

Endodoncia y operatoria dental. 4. Hipersensibilidad dentinaria. Ensayo preliminar ex vivo de un modelo experimental para su tratamiento

Endodontics and operative dentistry. 4. Dentine hypersensitivity. An ex vivo assay of an experimental model

Presentado: 5 de diciembre de 2017

Aceptado: 6 de abril de 2018

Osvaldo Zmener,^a Roberto Della Porta,^a Cornelis H. Pameijer^b^aCarrera de Especialización en Endodoncia, Facultad de Ciencias Médicas, Escuela de Odontología, Universidad del Salvador / Asociación Odontológica Argentina^b Profesor emérito, Escuela de Odontología, Universidad de Connecticut, Estados Unidos

Resumen

Objetivo: Determinar el grado de confiabilidad de un modelo de dentina humana para evaluar la calidad de oclusión de los túbulos dentinarios luego del uso de dos agentes desestabilizantes que contienen oxalato de potasio.

Materiales y métodos: Se obtuvieron dos secciones horizontales en forma de discos de dentina de 0,8 mm de espesor de cada uno de 21 terceros molares sanos extraídos por razones periodontales, ortodóncicas o quirúrgicas. El barro dentinario de las superficies coronaria y pulpar de los discos se eliminó con ácido fosfórico al 35% y posterior lavado con suero fisiológico y secado. De cada molar se separó un disco para el grupo 1 (n=20). Los segundos discos de cada molar se destinaron al grupo 2 (n=20). Y los dos discos del molar restante no recibieron tratamiento (controles negativos). El ensayo se realizó en dos etapas. En la primera, las superficies coronarias de los discos del grupo 1 se trataron con Klepp Desensitizer, mientras que en el grupo 2 se empleó BisBlock Desensitizer. Posteriormente, se metalizaron con oro-paladio y se observaron en un microscopio electrónico de barrido. En la segunda etapa, los discos se retiraron del microscopio, se invirtieron de posición, y la superficie pulpar ubicada en posición superior se lavó con suero, se secó, se metalizó y se observó nuevamente con el microscopio. Con el objeto de realizar el análisis químico de los agentes desestabilizantes, se obtuvieron otros dos discos a partir de un molar adicional y se prepararon ambos siguiendo el mismo protocolo que en los discos experimentales. Uno de ellos se trató con Klepp Desensitizer, y el otro, con BisBlock Desensitizer. Finalmente,

las superficies pulpares de ambos discos adicionales se metalizaron con carbón y se examinaron mediante un análisis de energía dispersiva de rayos X.

Resultados: En la primera etapa del ensayo, la superficie coronaria de los 20 discos de cada grupo se encontraba cubierta por una capa uniforme de cristales precipitados a partir de ambos agentes desestabilizantes. En la segunda etapa, la superficie pulpar de los 20 discos del grupo 1 reveló que todos los túbulos dentinarios estaban totalmente ocluidos por los cristales en nueve (n=9) casos. Lo mismo ocurrió en ocho (n=8) discos del grupo 2. En ambos casos los cristales ocluyeron totalmente los túbulos hasta una profundidad de 0,8 mm. En 11 (n=11) y 12 (n=12) discos de los grupos 1 y 2 respectivamente se observaron túbulos parcialmente ocluidos o bien una combinación de estos con túbulos vacíos. Las diferencias entre grupos no fueron significativas ($P>0,05$). En los controles negativos todos los túbulos se encontraban vacíos. El análisis de energía dispersiva de rayos X reveló que los cristales precipitados a partir de ambos agentes desestabilizantes dentro de los túbulos contenían importantes concentraciones de calcio y trazas de potasio.

Conclusiones: El modelo ensayado parecería ser adecuado para comparar ex vivo la calidad de protección de la superficie dentinaria producida por los agentes desestabilizantes a base de oxalato de potasio.

Palabras clave: Dentina, hipersensibilidad dentinaria, microscopía electrónica de barrido, oxalato de potasio, túbulos dentinarios.

Abstract

Aims: To analyze ex vivo the effectiveness of an experimental model to compare the ability of two potassium oxalate-based desensitizing agents to occlude the dentinal tubules of human dentin samples.

late-based desensitizing agents to occlude the dentinal tubules of human dentin samples.

Materials and methods: Two parallel horizontal dentin disk shaped 0,8 mm thick sections were obtained from 21 healthy extracted human third molars. The smear layer from the coronal and pulpal surfaces of each disc was removed with 35% phosphoric acid for 20 followed by rinsing with saline and drying with compressed air. One disc from each tooth was assigned to group 1 (n=20) and the other to group 2 (n=20). Both discs from tooth 21 were used as negative controls. The present assay was carried out in two steps. In the first step the coronal surfaces of the discs from group 1 were treated with Klepp Desensitizer while the discs from group 2 were treated with BisBlock Desensitizer. They were then sputter-coated with gold-palladium followed by observation in a scanning electron microscope. For the second step of the experiment the discs were removed from the scanning electron microscope stub and inverted allowing observation of the pulpal surface after preparation as described for the coronal surface. In order to obtain the chemical analysis of the components of both desensitizing agents, other two discs were obtained from an additional molar and prepared according to the same protocol as the experimental samples. One was treated with Klepp Desensitizer and the other with BisBlock Desensitizer. Then their pulpal surfaces were covered with a layer of carbon and analyzed.

Results: The coronal surfaces of the 20 discs from group 1 and 2 were completely covered by a uniform layer of crystals, which had precipitated from the desensitizing agents. The observation of the pulpar surfaces of the 20 discs from group 1 revealed that the dentinal tubules were completely filled in nine cases (n=9), while in group 2 eight discs (n=8) showed similar results. In both groups, the dentinal tubules were filled by crystals up to the 0.8 mm depth. In eleven (n=11) and twelve (n=12) discs from group 1 and 2 respectively, the dentinal tubules showed a mixed picture of partially filled or empty tubules. No significant differences were observed between the groups ($P>0.05$). Both negative control samples showed completely empty tubules. The energy dispersive X-ray analysis of the crystals precipitated into the dentinal tubules from both desensitizing agents revealed high concentration of calcium and traces of potassium.

Conclusions: Human dentin discs appeared to offer a promising experimental model to compare *ex vivo* the ability of potassium oxalate-based desensitizing agents to protect exposed dentin surfaces.

Key words: Dentin, dentin hypersensitivity, dentinal tubules, potassium oxalate, scanning electron microscopy.

Introducción

Cuando por alguna causa la dentina pierde la protección proporcionada por el esmalte y queda expuesta al medio oral, transmite los estímulos externos hacia la pulpa, produciendo la irritación de las fibras nerviosas contenidas en los túbulos dentinarios (TD)^{1,2} mediante el mecanismo hidrodinámico descrito por Brannström en su histórico trabajo de 1962.³ Esta situación suele ocurrir con mayor frecuencia a nivel de la dentina cervical,^{4,5} especialmente en casos de atrición, hábitos parafuncionales, cepillado dental agresivo, erosión producida por ácidos o recesión gingival,⁴ y provoca un dolor agudo de corta o mediana intensidad conocido como hipersensibilidad dentinaria (HD). La mayoría de las investigaciones realizadas al respecto informan que esta patología afecta del 4 al 57% de la población mundial,¹⁻⁸ aunque en realidad, a causa de las grandes diferencias observadas, los porcentajes epidemiológicos aún no han sido exactamente establecidos.⁹

Se han propuesto diferentes tipos de tratamiento para aliviar y/o erradicar la HD.^{4,5} La mayoría de ellos intenta reducir el movimiento del fluido intradentinario mediante la oclusión de los túbulos o interrumpiendo la transmisión nerviosa de la señal de dolor hacia el sistema nervioso central.⁹ Incluso se ha recurrido a procedimientos más radicales, entre los

que se encuentra el tratamiento endodóntico como última alternativa para casos extremos o rebeldes que no remiten frente a otros tratamientos conservadores.¹⁰ Debido a sus efectos positivos inmediatos y a su duración prolongada, la oclusión mecánica de los túbulos dentinarios mediante el uso de agentes desensibilizantes (ADs) se ha constituido en uno de los tratamientos más difundidos y aceptados por los clínicos y los pacientes que presentan esta patología.^{10,11} Con ese fin, los productos que contienen oxalato de potasio demostraron ser muy eficientes para reducir los efectos de la HD,^{9,10} aunque también se han utilizado con éxito diferentes productos a base de nitrato de potasio, fluoruro de sodio, fluoruro de estaño, fosfato de calcio o adhesivos dentinarios y resinas.¹⁰ El oxalato de potasio se combina con el calcio iónico del fluido interno de los túbulos dentinarios y precipita en forma de cristales insolubles de oxalato de calcio, bloqueando de esta forma la luz de los túbulos y el movimiento de los fluidos intradentinarios.^{5,10}

El objetivo del presente ensayo *ex vivo* fue determinar el grado de confiabilidad de un modelo de dentina humana para evaluar la calidad de oclusión de los túbulos dentinarios luego del uso de dos ADs que contienen oxalato de potasio.

Materiales y métodos

El protocolo del presente ensayo fue revisado y aprobado por el Comité de Ética para la Investigación Científica de la Asociación Odontológica Argentina (res. n° 1217). Se utilizaron 21 terceros molares humanos extraídos en diferentes servicios hospitalarios por razones periodontales, ortodóncicas o quirúrgicas. Los criterios de inclusión requerían que los molares estuvieran sanos, libres de caries, restauraciones, fisuras o fracturas de esmalte. Las piezas dentarias seleccionadas eran de origen desconocido y no se registraron datos referidos a sexo, edad y raza de los pacientes donantes, razón por la cual la muestra fue considerada como heterogénea. Los dientes se conservaron en suero fisiológico con cristales de timol a 4 °C hasta ser utilizados. Para el experimento se empleó una modificación del modelo de dentina propuesto por Mordan *et al.*¹² Los dientes se incluyeron en resina acrílica transparente de auto-curado (Veracril, New Stetic, Guarne, Colombia), y luego de eliminar esmalte y dentina de la capa más coronaria, se obtuvieron de cada pieza dentaria dos secciones horizontales en forma de discos de 0,8 mm de espesor (fig. 1A) por medio de un micrótopo para tejidos duros (Isomet 1000, Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, Estados Unidos) bajo refrigeración constante con suero fisiológico, lo que dio un total de 42 discos de dentina. Estos fueron examinados cuidadosamente con un estereomicroscopio (Carl Zeiss, Oberkochen, Alemania) bajo luz reflejada a 25X, con el fin de verificar si el esmalte fue totalmente eliminado. En todos los especímenes, el barro dentinario de la superficie coronaria (SC) y de la superficie pulpar (SP) fue removido mediante ácido fosfórico al 35% (Ultradent Products, Inc., South Jordan, UT, Estados Unidos) aplicado durante 20 segundos, seguido por 1 minuto de lavaje con suero fisiológico en un sistema ultrasónico Biosonic UC50D (Coltène-Whaledent, Altstätten, Suiza) y secado final con aire a presión libre de impurezas, dejando la dentina ligeramente húmeda. Los 2 discos obtenidos de cada uno de los molares fueron separados en dos grupos (1 y 2), dando un total de 20 especímenes (n=20) para cada grupo (fig. 1B). Los dos discos restantes pertenecientes al molar 21 se utilizaron como controles negativos.

El ensayo fue realizado en dos etapas consecutivas. En la primera etapa, la SC de 20 discos (grupo 1) se cubrió con Klepp Desensitizer (Kld; Klepp-Raisan, Buenos Aires, Argentina), un ADs con una concentración del 2,6% de oxalato de potasio. En otros 20 discos (grupo 2) se repitió el procedimiento, pero en este caso se utilizó BisBlock Desensitizer (BBd;

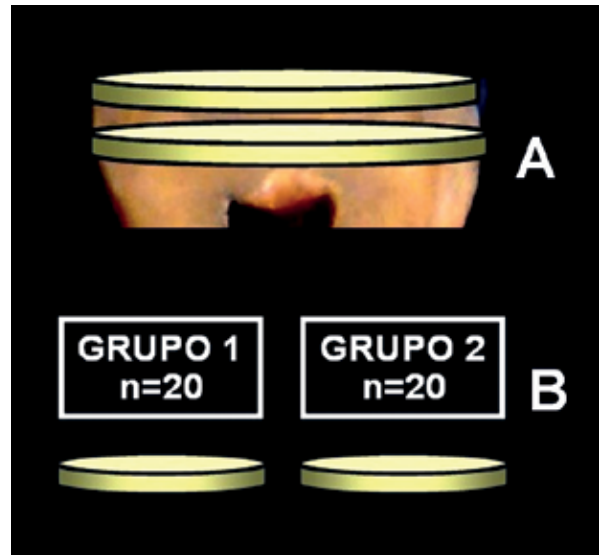


Figura 1. A: Gráfico del procedimiento de confección de dos discos de dentina a partir del sector coronario de un molar. **B:** Distribución de ambos discos por grupos.

Bisco Inc, Schaumburg, IL, Estados Unidos), con una concentración de oxalato de potasio similar a la del Kld. Los materiales fueron empleados estrictamente de acuerdo a las instrucciones del fabricante y se los distribuyó de forma homogénea sobre la totalidad de la SC de cada disco, mediante un aplicador Microbrush (Microbrush Corp., Grafton, WI, Estados Unidos), ejerciendo sobre este una ligera presión. En la SC de los dos controles negativos no se realizó ningún otro tratamiento. Luego de que los materiales cristalizaron, los controles negativos (fig. 2A) y los especímenes de ambos grupos experimentales (fig. 2B) se adhirieron con pintura conductiva sobre bases circulares de aluminio de 5 cm de diámetro, aplicando cuidadosamente la pintura solo en los bordes de las muestras, sin involucrar su superficie. La SC de los controles y de los discos de los grupos experimentales se metalizaron con oro-paladio y se observaron en un microscopio electrónico de barrido (MEB; JEOL JSM-6400, Tokio, Japón) operado a 15 kV. Se obtuvieron fotografías a diferentes aumentos en todos los discos, se ampliaron a 90 × 110 mm, y se analizaron, digitalizaron y procesaron mediante el programa Image-Pro Plus versión 4,5 (Media Cybernetics, Inc., Silver Springs, MD, Estados Unidos).

En la segunda etapa, los discos de los grupos 1 y 2 se removieron de las bases de aluminio, se invirtieron de posición, y la SP se lavó con suero fisiológico, se secó con aire a presión y no recibió ningún otro tipo de tratamiento posterior. Los discos se reubicaron en sus bases de aluminio con la SP en posición supe-

rior, se metalizaron con oro-paladio y se observaron nuevamente con el MEB (fig. 2C). En cada disco de ambos grupos se determinó mediante una grilla un área de $700 \mu\text{m}^2$ considerada como área de evaluación (AE), ubicada aproximadamente en el centro de cada espécimen (fig. 3). Inicialmente, se barrió toda la superficie del AE con un aumento de 200X y posteriormente se obtuvieron imágenes representativas a diferentes aumentos. Las imágenes se digitalizaron, se ampliaron a $90 \times 110 \text{ mm}$ y se analizaron en la pantalla de una computadora.

Para la evaluación de las muestras de los grupos 1 y 2, las observaciones se clasificaron en tres categorías de acuerdo a si hubo o no precipitación de cristales en el interior de los túbulos dentinarios. La categorización fue realizada de acuerdo con el siguiente protocolo: 0, en toda el AE, el total de los túbulos se encontraban vacíos; 1, en toda el AE se observaban algunos túbulos vacíos, y otros, parcial o totalmente ocluidos por los cristales precipitados; 2, todos los túbulos se encontraban ocluidos por los cristales (fig. 4). Se consideró como resultado para cada probeta y finalmente para el total de ellas en cada grupo a la categoría observada en mayor proporción en comparación con las otras dos. Las imágenes fueron analizadas por dos observadores previamente calibrados. Cada uno de ellos evaluó y ordenó de forma independiente la categoría resultante de su observa-

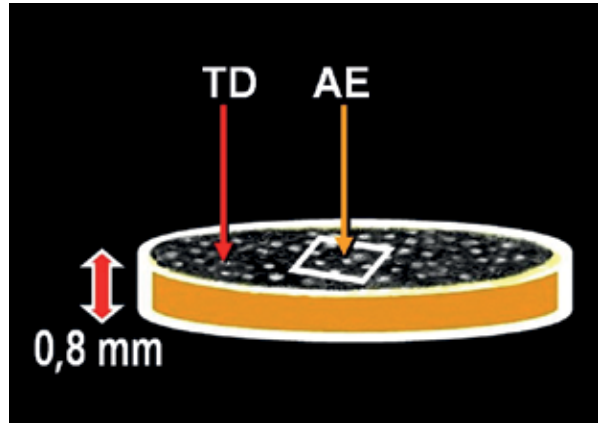


Figura 3. Gráfico del disco de dentina con la superficie pulpar en posición superior, donde pueden observarse los túbulos dentinarios (TD) y el área de evaluación predeterminada (AE).

ción, utilizando una planilla de Excel (Microsoft Inc., Estados Unidos). El resultado final de las categorías registradas por cada evaluador se cotejó en conjunto hasta llegar a un consenso. Los resultados obtenidos se analizaron mediante la prueba de McNemar para datos de categorización apareados. La hipótesis nula postula que el comportamiento de los materiales-problema en los discos integrantes de las parejas no es diferente.

Con el fin de realizar la identificación química del material precipitado, la SP de otros dos discos de dentina obtenidos de un molar adicional recientemente extraído se preparó de acuerdo con el mismo protocolo que los discos del grupo 1 y 2. Uno de los discos se trató con Kld, y el otro, con BBd. La SP de ambos discos se cubrió con una capa de carbón

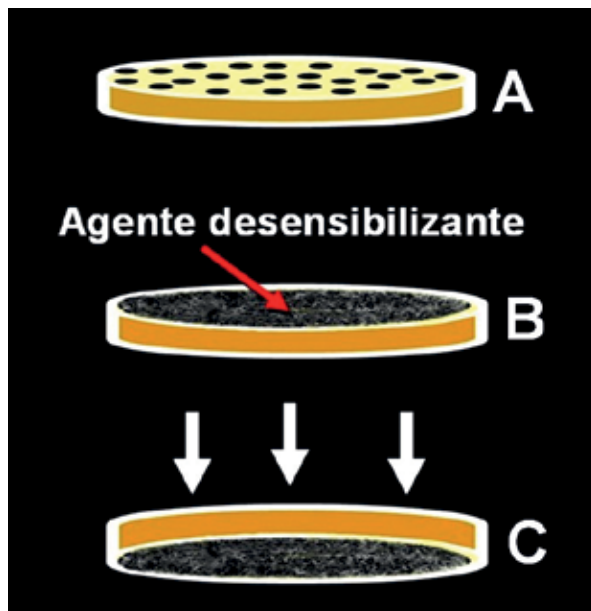


Figura 2. A: Gráfico de un disco de dentina con la superficie coronaria en posición superior. B: Gráfico de la superficie coronaria recubierta por un agente desensibilizante. C: El disco se ha invertido con la superficie pulpar en posición superior. Las flechas indican la dirección de la observación con el MEB.

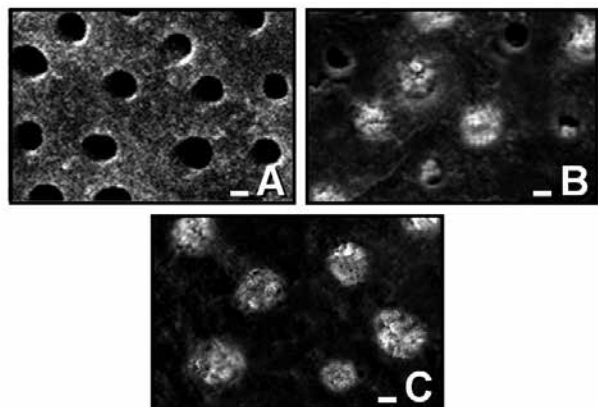


Figura 4. Microscopía electrónica de barrido de las características de la superficie pulpar de los discos, utilizadas para la categorización de los resultados. A: Categoría 0, barra $1 \mu\text{m}$, magnificación original X400. B: Categoría 1, barra $1 \mu\text{m}$, magnificación original X400. C: Categoría 2, barra $1 \mu\text{m}$, magnificación original X400.

de aproximadamente 200 Å y se examinó de forma puntual el área correspondiente a los TD mediante un analizador de energía dispersiva de rayos X (EDX; JEOL JSM 6400, Tokio, Japón) y un programa de imagen digital, ambos incorporados al MEB.

Resultados

En la primera etapa del ensayo se observó que, dentro del AE predeterminada, la SC de las dos muestras de control negativo presentaba la totalidad de los TD abiertos, con visibles diferencias de forma y diámetro. Por el contrario, la SC de las muestras experimentales de los grupos 1 y 2 se encontraba totalmente recubierta por una capa de cristales de tamaño y espesor irregulares (figs. 5A y B).

Los resultados de la segunda etapa pueden apreciarse en la tabla 1. La observación de la SP de los discos de los grupos 1 y 2 reveló que todos los túbulos comprendidos dentro del AE estaban totalmente ocluidos hasta una profundidad de 0,8 mm (categoría 2) en nueve (n=9) y en ocho (n=8) casos, respectivamente. Ocasionalmente, se detectaron diminutos espacios vacíos entre los cristales o entre cristales y la pared de los túbulos (fig. 6). En 11 (n=11) y 12 (n=12) especímenes de los grupos 1 y 2 respectivamente, se observó una combinación de TD vacíos y túbulos total o parcialmente obturados (categoría 1) por la pre-

Tabla 1. Número de especímenes por categoría.

Grupo 1 \ Grupo 2	Categoría 1	Categoría 2	Total
Categoría 1	8	3	11
Categoría 2	4	5	9
Total	12	8	20

cipitación de los cristales. Las diferencias observadas entre grupos no fueron significativas ($P>0,05$); por lo tanto, la hipótesis nula fue aceptada.

Análisis con EDX. En el análisis de los dos discos adicionales tratados con ambos materiales problema, se detectó la presencia de una importante proporción de calcio y trazas de potasio en los cristales precipitados en los TD comprendidos dentro de los límites de la AE.

Discusión

En el presente ensayo preliminar *ex vivo*, se analizó cualitativamente la efectividad de un modelo experimental basado en un disco de dentina humana para comparar la calidad de obliteración de los TD obtenida mediante el uso de dos ADs que contienen oxalato de potasio en su formulación. En ese sentido, diferentes investigadores emplearon este tipo de modelo para estudiar varios aspectos relacionados con la HD. Greenhill y Pashley,¹³ Gillam *et al.*¹⁴ y

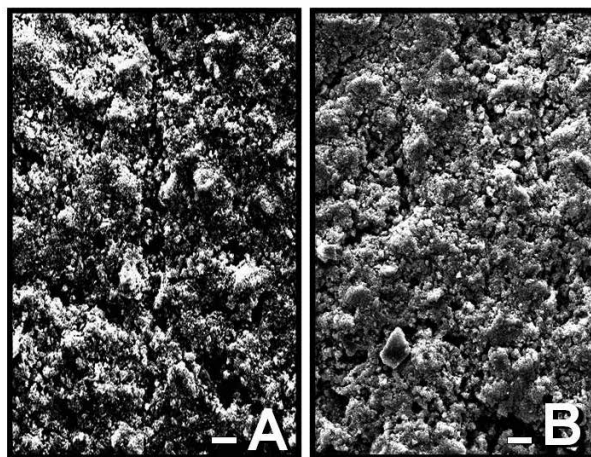


Figura 5. A: Microscopía electrónica de barrido de la superficie coronaria de un espécimen representativo del grupo 1. La superficie se encuentra cubierta por cristales de tamaño y forma irregulares precipitados a partir del agente desensibilizante. Barra 1 μ m, magnificación original X400. B: Microscopía electrónica de barrido de la superficie coronaria de un espécimen representativo del grupo 2. Al igual que en A, se observa la superficie coronaria del disco de dentina cubierta por cristales de forma y tamaño irregulares precipitados a partir del agente desensibilizante. Barra 1 μ m, magnificación original X400.

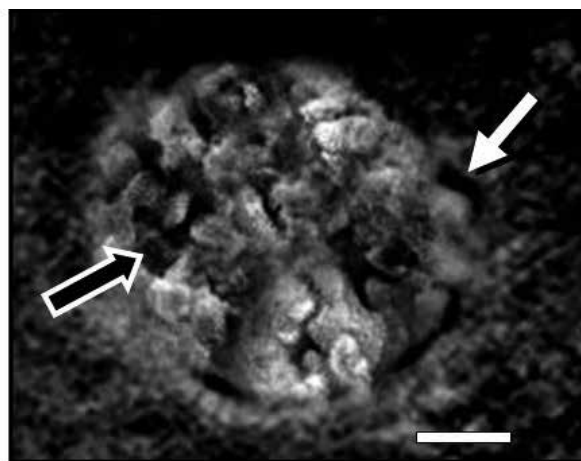


Figura 6. Microscopía electrónica de barrido de un túbulo dentinario de un espécimen representativo del grupo 2. El espacio interno del túbulo se encuentra ocluido por los cristales precipitados del agente desensibilizante. Se puede observar la presencia de pequeños espacios remanentes entre los cristales y la pared del túbulo (flecha blanca) o dentro de la masa de los cristales (flecha negra). Barra 1 μ m, magnificación original X5000.

Pereyra *et al.*¹⁵ utilizaron *ex vivo* discos de dentina humana para evaluar el efecto de diferentes ADs sobre el movimiento hidráulico del fluido intradentinario e informaron que aquellos que contienen oxalato de potasio logran reducir en un 90% la permeabilidad dentinaria. Por su parte, Tavss *et al.*¹⁶ también utilizaron discos de dentina humana con el objeto de evaluar la oclusión de los TD por medio de un dentífrico que contiene 5% de nitrato de potasio. Parkinson y Willson¹⁷ analizaron la oclusión de los TD en discos de dentina sometidos durante cuatro días al tratamiento con varias marcas comerciales de dentífricos desensibilizantes. Más recientemente, Dundar *et al.*¹⁸ emplearon discos de dentina obtenidos de incisivos de bovinos para evaluar la permeabilidad de los TD luego de su tratamiento con cinco diferentes ADs, usando para ello un sistema de filtración de fluido computarizado. Si bien no hubo diferencias significativas en la capacidad de sellado entre los materiales investigados, se observó una reducción significativa de la permeabilidad de los TD en todos los grupos experimentales.¹⁸ En el presente ensayo, el uso de un modelo de dentina humana para evaluar la calidad de la oclusión de los TD mediante el tratamiento con dos ADs demostró ser eficiente para alcanzar los objetivos propuestos.

Como puede notarse, para la observación de las SC y SP con MEB, la metalización fue realizada con oro-paladio, mientras que la identificación química del material precipitado dentro de los TD mediante EDX requirió ser metalizada con carbón. Esto fue realizado con el fin de eliminar la superposición de la curva del oro con la del calcio, ya que ambas se manifiestan dentro del mismo rango.¹⁹

Resultó interesante comprobar que, a pesar de la ausencia del calcio iónico de los fluidos intradentenarios en muestras analizadas *ex vivo*, la precipitación de cristales se produjo igualmente, lo cual, en concordancia con otros investigadores,^{14,15,20-22} sugiere que el oxalato de potasio también reacciona con el calcio de la dentina. En el presente ensayo, estas observaciones fueron confirmadas mediante el análisis con EDX, en el que los cristales precipitados dentro de los TD revelaron una alta proporción de calcio y trazas de potasio.

Es importante destacar que el modelo ensayado presenta ciertas limitaciones. De acuerdo con los procedimientos operatorios utilizados, no pudo comprobarse si la oclusión de los túbulos pudo haberse producido a una mayor profundidad que 0,8 mm, ya que ese fue el máximo espesor elegido para cada disco. El rango etario desconocido de los pacientes

donantes constituye otra limitación por considerar. Se ha demostrado que la intensidad del dolor en los casos que presentan HD llega a su pico máximo en dientes de pacientes jóvenes (20-35 años), en los que es posible encontrar TD de 0,9 a 2,5 μm de diámetro,²² mientras que, por el contrario, el diámetro de los túbulos y la intensidad del dolor disminuyen en pacientes adultos.^{4,7,23} En relación con esto, las variaciones observadas entre los diferentes pares de discos experimentales podrían ser consecuencia de la heterogeneidad de la muestra y estar relacionadas a cambios intradentenarios, tales como el aumento del espesor de la dentina intertubular (como consecuencia de la reducción del diámetro de los TD) o la oclusión parcial o total de estos en casos de esclerosis dentinaria, producidos en función del incremento de la edad.^{7,23} Por esa razón, y a fin de reducir en lo posible estas variables, se utilizaron parejas de discos de la misma pieza dentaria, y cada disco recibió un material-problema diferente. Aún así, desde un punto de vista puramente experimental, la confiabilidad del modelo empleado podría haber sido mayor si la muestra analizada hubiese sido homogénea con respecto al rango etario de los pacientes donantes, especialmente si se hubiese tratado de pacientes de entre 20 y 35 años. En esos casos, a pesar de la presencia de algunas variaciones, es posible encontrar una muestra de TD más homogénea.²³

Conclusiones

En las condiciones en que fue realizado el presente ensayo, la observación con MEB de discos de dentina humana parecería constituir un modelo experimental adecuado para evaluar comparativamente la oclusión de los TD producida por diferentes ADs que contienen oxalato de potasio. Sin embargo, es recomendable que, en lo posible, la muestra seleccionada sea homogénea con respecto al rango etario de los pacientes donantes, a fin de reducir las posibles variables estructurales del complejo dento-pulpar.

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

Referencias

1. Absi EG, Addy M, Adams D. Dentine hypersensitivity. A study of the patency of dentinal tubules in sensitive and non-sensitive cervical dentine. *J Clin Periodontol* 1987;14:280-4.
2. Matthews B, Bongsavan N. Interaction between neural

- and hydrodynamic mechanisms in dentine and pulp. *Arch Oral Biol* 1994;39:87-95.
3. Brannström M. "A hydrodynamic mechanism in the transmission of pain producing stimuli through the dentine". En: Andersson DJ. *Sensory mechanisms in dentine*. Oxford, Pergamon Press, 1962, pp. 73-9.
 4. Sykes LM. Dentine hypersensitivity. A review of its aetiology, pathogenesis and management. *J South African Dent Assoc* 2007;62:66-71.
 5. Cummings D. Recent advances in dentin hypersensitivity: clinical proven treatments for instant and lasting sensitivity relief. *Am J Dent* 2010;23:3-13.
 6. Irwin CR, McCusker P. Prevalence of dentine hypersensitivity in a general dental population. *J Ir Dent Assoc* 1997;43:7-9.
 7. Rees JS, Addy M. A cross-sectional study of dentine hypersensitivity. *J Clin Periodontol* 2002;29:997-1003.
 8. Gillam DG, Seo HS, Newman HN, Bulman JS. Comparison of dentine hypersensitivity in selected occidental and oriental populations. *J Oral Rehabil* 2001;28:20-5.
 9. Markowitz K, Kim S. Hypersensitive teeth. Experimental studies of dentinal desensitizing agents. *Dent Clin North Am* 1990;34:491-501.
 10. Orchardson R, Gillam DG. Managing dentin hypersensitivity. *J Am Dent Assoc* 2006;137:990-8.
 11. Doug Z, Chang J, Deng Y, Joiner A. Tricalcium silicate induced mineralization for occlusion of dentinal tubules. *Austr Dent J* 2011;56:175-80.
 12. Mordan NJ, Barber PM, Gillam DG. The dentine disc. A review of its applicability as a model for the in vitro testing hypersensitivity. *J Oral Rehabil* 1997;24:148-56.
 13. Greenhill JD, Pashley DH. The effects of desensitizing agents on the hydraulic conductance of human dentin in vitro. *J Dent Res* 1981;60:686-98.
 14. Gillam DG, Mordan NJ, Sinodinou AD, Tang JY, Knowles JC, Gibson IR. The effects of oxalate containing products on exposed dentine surface: an SEM investigation. *J Oral Rehabil* 2001;28:1037-44.
 15. Pereyra JC, Segala AD, Gillam DG. Effects of desensitizing agents on the hydraulic conductance of human dentin subjected to different surface pre-treatments: an in vitro study. *Dent Mater* 2005;21:129-38.
 16. Tavss EA, Fisher SW, Campbell S, Bonta Y, Darcy-Siegel J, Blackwell BL, et al. The scientific rationale and development of an optimized dentifrice for the treatment of dentin hypersensitivity. *Am J Dent* 2004;17:61-70.
 17. Parkinson CR, Willson RJ. A comparative in vitro study investigating the occlusion and mineralization properties of commercial tooth pastes in a four-day dentin disc model. *J Clin Dent* 2011;22:74-81.
 18. Dundar A, Yavuz T, Orucoglu H, Daneshmehr L, Yalcin M, Sengun A. Evaluation of the permeability of five desensitizing agents using computerized fluid filtration. *Niger J Clin Pract* 2015;18:601-6.
 19. Giménez D. Comunicación personal (2017).
 20. Cunha-Cruz J, Stout JR, Heaton IJ, Wataha JC. Dentin hypersensitivity and oxalates. A systematic review. *J Dent Res* 2011;90:304-10.
 21. Eliades D, Mantzourani M, Labella R, Mutti B, Sharma D. Interactions of dentine desensitizers with human dentine morphology and composition. *J Dent* 2013;41:28-39.
 22. Sharma D, Hong CX, Heipp PS. A novel potassium oxalate-containing tooth-desensitizing mouthrinse. A comparative in vitro study. *J Dent* 2013;41:18-27.
 23. Mjör IA, Sven OB, Heyeraas KJ. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 1: Normal structure and physiology. *Quintess Int* 2001;32:427-46.

Contacto:

OSVALDO ZMENER

osvaldo@zmener.com.ar

Julián Álvarez 2335 3° "D" (C1425DHI)

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina