

Artículo de Revisión

Comparación de la eficacia de los materiales usados como obturadores retrógrados en cirugías dentales apicales

Comparison of the effectiveness of materials used as retrograde obturators in apical dental surgeries

María Constanza Real Aparicio¹ 

¹Universidad Nacional de Concepción. Facultad de Odontología, Especialización en Endodoncia. Concepción, Paraguay.

LISTA DE ABREVIATURAS

MTA: Agregado Trióxido Mineral

WMTA: White (blanco) Agregado trióxido Mineral

IRM: Material Restaurador Intermedio

SEM: Microscopio electrónico de barrido

PMMA: Cemento óseo polimetilmetacrilato

CPC: Cemento fosfato de calcio CHITRA

GIC: Cemento Ionomero de vidrio

RMGIC: Resin Modified Glass Ionomer Cement

LC GIC: Cemento Ionomero de vidrio Light Cure (fotocurado)

TCM: Tomografía microcomputada

SBF: Fluido corporal simulado

CEM: Mezcla enriquecida en calcio

CSC: Cementos basados en silicato de calcio

BCRR: Bioceramic Root end Repair

RESUMEN

Introducción: las lesiones perirradiculares aparecen solo cuando los conductos radiculares están expuestos a la microbiota oral. Estos conductos

radiculares albergan a varias especies bacterianas y sus toxinas que llegan a los tejidos perirradiculares y se inicia la formación de lesiones

Objetivo: evaluar la eficacia de los materiales usados como obturadores retrógrados en cirugías apicales según capacidad de microfiltración y adaptación marginal en dientes permanentes.

Metodología: se realizó una revisión bibliográfica de bases de datos electrónicas de los últimos 10 años. Se excluyeron artículos no originales, que solo medía la eficacia de un material o que comparaba dos marcas o tipos de un mismo material.

Resultados: la mayor cantidad de artículos fueron del año 2014. El MTA fue el material más estudiado. La amalgama se estudia hasta el año 2015 y en el mismo año desaparecen las investigaciones del Biodentine. La mayoría de los artículos evaluó la microfiltración para medir la eficacia. El material que fue considerado eficaz en mayor porcentaje fue el MTA con 27% en estudios de microfiltración y 15% de adaptación. El Biodentine es el siguiente con un 15% de estudios de microfiltración y 6% de adaptación marginal. Se puede concluir que el MTA todavía es el material más eficaz cuando se lo utiliza en obturaciones retrógradas, seguido del Biodentine.

Conclusiones: en base a los resultados de los investigadores, se podría considerar al material recientemente fabricado, Biodentine, con igual eficacia que al MTA.

Palabras clave: obturación retrógrada, obturadores retrógrados, agregado trióxido mineral, Biodentine.

ABSTRACT

Introduction: periradicular lesions appear only when the root canals are exposed to the oral microbiota. These root canals house several bacterial species and their toxins that reach the periradicular tissues and the formation of lesions begins

Objective: to evaluate the effectiveness of the materials used as retrograde obturators in apical surgeries according to microfiltration capacity and marginal adaptation in permanent teeth.

Methodology: a bibliographic review of electronic databases of the last 10 years was carried out. Non-original articles were excluded, which only measured the effectiveness of a material or that compared two brands or types of the same material.

Results: the largest number of articles were from 2014. The MTA was the most studied material. The amalgam is studied until 2015 and in the same year the Biodentine research disappears. Most articles evaluated microfiltration to measure effectiveness. The material that was considered effective in the highest percentage was the MTA with 27% in microfiltration studies and 15% adaptation. Biodentine is next with 15% of microfiltration studies and 6% of marginal adaptation. It can be concluded that MTA is still the most effective material when used in retrograde seals, followed by Biodentine.

Conclusions: based on the results of the researchers, the newly manufactured material, Biodentine, could be considered as effectively as the MTA.

Keywords: retrograde obturation, retrograde obturators, mineral trioxide aggregate, Biodentine.

Autor correspondiente

Dra. María Constanza Real Aparicio. Universidad Nacional de Concepción. Facultad de Odontología, Especialización en Endodoncia. Concepción, Paraguay.

Correo electrónico: constanzareal05@gmail.com

Artículo recibido: 23 setiembre 2019

Artículo aceptado: 05 noviembre 2019

INTRODUCCIÓN

La preparación correcta del conducto radicular y una obturación adecuada determinan el éxito del tratamiento. Varios son los factores responsables

del fracaso del tratamiento endodóntico. Unos de los principales signos del fracaso del tratamiento endodóntico son la periodontitis apical y sintomatología posteriores al tratamiento. Esto generalmente indica la necesidad de retratamiento endodóntico⁽¹⁾.

Las lesiones perirradiculares aparecen solo cuando los conductos radiculares están expuestos a la microbiota oral, y los conductos radiculares albergan a varias especies bacterianas y sus toxinas. Cuando estos agentes irritantes de los conductos radiculares llegan a los tejidos perirradiculares se inicia la formación de lesiones perirradiculares⁽²⁾. Cuando falla el tratamiento endodóntico convencional y si también fracasa el retratamiento, están indicadas la resección del extremo radicular y la colocación de un material de relleno⁽³⁾.

El objetivo principal del material utilizado como obturador retrogrado es proporcionar un completo sellado apical que evite que los antígenos del sistema de conductos vayan a los tejidos perirradiculares⁽⁴⁾. Para restauraciones predeciblemente eficaces, el material obturador retrógrado, debe cumplir criterios de adhesión a las paredes de la preparación, sellado hermético, radioopacidad, manipulación fácil, estabilidad dimensional, no absorbible, adhesión a la dentina, atóxico, favorecer la cicatrización de los tejidos, sin afectación ante la humedad y biocompatibilidad con los tejidos perirradiculares⁽⁵⁾. Un material ideal para el relleno de la raíz debe ser biocompatible, no absorbente, dimensionalmente estable, fácil de manipular, no afectado por la humedad, no tóxico, radiopaco, capaz de sellar completamente el foramen apical y tener actividad antibacteriana⁽²⁾.

OBJETIVO

Evaluar la eficacia de los materiales usados como obturadores retrógrados en cirugías apicales según capacidad de microfiltración y adaptación marginal en dientes permanentes, utilizando resultados de manuscritos publicados por diferentes investigadores.

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño de investigación: El diseño fue revisión sistemática de la literatura. **Tipo de investigación:** El tipo de investigación es documental, ya que la muestra se compuso de resultados de trabajos de investigación disponibles en las bases de datos científicas.

Técnica de recolección de datos: Para el presente trabajo de revisión de la literatura primero se procedió a localizar artículos científicos originales, utilizando las siguientes estrategias de búsqueda en bases de datos del área de la salud como SciELO, Google académico, Pub Med, MedLine y BVS. Se excluyeron artículos que estaban en idiomas que no fueran inglés, castellano y portugués.

Variables evaluadas

1. Cantidad de autores por año: número de autores que aparecen en las distintas investigaciones distribuidas en los 10 años de los manuscritos analizados.

2. Fuentes de información: formato en que fueron divulgados los manuscritos analizados.

A través de los siguientes indicadores:

- Tesis no publicada
- Brazilian Dental Journal
- International Endodontic Journal
- International Journal of Dental Science and Research
- Iranian endodontic journal
- Journal of clinical and diagnostic research : JCDR
- Journal of conservative dentistry : JCD
- Journal of dentistry (Tehran, Iran)
- Journal of Endodontics
- Microscopy Research and Technique
- Odontología Sanmarquina
- Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and

Endodontology

- Revista ADM
- The Saudi Dental Journal

3. Materiales usados por año: materiales usados para obturación retrógrada en cirugías periapicales que se estudiaron en las investigaciones consultadas y distribuidas según el año de publicación.

4. Indicadores de eficacia: variables que se estudiaron en cada investigación para medir la eficacia de los materiales. A través de los siguientes indicadores:

- Adaptación marginal
- Microfiltración

5. Eficacia según técnicas de adaptación marginal: porcentaje de eficacia de los materiales usados para obturación retrógrada que se encontraron en los artículos que midieron la eficacia basándose en la adaptación marginal de dichos materiales. También se registra el método que utilizaron para medir la adaptación marginal de los materiales.

6. Eficacia según adaptación marginal: porcentaje de eficacia de los materiales que se encontraron en los artículos que midieron la adaptación marginal sin discriminación por técnicas de medición.

7. Eficacia según técnicas de microfiltración: porcentaje de eficacia de los materiales usados para obturación retrógrada que se encontraron en los artículos que midieron la eficacia basándose en la microfiltración de los mismos. También se registra el método que utilizaron para medir la microfiltración.

8. Eficacia según microfiltración: porcentaje de eficacia de los materiales que se encontraron en los artículos que midieron la microfiltración sin discriminación por técnicas de medición.

9. Eficacia comparada: comparación en porcentajes de la eficacia de todos los materiales que se midieron en los artículos según la adaptación marginal y microfiltración.

Criterios de inclusión: artículos que estudiaron y compararon la eficacia de más de un material de restauración retrógrada basándose en

microfiltración y adaptación marginal de los materiales. En cuanto a los años de publicación de los artículos fue del 2008 al 2018.

Criterios de exclusión: estudios de la eficacia de solo un material (cuatro artículos), los que comparaban dos marcas de un mismo material (cuatro), resúmenes o trabajos incompletos (dos).

Aspectos éticos: no existen conflictos de interés comercial.

RESULTADOS

A partir de las estrategias de búsqueda se encontraron 40 artículos en internet de los cuales se incluyeron 30 trabajos, que mostraron mayor relación con el objetivo principal.

Fernandez Oliveira H. *et al* en el año 2013 realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la adaptación marginal de los materiales de relleno del extremo de la raíz mediante microscopía electrónica de barrido. Para ello, 25 dientes anteriores maxilares humanos se prepararon endodónticamente. Los 3 mm apicales de las raíces se seccionaron perpendicularmente al eje largo de los dientes. Se preparó una cavidad de raíz de 3 mm de profundidad utilizando puntas de ultrasonidos alimentadas por una unidad de ultrasonidos Enac. Los dientes fueron asignados aleatoriamente a cinco grupos de acuerdo con los materiales probados incluyendo IRM, amalgama, ProRoot MTA, SuperEBA y Epiphany / Resilon. Las cavidades del extremo de la raíz se rellenaron con los materiales preparados de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los ápices de la raíz se prepararon cuidadosamente para el recubrimiento por pulverización catódica y posterior evaluación utilizando microscopía electrónica de barrido (SEM). Las imágenes de los rellenos de raíz se dividieron en cuatro cuadrantes y se distribuyeron en cinco categorías de acuerdo con el nivel de adaptación marginal entre el material del extremo de la raíz y las paredes del conducto radicular. La prueba exacta de Fisher con corrección de Bonferroni se utilizó para el análisis estadístico. Las imágenes SEM mostraron la presencia de lagunas en los materiales de relleno del extremo de la raíz. No se observó una diferencia significativa entre los

materiales probados ($p > 0,005$). ProRoot MTA, IRM, amalgama, Super-EBA y Epiphany/Resilon mostraron una adaptación marginal similar a la de los materiales de relleno del extremo de la raíz⁽¹⁾.

Girish C. *et al* en el año 2013 realizaron una investigación con el objetivo de comparar la capacidad de sellado del MTA, el cemento óseo de polimetilmetacrilato (PMMA) y el cemento de fosfato de calcio CHITRA (CPC) y comparar el sellado de los extremos de la raíz usando una punta de retroapical ultrasónica y un láser Er: YAG. 80 premolares mandibulares fueron tratados endodónticamente y se cortaron los ápices 3-4mm. En la mitad de las muestras, la cavidad apical se preparó usando una punta de diamante de retropreparación ultrasónica. En el resto de las muestras, la preparación de la cavidad apical se realizó utilizando un láser de tejido duro Er: YAG. Se realizaron cavidades apicales de 3 mm de profundidad y 2 mm de diámetro. Las raíces se sumergieron en colorante Rhodamina B durante 24 h. Cada raíz se seccionó longitudinalmente en dos mitades. Luego se examinó cada muestra usando microscopios de escaneo con láser y se realizó análisis estadístico. La microfiltración mostró un valor máximo de 0.86 mm para MTA, 0.24 mm para cemento óseo PMMA y 1.37 mm para CHITRA CPC. Se encontró que la cantidad de penetración del colorante era menor en los extremos de la raíz preparados usando láser Er: YAG en comparación con los ultrasonidos. El cemento óseo de PMMA es un buen material usado como relleno apical. El MTA sigue siendo un material de relleno de raíz de estándar de oro que muestra microfiltración mínima. El láser Er: YAG es una mejor alternativa a los ultrasonidos para las preparaciones de raíz⁽²⁾.

Ferk S. *et al* en el año 2008 realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la fuga coronal polimicrobiana del agregado de trióxido mineral (MTA) y amalgama. Se utilizaron 108 dientes de una sola raíz divididos aleatoriamente en 3 grupos de 32 dientes cada uno y grupos de control positivo y negativo de 6 dientes y obturados con gutapercha y Diaket (3M), AH Plus (Dentsply) o Ketac Endo (3M / ESPE). Estos grupos se dividieron en 2 subgrupos de 16 dientes en los que los extremos de la raíz se resecaron y se obturaron con amalgama sin zinc y MTA. Las muestras se incorporaron

en un modelo de fuga de doble cámara con un marcador polimicrobiano de cinco anaerobios facultativos en la parte coronal. La fuga fue observada durante un período de 90 días. La menor fuga se encontró en una combinación de Diaket y MTA (76.9-14.8 días) seguida de AH Plus y MTA (66.1 - 18.7), Diaket y amalgama (60.0 - 23.1), AH Plus y amalgama (56.9 - 22.1), y Ketac Endo y MTA (42.1 - 17.8), mientras que la mayor fuga se observó en Ketac Endo y el grupo de amalgama (40.0 - 17.24). Las muestras con MTA mostraron un sellado significativamente mejor que las muestras con amalgama⁽³⁾. Pineda M. et al en el año 2014 realizaron una investigación con el objetivo de comparar las propiedades de sellado apical de tres materiales de obturación retrograda: amalgama de plata, ionomero de vidrio y MTA, ante el proceso de filtración de la bacteria *Enterococcus faecalis* y el tiempo empleado para filtrar vía coronaria hacia la zona perirradicular. Se seleccionaron 44 dientes de un conducto, se les trató endodónticamente y luego se procedió al corte de los 3 mm apicales de cada raíz. En la zona del corte apical se prepararon cavidades de 3 mm de profundidad para albergar la obturación retrograda. 12 dientes fueron obturados con Amalgama libre de zinc, otros 12 con MTA blanco, otros 12 con ionomero de vidrio. Para los controles, cuatro cavidades apicales fueron obturadas con gutapercha sin sellador de conductos, y los otros 4 con cera pegajosa. Las piezas dentarias ya preparadas fueron colocadas en caldo glucosa (al 5%) rojo de fenol y se inocularon los conductos radiculares de cada diente, vía coronal, con *Enterococcus faecalis*. Los resultados demostraron que la frecuencia de especímenes que filtran en tiempos mayores a 70 días es significativamente más alta para los casos de cemento MTA, que para los otros dos materiales. El MTA proporcionó un mejor sellado apical como material de obturación retrograda que la amalgama de plata y el ionómero de vidrio. También se ha hallado que el MTA tiene algún efecto antibacteriano sobre algunas bacterias orales que podría ayudar en su superior habilidad de sellado⁽⁴⁾.

Gundam S. et al en el año 2014 realizaron una investigación con el objetivo de comparar la adaptación marginal del agregado de trióxido mineral (MTA), el cemento de ionómero de vidrio (GIC) y el material restaurador

intermedio (IRM) como materiales de relleno del extremo de la raíz en dientes humanos extraídos mediante microscopio electrónico de barrido (SEM). Treinta dientes humanos de raíz única se obturaron con gutapercha después de la limpieza y la conformación. Se reseccionaron 3 mm de las raíces apicales y se prepararon cavidades que se rellenaron con MTA, GIC e IRM. Se usó una sección transversal de milímetro del área reabastecida para estudiar la adaptación marginal del material restaurativo con la dentina. Las muestras montadas se examinaron usando SEM. Los datos se sometieron a análisis estadísticos. El valor medio más bajo del tamaño del espacio se registró en el grupo de MTA ($0,722 \pm 0,438 \mu\text{m}$) y el mayor espacio medio en el grupo de GIC ($1,778 \pm 0,697 \mu\text{m}$). La MTA mostró un tamaño de brecha mínimo en comparación con IRM y GIC, lo que sugiere una mejor adaptación marginal⁽⁵⁾. Agualsaca Guamán, E. en el año 2017, realizó una investigación con el objetivo de evaluar in vitro el sellado apical entre el cemento Mineral Trióxido Agregado (Angelus blanco) y el Silicato Tricálcico Purificado, utilizados como materiales en retroobturaciones. Se utilizaron 20 dientes humanos unirradiculares, se les sometió a tratamiento de endodoncia, se les realizó la apicectomía y se retroobturaron, las muestras se dividieron en dos grupos de diez cada uno, el grupo I se retroobturó con cemento Mineral Trióxido Agregado y el grupo II con cemento Silicato Tricálcico Purificado. Luego del fraguado inicial de los cementos, los especímenes fueron colocados en solución salina estéril a temperatura ambiente por siete días. Después las piezas fueron secadas e impermeabilizadas con dos películas de barniz de uñas sellando la porción coronal y lateral de las raíces, evitando sellar 2 mm de la porción apical. Se sumergieron las muestras en un recipiente con 5 cc de tinta china en inmersión durante siete días a temperatura ambiente. Luego las muestras fueron seccionadas y analizadas en el estereomicroscopio, se observó el grado de filtración por medio de la penetración en mm de la tinta china. Los resultados fueron analizados con la prueba estadística de Chi cuadrado, y se observó que entre los grupos no existió diferencia estadísticamente significativa. Se concluye que el Mineral Trióxido Agregado y el cemento

Silicato Tricálcico Purificado son factibles de ser usados como materiales de retroobtención⁽⁶⁾.

Anurag Jain, K.C *et al* en el año 2016 realizaron una investigación con el objetivo de comparar la capacidad de sellado de cuatro materiales de relleno del extremo de la raíz MTA (Pro root) cemento Portland, IRM, RMGIC en dientes con ápices radiculares resecaados a un ángulo de 0 y 45 utilizando el método de penetración de colorante bajo un microscopio de fluorescencia. Se decoronaron 100 dientes. Después de limpiar, dar forma y obturar los conductos las muestras se dividieron al azar en dos grupos (los ápices de la raíz cortados a 0° y 45° al eje largo de la raíz). Las resecciones de raíz se llevaron a cabo eliminando 2 mm y 1 mm en ambos grupos. Después se prepararon cavidades apicales de 3 mm y las raíces se cubrieron con barniz de uñas, excepto la punta. Los dientes en ambos grupos se dividieron aleatoriamente en cuatro subgrupos cada uno (Pro root MTA, cemento Portland, IRM y Light cure nano GIC Ketac N-100). Todas las muestras reabastecidas se almacenaron en acrilina naranja durante 24 horas, después de lo cual se limpiaron y se seccionaron verticalmente de forma bucolingual. Las muestras de raíz seccionadas se observaron bajo microscopio fluorescente. La capacidad de sellado del ápice de la raíz del agregado de trióxido mineral (MTA) fue superior al cemento Portland, el material restaurador intermedio (IRM) y el LC GIC. IRM demostró el valor máximo de fuga apical entre todos los materiales. El cemento Portland y LC GIC mostraron una capacidad de sellado comparable. El MTA demostró ser uno de los materiales superiores para el relleno del extremo de la raíz⁽⁷⁾. Badr A. en el año 2010 realizó una investigación con el objetivo de evaluar la adaptación marginal y citotoxicidad del cemento óseo polimetilmetacrilato (PMMA), agregado de trióxido mineral (MTA ProRoot gris) y amalgama como materiales de relleno del extremo de la raíz. Se limpiaron, formaron y obturaron treinta dientes humanos extraídos de una sola raíz. Las puntas de las raíces se eliminaron; se prepararon cavidades del extremo de la raíz y se rellenaron con los 3 materiales probados. Las impresiones de los extremos de la raíz recargados se tomaron con material de impresión de polisiloxano, y las réplicas positivas se fabricaron usando resina epoxi. Las

raíces originales se seccionaron longitudinalmente en 2 mitades; tanto las réplicas como las secciones longitudinales se prepararon para el microscopio electrónico de barrido para medir los huecos en la interfaz material-dentina. El cultivo de fibroblastos del ligamento periodontal humano se usó para evaluar la citotoxicidad de los 3 materiales probados. Los datos obtenidos revelaron que tanto el cemento óseo como el MTA mostraron una mejor adaptación a las paredes dentinarias que la amalgama. Además, la prueba de citotoxicidad mostró que el cemento óseo tenía un efecto citotóxico comparable sobre las células de fibroblastos con MTA; ambos materiales de relleno del extremo de la raíz mostraron menos citotoxicidad que la de la amalgama. El cemento óseo PMMA podría considerarse como un prometedor material de relleno para el extremo de la raíz⁽⁸⁾.

Biočanin V, et al en el año 2018 realizaron una investigación con el objetivo de comparar la calidad de obturación retrógrada de los siguientes materiales: silicato de calcio (Biodentine; Septo-dont), agregado de trióxido mineral (MTA Cerkamed Company,), y cemento de ionómero de vidrio (Fuji IX; GC Corporation,). La humectabilidad de los materiales se calculó con respecto a los ángulos de contacto de los cementos medidos usando una gota de glicerol. La porosidad de los componentes se determinó mediante la porosimetría de intrusión de mercurio y la tomografía microcomputada (TCM). Los incisivos humanos superiores extraídos se rellenaron con retroalimentación y se aplicó un análisis de mCT para calcular el volumen de la brecha entre el material de relleno retrógrado y la dentina del conducto radicular. Los experimentos se realizaron antes y después de remojar los materiales en fluido corporal simulado (SBF). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los ángulos de contacto de los materiales estudiados después de ser empapados en SBF. El material con la nanoporosidad más baja (Fuji IX: 2.99% y 4.17%) mostró los valores más altos de microporosidad (4.2% y 3.1%). Biodentine tuvo el valor más bajo de microporosidad (1.2% y 0.8%) y el valor más bajo de microgap para Biodentine ($[10 \pm 30] \times 10^{-3} \text{ mm}^3$). Se encontraron valores más altos para los dientes rellenos de MTA y GI. Fuji IX para obturación hermética de conductos radiculares retrógrados. Biodentine muestra una tendencia hacia

la brecha marginal más baja en la interfaz cemento-dentina⁽⁹⁾. Olhari B, *et al* en el año 2015 realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la adaptación marginal del agregado mineral de trióxido (MTA ProRoot), el cemento de la mezcla enriquecida con calcio (CEM), Biodentine y BioAggregate en presencia de solución salina normal y sangre humana. En este estudio experimental *in vitro*, se instrumentaron 80 dientes humanos extraídos de una sola raíz y se rellenaron con gutapercha. Después de resecar el extremo de la raíz, se realizó la preparación de la cavidad apical y los dientes se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos de 20 con un total de ocho subgrupos. Los materiales de relleno del extremo de la raíz se colocaron en cavidades de raíz de tres milímetros preparadas ultrasónicamente. La mitad de los especímenes en cada grupo se expusieron a solución salina normal y la otra mitad a sangre humana entera fresca. Después de cuatro días, se fabricaron réplicas de resina epoxi de la porción apical de las muestras y se realizó un análisis de microscopía electrónica de barrido para encontrar lagunas en la adaptación de los materiales de relleno del extremo de la raíz en su interfaz con la dentina. Las pruebas de Kruskal-Wallis y MannWhitney se usaron para el análisis estadístico de datos con un nivel de significación de $P < 0,05$. No hubo diferencias significativas en la adaptación marginal de los ocho grupos evaluados ($P > 0.05$). Según los resultados, la contaminación sanguínea no afecta la adaptación marginal de MTA, cemento CEM, Biodentine o BioAggregate⁽¹⁰⁾.

Cárdenas S. en el año 2017 realizó una investigación con el objetivo de evaluar microfiltraciones de obturaciones retrógradas del MTA y Biodentine en dientes unirradiculares extraídos. Primero se realizó una revisión de la literatura y posteriormente se realizaron estudios de laboratorio con 22 muestras dentales extraídas, mismas que fueron repartidas en 10 piezas para analizar la aplicación del cemento dental tipo MTA repair HP (ángelus white), otras 10 para analizar la aplicación del cemento dental tipo Biodentine, y finalmente dos piezas para control positivo y negativo. Se realizó tratamiento endodóntico y luego apicectomía de 3 mm y se obturó con los diferentes cementos. Se sumergieron en tinta china por 48hs. Se

tomaron imágenes de las piezas por medio de un estéreo microscopio, herramienta que arrojó cifras certeras de las microfiltraciones observadas, estableciendo que el tipo de cemento Biodentine mostraba una tendencia mínima de microfiltración, fijándose en el primer tercio; el caso de las muestras para el cemento dental MTA Repair HP evidenció que mostraban una tendencia entre el segundo y tercer tercio de microfiltración, concluyendo así que el cemento dental más recomendable por su eficacia es Biodentine⁽¹¹⁾.

Correa Terán M. en el año 2014 realizó una investigación con el objetivo de valorar y comparar el grado de microfiltración apico-coronal de MTA (ProRoot) y Biodentine como materiales de retroobtusión. La muestra de 32 dientes unirradiculares extraídos fue dividida en 8 grupos, se instrumentaron con el sistema Reciproc, obturados con gutapercha termoplastificada, seguido de la resección de los 3 últimos milímetros de la raíz y la posterior preparación de la cavidad apical con punta ultrasónica, para finalmente colocar Biodentine (Septodont) y MTA (Dentsply) como cementos de retroobtusión. Luego las muestras fueron sometidas a un proceso de microfiltración con tinte rodamin por intervalos de 3 y 6 horas, después se cortaron las raíces longitudinalmente para llevarlas al Estéreo Microscopio Digital. Los resultados de este estudio indicaron que a 3 horas de inmersión la utilización de Biodentine tiene una eficiencia mayor del 18,85 % comparado con el MTA. Y a 6 horas de inmersión la utilización de Biodentine tiene una eficiencia mayor del 19% si se lo compara con el MTA. El Biodentine tanto a 3 como a 6 horas muestra una mayor resistencia a la microfiltración que el compuesto MTA⁽¹²⁾. Durán León G. en el año 2015 realizó una investigación con el objetivo de comparar el nivel de filtración que se produce al utilizar dos tipos de cementos para obtusión retrógrada: MTA vs. Ionómero de vidrio/resina. Se realizó un estudio in vitro en 10 dientes monorradiculares divididos en dos grupos: 5 obturados con MTA y 5 obturados con la composición ionómero/resina. Primeramente se realizó la endodoncia, sección del ápice 3 mm y formación de una cavidad para rellenar con los mencionados materiales y se dejaron las muestras en suero fisiológico por 24 horas. Luego se colocaron las muestras

en tinta china por 24 horas para proceder a cortarlos longitudinalmente y observarlos en microscopio óptico para evaluar el grado de filtración que presenta cada material de obturación utilizado en las muestras teniendo como objetivo determinar por medio de una tabla el grado de contracción que se produce en los cementos así como también diferenciar el tipo de filtración entre estos dos materiales y el sellado hermético. Tanto el mineral trióxido agregado (MTA) como la mezcla de ionómero/resina demostraron ser materiales con buena adhesividad a las paredes del conducto pues la tinta china no tiñó el nicho apical que se prepara para las obturaciones retrógradas⁽¹³⁾.

Iberico Gonzalez R. en el año 2013 realizó una investigación con el objetivo de evaluar el sellado a nivel apical realizando la obturación retrógrada, utilizando dos materiales el Cemento Mineral Trióxido Agregado (MTA) y Cemento Portland Blanco en incisivos superiores. Fueron utilizados 56 dientes incisivos superiores. Se realizó el tratamiento endodóntico a las muestras. Los especímenes se colocaron en un recipiente hermético, donde estuvieron en un medio húmedo por 7 días. Luego de 8 horas se cortó 3mm de la porción del ápice. La cavidad apical fue preparada con una profundidad de 3 mm y un diámetro de 1.5mm. Las muestras se dividieron en dos grupos para realizar la obturación retrógrada con el Cemento Portland Blanco y Cemento MTA ANGELUS. Luego los especímenes se colocaron en azul de metileno por 24 horas. Posteriormente realizamos un corte nítido en dirección longitudinal. Se observó ambas mitades seccionadas en el estereoscopio X4. Los resultados en el grupo experimental I (obturación retrógrada con Cemento Endodóntico MTA Blanco) fueron de 14 unidades de estudio, en la región vestibular y en la región palatina 15 unidades de estudio con presencia de nivel I (ausencia) y en el grupo experimental II (obturación retrógrada con cemento Portland blanco) fueron de 21 unidades de estudio, en la región vestibular y en la región palatina 20 unidades de estudio con nivel I (ausencia).; con la prueba de chi cuadrado se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre ambos grupos experimentales. Concluyendo que el Cemento Portland

Blanco es más eficaz en el sellado apical de conductos radiculares con obturación retrógrada⁽¹⁴⁾.

Küçükkaya S, Görduysus M y Şahin C. en el año 2017 realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la capacidad de sellado y la adaptación marginal de los cementos basados en silicato de calcio (CSC) en las cavidades del extremo de la raíz preparadas con puntas ultrasónicas y con láser. Se dividieron aleatoriamente un total de 72 dientes incisivos superiores humanos extraídos como 60 dientes en grupos experimentales y 6 dientes cada uno para los grupos control positivo y negativo. Las muestras en grupos experimentales se obturaron, se realizaron resecciones de los últimos 3mm de raíz y se dividieron aleatoriamente en seis grupos para preparar y obturar cavidades del extremo radicular de la siguiente manera: G1: retrotip ultrasónico1 MTA, G2: retrotip ultrasónico1 Calcium Enriched Mixture (CEM), G3: Ultrasonic retrotip1 Biodentine, G4: Er: YAG laser tip1 MTA, G5: Er: YAG laser tip1 CEM, G6: Er: YAG laser tip1 Biodentine. La capacidad de sellado se midió por el método de transporte de fluidos. Seis especímenes de cada grupo experimental se seleccionaron y se prepararon para el análisis por microscopía electrónica de barrido (SEM). Las micrografías se puntuaron y también se analizaron utilizando el software Image J. Los datos fueron analizados estadísticamente. No se encontraron diferencias significativas entre los materiales con respecto a la capacidad de sellado y la adaptación marginal ($p > 0.05$). De acuerdo con los resultados de la adaptación marginal, no hubo diferencias significativas entre los materiales en cuanto a las mediciones de brecha ($p > 0.05$). Sin embargo, todos los materiales mostraron puntuaciones significativamente más altas y más lagunas en las cavidades preparadas con láser en comparación con las cavidades preparadas por ultrasonidos ($p < 0,05$) sugiriendo el uso de retrotips ultrasónicos para preparar las cavidades del extremo de la raíz que se van a llenar con uno de estos CSC⁽¹⁵⁾.

Leal F et al en el año 2011 realizaron una investigación con el objetivo de comparar la capacidad de Ceramicrete, BioAggregate y ProRoot MTA (agregado de trióxido mineral) blanco para evitar la pérdida de glucosa a través de los rellenos del extremo de la raíz. 49 incisivos superiores se

seleccionaron e instrumentaron el conducto radicular, se seccionaron los 3 mm apicales y se crearon retropreparaciones, de 3 mm de profundidad, con ultrasonido. Las cavidades del extremo de la raíz se rellenaron con los materiales probados (15 raíces por grupo). Todas las raíces se montaron en un sistema de doble cámara para evaluar la penetración de la glucosa usando una aplicación de presión de 15 psi. Después de 1 h, se midieron las concentraciones de glucosa en la cámara inferior después de una reacción enzimática. Cuatro raíces se usaron como controles. One-way anova verificó las diferencias en la pérdida de glucosa entre los grupos y la prueba de Tukey realizó comparaciones múltiples. La significancia se estableció en $\alpha = 5\%$. Hubo una diferencia significativa entre los tres materiales. Ceramicrete tuvo una penetración de glucosa significativamente menor que BioAggregate. No hubo diferencia entre los dos cementos biocerámicos y el MTA blanco. Ambos cementos de reparación biocerámica de endodoncia mostraron resultados de fuga similares al MTA blanco cuando se usaron como materiales de relleno de raíz. Ceramicrete tuvo una penetración de glucosa significativamente menor⁽¹⁶⁾.

Moradi S. *et al* en el año 2013 realizaron una investigación con el objetivo de determinar la capacidad de sellado del agregado de trióxido mineral ProRoot orto-degradado (MTA) y el cemento de mezcla enriquecida con calcio (CEM) como materiales de relleno del extremo de la raíz. Se utilizaron 54 dientes humanos extraídos de una sola raíz. Las muestras se dividieron aleatoriamente en 3 grupos experimentales. Se realizó preparación e irrigación endodóntica en las muestras. En los grupos A y B, se colocaron 4 mm de cemento MTA y CEM en sentido corono apical para crear un tapón apical de 4mm. Una vez que el material había fraguado, el extremo de la raíz de 4 mm de las muestras en ambos grupos se cortó para exponer el material previamente fraguado. Al final, había un tapón apical de 4 mm de ambos materiales en la parte apical de las raíces. En el grupo C, se reseccionaron los 3 mm apicales de cada raíz y se preparó el extremo de la raíz con puntas ultrasónicas a una profundidad de 3 mm y posteriormente se rellenó con MTA. La capacidad de sellado apical se analizó con un método de filtración bacteriana con *E. fecalis*. El análisis estadístico se llevó a cabo

con la prueba de Chi-cuadrado. No hubo diferencias significativas en la extensión de la fuga bacteriana entre los tres grupos experimentales ($P > 0.05$). El cemento MTA y CEM se puede colocar de forma retrógrada cuando existe una posible necesidad de cirugía de raíz⁽¹⁷⁾.

Morales Marriot M. en el año 2015 realizó una investigación con el objetivo de determinar la microfiltración en la obturación retrograda utilizando ionómero de vidrio y óxido de zinc más eugenol reforzado en dientes unirradiculares. Se utilizaron 12 piezas dentarias in vitro unirradiculares las cuales fueron preparadas previamente colocándolas en hipoclorito de sodio al 2%. Luego se procedió a realizar la obturación retrograda y se tomó 7 de las piezas in vitro y se procedió a obturar con el cemento Ionómero de vidrio, y además se tomó 6 piezas dentarias in vitro para obturar con óxido de zinc y eugenol reforzada. Posterior a este proceso se tomaron radiografías periapicales de las piezas dentarias in vitro para así medir el grado de filtración con regla milimetrada. El ionómero de vidrio presenta un mejor sellado apical y un menor grado de filtración apical en un promedio de 3 a 6mm. De lo contrario con el cemento óxido de zinc más eugenol reforzado encontramos unos milímetros más de filtración, cuando su medida de filtración oscila entre 4 a 8 mm⁽¹⁸⁾.

Nabeel M, *et al* en el año 2018 realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la capacidad de sellado de ProRoot MTA y Biodentine como materiales de relleno de final de raíz. Se endodonciaron veinte dientes de incisivos centrales maxilares humanos extraídos. La resección de 3 mm de extremo apical de cada raíz se logró perpendicular al eje largo de la raíz. La cavidad del extremo de la raíz se preparó en cada muestra por ultrasonidos y luego se llenó con los materiales probados ($N = 10$). Se usó el método de filtración de fluidos para evaluar la capacidad de sellado de cada material probado en tres períodos experimentales diferentes; Un día, una semana y un mes después del ajuste. Todos los datos se tabularon y se analizaron estadísticamente con un nivel de significancia establecido en $P .05$. En cada intervalo de tiempo específico, los valores medios de fuga no fueron consistentes entre los materiales probados. En un intervalo de un día, las muestras de ProRoot MTA tuvieron un valor medio de fuga más alto que las

muestras de Biodentine. Sin embargo, esta diferencia en la fuga no fue estadísticamente significativa ($P > .05$). En un intervalo de una semana, ambos materiales mostraron un mayor grado de valor medio de fuga sin una diferencia significativa ($P > .05$). A intervalos de un mes, las muestras de ProRoot MTA mostraron una disminución en el valor medio de fuga, mientras que las muestras de Biodentine mostraron un aumento adicional en el valor medio de fuga. Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p < 0,05$)⁽¹⁹⁾.

Naik M *et al* en el año 2015 realizaron una investigación con el objetivo de evaluar el sellado apical obtenido después de la irrigación de la cavidad final de la raíz con MTAD (mezcla de tetraciclina, ácido y un detergente) y el llenado retrógrado con agregado de trióxido mineral (MTA) y Biodentine. 60 incisivos centrales maxilares extraídos fueron instrumentados y obturados. El extremo apical de 3 mm de todas las raíces fueron cortadas y se realizaron preparaciones retrógradas de 3 mm en todos los dientes con puntas de ultrasonidos. 30 preparaciones del extremo de la raíz se irrigaron con MTAD durante 5 min (Grupo 1), mientras que 30 se regaron con solución salina durante 5 min (Grupo 2). Cada grupo principal se subdividió en dos subgrupos que contenían 15 muestras cada cemento, con MTA (1A y 2A) o Biodentine (1B y 2B). La cantidad de microfiltración se evaluó usando un espectrofotómetro UV. El análisis estadístico sugiere una diferencia significativa ($P < 0.005$) entre el grupo 1A y 2A y entre los grupos 1B y 2B ($P < 0.1$). Hubo una diferencia significativa ($P < 0.005$) entre el grupo 1A y 1B y también entre el grupo 2A y 2B. El riego con MTAD mejoró significativamente el sello apical de Biodentine, pero aumentó la microfiltración en las cavidades terminales de la raíz llenas de MTA. También el sello apical obtenido con Biodentine fue superior al obtenido con MTA⁽²⁰⁾.

Nair U. *et al* en el año 2011 realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la capacidad de sellado del material EndoSequence Bioceramic Rootend Repair (BCRR) en comparación con el agregado de trióxido mineral blanco (WMTA). 40 dientes con una sola raíz fueron instrumentados, obturados con gutapercha, cortados en el extremo de la raíz y se realizó

cavidades de 3mm en el extremo apical. Se recargaron con 2 materiales diferentes: ProRoot MTA blanco (WMTA) (n 15) y BCRR (n 15). Las muestras sin rellenar (n 10) no recibieron reposición y se usaron como controles. Todos los grupos recibieron *E. faecalis* en un reservorio creado coronal al relleno de la raíz y se evaluó la presencia de microfiltración contando las unidades formadoras de colonias de cada espécimen. Los resultados se analizaron con análisis de varianza de vía

1. No hubo diferencias significativas en la fuga entre los 2 grupos experimentales, pero hubo una diferencia significativa con el control. Este estudio sugiere que BCRR es equivalente en capacidad de sellado a WMTA cuando se usa como material de relleno de raíz *in vitro*⁽²¹⁾.

Nanjappa A. *et al* en el año 2015 realizaron una investigación con el objetivo de hallar un material óptimo para relleno del ápice radicular y hallar una técnica eficiente para la preparación de la cavidad apical. 80 premolares mandibulares fueron usados. Los conductos radiculares fueron preparados y obturados. La cavidad de acceso se selló con cemento de ionómero de vidrio fotopolimerizado. Se llevó a cabo la eliminación de 3-4 mm del ápice. Los dientes fueron asignados aleatoriamente en dos grupos de control de 10 dientes cada uno y grupos experimentales de 60 dientes cada uno. En la mitad de las muestras, la cavidad apical se preparó utilizando una punta de diamante de retropreparación ultrasónica. En el resto de las muestras, la preparación de la cavidad apical se realizó utilizando un láser de tejido duro Er: YAG. MTA, Biodentine y Chitra-CPC (cemento a base de fosfato de calcio) se usaron para restaurar 10 dientes cada uno. Las muestras se recubrieron con barniz y, después del secado, se sumergieron en colorante Rodamina B durante 24 h. Los dientes se enjuagaron, se seccionaron longitudinalmente y se observaron con un microscopio de escaneo láser confocal. Los datos se analizaron utilizando un análisis de varianza de una vía (ANOVA) y una prueba de Tukey post-hoc a $P < 0,05$. La comparación de microfiltración mostró un valor máximo de 0.45 mm para Biodentine, 0.85 mm para MTA y 1.05 mm para Chitra-CPC. Se encontró que la cantidad de penetración de colorante era menor en los extremos de la raíz preparados usando láser Er:YAG en

comparación con los ultrasonidos, la diferencia fue estadísticamente significativa ($P < 0.05$). Se puede concluir que Biodentine es un mejor material para prevenir la microfiltración apical en comparación con MTA y Chitra-CPC⁽²²⁾.

Ravichandra P. et al en el año 2014 realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la adaptación marginal de tres materiales de relleno del extremo de la raíz Cemento de ionómero de vidrio (GIC), agregado de trióxido mineral (MTA) y Biodentine. 30 dientes humanos de una sola raíz fueron cortados a 3 mm del ápice. Las cavidades del extremo de la raíz se prepararon utilizando una punta ultrasónica y se rellenaron con uno de los cementos. Las partes apicales de las raíces se seccionaron para obtener tres secciones transversales de 1 mm de espesor. La microscopía de barrido láser confocal (CLSM) fue utilizada para determinar el área de lagunas y la adaptación de los materiales de relleno del extremo de la raíz con la dentina. La prueba Post hoc, una prueba de comparación múltiple se utilizó para el análisis de datos estadísticos. El análisis estadístico mostró lagunas marginales más bajas ($11143.42 \pm 967.753 \text{ m}^2$) y una buena adaptación marginal con Biodentine, seguido de MTA ($22300.97 \pm 3068.883 \text{ m}^2$) y las brechas marginales más altas con GIC ($33388.17 \pm 12155.903 \text{ m}^2$) que fueron estadísticamente significativas ($p < 0,0001$). El nuevo material de relleno de raíz final Biodentine mostró una mejor adaptación marginal que los materiales de relleno de raíz utilizados comúnmente⁽²³⁾.

Pandey R. et al en el año 2018 realizaron una investigación con el objetivo de evaluar y comparar la microfiltración del agregado de trióxido mineral (MTA) y cemento Geristore en diferentes entornos. Después de quitar las coronas anatómicas de 90 incisivos centrales maxilares humanos extraídos, sus conductos radiculares fueron instrumentados y obturados. Se sacaron los 3 mm apicales de cada raíz y se preparó una cavidad apical de 3 mm usando una punta ultrasónica. Las raíces se dividieron en tres subgrupos iguales para cada material y el relleno del extremo de la raíz se realizó en diferentes entornos, a saber, seco, contaminado con saliva y contaminado con sangre. Las muestras se sumergieron en 0,2% de colorante Rodamina B durante 48 h. Las raíces se seccionaron longitudinalmente y se

examinaron bajo un microscopio fluorescente para medir la penetración del colorante lineal. Los resultados se analizaron estadísticamente mediante el análisis de varianza y la prueba post hoc de diferencia honestamente significativa de Tukey. El grupo seco Geristore ilustró la fuga lineal más baja, mientras que el grupo contaminado con saliva MTA ilustró la fuga más alta. En ambiente seco, la penetración de colorante lineal de ambos grupos MTA y Geristore no mostró ninguna diferencia significativa. Sin embargo, se observó una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de MTA y Geristore en entornos contaminados con sangre y saliva. Geristore mostró mejores resultados en ambientes contaminados con saliva y sangre; por lo tanto, Geristore se puede usar como una alternativa al MTA para el llenado del extremo de la raíz⁽²⁴⁾.

Post L. *et al* en el año 2010 realizaron una investigación con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes ángulos de apicoectomía, los instrumentos utilizados en la preparación del extremo de la raíz y los materiales dentales utilizados en el relleno posterior en el sellado apical. Se recogieron 80 dientes extraídos de raíz única. Las coronas clínicas se seccionaron en la unión del cemento y el esmalte para crear una longitud de raíz estandarizada de 16 mm y se realizó tratamiento endodóntico. Los extremos apicales se cortaron a 3 mm del ápice dental en ángulos de 45° o 90°. La profundidad de las cavidades apicales se estandarizó a 3mm. Los materiales empleados para la retro obturación fueron amalgamas de plata sin zinc y MTA gris. Después del relleno se sumergieron en 0,2% de rodamina B a excepción de la porción coronal. Luego las raíces se seccionaron paralelamente a la apicectomía que da como resultado 3 secciones apicales, a 1 mm de distancia una de otra. Cada sección se digitalizó con una captura de imagen sistema conectado a un microscopio estereoscópico. Se realizó análisis estadístico. El tipo de apicectomía e instrumento utilizado en la preparación del extremo de la raíz no fueron factores significativos. Los dientes rellenos con MTA gris mostraron valores de fuga más bajos, independientemente de la combinación de otros factores en estudio⁽²⁵⁾.

Shahriari S. *et al* en el año 2016 realizaron una investigación con el objetivo de comparar la capacidad de sellado apical de tres materiales de relleno de raíz común, a saber, agregado de MTA, material de restauración intermedio (IRM) y cemento de mezcla enriquecida con calcio (CEM) usando un modelo de filtración bacteriana. El estudio se realizó en 83 dientes humanos de una sola raíz. Se cortaron coronas de dientes y se prepararon conductos radiculares utilizando la técnica de retroceso. Se cortaron 3 mm apicales de las raíces y se preparó una cavidad de 3 mm de profundidad utilizando un instrumento ultrasónico. Las muestras se dividieron en tres grupos ($n = 25$) de acuerdo con el material de relleno del extremo de la raíz, incluido el cemento MTA, IRM y CEM. Las raíces se insertaron en microtubos de extremo cortado y se colocaron en viales estériles que contenían 10 ml de caldo de infusión de corazón y cerebro (BHI) y se incubaron a 37°C y 0,1 ml de suspensión de *E. faecalis* compatible con el estándar de 0,5 McFarland ($1,5 \times 10^8$ células / ml) que se actualizó diariamente. Este procedimiento se continuó durante 70 días. Los datos se analizaron utilizando las pruebas de chi-cuadrado, Kruskal-Wallis y log rank. No se encontraron diferencias significativas en la microfiltración bacteriana en tres grupos; MTA mostró un poco menos (pero no significativamente) menos de microfiltración que IRM y CEM. Sin embargo en las muestras de MTA la fuga se produjo en un tiempo más largo que la CEM ($p < 0,012$). Los tres materiales de relleno de extremo de raíz probados tuvieron la misma eficacia de sellado para prevenir las fugas bacterianas⁽²⁶⁾.

Silva-Herzog A. *et al* en el año 2016 realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la capacidad de Biodentine para resistir la microfiltración cuando es usado como material de retroobtusión mediante un sistema de transporte de fluidos computarizado. Se utilizaron 60 raíces de dientes unirradiculares, se instrumentaron y obturaron con el sistema de cono único estandarizado del sistema ProTaper. Se hizo la preparación de la cavidad retrógrada con ultrasonido utilizando la punta E31D del sistema Retro Kit con un diámetro de 2 mm. Se llevó a cabo la retroobtusión con cada uno de los cementos a evaluar; grupo 1: obturados con Biodentine, grupo 2: obturados con MTA Gris (Angelus), grupo 3: control. Se utilizó un software

creado específicamente para evaluar microfiltración que por medio de sensores infrarrojos, detecta la variación de voltaje de una burbuja de aire dentro de un capilar. El programa expresa el tiempo que tarda la burbuja en pasar por el segundo sensor (mm/min), los cuales se convierten a $\mu\text{L}/\text{min}$, para después expresarlos en unidades de filtración, realizándose mediciones en un solo lapso. La evaluación en este estudio de la microfiltración apical de Biodentine y MTA Gris Angelus, arrojó resultados favorables para ambos; se comprobó que no existe diferencia significativa en cuanto a la microfiltración entre ellos; sin embargo, ambos materiales mostraron diferentes características en cuanto a su manipulación, tiempo de fraguado y porosidad⁽²⁷⁾.

Singh A, Verma A y Dixit K. en el año 2013 realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la microfiltración de varios materiales de relleno del extremo de la raíz y buscar la capacidad de sellado de estos materiales. Se seleccionaron 60 dientes anteriores de raíz única extraídos y se dividieron en cuatro grupos de 15 muestras cada uno. Grupo A, B, C y D en el que el relleno del extremo de la raíz se realizó con el cemento quirúrgico Simplex Bone, Super EBA, Ketac Molar Glass Ionomer y Pro-root MTA respectivamente. Los dientes se volvieron a rellenar y luego las mitades apicales se sumergieron en un 2% de tinte azul de metileno. Se registraron la profundidad de penetración del tinte y el valor máximo de fuga en cada muestra. El grupo D tuvo una diferencia estadísticamente significativa con respecto al grupo C ($1,73 \pm 0,16 \text{ mm}$) y al grupo A ($2,10 \pm 0,14 \text{ mm}$). La microfiltración del Grupo B fue mínima. Concluyendo así que Super EBA es un buen material de relleno de raíz⁽²⁸⁾.

Soundappan S. *et al* en el año 2014 realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la adaptación marginal de Biodentine en comparación con el Agregado de Trióxido Mineral (MTA) y el Material de Restauración Intermedio (IRM), como material de relleno de raíz, utilizando Microscopía Electrónica de Barrido (SEM). 30 incisivos centrales maxilares permanentes se prepararon quimio-mecánicamente y se obturaron. Se reseccionaron tres milímetros del extremo de la raíz y se realizó una preparación de la cavidad retro apical de 3 mm usando retrotips ultrasónicos. Las muestras se

dividieron aleatoriamente en tres grupos y se restauraron con materiales de relleno de raíz: Grupo I-MTA, Grupo II - Biodentina, Grupo III -IRM. Los ápices se seccionaron transversalmente a niveles de 1 mm y 2 mm y se evaluaron para una adaptación marginal con SEM. La brecha entre la dentina y el material de relleno retro se midió en cuatro cuadrantes. Se calcularon la brecha promedio al nivel de 1 mm y el nivel de 2 mm de la punta de la raíz seccionada y la media combinada. Los datos se analizaron estadísticamente, utilizando ANOVA de una vía y la prueba post hoc HSD de Tukey para el análisis intergrupar y la prueba t pareada para el análisis intragrupal. Los resultados generales no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre MTA e IRM, pero ambos fueron superiores en comparación con Biodentine. En el nivel de 1 mm no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los materiales probados. En el nivel de 2 mm, el MTA era superior tanto a IRM como a Biodentine. En comparación global, MTA e IRM fueron significativamente superiores en comparación con Biodentine en términos de adaptación marginal, cuando se usaron como material de relleno retrógrado⁽²⁹⁾.

Vinicio Vladimir L. en el año 2017 realizó una investigación con el objetivo de determinar la microfiltración apical con tres cementos utilizados en obturación retrograda. Se utilizaron 45 piezas dentales de raíz unitaria se realizó tratamiento endodóntico y apicectomía de los 3mm apicales. Se desobturaron 3 mm de la raíz para formar una cavidad con una punta ultrasónica s12/70D y se obturaron con los tres cementos (Cemento A=IRM a base de óxido de zinc eugenol, cemento B= silicato de calcio de la Septodont (Biodentine), cemento C= MTA). Se procedió a incubación en solución salina estéril por 7 días. Los dientes fueron sumergidos en tubos de ensayos que incluyeron azul de metileno al 1% por 48 horas. Se procedió hacer un corte longitudinal para luego llevarlas al estéreo microscopio digital. Los valores obtenidos fueron analizados estadísticamente. La valoración media de la microfiltración que produce la obturación retrograda indica que el cemento C presentó un valor de $87,33 \pm 9,61 \mu\text{m}$ (14,57%), seguido del cemento B con $136 \pm 12,42 \mu\text{m}$ (22,69%), con respecto al cemento A que exhibió la mayor cantidad de microfiltración con un valor de

376 $\pm$ 12,98 μ m (62,74%). Al comparar las medias y porcentajes de la microfiltración apical que presentan los cementos A, B y C, evidenciando que el cemento C presentó el menor valor de microfiltración, aportando mejor sellado en la obturación retrograda⁽³⁰⁾.

Resumiendo estos artículos, se obtienen los siguientes resultados:

1. Cantidad de autores por año

Se encontraron un total de 30 artículos que fueron publicados entre al año 2008 y 2018. La mayor cantidad de artículos fueron del año 2014 que representa un 23,3% del total. No se encontraron artículos publicados en los años 2009 y 2012 que cumplieran los requisitos (Gráfico 1).

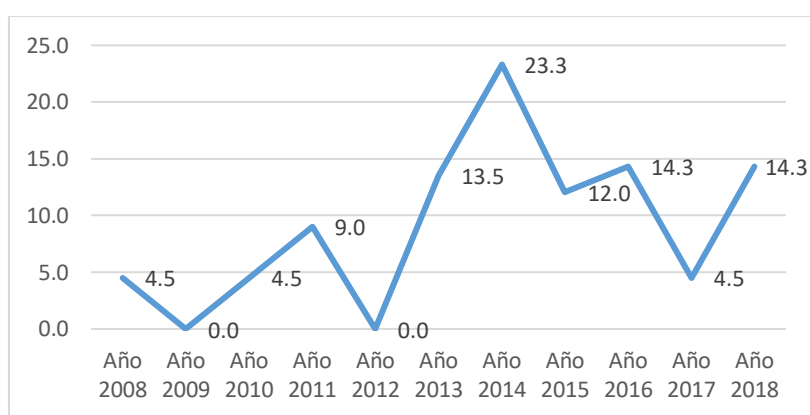


Gráfico 1: Cantidad de autores por año de artículos sobre efectividad de los materiales usados como obturadores retrógrados en cirugías dentales apicales

2. Fuentes de publicación

Las tesis no publicadas en revistas tuvieron la mayor cantidad de fuentes de información consultadas abarcando el 23,3%, seguido por artículos encontrados en la revista virtual "Journal of conservative dentistry (JCD)" con un 16,7% (Gráfico 2).

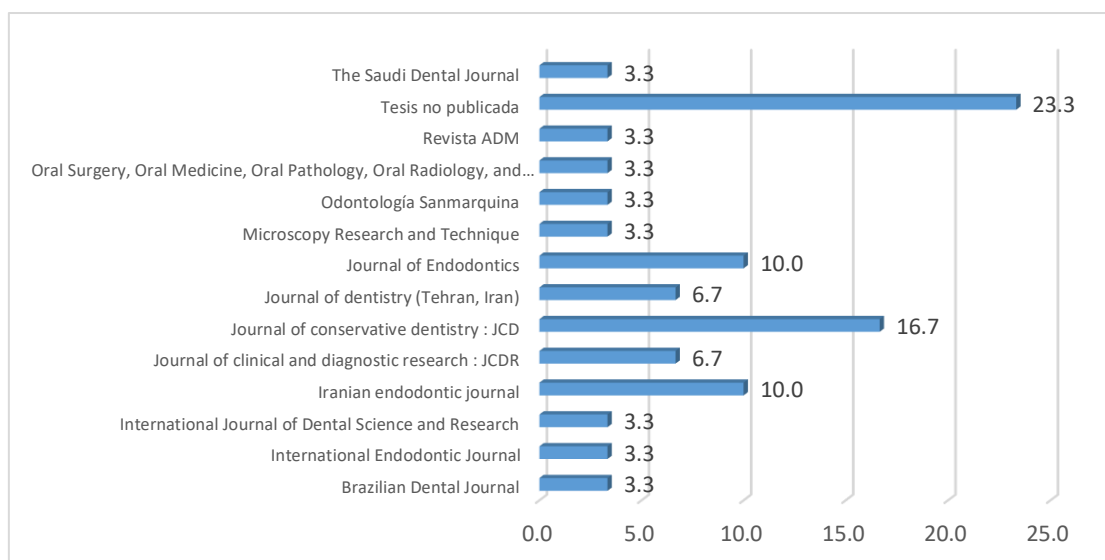


Gráfico 2: Fuentes de publicación sobre efectividad de los materiales usados como obturadores retrógrados en cirugías dentales apicales

3. Materiales usados por año

El MTA se estudió en mayor porcentaje que otros materiales para obturación retrógrada en artículos publicados en el año 2008 al 2018. En el año 2008 y 2009 la amalgama tiene igual porcentaje que el MTA. En el año 2010 y 2011 la amalgama tiene menor porcentaje que el MTA. En el año 2012 y 2013 el MTA se estudió con mayor porcentaje y con menor proporción la amalgama, que tuvo igual porcentaje que el IRM, ionómero de vidrio y CEM. En el año 2014 y 2015 aparecen los estudios sobre el Biodentine pero con menor porcentaje que el MTA. En el año 2016 y 2017 deja de aparecer la amalgama y el ionómero y en el año 2018 vuelven a aparecer estudios del ionómero, con baja proporción, y deja de aparecer el CEM (Gráfico 3).

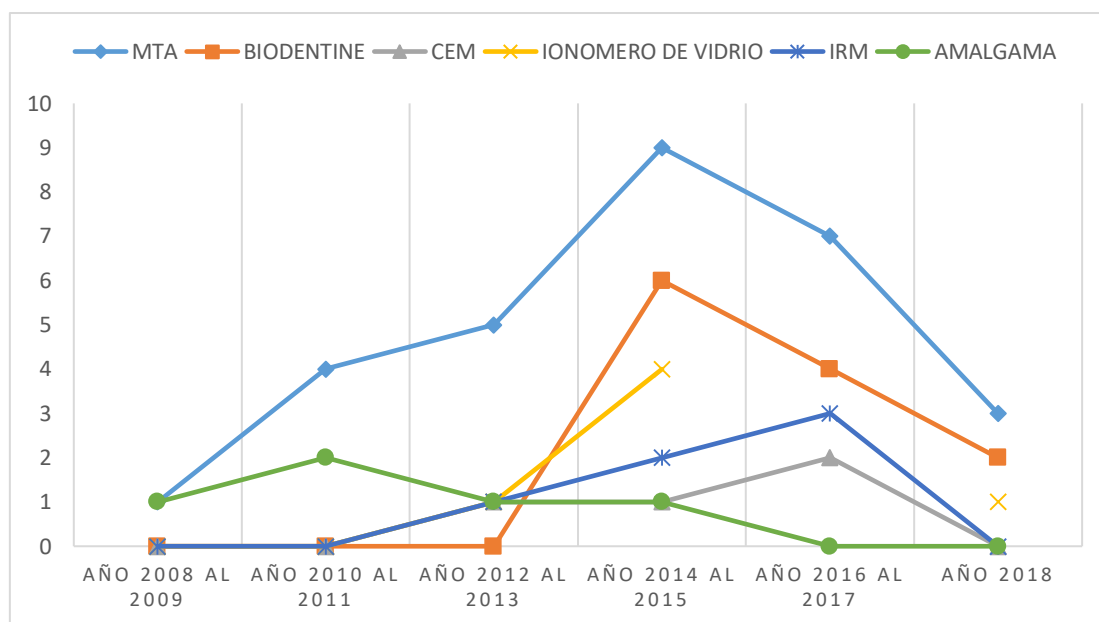


Gráfico 3: Materiales usados por año sobre efectividad de los materiales usados como obturadores retrógrados en cirugías dentales apicales

4. Indicadores de eficacia

De los artículos usados, para esta investigación, el mayor porcentaje estudió la microfiltración con un 74% para medir la eficacia de los materiales y un 26% estudió la adaptación marginal de materiales utilizados como obturadores retrógrados.

5. Eficacia según técnicas de adaptación marginal

Con respecto a los estudios que midieron la eficacia de los materiales retrógrados según su adaptación marginal, todos los materiales fueron estudiados con técnica de microscopio y solo el Biodentine fue estudiado también con tomografía. Dentro de estos materiales, el MTA fue considerado con mayor eficacia frente a otros materiales con un 42% del total (Gráfico 4).

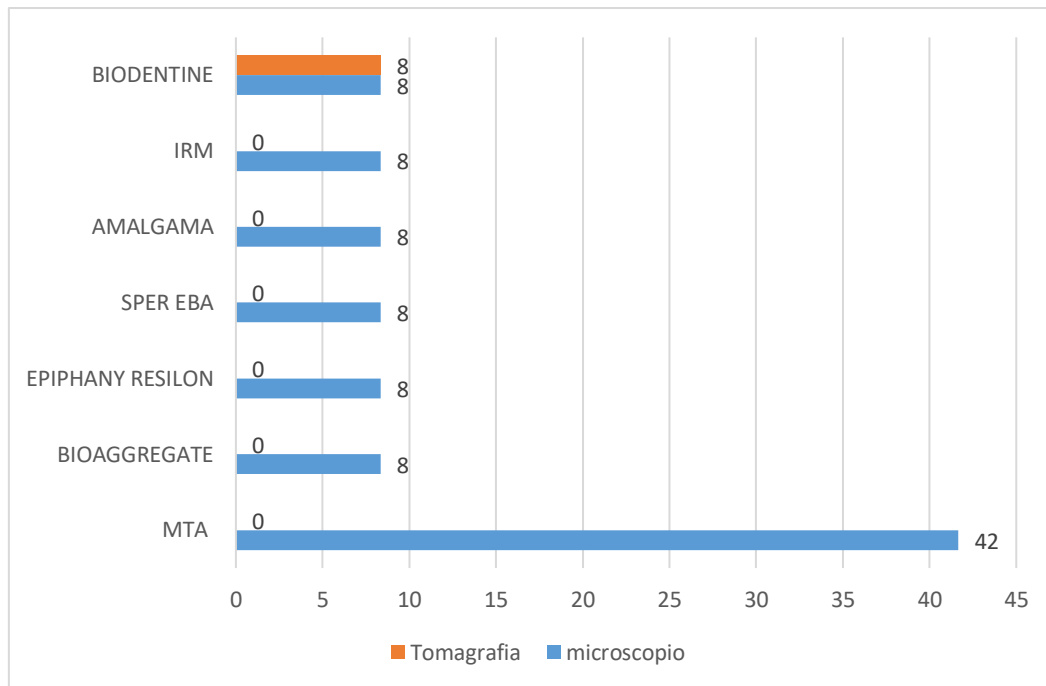


Gráfico 4: Resultados según técnicas de adaptación marginal de los materiales usados como obturadores retrógrados en cirugías dentales apicales

6. Eficacia según adaptación marginal

Abarcando los estudios que midieron la adaptación marginal se obtienen los porcentajes de eficacia según material sin discriminar el método de medición, estando el MTA con un mayor porcentaje (42%) seguido del Biodentine (17%) (Gráfico 5).

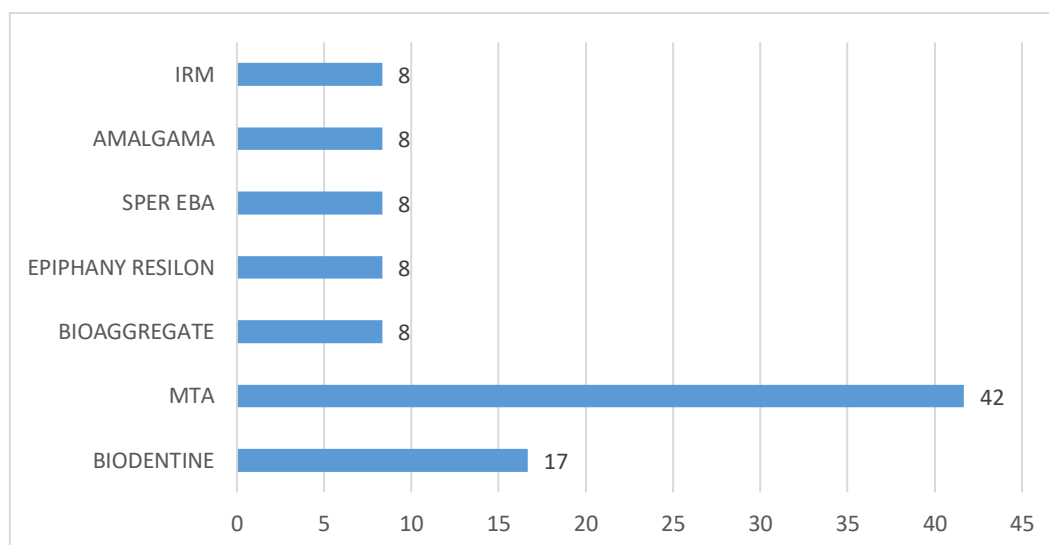


Gráfico 5: Eficacia según adaptación marginal de los materiales usados como obturadores retrógrados en cirugías dentales apicales

7. Eficacia según técnicas de microfiltración

Con respecto a las investigaciones que midieron la microfiltración para obtener la eficacia de los materiales de obturación retrógrada, el MTA fue considerado con mayor eficacia que otros materiales y fue evaluado con microscopio, con técnica de filtración bacteriana y transporte de fluidos. La eficacia del MTA fue seguida por el Biodentine y éste fue estudiado con microscopio, transporte de fluidos y espectrometría (Gráfico 6).

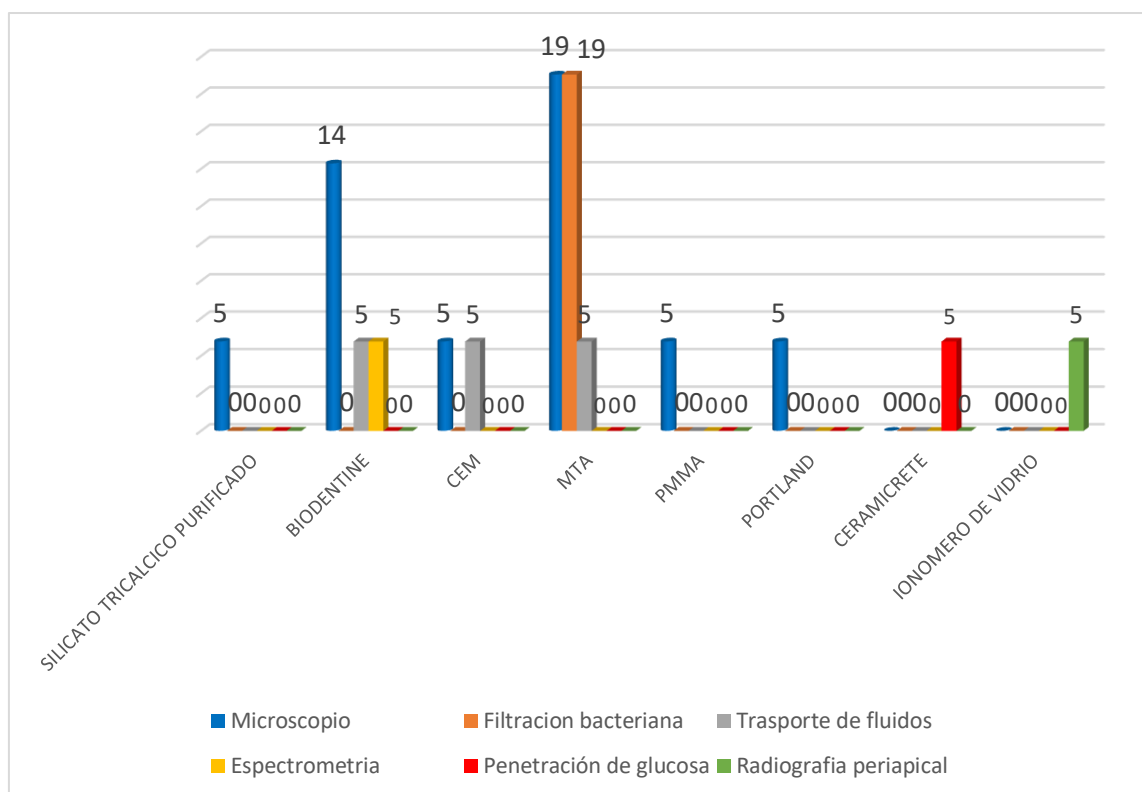


Gráfico 6: Eficacia según técnicas de microfiltración de los materiales usados como obturadores retrógrados en cirugías dentales apicales

8. Eficacia según microfiltración

Abarcando los estudios que midieron la microfiltración se obtiene los porcentajes de la eficacia de cada material sin discriminar la técnica. El MTA es el material con mayor porcentaje de eficacia con un 43% seguido del Biodentine con 24% y luego el CEM con 10% (Gráfica 7).

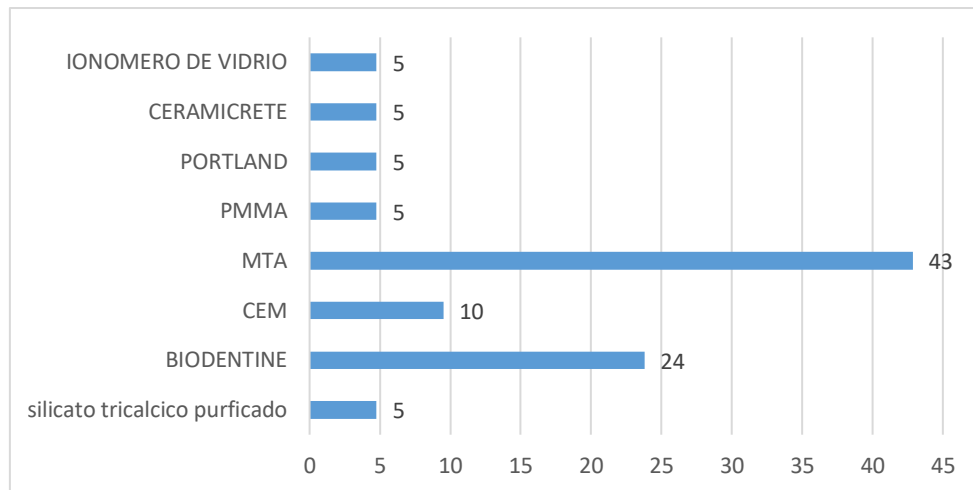


Gráfico 7: Eficacia según microfiltración de los materiales usados como obturadores retrógrados en cirugías dentales apicales

10. Eficacia comparada

El material que fue considerado eficaz en mayor porcentaje fue el MTA con 27% en estudios de microfiltración y 15% de adaptación. El Biodentine es el siguiente con un 15% de estudios de microfiltración y 6% de adaptación marginal (Gráfico 8).

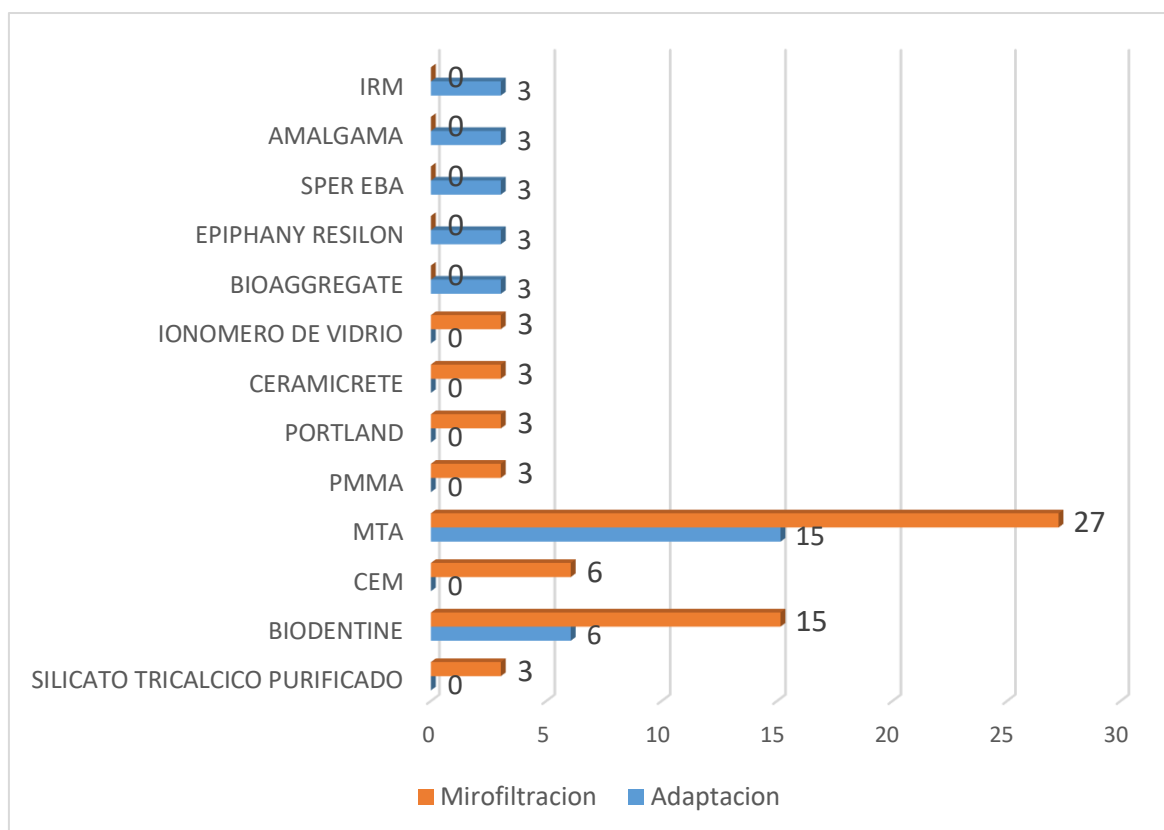


Gráfico 8: Eficacia comparada de los materiales usados como obturadores retrógrados en cirugías dentales apicales

DISCUSIÓN

En un estudio realizado por Fernandes Oliveira H. et al en el año 2013 no se encontró una diferencia significativa entre el MTA, IRM, amalgama, SuperEBA y Epiphany/Resilon con respecto a su adaptación marginal⁽¹⁾. A diferencia de los resultados del presente trabajo que muestran una mejor eficacia del MTA comparado con esos materiales y midiendo también la adaptación marginal.

En la investigación realizada por Biočanin V, et al en el año 2018 encontraron que el Biodentine muestra menor microfiltración que el MTA⁽⁹⁾. Contrastando con los resultados de esta investigación que sitúan al MTA con menor microfiltración que otros materiales cuando se lo usa como obturador retrógrado en cirugías periapicales.

En el año 2015 Bolhari B, et al realizaron una investigación que tuvo como resultado que no existe diferencias significativas en la adaptación marginal entre el CEM, MTA, Biodentine y BioAggregate⁽¹⁰⁾. En este estudio de revisión bibliográfica no se encontró eficacia similar entre dichos materiales de obturación retrógrada.

Coincidiendo con los resultados de este trabajo, la investigación de Vinicio Vladimir L. en el año 2017 concluyó que el MTA mostraba menor microfiltración cuando se lo comparaba con cemento IRM y Biodentine⁽³⁰⁾.

En estudios más recientes como los realizados por Cárdenas S. en el año 2017⁽¹¹⁾, Ravichandra P. et al en el año 2014⁽²³⁾, Naik M et al en el año 2015⁽²⁰⁾ y Nanjappa A. et al en el año 2015⁽²²⁾ concluyeron que el Biodentine era más eficaz que el MTA. A diferencia de los resultados de este estudio donde el MTA se posiciona con el mayor nivel de eficacia, esto podría deberse a que el MTA surgió antes que el Biodentine y por ende, se lo estudió en más investigaciones.

También cabe resaltar que en investigaciones más recientes como la de SilvaHerzog A. et al en el año 2016 se concluye que no existe diferencia significativa entre la microfiltración del MTA y del Biodentine⁽²⁷⁾.

En la actualidad van mejorando cada vez más las técnicas y materiales para lograr un tratamiento endodóntico exitoso. A pesar de eso, todavía existen fallas en dichos tratamientos y por ende se siguen realizando las cirugías periapicales. Ante uno de estos casos debemos informarnos a la hora de seleccionar el material adecuado para este tratamiento. En base a los resultados de este trabajo podemos utilizar con seguridad el MTA para este fin, teniendo en cuenta que algunos materiales ya se dejaron de utilizar y que existen materiales nuevos que están siendo estudiados con porcentaje similar en eficacia.

La limitación de esta investigación fue que no utilizó publicaciones en idiomas que no fueran inglés, castellano o inglés.

CONCLUSIÓN

En la presente revisión bibliográfica se analizaron un total de 30 artículos, la mayoría del año 2014. Los artículos fueron en su mayoría tesis no publicadas. El MTA fue el material más estudiado desde el 2008 al 2018. La amalgama se dejó de estudiar desde el año 2015. Desde el año 2014 aparecen estudios sobre el Biodentine.

El indicador de efectividad que más se estudió con respecto a los materiales de obturación retrógrada fue la microfiltración con un 74% y la adaptación marginal se estudió en un 26%.

Dentro de los artículos que evaluaron la adaptación marginal de los materiales, el más eficaz resultó el MTA, al igual que con los artículos que midieron la microfiltración.

Se puede concluir que el MTA todavía es el material más eficaz cuando se lo utiliza en obturaciones retrógradas, seguido del Biodentine. Considerando que el Biodentine es el material más recientemente fabricado y en base a los resultados de sus investigaciones se lo puede considerar con eficacia igual al MTA.

REFERENCIAS

1. Oliveira HF, Gonçalves Alencar AH, Poli Figueiredo JA, Guedes OA, de Almeida Decurcio D, Estrela C. Evaluation of marginal adaptation of root-end filling materials using scanning electron microscopy. Iran Endod J [Internet]. 2013 [cited 2018 Sep 30];8(4):182–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24171026>
2. Girish CS, Ponnappa K, Girish T, Ponappa M. Sealing ability of mineral trioxide aggregate, calcium phosphate and polymethylmethacrylate bone cements on root ends prepared using an Erbium: Yttriumaluminium garnet laser and ultrasonics evaluated by confocal laser scanning microscopy. J Conserv Dent. 2013[cited 2018 Sep 24];16(4):304–8. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3740639/>
3. Ferik Luketić S, Malčić A, Jukić S, Anić I, Šegović S, Kalenić S. Coronal Microleakage of Two Root-end Filling Materials Using a Polymicrobial

- Marker. J Endod. 2008 [cited 2018 Sep 24];34(2):201–3. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239907008916>
4. Pineda Mejía ME, Salcedo Moncada D, Castro Rodríguez A, Palacios Alva E, Moromi Nakata H, Martínez Cadillo E, et al. Filtración del enterococcus faecalis en obturaciones retrógradas con MTA amalgama de plata e ionómero de vidrio. Odontol Sanmarquina. 2014 [cited 2018 Sep 25];11(1):10. Available from: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/odont/article/view/3077>
5. Gundam S, Patil J, Venigalla BS, Yadanaparti S, Maddu R, Gurram SR. Comparison of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate, glass ionomer cement and intermediate restorative material as root-end filling materials, using scanning electron microscope: An in vitro study. J Conserv Dent. 2014 [cited 2018 Sep 24];17(6):566–70. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25506146>.
6. Agualsaca Guamán EA. Estudio comparativo de la microfiltración entre el silicato tricálcico purificado y el mineral trióxido agregado en retroobturaciones (Tesis). Quito: Universidad central del Ecuador; 2017. Xii, 74 p.
7. Jain A, Ponnappa KC, Yadav P, Rao Y, Relhan N, Gupta P, et al. (2016). Comparison of the Root End Sealing Ability of Four Different Retrograde Filling Materials in Teeth with Root Apices Resected at Different Angles - An Invitro Study. J Clin Diagn Res. 2016;10(1):ZC14–ZC17. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4740696/>.
8. Badr AE. Marginal Adaptation and Cytotoxicity of Bone Cement Compared with Amalgam and Mineral Trioxide Aggregate as Root-end Filling Materials. J Endod. 2010 [cited 2018 Sep 24];36(6):1056–60. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239910001445>
9. Biočanin V, Antonijević Đ, Poštić S, Ilić D, Vuković Z, Milić M, et al. Marginal Gaps between 2 Calcium Silicate and Glass Ionomer Cements and Apical Root Dentin. J Endod. 2018 [cited 2018 Oct 16];44(5):816–21. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239917311226>

10. Bolhari B, Ashofteh Yazdi K, Sharifi F, Pirmoazen S. Comparative Scanning Electron Microscopic Study of the Marginal Adaptation of Four Root-End Filling Materials in Presence and Absence of Blood. *J Dent (Tehran)*. 2015 [cited 2018 Sep 25];12(3):226–34. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26622276>
11. Cárdenas Guamán SV. Estudio comparativo para evaluar microfiltración en obturación retrógrada de cementos dentales MTA y Biodentine en dientes unirradiculares extraídos. (Tesis). Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2017. 56 p.
12. Correa Terán ME. Estudio comparativo in vitro de microfiltración apico-coronal entre dos materiales de retroobtusión en dientes unirradiculares. (Tesis). Quito: Universidad San Francisco de Quito; 2014. 73 p.
13. Duran Leon GG. Comparación in vitro entre dos selladores utilizados en obturación retrógrada. (Tesis). Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2015. 52 p.
14. Iberico Gonzalez R. Eficacia in vitro del sellado apical empleando el cemento mineral trióxido agregado (MTA) y cemento portland blanco. Universidad Católica de Santa Maria; 2013 [cited 2018 Sep 25]. Available from: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_c52fc0d73d0260410745cf9581fb3794
15. Küçükkaya Eren S, Görduysus MÖ, Şahin C. Sealing ability and adaptation of root-end filling materials in cavities prepared with different techniques. *Microsc Res Tech*. 2017 [cited 2018 Sep 24];80(7):756–62. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/jemt.22861>
16. Leal F, De-Deus G, Brandão C, Luna AS, Fidel SR, Souza EM. Comparison of the root-end seal provided by bioceramic repair cements and White MTA. *Int Endod J*. 2011 [cited 2018 Sep 30];44(7):662–8. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2591.2011.01871.x>
17. Moradi S, Disfani R, Ghazvini K, Lomee M. Sealing Ability of Orthograde MTA and CEM Cement in Apically Resected Roots Using Bacterial Leakage Method. *Iran Endod J*. 2013 [cited 2018 Sep 24];8(3):109–13. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23922571>

18. Morales Marriot MG. Estudio comparativo in vitro para medir la microfiltración en la obturación retrograda con ionómero y cemento de óxido de zinc más eugenol reforzado en dientes unirradiculares. (Tesis). Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2015. 80 p.
19. Nabeel M, Tawfik HM, Abu-Seida AMA, Elgendy AA. Sealing ability of Biodentine versus ProRoot mineral trioxide aggregate as root-end filling materials. Saudi Dent J. 2018 [cited 2018 Oct 16]; 31:16-22. Available from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1013905218301111>
20. Naik MM, de Ataide I de N, Fernandes M, Lambor R. Assessment of apical seal obtained after irrigation of root end cavity with MTAD followed by subsequent retrofilling with MTA and Biodentine: An in vitro study. J Conserv Dent. 2015 [cited 2018 Sep 25];18(2):132-5. Available from:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25829692>
21. Nair U, Ghattas S, Saber M, Natera M, Walker C, Pileggi R. A comparative evaluation of the sealing ability of 2 root-end filling materials: an in vitro leakage study using Enterococcus faecalis. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. 2011 [cited 2018 Sep 24];112(2):e74-7. Available from:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1079210411000564>
22. Nanjappa AS, Ponnappa KC, Nanjamma KK, Ponappa MC, Girish S, Nitin A. Sealing ability of three root-end filling materials prepared using an erbium: Yttrium aluminium garnet laser and endosonic tip evaluated by confocal laser scanning microscopy. J Conserv Dent. 2015 [cited 2018 Sep 24];18(4):327-30. Available from:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26180420>
23. P V R, Vemisetty H, KD, Reddy SJ, DR, Krishna M JN, et al. Comparative Evaluation of Marginal Adaptation of Biodentine(TM) and Other Commonly Used Root End Filling Materials-An Invitro Study. J Clin Diagn Res. 2014 [cited 2018 Sep 24];8(3):243-5. Available from:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24783148>
24. Pandey R, Dixit N, Dixit KK, Roy S, Gaba C, Goyal C. Comparative evaluation of microleakage of mineral trioxide aggregate and Geristore root-

end filling materials in different environments: An in vitro study. J Conserv Dent. 2018 [cited 2018 Sep 26];21(3):328–32. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29899639>

25. Post LK, Lima FG, Xavier CB, Demarco FF, Gerhardt-Oliveira M. Sealing ability of MTA and amalgam in different root-end preparations and resection bevel angles: an in vitro evaluation using marginal dye leakage. Braz Dent J. 2010 [cited 2018 Sep 24];21(5):416–9. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/bdj/v21n5/v21n05a07.pdf>

26. Shahriari S, Faramarzi F, Alikhani M-Y, Farhadian M, Hendi SS. Apical Sealing Ability of Mineral Trioxide Aggregate, Intermediate Restorative Material and Calcium Enriched Mixture Cement: A Bacterial Leakage Study. Iran Endod J. 2016 [cited 2018 Sep 24];11(4):336–40. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27790267>

27. Silva-Herzog Flores D, Rodríguez Ojeda FF, González Murillo LA, Dávila Pérez CE, Torres Méndez F, López-Aldrete A. Evaluación de la microfiltración apical de Biodentine como material de obturación apical mediante el transporte de fluidos computarizado. Rev ADM. 2016 [cited 2018 Sep 25];73(2):65–71. Available from: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2016/od162d.pdf>

28. Singh AR, Verma A, Dixit KK. Comparison of microleakage of root-end filling materials – In vitro study. Int J Dent Sci Res. 2013 [cited 2018 Oct 16];1(1):6–11. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213997413000025>

29. Soundappan S, Sundaramurthy JL, Raghu S, Natanasabapathy V. Biodentine versus Mineral Trioxide Aggregate versus Intermediate Restorative Material for Retrograde Root End Filling: An Invitro Study. J Dent (Tehran). 2014 [cited 2018 Sep 24];11(2):143–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24910689>

30. Vladimir LC, Guillén Guillén RE. Microfiltración apical entre tres cementos utilizados en obturación retrograda. Odontol Sanmarquina. 2019;22(1):27–31. Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13392/1/T-UCE-0015-817.pdf>