ACTA BIOCLINICA

Revisión

Álvarez Hernández y Col.

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

BIOCOMPATIBILIDAD, POTENCIAL INDUCTOR DE MINERALIZACIÓN Y PROPIEDAD ANTIBACTERIANA DE MATERIALES DE RECUBRIMIENTO PULPAR A BASE DE SILICATO DE CALCIO: REVISIÓN DE LA LITERATURA

Gennesis Coromoto Viudch Sánchez[1], Yermarie Nazaret Vielma Vielma[2]

1 y 2.- Odontólogas egresadas de la Universidad de Los Andes, Venezuela.

AUTORA DE CONTACTO: Gennesis Viudch

EMAIL: genesisviudch@gmail.com

RESUMEN

Esta revisión de la literatura tiene como objetivo describir la biocompatibilidad, potencial inductor de mineralización y propiedad antibacteriana de materiales de recubrimiento pulpar a base de silicato de calcio. Se realizó una búsqueda sistemática de la literatura para identificar, analizar y resumir la literatura disponible sobre biocompatibilidad, potencial inductor de mineralización y propiedad antibacteriana de materiales de recubrimiento pulpar a base de silicato de calcio, publicada de 2013 a 2023. Se entró que, en condiciones experimentales, todos los materiales de recubrimiento pulpar a base de silicato de calcio muestran una biocompatibilidad aceptable. Biodentine, MTA Angelus, EndoSequence y ProRoot MTA tienen un mejor potencial inductor de mineralización. Por su parte, todos los

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

materiales a base de silicato de calcio tienen actividad antibacterial, pero Biodentine exhibió la tasa de inhibición antibacteriana más alta, seguido de NeoMTA 2, MTA-Angelus y EndoSequence. A pesar de las controversias observadas, la evidencia sugiere que Biodentine exhibe mejores propiedades *in vitro* y clínicas.

PALABRAS CLAVE: Cementos a base de silicato de calcio; material de recubrimiento pulpar; actividad antibacteriana; biocompatibilidad; potencial inductor de mineralización.

BIOCOMPATIBILITY, MINERALISATION-INDUCING POTENTIAL AND ANTI-BACTERIAL AND ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF CALCIUM SILICATE-BASED PULP CAPPING MATERIALS CALCIUM SILICATE-BASED PULP CAPPING MATERIALS: A REVIEW OF THE LITERATURE

ABSTRACT

This literature review aims to describe the biocompatibility, mineralization-inducing potential, and antibacterial property of calcium silicate-based pulp capping materials. A systematic literature search was conducted to identify, analyze and summarize the available literature on biocompatibility, mineralization-inducing potential and antibacterial property of calcium silicate-based pulp capping materials, published between 2013 and 2023. It was found that, in under experimental conditions, all calcium silicate-based pulp capping materials show acceptable biocompatibility. Biodentine, MTA Angelus, EndoSequence and

ACTA BIOCLINICA

Revisión

Álvarez Hernández y Col.

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

ProRoot MTA have better mineralization inducing potential. Besides, all calcium silicate-based materials have antibacterial activity, but Biodentine exhibited the highest antibacterial inhibition rate, followed by NeoMTA 2, MTA-Angelus, and EndoSequence. Despite the controversies observed, evidence suggests that Biodentine has better *in vitro* and clinical properties.

KEYWORDS: Calcium silicate-based cements; pulp capping material; antibacterial activity; biocompatibility; mineralization-inducing potential.

INTRODUCCIÓN

Las causas más comunes de pérdida prematura de dientes son los procedimientos iatrogénicos, los traumatismos y la caries dental (1). Entre estas, la más frecuente y la que más complicaciones genera es la caries dental. Una de las complicaciones más comunes y de mayor interés es la caries profunda, pues genera la exposición de la pulpa que puede causar dolor, inflamación del tejido de la pulpa dental o incluso necrosis pulpar (2,3). En estos casos, según el grado de progresión de la lesión, se indica realizar una terapia pulpar del diente afectado o, incluso, la extracción dental (4).

Por lo tanto, para lograr la preservación de la pieza dental y su la supervivencia a largo plazo es fundamental realizar el tratamiento de la pulpa oportunamente, de modo que garantice integridad y salud de los tejidos bucales preservando la vitalidad de la pulpa siempre que sea posible (5–7).

Algunos estudios han indicado que un pronóstico favorable depende principalmente del mantenimiento de la vitalidad del diente (5). El mantenimiento

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

de la vitalidad pulpar del diente incluye preservar la funcionalidad, la resistencia a las fuerzas masticatorias y las capacidades biológicas que aseguren la producción del contenido nutricional de la dentina, la dentina reparadora (5) y el tejido pulpar sano, eliminar el tejido que ha sido contaminado por bacterias y promover la reparación del tejido pulpar mineralizado, barrera tisular (7–9). Su éxito a largo plazo depende principalmente de la formación de un puente de tejido duro óptimo que ofrezca protección natural contra microorganismos y productos químicos (10,11).

Comúnmente se realizan tres procedimientos principales para mantener la vitalidad pulpar: recubrimiento pulpar indirecto, recubrimiento pulpar directo y pulpotomía (2,12–14):

El recubrimiento pulpar indirecto está indicado para tratar lesiones cariosas profundas cercanas a la pulpa, sin degeneración pulpar. Radiográficamente, se puede observar formación de dentina secundaria, ya que la pulpa parece retroceder de la lesión cariosa (2,15). Este procedimiento consiste en colocar un material de recubrimiento biocompatible sobre la caries restante para evitar la exposición de la pulpa. Una vez completado el procedimiento de recubrimiento pulpar indirecto, se debe colocar una restauración final. A menudo se utilizan coronas de acero inoxidable, ya que el sello marginal es confiable. Esta técnica se puede realizar de dos formas diferentes. El método de un solo paso consiste en eliminar la lesión cariosa, sellar la caries residual con un material de recubrimiento biocompatible y colocar una restauración definitiva durante la misma visita. El método de dos pasos implica la eliminación incompleta de la lesión cariosa seguida de la colocación de una restauración temporal. En una segunda cita se reevalúa el diente, se eliminan las caries residuales y se coloca una restauración definitiva (2,15).

El recubrimiento pulpar directo es un procedimiento que consiste en tapar la pulpa vital expuesta mediante el empleo de materiales biocompatibles para

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

mantener la viabilidad de la pulpa dental, lo que facilita la formación de dentina reparadora. Al mantener la vitalidad de la pulpa dental, los materiales de recubrimiento pulpar promueven la cicatrización e inducir el potencial dentinogénico de las células pulpares. El recubrimiento pulpar directo está indicado para pulpa vital en dentición permanente con pequeñas exposiciones cariosas, mecánicas o traumáticas. Sin embargo, no está indicado para exposiciones cariosas en la dentición primaria debido a un alto riesgo de fracaso, el cual se asocia al alto contenido celular del tejido pulpar primario. Las células mesenquimales indiferenciadas que se encuentran en la pulpa de los dientes temporales pueden diferenciarse en células odontoblásticas, lo que puede provocar una reabsorción radicular interna o un absceso dentoalveolar agudo (6,16–18).

La pulpotomía es la extirpación de la porción coronal de la pulpa infectada preservando la vitalidad de la pulpa radicular. Permite una exfoliación normal, preserva el espacio para los dientes sucesivos y promueve la apexogénesis en la dentición permanente inmadura. En la dentición primaria se realiza una pulpotomía hasta el nivel del piso pulpar. En los dientes permanentes, las pequeñas exposiciones del cuerno pulpar debido a un traumatismo pueden tratarse mediante una pulpotomía superficial de sólo 1 a 2 mm. Una pulpotomía implica los siguientes pasos: eliminar la caries dental y el techo de la cámara pulpar, amputar la corona pulpa, obteniendo hemostasia en el sitio de la amputación, administrando la terapia farmacológica y restaurando el diente con un adecuado sello coronal. En este caso, una corona de acero inoxidable parece ser la alternativa de restauración a largo plazo más eficaz. Sin embargo, una restauración de amalgama o composite puede estar indicada en dientes temporales con una vida útil de hasta dos años y en dientes cuyas estructuras pueden soportar la restauración (6,14,16,19–21).

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

El éxito de la terapia pulpar vital está asociado con el uso de materiales de recubrimiento pulpar utilizado. Estos deben ser biocompatibles, inductores de la cicatrización del tejido, la dentinogénesis reparadora y la capacidad de sellado, y antimicrobianos (2,5,6). Estas propiedades favorecen el desarrollo radicular completo de los dientes permanentes inmaduros y previenen la inflamación pulpar y la necrosis en los dientes primarios y permanentes afectados (2,5,6).

En los últimos años, se han desarrollado diferentes tipos de materiales de recubrimiento pulpar, tales como cementos a base de fosfato de calcio, cementos a base de aluminato de calcio, sistemas adhesivos, materiales bioactivos (que contienen proteínas bioactivas), cementos a base de hidróxido de calcio (CHC) y cementos a base de silicato de calcio (CSC) (4,22–25).

Entre estos materiales dentales, los CHC y CSC se han empleado ampliamente como tratamiento de perforación radiculares, reabsorción radiculares internas y externas, en recubrimiento pulpar directo e indirecto, pulpotomía y apicectomía retrógrada (4,7,22–25). Aunque por años los CHC se han considerado el gold estándar debido a que inducen la mineralización y tienen un pH alto (4,7,25–27), algunos estudios *in vitro* han encontrado algunas desventajas, tales como inestabilidad mecánica, adhesión deficientes, alta solubilidad y absorción de material (2,7,26–29). Además, clínicamente pueden producir inclusiones celulares, defectos de túnel, inflamación y necrosis por coagulación cuando están en contacto directo con la pulpa dental debido a su citotoxicidad (2,4,7,26–28,30).

Para superar las limitaciones clínicas e *in vitro*, se desarrollaron los CSC. Entre estos, los materiales de agregado de trióxido mineral (MTA) fueron los primeros en comercializarse; uso fue reportado en la literatura a principios de los noventa (29,31).

Los MTA son los cementos a base de silicato de calcio utilizados comúnmente en la reparación de perforaciones, la

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

obturación radicular, la apexogénesis, el recubrimiento pulpar y la pulpotomía (2,19,29). Los MTA tienen una composición similar al cemento Portland pero pasa por un procesamiento y purificación adicionales. Están formado por un polvo hidrófilo que reacciona con agua y produce hidróxido de calcio y gel hidratado de CaSiO4, que solidifica para formar cemento duro en aproximadamente cuatro horas. Está compuesto por CaSiO4, óxido de bismuto, carbonato de calcio, sulfato de calcio y aluminato de calcio (9,31,32).

En general, como diferentes cementos de silicato de calcio para recubrimiento pulpar tienen diferentes composiciones, orígenes y requieren diferentes preparaciones, sus características químicas, físicas, mecánicas y biológicas pueden variar (8). Se han reportado controversias en estudios anteriores, lo cual indica que se necesita más investigación para confirmar sus propiedades (33). Además, hasta la fecha no se ha encontrado ningún artículo de revisión actualizado en español que sintetice sistemáticamente evidencia científica clínica y preclínica sobre la biocompatibilidad, potencial inductor de mineralización y propiedad antibacteriana de materiales de recubrimiento pulpar a base de silicato de calcio. Por lo tanto, esta revisión de la literatura tiene como objetivo describir la biocompatibilidad, potencial inductor de mineralización y propiedad antibacteriana de materiales de recubrimiento pulpar a base de silicato de calcio.

Materiales y métodos

Se realizó una búsqueda sistemática de la literatura para identificar, analizar y resumir la literatura disponible sobre biocompatibilidad, potencial inductor de mineralización y propiedad antibacteriana de materiales de recubrimiento pulpar a base de silicato de calcio, publicada de 2013 a 2023.

Estrategias de búsqueda

En esta revisión, la búsqueda de publicaciones científicas se realizó en las siguientes fuentes de información

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

electrónicas Elsevier (vía Science Direct), Medline (vía Pubmed), Wiley Online Library, EuropePMC, Embase, SagePub, SpringerLink, Taylor & Francis y Scholar Google. La búsqueda se realizó combinando los siguientes MeSH (Medical Subjects Headings): calcium silicate, pulp capping material, antibacterial activity, biocompatibility, mineralization-inducing potential. En español, se utilizaron los siguientes DeCS (descriptores de ciencias de la Salud): Silicato de calcio, material de recubrimiento pulpar, actividad antibacteriana, biocompatibilidad, potencial inductor de mineralización.

Criterio de elegibilidad

Se evaluó la elegibilidad de cada uno de los documentos identificados. En primer lugar, se verificó que ofrece acceso al texto completo. A continuación, mediante la lectura de títulos, resúmenes y palabras clave, se confirmó que se trataban de publicaciones que evaluaban *in vitro* o clínicamente las propiedades de materiales de recubrimiento pulpar a base de silicato de calcio. Finalmente, al revisar la metodología de los estudios, se confirmó que hubieran usado un diseño experimental.

Se seleccionaron estudios que cumplieron con los siguientes criterios: A) Publicados de 2013 a 2023, B) escritos en inglés o español, C) disponibles en texto completo, C) con diseño experimental, preclínico o clínico, y D) publicados en revistas científicas indexadas en bases de datos internacionales o tesis presentadas en universidades reconocidas.

Resultados esperados

En los ensayos clínicos, se espera que hayan reportado la efectividad clínica de materiales de recubrimiento pulpar a base de silicato de calcio, considerando su biocompatibilidad, potencial inductor de mineralización y propiedad antibacteriana. Por otro lado, en los estudios *in vitro* o en animales la biocompatibilidad, el potencial inductor de mineralización y propiedad antibacteriana de dichos materiales.

Extracción de datos

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

Una vez seleccionados los estudios para la revisión, se tabularon en una hoja de cálculo Excel para ser examinados. Luego, se analizó la propiedad, el material y los resultados hallados, para lo cual se leyeron los textos completos de cada estudio con énfasis en las secciones de método, resultados y discusión. Estos datos fueron categorizados en función de las propiedades analizadas.

Resultados

Reseña histórica de los CSC

El primer cemento MTA comercializado fue la fórmula gris, conocida como ProRoot® MTA. Este se ha empleado exitosamente para recubrimiento pulpar, pulpotomía, apexificación, regeneración, reparación de perforaciones radiculares, obturación del extremo radicular y apexogénesis, debido a sus propiedades biológicas, químicas y físicas, y su capacidad de liberar iones Ca^{+2} y OH- y formar apatita cuando entra en contacto con fluidos (29,34–36). Algunos estudios han comparado el ProRoot® MTA con los CHC. Observaron que el MTA genera menos inflamación, hiperemia y necrosis, y produce más capas odontoblásticas y puentes dentinarios más gruesos. Además, la fórmula gris del MTA es menos soluble que el hidróxido de calcio y mejora el sellado debido a su expansión de fraguado, lo que previene infecciones (4,25,29,34–37).

Algunos estudios han encontrado que la presentación original gris del MTA tenía algunas limitaciones, incluyendo malas propiedades de manipulación, largo tiempo de fraguado, decoloración de los dientes (19,38), componentes tóxicos (19,25), alta citotoxicidad cuando está recién mezclado (19,39) y alto costo (19). En consecuencia, se hicieron algunas recomendaciones para mejorarlo (7,26,27,40,41).

Con tal fin, se comercializó un ProRoot® MTA blanco que reducía las concentraciones de óxidos de magnesio, aluminio y hierro en 2002. Como l presentación blanca de este producto todavía causaba decoloración de los dientes pero con menor intensidad (4,25,29,37), se desarrollaron nuevos

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

materiales de recubrimiento pulpar a base de silicato de calcio para superar los inconvenientes de las versiones iniciales del MTA y mejorar sus propiedades químicas, físicas, mecánicas y biológicas (2,7,43,19,22–25,29,40,42). Entre estos materiales destacan: MTA Angelus®, MTA Repair HP, Biodentine®, Biodentine® XP, MTA Plus, EndoSequence®, NeoMTA® Plus, NeoMTA®2, NeoPuttyTM.

El MTA Angelus®, desarrollado en Brasil, mejora las aplicaciones clínicas de ProRoot® MTA y supera sus limitaciones, incluidas propiedades de difícil manejo, tiempo de fraguado prolongado y propiedades mecánicas deficientes. Tiene una composición similar a la fórmula de ProRoot® MTA, pero no incluye el sulfato de calcio para disminuir el tiempo de fraguado; además, es más económico. Aunque MTA Angelus® contiene menos óxido de bismuto (8%) que ProRoot® MTA (16%), todavía causa decoloración de los dientes. La presencia de un menor contenido de óxido de bismuto en la composición de MTA Angelus® hace que este material sea menos radiopaco en comparación con ProRoot® MTA (10,29,34–37,41).

MTA Repair HP tuvo como principal modificación sustituir óxido de bismuto por radiopacificante de tungsteno cálcico en la fórmula en polvo, evitando una decoloración dental. El líquido suministrado para mezclar con el cemento en polvo está compuesto por agua y un agente plastificante. Según el fabricante, este material tiene una alta plasticidad y propiedades físicas mejoradas en comparación con el MTA blanco y similar al Biodentine (44–47).

Posteriormente, como una alternativa a los MTA se comercializó Biodentine® en 2009. Se trata de un cemento libre de resina que combina un polvo que contiene silicato tricálcico, silicato dicálcico, carbonato y óxido de calcio, óxido de hierro y óxido de circonio (como radiopacificador) y un líquido compuesto por acelerador de cloruro de calcio, polímero hidrosoluble y agente reductor de agua. Se prepara mezclando ambos

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

componentes en un amalgamador. Los silicatos tricálcicos y el cloruro de calcio actúan como sitio de nucleación en la masa hidratante, potenciando la hidratación y provocando un fraguado más rápido (12 m), lo que mejora el tiempo de fraguado de ProRoot® MTA y MTA Angelus® (alrededor de 2 h 45 m y 15 m, respectivamente). La presencia de óxido de circonio como radiopacificador enmascara la decoloración producida por el óxido de bismuto presente en ProRoot® MTA y MTA Angelus®. Sin embargo, el componente de óxido de circonio tiene una radiopacidad baja en comparación con el óxido de bismuto, lo que puede ser una limitación para que Biodentine® se vea claramente en las radiografías. En comparación con los cementos MTA, Biodentine® mejoró sus propiedades físicas modificando la composición del polvo y agregando aceleradores de fraguado y suavizantes. Entre sus limitaciones, Biodentine® es más soluble, menos radiopaco y no puede usarse en presencia de humedad. Sin embargo, Biodentine® reduce el tiempo de fraguado, disminuye los problemas de tinción y mejora las propiedades de manipulación. Así, se ha considerado una alternativa a ProRoot® MTA y MTA Angelus® (9,13,19,20,27,37,40).

Más adelante en 2011, se introdujo el material de reparación radicular EndoSequence®. Este es un cemento endodóntico a base de silicato de calcio desarrollado para materiales de obturación de conductos radiculares y recubrimiento pulpar para superar las limitaciones de manipulación de los materiales convencionales y derivados de MTA. Es un es cemento tipo masilla premezclado, inyectable y listo para usar. Está compuesto de silicato tricálcico, que se compone de silicatos de calcio, fosfato de calcio monobásico, óxido de circonio, óxido de tantalio (como agente radiopaco), rellenos patentados y agentes espesantes. Es un cemento biocompatible, radiopaco y material hidrófilo. Tiene un pH altamente alcalino, lo que agrega un potencial antimicrobiano. Sin embargo, su tiempo de fraguado es de 2 a 4 horas, lo que puede ser una limitación cuando se

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

utiliza como material de recubrimiento pulpar. Al ser un material libre de aluminio cemento, no tiene efectos tóxicos. La característica del cemento libre de aluminio en la composición de EndoSequence® es una de las principales diferencias de composición respecto al MTA. Otra diferencia es la presencia de óxido de tantalio como radiopacificador en el material EndoSequence®, que previene la decoloración de los dientes (19,48–51).

También, más recientemente se han desarrollado nuevos materiales a base de silicato de calcio. NeoMTA®2 es un cemento a base de silicato tricálcico recientemente comercializado que introduce mejoras de los materiales MTA anteriores, como una mayor liberación de iones, una mayor absorción de agua y contiene radiopacificantes que no manchan. NeoMTA®2 es un sistema fácil de mezclar que combina un polvo que incluye silicato tricálcico inorgánico, silicato dicálcico y óxido de tantalio (como agente radiopaco) con un gel a base de agua. Al liberar iones de calcio e hidróxido, mejora la formación de hidroxiapatita, lo que mejora el sellado y favorece la curación. El polvo se suministra en un recipiente protector revestido con desecante para mayor frescura. Su composición convierte a NeoMTA®2 en un material de recubrimiento pulpar bioactivo y radiopaco indicado para pulpa vital y otros tratamientos de endodoncia. La presencia de óxido de tantalio como agente radiopacificador en su composición previene la decoloración de los dientes, lo que hace que este material sea más radiopaco que ProRoot® MTA, MTA Angelus®, Biodentine® y NeoPUTTY® (52,53). En un ensayo clínico (52) y un estudio *in vitro* (53), no se encontraron diferencias entre NeoMTA®2, NeoPUTTY® y el MTA original, pero su tasa de éxito y propiedades son comparables.

NeoMTA Plus es un material a base de silicato tricálcico. Contiene un polvo de cemento y un gel idéntico que cuando se mezcla tiene un manejo más fácil y resistencia al lavado. El polvo de

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

NeoMTA Plus tiene un tamaño de partícula más fino que ProRoot MTA, lo que puede contribuir a su menor tiempo de fraguado, mayor liberación de iones, mayor absorción de agua y menor porosidad en comparación con ProRoot MTA. NeoMTA Plus ha demostrado una respuesta biológica favorable equivalente a ProRoot MTA. NeoMTA Plus es un material indistinguible con la excepción del agente radiopacificante. NeoMTA Plus contiene óxido de tantalio como radiopacificador, en lugar de óxido de bismuto, para prevenir la decoloración de los dientes después del procedimiento. NeoMTA Plus ha demostrado propiedades biológicas similares a los otros MTA y se comercializa para uso clínico desde 2013 (33,42,54–57).

NeoPuttyTM es una masilla reparadora biocerámica bioactiva premezclada, utilizada en tratamientos de raíces y pulpas. Fue desarrollado para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de EndoSequence® y los cementos convencionales ProRoot® MTA, MTA Angelus® y NeoMTA®2. Está compuesto por un polvo inorgánico de silicato tricálcico, silicato dicálcico y óxido de tantalio, que activa la hidroxiapatita y favorece la cicatrización. Cuando el agente radiopacificante se mezcla con un vehículo líquido sin agua, se obtiene un material fácil de manipular. Esto permite al proveedor utilizar la cantidad precisa de material necesario sin desperdiciar producto adicional. Como no es necesario mezclarlo, tiene una vida corta después de abrirse. Este material tiene la mayor radiopacidad y no provoca decoloración del diente, debido a su alto contenido de óxido de tantalio. Su largo tiempo de fraguado (4 h) es un inconveniente como material de recubrimiento pulpar (52,53,53,58–62).

Aplicaciones clínicas de los CSC

Estos CSC se han utilizado con éxito para el recubrimiento pulpar indirecto, el recubrimiento pulpar directo y la pulpotomía (2,12–14) en dientes primarios y permanentes inmaduros (63–66). Sin embargo, algunos estudios han revelado controversias en cuanto a su

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

efectividad y propiedades (4,8,34,43,48,67–73,9,12,13,19,22,26, 27,30). Además, las propiedades y la efectividad de algunos CSC comercializados más recientemente, como EndoSequence®, NeoMTA® Plus, NeoMTA®2 y NeoPuttyTM, no han sido suficientemente estudiadas (20,25,59,74,75).

Según la Academia Estadounidense de Odontología Pediátrica (AAPD) y la Asociación Internacional de Odontología Pediátrica (IAPD), tanto el MTA como el hidróxido de calcio se pueden utilizar como materiales de recubrimiento pulpar directos e indirectos para dientes permanentes inmaduros y dientes primarios; sin embargo, la evidencia disponible no respalda el uso de hidróxido de calcio para pulpotomías de dientes primarios, mientras que el cemento de hidróxido de calcio se puede usar en el tratamiento de pulpotomías parciales y completas en dientes permanentes inmaduros. En general, los MTA y el silicato tricálcico han mostrado tener una alta tasa de éxito y estabilidad, una mejor formación de puentes y mejores resultados de sellado en el tratamiento de recubrimiento pulpar en comparación con los CHC. Por lo tanto, los MTA es el material de elección para la terapia pulpar vital en dentición primaria y en dientes permanentes inmaduros (41–43,63–66).

Los ensayos clínicos que han evaluado el desempeño de los cementos a base de silicato de calcio han encontrado buenos resultados clínicos (7,18,68,69,76). Sin embargo, los hallazgos de algunos estudios que han comparado el desempeño clínico de CSC con CHC parecen controvertidos. Brizuela et al. (7) compararon Biodentine® y ProRoot® MTA blanco con cementos de hidróxido de calcio. No encontraron diferencias significativas entre estos tres materiales, pero Biodentine® y ProRoot® MTA blanco mostraron mejores resultados clínicos. Tuna y Ölmez (18) y Kundzina et al. (77) compararon la eficacia del ProRoot® MTA blanco con el hidróxido de calcio para el tratamiento de recubrimiento pulpar en dientes

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

permanentes. Tuna y Ölmez (18) descubrieron que tienen tasas de éxito similares. Por el contrario, Kundzina et al. (77) encontraron que White ProRoot® MTA es más efectivo que el hidróxido de calcio en un seguimiento de 36 meses, con una tasa de éxito del 85% frente al 52% del hidróxido de calcio. Da Rosa et al. (25) realizaron una revisión sistemática de estudios clínicos y encontraron que los materiales a base de MTA producen mejores resultados clínicos que los cementos de hidróxido de calcio.

Además, estudios clínicos comparativos han evaluado los materiales ProRoot® MTA, MTA Angelus® y Biodentine®, cuyos hallazgos también son controvertidos. Algunos artículos compararon Biodentine® con materiales basados en MTA. Uno indica que Biodentine® y MTA Angelus® blanco tienen tasas de éxito similares como recubrimiento pulpar directo o materiales de pulpotomía en dientes permanentes maduros con exposición a caries (78). También, algunas revisiones sistemáticas de estudios clínicos han comparado Biodentine® con materiales basados en MTA. Un estudio encontró que tienen efectos similares sobre la formación de puentes dentinarios, pero la evidencia es limitada (68), mientras que otros informaron buenos resultados clínicos que respaldan la efectividad de Biodentine para el manejo del complejo vital dentina-pulpa en dientes permanentes que se ha visto afectado por una lesión cariosa profunda, traumatismo o daño iatrogénico, utilizado como recubrimiento/protección pulpar directa e indirecta (79). Un tercer estudio encontró que ambos materiales informaron una tasa de éxito del 100% en el tratamiento de recubrimiento pulpar directo en los primeros molares permanentes (69).

Propiedades de CSC

Algunos estudios han comparado las propiedades del CSC con las del CHC. Los hallazgos preclínicos indican que las CSC producen mejores resultados *in vitro* (4,9,80–87,23,30,43,45,47,48,57,73). Un análisis comparativo más detallado entre

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

estos materiales de protección revela que las CSC tienen una mayor biocompatibilidad, estimulan actividad odontogénica y angiogénica, y promueven la formación de puentes de dentina de alta calidad con una respuesta inflamatoria baja (43). Además, pueden proteger la salud de la pulpa expuesta reparando la pulpa dental expuesta después de una lesión al promover la formación de dentina reparadora, lo que ayuda a preservar la vitalidad. de la pulpa del diente dañado. Además, las CSC tienen propiedades antimicrobianas y capacidades de sellado (4,27).

Otros hallazgos indican que pueden estimular la proliferación y la expresión génica relacionada con los osteoblastos en los osteoblastos, tienen potencial dentinogénico y osteogénico en las células de la papila dental de ratón, exhiben actividad antiinflamatoria en las células pulpares primarias, reducen la activación del receptor para el factor nuclear kappa. B induce la osteoclastogénesis y estimulan la diferenciación de las células pulpares en odontoblastos. Además, los materiales de MTA tienen baja solubilidad, estabilidad a largo plazo, biocompatibilidad, capacidad de sellado, radiopacidad, actividad antimicrobiana y pH alto durante el fraguado. Además, reducen los niveles de inflamación pulpar, hiperemia y necrosis y solubilizan proteínas bioactivas durante el proceso de reparación del diente (7,14,82,85,88–93,18,19,22,25,29,68,69,76).

Biocompatibilidad de los CSC

Algunos estudios *in vitro* (13,26,30,45,47,73) y revisiones sistemáticas (4,94) han comparado la biocompatibilidad de CSC con CHC y otros materiales de recubrimiento pulpar en fibroblastos pulpares humanos. La mayoría de los estudios encontraron que los materiales derivados de Biodentine® y MTA son más biocompatibles que otros materiales, como el material de restauración intermedia, la amalgama de plata, el ácido etoxibenzoico y el hidróxido de calcio (4,13,22,26,30,73,94). Sus hallazgos indican que Biodentine® y

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

los MTA tienen una biocompatibilidad similar y son más biocompatibles que los CHC, lo que coincide con dos revisiones anteriores (94,95). Tomás et al. (45) observaron que Biodentine®, NeoMTA® Plus y MTA Repair HP® presentaban un grado similar de biocompatibilidad. De manera similar, Ferreira et al. (47) encontraron que MTA Repair® HP y White MTA Angelus® tienen una biocompatibilidad similar.

Efectos antiinflamatorios de los CSC

Estudios preclínicos en animales (96,97) e *in vitro* (22,23,91,98) sugieren que los cementos a base de silicato de calcio (Biodentine, Ortho® MTA, Angelus® MTA, IRM, ProRoot® MTA, BioRoot®, entre otros) pueden disminuir la inflamación de las células de la pulpa dental humana (HDPC), no provocan una respuesta inflamatoria irreversible en dientes con cubierta pulpar de humanos o animales. Además, el grado de inflamación pulpar inducido inicialmente por el cemento de silicato cálcico desaparece en poco tiempo (3,22,23,43,91,97,98).

Biodentine®, ProRoot® MTA, MTA Angelus® y EndoSequence® tienen una biocompatibilidad similar y efectos positivos en la diferenciación odontogénica de las HDPC y desarrollan eficazmente una formación de puentes de dentina de alta calidad con una inflamación mínima. Además, en comparación con el CHC y la amalgama, el CSC tiene un mejor rendimiento. Los hallazgos de estos estudios experimentales concuerdan con los resultados de la revisión sistemática previa (43).

Actividad antimicrobiana de los CSC

Los materiales de recubrimiento pulpar deben proteger la pulpa expuesta de la invasión de microorganismos y preservar su vitalidad. El éxito del tratamiento está asociado con la eliminación adecuada de los microorganismos y los tejidos infectados y la prevención del crecimiento bacteriano (9,11,27,32,41, 71).

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

Las CSC consisten en 50% a 75% de óxido de calcio y 15% a 25% de dióxido de silicio. Estos dos componentes juntos constituyen del 70% al 95% de estos cementos. Cuando estos materiales se mezclan, producen diferentes composiciones, como aluminato tricálcico, silicato dicálcico, silicato tricálcico y aluminoferrita tetracálcica. Estos cementos se hidratan con agua para formar gel de hidrato de silicato e hidróxido de calcio, lo que mejora su actividad antibacteriana (9,11,27,32,41, 71).

Algunos estudios *in vitro* han evaluado la actividad antimicrobiana de diferentes cementos de silicato de calcio de recubrimiento pulpar frente a los principales microorganismos asociados con la caries dental y las enfermedades endodónticas (9,10,99–102,11,27,32,41, 71,84,86,87). En general, estos estudios han reportado que los CSC tienen una alta actividad antibacteriana contra las bacterias más comunes asociadas con infecciones primarias y secundarias del conducto radicular y enfermedades endodónticas postratamiento, entre las que destacan E. faecalis y S. mutans.

Conclusiones

Esta revisión sintetizó la evidencia científica disponible sobre la biocompatibilidad, potencial inductor de mineralización y propiedad antibacteriana de materiales de recubrimiento pulpar a base de silicato de calcio. Con base en los resultados se puede concluir que:

• En condiciones experimentales, todos los materiales de recubrimiento pulpar a base de silicato de calcio muestran una biocompatibilidad aceptable. Biodentine, MTA Angelus, EndoSequence y ProRoot MTA tienen un mejor potencial inductor de mineralización.

• Por su parte, Biodentine exhibió una mejor actividad antibacteriana, seguido de NeoMTA 2, MTA-Angelus y EndoSequence.

• A pesar de las controversias observadas, la evidencia sugiere que Biodentine

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

exhibe mejores propiedades *in vitro* y clínicas.

REFERENCIAS

1. Holan G, Needleman HL. Premature loss of primary anterior teeth due to trauma-potential short-and long-term sequelae. Dent Traumatol. 2014;30:100–106.

2. Fuks AB. Current concepts in vital primary pulp therapy. Eur J Paediatr Dent. 2002;3:115-20.

3. Giraud T, Jeanneau C, Bergmann M, Laurent P, About I. Tricalcium silicate capping materials modulate pulp healing and inflammatory activity in vitro. J Endod. 2018;44(11):1686-91.

4. Chen L, Suh BI. Cytotoxicity and biocompatibility of resin-free and resin-modified direct pulp capping materials: A state-of-the-art review. Dent Mater J. 2017;36(1):1-7.

5. Fuks A, Kupietzky A, Guelmann M. Pulp therapy for the primary dentition. En: Pediatric Dentistry. Elsevier; 2019. p. 329-351.e1.

6. Casamassimo P, Nowak A. The handbook of pediatric dentistry. 5th. American Academy of Pediatric Dentists; 2018.

7. Brizuela C, Ormeño A, Cabrera C, Cabezas R, Silva CI, Ramírez V, et al. Direct pulp capping with calcium hydroxide, mineral trioxide aggregate, and Biodentine in permanent young teeth with caries: A randomized clinical trial. J Endod. 2017;43(11):1776-80.

8. Adigüzel M, Ahmetoglu F, Ünverdi Eldeniz A, Gökhan Tekin M, Gögebakan B. Comparison of cytotoxic effects of calcium silicate-based materials on human pulp fibroblasts. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects. 2019;13(4):241-6.

9. Jain AS, Gupta AS, Agarwal R. Comparative evaluation of the antibacterial activity of two Biocompatible materials i.e. Biodentine and MTA when used as a

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

direct pulp capping agent against streptococcus mutans and Enterococcus faecalis. Endodontology. 2018;30(1):66-8.

10. Kim R, Young Ji, Kim M, Lee K, Lee D, Shin J. An in vitro evaluation of the antibacterial properties of three mineral trioxide aggregate (MTA) against five oral bacteria. Arch Oral Biol. 2015;60(10):1497-502.

11. Arias-Moliz MT, Farrugia C, Lung CYK, Wismayer PS, Camilleri J. Antimicrobial and biological activity of leachate from light curable pulp capping materials. J Dent. 2017;64:45-51.

12. Kunert M, Lukomska-Szymanska M. Bio-inductive materials in direct and indirect pulp capping - a review article. Materials (Basel). 2020;13(5).

13. Kim Y, Lee D, Song D, Kim HM, Kim SY. Biocompatibility and bioactivity of set direct pulp capping materials on human dental pulp stem cells. Materials (Basel). 2020;13(18):1-11.

14. Halperson E, Moss D, Tickotsky N, Weintraub M, Moskovitz M. Dental pulp therapy for primary teeth in children undergoing cancer therapy. Pediatr Blood Cancer. 1 de diciembre de 2014;61(12):2297-301.

15. Primosch RE, Glomb TA, Jerrell RG. Primary tooth pulp therapy as taught in predoctoral pediatric dental programs in the United States. Pediatr Dent. 1997;19(2):118-40.

16. Cameron AC, Wildmer RP. Handbook of pediatric dentistry. 4th. Mosby; 2013.

17. Zhang S, Yang X, Fan M. BioAggregate and iRoot BP Plus optimize the proliferation and mineralization ability of human dental pulp cells. Int Endod J. 1 de octubre de 2013;46(10):923-9.

18. Tuna D, Ölmez A. Clinical long-term evaluation of MTA as a direct pulp capping material in primary teeth. Int Endod J. 1 de abril de 2008;41(4):273-8.

19. Dawood AE, Parashos P, Wong RHK, Reynolds EC, Manton DJ.

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

Calcium silicate-based cements: composition, properties, and clinical applications. J Investig Clin Dent. 2017;8(2):1-15.

20. Zafar K, Jamal S, Ghafoor R. Bio-active cements-mineral trioxide aggregate based calcium silicate materials: A narrative review. J Pak Med Assoc. 2020;70(3):497-504.

21. American Academy of Pediatric Dentistry. American Academy of Pediatric Dentistry reference manual. American Academy of Pediatric Dentistry; 2009.

22. Chang SW, Lee SY, Ann HJ, Kum KY, Kim EC. Effects of calcium silicate endodontic cements on biocompatibility and mineralization-inducing potentials in human dental pulp cells. J Endod. 2014;40(8):1194-200.

23. Chang SW, Bae WJ, Yi JK, Lee S, Lee DW, Kum KY, et al. Odontoblastic differentiation, inflammatory response, and angiogenic potential of 4 calcium silicate-based cements: Micromega MTA, ProRoot MTA, RetroMTA, and Experimental Calcium Silicate Cement. J Endod. 2015;41(9):1524-9.

24. Hinata G, Yoshiba K, Han L, Edanami N, Yoshiba N, Okiji T, et al. Physical Properties of MTA. J Endod. 2014;44(4):373-7.

25. da Rosa WLO, Cocco AR, Silva TM d., Mesquita LC, Galarça AD, Silva AF d., et al. Current trends and future perspectives of dental pulp capping materials: A systematic review. J Biomed Mater Res - Part B Appl Biomater. 2018;106(3):1358-68.

26. Poggio C. Biocompatibility of a new pulp capping cement. Ann Stomatol (Roma). 2014;(2):69-76.

27. Al-Sherbiny IM, Farid MH, Abu-Seida AM, Motawea IT, Bastawy HA. Chemico-physical and mechanical evaluation of three calcium silicate-based pulp capping materials. Saudi Dent J. 1 de mayo de 2020;33(4):207-14.

28. Min KS, Park HJ, Lee SK, Park SH, Hong CU, Kim HW, et al. Effect of mineral trioxide aggregate on dentin bridge formation and

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

expression of dentin sialoprotein and heme oxygenase-1 in human dental pulp. J Endod. 1 de junio de 2008;34(6):666-70.

29. Tawil P, Duggan D, Galicia J. Mineral trioxide aggregate (MTA): its history, composition, and clinical applications. Compend Contin Educ Dent. 2015;36(4):247-52.

30. Poggio C, Ceci M, Dagna A, Beltrami R, Colombo M, Chiesa M. In vitro cytotoxicity evaluation of different pulp capping materials: A comparative study. Arh Hig Rada Toksikol. 2015;66(3):181-8.

31. Berzins DW. Chemical properties of MTA. En: Mineral Trioxide Aggregate: Properties and Clinical Applications. John Wiley & Sons, Inc.; 2014. p. 17-35.

32. Al-Hezaimi K, Al-Shalan TA, Naghshbandi J, Oglesby S, Simon JHS, Rotstein I. Antibacterial effect of two mineral trioxide aggregate (MTA) preparations against Enterococcus faecalis and Streptococcus sanguis in vitro. J Endod. 2006;32(11):1053-6.

33. Rodríguez-Lozano FJ, Lozano A, López-García S, García-Bernal D, Sanz JL, Guerrero-Gironés J, et al. Biomineralization potential and biological properties of a new tantalum oxide (Ta2O5)–containing calcium silicate cement. Clin Oral Investig. 2022;26(2):1427-41.

34. Gandolfi MG, Siboni F, Botero T, Bossù M, Riccitiello F, Prati C. Calcium silicate and calcium hydroxide materials for pulp capping: biointeractivity, porosity, solubility and bioactivity of current formulations. J Appl Biomater Funct Mater. 2015;13(1):43-60.

35. Chou R, Helfand M. Challenges in systematic reviews that sssess treatment harms. Ann Intern Med. 2005;142(12):1090-9.

36. Salehimehr G, Baladi F, Allahbakhshi H. Physical and chemical properties of new endodontic restorative material in comparison with proroot MTA. Biomed Pharmacol J. 2017;10(3):1121-9.

37. Al-Hiyasat AS, Ahmad DM, Khader YS. The effect of different

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

calcium silicate-based pulp capping materials on tooth discoloration: an in vitro study. BMC Oral Health. 2 de julio de 2021;21(1):1-10.

38. Bogen G, Kim JS, Bakland LK. Direct pulp capping with mineral trioxide aggregate: An observational study. JADA. 2008;139:305-15.

39. Monteiro Bramante C, Claudia Cardoso Oliveira Demarchi A, Gomes de Moraes I, Bernadineli N, Brandão Garcia R, W Spångberg LS, et al. Presence of arsenic in different types of MTA and white and gray Portland cement. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008;106(6):999-913.

40. Giraud T, Jeanneau C, Rombouts C, Bakhtiar H, Laurent P, About I. Pulp capping materials modulate the balance between inflammation and regeneration. Dent Mater. 2019;35(1):24-35.

41. Elreash AA, Hamama H, Eldars W, Zaen El-Din AM, Xiaoli X. Antimicrobial activity and pH measurement of calcium silicate cements versus new bioactive resin composite restorative material. BMC Oral Health. 2019;19(235):1-10.

42. Siboni F, Taddei P, Prati C, Gandolfi MG. Properties of NeoMTA plus and MTA plus cements for endodontics. Int Endod J. 1 de enero de 2017;50(Special Issue 2):e83-94.

43. Emara R, Elhennawy K, Schwendicke F. Effects of calcium silicate cements on dental pulp cells: A systematic review. J Dent. 2018;77(August):18-36.

44. Michelotto AL da C, Pupo YM, Oshiro STK, Yamamoto ÂTA, Oliveira CC de, Batista A, et al. Cytotoxicity, cytoprotection and morphological analysis of MTA, MTA Repair HP and Biodentine. Res Soc Dev. 2022;11(3):e58211326639.

45. Tomás-Catalá CJ, Collado-González M, García-Bernal D, Oñate-Sánchez RE, Forner L, Llena C, et al. Biocompatibility of New Pulp-capping Materials NeoMTA Plus, MTA Repair HP, and Biodentine on Human Dental Pulp Stem Cells. J Endod. 1 de enero de 2018;44(1):126-32.

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

46. Queiroz MB, Torres FFE, Rodrigues EM, Viola KS, Bosso-Martelo R, Chavez-Andrade GM, et al. Physicochemical, biological, and antibacterial evaluation of tricalcium silicate-based reparative cements with different radiopacifiers. Dent Mater. 2021;37(2):311-20.

47. Ferreira Cláudio M.A., Sassone LM, Gonçalves AS, de Carvalho JJ, Tomás-Catalá CJ, García-Bernal D, et al. Physicochemical, cytotoxicity and in vivo biocompatibility of a high-plasticity calcium-silicate based material. Sci Rep. 1 de diciembre de 2019;9(1):1-11.

48. Han L, Okiji T. Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials. Int Endod J. 2013;46(9):808-14.

49. Shokouhinejad N, Nekoofar MH, Razmi H, Sajadi S, Davies TE, Saghiri MA, et al. Bioactivity of EndoSequence root repair material and Bioaggregate. Int Endod J. 2012;45(12):1127-34.

50. Damas BA, Wheater MA, Bringas JS, Hoen MM. Cytotoxicity comparison of mineral trioxide aggregates and endosequence bioceramic root repair materials. J Endod. 2011;37(3):372-5.

51. Ciasca M, Aminoshariae A, Jin G, Montagnese T, Mickel A. A Comparison of the cytotoxicity and proinflammatory cytokine production of endosequence root repair material and proroot mineral trioxide aggregate in human osteoblast cell culture using reverse-transcriptase polymerase chain reaction. J Endod. 2012;38(4):486-9.

52. Alqahtani AS, Alsuhaibani NN, Sulimany AM, Bawazir OA. NeoPUTTY® Versus NeoMTA 2® as a Pulpotomy Medicament for Primary Molars: A Randomized Clinical Trial. Pediatr Dent. 2023;45(3):240-4.

53. Özata MY, Falakaloglu S, Plotino G, Adigüzel Ö. The micro-shear bond strength of new endodontic tricalcium silicate-based putty: An in vitro study. Aust Endod J. 2023;49(1):124-9.

54. Kim B, Lee YH, Kim IH, Lee KE, Kang CM, Lee HS, et al. Biocompatibility and mineralization potential of new calcium silicate

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

cements. J Dent Sci. 2023;18(3):1189-98.

55. Siboni F, Taddei P, Prati C, Gandolfi MG. Properties of NeoMTA plus and MTA plus cements for endodontics. Int Endod J. 1 de enero de 2017;50(Special Issue 2):e83-94.

56. Walsh RM, Woodmansey KF, He J, Svoboda KK, Primus CM, Opperman LA. Histology of NeoMTA Plus and Quick-Set2 in contact with pulp and periradicular tissues in a canine model. J Endod. 1 de septiembre de 2018;44(9):1389-95.

57. Tomás-Catalá CJ, Collado-González M, García-Bernal D, Oñate-Sánchez RE, Forner L, Llena C, et al. Biocompatibility of new pulp-capping materials NeoMTA Plus, MTA Repair HP, and Biodentine on human dental pulp stem cells. J Endod. 1 de enero de 2018;44(1):126-32.

58. Hakeem J, Shamaa A, Mohammed S. Effect of premixed bioceramic putty and mineral trioxide aggregate on human fibroblasts (an in vitro study). Egypt Dent J. 2023;69.

59. Sun Q, Meng M, Steed JN, Sidow SJ, Bergeron BE, Niu L na, et al. Manoeuvrability and biocompatibility of endodontic tricalcium silicate-based putties. J Dent. 2021;104(September 2020):103530.

60. Ipek I, Bü B, Gaç K, Gaç G, Iba E, Glar et al. Evaluation of the shear bond strength of biodentine, pre-mixed neoputty and new resin modified calcium silica cement with bulk fill composites; scanning electron microscopy-energy distributed x-ray spectroscopy analysis title page evaluation of the shear. Authorea Prepr. 2023;1:0-3.

61. Lozano-Guillén A, López-García S, Rodríguez-Lozano FJ, Sanz JL, Lozano A, Llena C, et al. Comparative cytocompatibility of the new calcium silicate-based cement NeoPutty versus NeoMTA Plus and MTA on human dental pulp cells: an in vitro study. Clin Oral Investig. 2022;26(12):7219-28.

62. Ipek I, Ünal M, Güner A. Push-out bond strength of Biodentine, MTA repair HP, and a new pre-mixed

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

NeoPutty bioactive cement: scanning electron microscopy energy dispersive X-ray spectroscopy analysis. J Aust Ceram Soc. 2022;58:171-83.

63. American Academy of Pediatric Dentistry. Pulp therapy for primary and immature permanent teeth: An overview. En: The Reference Manual of Pediatric Dentistry. American Academy of Pediatric Dentistry; 2020. p. 384-92.

64. Dhar V, Marghalani AA, Crystal YO, Ashok Kumar R, Priyanshi OT, Graham L. Use of Vital Pulp Therapies in Primary Teeth with Deep Caries Lesions. Pediatr Dent. 2017;39(5):146-59.

65. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on Pulp Therapy for Primary and Immature Permanent Teeth. En: Handbook of Pediatric Dentistry. American Academy of Pediatric Dentistry; 2013. p. 103-22.

66. International Association of Paediatric Dentistry. Pulp Therapy for Primary and Young Permanent Teeth: Foundational Articles and Consensus Recommendations, 2021. 2021.

67. Wellington L, Cocco AR, Fernandes Da Silva A. Systematic review of dental pulp capping materials. J Biomed Mater Res Part B. 2017;00B:1-12.

68. Mahmoud S, El-Negoly S, Zaen El-Din A, El-Zekrid M, Grawish L, Grawish H, et al. Biodentine versus mineral trioxide aggregate as a direct pulp capping material for human mature permanent teeth – A systematic review. J Conserv Dent. 2018;21(5):466.

69. Katge FA, Patil DP. 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. J Endod. 2017;43(4):507-13.

70. Özyürek T, Demiryürek E. Comparison of the antimicrobial activity of direct pulp-capping materials: Mineral trioxide aggregate-Angelus and Biodentine. J Conserv Dent. 2016;19(6):569-72.

71. Poggio C, Arciola CR, Beltrami R, Monaco A, Dagna A, Lombardini M,

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

et al. Cytocompatibility and antibacterial properties of capping materials. Sci World J. 2014;2014:1-10.

72. Kang S. Mineralization-inducing potentials of calcium silicate-based pulp capping materials in human dental pulp cells. Yeungnam Univ J Med. 2020;37(3):217-25.

73. Khedmat S, Dehghan S, Hadjati J, Masoumi F, Nekoofar MH, Dummer PMH. In vitro cytotoxicity of four calcium silicate-based endodontic cements on human monocytes, a colorimetric MTT assay. Restor Dent Endod. 2014;39(3):149-54.

74. Sultana N, Singh M, Nawal RR, Chaudhry S, Yadav S, Mohanty S, et al. Evaluation of Biocompatibility and Osteogenic Potential of Tricalcium Silicate-based Cements Using Human Bone Marrow-derived Mesenchymal Stem Cells. J Endod. 1 de marzo de 2018;44(3):446-51.

75. Talabani RM, Garib BT, Masaeli R, Zandsalimi K, Ketabat F. Biomineralization of three calcium silicate-based cements after implantation in rat subcutaneous tissue. Restor Dent Endod. 2020;46(1).

76. Vafaei A, Azima N, Erfanparast L, Løvschall H, Ranjkesh B. Biomaterial investigations in dentistry direct pulp capping of primary molars using a novel fast-setting calcium silicate cement: a randomized clinical trial with 12-month follow-up Direct pulp capping of primary molars using a novel fast-setting calcium. Biomater Investig Dent. 2019;6(1):73–80.

77. Kundzina R, Stangvaltaite L, Eriksen HM, Kerosuo E. Capping carious exposures in adults: a randomized controlled trial investigating mineral trioxide aggregate versus calcium hydroxide. Int Endod J. 2017;50(10):924-32.

78. Awawdeh L, Al-Qudah A, Hamouri H, Chakra RJ. Outcomes of vital pulp therapy using mineral trioxide aggregate or Biodentine: A prospective randomized clinical trial. J Endod. 1 de noviembre de 2018;44(11):1603-9.

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

79. Banerjee A, Mercadé M. BiodentineTM Clinical Applications in Vital Pulp Therapy in Permanent Teeth. En: About I, editor. BiodentineTM. Springer; 2022. p. 67-86.

80. Rodríguez-Lozano FJ, López-García S, García-Bernal D, Sanz JL, Lozano A, Pecci-Lloret MP, et al. Cytocompatibility and bioactive properties of the new dual-curing resin-modified calcium silicate-based material for vital pulp therapy. Clin Oral Investig. 27 de febrero de 2021;25(8):5009-24.

81. Hinata G, Yoshiba K, Han L, Edanami N, Yoshiba N, Okiji T. Bioactivity and biomineralization ability of calcium silicate-based pulp-capping materials after subcutaneous implantation. Int Endod J. 2017;50:e40-51.

82. Liu M, He L, Wang H, Su W, Li H. Comparison of in vitro biocompatibility and antibacterial activity of two calcium silicate-based materials. J Mater Sci Mater Med. 1 de mayo de 2021;32(5):1-10.

83. Lim ES, Park YB, Kwon YS, Shon WJ, Lee KW, Min KS. Physical properties and biocompatibility of an injectable calcium-silicate-based root canal sealer: In vitro and in vivo study. BMC Oral Health. 21 de octubre de 2015;15(1):1-7.

84. Yanwei Y, Li H, Yan D, Hongchen Z, Wei Z, Jinghao B, et al. In vitro antibacterial activity of a novel resin-based pulp capping material containing the quaternary ammonium salt Mae-db and portland cement. PLoS One. 2014;9(11).

85. Zakerzadeh A, Esnaashari E, Dadfar S. In vitro comparison of cytotoxicity and genotoxicity of three vital pulp capping materials. Iran Endod J. 2017;12(4):419-25.

86. Koruyucu M, Topcuoglu N, Tuna EB, Ozel S, Gencay K, Kulekci G, et al. An assessment of antibacterial activity of three pulp capping materials on Enterococcus faecalis by a direct contact test: An in vitro study. Eur J Dent. 2015;9(2):240-5.

87. Elshamy FMM, Singh G, Elraih H, Gupta I, Idris FAI. Antibacterial effect

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

of new bioceramic pulp capping material on the main cariogenic bacteria. J Contemp Dent Pract. 2016;17(5):349-53.

88. Loison-Robert LS, Tassin M, Bonte E, Berbar T, Isaac J, Berdal A, et al. In vitro effects of two silicate-based materials, Biodentine and BioRoot RCS, on dental pulp stem cells in models of reactionary and reparative dentinogenesis. PLoS One. 1 de enero de 2018;13(1).

89. Sun J, Wei L, Liu X, Li J, Li B, Wang G, et al. Influences of ionic dissolution products of dicalcium silicate coating on osteoblastic proliferation, differentiation and gene expression. Acta Biomater. 1 de mayo de 2009;5(4):1284-93.

90. Eid AA, Niu LN, Primus CM, Opperman LA, Pashley DH, Watanabe I, et al. In vitro osteogenic/dentinogenic potential of an experimental calcium aluminosilicate cement. J Endod. septiembre de 2013;39(9):1161-6.

91. Chen C, Kao C, Ding S, Shie M, Huang T. Expression of the Inflammatory marker cyclooxygenase-2 in dental pulp cells cultured with mineral trioxide aggregate or calcium silicate cements. J Endod. 1 de marzo de 2010;36(3):465-8.

92. Hung CJ, Kao CT, Chen YJ, Shie MY, Huang TH. Antiosteoclastogenic activity of silicate-based materials antagonizing receptor activator for nuclear factor kappab ligand-induced osteoclast differentiation of murine marcophages. J Endod. 1 de diciembre de 2013;39(12):1557-61.

93. Tawil PZ, Abe D, Duggan DJ, Galicia JC. MTA: A clinical review. Compend Contin Educ Dent. 2015;36(4):247–264.

94. Torabinejad M, Parirokh M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-part II: Leakage and biocompatibility investigations. J Endod. 2010;36(2):190-202.

95. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-part I: Chemical, physical, and

Volumen 14, N° 27 Enero/Junio 2024
Depósito Legal: PPI201102ME3815
ISSN: 2244-8136

DOI: https://doi.org/10.53766/AcBio/2024.14.27.23

antibacterial properties. J Endod. 2010;36(1):16-27.

96. Gomes AC, Filho JEG, de Oliveira SHP. MTA-induced neutrophil recruitment: a mechanism dependent on IL-1ß, MIP-2, and LTB4. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. septiembre de 2008;106(3):450-6.

97. Yaltirik M, Ozbas H, Bilgic B, Issever H. Reactions of connective tissue to mineral trioxide aggregate and amalgam. J Endod. 2004;30(2):95-9.

98. Lee BN, Hong JU, Kim SM, Jang JH, Chang HS, Hwang YC, et al. Anti-inflammatory and osteogenic effects of calcium silicate–based root canal sealers. J Endod. 2019;45(1):73-8.

99. Lovato KF, Sedgley CM. Antibacterial activity of EndoSequence root repair material and ProRoot MTA against clinical isolates of enterococcus faecalis. J Endod. 2011;37(11):1542-6.

100. Damlar I, Ozcan E, Yula E, Yalcin M, Celik S. Antimicrobial effects of several calcium silicate-based root-end filling materials. Dent Mater J. 2014;33(4):453-7.

101. Zayed MM, Hassan RE, Riad MI. Evaluation of the antibacterial efficacy of different bioactive lining and pulp capping agents. Tanta Dent J. 2015;12(2):132-9.

102. Estrela C, Bammann LL, Estrela CR, Silva RS, Pécora JD. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. Braz Dent J. 2000;11(1):3-9.