

Microfiltración apical *in vitro* de tres cementos utilizados en la obturación de conductos radiculares

Patricia M. Colán Mora¹
Carmen Rosa García Rupaya²

¹Magister en Estomatología.
²Docente del Departamento Académico de Medicina, Cirugía y Patología Oral.
Facultad de Estomatología. Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Correspondencia

Patricia M. Colán
Urb. Mz C Lt 7, Callao 1 - Perú
Teléfono: 4510286 / 99729458
e-mail: patty_cp_23@hotmail.com

Recibido : 10 de mayo del 2008

Aceptado : 30 de junio del 2008

Colán-Mora PM, García-Rupaya CR. Microfiltración apical *in vitro* de tres cementos utilizados en la obturación de conductos radiculares. Rev Estomatol Herediana. 2008; 18(1):9-15.

RESUMEN

El propósito de este estudio fue comparar la microfiltración apical *in vitro* obtenida por los cementos de obturación a base de óxido de zinc-eugenol (Endofill®), resina epóxica (AH-Plus®) y trióxido de minerales agregados (Endo CPM Sealer®). Se prepararon 165 piezas dentarias unirradiculares recientemente extraídas y donadas para el estudio, de conducto único y de Clase I según la clasificación de Zidell, divididas en tres grupos de 53 piezas dentarias por cada cemento y dos grupos control de tres piezas cada uno. Los controles positivos fueron piezas sin obturar y permeables los dos milímetros más apicales, mientras que a los controles negativos no se les instrumentó, solo se les impermeabilizó con barniz de uñas. Todas las piezas fueron sumergidas en tinta china, luego fueron descalcificadas y diafanizadas. La microfiltración apical fue medida cada 0,5mm lineales utilizando un estereomicroscopio. Se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los tres grupos de cementos selladores ($p < 0,01$). Presentaron de mayor a menor microfiltración el cemento a base de óxido de zinc-eugenol (Endofill®), trióxido de minerales agregados (Endo CPM Sealer®) y resina epóxica (AH-Plus®) respectivamente.

Palabras clave: MATERIALES DE OBTURACIÓN DEL CONDUCTO RADICULAR / CEMENTO OXIDO-EUGÉNICO DE CINC / CEMENTO DE RESINA / CEMENTO DE TRIOXIDO DE MINERALES AGREGADOS.

in vitro apical microleakage of three cements used in the filling of root canals ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the apical microleakage *in vitro* obtained by canal sealers based on zinc oxide eugenol (Endofill®), epoxy resin (AH-Plus®) and mineral trioxide aggregate (Endo CPM Sealer®). One hundred sixty five single rooted freshly extracted teeth and class I according to Zidell classification were prepared, divided in three groups of fifty three samples and two control groups of three root canals each. The samples of the positive control group were not filled and the samples of the negative control group were not instrumented, not filled and coated with nail varnish. All the specimens were immersed in India ink and posteriorly were descalcified and cleared. Apical microleakage was measured in lineal millimeters with the use of a stereomicroscope. Significant statistical differences were found between the three canals sealers ($p < 0.01$). The apical microleakage was from higher to lower: 1) zinc eugenol based canal sealer, 2) MTA based canal sealer and 3) resin based canal sealer.

Key words: ROOT CANAL FILLING MATERIALS / ZINC OXIDE-EUGENOL CEMENT / RESIN CEMENT / MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE CEMENT.

Introducción

Uno de los requisitos primordiales para alcanzar el éxito en la terapia endodóntica es la obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares. Desde el punto de vista histórico, a esta última etapa se le considera, generalmente, como el paso más crítico y causante de muchos fracasos terapéuticos (1).

Por ello, el empleo de un cemento sellador para obturar un canal radicular es esencial para el éxito del proceso. El cemento obturador no sólo aumenta el sellado, sino que también sirve para rellenar las irregularidades del canal y las pequeñas discrepancias entre la pared del canal radicular y el material de re-

lleno sólido (1).

Una gran variedad de materiales para rellenar el sistema de conductos ha sido utilizado través de los años. Actualmente, los métodos empleados con mayor frecuencia en la obturación de los conductos radiculares se basan en el uso de conos semisólidos de gutapercha como material base. Sin embargo, este material no sella el conducto por sí solo; por ello, un cemento sellador es necesario para cubrir la dentina y para rellenar las irregularidades y discrepancias entre el material de obturación y las paredes del conducto logrando así el sellado (2).

En los últimos años se han desarrollado un gran número de cementos selladores basados en mezclas

de diferentes sustancias tales como: óxido de zinc-eugenol, resinas, ionómeros, hidróxido de calcio, etc. con la finalidad de mejorar su capacidad de sellado, siendo sometidos a diferentes pruebas en donde se evalúe su microfiltración, ya sea a través de la penetración con tintes, radioisótopos con aire comprimido, bacterias y otros (2,3).

Grossman en 1936 introdujo en la endodoncia la fórmula inicial de su cemento sellador, cuyos componentes de plata precipitada y óxido de magnesio producían el oscurecimiento de la dentina, en 1958 sustituyó estos elementos y modificó ligeramente las proporciones, obteniendo la fórmula que desde entonces se ha convertido en un modelo

estándar con el que se comparan los otros cementos, su composición es a base de óxido de zinc-eugenol (4).

La popularidad de los cementos selladores a base de óxido de zinc-eugenol se debe a su excelente plasticidad, consistencia, eficacia selladora y alteraciones volumétricas pequeñas después de fraguar. El vehículo de mezcla para estos selladores es el eugenol; el polvo contiene óxido de zinc en finas partículas para incrementar la fluidez del cemento, es radiopaco y el tiempo de manipulación se ajusta para permitir un adecuado tiempo de trabajo. Estos cementos poseen un efecto antiséptico, producen irritación moderada a severa en los tejidos periapicales, por lo que su uso debe ser considerado cuidadosamente (4).

Los cementos selladores a base de resina son también ampliamente utilizados debido a que presentan características favorables, tales como la adhesión mecánica a la estructura dentaria, un largo tiempo de trabajo, facilidad en la manipulación y sobretodo buen sellado (4). Dentro de estos cementos selladores, se encuentra el AH-Plus®, el cual es un sistema pasta-pasta, una epóxica y una amina; la base es una resina que una vez mezclada con el catalizador tiene un tiempo de polimerización lento y por lo tanto da un mayor tiempo de trabajo en clínica (5), que además le permite una mayor adhesión mecánica a la dentina, fácil manipulación y con ello mejorar el sellado. Una importante ventaja de estos selladores es que al no tener eugenol en su composición no afectan a la polimerización de composites (6).

El AH-Plus® es un sustituto del cemento AH-26®, según el fabricante tienen las mismas propiedades, pero el primero preserva la quí-

mica de las aminas epóxicas para que el material no libere la sustancia tóxica formaldehído, lo cual le permite mejorar sus propiedades biológicas. Consiste de dos pastas, una epóxica y otra amina, se adapta fácilmente a las paredes del conducto radicular y presenta estabilidad dimensional a largo plazo (4).

Otro material también utilizado en endodoncia es el trióxido de minerales agregados, conocido como MTA, fue desarrollado en 1993, en la Universidad de Loma Linda; actualmente tiene numerosas aplicaciones debido a su biocompatibilidad (7,8).

Es necesario mencionar que el MTA es un derivado del cemento Portland y que comparten los mismos componentes principales como el calcio, fosfato y sílice. El MTA consta de partículas finas hidrofílicas que fraguan en presencia de humedad, el resultado es un gel coloidal que solidifica a una estructura dura en tres a cuatro horas, las características del agregado dependen del tamaño de la partícula, de la proporción polvo-líquido, temperatura, presencia de agua y aire comprimido; posee baja solubilidad y pH muy alcalino (9). Este pH es muy similar al del hidróxido de calcio, y puede posibilitar efectos antibacterianos (10).

El uso del trióxido de minerales agregados es cada vez más amplio, tanto para obturaciones apicales, protecciones pulpares, perforaciones y otras situaciones más; además tiene propiedades físicas, químicas y biológicas similares por lo que ha demostrado cualidades promisorias como material endodóntico, además puede ser el único que consistentemente permite regeneración del ligamento periodontal, aposición de tejido parecido al cemento y formación ósea (11,12).

El Endo CPM Sealer® es el primer cemento sellador de conductos convencional cuya composición es a base de trióxidos de minerales agregados. Distintos estudios han demostrado las excelentes propiedades del trióxido de minerales demostrando que este material estimula la formación de tejido duro en el ápice del diente que estuvo bajo tratamiento endodóntico y también la formación de tejido duro en zonas donde hubo perforación accidental patológica o iatrogénica de la raíz. Este sellador no contiene eugenol. Según los fabricantes, cuando se utiliza el Endo CPM Sealer® como sellador de conductos radiculares en combinación con puntas de gutapercha demuestra que la contracción de fraguado no es significativa, así mismo posee bajo grado de solubilidad frente a los fluidos tisulares como gran adaptación y adherencia a las paredes dentinarias. Su tiempo de trabajo es de aproximadamente 30 minutos a una temperatura ambiente de 25°C (13).

Debido a la aparición de nuevos cementos selladores, los clínicos hoy en día, requieren evidencia de la mayor eficiencia de estos nuevos cementos.

El propósito de este estudio fue comparar la microfiltración apical *in vitro* obtenida por los cementos de obturación a base de óxido de zinc y eugenol (Endofill®), resina epóxica (AH-Plus®) y trióxido de minerales agregados (Endo CPM Sealer®).

Material y métodos

El presente estudio corresponde a una investigación de tipo experimental *in vitro*.

La muestra estuvo conformada por 165 piezas dentarias unirradiculares de conducto único completamente desarrollado y de clase I según la clasificación de sis-

temas de conductos de Zidell (14), la cual fue determinada mediante la utilización del programa estadístico Stata v.9, aplicando los resultados obtenidos en la prueba piloto realizada previamente en la cual se realizó la estandarización de las técnicas de instrumentación y de obturación, manejo de materiales, técnicas de tinción y diafanización, así como la observación al estereomicroscopio.

Las piezas dentarias recolectadas fueron evaluadas radiográficamente en sentido vestíbulo lingual y mesio distal, con la finalidad de comprobar que cumplan con los criterios de selección, luego se colocaron en solución de hipoclorito de sodio al 5,25% por 24 horas para poder remover cualquier remanente de tejido blando de las superficies radiculares; cálculos y restos coronales se removieron con destartalizadores manuales y luego fueron almacenadas en solución salina hasta el momento de su uso.

Se realizaron las aperturas camerales y la longitud del canal radicular se determinó colocando una lima 15 dentro del canal hasta que se le vio salir por el foramen apical, a esta medida se le restó un milímetro para obtener la longitud de trabajo. Finalizada la instrumentación, una lima 15 fue extruida nuevamente a través del foramen apical, para tener la seguridad de que no se haya obstruido el conducto; posteriormente cada pieza dentaria instrumentada fue colocada en su respectivo recipiente con solución salina, previamente codificado. Previo a la obturación de conductos, las piezas dentarias fueron divididas al azar en cinco grupos, donde tres de ellos conformados por 53 piezas cada uno, fueron obturados con su cemento respectivo (Endofill®, AH-Plus®, Endo CPM Sealer®) y los

otros dos grupos control de tres piezas cada uno, los controles positivos fueron instrumentados pero se dejaron sin obturar y permeables los dos milímetros más apicales y los controles negativos que no fueron instrumentados, solo se impermeabilizaron con barniz de uñas. Concluidas las obturaciones de los conductos, las aperturas de los accesos camerales fueron selladas con el cemento de obturación temporal Coltosol® (Coltene).

Los especímenes fueron colocados en solución salina a temperatura ambiente por siete días para permitir el fraguado de los cementos selladores. Después de siete días, las piezas fueron secadas con aire, para ser impermeabilizadas con dos películas de barniz de uñas Maybelline® (una cada 24 horas). Solo la superficie de los controles negativos fue impermeabilizada totalmente con el barniz, el resto de especímenes fueron revestidos dejando libre los dos milímetros más cercanos al ápice radicular, medidos con una regla milimetrada. Posteriormente fueron colocados en un recipiente de plástico con 5cc de tinta china marca Rotring® en inmersión pasiva durante siete días a temperatura ambiente. Luego las piezas fueron lavadas con agua corriente para retirar los restos de tinta china de sus superficies, de allí se retiró el barniz de uñas con acetona y las piezas fueron colocadas en sus recipientes para poder realizar su diafanización de acuerdo a la técnica de Robertson (15). Primero fueron colocadas en solución de ácido nítrico al 5% por período de cinco a siete días, según el caso, ya que algunas piezas fueron descalcificadas más rápido que otras; el ácido nítrico fue reemplazado totalmente cada día. Descalcificadas las piezas, se procedió a la deshidratación de las mis-

mas colocándolas en alcohol etílico a concentraciones ascendentes: 80°, 90° y 96° durante dos horas cada uno. Finalmente fueron secadas con aire y almacenadas en salicilato de metilo hasta que se mostraron transparentes. Se tuvieron que desechar dos piezas dentarias (una del grupo obturado con el cemento sellador AH-Plus® y la otra con el sellador Endo CPM Sealer®) debido a que mostraban excesiva penetración de tinta china a lo largo de toda la superficie radicular.

Las piezas dentarias transparentadas, fueron enmascaradas previamente a la lectura en el estereomicroscopio. En la medición de la microfiltración se utilizó una plantilla calibrada cada 0,5 milímetros y un estereomicroscopio marca Carl Zeiss con un objetivo de 40X; se realizó desde la porción más apical hasta la parte más coronal de microfiltración de tinta china entre la interfase dentina cemento, se registró la superficie que obtuvo el mayor valor de microfiltración en milímetros lineales, el proceso fue realizado en el Instituto de Corrosión y Protección de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Los datos obtenidos fueron registrados en una ficha elaborada para ese fin.

Se aplicó la prueba de Kolmogorov Smirnov, en función de los resultados se seleccionó y aplicó la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis para comparar si existía diferencia entre los tres grupos de cementos selladores. Posteriormente se aplicó el la prueba U de Mann Whitney para saber si existía diferencia significativa de los grupos de cementos analizados por pares.

Resultados

El análisis descriptivo de los datos nos muestra que existe diferencia

estadísticamente significativa entre los tres grupos de cementos selladores ($p < 0,01$).

El mayor promedio de microfiltración apical fue $1,057 \pm 0,362$ mm que lo obtuvo el grupo de piezas dentarias obturadas con el cemento a base de óxido de zinc y eugenol (Endofill®), mientras el menor promedio de microfiltración apical fue $0,558 \pm 0,161$ milímetros, obtenido por el grupo de piezas obturadas con el cemento a base de resina epóxica (AH-Plus®); las piezas obturadas con el cemento a base de trióxido de minerales agregados (Endo CPM Sealer®) presentaron un valor intermedio de microfiltración apical $0,654 \pm 0,23$ milímetros.

Los controles positivos mostraron microfiltración de tinta china a lo largo de todo el conducto a diferencia de los controles negativos, los cuales no mostraron microfiltración apical (Tabla 1). Al realizar la comparación de microfiltración apical entre los grupos de cementos selladores, también se halló diferencia estadísticamente significativa (Tabla 2).

Discusión

La evaluación de penetración lineal de colorantes es un método que nos permite medir la microfiltración apical de selladores después de cortar las raíces o luego de haberlas aclarado (16). En el presente estudio se utilizó la tinta china para medir la microfiltración apical; debido a que este colorante puede penetrar en espacios tan pequeños como filtros para bacterias de $0,22 \mu\text{m}$, debido a su peso molecular (17). Esta característica del colorante nos asegura que al existir espacios vacíos, se producirá la microfiltración lo que hará válido el procedimiento desarrollado. Sin embargo, hay detrac-

Tabla 1. Descripción de los valores de microfiltración apical (en milímetros lineales) encontrada en los tres grupos de cementos utilizados en la obturación de conductos radiculares.

cemento	n	media	DS	VMi	VMx
Óxido de zinc-eugenol* (Endofill®)	53	1,057	0,362	0,5	1,5
Resina epóxica* (AH-Plus®)	52	0,558	0,161	0,5	1
Trióxido de minerales agregados* (Endo CPM Sealer®)	52	0,654	0,233	0,5	1
Control positivo	3	12,67	2,08	11	15
Control negativo	3	--	--	0	0

DS: desviación estandar, VMi: valor mínimo, VMx: valor máximo

*Test de Kruskal Wallis $p < 0,01$

Tabla 2. Comparación por grupos de los valores obtenidos de la microfiltración apical de los cementos utilizados en la obturación de conductos radiculares

Grupos comparados		p
Óxido de zinc-eugenol (Endofill®)	Resina epóxica (AH-Plus®)	<0,01
Resina epóxica (AH-Plus®)	Trióxido de minerales agregados (Endo CPM Sealer®)	<0,05
Óxido de zinc-eugenol (Endofill®)	Trióxido de minerales agregados (Endo CPM Sealer®)	<0,01

Test de Mann-Whitney

tores para esta técnica como Camps et al.(18) los cuales afirman que esta técnica acredita una confianza muy limitada al ser comparada con otros métodos como la filtración de fluidos, en la cual se evalúa la capacidad de un material para resistir la microfiltración cuando se somete a cambios de presión (19).

La principal ventaja de la técnica de diafanización es que la penetración de colorantes puede ser observada en tres dimensiones, lo cual permite la lectura de la extensión máxima del colorante (16). En este estudio se utilizó la técnica de diafanización de Robertson (15), la cual ha sido y sigue siendo la más utilizada en varios estudios de investigación (1,6,17,20,21). En la actualidad existe una gran variedad de cementos selladores con diferentes elementos en su composición tales como el óxido de zinc-eugenol, hidróxido de calcio, resinas, ionómeros de vidrio y otros. Estos componentes les permite a algunos obtener mejores resultados que otros.

Los cementos a base de óxido de zinc y eugenol presentan ciertas ventajas con respecto a otros cementos selladores, debido a que poseen un fuerte efecto antibacteriano (22), motivo por el cual tienen una larga y satisfactoria utilización a través de la historia (23). Pero al evaluar su capacidad para evitar la microfiltración a nivel del tercio apical, estos cementos selladores son los menos favorecidos ya que presentan un alto grado de microfiltración comparados con otros cementos evaluados (1,24), lo cual coincide con este estudio, en que el cemento a base de óxido de zinc eugenol utilizado presentó un mayor grado de microfiltración (Fig.1), esto puede deberse quizás a que el proceso de fraguado de estos cementos comprende un proceso químico, combinado con la adición de óxido de zinc en la matriz de eugenolato de zinc, este compuesto va permitir el endurecimiento del cemento, pero tiene la desventaja de disolverse fácilmente en los fluidos.

Sin embargo, autores como Leyton et al.(20) no han encontrado diferencias significativas entre estos cementos con otros evaluados en su estudio, lo cual no concuerda con los resultados del presente estudio y puede deberse a que los cementos selladores con los cuales se comparó, así como la metodología empleada fue diferente para ambos estudios.

Kardon (25) y De-Deuss (26) afirman que los selladores a base de resina epóxica presentan menor grado de filtración y que su sellado apical es superior al de los cementos que son a base de óxido de zinc eugenol (24,27,28). De Almeida et al.(24) observaron que la microfiltración apical obtenida por el cemento a base de resina epóxica (AH-Plus®) fue significativamente menor que la producida por el cemento a base de óxido de zinc-eugenol utilizado en dicho estudio. Similares resultados fueron encontrados por Poli et al.(6) en su estudio in vivo realizado en perros donde se expuso los canales radiculares

al medio oral en 45 y 90 días, donde el cemento AH-Plus® demostró un mejor sellado que el cemento a base de óxido de zinc-eugenol (Endofill®). Los resultados obtenidos en ambos estudios concuerdan con los hallados en esta investigación, donde el cemento sellador (AH-Plus®) presentó menor grado de microfiltración apical que el cemento (Endofill®) (Fig.2). Al examinar los valores de microfiltración apical de las piezas dentarias obturadas con el cemento a base de trióxido de minerales agregados, Endo CPM Sealer® podemos observar que este sellador presenta un valor intermedio con respecto a la microfiltración obtenida por los otros dos cementos selladores (Fig. 3). Actualmente no existen estudios previos en los que se evalúe la microfiltración apical de obturaciones de conductos realizadas con este cemento sellador. Sin embargo sí hay investigaciones en donde se evalúa el sellado apical que tiene el trióxido de minerales agregados (componente principal de este

cemento) en obturaciones al final del ápice de piezas que han sido sometidas a cirugía periapical, demostrando ciertas ventajas con respecto a otros materiales (29,30). Para Daoudi et al. (31) el trióxido de minerales agregados o MTA ha demostrado poseer muchas de las propiedades de un material sellador ideal. La capacidad de su sellado al final de la raíz ha sido superior a la obtenida por la amalgama, materiales restauradores intermedios y Super EBA usando tanto los métodos de filtración bacteriana como el de penetración de colorantes, y esto no ha sido afectado por la contaminación con sangre.

Las piezas dentarias pertenecientes al grupo de controles positivos presentaron filtración de tinta china a lo largo de todos los conductos radiculares, lo cual nos confirma la necesidad de la presencia de un cemento sellador asociado con el material de obturación para lograr un sellado apical. El uso de controles positivos y negativos en este estudio representa una ventaja con respecto a otros en donde no se les usa, ya que éstos nos permiten evaluar los resultados de microfiltración apical obtenidos por los cementos selladores, dentro de los rangos de mayor (controles positivos) (Fig.4) y de nula microfiltración (controles negativos) (Fig. 5) y con ello aumentar la confiabilidad del estudio (4).

Esta investigación ha permitido obtener el promedio de microfiltra-



Fig. 1. Vista al estereomicroscopio de pieza diafanizada (40X) - Endofill®.



Fig. 2. Vista al estereomicroscopio de pieza diafanizada (40X) - AH-Plus®.



Fig. 3. Vista al estereomicroscopio de pieza diafanizada (40X) - Endo CPM Sealer®.



Fig. 4. Vista al estereomicroscopio de pieza diafanizada (40X) - Control positivo.



Fig. 5. Vista al estereomicroscopio de pieza diafanizada (40X) - Control negativo.

ción apical del cemento sellador a base de trióxido de minerales agregados (EndoCPM Sealer®) valor que se desconocía, el cual presentó un nivel intermedio con respecto a los otros dos cementos selladores ampliamente utilizados.

En el presente estudio, la hipótesis no se confirmó, sin embargo los resultados obtenidos son útiles para poder responder el problema planteado y para los clínicos, ya que el cemento sellador a base de trióxido de minerales agregados (Endo CPM Sealer®) puede servir como una nueva alternativa en el momento de elegir un cemento para la obturación de conductos radiculares.

Los hallazgos obtenidos en el presente estudio con respecto a la evaluación de microfiltración apical, nos sugiere al clínico como primera alternativa en la obturación de conductos radiculares, el uso del cemento a base de resina epóxica (AH-Plus®), la segunda alternativa el cemento a base de trióxido de minerales agregados (Endo CPM Sealer®) y al cemento a base de óxido de zinc-eugenol (Endofill®) como una tercera alternativa. Cabe señalar que el uso o no de éstos cementos selladores dependerá de la decisión del clínico tomando otros criterios fundamentales como lo es el diagnóstico y pronóstico de la pieza dentaria tratada.

Conclusiones

- Existen diferencias estadísticamente significativas en el comportamiento de la microfiltración apical entre las obturaciones realizadas con los cementos a base de óxido de zinc-eugenol (Endofill®), resina epóxica (AH-Plus®) y trióxido de minerales agregados (Endo CPM Sealer®).
- Presentaron de mayor a menor microfiltración apical: el cemento

a base de óxido de zinc-eugenol (Endofill®), trióxido de minerales agregados (Endo CPM Sealer®) y resina epóxica (AH-Plus®).

Agradecimientos

Al Dr. Alexis Evangelista por su asesoría y gran apoyo para la realización de este proyecto.

Al Dr. Ingeniero Víctor Andrade por su apoyo en la toma de microfotografías con el estereomicroscopio del Instituto de Corrosión y Protección de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Referencias bibliográficas

1. Pineda M. Evaluación del sellado apical en la técnica de condensación lateral a base de ionómero de vidrio. *Odontología Sanmarquina* 2002; 1(10):23-8.
2. Hovland EJ, Dumsha TC. Leakage evaluation in vitro of the root canal sealer cement Sealapex. *Int Endod J.* 1985; 18(3):179-82.
3. Bates CF, Carnes DL, del Rio CE. Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod.* 1996; 22(11):575-8.
4. Topalián M. Efecto citotóxico de los cementos selladores utilizados en endodoncia sobre el tejido periapical [serial online] 2002 [citado 20 Set 2006]. Disponible en: http://www.carlosboveda.com/odontologosfolder/odontoinvitado_23.htm
5. Pommel L, Camps J. Effects of pressure and measurement time on the fluid filtration method in endodontics. *J Endod.* 2001; 27(4):256-8.
6. Kopper PMP, Vanni JR, Della Bona A, Figueiredo JAP de, Porto S. In vivo evaluation of the sealing ability of two endodontic sealers in root canals exposed to the oral environment for 45 and 90 days. *J Appl Oral Sci.* 2006; 14(1):43-8.
7. Asgary S, Parirokh M, Eghbal MJ, Brink F. Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2005; 31(2):101-3.
8. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 1999; 25(3):197-205.
9. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD. Antibacterial effects of some root end filling materials. *J Endod.* 1995; 21(8):403-6.
10. Walker MP, Diliberto A, Lee C. Effect of setting conditions on mineral trioxide aggregate flexural strength. *J Endod.* 2006; 32(4):334-6.
11. Miñana M. El agregado de trióxido mineral (MTA) en endodoncia. *RCOE.* 2002; 7(3): 283-9.
12. Apaydin ES, Shabahang S, Torabinejad M. Hard-tissue healing after application of fresh or set MTA as root-end-filling material. *J Endod.* 2004; 30(1):21-4.
13. CPM Odontología Edo CPM Sealer [serial online] 2004 [citado 18 Set 2006]. Disponible en: <http://www.cpmodontología.com/endocpm.htm>.
14. Ingle J. *Endodoncia.* 2da. ed. México D.F.: Editorial Interamericana; 1988.
15. Robertson D, Leeb IJ, McKee M, Brewer E. A clearing technique for the study of root canal systems. *J Endod.* 1980; 6(1):421-4.
16. Schäfer E, Olthoff G. Effect of three different sealers on the sealing ability of both thermally obturators and cold laterally

- compacted Gutta-Percha. *J Endod.* 2002; 28(9):638-42.
17. Ponce A, Izquierdo JC, Sandoval F, De los Reyes JC. Filtración apical entre la técnica de compactación lateral en frío y técnica de obturación con System B®. *Rev Odontol Mexicana.* 2005; 9(2):65-72.
 18. Camps J, Pashley D. Reliability of the dye penetration studies. *J Endod.* 2003; 29(9):592-4.
 19. Bates CF, Carnes DL, del Rio CE. Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod.* 1996; 22(11):575-8.
 20. Leyton A, Ljubetic O, Leyton V. Evaluación in vitro de la capacidad de sellado apical de dos cementos de obturación de conductos: eugenato de zinc y ionómero de vidrio. *Quintessence.* 1998; 11(1):38-44.
 21. Pichardo MR, George SW, Bergeron BE, Jeansonne BG, Rutledge R. Apical leakage of root-end placed SuperEBA, MTA, and Geristore restorations in human teeth previously stored in 10% formalin. *J Endod.* 2006; 32(10):956-9.
 22. Cobankara FK, Orucoglu H, Sengun A, Belli S. The quantitative evaluation of apical sealing of four endodontic sealers. *J Endod.* 2006; 32(1):66-8.
 23. de Oliveira Mendes ST, Ribeiro Sobrinho AP, de Carvalho AT, de Souza Côrtes MI, Vieira LQ. In vitro evaluation of the cytotoxicity of two root canal sealers on macrophage activity. *J Endod.* 2003; 29(2):95-9.
 24. De Almeida WA, Leonardo MR, Tanomaru Filho M, Silva LA. Evaluation of apical sealing of three endodontic sealers. *Int Endod J.* 2000; 33(1):25-7.
 25. Kardon BP, Kuttler S, Hardigan P, Dorn SO. An in vitro evaluation of the sealing ability of a new root-canal-obturation system. *J Endod.* 2003; 29(10):658-61.
 26. De-Deus G, Coutinho-Filho T, Reis C, Murad C, Paciornik S. Polymicrobial leakage of four root canal sealers at two different thicknesses. *J Endod.* 2006; 32(10):998-1001.
 27. Limkangwalmongkol S, Burtscher P, Abbott PV, Sandler AB, Bishop BM. A comparative study of the apical leakage of four root canal sealers and laterally condensed gutta-percha. *J Endod.* 1991; 17(10):495-9.
 28. Oguntebi BR, Shen C. Effect of different sealers on thermoplasticized Gutta-percha root canal obturations. *J Endod.* 1992; 18(8):363-6.
 29. Martell B, Chandler NP. Electrical and dye leakage comparison of three root-end restorative materials. *Quintessence Int.* 2002; 33(1):30-4.
 30. Flores L. Uso del material trióxido agregado (MTA) en cirugía periapical. *RCOE.* 2002; 7(3):1-10.
 31. Daoudi MF, Saunders WP. In vitro evaluation of furcal perforation repair using mineral trioxide aggregate or resin modified glass ionomer cement with and without the use of the operating microscope. *J Endod.* 2002; 28(7):512-5.