



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

BIOCERAMICOS Y SELLADORES RADICULARES: UNA PERSPECTIVA BIOCERAMICS AND ROOT SEALANTS: AN OVERVIEW

Chepetla, T., Huitzil, E.

1. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Volumen 11.
Número 3.

Septiembre- Diciembre 2022

Recibido: 03 junio 2022
Aceptado: 20 julio 2022

RESUMEN

Los materiales biocerámicos aplicados en odontología son materiales cerámicos que se clasifican como bioinertes, bioactivos y biodegradables. Comparten una característica común de estar específicamente diseñados para cumplir con su función; pueden actuar como selladores de conductos radiculares, cementos, reparación de raíces o materiales de obturación. **Objetivo:** Determinar cuáles son los biocerámicos más utilizados en tratamientos de conductos, así como sus características principales. **Material y Métodos:** Se desarrolló una revisión sistemática utilizando un marco PICOS, la fuente de datos que se utilizó para esta revisión fue PubMed para realizar una búsqueda de datos hasta noviembre de 2021. Se incluyeron artículos que comprendían revisiones sistemáticas, meta análisis, revisiones sistematizadas y se excluyeron los casos clínicos, todos estos son publicados en inglés que comparaban, median y/o evaluaban a los biocerámicos utilizados en endodoncia, así como sus características y composición entre otras. **Resultados:** La estrategia de búsqueda se llevó a cabo por los cinco investigadores independientemente, evaluando los títulos, abstracts y el texto completo cuando se consideraba necesario para la selección. Se seleccionaron 22 artículos que cumplieron los criterios específicos para formar parte de esta revisión. **Conclusiones:** Muchos materiales biocerámicos bioactivos hidráulicos están ahora disponibles en todo el mundo, que contienen componentes que ayudan a mejorar las condiciones de la patología. Se sugiere que la elección de materiales biocerámicos de reparación estén basados en las características tanto del caso clínico como del material a utilizar y que sean utilizados por un odontólogo, para que así los resultados sean óptimos.

Palabras clave: bioactividad, materiales biocerámicos, tratamientos de endodoncia, selladores en endodoncia.

ABSTRACT

Bioceramics applied in dentistry are ceramic materials that are classified as bio-inert, bioactive and biodegradable. They share a common characteristic of being specifically designed to fulfill their function; They can act as root canal sealants, cements, root repair or filling materials. **Objective:** To determine which are the most used bioceramics in root canal treatments as well as their main characteristics. **Material and Methods:** A systematic review was developed using a PICOS framework, the data source used for this review was PubMed to perform a data search until November 2021. Articles that included systematic reviews, meta-analyzes, systematized reviews and Clinical cases were excluded, all of these are published in English that compared, measured and / or evaluated the bioceramics used in endodontics as well as their characteristics and composition, among others. **Results:** The search strategy was carried out by the five researchers independently, evaluating the titles, abstracts and the full text when it was considered necessary for the selection. Twenty-two articles that met the specific criteria were selected to be part of this review. **Conclusions:** Studies are generally in favor of bioceramics even if there are not many products available on the market for endodontic use. Often more products are released and more research is being done with these materials, and more reliable data on clinical outcomes and advances and improvements in these materials will surely be provided over time.

Key words: bioactivity, bioceramic materials, endodontic treatment, sealers in endodontic.



INTRODUCCIÓN

Los materiales biocerámicos aplicados en odontología son materiales cerámicos que se clasifican como bioinertes, bioactivos y biodegradables. Comparten una característica común de estar específicamente diseñados para cumplir con su función; pueden actuar como selladores de conductos radiculares, cementos, reparación de raíces o materiales de obturación. La bioactividad solo se atribuye a aquellos materiales que son capaces de inducir una respuesta tisular deseada del huésped. El objetivo de este estudio es presentar una revisión sistemática de la literatura disponible que investiga las características de los materiales biocerámicos aplicados en odontología, específicamente selladores utilizados en tratamientos de conductos. La pregunta de investigación, basada en el modelo PICO, tuvo como objetivo evaluar el conocimiento actual sobre materiales biocerámicos basados en endodoncia explorando hasta qué punto expresan sus propiedades para usarlos como selladores en tratamiento de conductos, en meta análisis, revisiones sistemáticas y se excluyeron casos clínicos. Se realizó una búsqueda sistemática de la literatura en cinco bases de datos, seguida de la selección de artículos, extracción de datos y evaluación de la calidad. En esta revisión se incluyeron los estudios que evaluaban las características de uno o más materiales biocerámicos (tanto disponibles comercialmente como nuevos / experimentales) frente a tratamientos de endodoncia. Se incluyeron un total de 22 artículos en nuestra revisión. El agregado de trióxido mineral y Biodentine son los materiales de referencia predominantes que se utilizan para comparar con los materiales biocerámicos recientemente introducidos. La literatura disponible compara una amplia gama de materiales biocerámicos usados en endodoncia actualmente ya que han surgido nuevas composiciones de materiales y esto hace de este tema un claro candidato para futuras investigaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estrategia de búsqueda

Se desarrolló una revisión sistemática utilizando un marco PICOS, para definir la búsqueda donde:

- P) Población: pacientes cuyo caso clínico requiere el uso de un biocerámico.
- (I) Intervención: uso de biocerámico para tratar el caso presentado.
- (C) Comparación: de diferentes materiales biocerámicos ya sean selladores o cemento.
- (S) Estudios: Revisiones sistemáticas, meta análisis etc.
- La búsqueda se realizó en PubMed incluyendo artículos de 2015 a 2020 publicados en inglés que cumplieran con los criterios de inclusión.

La presente revisión busca responder la siguiente pregunta:

¿Cuáles son los biocerámicos más utilizados en tratamientos enfocados en endodoncia?

Criterios de inclusión

Se usaron para delimitar la búsqueda de información; los criterios de inclusión para los artículos incluía lo siguiente: artículos publicados en inglés de 2015 a 2020, que tengan información acerca de biocerámicos, su historia, sus características, cuales son cementos selladores, comparación entre ellos, más utiliza-

dos en tratamientos de endodoncia.

Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión consistieron en la literatura que no cumplió con estos criterios de inclusión; biocerámicos utilizados en medicina, casos clínicos, literatura gris (literatura no incluida en Pubmed).

Metodología de búsqueda

Se realizaron búsquedas electrónicas en la base de datos Pubmed, la estrategia de búsqueda fue la siguiente: “biocerámicos, características de los biocerámicos”, biocerámicos usados como cementos selladores”, “ biocerámicos usados en endodoncia”.

La estrategia de búsqueda se llevó a cabo por los cinco investigadores independientemente, evaluando los títulos y los abstracts; se seleccionaron los que cumplieran los criterios de inclusión (1ra fase) para lectura del texto completo posteriormente se seleccionaron los más relevantes (2da fase) y que a la vez permitieran diversificar la revisión sistemática.

RESULTADOS

Selección de los estudios

Las búsquedas en la base de datos identificaron 70 artículos. Después de la selección de títulos y resúmenes, se identificaron 30 estudios potencialmente elegibles. Se examinó la elegibilidad de los textos completos de estos 30 estudios y se excluyeron 7 por falta de datos o por no cumplir con los criterios de inclusión, durante la revisión los investigadores incluyeron un artículo más. Se seleccionaron un total de 22 estudios. (FIG 1)

Características de los artículos incluidos

Las características de los 22 estudios incluidos se enumeran en la Tabla 1. Todos los estudios incluían características de los biocerámicos, así como los cementos biocerámicos utilizados en los tratamientos tanto de conductos como de otro tipo.

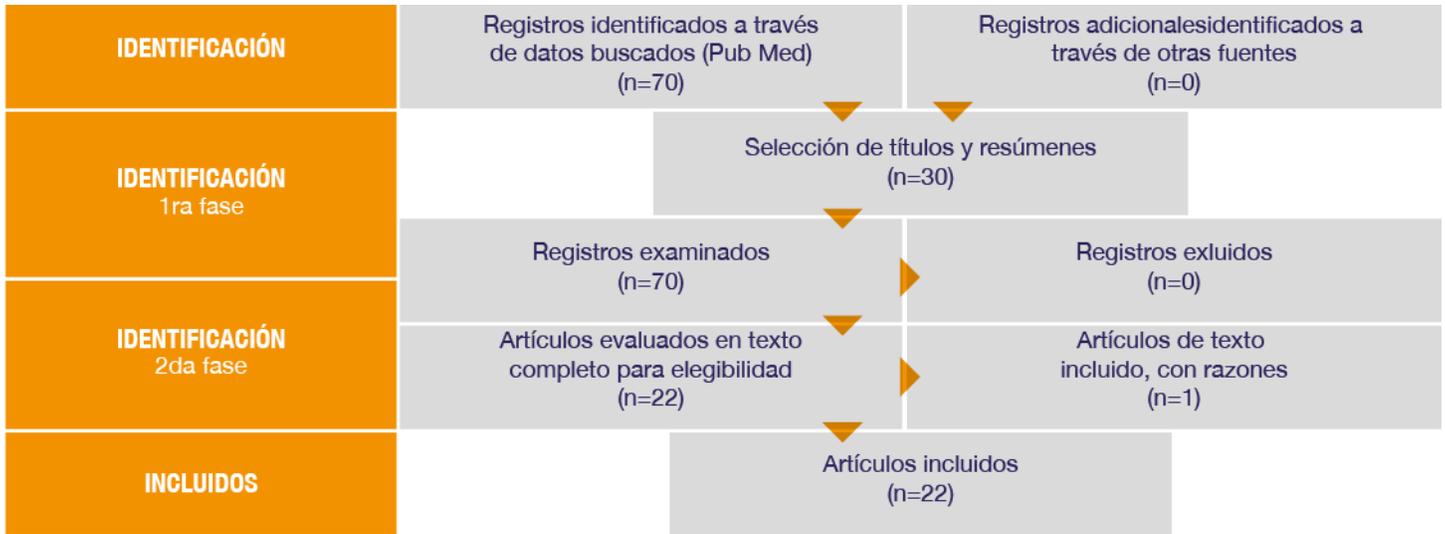
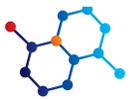
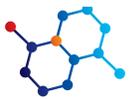


Figura 1. Proceso de selección de los estudios

Autor y año	Objetivo	Biocerámico	Ventaja	Conclusiones
Surya Raghavendra, S, 2017	Descripción general de Biocerámica, clasificación y sus ventajas. También ofrece una visión detallada de los materiales biocerámicos individuales utilizado actualmente en los campos de la endodoncia junto con sus propiedades y aplicaciones.	<ol style="list-style-type: none"> 1. MTA 2. Biodentine 3. MTA Fillapex 3. BioRoot RCS 4. Calcium phosphates/tricalcium phosphate 5. iRoot BP 6. iRoot BP Plus 7. iRoot FS 8. EndoSequence BC Seal-er 9. Total Fill 10. Bioaggregate 	Tienen similitud con Hidroxiapatita, una actividad osteoconductora intrínseca y tienen la capacidad de inducir respuestas regenerativas en el cuerpo humano.	Los biocerámicos tienen ahora una amplia gama de aplicaciones tanto en endodoncia y odontología restauradora. Un actualizado el conocimiento de estos nuevos materiales bioactivos es fundamental para asegurar la selección del material más adecuado en diferentes situaciones clínicas.
Song, W., Sun, 2020	Estudios sobre la biocompatibilidad y bioactividad in vivo de cuatro biocerámicas a base de silicato de calcio en endodoncia a través de diferentes modelos animales, incluida la implantación subcutánea, pulpa dental taponado, reparación de perforaciones radiculares, obturación del extremo radicular, regenerativo procedimientos de endodoncia y apexificación.	<ol style="list-style-type: none"> 1. MTA 2. Bioaggregate 3. Biodentine 4. iRoot BP/FS/SP 	El uso combinado de silicato de calcio biocerámicas con otros materiales / procedimientos pueden mejorar la eficacia de las biocerámicas a base de silicato de calcio en endodoncia.	La aplicación combinada de foto-biomodulación la terapia con MTA podría mejorar significativamente la apexificación en molares de rata necróticos con ápice abierto en comparación con el de MTA solo
Abusrewil, S. M, 2018	Proporcionar una revisión de los resultados de la cirugía perirradicular cuando se utilizan materiales de obturación de extremos radiculares de biocerámicos en dientes permanentes humanos en comparación con materiales “tradicionales”	<ol style="list-style-type: none"> 1. MTA 2. Pro root MTA 3. Biodentine 4. Bio Aggregate 5. Endosequence Root repair material putty y pasta 6. iRoot Bp plus root repair material 	Las altas tasas de éxito no se atribuyeron únicamente al tipo de materiales de obturación del extremo de la raíz. Las técnicas quirúrgicas / microquirúrgicas y los factores de pronóstico del diente pueden afectar significativamente el resultado del tratamiento.	Se ha demostrado que los materiales de obturación biocerámica para el extremo de la raíz tienen tasas de éxito del 86,4 al 95,6% (más de 1 a 5 años). La biocerámica tiene tasas de éxito significativamente más altas que la amalgama, pero fueron estadísticamente similares al material de restauración intermedio (IRM) y al ácido súper etoxibenzoico (Súper EBA) cuando se utiliza como material de obturación retrógrado en cirugía apical.



Primus, C. M., 2019	Investigación sobre cómo estos materiales se han ajustado a las normas internacionales para materiales dentales que van desde la biocompatibilidad (ISO 7405) hasta la conformidad como selladores de conductos radiculares (ISO 6876).	<ol style="list-style-type: none"> 1. BioMTA 2. EndosealMTA 3. Theracal 4. EndoCem 5. RetroMTA 6. Bioroot RCS 7. NeoMTA 8. MTA Fillapex 9. Ensequence BCS 	Los materiales bioactivos se utilizan en pulpa y otros procedimientos de endodoncia, para mejorar los resultados de curación, en particular reduciendo la probabilidad de extracción.	El uso de silicatos tridicálcicos como base debajo de las cavidades puede ser una tendencia futura para reducir los tratamientos invasivos en dientes con caries profundas, y quizás retrasar o evitar el tratamiento ortogrado endodóntico inmediato.
Washio, Morotomi, Yoshii, & Kitamura. (2019)	Se desarrolló un sellador de conductos radiculares a base de vidrio bioactivo. y proporcionó evidencia sobre sus propiedades fisicoquímicas, biocompatibilidad, capacidad de sellado, y removibilidad.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bioactive Glass-Based Root Canal Sealer 	Biocerámicos, se centra en el área de investigación de biomateriales biocompatibles para endodoncia.	
Donnermeyer, D., Bürklein, S., Dammaschke, T., & Schäfer, E. (2018)	Las diferencias en sus propiedades físicas y químicas, así como en sus características in vitro se describieron en estudios que abordan el impacto clínico de los selladores a base de silicato de calcio.	CSBS iRoot SP, BioRoot RCS, Endo CPM y Endoseal MTA, Well-Root ST, Nano-Ceramic Sealer EndoSequenceBC Sealer, Hi-Flow, Endo CPM, Tech BioSealer Endo.	Excelente capacidad de sellado y biocompatibilidad de los cementos a base de silicato de calcio, estos Selladores establecen un punto de vista biológico sobre la obturación de los conductos radiculares	El potencial bioactivo de los selladores a base de silicatos de calcio es consecuencia de la ligera solubilidad de estos Materiales incluso después del fraguado, pero la solubilidad del sellador también puede comprometer la calidad del sellado de un conducto radicular contra rebrote y reinfección.
Parirokh, M., Torabinejad, M., & Dummet, P. M. H. (2017).	Comparar la composición química y la aplicación de MTA y otros BEC para terapia pulpar vital (VPT), incluyendo capa de pulpa indirecta, capa de pulpa directa, pulpotomía y pulpectomía parcial.	Todos los cementos utilizados en terapia pulpar vital en endodoncia.	Uso de BEC como agentes VPT para indirectos y Recubrimiento pulpar directo, pulpotomía parcial y cervical.	ProRoot MTA y MTA Angelus se han asociado con resultados exitosos como agentes de terapia pulpar vitales, particularmente cuando las pulpas han sido expuestas mecánicamente
Çalışkan, M. K., & Güneri, P. (2016)	Evaluar la influencia de varios predictores en los resultados de curación después recubrimiento pulpar (DPC) usando agregado de trióxido mineral (MTA) o hidróxido de calcio (CH) como agente de preparación de la pulpa.	MTA	En el estudio actual, la probabilidad de falla dentaria después de DPC con CH o MTA fue ligeramente más alta en los primeros 2 años después del tratamiento, con la tasa de fallas disminuyendo después de más de 2 años.	Ninguna de las variables clínicas investigadas afectó significativamente la cicatrización posterior al tratamiento. Los dientes con MTA demostraron una tasa de éxito ligeramente mayor que con CH.
Ceci Nunes Carvalho (2017)	Evaluar la bioactividad de BC Sealer y su fuerza de unión microexpulsión para dentina en comparación con el sellador AH-Plus (AH)	EndoSequence Bioceramic (BC) y Ah Plus	Los selladores endodónticos bioactivos se han desarrollado para mejorar la calidad de obturación del conducto radicular.	El sellador BC mostró indicaciones de bioactividad y menor fuerza de unión a la dentina en comparación con AH.



Godhi, B. (2016)	Evaluar y correlacionar la efectos de MTA clínica y radiográficamente en pulpotomizados molares primarios hasta su exfoliación o extracción seguida de evaluación histológica.	MTA	La terapia pulpar vital es un factor importante en la preservación de la dentición temporal después de la aflicción de caries y la introducción del agregado de trióxido mineral (MTA) ha revolucionado dicho tratamiento.	La respuesta de la pulpa en los dientes temporales al MTA fue favorable en todos los casos desde el punto de vista clínico y radiográfico, y la evaluación histológica confirmó la observación.
Jang, Y., Song, M., Yoo, I.-S., Y., Roh, B.-D., & Kim, E. (2015)	Evaluar los resultados clínicos a largo plazo del recubrimiento pulpar directo (DPC) con ProRoot MTA (Dentsply, Tulsa, OK) y Endocem (Maruchi, Wonju, Corea) como materiales de recubrimiento pulpar.	ProRoot MTA o Endocem	No había diferencias significativas entre los éxitos acumulados de ProRoot MTA y Endocem en los análisis de regresión de riesgos	Tanto ProRoot MTA como Endocem exhibieron un nivel acumulativo similar éxitos como materiales de recubrimiento pulpar directo hasta 1 año. Los dientes restaurados con caries de clase V exhibidos tasas de éxito acumulativas significativamente más bajas después recubrimiento pulpar en comparación con los dientes restaurados con otros tipos de caries.
Katge, F. A., & Patil, D. P. (2017)	Comparar Biodentine y agregado de trióxido mineral (MTA) para el recubrimiento pulpar directo en molares permanentes jóvenes mediante evaluación clínica y radiográfica en niños de 7 y 9 años.	Biodentine y MTA	El estudio informó una tasa de éxito del 100% con Biodentine y MTA en la línea de base y 6 y Seguimiento a los 12 meses en base a parámetros clínicos y radiográficos. La formación de puentes de dentina no fue evidente en ambos grupos al inicio del estudio, pero fue evidente después de un seguimiento de 6 y 12 meses.	Este estudio informó una tasa de éxito del 100% con ambos MTA y Biodentine cuando se utilizan como recubrimiento pulpar directo agente en primeros molares permanentes en niños de 7 a 9 años.
Kim, J., Song, Y.-S., Min, K.-S., Kim, S.-H., Koh, J.-T., Lee, B.-N., ... Hwang, Y.-C. (2016).	La capacidad de dos nuevos materiales de recubrimiento pulpar a base de silicato (Biodentine y BioAggregate) para inducir curación en un modelo de lesión pulpar de rata y compararlos con trióxido mineral agregado (MTA).	Biodentine BioAggregate y ProRoot MTA	Las muestras se escanearon utilizando un micro computado de alta resolución. sistema de tomografía (micro-CT) y fueron preparados y evaluados histológicamente e inmunohistoquímicamente usando sialoproteína de dentina (DSP)	Los materiales de recubrimiento pulpar a base de silicato de calcio inducen efectos favorables sobre la reparación procesos durante la terapia pulpar vital y que tanto Biodentine como BioAggregate podrían ser considerados como alternativas a ProRoot MTA.
Aksel, H., Küçükakaya Eren, S., Askerbeyli Örs, S., & Karaismailoğlu, E. (2018)	Investigó las alteraciones de la superficie de los cementos a base de silicato de calcio después exposición a diferentes entornos.	ProRoot MTA y Biodentine	En condiciones secas, ProRoot MTA presentó un nivel de superficie constante a través de tiempo, mientras que Biodentine mostró una disminución del nivel de superficie después de 28 días.	Las condiciones secas, húmedas y sanguíneas tuvieron un efecto dependiente del tiempo. efecto sobre la rugosidad de la superficie y los cambios dimensionales verticales de la materiales. Sin embargo, las condiciones ácidas no afectaron la rugosidad y la nivel de superficie de los materiales.



De Oliveira, N., de Souza Araujo, P., da Silveira, M., Veras Sobral, A., & Carvalho, M. V. (2018)	Evaluar la biocompatibilidad e interacción de materiales biocerámicos con animales. y células mesenquimales humanas in vitro e in vivo y compararlas con el agregado de trióxido mineral (MTA).	MTA y biocerámicos; iRoot BP, ERRM, Biodentine, ProRoot MTA.	Los materiales biocerámicos tienen propiedades biológicas similares a las del MTA, incluida una baja citotoxicidad, así como la promoción de la proliferación celular y adhesión, baja expresión de citocinas inflamatorias y reducción de la inflamación pulpar.	Elección de materiales biocerámicos de reparación o MTA basados en la biocompatibilidad debe ser decisión del profesional.
De Sousa Reis, M., Scarparo, R. K., Steier, L., & de Figueiredo, J. A. P. (2019)	Evaluó las respuestas de los tejidos después de la perforación de la furca y el sellado inmediato con Biodentine™ o MTA Angelus™.	MTA y biodentine	Resultados Biodentine™ y MTA presentaron resultados satisfactorios, mostrando una respuesta inflamatoria más leve en comparación con el control, independientemente del material utilizado para el sellado coronal y del periodo experimental evaluado	Biodentine™ y MTA promovieron respuestas similares cuando se usaron para sellar perforaciones de bifurcación y, por lo tanto, deberían ser considerada como una alternativa prometedora.
Duarte, M. A. H., Marciano, M. A., Vivan, R., Tanomaru Filho, M., Tanomaru, J. M. G., & Camilleri, J. (2018)	Las propiedades de los cementos a base de silicato tricálcico: físicas químicas y biológicas.	MTA	El agregado de trióxido mineral (MTA) se ha utilizado ampliamente para diferentes procedimientos reparadores en endodoncia. El extenso uso de este cemento para recubrimiento pulpar, apexificaciones, cirugías apicales, y la revascularización está relacionada con su capacidad para inducir la reparación de tejidos y estimular la mineralización.	Los selladores a base de silicato mostraron buenas propiedades fisicoquímicas. y propiedades biológicas in vitro. En general, los resultados eran similares o mejores que los de los Selladores endodónticos, como se observa in vitro e in vivo. estudios con animales.
Guo, Y., Du, T., Li, H., Shen, Y., Mobuchon, C., Hleaw, A., ... Haapasalo, M. (2016)	Investigar las propiedades físicas y el comportamiento de hidratación de la biocerámica de fraguado rápido.	iRoot FS, Masilla Endo-sequence Root Repair Material (Masilla ERRM), agregado de trióxido mineral gris y blanco (G-MTA & W-MTA),	Las propiedades mecánicas de iRoot FS, G-MTA y W-MTA eran relativamente similares.	Root FS tuvo un tiempo de fraguado y un proceso de hidratación más rápidos que los otros cementos biocerámicos probados.
Hinata, G., Yoshida, K., Han, L., Edanami, N., Yoshida, N., & Okiji, T. (2017)	Evaluar las capacidades de tres materiales de recubrimiento pulpar a base de silicato de calcio (ProRoot MTA, TheraCal LC y un cemento de silicato tricálcico prototipo) para producir precipitados similares a apatita después siendo implantado por vía subcutánea en ratas.	ProRoot MTA, TheraCal LC	Se analizaron las composiciones químicas de los precipitados superficiales formados sobre los implantes. con microscopía electrónica de barrido-microanálisis con sonda electrónica (SEM-EPMA).	Después de la implantación subcutánea, todos los materiales produjeron Ca, la superficie que contiene P precipita y una capa rica en Ca y P dentro del tejido circundante. El grosor de la capa rica en Ca y P de ProRoot MTA fue significativamente más gruesa que la del otro materiales.



<p>Khalil, W. A., & Eid, N. F. (2013).</p>	<p>Investigar y comparar el tóxico sistémico efecto de DiaRoot Bio-Aggregate y Grey ProRoot Agregado de trióxido mineral (MTA) en el hígado y riñón después de 7 y 30 días.</p>	<p>Bioaggregate, DiaRoot, Grey, ProRoot y MTA</p>	<p>Las funciones renales no se vieron afectadas después de 7 días, pero posteriormente había aumentado después de 30 días</p>	<p>El MTA tuvo efectos adversos sobre el hígado y los riñones que fueron significativamente más severo que BioAggregate pero sin daño permanente.</p>
<p>Silva, L. A. B., Pieroni, K. A. M. G., Nelson-Filho, P., Silva, R. A. B., Hernández-Gatón, P., Lucisano, M. P., ... de Queiroz, A. M. (2017)</p>	<p>Evaluar la respuesta in vivo de los tejidos perirradiculares después de sellar las perforaciones de la furca con Biodentine, mineral agregado de trióxido (MTA) y gutapercha por medio de análisis histopatológicos e inmunofluorescencia indirecta.</p>	<p>MTA, Biodentine</p>	<p>Biodentine y MTA no mostró reabsorción ósea en la furca región, menos células inflamatorias y mayor RUNX2 Intensidad de inmunotinción que la gutapercha.</p>	<p>Aunque MTA presentó mayor frecuencia de sellado completo y mayor espesor y área de tejido mineralizado recién formado, Biodentine también tenía buenos resultados histopatológicos y puede considerarse como un material adecuado para la reparación de la perforación de la furca</p>
<p>Prati, C., & Gandolfi, M. G. (2015)</p>	<p>Presentar y examinar el progreso de la investigación y la investigación sobre cementos hidráulicos de silicato de calcio (HCSC), conocidos como MTA (agregado de trióxido mineral).</p>	<p>MTA</p>	<p>Aplicaciones clínicas innovadoras, como Relleno del extremo radicular, recubrimiento pulpar y andamios para la regeneración pulpar, sellador del conducto radicular, etc.</p>	<p>Su capacidad para nuclear apatita y remineralizar e inducir la formación de (nuevos) tejidos mineralizados. Significado. Los HCSC desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de un nuevo enfoque para la regeneración pulpar y ósea, la remineralización de la dentina y la curación del tejido óseo / cemento.</p>

Tabla 1: Características principales de los artículos incluidos en esta revisión.

DISCUSIÓN

El campo de la endodoncia cambia constantemente debido a la introducción de nuevas técnicas nuevos materiales y tecnologías más avanzadas. Avances en las ciencias de los materiales endodónticos contribuye al crecimiento en el campo de la endodoncia. Los biocerámicos se encuentran entre los materiales recientemente introducidos en endodoncia que han cambiado de manera significativa la cara de la endodoncia.¹

Los artículos incluidos en esta revisión sistemática variaron en términos de diseño experimental y presentación de datos. Algunos estudios informaron el biocerámico utilizado de acuerdo a las características del caso, algunos otros de acuerdo a la característica del propio biocerámico y en algunos otros casos tomando en cuenta ambos.

Los materiales de silicato tridicálcico se introdujeron relativamente recientemente entre los materiales dentales- (1990). Con su comercialización, los tratamientos radiculares y pulpares han mejorado considerablemente en su resultado debido a la superioridad de los materiales históricos (cemento de óxido de zinc-eugenol y amalgama).⁵

Las patentes iniciales para MTA fueron presentados en 1993 y 1995 por Torabinejad y White y estaban basados en cemento Portland.^{11,17,20}El polvo de MTA consta de finas partículas hidrófilas que se endurecen en presencia de agua. La patente original enumera los componentes como silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico y aluminoferrita tetracálcica con

óxido de bismuto en polvo añadido como agente radiopacificante (Torabinejad y White 1993, 1995).^{4,5,8,13,18} Su líquido contiene cloruro de calcio (acelerador),¹⁷Godhi, B. (2016) atribuye a la tasa de éxito a altos estándares asépticos, técnicas adecuadas, uso de medicamento, excelente capacidad de sellado del material, biocompatibilidad, alcalinidad y capacidad de regeneración los tejidos duros, MTA presenta unas estructuras similares a cristales de calcita que se encuentran en el hidróxido de calcio, atraen fibronectina, es decir, generalmente responsable de la adhesión celular y diferenciación.^{11,12,20}

Los materiales utilizados en endodoncia se proporcionaron en base a composición, mecanismo de fraguado y consistencia. Una de las formas más sencillas de clasificar los biocerámicos es:

Bioinerte: no interactivo con sistemas biológicos (Alúmina, circonita)

Bioactivo: tejidos duraderos que pueden sufrir interacciones interfaciales con el tejido circundante (vidrios bioactivos, vitrocerámicas bioactivas, hidroxipatita, silicatos de calcio).

Biodegradable: soluble o reabsorbible, eventualmente reemplazado o incorporado en el tejido (Tricalcium fosfato, vidrios bioactivos)^{1,6,7}

Los biocerámicos son materiales inorgánicos, no metálicos fabricados por el calentamiento de minerales crudos a altas temperaturas. Los biocerámicos son materiales cerámicos biocompati-



bles u óxidos metálicos con capacidad de sellado mejorada, actividad antibacteriana y antifúngica aplicada para su uso en medicina y odontología. Actualmente han sido llamados “cemento endodóntico bioactivo”.⁸ Tienen la capacidad de funcionar como tejidos humanos o reabsorber y fomentar la regeneración de los tejidos naturales, proporcionar un sello impermeable al sistema de conductos radiculares, y debe sellar todos los portales de comunicación entre pulpa y tejidos perirradiculares. Ellos incluyen alúmina y circonio, vidrio bioactivo, cerámicas de vidrio, silicatos de calcio, hidroxiapatita y fosfatos de calcio reabsorbibles.^{2,3,4}

Estos materiales biocerámicos son mayormente utilizados en procedimientos tales como: implantación subcutánea, recubrimientos pulpares, reparación de perforaciones radiculares, como cemento sellador en tratamientos de conductos radiculares, en procesos de regeneración endodóntica, apexificación etc.³ y estos materiales no deben ser tóxicos, no irritantes, no corrosivos, no causar decoloración de los tejidos y pueden estimular regeneración del periodonto, pero al mismo tiempo, debe tener propiedades antimicrobianas. (Abusrewil, S. M, 2018).^{4,6,15}

Durante años, ninguno de los materiales disponibles se utilizó para sellar las perforaciones, pero se han presentado adecuadas propiedades biológicas y de sellado. Se estableció un cambio en este paradigma cuando los biomateriales adecuados, como el agregado de trióxido mineral (MTA), comenzaron a ser utilizado para sellar la perforación y estimular la reparación del tejido.¹⁷

Un material restaurador endodóntico perfecto debe presentar características como (Duarte, M. A, 2018): estanqueidad, la estabilidad dimensional y del color, radiopacidad, insolubilidad en contacto con fluidos, fluidez y fácil inserción; y también propiedades químicas y biológicas como pH alcalino, liberación de iones calcio, bioactividad, unión celular, y biocompatibilidad.¹⁸

Biocompatibilidad: Wataha describió una jerarquía para predecir respuestas clínicas para materiales dentales, para los cementos de silicato tricálcico, se desea una interacción personalizada en la interfaz material-tejido. Ensayos de bioactividad in vitro puede ayudar a establecer esto, así como la penetración de los túbulos, o pruebas de sellado.

La prueba de biocompatibilidad más elemental es la citotoxicidad. Ningún estudio hasta la fecha ha demostrado superioridad o inferioridad de ningún material a base de cemento tri / dicálcico, incluidos varios cementos Portland de todo el mundo.^{5,7}

Capacidad de sellado: La invasión de microorganismos en la región interfacial entre los materiales de relleno y la raíz.

Sellar correctamente esta interfaz depende de la capacidad del material de obturación para adherirse a la pared dentinaria.⁷

Bioactividad: propiedad estrechamente relacionada con su fuerza de unión, si el material presentara bioactividad, mejoraría la fuerza de unión a la dentina, debido al desarrollo de una unión estable con dentina por deposición de hidroxiapatita (Carvalho, 2017).¹⁰

Los biocerámicos utilizados en endodoncia a base de silicato de calcio son: Cementos: cemento Portland, trióxido mineral agregado (MTA), Biodentine (Septodont, Francia).

Selladores - Endo CPM Sealer (EGO SRL, Buenos Aires, Argentina), MTA Fillapex (Ángelus, Brasil), BioRoot RCS (Septodont, Francia), TechBiosealer (Profident, Kielce, Polonia).

Fosfatos de calcio / fosfato tricálcico / a base de hidroxiapatita Mezcla de silicatos de calcio y calcio fosfatos - iRoot BP, iRoot BP Plus, iRoot FS (Innovative Bioceramix Inc., Vancouver, Canadá), Sellador EndoSequence BC (Brasseler, Savannah, GA, EE. UU.) / Llenado total, bioagregado (innovador Bioceramix Inc., Vancouver, Canadá), Tech Biosealer, Ceramicrorete (desarrollado en Argonne National Lab, Illinois, Estados Unidos).^{1,3,4,10}

Sus posibles desventajas incluyen: sensibilidad a la humedad y fugas, corrosión, tinción de tejidos blandos / duros, tendencia a dispersión, la necesidad de un corte en la preparación de cavidad retrógrada y contaminación por mercurio y estaño.⁴

Debido a estas desventajas que han presentado ciertos materiales a lo largo del tiempo se han propuesto otros materiales para procedimientos en endodoncia como son: MTA Biodentine y BioAggregate (Katge, F. A, 2017)

MTA es, por mucho, el biocerámico a base silicato de calcio que se ha investigado más a fondo y se considera el estándar de oro,^{3,22} en aplicaciones en endodoncia debido a sus excelentes propiedades fisicoquímicas y características biológicas.^{3,4,16} No mutagénicos y con buena capacidad de sellado.⁹ Si bien esta asociado con tratamientos exitosos, una desventaja es la decoloración del órgano dentario,^{8,14,20} por óxido de bismuto (ra diopacificante)¹⁸, dificultades de manipulación, la necesidad de instrumentos específicos y tiempo de fraguado retrasado¹⁶. MTA completa el fraguado inicial después de 40 min y solidifica completamente en 140 min.¹⁵

Biodentine es un sustituto de dentina bioactivo compuesto de polvo, componentes de silicato tricálcico, carbonato de calcio y óxido de circonio. El líquido a base de agua contiene cloruro de calcio como ajuste y un agente acelerador y reductor de agua es un material biocerámico novedoso que el fabricante afirma tiene propiedades mecánicas similares y comportamiento mecánico a la dentina humana, y posee excelentes propiedades de sellado sin preparación de los dientes^{13,14,22}. Se puede aplicar como sustituto de dentina.¹⁴

Abusrewil, S. M. 2018, menciona que aunque este material encapsulado tiene una mezcla consistente, sigue siendo un material difícil de usar, tiene un tiempo de fraguado de 9 min (valor del fabricante) que aunque favorable en comparación con MTA es todavía largo cuando en comparación con otros materiales de restauración⁴ y solidifica después de 45 min.¹⁵ Se han señalado aspectos positivos de Biodentine™, tales como baja citotoxicidad, buena biocompatibilidad, bioactividad y biomineralización. Fácil manipulación, buena consistencia y que posee óxido de circonio, un radiopacificante, no causa decoloración de la dentina¹⁷ a diferencia del MTA.

MTA y Biodentine generalmente entran en contacto con fluidos corporales y humedad cuando se usa para aplicaciones en endodoncia, y ambos materiales pueden solidificarse en sangre, plasma y otros fluidos. En condiciones clínicas, se colocan en contacto directo con la dentina, y la interacción de MTA o Biodentine con dentina promueve una biomineralización debido a la



disolución de dentina bioactiva componentes de la matriz y a la formación de apatita carbonatada. La dentina también tiene una alta capacidad que puede cambiar el pH del medio ambiente y las propiedades químicas y físicas de materiales.¹⁵

BioAggregate (Innovative BioCeramix Inc., Vancouver, BC, Canadá) es un nuevo material biocerámico para la reparación de perforaciones y relleno retrógrado. Se compone principalmente de silicato tricálcico, silicato dicálcico, fosfato de calcio monobásico, dióxido de silicón amorfo y óxido de tantalio como un radiopacificador. Se dice que estimula la cementogénesis, para formar un sello hermético y tener efectos sobre los osteoblastos diferenciación y diferenciación odontoblástica.¹⁴ Duarte, M. A, fue capaz de promover la adhesión, migración y fijación celular de las células de la pulpa dental humana (HDPC), lo que indica su citocompatibilidad.¹⁸

Donnermeyer, D 2018, actualmente se dispone de muchos datos in vitro prometedores para el CSBS iRoot SP, BioRoot RCS, Endo CPM y Endoseal MTA. La mayoría de los estudios in vitro tratan con iRoot SP, mientras que existe una menor cantidad de datos para el otro CSBS. CSBS tiene además de sus habilidades de sellado, el potencial para proporcionar una superficie bioactiva con una estimulación de la formación de tejido duro, buenas propiedades antibacterianas y un buen desempeño en estudios clínicos⁶.

Las técnicas han ido cambiando debido a los avances tecnológicos y los avances en el relleno del conducto radicular. El material ha contribuido significativamente a aumentar las tasas en el tratamiento exitoso de los pacientes.

Se ha demostrado que el sellador de conductos, uno de los muchos materiales de obturación, es esencial para una obturación exitosa, ya que el sellador debe adherirse a la dentina de las paredes del conducto y cerrar el área periapical de la raíz (Washio, 2019)⁷. Katge, F. A. menciona además que el uso de MTA y Biodentine como material de recubrimiento pulpar demostraron que Biodentine tenía una eficacia similar en comparación con MTA en un entorno clínico y se apreciaba como una alternativa para los procedimientos de recubrimiento pulpar formación completa de puentes dentinarios y ausencia de respuesta inflamatoria, fueron algunos de los hallazgos radiográficos más importantes.

Se han desarrollado muchas hipótesis, como el papel del crecimiento factores en la angiogénesis, reclutamiento de células progenitoras, diferenciación celular y finalmente mineralización en el área pulpar debajo del biomaterial.¹³

Como se ha estudiado a lo largo de esta revisión, existen algunos inconvenientes asociados con el uso de HCSC, incluidos tiempos de fraguado prolongados, dificultad con la manipulación, resistencia limitada al lavado antes de fraguar, y la posibilidad de manchar la estructura del diente. Por lo tanto, nuevos materiales de reparación se están desarrollando continuamente para mejorar aún más sus propiedades.

El cemento de silicato de fosfato de calcio (CPSC) es un nuevo cemento biológico propuesto por primera vez en 2006, consiste en sales de fosfato además de silicatos de calcio hidráulicos. El motivo de su desarrollo fue el expectativa de que el proceso de hidratación mejoraría las propiedades mecánicas y biocompatibilidad del cemento. Como ejemplos de CPSCs, Endosequence

Root Repair Material (ERRM Putty; Brasseler EE. UU., Savannah, GA, EE. UU.) Y Endosequence Root Repair Material Paste (Pasta ERRM; Brasseler, EE. UU.) Se han desarrollado como materiales biocerámicos premezclados listos para usar. Sus mayores componentes inorgánicos incluyen C3S, C2S y fosfato calcio. La introducción de CPSC premezcladas elimina el potencial de consistencia heterogénea durante mezcla in situ, porque el material está premezclado con portadores no acuosos pero miscibles en agua, no se fijará durante el almacenamiento y se endurece únicamente al exponerse a un entorno acuoso. Tanto ERRM Putty como Paste tienen propiedades de manipulación razonablemente buenas; su tiempo de trabajo es más de 30 min y su tiempo de fraguado es de 4 h.¹⁹

Recientemente, se introdujo un material de reparación de raíz de fraguado rápido iRoot FS de CPSC ([iRoot FS]; Bioceramix innovador) para su uso como material de reparación de conducto radicular, como una pasta biocerámica premezclada hidráulica blanca de fraguado. iRoot FS es un material insoluble, radiopaco y sin aluminio a base de silicato de calcio, que requiere la presencia de agua para fraguar y endurecer.¹⁹ Un cemento de fraguado rápido podría permitir una reducción en el tiempo en el sillón y el número de visitas necesarias por tratamiento.

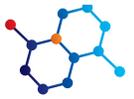
Guo, Y. sin embargo, menciona que las propiedades fundamentales de este material de rendimiento mejorado son aún desconocidas.

TheraCal LC es un material de recubrimiento pulpar relleno de silicato de calcio modificado con resina fotopolimerizable que se fija inmediatamente y es más fácil de manejar que MTA. Se informa que TheraCal LC muestra una mayor capacidad de liberación de iones de Ca y menor solubilidad, presenta lixiviación de iones de Ca y deposición de Ca-P en su superficie. Este material también contiene óxido de circonio, un radiopacificante inerte, y así, los inconvenientes asociados con el óxido de bismuto, como la decoloración de los dientes.²⁰

Los materiales que contienen óxido han mostrado menos decoloración en comparación con los que contienen óxido de bismuto como ProRoot MTA (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, EE. UU.) (Kang et al. 2015). El líquido contiene metilcelulosa, que aumenta su consistencia y mejora su mezcla y manipulación.

En un estudio de Khalil, W. A, 2015, se estudió si algunos materiales biocerámicos podían afectar negativamente al hígado y los riñones en ratas y también dar lugar a reacciones inflamatorias y aunque las pruebas de toxicidad sistémica con modelos animales eran remunerativos y fiables, los datos pueden no ser aplicable a los seres humanos, para estudiar la respuesta del tejido subcutáneo o la toxicidad sistémica al material endodóntico. Se encontró que MTA contenía niveles de arsénico que superó los niveles (2 mg kg⁻¹ de cemento) recomendados por la Organización Internacional de Normalización (2007). Cuando el arsénico entró en contacto con sangre durante la cirugía, fue absorbida y transportada por glóbulos rojos, que luego abandonan el torrente sanguíneo y depositado en el hígado y el riñón, si el hígado no puede metabolizar el arsénico, se convirtió en tóxico y causó daños incluso en bajas concentraciones.²¹

En otros aspectos, hablando de perforaciones, la elección del material utilizado para sellar patologías o accidentes, las perforaciones



raciones de furca tienen un papel decisivo en la reparación de estas lesiones. La formación de tejido mineralizado que promueve la herida, la curación es la respuesta ideal y es un indicador importante del éxito del tratamiento.²² y es aquí donde se debe elegir el mejor material de cuerdo a sus características propias, específicamente que muestren un buen comportamiento biológico.

CONCLUSIÓN

Los cerámicos bioactivos han inducido la curación de los tejidos periapicales (cemento y ligamento periodontal) a diferencia de cualquier material utilizado en el pasado los materiales bioactivos están reemplazando el uso de medicamentos pulpares que históricamente se han utilizado en los dientes a lo largo del tiempo. Además, estos materiales bioactivos son parte integral del futuro de la regeneración endodóntica.

Muchos materiales biocerámicos bioactivos hidráulicos están ahora disponibles en todo el mundo, que contienen componentes que ayudan a mejorar las condiciones de la patología.

Se sugiere que la elección de materiales biocerámicos de reparación estén basados en las características tanto del caso clínico como del material a utilizar y que sean utilizados por un odontólogo, para que así los resultados sean óptimos.

A pesar de que hoy en día hay gran variedad de materiales biocerámicos en el área de la odontología, y se ha realizado investigación acerca de ellos, aun se necesita mucha información relacionada a estos.



REFERENCIAS

1. Surya Raghavendra, S., Jadhav, G. R., Gathani, K. M., & Kotadia, P. (2017). BIOCERAMICS IN ENDODONTICS – A REVIEW. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 51(0).
2. Prati, C., & Gandolfi, M. G. (2015). Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dental Materials*, 31(4), 351–370.
3. Song, W., Sun, W., Chen, L., & Yuan, Z. (2020). In vivo Biocompatibility and Bioactivity of Calcium Silicate-Based Bioceramics in Endodontics. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8.
4. Abusrewil, S. M., McLean, W., & Scott, J. A. (2018). The use of Bioceramics as root-end filling materials in periradicular surgery: A literature review. *The Saudi Dental Journal*.
5. Primus, C. M., Tay, F. R., & Niu, L. (2019). Bioactive Tri/dicalcium Silicate Cements for Treatment of Pulpal and Periapical Tissues. *Acta Biomaterialia*.
6. Donnermeyer, D., Bürklein, S., Dammaschke, T., & Schäfer, E. (2018). Endodontic sealers based on calcium silicates: a systematic review. *Odontology*.
7. Washio, Morotomi, Yoshii, & Kitamura. (2019). Bioactive Glass-Based Endodontic Sealer as a Promising Root Canal Filling Material without Semisolid Core Materials. *Materials*, 12(23), 3967.
8. Parirokh, M., Torabinejad, M., & Dummer, P. M. H. (2017). Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part I: vital pulp therapy. *International Endodontic Journal*, 51(2), 177–205.
9. Çalışkan, M. K., & Güneri, P. (2016). Prognostic factors in direct pulp capping with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide: 2- to 6-year follow-up. *Clinical Oral Investigations*, 21(1), 357–367.
10. Carvalho CN, Grazziotin-Soares R, de Miranda Candeiro GT, Gallego Martinez L, de Souza JP, Santos Oliveira P, Bauer J, Gavini G. Micro Push-out Bond Strength and Bioactivity Analysis of a Bio-ceramic Root Canal Sealer. *Iran Endod J*. 2017 Summer;12(3):343-348
11. Godhi, B. (2016). Success Rate of MTA Pulpotomy on Vital Pulp of Primary Molars: A 3-Year Observational Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 9(3), 222–227.
12. Jang, Y., Song, M., Yoo, I.-S., Song, Y., Roh, B.-D., & Kim, E. (2015). A Randomized Controlled Study of the Use of ProRoot Mineral Trioxide Aggregate and Endocem as Direct Pulp Capping Materials: 3-month versus 1-year Outcomes. *Journal of Endodontics*, 41(8), 1201–1206.
13. Katge, F. A., & Patil, D. P. (2017). Comparative Analysis of 2 Calcium Silicate-based Cements (Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate) as Direct Pulp-capping Agent in Young Permanent Molars: A Split Mouth Study. *Journal of Endodontics*, 43(4), 507–513.
14. Kim, J., Song, Y.-S., Min, K.-S., Kim, S.-H., Koh, J.-T., Lee, B.-N., ... Hwang, Y.-C. (2016). Evaluation of reparative dentin formation of ProRoot MTA, Biodentine and BioAggregate using micro-CT and immunohistochemistry. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 41(1), 29.
15. Aksel, H., Küçükkaya Eren, S., Askerbeyli Örs, S., & Karaismailoğlu, E. (2018). Surface and vertical dimensional changes of mineral trioxide aggregate and biodentine in different environmental conditions. *Journal of Applied Oral Science*, 27(0).
16. De Oliveira, N., de Souza Araújo, P., da Silveira, M., Veras Sobral, A., & Carvalho, M. V. (2018). Comparison of the biocompatibility of calcium silicate-based materials to mineral trioxide aggregate: Systematic review. *European Journal of Dentistry*, 12(2), 317.
17. De Sousa Reis, M., Scarparo, R. K., Steier, L., & de Figueiredo, J. A. P. (2019). Periradicular inflammatory response, bone resorption, and cementum repair after sealing of furcation perforation with mineral trioxide aggregate (MTA Angelus™) or Biodentine™. *Clinical Oral Investigations*.
18. Duarte, M. A. H., Marciano, M. A., Vivan, R. R., Tanomaru Filho, M., Tanomaru, J. M. G., & Camilleri, J. (2018). Tricalcium silicate-based cements: properties and modifications. *Brazilian Oral Research*, 32(suppl 1)
19. Guo, Y., Du, T., Li, H., Shen, Y., Mobuchon, C., Hieawy, A., ... Haapasalo, M. (2016). Physical properties and hydration behavior of a fast-setting bioceramic endodontic material. *BMC Oral Health*, 16(1)
20. Hinata, G., Yoshiba, K., Han, L., Edanami, N., Yoshiba, N., & Okiji, T. (2017). Bioactivity and biomineralization ability of calcium silicate-based pulp-capping materials after subcutaneous implantation. *International Endodontic Journal*, 50, e40–e51.
21. Khalil, W. A., & Eid, N. F. (2013). Biocompatibility of BioAggregate and mineral trioxide aggregate on the liver and kidney. *International Endodontic Journal*, 46(8), 730–737.
22. Silva, L. A. B., Pieroni, K. A. M. G., Nelson-Filho, P., Silva, R. A. B., Hernández-Gatón, P., Lucisano, M. P., ... de Queiroz, A. M. (2017). Furcation Perforation: Periradicular Tissue Response to Biodentine as a Repair Material by Histopathologic and Indirect Immunofluorescence Analyses. *Journal of Endodontics*, 43(7), 1137–1142.