



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**USO DE BIODENTINE® , THERACAL® Y MTA EN
DIENTES DECIDUOS, COMO ALTERNATIVA PARA
RECUBRIMIENTO PULPAR.**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

KAREN TANIA POZOS ALVÍREZ

TUTORA: Esp. DORA LIZ VERA SERNA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradezco a mis padres, Juan y Gloria, por todo el apoyo a lo largo de mi vida. Por siempre estar en las buenas y en las malas. Gracias a ellos y a las herramientas que me dieron, he podido concluir esta etapa de mi vida. Sin su ayuda no podría estar donde me encuentro ahora. Este logro también es de ellos.

A mi hermano Daniel, mis abuelos y tíos, que tuvieron la confianza y se tomaron el tiempo para ayudarme en clínica y ser parte importante de mi formación académica.

A mis amigos de bachillerato y universidad, por siempre apoyarme, aconsejarme, y estar presentes en todo momento.

A mis profesores de la Facultad de Odontología, por todas sus enseñanzas, conocimientos y experiencias que compartieron conmigo.

A la especialista Dora Liz Vera Serna, que tuve el gusto de conocer desde el servicio social y ahora mi tutora, la cual me ha ayudado de manera significativa en la realización de este trabajo. Gracias por sus conocimientos, confianza, tiempo y dedicación.

¡Gracias!

“Por mi raza hablará el espíritu”





ÍNDICE

Introducción	5
1. Generalidades del complejo dentino-pulpar	7
2. Patología pulpar. Diagnóstico	12
2.1. Pulpa vital	17
2.2. Pulpitis reversible	17
2.3. Pulpitis irreversible	18
2.4. Necrosis pulpar	19
3. Procedimientos de recubrimiento pulpar	21
3.1. Recubrimiento pulpar indirecto	21
3.1.1. Indicaciones	24
3.1.2. Contraindicaciones	25
3.1.3. Técnica	25
3.2. Recubrimiento pulpar directo	27
3.2.1. Indicaciones	30
3.2.2. Contraindicaciones	30
3.2.3. Técnica	30
4. Biodentine®, TheraCal® y MTA utilizados para recubrimiento pulpar	32
4.1. Biodentine®	32
4.1.1. Generalidades del material	32
4.1.2. Composición	34
4.1.3. Indicaciones	35
4.1.4. Presentación comercial / Técnica	36
4.2. TheraCal®	39
4.2.1. Generalidades del material	39
4.2.2. Composición	41
4.2.3. Indicaciones	41



4.2.4. Presentación comercial / Técnica	42
4.3. MTA	44
4.3.1. Generalidades del material	44
4.3.2. Composición	45
4.3.3. Indicaciones	46
4.3.4. Presentación comercial / Técnica	46
5. Estudios comparativos	48
Conclusiones	53
Referencias bibliográficas	55



INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos principales de la Odontopediatría, es que la dentición decidua se mantenga en condiciones óptimas de salud para su futura exfoliación fisiológica y así lograr una adecuada erupción de los dientes permanentes, para que el niño pueda desarrollar sus funciones bucofaciales normales.

Debido al alto porcentaje de lesiones cariosas en la población infantil, la terapéutica pulpar se ha vuelto de suma importancia. Dentro de esta rama de la Odontopediatría, podemos encontrar en general dos grupos de tratamiento: conservadores y radicales.

Dentro de los tratamientos conservadores se encuentra el recubrimiento pulpar directo e indirecto y pulpotomía, los cuales tienen como objetivo tratar la lesión pulpar reversible. Por otro lado, en los tratamientos radicales, se elimina toda patología pulpar y se trata de conservar el diente en un estado funcional para su futura exfoliación.

Para poder realizar un tratamiento correcto, es importante conocer cuáles son las estructuras dentarias con las que se trabajarán, así como el conocimiento de la patología pulpar y los métodos adecuados para tener un buen diagnóstico.

En la revisión de este trabajo sólo nos enfocaremos en el recubrimiento pulpar directo e indirecto en dientes deciduos. Por lo general, de los materiales utilizados con más frecuencia se encuentra el hidróxido de calcio, óxido de zinc y eugenol, ionómero de vidrio, entre otros.

Recientemente se han estado haciendo investigaciones de un nuevo grupo de biomateriales a base de silicatos de calcio. Entre ellos podemos encontrar una variedad de propiedades, son materiales bioactivos que tienen



la capacidad de inducir la formación de nuevos puentes de dentina y así mantener la vitalidad pulpar.

También en este trabajo, revisaremos 3 de estos materiales: Biodentine®, TheraCal® y MTA como alternativa para el recubrimiento pulpar en dientes deciduos y se mencionarán algunos estudios comparativos entre estos biomateriales.



1. Generalidades del complejo dentino-pulpar

La terapia pulpar en Odontopediatría se basa en la conservación de la dentición decidua para que se mantengan funcionales estos dientes el mayor tiempo posible. Por eso es importante tener claro el conocimiento de los tejidos dentales involucrados, los cuales se describirán a continuación.

El complejo dentino-pulpar es un tejido conectivo laxo que posee gran permeabilidad desde el límite dentina-pulpa hasta el límite amelo-dentinario.¹

La dentina es un tejido mineralizado del diente, rodeado por el esmalte en la zona de la corona y por el cemento en la zona radicular, que delimita a una cavidad (la cámara pulpar y los conductos radiculares), donde se encuentra el tejido pulpar.²

La dentina es la parte mineralizada que envuelve las prolongaciones citoplasmáticas de los odontoblastos. Los odontoblastos son células de origen mesodérmico que forman la dentina por medio de la síntesis de aminoácidos.¹

La dentina está compuesta por un 70% de materia inorgánica, un 18% de materia orgánica y un 12% de agua. Durante todo el ciclo de la vida del diente se producen diferentes tipos de dentina según el estado de formación o el estímulo que afecte al diente.^{2, 3}

- ⊙ Dentina primaria: se forma desde los primeros estadios del desarrollo embriológico hasta que el diente entra en oclusión. En ella se distingue la dentina del manto, que es la más superficial y la primera que se forma y la dentina circumpulpar, que rodea toda la cámara pulpar.²
- ⊙ Predentina: es la matriz orgánica no mineralizada de la dentina y se sitúa entre la capa de odontoblastos y la dentina mineralizada.
- ⊙ Dentina peritubular: es la dentina que rodea los túbulos dentarios. Tiene menor contenido de colágeno, es por eso por lo que se disuelve más fácilmente ante la acción de los ácidos.



- ⊙ Dentina intertubular: se localiza entre los anillos de la dentina peritubular y constituye la mayor parte de la dentina circumpulpar.
- ⊙ Dentina terciaria: se forma tras agresiones externas, por ejemplo, caries. Su espesor depende de la duración e intensidad del estímulo. Se caracteriza por poseer túbulos dentinarios irregulares.
- ⊙ Dentina esclerótica: los agentes irritantes hacen que se produzca una dentina intratubular, la cual obtura completa o parcialmente los túbulos dentinarios como resultado del envejecimiento o como respuesta a estímulos nocivos.^{2,3}

La pulpa es un tejido compuesto por tejido conjuntivo laxo, fibras y células. Desde los primeros esbozos del desarrollo embrionario, la pulpa dentaria está perfectamente diferenciada. Cuando el diente se ha formado ocupa la cámara pulpar y los conductos radiculares. Se ha diferenciado a un tejido conectivo laxo recubierto por una zona de dentina, excepto la zona del ápice. Esta dentina va a representar una protección para la pulpa, pero también una limitación de espacio, si se presentan procesos patológicos que la alteren.^{1, 2,4}

Composición de la pulpa: está constituida por un 25% de materia orgánica y un 75% de agua. La materia orgánica está compuesta por células (dentinoblastos, fibroblastos, fibrocitos, macrófagos, células dendríticas, linfocitos, células mesenquimatosas indiferenciadas, mastocitos), fibras (colágenas, reticulares, oxitalano) y sustancia fundamental (glucosaminoglucanos, proteoglucanos, colágeno, elastina, interleucina-1, fibronectina).²

La pulpa dentaria tiene las mismas funciones básicas de los tejidos conectivos laxos y gran actividad biológica, siendo la parte del diente que tiene más funciones, las cuales perduran durante toda la vida del diente, si éste no está lesionado.^{4,5}



- ⊙ Función formativa: forma dentina a través de toda la vida del diente.
- ⊙ Función nutritiva: el árbol vascular permite nutrir todos los elementos vitales del complejo pulpa-dentina.
- ⊙ Formación sensitiva: por el papel crítico que desempeñan los nervios motores y sensoriales en la transmisión del dolor y en el control de los vasos sanguíneos.⁵
- ⊙ Formación defensiva: por formación de dentina reparadora cuando la intensidad del estímulo es pequeña, o mayor, la respuesta no procederá de los odontoblastos, sino de las células defensivas, dando lugar a la inflamación de la pulpa.⁴

La pulpa de la etapa embrionaria es rica en elementos celulares, mientras que la cantidad de sustancia intercelular es más escasa. Con el tiempo y la actividad masticatoria hay una disminución de las células, aumenta la cantidad de fibras y se convierte en un tejido denso.⁴

Zonas morfológicas de la pulpa:

- ⊙ Capa odontoblástica: localizada inmediatamente por debajo de la predentina. Compuesta principalmente por los cuerpos celulares de los odontoblastos.
- ⊙ Zona libre de células: localizada por debajo de la capa odontoblástica, y tiene, además, capilares sanguíneos y fibras nerviosas amielínicas.
- ⊙ Zona rica de células: tiene una gran cantidad de fibroblastos, macrófagos, linfocitos y células plasmáticas.
- ⊙ Pulpa propiamente dicha: es la masa del tejido pulpar. Contiene vasos sanguíneos más grandes, fibras nerviosas, colágeno, proteoglicanos, fibronectina y demás componentes de la matriz extracelular.³

Inervación y vascularización: la irrigación de la pulpa se realiza gracias a los vasos sanguíneos que penetran por el ápice del diente. Las arteriolas penetran en la pulpa y en el centro de ésta forman un plexo subdentinoblástico,



el cual llega a la zona subodontoblástica y odontoblástica enlazando con las vénulas que inician el camino de regreso que se unen hasta formar las venas que salen por el ápice.^{2,4}

La inervación de la pulpa está dada por los numerosos nervios que forman un paquete grueso, que penetra por el foramen apical o por los conductos accesorios. La mayoría de las fibras nerviosas de la pulpa son mielinizadas y son éstas las que median la sensación de dolor.^{2,5}

El tejido pulpar comienza a modificarse desde el momento que se empieza a formar.

Los cambios que se producen son más frecuentes con el paso de los años, por tanto, están íntimamente ligados a los cambios de edad del individuo, ya que la formación es continua de dentina secundaria fisiológica. Al disminuir el volumen del tejido pulpar, disminuye la inervación e irrigación, lo que facilita la aparición de cuadros de degeneración pulpar, la disminución de las células existentes en el tejido conectivo y condiciona una menor o nula respuesta ante los agentes irritantes.²

Características pulpares de los dientes deciduos:

- ⊙ La pulpa de los dientes deciduos tiene un ciclo vital corto, alrededor de 6 años.
- ⊙ Los cuernos pulpares están más cerca de la superficie externa del diente.
- ⊙ El piso de la cámara pulpar es frágil, puede tener porosidades y presentar conductos accesorios que lo atraviesen.
- ⊙ Sufren atrofia con pérdida de vasos sanguíneos y aumento de fibras colágenas, esto provoca que casi no existan elementos celulares de defensa; tampoco tienen una capa de células mesenquimatosas indiferenciadas que puedan transformarse en odontoblastos, por lo que su capacidad de repararse es casi inexistente.



- ⊙ Es frecuente encontrar obliteración de los conductos de los molares deciduos cerca de su fecha de exfoliación.
- ⊙ Disminución de las fibras nerviosas a medida que se acercan a su exfoliación.
- ⊙ El tamaño de la pulpa es mayor en proporción al tamaño de la corona.
- ⊙ Los cuernos pulpares mesiales están más cerca de la superficie que los distales, los cuernos pulpares son más grandes que lo que sugiere la anatomía externa.^{1,3}



2. Patología pulpar. Diagnóstico

Antes de comenzar cualquier opción de tratamiento en la terapéutica pulpar es necesario tener un diagnóstico y plan de tratamiento adecuados.

Es importante valorar la salud de la pulpa o su estado de inflamación para que se pueda tomar una decisión inteligente con respecto al mejor tratamiento posible.

La preservación de la vitalidad de la pulpa depende de la intensidad de los estímulos agresores a la que las células pulpares pueden sobrevivir, así como de la capacidad de estas células para detectar y responder a la lesión con una respuesta reparativa.

El proceso diagnóstico debe seguir un patrón ordenado, una correcta historia clínica, exploración física y la aplicación de pruebas específicas en cada situación particular. También se incluyen auxiliares de diagnóstico, el más común son las radiografías dentoalveolares. ^{1, 3}

En niños muy pequeños es difícil tener muy en claro la sintomatología que se presenta con el verdadero estado pulpar, por lo general, los niños son exagerados y no describen exactamente el dolor que sienten. Por esta razón, el clínico debe confiar principalmente en los signos que presenta el paciente, más que en los síntomas.³

La sintomatología dolorosa puede relacionarse con la descripción de los padres o de las personas que están a cargo de los niños.

Dolor: es uno de los síntomas que se indican primero en la historia clínica. Siempre que sea posible, debe distinguirse entre el dolor provocado y espontáneo. A pesar de tener una historia de dolor aparentemente gráfica, es necesario realizar una exploración física adecuada porque otras patologías, como la inflamación de la papila gingival causada por la impactación interproximal de alimento, pueden simular un dolor pulpar.⁶

También es importante tener en cuenta que la ausencia de dolor no puede considerarse una indicación de que no existe patología pulpar.

Se deben considerar 3 aspectos básicos: duración, frecuencia y si el dolor es provocado o espontáneo.

Cuando el dolor es espontáneo, nocturno y constante, la pulpa se encuentra en un estado irreversible, lo cual indicaría un tipo de terapia no vital. Si el dolor es originado por estímulos térmicos (frío) o químicos, y además es intermitente, probablemente se trate de una pulpa con pulpitis reversible, que se puede tratar con terapia pulpar vital.³

Exploración clínica: se requiere de una cuidadosa inspección extraoral e intraoral. La presencia de inflamación de tejidos blandos o de fístulas es signo de lesiones pulpares avanzadas.²

La inflamación alveolar, sobre todo la que afecta sobre vestibular y la hinchazón facial, la decoloración coronal y la presencia de un tracto sinusal indican una necrosis pulpar y la formación de abscesos (Fig.1).⁷



Fig.1. Lesión traumática que afecta al diente 6.1, produce decoloración, necrosis pulpar y tracto sinusal.⁸



Percusión: la sensibilidad a la percusión puede indicarnos que en el diente existe daño pulpar, causando una periodontitis apical aguda. El procedimiento debe realizarse con mucho cuidado, percutiendo suavemente para no causar molestias innecesarias al niño.^{2,6}

La percusión debe realizarse con mucha suavidad con la punta del dedo índice en dirección apical de todos los dientes del cuadrante y no con el extremo de un espejo dental para evitar exponer al niño a estímulos desagradables e innecesarios.⁹

Pruebas de sensibilidad pulpar: este tipo de pruebas tienen un valor limitado en los niños. Las técnicas se basan en la retroalimentación del paciente en respuesta a una estimulación térmica y eléctrica. En la dentición decidua, es probable que los niños no hayan alcanzado el desarrollo cognitivo necesario para responder de forma fiable a un estímulo potencialmente doloroso.⁷

Estas pruebas nos indican la sensibilidad del diente, y no vitalidad o muerte pulpar ante diferentes estímulos, que pueden ser térmicos (hielo, cloruro de etilo), calor (gutapercha caliente), químicos, mecánicos o eléctricos (vitalómetro).⁹

La única prueba que verdaderamente mide la vitalidad pulpar es la de láser Doppler, éste evalúa el estado de la circulación pulpar. Debido al alto costo de esta aparatología, lo hace poco práctico para uso en el consultorio.³

Exploración radiográfica: las radiografías son esenciales para descartar las lesiones por caries dental y los cambios periapicales. En los niños, la interpretación radiográfica se complica por la existencia de la reabsorción radicular fisiológica de los dientes deciduos y por la formación aún incompleta de las raíces de los dientes permanentes.⁶

Se considera una pulpa sana si cumple con los siguientes parámetros radiográficos:

- ⊙ Debe haber soporte periodontal adecuado. No debe haber compromiso de la bi o trifurcación, cuando está presente una imagen radiolúcida en hueso interradicular o periapical indica necrosis pulpar.
- ⊙ No debe haber reabsorción interna o externa.
- ⊙ Debe haber integridad de la lámina dura.³

Las radiotransparencias interradiculares es un hallazgo común en los dientes deciduos con patología pulpar, se puede observar mejor en las radiografías de aleta mordible (Fig.2).



Fig.2. Lesión cariosa profunda que afecta al diente 8.4. El diente está asintomático, la lámina dura es continua y el área de furcación está llena de hueso trabecular.⁸

Es importante señalar que el clínico debe estar familiarizado con los factores normales que complican la interpretación de las radiografías en los niños, como los espacios de médula ósea más grandes, superposición de gérmenes de dientes en desarrollo, patrones de reabsorción normal de los dientes y ápices radiculares inmaduros.⁶



Existen ciertas consideraciones a valorar antes de tomar la decisión de realizar un tratamiento pulpar en un diente deciduo, por ejemplo:

- ⊙ Valorar cuánto tiempo permanecerá el diente en boca. Es necesario evaluar la longitud remanente de la raíz radiográficamente; si le restan menos de dos tercios, no se debe realizar ningún tratamiento pulpar y será mejor extraer el diente.
- ⊙ Presencia o ausencia del germen del diente permanente y su grado de desarrollo. Si no existiera germen del diente permanente es ideal mantener el diente deciduo en el mejor estado por el mayor tiempo posible.
- ⊙ Situación estructural del diente a tratar, debe tener suficiente tejido remanente sano para poderse aislar y evitar la contaminación por saliva.
- ⊙ La presencia de zonas radiolúcidas en furca, reabsorciones internas o externas avanzadas, o quistes foliculares subyacentes es contraindicación de un tratamiento pulpar.
- ⊙ Evaluación de infección. Si ésta existe, debe ser tratada con antibióticos de manera profiláctica para garantizar que se erradique la infección y tener un mejor pronóstico a largo plazo.
- ⊙ Capacidad de ser restaurado adecuadamente, si se ha perdido más de un 50% de su estructura, la restauración será difícil y será mejor realizar otro tipo de tratamiento.
- ⊙ Condición sistémica del paciente. Enfermedades sistémicas graves, por ejemplo: algunas enfermedades cardíacas, neoplasias en tratamiento, infecciones sistémicas graves o algunas que requieran profilaxis medicamentosas, contraindican totalmente la realización de un tratamiento pulpar en niños.¹



Las clasificaciones de los diferentes estados patológicos de la pulpa sólo se podrán determinar con precisión mediante estudios histopatológicos. La determinación clínica no es posible y sólo se hace según la sintomatología.¹

Cohen y Burns en el año 1999 opinan que desde una visión más global la pulpa se clasifica fundamentalmente como enferma y sana y atendiendo criterios de tratamientos adecuados, debe decidirse si ha de extirparse o no.⁹

2.1. Pulpa vital

Una pulpa normal y sana es asintomática, libre de inflamación y con todas sus funciones celulares normales. Produce una respuesta transitoria de débil a moderada a los estímulos térmicos y eléctricos, la cual cesa cuando el estímulo desaparece. Las radiografías revelan un canal claramente delineado que se afila suavemente hacia el ápice.⁹

2.2. Pulpitis reversible

Es una reacción pulpar inflamatoria que puede ser transitoria. Tiene la capacidad de repararse y revertir a la normalidad si se realiza la terapéutica adecuada. Es la primera respuesta inflamatoria de este tejido frente a diversos factores.^{1, 4}

En la pulpitis reversible, cuando se presenta hipersensibilidad, la pulpa se encuentra vital pero inflamada y con la capacidad de repararse una vez que se elimine el factor irritante.⁹

Una lesión inflamatoria aguda pura muy rara vez existe, sólo se puede presentar si hubo algún traumatismo severo o una preparación cavitaria iatrogénica. La caries dental no produce una respuesta inflamatoria aguda de la pulpa.⁵



Dentro de los síntomas podemos encontrar: dolor agudo, provocado, pasajero, de corta duración y con respuesta intensa al frío principalmente. En cuanto cesa el estímulo, los síntomas desaparecen. La palpación y percusión no provocan síntomas.^{1,9}

El pronóstico es bueno y puede esperarse una recuperación de la pulpa si se aplica el tratamiento adecuado.

2.3. Pulpitis irreversible

Es el proceso inflamatorio del tejido pulpar que ha perdido su capacidad de recuperación, aún cuando se hayan eliminado los estímulos externos que provocan el estado inflamatorio. Las bacterias son los principales agentes implicados en el desarrollo de esta condición, evitando que el tejido pulpar no pueda cicatrizar y degenera paulatinamente hasta ocasionar necrosis.^{1,9}

Éste es el siguiente estado inflamatorio que se inicia cuando la pulpitis reversible no es tratada.⁹

La pulpitis irreversible suele ser aguda, subaguda o crónica, puede presentarse de manera parcial o total y acompañarse de infección o ser estéril.¹

- ⊙ Pulpitis aguda: presenta dolor agudo, no provocado o espontáneo, pulsátil, localizado o difuso, puede estar irradiado y ser de difícil localización, intermitente o continuo. Esto puede hacerse más fuerte al inclinar la cabeza o cuando el niño se encuentra en una posición horizontal debido al incremento de la congestión sanguínea y difícilmente conciliará el sueño debido al intenso dolor.⁹
- ⊙ Pulpitis crónica: se caracteriza por presentar síntomas a larga duración. Esta reacción comprende varios estudios de deterioro pulpar.

Generalmente, la afectación suele involucrar en primer lugar a la pulpa cameral extendiéndose progresivamente a la radicular.^{2,5}

- ⊙ Pulpitis crónica hiperplásica: es un tejido fibroso de la pulpa crónicamente inflamado, como respuesta a una irritación prolongada por su exposición al medio bucal. Se le conoce clínicamente como pólipo pulpar y generalmente se presenta en pulpas jóvenes, el cual tiene una membrana superficial con una consistencia epitelial resistente, aunque puede ulcerarse y extenderse ampliamente fuera de la cavidad dentaria (Fig.3).^{5,9}



Fig.3. Pólipo pulpar.¹⁰

2.4. Necrosis pulpar

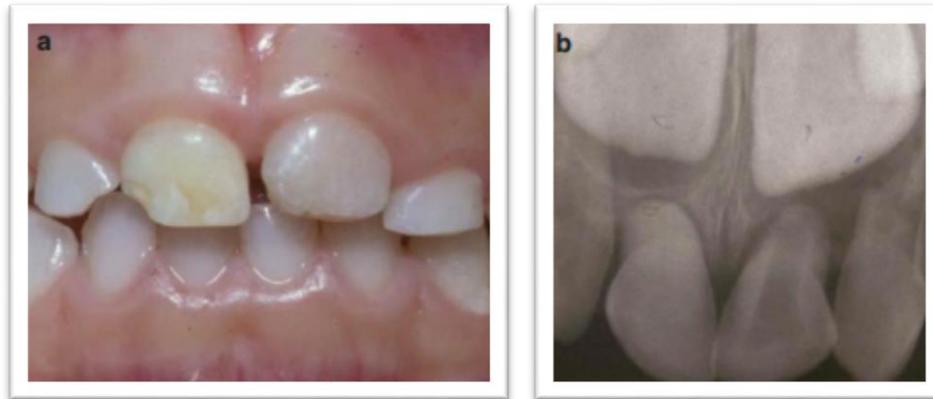
Es la descomposición séptica o estéril del tejido conjuntivo de la pulpa que involucra la destrucción de todo el complejo pulpar. Resulta de una pulpitis irreversible no tratada, una lesión traumática o cualquier suceso que cause una interrupción prolongada del aporte sanguíneo a la pulpa.^{1,5}

El dolor puede estar presente cuando existe muerte pulpar, pero es frecuente que la necrosis no responda con dolor, clínicamente el diente presenta un color obscuro, opaco y con pérdida de la translucidez (Fig.4).⁴

La necrosis puede ser parcial o total, la total es asintomática antes de que llegue a afectar al ligamento periodontal, ya que los nervios de la pulpa pierden sus funciones. Este tipo de tejido necrótico puede ser reemplazado por tejido de invaginación, que eventualmente puede calcificarse.^{1,5}

Por las características morfológicas internas de los dientes deciduos y las histológicas del hueso joven, los abscesos y las fístulas cuando se presentan en molares deciduos se manifiestan en un lugar diferente al de los molares permanentes.⁴

La zona donde ha ocurrido una necrosis de tejido pulpar contiene toxinas e irritantes provenientes de los microorganismos (aerobios y/o anaerobios) y de la destrucción de los tejidos.¹





3. Procedimientos de recubrimiento pulpar

El objetivo principal de los tratamientos pulpares en dientes deciduos es mantener la integridad y salud de los tejidos orales.

Como se revisó en el apartado anterior, existen diversos motivos por los cuales la pulpa de los dientes deciduos es afectada, entre ellos están: caries, traumatismos o algunas técnicas operatorias iatrogénicas. Para un buen diagnóstico pulpar es importante tener una correcta historia clínica, exámenes clínicos y radiográficos adecuados, para así poder elegir correctamente el tratamiento.

Se recomiendan diferentes tipos de tratamiento pulpar para dientes deciduos, los cuales se clasifican en dos categorías: los conservadores, que ayudan a mantener la vitalidad pulpar, y los radicales, que consisten en pulpectomía y obturación de los conductos radiculares. Cuando no se puede detener la infección por ninguno de los métodos mencionados, y no se recupera el soporte óseo, es necesario extraer el diente.¹¹

En la revisión de este trabajo nos enfocaremos sólo a los tratamientos conservadores, los cuales son: recubrimiento pulpar directo e indirecto.

3.1. Recubrimiento pulpar indirecto

El sellado de una lesión cariosa progresiva produce una respuesta bacteriostática dentro del cuerpo de la lesión y favorece la curación pulpar estimulando la formación de una dentina reaccional. Ésta es la base del recubrimiento pulpar indirecto tanto en la dentición decidua como en la permanente y también se conoce como control de caries. El recubrimiento pulpar indirecto es también considerado la base de la técnica restaurativa atraumática y de las restauraciones terapéuticas interinas.⁷

Es el procedimiento recomendado para dientes con lesiones de caries profundas cerca de la cámara pulpar, pero que no presentan signos ni síntomas de degeneración pulpar. Se elimina la dentina infectada por caries y se deja la dentina afectada con objeto de mantener la vitalidad pulpar, estimular la formación de dentina terciaria y remineralizar la dentina cariada (Fig.5).²



Fig.5. Diagrama que ilustra el recubrimiento pulpar indirecto y la respuesta pulpar defensiva al producir dentina secundaria.⁵

Ranly en el año 2000, nos dice que la terapia pulpar indirecta en dientes deciduos es probablemente menos común que en dientes permanentes por tres razones:

- ⊙ Es más fácil resolver la exposición pulpar resultante de la remoción agresiva de dentina en dientes deciduos; el tratamiento de pulpotomía de un diente deciduo es menos compleja y costosa que la terapia de conductos radiculares de un diente permanente.
- ⊙ La capa más delgada de dentina en los dientes deciduos necesita de un nivel más alto de juicio clínico sobre el espesor de la dentina cariada remanente y su cercanía a la pulpa.
- ⊙ Las consideraciones del manejo del comportamiento quizás inclinen la elección de algo percibido como definitivo, como una pulpotomía, en lugar de la incertidumbre del recubrimiento pulpar indirecto.⁹



Falster en el año 2002, llevó a cabo un estudio en el cual comparó la tasa de éxito de la terapia pulpar indirecta con o sin base de hidróxido de calcio y restaurado con un sistema adhesivo. Los dientes fueron controlados durante un periodo de dos años y se reportó una tasa de éxito del 90% sin importar si el diente tenía o no una base de hidróxido de calcio.³

Al-Zayer y colaboradores en el año 2003, reportaron que la utilización de una base sobre el revestimiento de hidróxido de calcio, adicional a una corona preformada aumenta el índice de éxito comparado con el uso de amalgama.^{9,16}

El *Manual de Referencia de la American Academy of Pediatric Dentistry* describió en el año 2004 el tratamiento pulpar indirecto como la remoción incompleta de la dentina cariada para evitar la exposición del tejido pulpar tratando el proceso carioso con un material biocompatible.⁵

El fundamento para el tratamiento pulpar indirecto de la pulpa es que pocas bacterias viables persisten en las capas profundas de la dentina, y una vez que la cavidad se ha sellado adecuadamente, aquéllas se inactivan.⁹

La tendencia actual sugiere que la respuesta del diente deciduo dependerá principalmente del estado previo pulpar, y también del hecho de conseguir un adecuado sellado marginal que, en casos de inflamación reversible, permita recuperar la pulpa. Por eso se insiste en la importancia del diagnóstico previo de no patología pulpar, y de llevar a cabo una cuidadosa limpieza de la cavidad, así como de conseguir un buen sellado de la cavidad.²

El objetivo de este tratamiento es mantener la vitalidad de la pulpa a través de: la detención del proceso carioso, la promoción de la esclerosis de la dentina, estimulación de la formación de la dentina terciaria y remineralizando la dentina cariada.⁹



Según informes, el índice de éxito del tratamiento pulpar indirecto es superior a 90% en los dientes deciduos, y por ello se recomienda su uso en los pacientes cuyo diagnóstico preoperatorio no sugiere signos de degeneración pulpar.¹¹

Se ha demostrado que el recubrimiento pulpar indirecto tiene una tasa de éxito mayor que la pulpotomía a largo plazo. También permite un tiempo de exfoliación normal. Lo cual nos indica que este tratamiento es preferible a una pulpotomía, sólo cuando la pulpa se encuentre sana o con un diagnóstico de pulpitis reversible.¹²

En algunos estudios en los que se utilizaba el tratamiento pulpar indirecto en dientes deciduos, se proponía un abordaje en dos fases. Después de la eliminación inicial parcial de la caries sin anestesia local, la cavidad se restauraba durante 1-3 meses, con cemento de ZOE reforzado o ionómero de vidrio. Después, se seguía eliminando la caries y se realizaba la restauración definitiva con anestesia local. Se ha sugerido que este método puede ser útil en niños muy pequeños o ansiosos. La dentina más delgada del diente deciduo en comparación con el diente permanente puede aumentar el riesgo de exposición pulpar si se vuelve a entrar en un diente deciduo para eliminar la caries residual.⁶

3.1.1. Indicaciones

- ⊙ Presencia de lesiones cariosas profundas que no comprometan a la pulpa, observada clínica o radiográficamente.
- ⊙ Ausencia de compromiso periapical en el estudio radiográfico.
- ⊙ Ausencia de reabsorción radicular, calcificaciones pulpares o radiolucidez perirradicular.
- ⊙ Ausencia de antecedentes de dolor espontáneo, así como de molestias a la percusión o apreciable movilidad a la presión digital.⁵



3.1.2. Contraindicaciones

Presencia de signos y síntomas indicativos de enfermedad pulpar.⁹

3.1.3. Técnica

- ⊙ Anestesia y aislamiento absoluto del campo operatorio.
- ⊙ Preparación de la cavidad.
- ⊙ Por medio de un excavador o una fresa redonda de acero para pieza de baja velocidad, remover sólo las capas superficiales y necróticas de caries dentinaria (0,5 mm) y dejar intactas las capas de dentina cariosa sobre la pulpa (1-2 mm podrían dejarse).
- ⊙ Remover toda la caries periférica de las superficies laterales y de las cúspides socavadas.
- ⊙ Asegurarse que no existe exposición clínica visible.
- ⊙ Colocar un material biocompatible sobre las capas profundas cariosas.
- ⊙ Colocación de la restauración definitiva para alcanzar el sello coronal óptimo, de preferencia una restauración adhesiva o corona preformada (Fig.6).^{5,9}

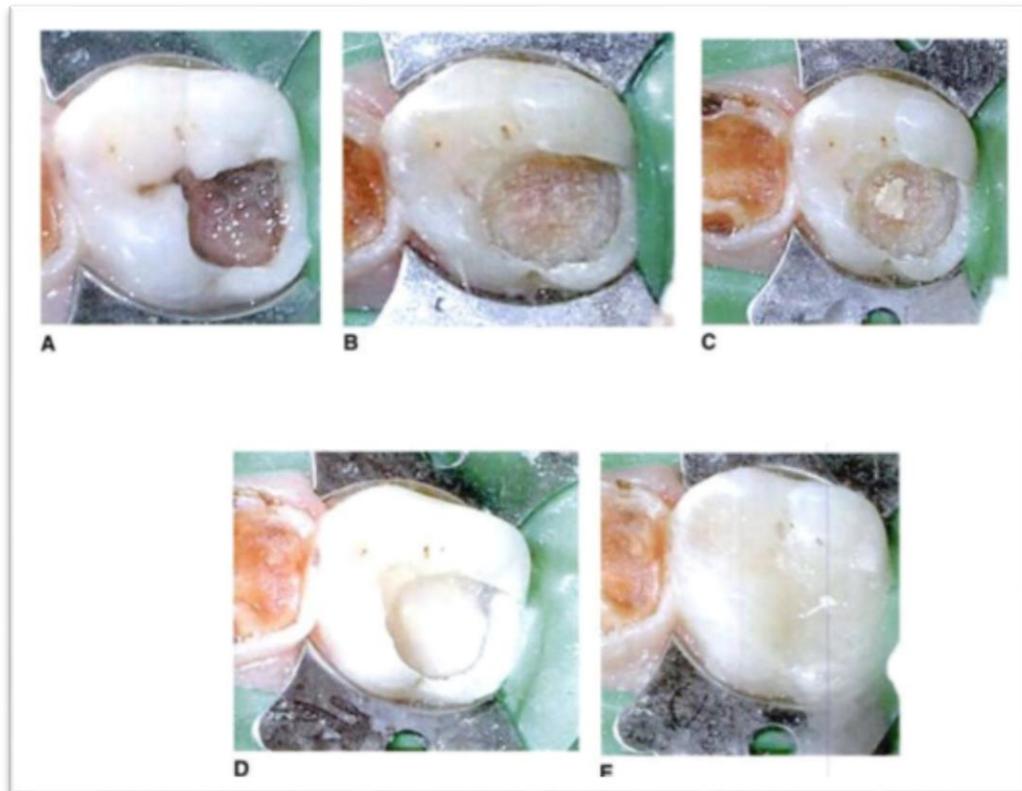


Fig. 6. A - E. Recubrimiento pulpar indirecto en una lesión cariosa profunda.⁵

El éxito para estos tratamientos de recubrimiento pulpar está basado en la capacidad que tienen los materiales para producir un buen selle y biocompatibilidad. A continuación, se mencionarán algunos materiales que son de uso frecuente para estos procedimientos.

Óxido de zinc y eugenol: fue el primer agente usado para preservar la pulpa. Produce una respuesta inflamatoria moderada y tiene una importante acción paliativa, debido a las buenas propiedades bacteriostáticas y acción anestésica del eugenol; lo que facilita la recuperación pulpar. Como desventaja, en caso de que exista una micro exposición se produce una reacción irreversible en la pulpa.^{3,4,5}



Cemento de ionómero de vidrio: se dio a conocer en 1972 por Wilson y Kent. Se considera un material adecuado para protección pulpar indirecta por su capacidad de hacer una verdadera unión química con la dentina. Es bactericida y menos agresivo biológicamente. Por sus propiedades de buen sellado de la cavidad, favorece un medio ambiente ideal para que la pulpa pueda producir dentina reparativa. Es un material que libera fluoruro, la cual incrementará su liberación durante un periodo de 12 a 18 semanas, localizándose en la estructura dentaria.^{3,20}

3.2. Recubrimiento pulpar directo

La protección pulpar directa es un procedimiento en el cual la pulpa dental expuesta está cubierta con un medicamento o material, permitiendo la cicatrización pulpar y formación de tejido dentario, manteniendo la vitalidad pulpar.^{4,13}

Este procedimiento se realiza sólo en dientes con pulpa sana, con exposiciones accidentales mínimas y con muy corta contaminación salival, orientado con un criterio conservador; se basa en la capacidad defensiva y de recuperación de la pulpa dentaria. Por ello es indispensable tener un diagnóstico preciso del estado pulpar.^{5, 11}

No se recomienda el recubrimiento pulpar directo de una exposición pulpar cariosa en el diente deciduo, sino que se indica para exposiciones mecánicas o traumáticas pequeñas cuando las condiciones para que una respuesta favorable sea óptima.¹¹

En dientes deciduos, la tasa de éxito es baja y el fracaso del tratamiento puede provocar una resorción interna o un absceso dentoalveolar agudo. Se ha sugerido que el alto contenido celular de tejido pulpar puede ser responsable del fracaso de este procedimiento en dientes deciduos.⁹

Existen estudios referentes acerca de la vitalidad pulpar cuando ésta está expuesta, desde el año 1756, Pfaff hizo el primer intento recubriendo una exposición pulpar con una lámina de oro cóncava, colocada en la cavidad antes de la restauración dental. 100 años más tarde, todavía utilizaban esa técnica con láminas metálicas de oro o plata, colocadas luego de cauterizar el tejido pulpar expuesto, con hierro caliente al rojo vivo o con la aplicación tópica de medicamentos narcotizantes como la creosota y el eugenol. Hasta aproximadamente el año 1900 poco se publicó al respecto.¹³

Hay una alternativa para el hidróxido de calcio y óxido de zinc y eugenol, según la literatura.

En Brasil, Pinto, Paiva y Bozzola, en el año 1981, realizaron un estudio en el cual agrupan 45 dientes con pulpa afectada y utilizaron como material obturador una pasta compuesta por partes iguales de yodoformo, Rifocort® y paramonoclorofenocanforado (Fig.7). Es la pasta iodoformada Guedes-Pinto, la cual se utiliza directamente sobre la micro exposición pulpar en sesión única y restauración de la cavidad. Presenta óptima propiedad antiséptica, buena tolerancia tisular y modera la respuesta inflamatoria en el post – operatorio endodóntico. La pasta es reabsorbible al contacto con el tejido conjuntivo, es radiopaca y de fácil remoción posterior, si fuera necesario.^{15,17}



Fig.7. Esquema de proporción de la pasta Guedes-Pinto para la práctica clínica.¹⁸



El material recomendado para este procedimiento es el hidróxido de calcio químicamente puro, pero algunos estudios muestran que este material en contacto directo con la pulpa en dientes deciduos produce reabsorciones internas. Por esto no es una opción de tratamiento recomendable para dientes deciduos.^{2,3}

El hidróxido de calcio es utilizado desde el año 1920, es biocompatible con la pulpa, tiene la capacidad para favorecer la formación de dentina reparadora y su alcalinidad le da propiedades bactericidas. Es un material alcalino con un pH cercano a 12, provocando necrosis superficial de casi 1.5 a 2 mm en el área que se encuentra debajo de su colocación. Presenta alta solubilidad y baja resistencia mecánica. Como desventaja, existen opiniones en contra con el uso del hidróxido de calcio en contacto directo con la pulpa del diente deciduo, especialmente si se sospecha de contaminación bacteriana, por el peligro de que se produzcan reabsorciones internas.^{3,4,20}

En el año 2000, Ranly sugiere que el fracaso con el uso de hidróxido de calcio podría estar más relacionado con la técnica que con el material. El protocolo sugerido por este autor consiste en ampliación del sitio de la exposición y hemostasia.³

En el año 2017, la American Academy of Pediatric Dentistry presenta, una guía basada en evidencia sobre el uso de terapias pulpares vitales para el tratamiento de lesiones profundas de caries en niños.

En ésta se menciona que el recubrimiento pulpar directo es una técnica en la cual la pulpa se cubre con un material biocompatible cuando la excavación de caries causa una exposición de pulpa milimétrica. El éxito de este tratamiento es independiente del tipo de medicamento utilizado, y por lo tanto condicionalmente se recomienda que los odontólogos elijan el medicamento basado en preferencias individuales.¹⁹



3.2.1. Indicaciones

Este procedimiento está indicado en dientes deciduos con una pulpa normal después de una pequeña exposición mecánica o traumática (menos de 1 mm de diámetro) y siempre que se estuviese trabajando con el aislamiento del campo operatorio para prevenir contaminación salival. La hemostasia debe ser espontánea, un sangrado prolongado es indicativo de cambios pulpaes irreversibles.^{2,3,12}

La protección pulpar directa de pulpas expuestas en función de trauma se indica cuando la exposición pulpar es tratada inmediatamente o en un máximo de 24 horas después de ocurrido el traumatismo.¹³

3.2.2. Contraindicaciones

No está indicado en casos de exposiciones traumáticas mayores a 24 horas o en lesiones con caries, ya que fácilmente se produce inflamación e infección pulpar que conducen a reabsorciones internas y necrosis pulpaes de difícil solución. No es una opción de tratamiento recomendable para la dentición decidua y es preferible y más predecible realizar la pulpotomía.²

3.2.3. Técnica

- ⊙ Anestesia y aislamiento absoluto del campo operatorio.
- ⊙ Exploración de la exposición pulpar valorando el tamaño, el tipo de sangrado y el estado de la dentina que rodea la zona expuesta. Se considera favorable:
 - Si el tamaño de la exposición es menor a 1 mm.
 - Si el sangrado es mínimo y de color rojo brillante. Debe cesar en 3.5 min.

- Si la dentina de los márgenes no presenta caries.
 - ⊙ Limpieza y secado de la cavidad con torundas de algodón estériles.
 - ⊙ Colocación del hidróxido de calcio, en contacto directo con el tejido pulpar, sin presión.
 - ⊙ Obturación de la cavidad.
 - ⊙ Control periódico clínico y radiográfico (Fig.8).^{4,15}

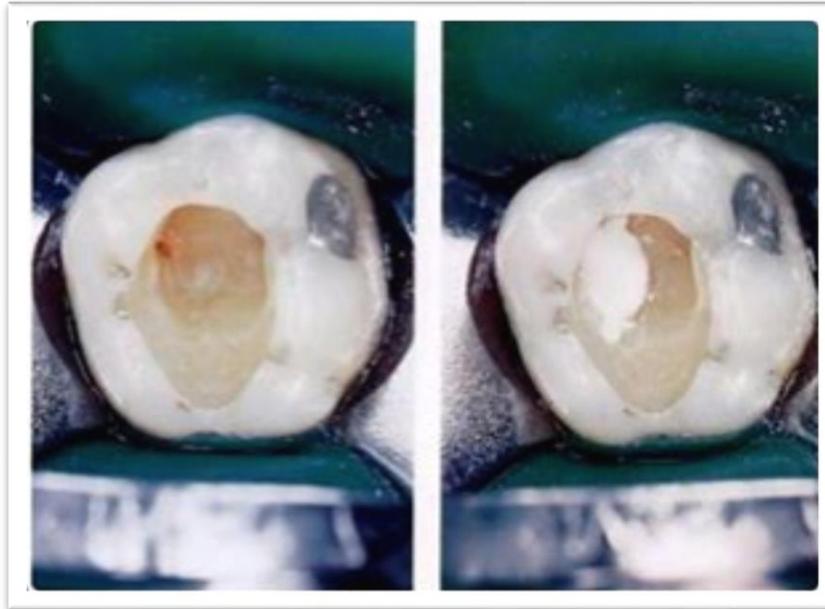


Fig.8. Recubrimiento pulpar directo.¹⁴

Los dientes deciduos tratados mediante este procedimiento deben ser controlados, no para visualizar la formación de puente dentinario, que no es necesariamente indicativo de éxito, sino para verificar que no está ocurriendo reabsorción interna o alteraciones en la furca y el periápice.¹⁵



4. Biodentine®, TheraCal® y MTA utilizados para recubrimiento pulpar

Con el paso del tiempo se ha realizado la búsqueda de un material que tenga un mejor porcentaje de éxito para la protección pulpar, así como la formación de dentina terciaria y de regeneración tisular. A continuación, se describirán a detalle tres materiales de silicato de calcio, que actualmente se están incorporando poco a poco a la odontología restauradora.

4.1. Biodentine®

En la Universidad del Mediterráneo en Marsella, Francia, se desarrolló un material restaurador inorgánico a base de silicato tricálcico bajo el nombre comercial de Biodentine®, diseñado como un sustituto de dentina. Según estudios clínicos realizados con el silicato tricálcico, este cemento no es citonocivo, por lo tanto, lo hace un material seguro para su uso en clínica. Es el primer material que ofrece bioactividad y extraordinarias propiedades de sellado para sustituir totalmente la dentina, tanto a nivel coronario como radicular.^{20,21,22}

4.1.1. Generalidades del material

Este material presenta mejores propiedades físicas y biológicas en comparación con otros cementos de silicato tricálcico como el MTA. Es un material seguro, ya que no es citotóxico, mutagénico, sensibilizante o irritante. El silicato tricálcico ha demostrado ser biocompatible, pues no produce daño a las células pulpares y tiene la capacidad de estimular la formación de dentina reparadora.^{20,23,24}

Biodentine® presenta una excelente retención micro mecánica del material en un lado y el sellado marginal en el otro lado, debido a la interacción del material con la dentina, el cual se logra sin preparación de la superficie de

dentina: sin grabado y sin adhesión. Se realizó un estudio experimental, donde se prepararon rodajas de dentina y Biodentine®, éste se mezcló con un colorante fluorescente antes de su aplicación sobre la superficie de la dentina. Se usaron microscopía electrónica de barrido confocal y microscopía electrónica de barrido para estudiar la interfase entre Biodentine® y la dentina. El microscopio confocal de barrido láser reveló que Biodentine® penetró en los túbulos dentinarios formando estructuras parecidas a marcas en los túbulos dentinarios y la microscopía electrónica de barrido reveló que los túbulos dentinarios aparecían con tapones de cristales de mineralización justo debajo de la interfase que obliteraba los túbulos dentinarios (Fig. 9).²⁵

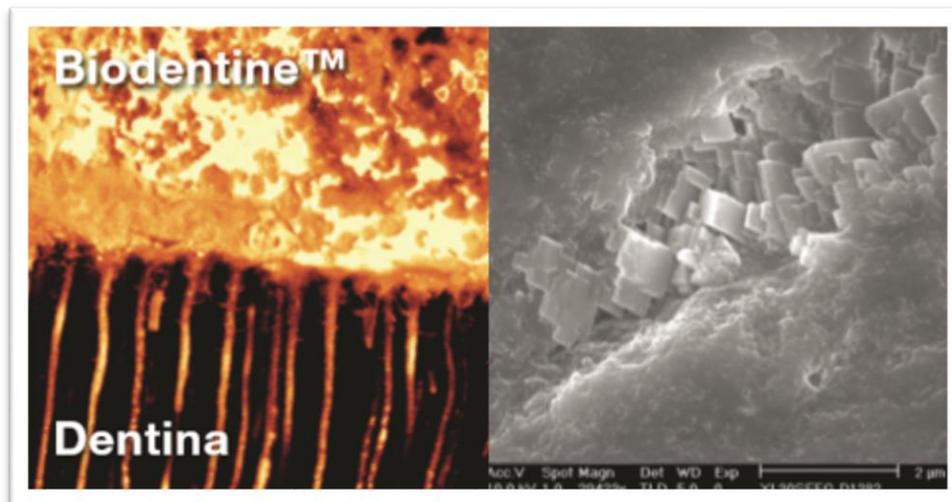


Fig.9. Interfase dinámica y biomimética con la dentina.²²

Gracias a su bioactividad, Biodentine® se puede considerar como un material apropiado para la estimulación de las células de la pulpa, ya que formará dentina terciaria y mantendrá la vitalidad pulpar. Tendrá impulso de la cicatrización pulpar en caso de presentar cavidades profundas o una exposición pulpar: pulpitis reversible, trauma o exposición iatrogénica.²²

4.1.2. Composición

Biodentine® es un material que tiene dos componentes: polvo, que se presenta en cápsulas y líquido. Con el objetivo de acortar el tiempo de fraguado y mejorar la resistencia mecánica, los silicatos de calcio son combinados con diversos materiales (Fig.10).^{22,24}

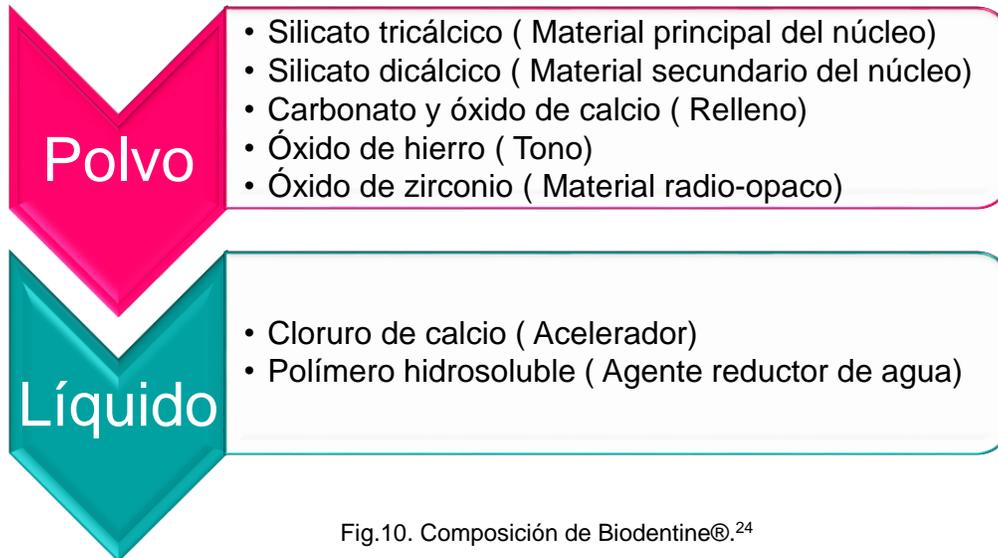


Fig.10. Composición de Biodentine®.²⁴

La casa comercial Septodont® afirma utilizar una nueva plataforma tecnológica denominada “tecnología de biosilicatos activos” para controlar la pureza de las materias primas.²³

La consistencia de Biodentine® es similar a la del cemento de fosfato. Nowicka y colaboradores en 2013, desarrollaron un estudio donde informaron que este material tenía mejor propiedad de manejo en comparación con el MTA, que consumía más tiempo y era técnicamente más difícil.²³

La presencia del acelerador permite el ajuste del material en 12 minutos y la presencia del agente reductor de agua evita la formación de grietas dentro del material; las cuales, generalmente se observan después del fraguado de cementos que contienen un alto porcentaje de agua.²⁵



4.1.3. Indicaciones

Los representantes de estos productos han indicado la reciente aplicación de Biodentine® también en dientes deciduos, sin embargo, se requieren de más estudios a largo plazo (Tabla 1) (Fig. 11).

Indicado a nivel coronario para:	Indicado a nivel radicular para:
<ul style="list-style-type: none">☆ Restauración no definitiva del esmalte.☆ Restauración dentinaria definitiva.☆ Restauración de lesiones cariosas coronarias profundas y/o voluminosas (técnica de sandwich)☆ Restauración de lesiones cervicales y/o radiculares profundas.☆ Recubrimiento pulpar.☆ Pulpotomía.	<ul style="list-style-type: none">☆ Reparación de perforaciones radiculares.☆ Reparación de perforaciones del techo de la cámara pulpar.☆ Reparación de reabsorciones internas perforantes.☆ Reparación de reabsorciones externas.☆ Apexificación.☆ Obturación apical en endodoncia quirúrgica (obturación a retro).

Tabla 1. Indicaciones Biodentine®.²⁵

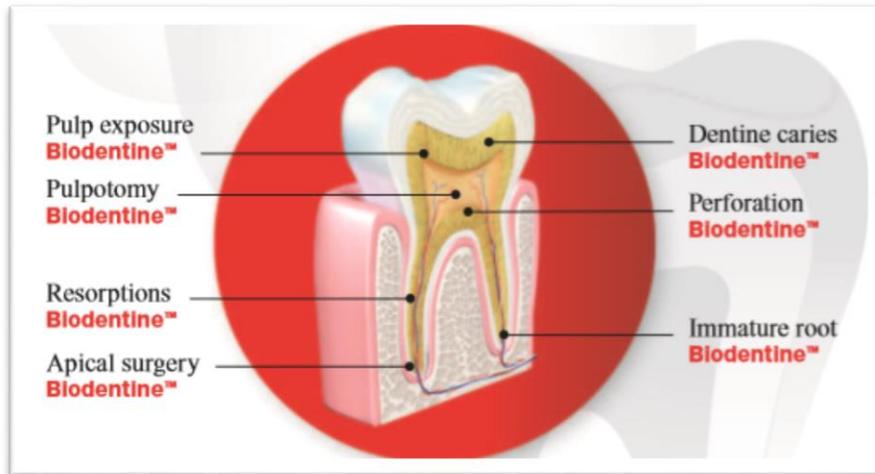


Fig.11. Aplicaciones clínicas de Biodentine®.²²

4.1.4. Presentación comercial / Técnica

Biodentine® tiene dos presentaciones: Caja de 15 cápsulas y envases de 15 dosis individuales / Caja de 5 cápsulas y envases de 5 dosis individuales (Fig. 12).



Fig.12. Presentación comercial y tiempo de manipulación.²²



Empleo de la cápsula Biodentine®, según el fabricante²⁵:

1. Tomar una cápsula y golpearla levemente en una superficie dura para descomprimir el polvo.
2. Abrir la cápsula y colocarla en el soporte blanco.
3. Separar una monodosis de líquido y golpetear levemente a nivel del tapón sellado para que la totalidad del líquido descienda al fondo de la monodosis.
4. Abrirla girando el tapón sellado, cuidando de que no se escape ninguna gota.
5. Verter 5 gotas de la monodosis en la cápsula.
6. Cerrar la cápsula. Colocar la cápsula en un vibrador de tipo Technomix®, a una velocidad de unas 4000 a 4200 oscilaciones/mn.
7. Mezclar durante 30 segundos.
8. Abrir la cápsula y verificar la consistencia del material. Si se busca una consistencia más espesa, esperar 30 segundos a un minuto antes de un nuevo control, sin sobrepasar el tiempo de trabajo.
9. Recuperar el material Biodentine® con la espátula presente en la caja. De acuerdo con la utilización deseada, Biodentine® puede manipularse con un porta-amalgama, una espátula, un dispositivo de tipo Root Canal Messing Gun. Enjuagar y limpiar rápidamente los instrumentos utilizados para eliminar los residuos de material.

Para el tratamiento de recubrimiento pulpar, continuar con los siguientes pasos (Fig. 13):

10. Colocar Biodentine® directamente en la pulpa expuesta sin comprimir. Procurar que el producto se adapte perfectamente a nivel de las paredes de la cavidad y los bordes de la restauración.
11. Modelar la superficie de la restauración.

12. Esperar que transcurra el tiempo necesario para el fraguado del material antes de desmontar la matriz.
13. Verificar la oclusión.
14. Entre una semana y seis meses después de la colocación de Biodentine®, preparar la cavidad de acuerdo con los criterios recomendados para el material de restauración seleccionado. El material Biodentine® restante puede ser considerado como una dentina artificial sana y conservado en zonas profundas, incluso yuxta- pulpares de la restauración. Biodentine® es compatible con todas las técnicas de restauración coronaria directa o indirecta y en especial con todos los tipos de sistemas adhesivos.²⁶

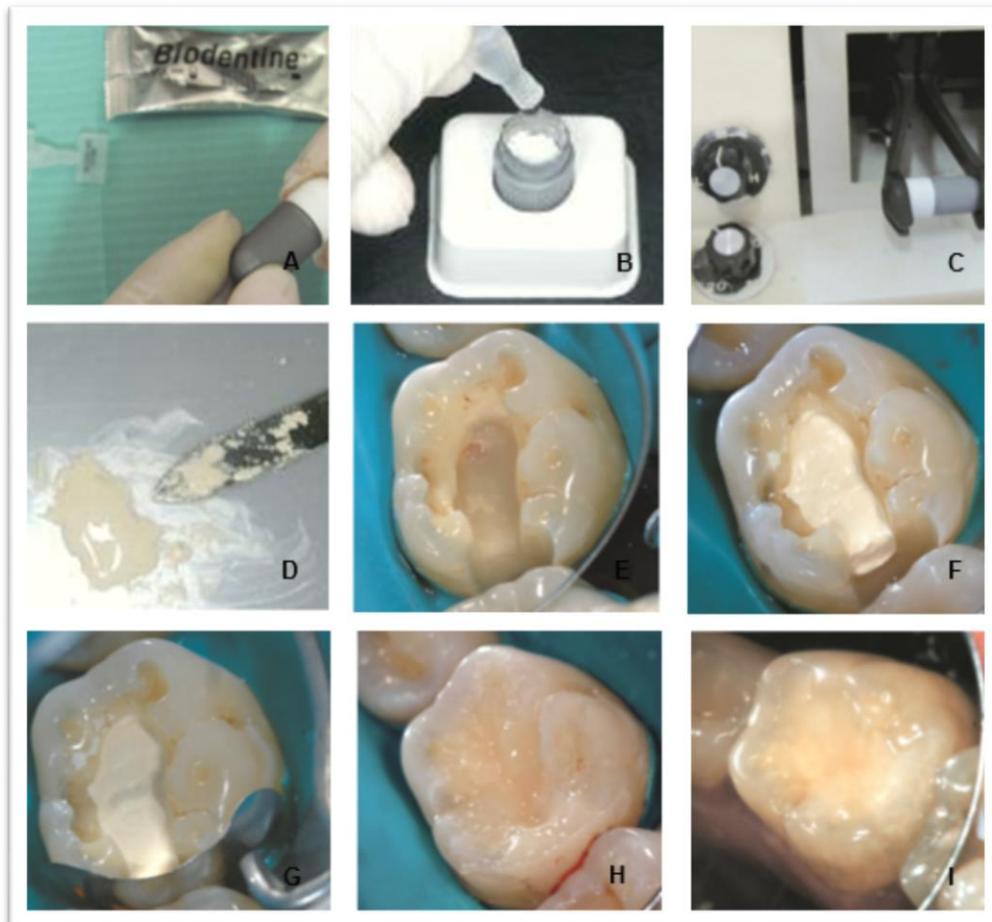


Fig. 13. A – I Procedimiento para recubrimiento pulpar directo.²²

4.2. TheraCal®

Es un material basado en silicato de calcio modificado con resina, fotopolimerizable. Está diseñado para actuar como barrera y para proteger el complejo dentino-pulpar. Dentro de sus indicaciones, se encuentran las de recubrimiento pulpar directo e indirecto y como liner para restauraciones, incluyendo resinas y amalgamas (Fig.14).



Fig. 14. Aplicación TheraCal®LC.²⁶

4.2.1. Generalidades del material

Dentro de sus ventajas podemos encontrar: sellado y adhesión superior, fuertes propiedades físicas en comparación con otros materiales, no es soluble y presenta gran liberación de calcio (Tabla 2).²⁶

	Resistencia a la fractura (MPa)	Solubilidad en agua ((µg/mm²))	Radiopacidad (mm Al)	Liberación de calcio
TheraCal®LC	4.35 (2.93)	0	2.63	188 (µg/cm ²)
Prisma®VLC / Dycal®	0.94 (0.92)	110 (17)	0.79	ND

Tabla.2. Propiedades físicas.²⁶



El origen de este material bioactivo es el cemento Portland, BISCO® que combinó el MTA con una matriz de resina.

Según estudios comparativos, TheraCal® ha demostrado liberar mayor cantidad de iones de calcio y generar mayor formación de hidroxiapatita que otros materiales utilizados para recubrimientos pulpares como el hidróxido de calcio y MTA. Una de sus ventajas clínicas es su radiopacidad y que es fotocurable hasta un espesor de 1.7 mm; aunque el fabricante recomienda fotocurar en incrementos no mayores a 1 mm.²⁰

Es un material de silicato hidráulico que fragua por hidratación. Depende del agua absorbida del ambiente y su difusión dentro del material.²⁷

Ayuda también a la formación de dentina e hidroxiapatita, ya que crea un pH alcalino de entre 10 y 11, pero en un periodo de tres días comienza a regresar a un pH neutro. Su presentación en jeringa, consistencia y color, le dan las características clínicas ideales para ser utilizado como liner cavitario o para recubrimiento pulpar.²⁰

En el año 2015, Gandolfi y colaboradores, concluyeron que los materiales basados en silicato de calcio con biointeractivos (liberan iones) y bioactivos (forman apatita), esto hace que sean considerados biomateriales. La alta liberación de iones calcio y la rápida formación de apatita, explica su capacidad para formar el puente dentinario.²⁴

La colocación precisa de TheraCal® LC permite utilizarlo en todas las preparaciones de cavidades profundas. El fraguado fotopolimerizable permite la colocación y la condensación inmediata del material restaurador por el dentista.²⁶



4.2.2. Composición

TheraCal® consta de una única pasta que contiene CaO, partículas de silicato de calcio (cemento Portland de tipo III), vidrio de estroncio, sílice pirogenada, sulfato de bario, zirconato de bario (BaZrO₃) y resina que contiene BisGMA y PEGDMA.²⁸

La hidratación de la fase de silicato de calcio en TheraCal® es más lenta que Biodentine®, desencadenada por la absorción de humedad ambiental. Esto podría cuestionar el efecto real de esta fase en la reparación de la pulpa debido a la difusión insuficiente de la humedad desde el complejo pulpa-dentina hasta el cemento.²⁹

4.2.3. Indicaciones

Las recomendaciones de uso en dentición decidua no han excluido su empleo, aunque suelen realizarse mayor número de estudios en dentición permanente.

- ⊙ Agente de recubrimiento pulpar directo. Puede colocarse directamente sobre las exposiciones pulpares una vez que se ha conseguido la hemostasia. Está indicado para todo tipo de exposición pulpar, incluidas:
 - Exposiciones cariadas.
 - Exposiciones mecánicas.
 - Exposiciones debidas a traumatismo.
- ⊙ Agente de recubrimiento pulpar indirecto en preparaciones profundas, como forro protector en preparaciones extensas, y como base o sellador para uso:
 - Debajo de restauraciones de amalgama, de restauraciones de compuestos de clase I y clase II y debajo de cementos.
 - Como una alternativa al hidróxido de calcio, al ionómero de vidrio/RMGI, al barniz sellador de cavidades, al fosfato de zinc y como una alternativa a IRM/ZOE (material restaurador intermedio).³⁰



4.2.4. Presentación comercial / Técnica

Esta nueva presentación de silicatos de calcio modificado con resina presenta el nombre comercial TheraCal® LC de la compañía Bisco®, la cual viene en una jeringa que contiene una pasta fotopolimerizable. Hay dos presentaciones: 1 jeringa que contiene 1gr. O un kit con 4 jeringas.

Instrucciones de uso según el fabricante³⁰:

- ⊙ Recubrimiento pulpar directo (Fig.15):
 - Debajo del aislamiento de dique de goma, termine la preparación de la cavidad.
 - Primero logre la hemostasia colocando un trozo de algodón humedecido con solución fisiológica estéril suavemente sobre el sitio de la exposición.
 - Secar la preparación con una bolita de algodón. Dejar visiblemente húmeda.
 - Aplique TheraCal® LC directamente sobre la pulpa expuesta en capas incrementales. La profundidad de cada capa no debe ser superior a 1 mm. Cubra todas las áreas expuestas y extienda TheraCal® LC por lo menos 1 mm sobre la dentina sana que rodea el área de exposición.
 - Fotopolimerice cada capa incremental durante 20 segundos.
 - Coloque el adhesivo, la base o la restauración deseados siguiendo las instrucciones del fabricante. Continúe con la restauración del diente.

- ⊙ Recubrimiento pulpar indirecto, preparaciones extensas (líner), base o sellador (Fig.16):
 - Aísle el diente y realice una preparación convencional de la cavidad. Retire toda la estructura dental cariada infectada. Dejar la preparación visiblemente húmeda.

- Aplique TheraCal® LC directamente en el fondo de la cavidad en capas incrementales. La profundidad de cada capa no debe ser superior a 1 mm. Manipule el producto para formar una superficie lisa que cubra todas las áreas dentinarias profundas. Fotopolimerice entre capas.
- Fotopolimerice cada capa incremental durante 20 segundos.
- Coloque el adhesivo, base o restauración deseados siguiendo las instrucciones del fabricante. Continúe con la restauración del diente.



Fig. 15. Técnica recubrimiento pulpar directo.²⁶



Fig.16. Técnica recubrimiento pulpar indirecto.²⁶



4.3. MTA

El agregado de trióxido mineral (mineral trioxide aggregate, MTA), es un biomaterial que ha sido investigado en el área de la odontología desde principios de la década de los 90's. En el año 1993 fue desarrollado y reportado por primera vez por Lee, Torabinejad y Monsef. Diversos estudios demuestran que siendo el MTA un derivado del cemento Portland, comparte los mismos componentes principales como el calcio, fosfato y sílice. Es el primer material de silicato de calcio desarrollado para su uso en odontología, el cual fue patentado en 1995 por Torabinejad y White.^{20,31,32}

En el año de 1998, el MTA recibió su aprobación por USA Food and Drug Administration (Administración o Federación de Drogas y Alimentos de Estados Unidos).²⁰

4.3.1. Generalidades del material

El MTA es un biomaterial que presenta una buena capacidad de sellado y biocompatibilidad. Este medicamento primero originalmente surgió para sellar comunicaciones entre el sistema de conductos y el periodonto, pero más tarde se descubrieron propiedades para la terapéutica pulpar.^{21,24}

Inicialmente, presenta un ph de 10.2, después de 3 horas aumenta a 12.5 y así permanece. El MTA tiene un tiempo de fraguado inicial de menos de 10 min, y un tiempo de fraguado final de menos de 24 min.^{29,33}

También se encontró que el MTA tiene un efecto antibacteriano sobre algunas de las bacterias facultativas y no tiene efecto sobre ninguna de las bacterias anaerobias estrictas. Es un material efectivo para el recubrimiento de la pulpa capaz de estimular la formación de dentina reparadora en la superficie de la pulpa dental expuesta.³³

Presenta una radiopacidad de 7 -17 mm de lo equivalente al espesor de aluminio, porque es más radiopaca que la gutapercha convencional y la



dentina, lo hace fácilmente distinguible en las radiografías. Por otro lado, en 24 horas, el MTA tuvo la menor resistencia a la compresión (40 Mpa) entre los materiales (Amalgama, Super EBA e IRM) probados, pero aumentó después de 21 días a 67 MPa. El aumento de la resistencia a la compresión del MTA requirió la presencia de humedad.³³

El MTA es más eficaz y mejor que el hidróxido de calcio, ya que presenta mayor interacción con el tejido de la pulpa dental, con una necrosis limitada del tejido de la pulpa poco después de su aplicación y provoca menor inflamación pulpar.²⁸

4.3.2. Composición

El material consiste en un fino polvo hidrófilo de silicato tricálcico, aluminato tricálcico y óxido de silicato. Una vez en contacto con la humedad, el material se convierte en un gel coloidal que solidifica a una estructura dura en menos de 4 horas. Los principales componentes de este material (Instructivo ProRoot™ MTA®, DENTSPLY Tulsa Dental, Ok) son (Tabla 3):

75%	<ul style="list-style-type: none"> ☆ Silicato tricálcico: 3CaO-SiO_2 ☆ Aluminio tricálcico: $3\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ ☆ Silicato dicálcico: 2CaO-SiO_2 ☆ Aluminio férrico tetracálcico: $4\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$
20%	Óxido de bismuto: Bi_2O_3
4.4%	Sulfato de calcio dihidratado: $\text{CaSO}_4\text{-}2\text{H}_2\text{O}$
0.6%	Residuos insolubles: <ul style="list-style-type: none"> ☆ Sílica cristalina ☆ Óxido de calcio ☆ Sulfato de potasio y sodio.

Tabla. 3. Composición del Agregado Trióxido Mineral (MTA).³⁴



4.3.3. Indicaciones

En el área de la odontología, el MTA tiene diferentes indicaciones, entre ellas podemos encontrar: protección pulpar directa, material de obturación retrógrada después de realizar una apicectomía, en perforaciones radiculares, pulpotomías en dientes deciduos y como barrera apical en apicoformaciones.

Se han encontrado excelentes resultados clínicos, radiográficos histológicos después del uso del MTA en pulpotomías de dientes deciduos, con un índice de éxito que varía del 93 al 100%.¹³

4.3.4. Presentación comercial / Técnica

Está presente en el mercado diferentes marcas de este material, el MTA principal es importado bajo el nombre ProRoot MTA® comercializado por Maillefer-Dentsply y se encuentra disponible en cajas con dos sobres de 1 gramo herméticamente sellados que contienen el polvo del MTA (Fig. 19).¹³

Es fabricado en los colores ceniza y blanco. El líquido del MTA contenido en ampollas plásticas se compone de agua destilada esterilizada. De acuerdo con el fabricante, solo se debe utilizar un sobre para cada caso clínico. El MTA debe prepararse inmediatamente antes de su utilización. El polvo se mezcla con agua estéril en una proporción 3:1 en una loseta de vidrio para dar una consistencia que sea manejable. Una vez el material haya cogido una consistencia adecuada, puede ser aplicado usando un transportador o porta-amalgamas pequeño. El MTA requiere para su fraguado la presencia de humedad. Se puede condensar por medio de una bolita de algodón húmeda, una punta de papel o un atacador pequeño (Fig. 20).^{13,34}

Una desventaja del MTA es su difícil manejo, por lo que se requiere práctica. En Brasil existe el MTA fabricado con el nombre comercial de MTA Angelus® (Fig.21).



Fig. 19. MTA ProRoot MTA®.³⁵



Fig.20. Dispensado de MTA para manipulación.²⁴



Fig.21. MTA Angelus®.³⁶



5. Estudios comparativos

En el año 2014, Gandolfi y colaboradores evaluaron y compararon las propiedades fisicoquímicas de los cementos de silicato de calcio frente a los biomateriales de hidróxido de calcio convencionales.

- Se examinaron los biomateriales basados en hidróxido de calcio (CalxyI®, Dycal®, Life®, Lime-Lite®) y basados en silicato de calcio (ProRoot MTA®, MTA Angelus®, MTA Plus®, Biodentine®, Tech Biosealer tapping®, TheraCal®).
- Todos los materiales de silicato de calcio liberaron más calcio, Tech Biosealer®, el gel MTA Plus® y Biodentine® mostraron los valores más altos de liberación de calcio, mientras que el Lime-Lite fue el más bajo.
- Todos los materiales mostraron actividad alcalinizante a excepción de Life® y Lime-Lite®.
- Los materiales de silicato de calcio mostraron altos valores de porosidad: Tech Biosealer capsulante®, MTA Plus gel® y MTA Angelus® mostraron los valores más altos de porosidad, absorción de agua y solubilidad, mientras que TheraCal® fue el más bajo
- El espesor y la continuidad de los depósitos de fosfato de calcio después del envejecimiento fue menos visto en TheraCal®.³⁷

En el año 2015, Poggio y colaboradores realizaron un estudio in vitro donde compararon los efectos de biocompatibilidad de siete materiales diferentes para el recubrimiento pulpar: Dycal®, Calcur®, Calcimol LC®, TheraCal® LC, ProRoot MTA®, MTA-Angelus® y Biodentine®.

- Se utilizó la metodología de inserción de Transwell mediante la prueba de azul de Alamar para evaluar la citocompatibilidad de los siete materiales con las células de rata (MDPC-23) en tres momentos diferentes: 24, 48 y 72 horas.



- El análisis morfológico de los odontoblastos de rata se evaluó mediante un microscopio de exploración confocal con láser.
- Los resultados indican una biocompatibilidad significativamente diferente entre materiales con diferente composición.
- Los productos basados en Biodentine® y MTA mostraron una citotoxicidad menor, al contrario de los materiales basados en hidróxido de calcio, que mostraron una citotoxicidad más alta.
- Al observarse que Biodentine® produjo un efecto citotóxico similar a MTA sugiere que puede considerarse una alternativa en el tratamiento de recubrimiento pulpar, ya que los materiales basados en hidróxido de calcio presentan efectos citotóxicos superiores.³⁸

En el año 2015, Makkar y colaboradores realizaron un estudio, el cual tuvo por objetivo evaluar y comparar la capacidad de sellado del agregado de trióxido mineral (Angelus®), Biodentine® (Septodont®) y TheraCal® (Bisco®) para recubrimiento pulpar.

- Se prepararon cavidades oclusales en terceros molares humanos extraídos. Las cavidades se dividieron en 3 grupos con 12 muestras cada uno.
- El recubrimiento pulpar en las muestras del grupo I, II y III se realizó con MTA, Biodentine® y Theracal®, respectivamente. Todas las muestras se mantuvieron en un ambiente húmedo durante 24 horas.
- En cada diente, la raíz se cortó justo debajo de la unión cemento-esmalte.
- Se colocó una solución acuosa de Rodamina-B al 0,25% en las cámaras pulpares abiertas de todas las muestras y se colocó boca abajo en un ambiente húmedo. El tinte se dejó durante 3 horas para penetrar en la interfase.



- Después de teñirse, todas las muestras se enjuagaron con agua destilada y se seccionaron verticalmente.
- Se usó un microscopio de exploración confocal con láser para obtener imágenes de las muestras.
- No se encontraron diferencias significativas en la microfiltración interfacial entre MTA y Biodentine®. TheraCal® exhibió menos microfiltración interfacial que los dos.
- Se llegó a la conclusión que Biodentine® y MTA exhiben una protección eficiente y duradera de la pulpa. Pero TheraCal® exhibe una mejor capacidad de sellado como agente pulpar que los otros dos materiales.³⁹

En el año 2016 Menon y colaboradores, realizaron un estudio para evaluar clínica y radiográficamente la formación de dentina reparadora en el tratamiento de recubrimiento pulpar indirecto, utilizando agregado de trióxido mineral (MTA) y silicato de calcio modificado con resina (TheraCal® LC) en molares deciduos durante un período de 6 meses, ya que no se encontraron estudios que evaluaran dicho tratamiento utilizando MTA y TheraCal® LC en molares deciduos.

- El estudio clínico se basó en el recubrimiento pulpar indirecto de 43 molares deciduos con lesión cariosa profunda en la superficie oclusal o proximal, sin antecedentes de dolor espontáneo de 21 pacientes en un rango de edad de 4-7 años, divididos en dos grupos: el primero (MTA) con 22 dientes y el segundo (TheraCal® LC) con 21 dientes. La medición de la variación en el grosor de la dentina se realizó con radiografía digital al inicio, a los 3 meses y a los 6 meses utilizando el software CorelDRAW X3®.
- Se realizó el procedimiento de recubrimiento pulpar indirecto. En los pacientes del Grupo I, el polvo de MTA se mezcló con agua estéril



durante 30 segundos para obtener una consistencia arenosa, se llevó a la cavidad y se realizó una restauración temporal con óxido de zinc y eugenol. Se colocó una base con cemento de ionómero de vidrio modificado con resina (RMGIC®) seguido de restauración de composite. En los pacientes del Grupo II, TheraCal® LC se aplicó directamente a la superficie de la dentina utilizando la jeringa dispensadora y se fotopolimerizó durante 20 segundos, siguiendo con la base de RMGIC® y para finalizar la restauración del composite.

- Se realizó una radiografía de referencia después de la restauración utilizando XCP. Posteriormente, a los 3 y 6 meses, los dientes se examinaron clínicamente y se evaluaron radiográficamente.
- El tratamiento se consideró exitoso cuando la pulpa permaneció vital sin signos de alguna patología clínica y radiográficamente.
- El análisis estadístico utilizando una prueba independiente t para la comparación intragrupo e intergrupo mostró un aumento significativo en el grosor de la dentina tanto en el MTA como en el grupo TheraCal® LC. Sin embargo, la comparación intergrupala entre MTA y TheraCal® LC no mostró diferencias estadísticas en la formación reparadora de dentina.
- Se concluyó que clínica y radiográficamente, tanto MTA como TheraCal® LC son buenos materiales para recubrimiento pulpar indirecto en dientes deciduos. Las mejores características de manejo y la capacidad reparadora de formación de dentina de TheraCal® LC hacen que este material sea una alternativa al MTA en procedimientos de restauración pediátrica.⁴⁰



En el año 2017 Garrocho y colaboradores, realizaron un estudio cuyo propósito fue evaluar los resultados clínicos y radiográficos de un sustituto de dentina de silicato de calcio tricálcico (Biodentine®) y un revestimiento basado en hidróxido de calcio activado de luz, como tratamiento pulpar indirecto para molares deciduos vitales con lesiones cariosas que estuvieran cerca de la pulpa.

- 80 niños, de 4 a 5 años, con 160 dientes deciduos bilaterales sin signos o síntomas de patología pulpar, se trataron en un ensayo de diseño de boca dividida que compara el tratamiento de recubrimiento pulpar indirecto usando Biodentine® o hidróxido de calcio.
- Los dientes se trataron y se restauraron con una corona preformada en una sola sesión y se evaluó clínica y radiográficamente durante uno, tres, seis y 12 meses.
- 60 pacientes con 120 molares tratados completaron las evaluaciones de 12 meses.
- Las tasas combinadas de éxito clínico y radiográfico fueron 98.3 % (59 de 60) para Biodentine® y 95 % para el hidróxido de calcio (57 de 60). La tasa de éxito combinadas para ambos grupos fue del 96.7 %.
- Se llega a la conclusión que utilizar Biodentine® o hidróxido de calcio para recubrimiento pulpar indirecto puede considerarse un tratamiento adecuado para lograr resultados terapéuticos aceptables cuando se aplica en dientes deciduos con caries profunda sin síntomas degenerativos.⁴¹



CONCLUSIONES

El objetivo principal de la terapéutica pulpar en Odontopediatría es conservar y mantener funcionalmente los dientes deciduos hasta su futura exfoliación, tratando de conservar siempre la vitalidad pulpar.

Para poder elegir correctamente el tratamiento, es importante conocer aspectos básicos de la estructura dental, así como las patologías pulpares existentes y los procedimientos de diagnóstico. Éste último punto es el más importante, ya que el recubrimiento pulpar trata la lesión pulpar reversible. Cuando el diente se encuentra en estado irreversible o con necrosis pulpar, el tratamiento será diferente.

El recubrimiento pulpar indirecto es método sencillo, fácil de aplicar y práctico para dientes deciduos asintomáticos o con pulpitis reversible con caries profunda, nos dan buenos resultados clínicos y radiográficos.

El recubrimiento pulpar directo no es muy aconsejable en la dentición decidua, ya que los criterios para realizar este procedimiento son muy estrictos. Este procedimiento se realiza sólo en dientes con pulpa sana o pulpitis reversible, con exposiciones accidentales mínimas y con muy corta contaminación salival, se basa en la capacidad defensiva y de recuperación de la vitalidad pulpar. Por ello es indispensable tener un diagnóstico preciso del estado pulpar.

La nueva tendencia en biomateriales son los cementos a base de silicato de calcio, lo cuales son materiales bioactivos (liberadores de iones) bioactivos funcionales (formadores de dentina). Comercialmente se han lanzado al mercado productos que tengan un mejor porcentaje de éxito para la protección pulpar, así como la formación de dentina terciaria y de regeneración tisular.



Anteriormente ya existía el MTA, es un medicamento que promueve la formación de tejido duro y se ha demostrado que tiene propiedades antimicrobianas, también presenta una acción parecida al hidróxido de calcio. Algunas de sus desventajas son el alto costo y su difícil manipulación.

Por eso se buscan nuevas opciones de tratamiento. Biodentine® y TheraCal® son buenas alternativas para su uso como recubrimiento pulpar, son materiales con propiedades de biocompatibilidad y bioactividad, las cuales, sitúan a los silicatos de calcio como uno de los materiales restauradores que generan una respuesta más favorable por parte del tejido pulpar.

Se requieren los resultados de más estudios que se realicen en dientes deciduos para verificar su utilidad y éxito a largo plazo.



Referencias bibliográficas

1. Figueroa Y, Enriquez G, Vera D, Hernández B. Odontología pediátrica: actual. Estado de México: Master Books; 2015. Pp. 370-383.
2. Canalda C, Brau E. Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas. 3ª ed. España: Elsevier Masson; 2014. Pp. 6-9, 271-275.
3. Cárdenas D. Odontología pediátrica. 4ª ed. Medellín (Colombia): Corporación para Investigaciones Biológicas; 2009. Pp. 261-273
4. Barbería E. Odontopediatría. 2ª ed. Barcelona (España): Editorial Masson; 2002. Pp. 255-265.
5. Bordoni N, Escobar A, Castillo R. Odontología pediátrica. La salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2010. Pp. 461-487.
6. Hargreaves KM, Cohen S. Cohen Vías de la pulpa. 10ª ed. Barcelona (España): Elsevier; 2011. Pp. 808-823.
7. Cameron A, Widmer R. Manual de odontología pediátrica. Barcelona (España); México: Elsevier; 2010. Pp. 95-102.
8. Fuks, Anna B, Peretz. Pediatric Endodontics: Current Concepts in Pulp Therapy for Primary and Young Permanent Teeth. Springer International Publishing Switzerland; 2016. Pp. 23, 34.
9. Castillo, Perona G. Estomatología pediátrica. Ripano S.A., Madrid (España); 2011. Pp. 174-191.
10. Pulpitis crónica hiperplásica [Citado el 03 de marzo de 2018] Disponible en:
<http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas7Patpulpar/irrehiperetiologia.html>
11. Pinkham. J.R. Odontología pediátrica. 2ª ed. Cd. México: editorial Mc Graw Hill Interamericana; 1996 Pp. 372-375.
12. Winters J, Cameron A, Widmer R. Pulp therapy for primary and immature permanent teeth. Handb Pediatr Dent. 2008; 95–113.



13. Assed BSL. Tratado de Odontopediatría. Bogotá (Colombia): AMOLCA; 2008 Pp.540-543, 598-600.
14. Recubrimiento pulpar directo. [Citado el 04 de marzo de 2018] Disponible en: http://www.socimage.net/media/1273615392891064975_3053898955
15. Guedes C, Bonecker M, Delgado C.R. Fundamentos de odontología odontopediátrica. Sao paulo, Santos: Livraria Santos; 2011. Pp. 254-259.
16. Dean A. Odontología para el niño y el adolescente de McDonald y Avery. 9ª ed. Editorial Amolca; 2014. Pp. 343-357.
17. Pasache-Gutierrez AC. Tratamiento pulpar en dientes deciduos con pasta Guedes Pinto modificada [tesis de especialidad]. [Lima (Perú)]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2017. 80 p
18. Mello-Moura AV, Fanaro J, Nicoletti MA, Mendes FM, Wanderley MT, Guedes-Pinto AC. Variability in the proportion of components of iodoform-based Guedes-Pinto paste mixed by dental students and pediatric dentists. Indian J Dent Res 2011; 22:781-5
19. Dhar V, Marghalani AA, Crystal YO, et al. Use of vital pulp therapies in primary teeth with deep caries lesions. Pediatr Dent 2017;39(5): E146-E159
20. Cedillo J de J, Cedillo JE. Protocolo Clínico actual para restauraciones profundas [Internet]. 2013;5(70):263–75. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2013/od135h.pdf>
21. Sujlana A, Pannu PK. Direct pulp capping: A treatment option in primary teeth?? Pediatr Dent J. 2017;27(1):1–7.
22. Folleto Biodentine®, primera y única dentina en una cápsula [Citado 22 de Marzo de 2017] Disponible en : http://www.septodont.es/sites/es/files/2016-11/brochure%20Biodentine%20Spanish%20HD_0.pdf



23. Rajasekharan S, Martens LC, Cauwels RGE, Verbeeck RMH. Biodentine™ material characteristics and clinical applications: a review of the literature. *Eur Arch Paediatr Dent* [Internet]. 2014;15(3):147–58. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s40368-014-0114-3>
24. Giani A. Actas Odontológicas Avances en protección pulpar directa con materiales bioactivos. 2016;30(2):81–8.
25. Biodentine® 5 cápsulas [Citado 15 de marzo de 2018] Disponible en: <http://www.septodont.es/sites/es/files/2016-11/Biodentine%205%20capsules%20S%2005%2008%20268%2020%2000.pdf>
26. Theracal Ic Silicato de Calcio modificado con Resina: Apatita fluida al alcance de tus manos. [Citado 15 de marzo de 2018] Disponible en : <http://www.coadental.com/uploads/Archivo329.pdf>
27. Arandi NZ, Rabi T. TheraCal LC: From Biochemical and Bioactive Properties to. *Int Journ of Dent*. 2018;2018.
28. Gandolfi MG, Siboni F, Prati C. Chemical-physical properties of TheraCal, a novel light-curable MTA-like material for pulp capping. *Int Endod J*. 2012;45(6):571–9.
29. Dawood AE, Parashos P, Wong RHK, Reynolds EC, Manton DJ. Calcium silicate-based cements: composition, properties, and clinical applications. *J Investig Clin Dent*. 2017;8(2):e12195.
30. TheraCal®LC, instrucciones de uso. [Citado 22 de marzo de 2018] Disponible en : http://www.bisco.com/assets/1/22/TheraCal_LC_Spanish4.pdf
31. Corral-Núñez C, Fernández-Godoy E, Martín-Casielles J, Estay J, Bersezio-Miranda C C-PP. Revisión del estado actual de cementos de silicato de calcio en odontología restauradora. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* [Internet]. 2016;27(2):426



32. Roberts HW, Toth JM, Berzins DW, Charlton DG. Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: A review of the literature. *Dent Mater.* 2008;24(2):149–64.
33. Ravichandra P. V., Jayaprada R. S., Harikumar V. KA. Mineral Trioxide Aggregate. *Indian J Dent Adv.* 2011;3(3):593–7.
34. "Aplicación Clínica del Agregado Trióxido Mineral (MTA) en Endodoncia". [Citado 24 de marzo de 2018] Disponible en : <http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado7.htm>
35. 2 chemical properties of MTA. [Citado 25 de marzo de 2018] Disponible en: <https://pocketdentistry.com/2-chemical-properties-of-mta/>
36. Mineral de trióxido agregado MTA. [Citado 25 de Marzo de 2018] Disponible en: <http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas13Microbiologia/desmedmta.html>
37. 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.
38. 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.
39. Makkar S, Kaur H, Aggarwal A, Vashisht R. A confocal laser scanning microscopic study evaluating the sealing ability of mineral trioxide aggregate, biodentine and a new pulp capping agent-TheraCal. *Dent J Adv Stud.*,2015, 3:20-5.
40. Menon NP, Varma BR, Janardhanan S, Kumaran P, Xavier AM, Govinda BS. Clinical and radiographic comparison of indirect pulp treatment using light-cured calcium silicate and mineral trioxide



aggregate in primary molars: A randomized clinical trial. *Contemp Clin Dent* [serial online] 2016 [Citado 08 de marzo de 2018];7:475-80.

41. Garrocho-Rangel A, Quintana-Guevara K, Vázquez-Viera R, Arvizu-Rivera JM, Flores-Reyes H, Escobar-García DM, et al. Bioactive Tricalcium Silicate-based Dentin Substitute as an Indirect Pulp Capping Material for Primary Teeth: A 12-month Follow-up. *Pediatr Dent*. 2017;39(5):377–82.