



Facultad de Ciencias de la Salud

Posgrado de Odontología

Tema:

**Reparación de perforaciones de furca usando diferentes cementos de silicato de calcio:
un estudio in vitro.**

Tesis para la obtención del Título de Especialista en

Endodoncia

Presentada por:

Ariana Esperanza Apolo Aguilar

Tutor:

Dr. Henry Valverde

Guayaquil, septiembre 2025

Resumen

Este estudio in vitro evaluó la eficacia de diferentes cementos a base de silicato de calcio (Biodentine, ProRoot MTA y otras variantes) en la reparación de perforaciones de furca. El objetivo principal era determinar qué material ofrece las mejores propiedades de sellado para evitar microfiltraciones y promover la cicatrización tisular. El estudio consistió en preparar 116 molares maxilares extraídos con perforaciones de furca estandarizadas creadas con una fresa de diamante. Las muestras se desinfectaron, limpiaron y almacenaron en solución salina antes del sellado. Los dientes se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos de 26 unidades cada uno, y las perforaciones se sellaron con diferentes materiales: Biodentine, ProRoot MTA y otros cementos de silicato cálcico. La capacidad de sellado se evaluó mediante la visualización de la interfaz entre cemento y diente mediante un microscopio electrónico de barrido. Los resultados demostraron que Biodentine presenta una capacidad de sellado significativamente mejor en comparación con otros cementos de silicato cálcico, revelando una menor brecha y una mejor adaptación a la estructura dentaria. En conclusión este estudio confirma que los cementos a base de silicato de calcio, en particular Biodentine, son materiales eficaces para la reparación de perforaciones de furca, gracias a sus propiedades de sellado, biocompatibilidad y facilidad de uso, avalando su uso clínico y fomentando nuevas investigaciones.

Palabras clave: Biodentine, silicato de calcio, silicato tricálcico, agregado de trióxido mineral, perforaciones de furca.

Declaración de aceptación de norma ética y derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

Ariana Esperanza Apolo Aguilar

C.I. 0705059392

Índice

Resumen	6
Introducción	8
Materiales y Métodos	9
Selección y evaluación de la muestra	10
Grupo I: Reparación de la perforación furcal con ProRoot MTA	11
Grupo II: Reparación de la perforación furcal con MTA Repair HP	11
Grupo III: Reparación de la perforación furcal con Evo MTA	12
Grupo IV: Reparación de la perforación furcal con Biodentine	12
Evaluación de la eficacia de la reparación de la perforación furcal-SEM	12
Análisis estadístico	13
Resultados	14
Discusiones	15
Conclusiones	18
Contribuciones de los autores	18
Conflicto de intereses	19
Agradecimientos	19
Referencias	20

Índice de tablas

Tabla 1	14
Tabla 2	15
Tabla 3	16

Reparación De Perforaciones De Furca Usando Diferentes Cementos De Silicato De Calcio: Un Estudio In Vitro.

Autor: Ariana Esperanza Apolo Aguilar

Correo electrónico: apoldent.draapolo@gmail.com

Resumen

Objetivo: Este estudio in vitro evaluó la eficacia de diferentes cementos a base de silicato de calcio (Biodentine, ProRoot MTA y otras variantes) en la reparación de perforaciones de furca. El objetivo principal era determinar qué material ofrece las mejores propiedades de sellado para evitar microfiltraciones y promover la cicatrización tisular. **Materiales y métodos:** El estudio consistió en preparar 116 molares maxilares extraídos con perforaciones de furca estandarizadas creadas con una fresa de diamante. Las muestras se desinfectaron, limpiaron y almacenaron en solución salina antes del sellado. Los dientes se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos de 26 unidades cada uno, y las perforaciones se sellaron con diferentes materiales: Biodentine, ProRoot MTA y otros cementos de silicato cálcico. La capacidad de sellado se evaluó mediante la visualización de la interfaz entre cemento y diente mediante un microscopio electrónico de barrido. **Resultados:** Biodentine demostró una capacidad de sellado significativamente mejor en comparación con otros cementos de silicato cálcico, corroborando los resultados de estudios similares recientes. El análisis al MEB reveló una menor brecha y una mejor adaptación con Biodentine. El rápido tiempo de fraguado y la fuerte adhesión del material contribuyeron a su superior rendimiento. Sin embargo, se discutieron algunas discrepancias con investigaciones anteriores, que podrían atribuirse a diferencias en las técnicas de manipulación y aplicación. **Conclusiones:** El estudio confirma que los cementos a base de silicato de calcio, en particular Biodentine, son materiales eficaces para la reparación de perforaciones de furca, gracias a sus propiedades de

sellado, biocompatibilidad y facilidad de uso. Los resultados avalan su uso clínico continuado y animan a seguir investigando in vivo para validar estos hallazgos in vitro.

Palabras clave: Biodentine, silicato de calcio, silicato tricálcico, agregado de trióxido mineral, perforaciones de furca.

Abstract

Objective: This in vitro study evaluated the effectiveness of different calcium silicate-based cements (Biodentine, ProRoot MTA, and other variants) in repairing furcal perforations. The main objective was to determine which material offers the best sealing properties to prevent microleakage and promote tissue healing. **Materials and methods:** The study consisted of preparing 116 extracted maxillary molars with standardized furcation perforations created with a diamond bur. The samples were disinfected, cleaned, and stored in saline solution prior to sealing. The teeth were randomly divided into four groups of 26 units each, and the perforations were sealed with different materials: Biodentine, ProRoot MTA, and other calcium silicate cements. Sealing capacity was evaluated by visualizing voids and spaces under a scanning electron microscope. **Results:** Biodentine demonstrated significantly better sealing capacity compared to other calcium silicate cements, corroborating the findings of recent similar studies. SEM analysis revealed fewer voids and better adaptation with Biodentine. The fast setting time and strong adhesion of the material contributed to its superior performance. However, some discrepancies with previous research were discussed, which could be attributed to differences in handling and application techniques. **Conclusions:** The study confirms that calcium silicate-based cements, particularly Biodentine, are effective materials for the repair of furcular perforations, thanks to their sealing properties, biocompatibility, and ease of use. The results support their continued clinical use and encourage further in vivo research to validate these in vitro findings.

Keywords: Biodentine, calcium silicate, tricalcium silicate, mineral trioxide aggregate, furcal perforations.

Introducción

Las perforaciones son una de las principales causas de fracaso en los tratamientos endodónticos (Valverde, et al, 2024) . Estas complicaciones suelen deberse a errores técnicos durante el procedimiento, con frecuencia atribuibles a la falta de conocimientos sobre la anatomía interna de los dientes, especialmente en los casos de dientes multirradiculares mandibulares. Además, pueden estar asociadas a traumatismos, procesos de reabsorción externa o caries extensas (Aydin y Harorli, 2024)(De S, et al, 2024). Se ha demostrado que su presencia compromete el pronóstico del diente tras la terapia endodóntica, provocando infiltración bacteriana, que puede dar lugar a dolor, abscesos y fístulas. Estas complicaciones pueden desencadenar lesiones endodónticas y periodontales si no se tratan, lo que puede complicar aún más el pronóstico de curación y hacer potencialmente necesaria la extracción del diente (Dayyoub G, et al, 2024).

La eficacia del tratamiento de la perforación depende de numerosos factores, como su localización, sus dimensiones, el tiempo transcurrido desde su aparición, la presencia de microorganismos, el estado del periodonto y la capacidad de sellado del material utilizado. Entre estos factores, la localización y el tamaño de la lesión son especialmente importantes para determinar el material de reparación óptimo (Makhlouf, et al, 2020).

La intervención oportuna y el tratamiento eficaz de las perforaciones de la furca son esenciales para preservar la integridad del diente y promover la regeneración de los tejidos comprometidos. Se recomienda un abordaje no quirúrgico como opción terapéutica primaria debido a su naturaleza mínimamente invasiva y a su ejecución a través de un acceso coronal (Alshehri, et al, 2024). En este contexto, la selección de un material de reparación adecuado

es primordial. Dicho material debe poseer la capacidad de impedir la microfiltración y evitar la comunicación entre el conducto radicular y el periodonto (Alipour, et al, 2022).

Los cementos a base de silicato cálcico, incluidos los agregados de trióxido mineral (MTA) y Biodentine, han demostrado una notable eficacia en la reparación de perforaciones. Esta eficacia puede atribuirse a su biocompatibilidad y capacidad de sellado (Askerbeyli, et al, 2019). El MTA está ampliamente considerado como el patrón oro en este ámbito, debido a sus ventajosas propiedades, que abarcan la actividad antimicrobiana, la biocompatibilidad, el sellado óptimo, la radiopacidad y la capacidad de fraguar en entornos húmedos o en presencia de sangre (Eskandari, et al, 2022). La biodentina está indicada como sustituto de la dentina tanto en regiones coronarias como radiculares, ofreciendo una alternativa eficaz en el tratamiento de perforaciones (Airsang, et al, 2021).

ProRoot MTA demuestra propiedades comparables de resistencia a la microfiltración, biocompatibilidad y radiopacidad. El MTA Repair HP, altamente plástico, puede aplicarse directamente sobre tejido vivo, formando una barrera biológica. El compuesto conocido como Evo MTA ha demostrado generar una barrera impermeable, radiopaca, dimensionalmente estable y osteogénica (Dong, 2023)(Palczewska, 2021)(Jimenez, et al, 2020).

El objetivo de este estudio era comparar la eficacia de cuatro cementos de silicato cálcico en la reparación de perforaciones de furcación. En el laboratorio se evaluó la capacidad de sellado de los materiales ProRoot MTA, MTA Repair HP, Evo MTA y Biodentine.

Materiales y métodos

El protocolo del estudio fue aprobado por el Comité de Ética Institucional con el número de referencia CEFO-UHE-2024-041.S

Selección y evaluación de la muestra.

Se seleccionaron ciento dieciséis dientes maxilares superiores con raíces no fusionadas y furcas intactas, y se almacenaron en solución salina para evitar su deshidratación. Se excluyeron los dientes unirradiculares, los dientes multirradiculares con raíces fusionadas, con fracturas o fisuras a nivel de la furca. Las muestras se sometieron a un proceso de desinfección con hipoclorito de sodio al 2,5% durante 15 minutos. Posteriormente, se eliminaron los tejidos blandos y el cálculo dental mediante un raspado y alisado radicular meticuloso con curetas Gracey (American Eagle, Montana, EE.UU.). Una vez completada esta etapa, las muestras se almacenaron en solución salina hasta su preparación y posterior análisis. Las cavidades de acceso se prepararon con una fresa redonda de diamante de grano medio (801L, Jota AG Switzerland, Suiza) y una fresa endodóntica tipo Endo-Z (MDT®, Afula, Israel) con una pieza de mano de alta velocidad y abundante irrigación con agua. El sistema de conductos radiculares se preparó utilizando el sistema rotatorio Starter Kit (Endogal, Sarria-Lugo, España) y se irrigó con solución de hipoclorito de sodio al 5,25%. Los conductos se obturaron mediante la técnica de obturación de cono único con un cemento biocerámico premezclado a base de silicato cálcico (NeoSealer Flo®, Avalon Biomed Inc., Bradenton, EE.UU.). La superficie externa de cada diente se recubrió con dos capas de esmalte de uñas para evitar la difusión de fluidos desde los túbulos dentinarios, las pequeñas imperfecciones de la dentina o los conductos laterales, prestando especial atención a la zona de la furca. Se usó una fresa redonda de diamante de grano grueso de 2,1 mm (nº 801, MDT®, Afula, Israel) para realizar perforaciones de furca en el centro del suelo pulpar y estandarizar el tamaño de la perforación; cada perforación tiene la anchura de la fresa y la profundidad está influida por el grosor del cemento y la dentina desde el suelo pulpar hasta la región de la furca. Los dientes se aclararon y secaron al aire. De las 116 muestras, 12 se seleccionaron aleatoriamente para el proceso de calibración y el estudio piloto. Las 104

muestras restantes se dividieron aleatoriamente en 4 grupos experimentales, uno para cada cemento utilizado en este estudio: G1PM (n= 26), G2MR (n= 26), G3EM (n= 26) y G4BS (n= 26). En los estudios piloto y experimental, el procedimiento de agrupación según el cemento de sellado fue el mismo.

Reparación de la perforación de furca con ProRoot MTA-Grupo I.

G1PM: (n=26) grupo ProRoot MTA (Dentsply, Charlotte, EE.UU.) se distribuyó el polvo en un portaobjetos de vidrio estéril y se vertió una ampolla de microdosis de líquido ProRoot, que se incorporó gradualmente con la ayuda de una espátula mezcladora durante 1 minuto para garantizar que todas las partículas de polvo sean hidratadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se utilizó un aplicador de MTA para trasladar el cemento y sellar la perforación, se comprimió utilizando un condensador dental (Fanta Dental, Shanghai, China), y la cámara pulpar se limpió con un algodón humedecido con solución salina. El acceso se selló con un material de obturación provisional libre de eugenol (Coltosol® F, Coltene, Altstätten, Suiza).

Reparación de la perforación de furca con MTA Repair HP- Grupo II

G2MR: (n= 26) Grupo MTA Repair HP (Angelus, Londrina, Brasil) El polvo de la cápsula se vertió en un portaobjetos de vidrio estéril, el líquido se dispensó en una primera gota cerca del polvo, una segunda gota distante de la primera y una tercera gota distante de la segunda. El polvo se añadió a la primera gota de líquido y la segunda gota se fue añadiendo poco a poco a lo largo de 40 segundos hasta obtener una consistencia que pudiera manipularse con las manos (masilla), según las instrucciones del fabricante. Se utilizó un aplicador de MTA para trasladar el cemento y sellar la perforación, se comprimió utilizando un condensador dental (Fanta Dental, Shanghai, China), y la cámara pulpar se limpió con un algodón

humedecido con solución salina. El acceso se selló con un material de obturación provisional libre de eugenol (Coltosol® F, Coltene, Altstätten, Suiza).

Reparación de la perforación de furca con Evo MTA-Grupo III.

G3EM: (n= 26) Evo MTA (Endogal, España) El polvo de Evo MTA (Endogal, Sarria-Lugo, España) se colocó en un portaobjetos de vidrio estéril y se añadió el líquido en una proporción de 3:1, y se mezcló con una espátula metálica durante 1 minuto hasta obtener una pasta homogénea según las instrucciones del fabricante. Se utilizó un aplicador de MTA para trasladar el cemento y sellar la perforación, se comprimió utilizando un condensador dental (Fanta Dental, Shanghai, China), y la cámara pulpar se limpió con un algodón humedecido con solución salina. El acceso se selló con un material de obturación provisional libre de eugenol (Coltosol® F, Coltene, Altstätten, Suiza).

Reparación de la perforación de furca con Biodentine- Grupo IV.

G4BS: (n= 26) Se colocaron 5 gotas del líquido Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia) dentro de la cápsula con el polvo, se cerró y se colocó en un amalgamador durante 30 segundos. Se abrió la cápsula y se comprobó la consistencia. Cuando fue correcta, según las instrucciones del fabricante. Se utilizó un aplicador de MTA para trasladar el cemento y sellar la perforación, se comprimió utilizando un condensador dental (Fanta Dental, Shanghai, China), y la cámara pulpar se limpió con un algodón humedecido con solución salina. El acceso se selló con un material de obturación provisional libre de eugenol (Coltosol® F, Coltene, Altstätten, Suiza).

Evaluación de la eficacia en la reparación de la perforación de furca mediante el Microscopio Electrónico de Barrido.

Se prepararon cuatro recipientes provistos de esponjas humedecidas en solución salina con forma de alvéolos, en los que se colocaron las muestras correspondientes a cada grupo experimental. Estos recipientes se almacenaron durante 24 horas para permitir la reparación de las muestras. Se realizaron cortes transversales con un disco flexible de diamante liso y de grano fino de 0,20 mm a nivel de la corona por encima de la unión cemento-esmalte (referencia: 3 mm) y las raíces se seccionaron en el tercio medio inferior, manteniendo el tamaño de la perforación en dirección corono-apical intacta. Esto facilitó la colocación de cada muestra en la placa de vidrio y su observación en el microscopio electrónico de barrido (SEM) JEOL© JSM-IT500 (JEOL Ltd., Tokio, Japón). Cada muestra se sometió a seccionamiento longitudinal con un disco flexible de diamante liso de grano fino de 0,20 mm, se usó uno por cada muestra. Las 26 muestras obtenidas por cada grupo experimental se enviaron para su preparación y observación en el microscopio electrónico de barrido JEOL© JSM-IT500 (JEOL Ltd., Tokio, Japón).

Las muestras se sometieron a un proceso de pulverización catódica de oro y luego se observaron en el Microscopio Electrónico de Barrido con un aumento de 1000x. Se tomó una microfotografía de cada esquina de la interfaz cemento-diente, considerando cuatro puntos por cada muestra y calculando la dimensión de la interfaz mediante la regla de medida del mismo software del microscopio.

Análisis estadístico.

Los datos obtenidos se analizaron utilizando el programa estadístico SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, EE.UU.). Se utilizaron estadísticas descriptivas para evaluar las dimensiones de la interfaz del agente. También se sometieron a una prueba de análisis de varianza (ANOVA) para estimar la eficacia de los distintos agentes. La significancia de la disparidad entre los cuatro grupos se midió con un valor $p < 0,05$.

Resultados

Los resultados descriptivos mostraron que Biodentine obtuvo la media más alta ($M = 1,61$), seguido de MTA Repair HP ($M = 1,53$), ProRoot MTA ($M = 1,47$) y Evo MTA ($M = 1,33$) (Figura 1). Estos resultados indican un rendimiento superior de Biodentine y MTA Repair HP en términos de capacidad de sellado (Tabla 1). Se utilizó ANOVA para confirmar si estas diferencias eran estadísticamente significativas.

Tabla 1

Capacidad de sellado de cuatro materiales utilizados en la reparación de perforaciones de furca.

Grupos de estudio	Muestras	Media \pm DE
ProRoot	104	1,47E+004
MTA repair HP	104	1,53E+004
Evo MTA	104	1,33E+004
Biodentine	104	1,61E+004
Total	416	1,48E+004

Fuente: Elaboración propia.

El ANOVA reveló diferencias significativas entre los grupos ($F = 25,05$; $p < 0,001$) y confirmó que la capacidad de sellado de los cementos evaluados es diferente. Estos resultados demuestran que el tipo de cemento influye significativamente en la capacidad de sellado en una reparación de perforación de furca (Tabla 2).

Tabla 2*Análisis de varianza (ANOVA) entre grupos.*

Fuente de variación	Análisis de grupo	Media	Valor F	Valor p
Entre grupos	3	144,74	25,05	0,000
Dentro de los grupos	412	5,78		
Total	415			

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de comparación múltiple post hoc (HSD de Tukey) reveló que Biodentine superó a ProRoot y Evo MTA (ambos $p < 0,00$). Biodentine mostró una diferencia positiva en comparación con MTA Repair HP, pero no fue estadísticamente significativa ($p = 0,11$). Esto sugiere que los dos materiales tienen un rendimiento similar en términos de sellado. Por el contrario, Evo MTA obtuvo los peores resultados, ya que fue estadísticamente inferior a los otros tres materiales ($p < 0,00$ en todas las comparaciones). Para un desglose detallado de la comparación de cada cemento, véase (Tabla 3)(Imagen 1).

Tabla 3

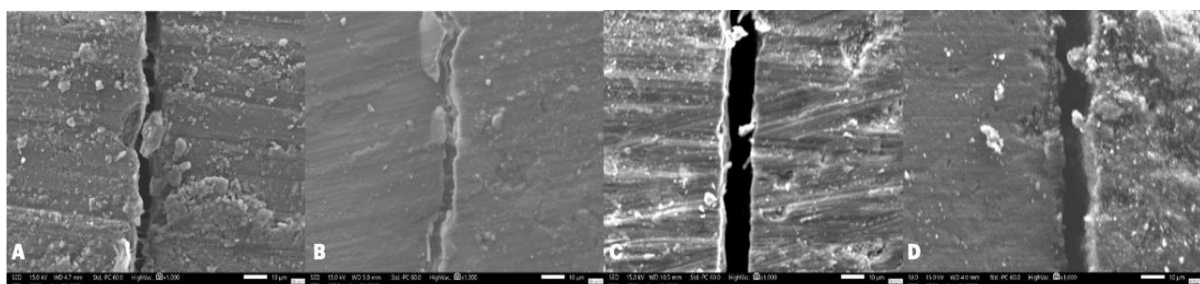
Comparación múltiple de la capacidad de sellado de cuatro materiales diferentes utilizados para la reparación de perforaciones de furca mediante Tukey HSD

Grupos de estudio (I)	Comparación con (J)	Diferencia de medias (I-J)	Significación
ProRoot	Biodentine	-1,36E+003	0,000*
	Evo MTA	1,43E+003	0,000*
	MTA repair HP	-5,96E+002	0,280
MTA repair HP	Biodentine	-7,59E+002	0,105
	ProRoot	5,96E+002	0,280
	Evo MTA	2,03E+003	0,000*
Evo MTA	Biodentine	-2,79E+003	0,000*
	ProRoot	-1,43E+003	0,000*
	MTA repair HP	-2,03E+003	0,000*
Biodentine	ProRoot	1,36E+003	0,000*
	Evo MTA	2,79E+003	0,000*
	MTA repair HP	7,59E+002	0,105
*. Altamente significativo			

Fuente: Elaboración propia.

Imagen 1.

Fotos obtenidas al MEB, A. Biodentine, B. MTA Repair HP, C. ProRoot y D. Evo MTA.



Discusión

Cuando se tratan perforaciones de furca, el objetivo es devolver los tejidos a su estado normal, libres de inflamación e irritación, y volver a unirlos al ligamento periodontal. Varios factores influyen en el éxito y el pronóstico a largo plazo, como la localización, el tamaño, el tiempo y el tipo de material. Por este motivo, es importante conocer las propiedades de los cementos mejorados, como su capacidad de sellado y microfiltración, que se utilizan para reparar las perforaciones de furca (Alnaghy, et al, 2024).

Según los resultados de este estudio, Biodentine demostró una capacidad de sellado significativamente superior a la de otros cementos de silicato de calcio (Al-Nazhan, et al, 2022)(Das, et al,2022). En consonancia con la investigación realizada por Das, et al, demostró que Biodentine posee una capacidad de sellado significativamente superior en comparación con otros materiales, la hipótesis propuesta en este estudio sugiere que el aumento de la velocidad de fraguado inducido por la presencia de cloruro cálcico puede contribuir a reducir la contaminación y la pérdida de material en la interfase cemento-diente. Este fenómeno, a su vez, promueve una mayor estabilidad de los cristales de cemento sobre la dentina (Das, et al,2022).

Los resultados de este estudio no coinciden con los de Shetty, et al, que demostraron que Biodentine tenía una capacidad de sellado inferior a la de otros cementos a base de silicato de calcio, estos resultados discutibles pueden deberse al intuitivo diseño de jeringa de un solo uso del cemento, que elimina la manipulación por parte del operador y reduce el tiempo de procedimiento (Shetty, et al, 2025).

En el presente estudio, MTA Repair HP tuvo una capacidad de sellado inferior a Biodentine, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa. Sin embargo, MTA Repair HP demostró mayor eficacia que ProRoot MTA y Evo MTA. Harinkhere, et al, informaron de

que MTA Repair HP tiene una capacidad de sellado superior que Biodentine. Sin embargo, los resultados de este estudio contrastan con los de nuestro propio análisis, en el que Biodentine demostró una capacidad de sellado superior a MTA Repair HP, aunque estos resultados no fueron estadísticamente significativos, los dos cementos de silicato cálcico mostraron un rendimiento comparable en términos de capacidad de sellado. Estos resultados discutibles podrían atribuirse a discrepancias en los materiales utilizados y en la metodología de estudio aplicada (Harinkhere, et al, 2024)

Según los resultados de este estudio, ProRoot MTA tenía menor capacidad de sellado que Biodentine y MTA Repair HP, pero tenía mayor capacidad de sellado que Evo MTA. Patel et al, realizaron un estudio relacionado sobre la capacidad de sellado y sus resultados no coincidieron con los de nuestro estudio, según los cuales ProRoot MTA y el uso de una matriz interna mostró una mayor capacidad de sellado que Biodentine (Patel, et al, 2023).

Rojo, et al, demostraron que ProRoot MTA tiene una capacidad de sellado superior en comparación con Biodentine. Esta conclusión contrasta con los resultados de nuestro estudio. La variabilidad en la capacidad de sellado puede estar relacionada con la forma de mezclar los cementos, de cada operador, cómo se coloca el material y cómo se compacta. Estos factores desempeñan un papel importante en los resultados. En este estudio, la preparación se realizó de acuerdo con las instrucciones del fabricante: el material se colocó con un soporte de amalgama y se compactó con una punta de papel invertida (Rojo, et al, 2025).

En un estudio realizado por Mohan, et al, se observó que el proceso de preparación de los cementos a base de silicato de calcio influye significativamente en su rendimiento debido a la variabilidad en la manipulación por parte del operador (Mohan, et al, 2021). En esta variabilidad influyen factores como la relación polvo-líquido, la temperatura y la porosidad

del material. Los cementos con mayor porosidad tienden a presentar una mayor microfiltración (Toia, et al, 2022).

Controlar la humedad en una perforación de furca es un reto porque la interacción del cemento con la sangre, los fluidos tisulares o el suero puede reducir la microdureza del material al afectar su hidratación y, en consecuencia, a su proceso de fraguado. Por lo tanto, un cemento con una velocidad de fraguado más rápida tiene un alto potencial clínico para reducir el impacto de la contaminación con sangre u otros fluidos biológicos, que podrían afectar su rendimiento y su capacidad para sellar la estructura dental (Toia, et al, 2022) (Jevnikar, et al, 2023).

Durante el proceso de hidratación, se liberan diversos productos, entre ellos iones de hidroxilo y calcio. La concentración de iones de calcio depositados en los tejidos dentales y óseos estimula la formación de cristales similares a la hidroxiapatita. Estos cristales, a su vez, inducen la regeneración tisular en la zona de la perforación. Este estudio examina la importancia del tiempo de fraguado del cemento, que es un factor crítico que afecta al éxito de la reparación de la perforación de la furca y a la capacidad del clínico para completar la restauración final de una corona en una sola cita (Jevnikar, et al, 2023)(Gomes, et al, 2023).

Los resultados de este estudio indican que el cemento Evo MTA (Endogal, España) tiene los peores resultados en comparación con los otros cementos de silicato de calcio analizados en este estudio. Este hallazgo estadísticamente significativo sugiere que el cemento Evo MTA tiene la menor capacidad de sellado y estos resultados podrían afectar negativamente a la fiabilidad del cemento Evo MTA en aplicaciones clínicas. Existen limitaciones en la literatura científica relativo a este cemento; ningún estudio permite realizar un análisis comparativo con los resultados obtenidos en este estudio.

A pesar de las mejoras en los componentes de varios cementos a base de silicato de calcio actualmente en uso, como el tamaño de las partículas, la composición, la cinética de fraguado, el tiempo, la manipulación y las propiedades reológicas, se necesitan nuevos estudios clínicos comparativos a mediano y largo plazo para evaluar la eficacia de estos cementos en la reparación de perforaciones de furca. Estos estudios también deberían examinar otros factores que afectan a la capacidad de sellado de los cementos, como la presencia de sangre u otros fluidos (Gomes, et al, 2023).

Conclusiones

Biodentine demostró una capacidad de sellado superior. Aunque MTA Repair HP demostró una capacidad de sellado inferior en comparación con Biodentine, estos resultados no fueron estadísticamente significativos, lo que sugiere un rendimiento comparable a Biodentine en términos de capacidad de sellado. ProRoot MTA presentó una capacidad de sellado ligeramente inferior a la de MTA Repair HP. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre ambos productos. Tras una evaluación exhaustiva, se observó que Evo MTA presentaba los resultados menos favorables, con la mayor variabilidad en el rendimiento.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Apolo A, Valverde H. Curación de datos: Apolo A. Análisis formal: Apolo A. Obtención de fondos: Apolo A. Investigación: Apolo A, Valverde H. Metodología: Valverde H, Peñaherrera M. Administración del proyecto: Peñaherrera S. Recursos: Apolo A. Software: Apolo A. Supervisión: Valverde H. Validación: Peñaherrera M. Valverde H. Visualización: Apolo A, Valverde H. Redacción - borrador original: Apolo A, Peñaherrera M, Valverde H. Redacción - revisión y edición: Valverde H.

Conflicto de intereses

No se ha notificado ningún posible conflicto de intereses relacionado con este artículo.

Agradecimientos

Agradecemos al Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública por permitirnos utilizar sus instalaciones para la parte experimental de este estudio. Un agradecimiento especial a la Gerente Técnica del Departamento de Microscopía Electrónica, MSc. Linda Díaz.

Referencias

- Airsang A, Adarsha MS, Meena N, Vikram R, Gowda V, Harti SA. (2021). Effect of pulpal floor perforation repair on biomechanical response of mandibular molar: A finite element analysis. *J Conserv Dent*, 24:502–507. Recuperado de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8989175/>
- Alipour M, Faraji Gavvani L, Ghasemi N. (2022). Push-out bond strength of the calcium silicate-based endodontic cements in the presence of blood: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Clin Exp Dent Res*, 8:571–582. Recuperado de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9033536/>
- Alnaghy RA, Yehia T, Elfaramawy MT. (2024). Assessment of sealing ability of different bioceramics in repair of furcation perforation: Un estudio in vitro. *Egyptian Dental Journal*, 70:2783–2791. Recuperado de https://edj.journals.ekb.eg/article_366038.html
- Al-Nazhan S, El Mansy I, Al-Nazhan N, Al-Rowais N, Al-Awad G. (2022). Outcomes of furcal perforation management using mineral trioxide aggregate and biodentine: A systematic review. *J Appl Oral Sci*, 30:e20220330. Recuperado de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9724492/>
- Alshehri MM, Alhawsawi BF, Alghamdi A, Aldobaikhi SO, Alanazi MH, Alahmad FA. (2024). The management of root perforation: A review of the literature. *Cureus*, 16:e72296. Recuperado de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11500726/>
- Askerbeyli Ors S, Aksel H, Kucukkaya Eren S, Serper A. (2019). Effect of perforation size and furcal lesion on stress distribution in mandibular molars: A finite element analysis. *Int Endod J*, 52:377–384. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/iej.13013>
- Aydin H, Harorli H. (2024). Predictor factors of 1-rooted mandibular second molars on complicated root and canal anatomies of other mandibular teeth. *Restor Dent Endod*, 49:e2. Recuperado de <https://rde.ac/journal/view.php?doi=10.5395/rde.2024.49.e2>
- Das M., Malwi, A. A. A., Mohapatra, A., Kader, M. M. A., Ali, A. B. M., Shetty, S. C., & Baig, M. M. (2022). *In Vitro* Assessment of Sealing Ability of Various Materials Used for Repair of Furcal Perforation: A SEM Study. *The journal of contemporary dental practice*, 23(11), 1136–1139. Recuperado de <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3425>

- Dayyoub G, Al-Tayyan M, Alsayed Tolibah Y, Achour H. (2024). How irrigants affect mineral trioxide aggregate (mta) sealing in furcal perforations: An in vitro study. *Cureus*; 16:e70690. Recuperado de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11530254/>
- De S, Naik NS, Sharma S, Vashisth P, Dua R, Maheshwari P. (2024). Stereomicroscopic evaluation of sealing ability of three different furcal perforation repair materials: An in vitro study. *Contemp Clin Dent*, 15:259–264. Recuperado de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11749040/>
- Dong X, Xu X.(2023). Bioceramics in endodontics: Updates and future perspectives. *Bioengineering* (Basilea), 10. Recuperado de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10045528/>
- Eskandari F, Razavian A, Hamidi R, Yousefi K, Borzou S. (2022). An updated review on properties and indications of calcium silicate-based cements in endodontic therapy. *Int J Dent*, 6858088. Recuperado de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9637478/>
- Gomes VP, Do Nascimento JVM, Gomes FDA, Vitoriano MDM, De Vasconcelos BC, Albuquerque NLSGE, et al. (2023). Análise integrativa dos cimentos biocerâmicos reparadores e suas características físico-químicas: Uma revisão integrativa. *Revista Brasileira de Saúde*, 6:3349–3360. Recuperado de <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/57252>
- Harinkhere C, Patni PM, Jain P, Raghuwanshi S, Pandey SH, Bilaiya S. (2024). Comparison of the sealing ability amongst orthograde apical plugs of mineral trioxide aggregate plus, mineral trioxide aggregate repair hp, and biodentine after root resection: A bacterial leakage study. *Odontología*, 112:364–371. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37632561/>
- Jevnikar, A. P., Malgaj, T., Radan, K., Özden, I., Kušter, M., & Kocjan, A. (2023). Rheological Properties and Setting Kinetics of Bioceramic Hydraulic Cements: ProRoot MTA versus RS. *Materials (Basel, Switzerland)*, 16(8), 3174. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/ma16083174>
- Jimenez-Sanchez MC, Segura-Egea JJ, Diaz-Cuenca A. (2020). A microstructure insight of mta repair hp of rapid setting capacity and bioactive response. *Materials* (Basilea), 13. Recuperado de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7178307/>

- Makhlouf M, Zogheib C, Makhlouf AC, Kaloustian MK, El Hachem C, Habib M. (2020). Sealing ability of calcium silicate-based materials in the repair of furcal perforations: A laboratory comparative study. *J Contemp Dent Pract*, 21:1091–1097. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33686028/>
- Mohan D, Singh AK, Kuriakose F, Malik R, Joy J, John D. (2021). Evaluation of sealing potential of different repair materials in furcation perforations using dye penetration: Un estudio in vitro. *J Contemp Dent Pract*, 22:80–83. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34002714/>
- Shetty A, Sultana HA, Sreerika A, Champa C, Pal S, Sahithi V. (2025). Comparative evaluation of sealing potential of mineral trioxide aggregate, biodentine, and bio-c repair in furcation perforations: A glucose penetration study. *J Conserv Dent Endod*, 28:144–149. Recuperado de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11878678/>
- Palczewska-Komsa M, Kaczor-Wiankowska K, Nowicka A. (2021). New bioactive calcium silicate cement mineral trioxide aggregate repair high plasticity (mta hp)-a systematic review. *Materials* (Basilea), 14. Recuperado de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8398617/>
- Patel M, Patel H, Kesharani P, Jani K, Shah K, Kapadia U. (2023). Evaluation of sealing ability of mta flow, biodentine and pro-root mta to seal the furcal perforation with and without internal matrix- an in vitro study. *J Pharm Bioallied Sci*, 15:S1192-S1194. Recuperado de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10485456/>
- Rojo-Carpintero, M., Martín-Díaz, A., Cantarini, J. M., Navarrete, N., Pérez, A. R., Malvicini, G., Aranguren, J., & Rubio-Flores, D. (2025). Marginal adaptation and porosity of calcium silicate-based cements in furcation perforations: a micro-CT comparative study. *Scientific reports*, 15(1), 19244. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/s41598-025-03729-7>
- Toia, C. C., Teixeira, F. B., Cucco, C., Valera, M. C., & Cavalcanti, B. N. (2022). Volumetric Evaluation of Voids and Gaps of Different Calcium-Silicate Based Materials Used in Furcal Perforations: A Micro-CT Study. *Dentistry journal*, 10(3), 41. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/dj10030041>
- Valverde Haro, HP, Rupaya, CRG y Alves, FRF (2024). Errores de procedimiento detectados mediante tomografía de haz cónico en casos con indicación de retratamiento: estudio transversal in vivo. *Odontología restauradora y endodoncia*, 49 (3), e26. Recuperado de <https://doi.org/10.5395/rde.2024.49.e26>