

Capacidad de sellado coronario de dos cementos endodónticos a base de óxido de cinc y eugenol. Un estudio *ex vivo*

Coronal sealing properties of two zinc oxide and eugenol-based endodontic sealers.

An ex vivo study

Presentado: 5 de agosto de 2014
Aceptado: 29 de diciembre de 2014

Osvaldo Zmener, Jesús Rodríguez Guillén, Marilín Gutiérrez Segovia

Carrera de Especialización en Endodoncia, Facultad de Ciencias Médicas, Escuela de Odontología, Universidad del Salvador, Buenos Aires, Argentina

Resumen

Objetivo: Comparar, mediante un modelo de filtración bacteriana, la capacidad de sellado coronario de obturaciones realizadas con conos de gutapercha complementados con Kleppmethasona (KMS; Klepp/Raysan SA, Buenos Aires, Argentina); y Pulp Canal Sealer EWT (PCS; Sybron-Endo, Glendora, Estados Unidos).

Materiales y métodos: Se utilizaron 24 (n=24) premolares humanos sanos extraídos. En todos los casos, los conductos radiculares fueron preparados por medio de instrumentos rotatorios ProTaper Universal (Dentsply/Tulsa Dental, Tulsa, OK, Estados Unidos) hasta un instrumento #F3. Se distribuyeron 20 de los dientes en dos grupos experimentales (Grupo 1 y Grupo 2) de 10 (n=10) especímenes cada uno. En cada grupo experimental se agregaron un espécimen de control positivo (n=1) y un espécimen de control negativo (n=1). En el Grupo 1, los conductos se obturaron con un cono de gutapercha ProTaper de conicidad correspondiente al instrumento #F3, y se complementó mediante la condensación lateral de conos accesorios. El sellador utilizado fue KMS, a base de óxido de cinc y eugenol, que incluye un corticoide en su composición. En el Grupo 2 se realizó el mismo procedimiento, pero se utilizó PCS, un sellador a base de óxido de

cinc y eugenol convencional. Para cada espécimen, el proceso de filtración bacteriana se realizó por medio de un sistema individual de doble cámara, cada una de las cuales contenía el medio de cultivo. En todos los casos, el medio de la cámara superior se inoculó con un cultivo de *Enterococcus faecalis*, y el sistema se incubó durante 60 días. En la cámara inferior, la filtración bacteriana se controló diariamente hasta la finalización del experimento. Los datos registrados se analizaron con la prueba de supervivencia de Kaplan-Meyer y la prueba de Fischer, con un nivel de significación de $P < 0,05$.

Resultados: Todos los controles positivos demostraron filtración bacteriana dentro de las primeras 48 horas. No hubo filtración en ninguno de los controles negativos. Luego de 60 días, las diferencias entre ambos grupos experimentales no fueron estadísticamente significativas ($P > 0,05$).

Conclusiones: Al finalizar el ensayo, las obturaciones realizadas en cada uno de los grupos revelaron una capacidad de sellado coronario similar ante la filtración de *E. faecalis*.

Palabras clave: Endodoncia, óxido de cinc y eugenol, sellado coronario, selladores endodónticos.

Abstract

Aim: To compare *ex vivo* the coronal bacterial microleakage in root canals filled with gutta-percha cones and Kleppmethasona (KMS; Klepp/Raysan SA, Buenos Aires, Argentina), a zinc oxide and eugenol-based endodontic sealer containing a corticosteroid; or Pulp Canal Sealer EWT (PCS; Sybron-Endo, Glendora, USA), a conventional zinc oxide and eugenol-based sealer.

Materials and methods: Twenty four extracted single-rooted human premolars were prepared with ProTaper Universal rotary instruments (Dentsply/Tulsa Dental, Tulsa, OK, USA) to a #F3 instrument. Twenty teeth were allocated into two experimental groups of 10 teeth each (n=10). For each group one positive (n=1) and one negative (n=1) con-

trol specimen were added. In Group 1, the root canals were filled with a master gutta-percha cone corresponding to the size of the #F3 instrument and complemented with laterally condensed accessory gutta-percha cones. KMS was used as the sealer. In Group 2, the canals were filled using the same procedures, but the sealer was PCS. For each specimen, an individual dual chamber bacterial leakage model was used. The medium of the upper chamber was inoculated with *Enterococcus faecalis* and incubated for 60 days. The lower chamber was then checked daily for bacterial microleakage. Data were analyzed using the Kaplan-Meier survival test.

Significant pair wise differences were analyzed using the Fisher's test at $P < 0.05$.

Results: The positive controls revealed bacterial leakage within 48 hours while none of the negative controls leaked. After 60 days, the root fillings in Group 1 and 2 showed no statistically significant differences in leakage patterns ($P > 0.05$).

Conclusions: At the end of the experiment, the root fillings in Groups 1 and 2 showed similar behavior in preventing coronal bacterial leakage of *E. faecalis*.

Key words: Endodontics, zinc oxide and eugenol, coronal seal, endodontic sealers.

Introducción

Después de la preparación y la desinfección del sistema de conductos radiculares, la obtención de una obturación tridimensional contribuye al éxito del tratamiento endodóntico.^{1,2} La pérdida o el deterioro de la restauración coronaria final luego del tratamiento constituye una ruta potencial para la penetración de microorganismos del medio bucal y para su acceso a los tejidos periapicales a través de los materiales de obturación,³⁻⁵ comprometiendo significativamente los resultados del tratamiento realizado.⁶⁻⁸ Con el objeto de reducir lo más posible este inconveniente, se han utilizado diferentes tipos de cementos y selladores endodónticos a base de óxido de cinc y eugenol, resinas, ionómeros vítreos, siliconas, cementos con hidróxido de calcio o selladores a base de metacrilatos en combinación con conos de gutapercha o conos constituidos por materiales resinosos.⁹

La mayoría de los investigadores coinciden en que ninguno de los materiales con los que actualmente se cuenta tienen la capacidad de sellar de manera "hermética" la interfase material de obturación / pared dentinaria.^{2,10-13} Si bien la búsqueda del material ideal continúa, los selladores endodónticos a base de óxido de cinc y eugenol, en sus diferentes presentaciones, siguen siendo una alternativa importante según diferentes escuelas endodónticas.¹⁴ En general, son de manipulación simple, contienen indicaciones precisas para determinados casos clínicos por su efecto medicamentoso, e históricamente han demostrado un comportamiento clínico adecuado,¹⁵⁻¹⁸ aun en casos de sobreobturaciones.¹⁹ Por sus propiedades ampliamente conocidas, este tipo de selladores constituye el material de preferencia para ser utilizado como grupo control cuando se investigan las propiedades fisicoquímicas y/o biológicas de diferentes selladores endodónticos.^{11,20}

La incorporación de corticoides en la composición de un sellador a base de óxido de cinc y eugenol ha per-

mitido mejorar su tolerancia clínica y reducir la reacción inflamatoria posoperatoria.^{21,22} Recientemente, ha sido introducido en el mercado el sellador endodóntico a base de óxido de cinc y eugenol Kleppmethasona (KMS; Klepp/Raysan SA, Buenos Aires, Argentina), que contiene acetato de hidrocortisona. El objetivo del presente ensayo *ex vivo* fue analizar el sellado coronario obtenido en conductos radiculares obturados con conos de gutapercha y KMS; o con conos de gutapercha y PCS (Sybron-Endo, Glendora, Estados Unidos), un sellador a base de óxido de cinc y eugenol convencional.

Materiales y métodos

El protocolo de este trabajo fue previamente revisado y aprobado por la Comisión de Ética para la Investigación Científica de la Asociación Odontológica Argentina. Se utilizaron 24 premolares inferiores humanos extraídos, obtenidos en diferentes servicios hospitalarios y conservados en suero fisiológico con cristales de timol. En cuanto a los criterios de inclusión, los 24 dientes debían tener una longitud total de al menos 17 mm, medida desde el límite amelocementario hasta el extremo apical; un solo conducto recto de fácil acceso al tercio apical; un foramen permeable; y no debían presentar conductos exageradamente ovales, reabsorciones radiculares, fisuras u otras alteraciones estructurales. Estas características fueron confirmadas por medio de radiografías tomadas en sentido vestibulolingual y mesiodistal. Se consideraron exageradamente ovales los conductos en los que la relación de ambos sentidos era superior a 2:1. En esos casos, los conductos fueron descartados. La longitud de los dientes fue estandarizada seccionando cada uno de ellos a 16 mm del ápice anatómico, de forma perpendicular al eje mayor del conducto radicular, por medio de un micrótopo para tejidos duros (Isomet, Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, Estados Unidos)

bajo irrigación constante con suero fisiológico. Los conductos radiculares fueron analizados sobre proyecciones de las radiografías obtenidas previamente, lo que, según sus características morfológicas, permitió realizar una distribución más o menos equitativa de los dientes en dos grupos experimentales de 10 especímenes cada uno ($n=10$). Para cada grupo experimental se agregaron dos especímenes: uno ($n=1$), utilizado como control positivo; el otro ($n=1$), como control negativo.

Preparación de los conductos. En todos los dientes, la longitud de trabajo (LT) fue establecida aproximadamente a menos 1 mm de la longitud registrada cuando una lima tipo K #10 (Maillefer/Dentsply, Ballaigues, Suiza) era visible a nivel del foramen apical mediante una lupa con un aumento de X25. Todos los conductos fueron preparados con instrumentos rotatorios ProTaper Universal (Dentsply/Tulsa Dental, Tulsa, OK, Estados Unidos) de modo que un instrumento #F3 pudiera ser introducido fácilmente hasta la LT. Los instrumentos fueron empleados de acuerdo con la secuencia sugerida por el fabricante, rotando a 350 rpm en un micromotor eléctrico con control de torque (X-SMART; Dentsply, Ballaigues, Suiza).

Durante todo el procedimiento y a cada cambio de instrumento, los conductos se irrigaron con 10 ml de una solución de NaClO al 5,25%, seguida por 10 ml de EDTA al 17%. La irrigación fue realizada con jeringas descartables (Ultradent Products, South Jordan, UT, Estados Unidos) y agujas NaviTip (Ultradent Products) de 21 mm de longitud y calibre #30. Una vez finalizada la preparación, permanecieron impregnados con solución de EDTA al 17% durante 1 minuto más, tras lo cual se efectuó un lavado profuso con suero fisiológico. Finalmente, se utilizó una lima de pasaje #15, 1 mm más allá del foramen. Con el objeto de que las soluciones irrigantes alcanzaran en lo más profundamente posible el tercio apical de la preparación, se ubicó el tope de goma provisto, con la aguja NaviTip, a una longitud de 15 mm de su extremo. De esta forma se comprobó que la punta de la aguja se encontrara cerca del extremo apical de la preparación cuando el tope coincidía, o presentaba una diferencia de ± 1 mm respecto de la superficie oclusal de cada espécimen, o hacía tope en un punto cercano a ese nivel. Cuando ocurría esto último, la aguja era retirada 1 mm, para permitir el libre reflujo de las soluciones irrigantes. Al finalizar la instrumentación, se eliminó el excedente de las soluciones irrigantes durante 1 minuto mediante succión, utilizando puntas capilares y un adaptador luer acoplado a una válvula de vacío. Se completó el secado de los conductos con conos de papel de conicidad creciente (Dentsply/Maillefer) correspondientes

al instrumento #F3. Los especímenes así preparados fueron esterilizados en autoclave y conservados en esas condiciones en una estufa para cultivo, a 37 °C y 100% de humedad.

Obturación. Todos los procedimientos de obturación y el posterior ensayo de filtración bacteriana fueron llevados a cabo bajo condiciones de esterilidad en un laboratorio microbiológico. En el Grupo 1 ($n=10$), cada espécimen se obturó por medio de un cono de gutapercha ProTaper (Dentsply/Maillefer) correspondiente al instrumento #F3 y con KMS (lote 12313). Las paredes dentinarias fueron recubiertas con el sellador, utilizando un instrumento de menor calibre. Posteriormente, el cono principal fue recubierto con el sellador, introducido en el conducto radicular y ajustado a nivel de la LT. La obturación se complementó mediante la condensación lateral de conos de gutapercha accesorios (Dentsply/Maillefer) recubiertos con el sellador. En el Grupo 2 ($n=10$) se procedió de manera similar que en el Grupo 1, pero el sellador empleado fue PCS (lote 5-1250).

Los selladores fueron preparados y utilizados de acuerdo con las especificaciones del fabricante. En ambos grupos, los conos accesorios fueron condensados lateralmente mediante espaciadores digitales hasta el punto en que no pudieron ser introducidos a una profundidad mayor a 3 mm. La cantidad de conos accesorios utilizados no fue necesariamente la misma para todos los dientes. Todos los conductos fueron preparados y obturados por un único operador.

Controles positivos y negativos. Los conductos de los controles positivos y negativos fueron preparados de la misma manera que los de los grupos experimentales. En los controles positivos, los accesos coronarios y los conductos radiculares no fueron obturados. En los controles negativos, los conductos fueron obturados de la misma forma que los de los respectivos grupos experimentales.

En todos los casos, la calidad de las obturaciones fue confirmada radiográficamente. Los especímenes en los que se observaban áreas de desadaptación, burbujas o espacios vacíos fueron descartados y reemplazados por otros, o bien se mejoraron las obturaciones—cuando fue posible— hasta alcanzar el nivel de calidad requerido. Las muestras se conservaron en condiciones de esterilidad, a 37 °C y 100% de humedad, durante 72 horas, a fin de que los selladores fraguaran completamente. Luego, los excedentes de gutapercha y de sellador fueron removidos con cuidado a nivel de los accesos por medio de una hoja filosa. En los especímenes de los grupos experimentales y en los controles positivos, las superficies radiculares fueron recubiertas con dos capas de esmalte

para uñas, excepto 1 mm alrededor del foramen apical y 1 mm por debajo de la superficie coronaria. En los controles negativos, se removió 1 mm de gutapercha con un excavador caliente. Finalmente, los accesos fueron obturados con Cavit (ESPE GmbH, Seefeld, Alemania) y las raíces fueron totalmente recubiertas (incluidos los accesos obturados y los forámenes apicales) con dos capas de esmalte.

Ensayo de filtración. Para cada espécimen se utilizó un modelo de ensayo de filtración bacteriana (fig. 1) constituido por una cámara superior y otra inferior, de acuerdo con los procedimientos descritos por Miletic *et al.*¹³ En cada caso, se cortó el extremo inferior de un tubo de plástico Eppendorf de 1,5 ml (cámara superior), y se insertó la raíz a través de su orificio, de manera tal que sobresaliera aproximadamente 10 mm. La unión entre la superficie radicular y el tubo fue sellada con dos capas de cianoacrilato (Ciano, Anaerobicos IWT, Buenos Aires, Argentina). Todos los tubos se incluye-

ron dentro de frascos (cámara inferior) con 10 ml de caldo tripticasa de soja estéril (TSB; Difco Laboratory, Detroit, MI, Estados Unidos), manteniendo sumergida aproximadamente 4 mm de la raíz. La unión entre el tubo y la boca del frasco también fue sellada con dos capas de cianoacrilato. El modelo completo fue esterilizado con óxido de etileno durante 12 horas, e incubado a 37 °C por 72 horas para asegurar su esterilización. Si el TSB presentaba signos de turbidez, tanto el modelo como la pieza dentaria en su interior eran descartados y reemplazados. En la cámara superior se introdujo 1 ml de TSB con un cultivo de 24 horas de *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), con una concentración de 10^8 unidades/mililitro. Los modelos correspondientes a ambos grupos fueron incubados durante 60 días a 37 °C, y la cámara superior se reinoculó con cultivos frescos cada 5 días, de acuerdo a lo sugerido por Torabinejad *et al.*²³ El TSB de la cámara inferior se controló diariamente, a fin de observar si se producía turbidez, la cual era un indicador de que se había producido filtración de las bacterias hacia la cámara inferior y a través de la obturación de los conductos radiculares. Para cada grupo, se registraron la cantidad de días transcurridos y el número de especímenes en los que se observó turbidez a lo largo del período de 60 días. De cada espécimen se tomó una muestra de ambas cámaras y se incubaron en agar-sangre para controlar la viabilidad bacteriana, tomando como parámetros las características morfológicas obtenidas mediante coloración de Gram. Los resultados se compararon con la prueba de supervivencia de Kaplan-Meier y la prueba de Fischer; se estableció un nivel de significación de $P < 0,05$. La hipótesis nula sugerida postula la existencia de diferencias significativas en cuanto a la capacidad de sellado de KMS y de PCS.

Resultados

Dos especímenes del Grupo 1 y uno del Grupo 2 revelaron signos de contaminación previamente al inicio del ensayo de filtración, por lo que fueron reemplazados. En los controles positivos se registró filtración bacteriana dentro de las primeras 24 horas. Los controles negativos no presentaron filtración en ningún caso. Los resultados totales obtenidos para cada grupo experimental pueden observarse en la tabla 1. En el Grupo 1 no se detectó turbidez en la cámara inferior hasta los días 32 (1 caso), 43 (1 caso), 50 (1 caso) y 56 (1 caso), y en 6 de los casos no hubo filtración. En el Grupo 2, se detectó turbidez en la cámara inferior los días 19 (1 caso), 30 (2 casos), 42 (1 caso) y 44 (1 caso), y en 5 de los casos no hubo filtración. La media de sobrevida en el Grupo 1 fue de 54,1 días, con un intervalo de confianza (95%) de

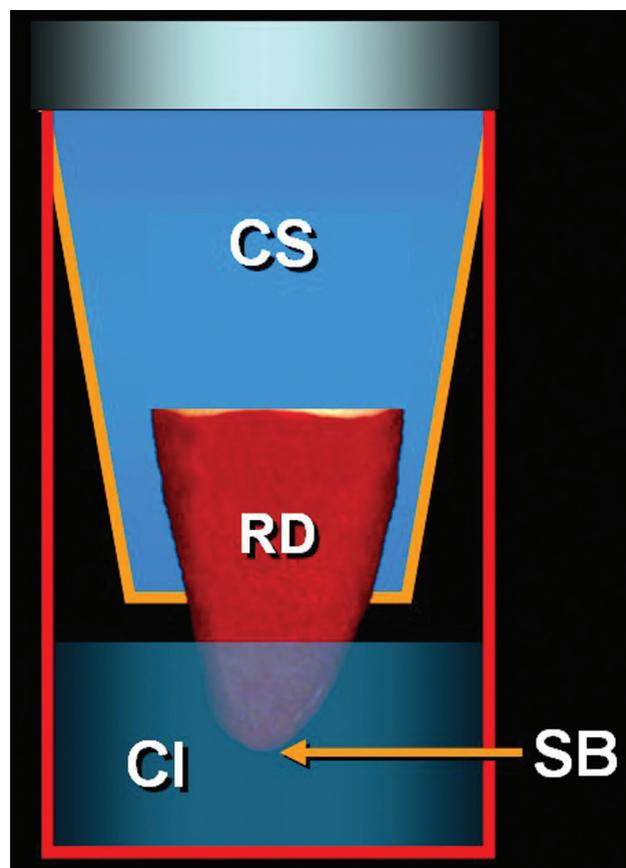


Figura 1. Esquema del sistema de doble cámara utilizado para el ensayo de filtración bacteriana. CS: cámara superior con el caldo de cultivo y *E. faecalis*; RD: raíz dentaria; SB: salida de las bacterias hacia la cámara inferior; CI: cámara inferior con el caldo, donde se detecta turbiedad provocada por el pasaje de bacterias.

Tabla 1. Frecuencia de penetración bacteriana luego de 60 días.

Grupo/Material	n	Con filtración	Sin filtración
1. Kleppmethasona	10	4 (40%)	6 (60%)
2. Pulp Canal Sealer	10	5 (50%)	5 (50%)
Total	20	9 (45%)	11 (55%)

48,4-59,8, mientras que en el Grupo 2 fue de 46,5 días, con un intervalo de confianza de 37,2-55,8. Las diferencias entre los dos grupos no fueron estadísticamente significativas ($P > 0,05$). En los casos en los se produjo filtración, el análisis bacteriológico del contenido de la cámara inferior reveló la presencia de *E. faecalis*.

Discusión

En este ensayo *ex vivo* se evaluaron la cantidad de especímenes que revelaron filtración coronaria de *E. faecalis* y el tiempo necesario para que las bacterias penetraran a lo largo de conductos radiculares, obturados con conos de gutapercha y con KMS o PCS. La elección de *E. faecalis* para el ensayo de filtración se debió a que esta bacteria suele estar presente en la flora oral de humanos, especialmente en las infecciones mixtas, junto con otras bacterias aerobias y anaerobias facultativas.²⁴ Uno de los factores que es preciso considerar cuando se utilizan dientes naturales es la presencia de variaciones anatómicas entre un espécimen y otro. En este estudio, y con el objeto de reducir lo máximo posible la variabilidad de las muestras, se utilizaron dientes con conductos radiculares rectos, que no presentaran una morfología exageradamente oval, con una longitud total similar, y preparados hasta un instrumento #F3 en la LT.

Los resultados fueron evaluados durante 60 días de forma cualitativa, es decir, determinando la presencia o la ausencia de turbidez en el medio de cultivo de la cámara inferior. La turbidez es indicadora de contaminación bacteriana del medio de cultivo, pero no permite reconocer el número de bacterias que han penetrado a través de los materiales de obturación. Dado que, hasta el momento, el número de bacterias necesario para el desarrollo de un proceso patológico perirradicular no ha sido bien determinado, consideramos que las observaciones realizadas no pueden extrapolarse de forma directa a una situación clínica real. A pesar de que 60 días es un período de tiempo usual en el análisis de la capacidad de sellado de diferentes materiales de obturación,^{25,26} es necesario enfatizar que podría tratarse de un período relativamente corto si se toma en cuenta la longevidad clínica esperada en un tratamiento endodóntico. El ensayo realizado permite, no obstante, comparar

de manera efectiva la capacidad de sellado de diferentes materiales durante un tiempo preestablecido y bajo estrictas condiciones de control.²⁷

El último paso de la preparación biomecánica del protocolo de irrigación consistió en la impregnación de los conductos radiculares con EDTA al 17% durante 1 minuto y el lavaje final profuso con suero fisiológico. En relación con esto, Baumgartner *et al.*²⁸ demostraron que la irrigación combinada de hipoclorito de sodio y una solución de EDTA al 17% tiene la capacidad de remover el barro dentinario, lo cual permite a su vez mejorar la adaptación de los selladores a las paredes dentinarias.²⁹ La obturación con un cono de gutapercha de conicidad incrementada, correspondiente a la del último instrumento utilizado a nivel de la LT, fue complementada mediante de la condensación lateral de conos accesorios, a fin de mejorar aun más la adaptación de KMS y de PCS a las paredes del conducto radicular. En ese sentido, y a pesar de que en la última década la técnica de cono único ha sido revalorizada por algunos autores,³⁰ Manfré *et al.*³¹ comprobaron que el uso de conos de conicidad incrementada en conductos preparados hasta un instrumento de conicidad similar no garantiza un correcto ajuste a las paredes dentinarias a lo largo de toda la longitud del conducto radicular.

Si bien ninguno de los selladores analizados fue capaz de inhibir totalmente el pasaje de las bacterias, los resultados del presente ensayo demuestran que las obturaciones realizadas con gutapercha/KMS o con gutapercha/PCS proveen de un sellado coronario aceptable frente a cultivos de *E. faecalis*. El análisis mediante la prueba de Kaplan-Meyer parecería indicar tendencia hacia una evidencia más temprana de filtración en las obturaciones realizadas con gutapercha/PCS. Sin embargo, las diferencias entre ambos grupos experimentales no llegan a ser significativas. Estas observaciones concuerdan con los resultados de otras investigaciones,³²⁻³⁶ que comprobaron que la capacidad de sellado de materiales a base de óxido de cinc y eugenol no es significativamente diferente a la de otros tipos de selladores cuando los especímenes son expuestos a cultivos bacterianos o a otros marcadores. La ausencia de filtración en un importante porcentaje de muestras experimentales no fue totalmente inesperada. Tal como suele ocurrir con los materiales a base de óxido de cinc y eugenol, es posible especular que, en el caso de KMS y de PCS, el efecto inhibitorio sobre la penetración bacteriana se debe también a la presencia de cierta proporción de eugenol libre aún después de que los materiales han fraguado, y a su lenta pero continua liberación durante un período relativamente extenso.³⁷ En ese sentido, la capacidad antimicrobiana

crobiana de los materiales que contienen eugenol en su formulación ya ha sido demostrada.³⁸⁻⁴¹ Por el contrario, algunos especímenes de ambos grupos experimentales revelaron filtración bacteriana en diferentes períodos de tiempo. Esto puede haber sido favorecido por la presencia de espacios vacíos que no fueron detectados en las radiografías posoperatorias, a variaciones anatómicas, o a reabsorciones dentinarias habitualmente presentes en los conductos radiculares de los dientes naturales. Por otra parte, los cambios fisicoquímicos que se desarrollan en la dentina de los dientes extraídos y conservados en diferentes medios durante cierto tiempo, así como el empleo de un solo tipo de bacteria en comparación con la flora bacteriana mixta de la cavidad oral, son variables no analizadas en este trabajo, por lo que es preciso investigarlas más exhaustivamente. Por lo tanto, se sugiere interpretar con cautela los resultados del presente ensayo.

Conclusiones

En las condiciones en que fue realizado el presente ensayo, luego de 60 días las obturaciones realizadas con gutapercha/KMS y gutapercha/PCS no demostraron diferencias significativas en cuanto a la capacidad de sellado coronario frente a la filtración de *E. faecalis*. En consecuencia, la hipótesis nula fue rechazada.

Agradecimientos: Al Prof. Dr. Ricardo Macchi, por su colaboración en el cálculo estadístico de los datos. Al Prof. C.H. Pameijer, por su asistencia técnica.

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

Referencias

1. Nguyen TN. Obturation of the root canal system. En: Cohen S, Burns RC. (eds.). *Pathways of the pulp*. 4.^a ed., St Louis, Mosby 1987, pp. 183-94.
2. Lucena-Martín C, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP, Robles-Guijón V, Navajas-Rodríguez de Mondelo JM. A comparative study of apical leakage of Endomethasone, Top Seal and Roeko Seal sealer cements. *J Endod* 2002;28:423-6.
3. Madison S, Wilcox LR. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part III. In vivo study. *J Endod* 1988;14:455-8.
4. 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;30:342-7.
5. 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;31:91-6.
6. Saunders WP, Saunders EM. Coronal leakage as a possible cause of failure in root canal treatment: a review. *Endod Dent Traumatol* 1994;10:105-8.
7. Chong BS. Coronal leakage and treatment failure. *J Endod* 1995;21:159-60.
8. Asociación Americana de Endodoncistas. Filtración coronal. Implicaciones clínicas y biológicas en el éxito endodóntico. *Endodoncia* 2005;23:201-6.
9. Pameijer CH, Zmener O. Resin materials for root canal obturation. *Dent Clin North Am* 2010;54:325-44.
10. Madison S, Swanson K, Chiles SA. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part II. Sealer types. *J Endod* 1987;13:109-12.
11. Chailervanitkul P, Saunders WP, Mackenzie D, Weetman DA. An in vitro study of the coronal leakage of two root canal sealers using an obligate anaerobe microbial marker. *Int Endod J* 1996;29:249-55.
12. Chailervanitkul P, Saunders WP, Mackenzie D. Coronal leakage of obturated root canals after long-term storage using a Polymicrobial marker. *J Endod* 1997;23:610-13.
13. Miletić I, Prpić-Mehičić, Maršan T, Tambić-Andrašević A, Pleško S, Karlović Z, Anić I. Bacterial and fungal microleakage of AH26 and AH Plus root canal sealers. *Int Endod J* 2002;35:428-32.
14. XN Y-L, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulavibala K. Outcome of primary root canal treatment: Systematic review of the literature - Part 2. Influence of clinical factors. *Int Endod J* 2008;41:6-31.
15. Grossman LI, Shepard L, Pearson L. Roentgenologic and clinical evaluation of endodontically treated teeth. *O Surg O Med O Pathol* 1964;3:368-74.
16. Eriksen HM, Ørstavik D, Kerekes K. Healing of apical periodontitis after endodontic treatment using three different root canal sealers. *Endod Dent Traumatol* 1988;4:114-7.
17. Waltimo TM, Boiesen J, Eriksen HM, Ørstavik D. Clinical performance of 3 endodontic sealers. *O Surg O Med O Pathol O Radiol Endod* 2001;92:89-92.
18. Huuononen S, Lenander-Lumikari, Sigurdsson A, Ørstavik D. Healing of apical periodontitis after endodontic treatment: a comparison between a silicone-based and zinc oxide-eugenol-based sealer. *Int Endod J* 2003;36:296-301.
19. Augsburger RA, Peters DD. Radiographic evaluation of extruded obturation materials. *J Endod* 1990;16:492-7.
20. Kolokouris I, Economides N, Beltes P, Viemmas I. In vivo comparison of the biocompatibility of two root canal sealers implanted into the subcutaneous connective tissue of rats. *J Endod* 1998;24:82-5.
21. Goldberg F, Mondragón Espinoza J. El Endomethasone como sellador endodóntico. Análisis clínico-radiográfico. *Rev Asoc Odontol Argent* 1981;69:89-91.
22. Peak JD, Hayes SJ, Bryant ST, Dummer PMH. The outcome of root canal treatment. A retrospective study within the armed forces (Royal Air Force). *Brit Dent J* 2001;190:140-4.
23. Torabinejad M, Ung B, Kettering JD. In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *J Endod* 1990;16:566-9.
24. Baumgartner JC, Falkler WA. Bacteria in the apical 5 mm of infected root canals. *J Endod* 1991;17:380-3.
25. De Deus G, Coutinho-Filho T, Reis C, Murad C, Pacioni S.

- Polymicrobial leakage of four canal sealers at two different thickness. *J Endod* 2006;32:998-1001.
26. Fransen JN, He J, Glickman GN, Rios A, Shulman JD, Honeyman A. Comparative assessment of Activ GP/Glass Ionomer sealer, Resilon/Epiphany, and gutta-percha/AH Plus obturation: A bacterial leakage study. *J Endod* 2008;34:725-7.
 27. Zmener O, Álvarez Serrano S, Vidueira M. Evaluación in vitro del sellado coronario provisto por obturaciones realizadas con conos de gutapercha recubiertos con resina y conos de Resilón combinados con dos selladores a base de metacrilatos. *Rev Asoc Odontol Argent* 2007;95:147-53.
 28. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod* 1987;13:147-57.
 29. Gettleman BH, Messer HH, El Deeb ME. Adhesion of sealer cements to dentine with and without the smear layer. *J Endod* 1991;17:15-20.
 30. Wu MK, Van der Sluis LWM, Wesselink PR. A 1-year follow-up study on leakage of single-cone fillings with RoekoRSA sealer. *O Surg O Med O Pathol* 2006;101:662-7.
 31. Manfré S, Goldberg F. Evaluación del ajuste y adaptación de los conos de gutapercha ProTaper al conducto radicular instrumentado con el sistema ProTaper Universal. *Endodoncia* 2010;28:135-40.
 32. Madison S, Swanson K, Chiles SA. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part II. Sealer types. *J Endod* 1987;13:109-12.
 33. Chailertvanitkul P, Saunders WP, Mackenzie D, Weetman DA. An in vitro study of the coronal leakage of two root canal sealers using an obligate anaerobic microbial marker. *Int Endod J* 1996;29:249-55.
 34. Zmener O, Spielberg C, Lamberghini F, Rucci M. Sealing properties of a new epoxy resin-based root canal sealer. *Int Endod J* 1997;30:332-4.
 35. Chailertvanitkul P, Saunders WP, Mackenzie D. Coronal leakage of obturated root canals after long-term storage using a Polymicrobial marker. *J Endod* 1997;23:610-13.
 36. Biggs SG, Knowles KI, Ibarrola JL, Pashley DH. An in vitro assessment of the sealing ability of Resilon/Epiphany using fluid filtration. *J Endod* 2006;32:759-61.
 37. Becker RM, Hume WR, Wolinsky LE. Release of eugenol from mixtures of ZOE in vitro. *J Pedod* 1983;8:71-7.
 38. Fuss Z, Weiss EI, Shalhav M. Antibacterial activity of calcium hydroxide-containing endodontic sealers on *Enterococcus faecalis* in vitro. *Int Endod J* 1997;30:397-402.
 39. Leonardo MR, Silva LAB, Tanomaru-Filho M, Cortes KC, Ito IY. In vitro evaluation of antimicrobial activity of sealers and pastes used in Endodontics. *J Endod* 2000;26:391-4.
 40. Sipert CR, Hussne RP, Nishiyama CK, Torres SA. In vitro antimicrobial activity of Fill Canal, Sealapex, mineral trioxide aggregate, Portland cement and EndoRez. *Int Endod J* 2005;38:539-43.
 41. Bodrumlu E, Semiz M. Antibacterial activity of a new endodontic sealer against *Enterococcus faecalis*. *J Can Dent Assoc* 2006;72:637-4.

Contacto:

OSVALDO ZMENER

osvaldo@zmener.com.ar

Julián Álvarez 2335 3.º "D" (C1425DHH)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina