz 115 muestras fueron infectadas con una azada de la bacteria, y se dejó incubar por 24 horas a 37 grados centígrados. Se introdujo dentro del mismo matraz una pastilla agitadora estéril y se colocó en el agitador magnético a velocidad mínima por 2 horas; se dejaron incubar por dos semanas con recambio cada 24 horas del medio de cultivo y bacterias con 24 horas de crecimiento.

Dos muestras fueron seleccionadas al azar para verificar la presencia de bacterias en la superficie dental interna con microscopía electrónica de barrido (Foto 2) y otras tres para observar la penetración de las bacterias dentro de los túbulos dentinales en cortes de 7µm con tinción de Brown y Breen modificada (Foto 3). Una vez verificada la infección de los túbulos dentinales, las 115 muestras se dividieron entre todos los agentes desinfectantes y respectivos controles.

Grupos experimentales y controles

Sustancias de irrigación. 1.8 ml de hipoclorito de sodio al 1% 6 veces (simulando los usos en el tratamiento clínico), con una aguja de anestesiar estéril montada en una jeringa de anestesiar y se secó con punta de papel previamente esterilizada (Viarden, Viarden S.A. de C.V.). Se tomó la muestra con una fresa Peeso Largo núm. 5

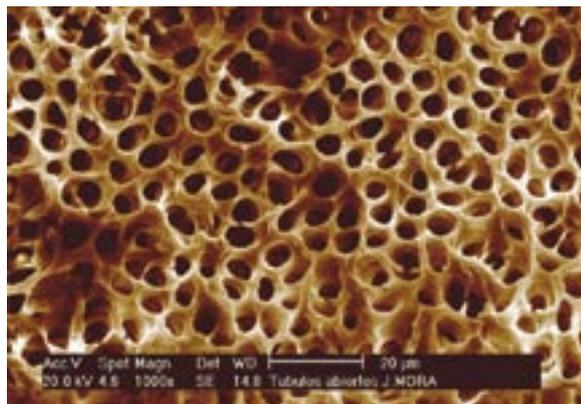


Foto 1. Túbulos dentinales abiertos y limpios después de un tratamiento ultrasónico con EDTA y NaOCl (magnificación 1000 X, coloración sepia)

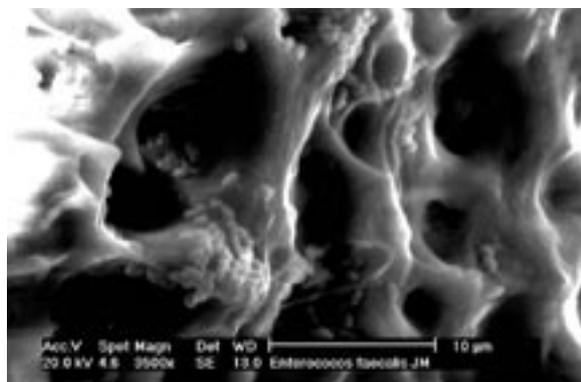


Foto 2. Zona superficial de los túbulos dentinales infectados con *E. faecalis* (magnificación de 3500 X)

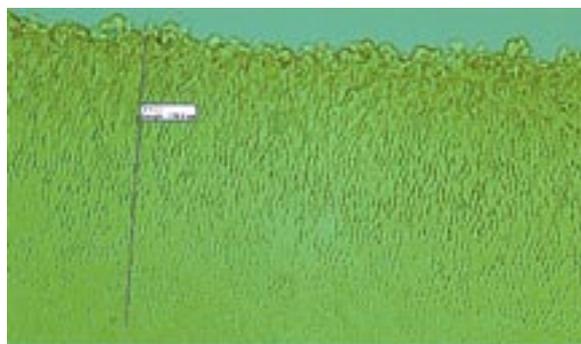
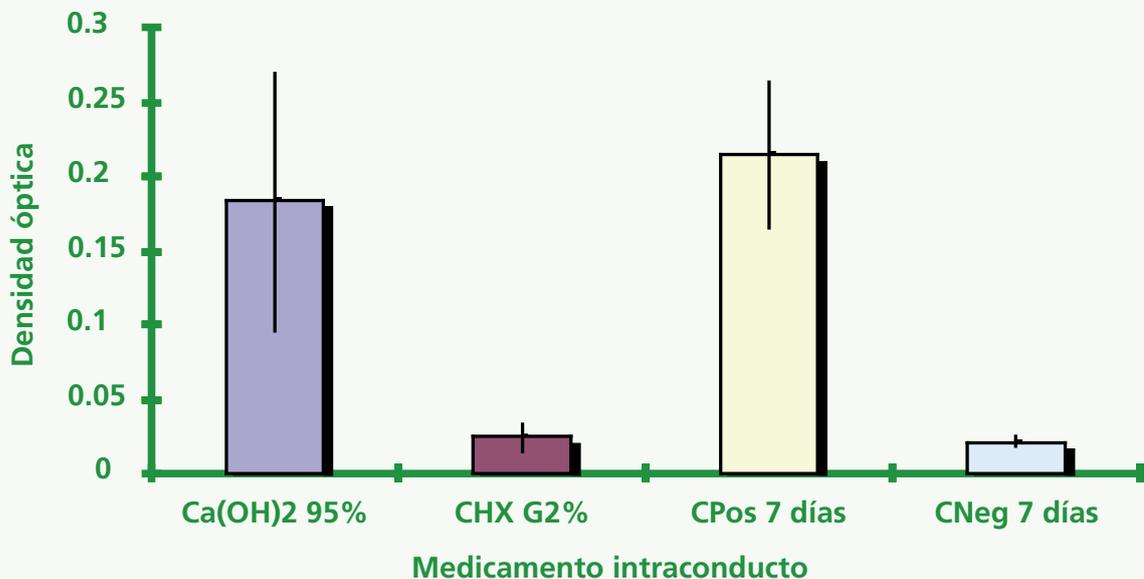


Foto 3. Tinción de Brown y Breen modificada para observar la penetración bacteriana. Las bacterias de color oscuro y fondo color claro (penetración de 176.6 µm, magnificación de 40 X)

(Dentsply, Maillefer, Paris, Fr) estéril (300 µm de dentina), de manera que las partículas de dentina cayeran sobre 2 ml de TSB estéril con estreptomycin. Se dejó incubar durante 24 horas. ▶

Tabla 1. Acción antibacteriana de los medicamentos intraconducto contra el *Enterococcus faecalis* en túbulos dentinales infectados (medias y DE)

Sobrevivencia del *E. faecalis* después de ser medicados por 7 días



NaOCl 1% + 6% (15 muestras infectadas): se utilizó la misma metodología del grupo NaOCl 1%, con la variante de que al final de la irrigación se efectuó una colocación de NaOCl al 6% por 5 minutos antes de secar.

Control positivo 24 horas (10 muestras infectadas): se empleó la misma metodología del grupo NaOCl 1%, sólo que la aplicación fue de cloruro de sodio al 0.9%.

Control negativo 24 horas (10 muestras estériles): los especímenes de este grupo se mantuvieron en TSB estéril con 2 mg de estreptomicina x ml de TSB, pero no se les inoculó *E. faecalis*. Al igual que los otros grupos, los especímenes fueron secados antes de que se tomara la muestra.

Medicaciones intraconducto

Ca(OH)₂ 95% (15 muestras infectadas): las muestras se secaron con puntas de papel estériles y se les administró hidróxido de calcio preparado al 95% (Sigma, Sigma Chemical CO. MO, EEUU) con una jeringa, hasta que se

observara en el otro extremo del cilindro. Las muestras se envolvieron en gasa estéril en humedad parcial con cloruro de sodio al 0.9% estéril y se incubaron en un recipiente sellado, a 37 grados centígrados por 7 días. A continuación se desobturó el conducto con una fresa Peeso Largo núm. 2 estéril y se tomó la muestra con una fresa Peeso Largo núm. 5 estéril, de manera que las partículas de dentina cayeran sobre 2 ml de TSB con estreptomicina. Se dejó incubar durante 24 horas.

CHX 2% (15 muestras infectadas): se utilizó la misma metodología del grupo Ca(OH)₂ 95%, con la variante de que el medicamento que se usó fue clorhexidina en gel al 2%.

Sistemas de obturación

G/ZnOE (15 muestras infectadas): las muestras se secaron con puntas de papel estériles y se obturaron con una punta de gutapercha núm. 90 (Zipperer Endoline, United ▶

Dental Manufacturers, Inc. Fl, EEUU) y cemento de óxido de zinc y eugenol (SILCO, Productos endodónticos especializados, San Luis Potosí, México), preparado según las especificaciones del fabricante. La incubación, desobturación y toma de la muestra de los especímenes se llevaron a cabo de la misma forma que el grupo Ca(OH)₂ 95% y CHX 2%.

R/E (15 muestras infectadas): las muestras se seccionaron con puntas de papel estériles y se obturaron con una punta de Resilon núm. 90 (Resilon Research LLC, Madison, CT) y cemento de resina (Epiphany, Pentron Corporation, Wallingford, CT, EEUU). La obturación se realizó según indica el fabricante. La incubación, desobturación y toma de la muestra de los especímenes se realizaron de la misma forma que el grupo Ca(OH)₂ 95%.

Controles para medicamentos y sistemas de obturación

Control positivo 7 días (10 muestras infectadas): los especímenes llevaron el mismo trato de los grupos anteriores, pero sin aplicarse ningún tratamiento.

Control negativo 7 días (10 muestras estériles): se manejó de la misma manera que el control positivo, pero ausente de bacterias.

Análisis microbiológico

El polvo de la dentina fue recolectado de cada espécimen y colocado inmediatamente en 2 ml de TSB con estreptomina y se dejó incubar durante 24 horas. La turbidez que se formó con el crecimiento bacteriano fue medido mediante espectrofotometría, con una longitud de onda de 540 nm en el lector de ELISA en platos de poliestireno de 96 pozos cilíndricos de base plana, donde se utilizó como solución blanco medio de cultivo estéril. La densidad óptica fue proporcional al número de bacterias presentes. Para verificar el tipo de bacteria y descartar contaminación, se efectuaron las siguientes pruebas a las muestras que presentaron turbidez: prueba de tinción de Gram, prueba de resistencia a la estreptomina en medio líquido, prueba de cloruro de sodio al 6.5% en medio líquido, prueba de catalasa y prueba de pureza de la cepa en Agar sangre de carnero.

Se estableció como criterio de exclusión del estudio a la contaminación de los medios de cultivo, la imposibilidad de demostrar el *E. faecalis* y la precipitación de las partículas de dentina en el medio de TSB+E.

Análisis estadístico

La densidad óptica se usó para representar los resultados. A mayor densidad óptica, mayor crecimiento bacteriano y menor capacidad antibacteriana del tratamiento en prueba. Se obtuvieron las medidas de tendencia central y dispersión en cada uno de los grupos. Para observar las posibles diferencias estadísticas entre los grupos se usó un análisis no paramétrico (Tukey-Kramer) para irrigantes y controles de un día y análisis paramétrico (t Student) entre los grupos de medicamentos intraconducto y selladores endodónticos y controles de 7 días, esto de acuerdo a la distribución de los residuos del modelo. Para todos los grupos se utilizó un alfa de 0.01 ($\alpha=0.01$). El programa que se empleó para el análisis fue JMP IN 4.0.2 (SAS Institute Inc, EEUU). Los grupos se compararon según su función, irrigantes, medicamentos intraconducto y sistemas de obturación, cada uno con sus respectivos controles.

Resultados

Uno de los resultados del grupo de Ca(OH)₂ 95% y dos del NaOCl 1% + 6% fue eliminado del estudio debido a la precipitación de partículas de dentina en el medio de cultivo. Ninguna muestra fue excluida por contaminación. Los resultados de la densidad óptica están ilustrados en la Tabla 1. El crecimiento bacteriano se encontró en todas las muestras de los controles positivos y estuvieron ausentes en las muestras de los controles negativos. En el grupo de irrigantes inhibió mayor cantidad de bacterias, seis irrigaciones de hipoclorito de sodio al 1%, con una aplicación final de cinco minutos con el mismo producto al 6% ($p>0.01$ con el control negativo), mientras que cuando se usó al 1% sin la aplicación final al 6% inhibió bacterias y se encontró diferencia con el control positivo, pero también con el control negativo ($p<0.01$), por lo cual se demostró que este grupo disminuye la carga bacteriana, pero no la elimina totalmente.

Para los medicamentos intraconducto, la clorhexidina en gel al 2% inhibió totalmente la sobrevivencia de la bacteria, comportándose de modo similar al control negativo, en tanto que el hidróxido de calcio no tuvo efecto alguno significativo contra el *E. faecalis* ($p>0.01$ con el control positivo). El sistema de obturación de gutapercha con cemento de óxido de zinc y eugenol inhibió casi totalmente el *E. faecalis* en un periodo de 7 días y detectó un mínimo crecimiento sin diferencia estadística al

control negativo, mientras que el sistema de Resilon con Epiphany se comportó similarmente al control positivo de 7 días de incubación ($p > 0.01$).

Discusión

Los túbulos dentinales pueden actuar como un depósito de bacterias que terminaría en la infección o reinfección durante o después del tratamiento endodóntico. Por ello, en este trabajo se utilizó la metodología de infección y desinfección de túbulos dentinales de Haapasalo y Orstavik, con algunas modificaciones. Esta prueba ha servido para medir la capacidad antibacteriana de irrigantes de medicamentos intraconducto, y selladores endodónticos.²⁴

El *Enterococcus faecalis* fue usado como el microorganismo de prueba debido a (i) que está asociado con la inflamación periapical persistente en situaciones clínicas. (ii) Es una bacteria de tipo cocos y anaerobia facultativa Gram positiva que ha servido para modelos experimentales de túbulos dentinales infectados. (iii) Es fácilmente cultivable en condiciones aerobias o anaerobias (iv), coloniza fácilmente los túbulos dentinales de bovinos y humanos (v) y puede ser utilizado en medios de cultivos específicos con antibióticos debido a la resistencia a éstos para reducir la contaminación. (vi) No se necesitan técnicas de identificación molecular, ya que las bacterias viables son fácilmente identificable con pruebas bioquímicas.

En este estudio, las partículas de dentina fueron recolectadas en TSB con un agregado de 2 mg de antibiótico por cada mililitro de TSB para hacer un medio de cultivo específico al *Enterococcus faecalis* resistente a la estreptomina y así evite el crecimiento de otras bacterias, pero permita el del *E. faecalis*.

La toma de muestras de los túbulos dentinarios se realizó con una fresa Peeso Largo núm. 5, debido a que ésta recolecta partículas de dentina a 300 μm circunferencialmente del conducto. En estudios previos se ha determinado que la bacteria *E. faecalis* puede penetrar entre 300 a 400 μm dentro de los túbulos dentinarios en un periodo de una a tres semanas sin diferencias significativas en los resultados.

Soluciones irrigantes

El empleo de hipoclorito de sodio al 1% irrigado en 6 momentos reduce la carga bacteriana significativamente

(0.116) en comparación con el control positivo (0.185) ($p > 0.01$), pero cuando se agrega una aplicación pasiva de hipoclorito al 6% por cinco minutos, disminuye la carga bacteriana a resultados sin crecimiento bacteriano (0.014), comparable con el control negativo ($p > 0.01$).

La colocación de una aplicación final de hipoclorito al 6% por 5 minutos logró evitar el crecimiento y eliminó las bacterias dentro de los túbulos dentinales; estos datos concuerdan con lo propuesto por Piccolomini, quien reportó que 100% de las bacterias había muerto en un enjuague de hipoclorito al 5.25% por 15 minutos. Nuestros datos confirman los resultados y proponen que con 5 minutos como colocación final al 6% son suficientes para notar la ausencia de crecimiento en el modelo experimental de túbulos dentinales infectados.

Los autores de la presente investigación están de acuerdo con Torabinejad, quien comprobó que el poder antibacteriano del hipoclorito de sodio es mayor en cuanto aumente la concentración del mismo.

Medicamentos intraconducto

Nuestros resultados no mostraron capacidad antibacteriana significativa contra el *Enterococcus faecalis* en túbulos dentinales con dos semanas de infección ($p > 0.01$) en la medición de la densidad óptica. El rango de turbidez varió considerablemente (0.077-0.31), lo que indica que en algunos especímenes hubo mayor inhibición que en otros, o bien, la inoculación no se dio de forma igual para todas las muestras. Eso se verifica en el control positivo (sin tratamiento antibacteriano), en el que el rango varió de 0.143 a 0.301, con lo cual se demuestra que la inoculación no se comporta igual para todas las muestras.

El hidróxido de calcio no elimina totalmente el *Enterococcus faecalis* en un modelo similar. Coincidentemente, la desviación estándar más alta de ellos, al igual que nosotros, aparentemente fue para el grupo de hidróxido de calcio. Estos autores mencionan que "la aplicación de hidróxido de calcio por 7 días reduce la carga bacteriana, pero no es efectiva en la eliminación total del *E. faecalis* en túbulos dentinales infectados".

Los estudios en túbulos dentinales infectados demuestran que el hidróxido de calcio no es efectivo para eliminar el *Enterococcus faecalis*, y se ha observado que ▶

se necesitan más de 10 días para que esto suceda. Otros estudios mencionan que en 7 días el hidróxido de calcio no tiene efecto contra el *Enterococcus faecalis* cuando se encuentra dentro de los túbulos dentinales; no esteriliza la dentina ni previene la reinfección. Los resultados se basan en la explicación de que las bacterias colonizan los tejidos en ramificaciones, istmos e irregularidades, que ayudan a proteger la acción del hidróxido de calcio. Otra explicación es que existe una resistencia intrínseca a los medicamentos, un efecto amortiguador del pH por la acción buffer de la dentina, la baja solubilidad y difundibilidad del hidróxido de calcio por los túbulos dentinales, la activación de una bomba de protones específica por la bacteria, un sistema de enzimas específicas, un dispositivo amortiguador que prácticamente permite mantener el pH interno constante y una barrera física de las bacterias.

Los resultados obtenidos determinaron la susceptibilidad del *E. faecalis* a la clorhexidina en gel al 2% al no encontrarse diferencia significativa con el control negativo (0.023 vs. 0.021 con $p > 0.01$), pero sí con el hidróxido de calcio y el control positivo ($p < 0.01$). Esto indica la efectividad de ésta para actuar como un medicamento intraconducto por 7 días en la desinfección de los túbulos dentinales contaminados. Cuando se utiliza a concentraciones menores (0.12%), el medicamento no inhibe totalmente el *E. faecalis*. De acuerdo con los resultados, se concluye que la solución de clorhexidina debe usarse a concentraciones mayores a 0.12% para obtener un espectro antibacteriano". Si tomamos en cuenta que el método que se empleó en ese trabajo fue por contacto directo, con más razón debe usarse a concentraciones mayores. De la misma forma, la clorhexidina al 2% en gel ha demostrado ser eficaz contra el *E. faecalis*, en el que se encontraron cultivos negativos en periodos de 1, 2, 7 y 15 días. Otros estudios reafirman los resultados. De hecho, se ha llegado a mencionar que la clorhexidina en gel al 2% en dientes medicados por una semana tiene un efecto antibacteriano residual contra el *E. faecalis*.

Sistemas de obturación

El cemento de óxido de zinc y eugenol es uno de los cementos más estudiados en endodoncia y cuando se

compara con otros cementos de uso común, resulta que este sellador es el que posee la mayor capacidad antibacteriana. Nuestros resultados concuerdan con los ya mencionados. En este estudio se comparó un sistema de obturación convencional, el cual es la combinación de gutapercha con cemento de ZnOE, contra un sistema que está siendo introducido en el mercado por Resilon Research y Pentron para el sistema de obturación Epiphany, que se compone de la punta que contiene Resilon y el cemento Epiphany de resina.

Por otra parte, el cemento de óxido de zinc y eugenol está considerado el de mayor capacidad antibacteriana en comparación con otros selladores, como el Roeko, Apexit y Ketac-Endo. Estos datos concuerdan con los obtenidos en la presente investigación, en la que el cemento de óxido de zinc y eugenol (SILCO, San Luis Potosí, Mex) no presentó diferencia significativa con el control negativo ($p > 0.01$), pero sí con el Resilon y Epiphany y el control positivo ($p < 0.01$).

La capacidad antibacteriana se explica por la liberación de iones de eugenol y zinc tanto del cemento como de la gutapercha, que ingresa a los túbulos dentinales. Por su parte, la función del ZnOE es actuar como agente antimicrobiano y sirve de citoprotector de las células tisulares. Así mismo, se menciona que la gutapercha tiene capacidad antibacteriana y se le atribuye a la presencia de óxido de zinc (del 37 al 75%), pero puede variar debido a que los componentes son diferentes según las casas comerciales. Existe una explicación mecánica que se basa en hacer un medio privado de nutrientes y espacio para la multiplicación.

Para Resilon y Epiphany los datos reportan que en 300 μm de túbulos dentinales infectados con *E. faecalis* este material cuenta con capacidad antibacteriana muy limitada.

Dentro de los componentes que podrían funcionar como antimicrobiano del cemento de resina Epiphany está el hidróxido de calcio, que se encuentra en cantidades ínfimas, y si éste es liberado, no se considera que produzca efecto alguno por las razones ya mencionadas de la acción del hidróxido de calcio ante el *E. faecalis* en tejido dental.

A pesar de que no presentó diferencia significativa con el control positivo de 7 días de incubación ($p > 0.01$), ▶

se observa que la columna de medición de densidad óptica es menor que éste, lo cual se explica porque la obturación por sí sola produce un medio privado de nutrientes y espacio para la multiplicación bacteriana. ∞

Bibliografía

- Al-Holy M, Lin M, Rasco B. Destruction of *Listeria monocytogenes* in sturgeon (*Acipenser transmontanus*) caviar by a combination of nisin with chemical antimicrobials or moderate heat. *J Food Prot* 2005 Mar 68(3):512-520.
- Al-Kilani MG, Whitworth JM, Dummer PM. Preliminary in vitro evaluation of Carisolv as a root canal irrigant. *Int Endod J* 2003 Jun 36(6):433-440.
- Basrani B, Santos JM, Tjaderhane L, Grad H, Gorduyus O, Huang J, Lawrence HP, Friedman S. Substantive antimicrobial activity in chlorhexidine-treated human root dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002 Aug 94(2):240-245.
- Basrani B, Tjaderhane L, Santos JM, Pascon E, Grad H, Lawrence HP, Friedman S. Efficacy of chlorhexidine and calcium hydroxide-containing medicaments against *Enterococcus faecalis* in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003 Nov 96(5):618-624.
- Baker NE, Liewehr FR, Buxton TB, Joyce AP. Antibacterial efficacy of calcium hydroxide, iodine potassium iodide, betadine scrub with and without surfactant against *E faecalis* in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004 Sep 98(3):359-364.
- Crebelli R, Conti L, Monarca S, Ferretti D, Zerbinì I, Zani C, Veschetti E, Cutilli D, Ottaviani M. Genotoxicity of the disinfection by-products resulting from peracetic acid or hypochlorite-disinfected sewage wastewater. *Water Res* 2005 Mar 39(6):1105-1113.
- Ercan E, Ozekinci T, Atakul F, Gul K. Antibacterial activity of 2% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite in infected root canal: in vivo study. *J Endod* 2004 Feb 30(2):84-87.
- Estrela C, Estrela CRA, Barbin EL, Spanó JC, Marchesan MA, Pécora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J* 2002;2:113-117.
- Estrela C, Ribeiro RG, Estrela CR, Pecora JD, Sousa-Neto MD. Antimicrobial effect of 2% sodium hypochlorite and 2% chlorhexidine tested by different methods. *Braz Dent J* 2003;14(1):58-62.
- Fuss Z, Mizrahi A, Lin S, Cherniak O, Weiss EI. A laboratory study of the effect of calcium hydroxide mixed with iodine or electrophoretically activated copper on bacterial viability in dentinal tubules. *Int Endod J* 2002 Jun;35(6):522-526.
- Gomes BP, Ferraz CC, Vianna ME, Berber VB, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J* 2001 Sep 34(6):424-428.
- Gomes BP, Souza SF, Ferraz CC, Teixeira FB, Zaia AA, Valdirighi L, Souza-Filho FJ. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine in vitro. *Int Endod J* 2003 Apr 36(4):267-275.
- Grandini S, Balleri P, Ferrari M. Evaluation of glyde file prep in combination with sodium hypochlorite as a root canal irrigant. *J Endod* 2002 Apr 28(4):300-303.
- Gurgel-Filho ED, Andrade Feitosa JP, Teixeira FB, Monteiro de Paula RC, Araujo Silva JB, Souza-Filho FJ. Chemical and X-ray analyses of five brands of dental gutta-percha cone. *Int Endod J* 2003 Apr 36(4):302-307.
- Hauman CH, Love RM. Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part 2. Root-canal-filling materials. *Int Endod J* 2003 Mar 36(3):147-160.
- Koshiy G, Corbet EF, Ishikawa I. A full-mouth disinfection approach to nonsurgical periodontal therapy--prevention of reinfection from bacterial reservoirs. *Periodontol* 2004;36:166-178.
- Lai CC, Huang FM, Yang HW, Chan Y, Huang MS, Chou MY, Chang YC. Antimicrobial activity of four root canal sealers against endodontic pathogens. *Clin Oral Investig* 2001 Dec 5(4):236-239.
- Lymne RE, Liewehr FR, West LA, Patton WR, Buxton TB, McPherson JC. In vitro antimicrobial activity of various medication preparations on *E. faecalis* in root canal dentin. *J Endod* 2003 Mar 29(3):187-190.
- Mickel AK, Nguyen TH, Chogle S. Antimicrobial activity of endodontic sealers on *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 2003 Apr 29(4):257-258.
- Mora JR. Resilon (RMS) al frente de la batalla de la obturación endodóntica. *Dentista Empresario* 2005;8(1)12-16.
- Morrier JJ, Benay G, Hartmann C, Barsotti O. Antimicrobial activity of Ca(OH)₂ dental cements: an in vitro study. *J Endod* 2003 Jan 29(1):51-54.
- Nagayoshi M, Kitamura C, Fukuizumi T, Nishihara T, Terashita M. Antimicrobial effect of ozonated water on bacteria invading dentinal tubules. *J Endod* 2004 Nov 30(11):778-781.
- Piccolomini R, D'Arcangelo C, D'Ercole S, Catamo G, Schiaffino G, De Fazio P. Bacteriologic evaluation of the effect of Nd: YAG laser irradiation in experimental infected root canals. *J Endod* 2002 Apr 28(4):276-278.
- Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Orstavik D. Survival of *Enterococcus faecalis* in infected dentinal tubules after root canal filling with different root canal sealers in vitro. *Int Endod J* 2004 Mar 37(3):193-198.
- Santos S, Herrera D, Lopez E, O'Connor A, Gonzalez I, Sanz M. A randomized clinical trial on the short-term clinical and microbiological effects of the adjunctive use of a 0.05% chlorhexidine mouth rinse for patients in supportive periodontal care. *J Clin Periodontol* 2004 Jan 31(1):45-51.
- Sassone LM, Fidel RA, Fidel SR, Dias M, Hirata RJ. Antimicrobial activity of different concentrations of NaOCl and chlorhexidine using a contact test. *Braz Dent J* 2003;14(2):99-102.
- Shabahang S, Torabinejad M. Effect of MTAD on *Enterococcus faecalis*-contaminated root canals of extracted human teeth. *J Endod* 2003 Sep;29(9):576-579.
- Shipper G, Orstavik D, Teixeira FB, Trope M. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J Endod* 2004 May 30(5):342-347.
- Shipper G, Teixeira FB, Arnold RR, Trope M. Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta-percha or Resilon. *J Endod* 2005 Feb 31(2):91-96.
- Spanó JCE, Barbin EL, Santos TC, Guimarães LF, Pécora JD. Solvent action of sodium hypochlorite on bovine pulp and physico-chemical properties of resulting liquid. *Braz Dent J* 2001;12:154-157.
- Torabinejad M, Shabahang S, Aprecio RM, Kettering JD. The antimicrobial effect of MTAD: an in vitro investigation. *J Endod* 2003 Jun 29(6):400-403.
- Turner SR, Love RM, Lyons KM. An in-vitro investigation of the antibacterial effect of nisin in root canals and canal wall radicular dentine. *Int Endod J* 2004 Oct 37(10):664-671.
- Vianna ME, Gomes BP, Berber VB, Zaia AA, Ferraz CC, de Souza-Filho FJ. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004 Jan 97(1):79-84.
- Wuerch RM, Apicella MJ, Mines P, Yancich PJ, Pashley DH. Effect of 2% chlorhexidine gel as an intracanal medication on the apical seal of the root-canal system. *J Endod* 2004 Nov 30(11):788-791.

Estimado cirujano dentista, cualquier duda, comentario o sugerencia sobre esta publicación envíela al correo electrónico: revodonto@salud.gob.mx
Visítenos en internet en: www.imbiomed.com