

Comparación de la microfiltración de tres materiales biocerámicos en obturaciones retrodentarias: Estudio in vitro

Microfiltration comparison of three bioceramic materials in retrodental seals: In vitro study

*Luis Roberto Salas Brenes, residente de segundo año postgrado Endodoncia
Universidad Latina de Costa Rica, drs.salas.ciudad@gmail.com
Alexander Morales Chacón, especialista en Endodoncia, profesor del postgrado Endodoncia
Universidad Latina de Costa Rica, amorcha@gmail.com*

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es comparar tres materiales biocerámicos en obturaciones retrodentarias, evaluando la microfiltración con tinta china en piezas diafanizadas, a través de un estereomicroscopio. Se utilizaron cuarenta piezas dentales unirradiculares recién extraídas, las cuales se estandarizaron a 16 mm, se les realizó tratamiento radicular, se les cortó 3 mm del ápice radicular y se prepararon con ultrasonido. Se dividieron en tres grupos al azar y se obturaron con Biodentine®, MTA® y Root Repair Material®, dejándolos en tinta china Staedtler® por 72 horas, se procedió a diafanizarlas y a medirlas. Los resultados mostraron que el MTA® fue el material que presentó menor microfiltración, seguido del Biodentine® y, por último, el Root Repair Material®, sin diferencias estadísticamente significativas, con un porcentaje de error del 95%.

PALABRAS CLAVE

Microfiltración, tinta china, MTA®, Biodentine®, Root Repair Material®

ABSTRACT

The aim of this study is to compare three bioceramic materials in retrograde seals, evaluating their microfiltration using transparent ink on diaphanized parts through a stereomicroscope. Forty freshly extracted single-rooted teeth were used, which were standardized to 16 mm. Root canal treatment was performed on them, and 3 mm were cut from their root tip, and were prepared with ultrasound. They were randomly divided into three groups and were filled with Biodentine®, MTA®, and Root Repair Material®. After applying Staedtler® ink for 72 hours, we proceeded to transparent and measure them. The results showed that the MTA® was the material presenting less microfiltration followed by Biodentine® and, finally, Root Repair Material. Differences between them were not statistically significant, with an error rate of 95%.

KEYWORDS

Microfiltration, ink, MTA®, Biodentine®, Root Repair Material®

Recibido: 19 diciembre, 2013.
Aceptado para publicar: 26 de mayo, 2014.

Un material ideal para ser usado en la retrobturación, debe ofrecer una serie de características como la biocompatibilidad con los tejidos periapicales, adhesión a la estructura dental, estable dimensionalmente, resistente a la disolución, favorecer la cementogénesis, bactericida o bacteriostático, y no debe ser corrosivo, electroquímicamente inactivo, no teñir estructura dental, ni estructuras periradiculares de fácil manejo, y tener tiempo de trabajo adecuado, ajuste rápido, radiopaco, poder esterilizarse y ser de fácil remoción, si se requiere.

El mineral trióxido agregado (MTA), es un cemento que fue desarrollado a principios de la década de los años 90 en la Universidad de Loma Linda, California por el Dr. Torabinejad M. Está compuesto por silicato tricálcico, aluminato tricálcico, óxido tricálcico, óxido de silicato y pequeñas cantidades de óxido de bismuto que al mezclarse con agua estéril forman un gel coloidal con un pH, que varía entre 10,2 y 12,5, el cual se endurece en 3 horas en presencia de humedad y alcanza una fuerza compresiva de 40MPa en 24 horas y 67 MPa en 21 días.

El MTA fue desarrollado como un material para sellar comunicaciones entre el diente y el periodonto; actualmente no solo se usa para sellar perforaciones sino también para tratamientos conservadores de pulpa, formar un tapón apical en ápices inmaduros y obturaciones retrógradas; es bien aceptado por su biocompatibilidad y su excelente capacidad de sellado.

La casa comercial Brasseler USA lanza al mercado en marzo del 2009 el Endosequence Root Repair Material.

El Root Repair Material está compuesto por: silicatos de calcio, silicato tricálcico (3CaO-SiO_2) si-

licato dicálcico (2CaO-SiO_2) óxido de zirconio (ZrO_2) pentóxido de tantalum o tántalo (Ta_2O_5) sulfato de calcio (anhídrido) ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/3\text{H}_2\text{O}$) agentes de relleno.

En el mercado está disponible en dos presentaciones: *putty* y en jeringa listas para ser utilizadas; según la casa comercial tienen excelentes propiedades físicas y biológicas y son fáciles de trabajar, son hidrófilos, radiopacos, insolubles, libres de aluminio, y de pH alto de 12.24.

Instrucciones: Reparación de perforaciones y de reabsorciones radiculares, material de retrobturación, apexificación, recubrimiento pulpar.

El tiempo de trabajo es de más de 30 minutos, y el tiempo de fraguado es de 4 horas en condiciones normales, y en presencia de humedad extrema puede ser de 12 horas. Tiene en su composición partículas nanoesferoidales de un tamaño de $1 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ lo que le permite entrar en los túbulos dentinales y con su humedad lograr un atrape mecánico cuando fragua.

Tiene un efecto antibacterial similar al MTA Blanco de ProRoot, y una biocompatibilidad similar al MTA Gris de la casa ProRoot® y un citotóxibilidad mínima igual al MTA blanco ProRoot® y la MTA Angelus®

En sus inicios el Biodentine® tenía el nombre de RD94 que era un nuevo cemento de Portland, el cual tenía como objetivo imitar un cemento de ionómero de vidrio y que se pudiera usar como un sustituto de resina en restauraciones odontológicas.

Este material es inorgánico y no metálico, y los componentes principales son Ca_3SiO_5 , CaCO_3 , ZrO_2 , y el agua.

Pero además de los materiales antes citados el líquido contiene cloruro de calcio (CaCl_2) y un agente reductor de agua ($2\text{H}_2\text{O}$). Entre las propiedades de los componentes tenemos que el silicato tricálcico: es el principal componente del polvo y es el que regula la reacción de fraguado, el carbonato de calcio: es un relleno, el dióxido de zirconio le otorga la radiopacidad al cemento, el cloruro de calcio es un acelerador y el agente reductor de agua: reduce la viscosidad del cemento. Se basa en un policarboxilato modificado, que logra una alta resistencia a corto plazo, al reducir la cantidad de agua requerida por la mezcla y mantiene su fácil manipulación.

Tiene propiedades bioactivas y es capaz de inducir la formación de dentina reparativa, No es citotóxico y no es genotóxico. Tiene además un excelente sellado marginal.

El objetivo de esta investigación es comparar los tres materiales bio-cerámicos en un estudio in vitro, utilizando un modelo de penetración de tinta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron 40 piezas dentales unirradiculares, de humanos recién extraídas. Luego se almacenaron en solución salina Baxter Viaflex®, se lavaron en hipoclorito de sodio al 5,25% (Bleach Cloro®), para disolver remanentes de ligamento periodontal por treinta minutos. Luego se retiró el cálculo dental con una cureta manual universal Columbia #4R-4L Hu-Friedy. Se eliminó la corona clínica con un disco de diamante Diamond Disc®, tamaño S-22mm de la casa comercial BestQual®, montada en un motor de laboratorio de baja velocidad marca Dremel® modelo 395 tipo 5 a una velocidad de 15000 rpm a 1.15A con irrigación adicio-

nal con la jeringa triple. Con el fin de estandarizar la muestra a 16 mm de longitud. (Fig.1 y 2)

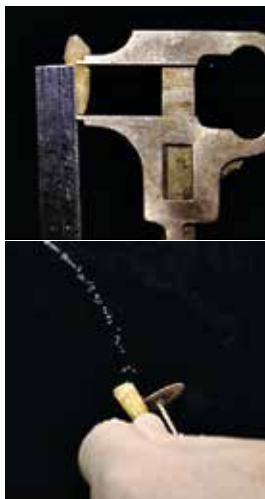


Fig.1y 2 Medición del la longitud y corte de la corona

Para determinar la longitud de trabajo se utilizó una lima manual #15 C+ de la casa comercial Dentsply Maileffer, y luego se introdujo la lima hasta que atravesara el foramen apical, y a esta medida se le restó 1 mm. (Fig.3)



Fig. 3 Longitud de trabajo.

Los conductos radiculares fueron instrumentados mecánicamente con limas reciprocantes Wave-One® Primary #025 ,08 y luego Large #040 ,08 de la casa comercial Dentsply Maileffer con un motor Reciproc® de la casa comercial VDW Alemania, con las especificaciones del sistema Wave-One®. (Fig.4)

Se irrigó constantemente con hipoclorito de sodio al 5,25% (Bleach Cloro®) durante toda la instru-



Fig. 4 Preparación biomecánica con técnica reciprocante Wave-One®

mentación. Previo a la obturación, los conductos se irrigaron con EDTA al 18% de la casa comercial Ultradent® y finalmente se irrigaron con hipoclorito de sodio al 5,25% (Bleach Cloro®) y se secaron con puntas de papel absorbente Large. Se obturaron con la técnica de onda continua, utilizando el transportador de calor B&L-alpha II con una punta 0,55 mm/ 0,08 de 25 mm para la fase del Down Packing y para el Back Filling se utilizó el B&L-beta con gutapercha B&L-GP soft. (Fig. 5 y 6)



Fig. 5 y 6 Obturación con el B&L alfa y Beta

Utilizando, un condensador 60/120 B&L con cemento sellador TOP-SEAL® Denstpy Maileffer y luego se colocó una obturación temporal de Coltosol L® Coltène Whaledent. (Fig. 7 y 8)

Se realizó la resección radicular a 3 mm del ápice, utilizando un disco



Fig. 7 y 8 Cemento Top Seal® y condensador B&L 60/120

de diamante Diamond Disc, tamaño S-22mm de la casa BestQual® montada en un motor de laboratorio de baja velocidad marca Dremel® modelo 395 tipo 5 a una velocidad de 15000 rpm a 1,15A con irrigación adicional con la jeringa triple. (Fig. 9)



Fig. 9 Corte apical con disco de diamante BestQual®

Se conformó la preparación retrógrada con un ultrasonido BioSonic®S1 Coltène Whaledent utilizando una punta quirúrgica ultrasónica AS3D Satelec a 3 mm de profundidad. (Fig 10).



Fig.10 Preparación apical con punta quirúrgica AS3D

Los dientes fueron divididos al azar en 3 grupos de 12 cada uno. El grupo 1 se obturó con PRO ROOT®(Dentsply, Tulsa Dental®), el grupo 2 con Biodentine® (Bosworth Company®), y el grupo 3 con Root Repair Material® (Brasseler USA).(Fig.11)



Fig.11 Materiales retrodentarios

Los materiales fueron preparados según las instrucciones del fabricante. En el grupo de dientes de control positivo no se realizó la obturación retrógrada y en el grupo de los dientes de control negativo, se obturó con MTA Angelus® y se barnizó con 2 capas de barniz Hard as Nails(Sally Hansen®) en toda su superficie.

Cada diente de los grupos 1, 2, 3, y el control positivo se cubrieron con dos capas de barniz Hard as Nails (Sally Hansen) excepto en los dos últimos mm apicales de la superficie radicular. (Fig.12)



Fig. 12 Barnizado de la superficie con esmalte de uñas Hard as Nails®

Los dientes fueron colocados en una incubadora, Precision Thelco a 37 °C y 100% de humedad para que se endurecieran y estabilizaran



Fig 13 Colocacion de las piezas en tinta china Staedtler

los materiales durante 24 horas. Después en tubos de microcentrífuga HydroLogix TM, 2 mm de los ápices de los dientes fueron sumergidos en tinta china Mars® matic film + paper 745 M2-9 Staedtler®. (Fig. 13)

En una bolsa de cierre hermético para vacío FoodSaver® se sometieron al vacío con una máquina de sellado al vacío FoodSaver® por un periodo de 15 minutos para remover las burbujas de aire residuales. Fueron removidos de la bolsa hermética de vacío y los dientes se dejaron sumergidos 72 horas en la tinta china para una penetración pasiva. El exceso de la tinta china fue lavado y el barniz de las raíces removido, usando una hoja de bisturí # 15 ViaMed® y acetona al 2%. Posteriormente se procedió a la clarificación de las muestras. Proceso de descalcificación: los dientes fueron descalcificados con ácido nítrico al 6,5% por 72 horas, cada 24 horas se realizaba el recambio del reactivo, y se agitaban tres veces al día, colocando un máximo de cuatro piezas dentales por frasco. (Fig.14)

Para determinar el grado de descalcificación se les realizó la prueba del alfiler a todas las piezas dentales. Después se lavan bajo un chorro de agua durante 4 horas. Para la fase de deshidratación: se colocaron las piezas en alcohol etílico al 80% por 12 horas. Después en alcohol etílico al 90% durante



Fig 14 Descalcificación de las piezas dentales en ácido nítrico 6.5%

2 horas. Y por último tres horas al 100%, cambiando el alcohol en tres oportunidades cada hora. (Fig. 15)



Fig. 15 Deshidratación de las piezas en diferentes concentraciones de alcohol etílico

Para finalizar el clareamiento, las muestras se colocaron en salicilato de metilo de dos a tres horas. Medición de la microfiltración: una vez transparentadas las piezas dentales, en la clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad Latina de Costa Rica, se procedió a medir la microfiltración con tinta por medio de un microscopio estereoscópico (Modelo DM 2003, 30x magnificación, Opto Eletrônica, São Carlos, SP, Brazil). Se realizan las mediciones de la tinta desde el ápice hasta el punto máximo coronal, con la ayuda de un disco calibrado en décimas de mm. Y por último, se realizó un registro fotográfico de las piezas más representativas con una cámara Canon G12 montada en el microscopio quirúrgico OPTO DM 2003. (Fig 16)



Fig. 16 Control positivo transparentado

Tabla 1 Valores promedios, varianza y desviación estandar de la microfiltración apical en mm. de los materiales retrobturadores Biodentine®, MTA®, Root Repair Material®			
Indicadores	Biodentine®,	MTA®,	Root Repair Material®
Promedio	0.23	0.15	0.3
Varianza	0.00645	0.0058	0.04
Desviación estándar	0.0803	0.007	0.2
n(tamaño muestral)	12	12	12

RESULTADOS

Como se puede observar en la tabla 1, el material retrobturador que menos microfiltración apical muestra es el MTA®, con solo 0,15 mm de penetración en el conducto; además, es el que muestra la menor desviación estándar, lo que nos expresa una gran concentración de sus datos alrededor del valor promedio, le sigue el Biodentine®, con 0.23 mm de microfiltración y el que presenta los resultados más desfavorables es el Root Repair Material® con 0,3 mm de penetración en el conducto.

DISCUSIÓN

Un sellado apical adecuado, además, de una apropiada desinfección y preparación del sistema de conductos, determina el éxito del tratamiento a largo plazo del tratamiento endodóntico tradicional.

En los casos donde el tratamiento endodóntico convencional fracasa y no podemos realizar el retratamiento, o está contraindicado es necesaria una intervención quirúrgica para mantener el diente en la cavidad oral. El objetivo de la cirugía periapical, es obtener acceso al área afectada, para poder evaluar la zona perirradicular y la raíz de la pieza implicada, para poder colocar un material sellador que impida el paso de bacterias y sus subproductos.

El lograr un sellado apropiado es el principal objetivo de un material de retrobturación.

Para medir este sellado se han utilizado diferentes materiales y métodos, los más comunes son los estudios in vitro donde la microfiltración se ha medido con colorantes, bacterias y sus metabolitos, isotopos radiactivos, estudios electroquímicos y más recientemente filtración de líquidos. Pero el método más utilizado por facilidad, sensibilidad y conveniencia es la penetración de tintas, ya que estas expresan el espacio que queda entre la pared del conducto y el material obturador.

Entre los colorantes que se han utilizado desde el primer estudio de filtración de Grossman en 1939, tenemos el azul de metileno, la fucsina, fluidos fluorescentes, fluidos radiactivos, eosina, nitrato de plata y oro-paladio, entre otros.

El azul de metileno es el colorante con mayor capacidad de penetración, debido probablemente al pequeño tamaño de sus partículas; sin embargo, es susceptible a cambios por el ph y al proceso de diafanización.

La tinta china es una suspensión neutral de particular de carbón con un pH de 7.5-8.5 con un tamaño de molécula cercano a 10 µm.³⁵ También penetra fácilmente por simple difusión, el sellador no influye en

su estabilidad y no es absorbida por los cristales de hidroxiapatita de la dentina. La tinta china posee mejor desempeño porque su tamaño es parecido a veintiún bacterias patógenas presentes en los procesos infecciosos endodónticos. El uso de esta sustancia nos permite observar la microfiltración de forma tridimensional con las distintas técnicas de diafanización; además de que resiste la técnica de clareamiento, al permanecer sin cambios durante las inmersiones en ácido y alcoholes.

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que el material de retrobturación que menor microfiltración de tinta tuvo fue el MTA con 0,15 mm, seguido del Biodentine® con 0.23 mm de filtración y por último el Root Repair Material® con 0,3 mm. (Fig. 17)

Solo se encontraron en la literatura tres trabajos donde se comparan la microfiltración apical con Biodentine®.

En la tesis de la Dra. Astrup, el Biodentine® filtró mucho más que el MTA®. En este trabajo se utilizó detector de caries a base de fucsina USO43 de la casa Kuraray Medical Inc., (Okayama, Japón) como agente filtrador.

En el artículo del Dr. Korate, se utilizó azul de metileno y se seccionaron las piezas; en este estudio el Biodentine® filtró menos que el MTA®.

En el caso del Dr. Brasseale, se utilizó un modelo de filtración bacteriana empleando *E. faecalis*; en este estudio con un índice de confianza del 95% no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el Root Repair Material Puty y el MTA®. Sin embargo, el MTA® filtró más que el Root Repair Material Puty en una proporción de un 7% a un 4% respectivamente.

El MTA se ha estudiado utilizando métodos de tinta, filtración de fluidos y métodos de filtración bacteriana. La mayoría de los estudios muestran que este material en general, permite menor microfiltración que los materiales tradicionales cuando es utilizado como material de obturación apical. Asimismo, cuando se utilizan métodos de filtración bacteriana, muestra ser un material eficaz en el tratamiento de las perforaciones, como material retroobturador y en el tratamiento de ápices inmaduros.

CONCLUSIONES

Se puede concluir, de manera general, que todos los materiales utilizados en este estudio presentaron algún grado de microfiltración. Sin embargo, cabe aclarar que en ningún caso la microfiltración sobrepasó el material retroobturador.



Fig. 18 Pieza clarificada del grupo del MTA®



Fig. 19 Pieza clarificada del grupo del Biodentine®



Fig. 20 y 21 Piezas clarificadas del grupo del Root Repair Material®

El MTA® fue el material que menos microfiltración presentó. Seguido del Biodentine® y por último el Root Repair Material que fue el que mayor grado de microfiltración presentó.

Si hacemos la elección de nuestro material de retroobtención basados en la evidencia científica el material de primera elección debe ser el MTA®, pero considerando que la diferencia no es estadísticamente significativa entre un material y otro, en ciertos casos, podemos considerar factores como la facilidad de manipulación del Biodentine® y del Root Repair Material®.

Los resultados obtenidos en el estudio con un nivel de confiabilidad del 95%, no aportan suficiente evidencia para considerar que sean estadísticamente significativos, por lo que no se puede aceptar la hipótesis de la investigación y no podemos afirmar que el Biodentine® sea el material retroobturador con menor microfiltración en comparación con el MTA® y con el Root Repair Material®

RECOMENDACIONES

Realizar más estudios de investigación del Biodentine® y Root Repair Material® de los cuales existe escasa información independiente.

Es importante evaluar otros parámetros a la hora de elegir un material de retroobtención adecuado, como la biocompatibilidad el grado de citotoxicidad y la inducción a la cicatrización y reparación de los tejidos perirradiculares, por lo que se debe incentivar la investigación en estas direcciones. ■■■

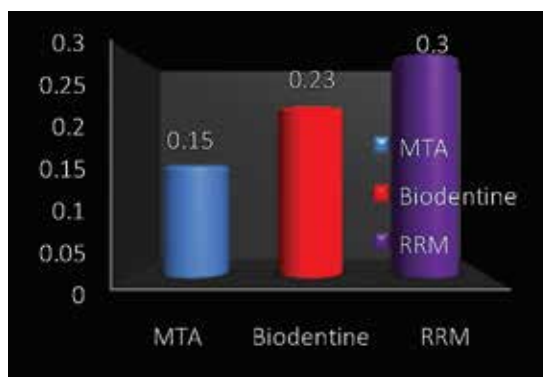


Figura 17. Valores promedio en décimas de milímetro de los materiales de retroobtención

BIBLIOGRAFÍA

- About, I. Rsakin, A. De Meo, M. (2005). Cytotoxicity and genotoxicity of a new material for direct posterior fillings. *European Cells and Materials* Vol.10. 4), p23.
- Aguilar, E y Garcia, R. (2007). Estudio comparativo in vitro para medir la microfiliación en obturación retrógrada con Pro Root®, CPM® y Súper-EBA®. *Revista Odontológica Mexicana*, vol 11(3), pp140-144.
- Ahlberg KMF, Assavanop P, Tay WM. (1995). A comparison of the apical dye penetration patterns shown by methylene blue and India ink in root-filled teeth. *Int Endod J*;28:30-4.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1995.tb00153.x>
- Alanezi AZ, Jiang J, Safavi KE, Spangberg LS, Zhu Q. (2010). Cytotoxicity evaluation of endosequence root repair material. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*;109:e122-5.
<https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.11.028>
- Astrup, A.I, Knutsson, C, Olsen, T.B. (2012). Biodentine™ as a root-end filling. Department of Clinical Odontology, Faculty of Health Sciences, University of Tromsø. Norway.
- Barzuna, M (2005). Comparación del nivel de filtración apical de la técnica de cono único utilizando gutapercha de conicidad y cuatro diferentes selladores. Tesis Maestría. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México.
- Boukpeesi, T, Septier, D, Decup, F, Chaussain-Miller, C, Goldber, M. (2008). RD94, a Portland cement, stimulates in vivo reactionary dentine formation. Oral presentation PEF IADR Sept p, 67.
- Brasseale, B.J. (2011). An In-Vitro Comparison Of Microleakage With E. Faecalis In Teeth With Root-End Fillings Of Proroot Mta And BrasselerS Endosequence Root Repair Putty. Master of Science in Dentistry, Indiana University School of Dentistry. USA.
- Ciasca, M, Aminoshariae, A. (2012). A Comparison of the Cytotoxicity and Proinflammatory Cytokine Production of EndoSequence Root Repair Material and ProRoot Mineral Trioxide Aggregate in Human Osteoblast Cell Culture Using Reverse-Transcriptase Polymerase Chain Reaction. *JOE*. Volume 38, Number 4.
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.12.004>
- Cisneros, A, García, R, Perea, L. (2006). Evaluación de la microfiliación bacteriana en obturaciones retrógradas con MTA, súper EBA, amalgama y cemento Portland en dientes extraídos. *Revista Odontológica Mexicana*, vol 10(4), pp157-161.
- Cohen, S. y Burns, R. (2008). *Vías de la pulpa*. 9na ed, Elsevier, España.
- Damas BA, Wheeler MA, Bringas JS, Hoen MM. (2011). Cytotoxicity comparison of mineral trioxide aggregates and EndoSequence Bioceramic Root Repair Materials. *J Endod* ;37(3):372-5.
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.11.027>
- Dannin, J, Linder, L, Sund, L, Strömberg, T, Torstenson, B, Zetterqvist, L. (1992). Quantitative radioactive analysis of microleakage of four different retrograde fillings. *International Endodontic Journal*, 25, 183-188.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1992.tb00747.x>
- Dejou, J, Colombani, J, About, I. (2005). Physical, chemical and mechanical behavior of a new material for direct posterior fillings. *European Cells and Materials*, Vol. 10 (4), p 22.
- Fogel, H. y Peikoff, M. (2001). Microleakage of Root-End Filling Materials. *JOE*, vol 27 (7) pp 256-458.
<https://doi.org/10.1097/00004770-200107000-00005>
- Fridland M, Rosado R. (2003). Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powderratios. *J Endod* ; 29: 814-7. <https://doi.org/10.1097/00004770-200312000-00007>
- Hansen, S. (2011). Comparison of Intracanal EndoSequecne Root Repair Material and ProRoot MTA to Induce pH Changes in Simulated Root resorption Defects over 4 Weeks in Matched Pairs of Human Teeth. *JOE* vol37 #4 pp 502-506. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.01.010>

Hirschman, W. Wheeler, M Bringas, J. Hoen, M. (2012). Cytotoxicity Comparison of Three Current Direct Pulp-Capping Agents With a New Bioceramic Root Repair Putty. *JOEpp.1-4*. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.11.012>

http://www.brasselerusa.com/pdf/B_3248_ES_RRM_NPR.pdf

Jacobson SM, Von Fraunhofer JA. (1976). The investigation of microleakage in root canal therapy: an electrochemical technique. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol*; 42(6):817-23. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(76\)90105-5](https://doi.org/10.1016/0030-4220(76)90105-5)

Jingzhi, M. (2011). Biocompatibility of Two Novel Root Repair Materials *JOE Volumen 37, No 6*, p234. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.02.029>

Karagöz-Küçükay, I. Küçükay, S. Bayirli, G. (1993). Factors affecting apical leakage assessment. *Journal of Endodontics - (Vol. 19, Issue 7, Pages 362-365)*. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81364-6](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81364-6)

Korate, S. y Pawar, A. (2012). An in vitro comparative stereomicroscopic evaluation of marginal seal between MTA, glass ionomer cement & biodentine as root end filling materials using 1% methylene blue as tracer. *Endodontology. Vol24, #2*, pp 36-42. <https://doi.org/10.4103/0970-7212.352091>

Koubi, S. Tassery, H. Aboudharam, G. Victor, G.L. Koubi, G. (2007). A clinical study of a new Ca3SiO5-based material for direct posterior fillings. *European Cells and Materials Vol. 13. Suppl. 1*, p 18.

L. Pommel, D. Pashley, (2003). Apical Leakage of Four Endodontic Sealers *JOE, Vol. 29*. <https://doi.org/10.1097/00004770-200303000-00011>

Lovato, K. (2011). Antibacterial Activity of EndoSequence Root Repair Material and ProRoot MTA against Clinical Isolates of *Enterococcus faecalis*. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.06.022>

Martínez, A. (2012). Evaluación de filtración apical de cement endodóntico a base de MTA. Tesis Maestría. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México.

Mente, J. Ferk, S. Dreyhaupt, J. Deckert, A. Legner, M. Joerg, H. (2010). Assessment of different dyes used in leakage studies. *Clinical Oral Investigations. Volume 14, Issue 3*, pp 331-338. <https://doi.org/10.1007/s00784-009-0299-8>

Pelegri, M.I. (2009). Biodentine-Eficaz tecnología en biosilicatos. *Canal Abierto vol. 24*, pp16-18.

Pereira, C. Cenci, M. Demarco, F. (2004). Sealing ability of MTA, Super EBA, Vitremer and amalgam as root-end filling materials. *Braz Oral Res. Vol.4, n.18*, pag317-321. <https://doi.org/10.1590/S1806-83242004000400008>

Ponce, A. Izquierdo, J.C. Sandoval, F. De lo Reyes, J.C. (2005). Estudio comparativo de filtración apical entre la técnica de compactación lateral en frío y técnica de obturación con System B®. *Revista Odontológica Mexicana. Vol.9,Núm.2*, pp 65-67.

Roberts, H. Toth, J. Berzins, D. Charlton, D. (2007). Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: A review of the literature. *Dental Materials*, pp. 1-16.

Scarpato, R. K. (2010). Mineral Trioxide Aggregate- based sealer: Analysis of tissue reactions to a New Endodontic Material *J Endod. 2010 Jul*;36(7):1174-8. Epub Apr 24. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.02.031>

Shahi, S. Mohammad, M.S. Rahimi, S. (2010). In vitro comparison of dye penetration through four temporary restorative materials. *IEJ -Volume 5, Number 2*, Pag 61.

Silvent, F. Baca, R. Donado, M. (2010). Diferentes tipos de MTA como materiales de obturación a retro. *Endodoncia, 28(No 3)*:pp. 153-166.

Tagger M, Tagger E, Tjan A, Backland L. (2002). Measurement of the adhesion of endodontic sealers to dentin *JOE: 28 (5)*. <https://doi.org/10.1097/00004770-200205000-00001>

Tamse, A. Katz, A. Kablan, F. (1998). Comparison of a leakage shown by four different dyes with two evaluating methods. *Int Endod J*;31, pp333-337. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.1998.00154.x>

Theodosopoulou, J y Niederman, R. (2005). A systematic Review of in vitro retrograde obturation materials. JOE, Vol31,#5,pp341-349. <https://doi.org/10.1097/01.don.0000145034.10218.3f>

Tobares, P., Garcia, E. (2008). Análisis de los métodos de filtración. Cient Dent 6;1:21-28.

Torabinejad M, Hong CU, McDonald. (1995). Physical and chemical properties of a new root-end filling material. J Endod. Jul; 21(7):349-53. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)80967-2](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)80967-2)

Wu, M.K., Wesselink, P.R. (1993). Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1993.tb00540.x>

Wu, M.K. (1998). Long-Term seal provided by some root-end filling materials. J Endod ; 24 (8):557-560. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(98\)80077-0](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(98)80077-0)



Derechos de Autor © 2014 Luis Roberto Salas Brenes y Alexander Morales Chacón. Esta obra se encuentra protegida por una [licencia Creative Commons de Atribución Internacional 4.0 \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)