



Facultad de
Odontología



**EFICACIA DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO EN EL
RECUBRIMIENTO PULPAR DIRECTO**

Trabajo Fin de Máster en Odontología Restauradora, Estética y
Funcional

MERCEDES POMES GUZMÁN

Tutor:

Prof. Juan José Segura Egea

Sevilla, 2023



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DR/DRA. JUAN JOSÉ SEGURA EGEA, PROFESOR/A
CATEDRÁTICO ADSCRITO AL DEL DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA,
COMO DIRECTOR/A DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER.

CERTIFICA: QUE EL PRESENTE TRABAJO TITULADO
“EFICACIA DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO EN EL RECUBRIMIENTO PULPAR DIRECTO”

HA SIDO REALIZADO POR MERCEDES POMES GUZMÁN BAJO MI
DIRECCIÓN Y CUMPLE A MI JUICIO, TODOS LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA SER PRESENTADO Y
DEFENDIDO COMO TRABAJO DE FIN DE GRADO.

Y PARA QUE ASI CONSTE Y A LOS EFECTOS OPORTUNOS, FIRMO EL PRESENTE CERTIFICADO,
EN SEVILLA A DÍA 11 DE MAYO DE 2023.

SEGURA EGEA Firmado digitalmente
por SEGURA EGEA
JUAN JOSE - JUAN JOSE - 25956216A
25956216A Fecha: 2023.05.11
10:15:43 +02'00'

D/Dª JUAN JOSÉ SEGURA EGEA

TUTOR/A



Facultad de Odontología



D/Dña. (Apellidos y Nombre)

MERCEDES POMES GUZMÁN con
DNI.....44665727A.....alumno/a del Máster Oficial ...RESTAURADORA
ESTÉTICA Y FUNCIONAL

de la Facultad de Odontología (Universidad de Sevilla), autor/a del Trabajo Fin de
Máster titulado:..... EFICACIA DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO EN EL
RECUBRIMIENTO PULPAR DIRECTO.....

DECLARO:

Que el contenido de mi trabajo, presentado para su evaluación en el Curso
.....2023....., es original, de elaboración propia, y en su caso, la inclusión
de fragmentos de obras ajenas de naturaleza escrita, sonora o audiovisual, así como de
carácter plástico o fotográfico figurativo, de obras ya divulgadas, se han realizado a
título de cita o para su análisis, comentario o juicio crítico, incorporando e indicando la
fuente y el nombre del autor de la obra utilizada (Art. 32 de la Ley 2/2019 por la que se
modifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, BOE núm. 53 de 2 de
Marzo de 2019)

APERCIBIMIENTO:

Quedo advertido/a de que la inexactitud o falsedad de los datos aportados
determinará la calificación de NO APTO y que asumo las consecuencias legales que
pudieran derivarse de dicha actuación.

Sevilla 17 de MAYO.....de 2023.....

(Firma del interesado)

[Handwritten signature]

Fdo.: Mercedes Pomes Guzmán

ÍNDICE

1. RESUMEN	1
2. ABSTRACT	2
3. INTRODUCCIÓN	3
3.1. RECUBRIMIENTO PULPAR DIRECTO	5
3.1.1 INDICACIONES	5
3.1.2. PROTOCOLO CLÍNICO DE PPD.....	6
3.1.3. CONTRAINDICACIONES DE LA PPD	7
3.2. EL HIDRÓXIDO DE CALCIO.....	8
3.2.1. VEHICULOS	9
3.2.2. FORMAS DE PRESENTACIÓN	10
3.2.3. PROPIEDADES DEL HIDROXIDO DE CALCIO	11
3.2.3.1. ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA.....	12
3.2.3.2 CAPACIDAD REMINERALIZADORA	13
2.2.3.3. ACCIÓN ANTIINFLAMATORIA	14
4. OBJETIVOS	15
5. MATERIAL Y MÉTODOS	16
6. RESULTADOS	17
7. DISCUSIÓN.....	18
8. CONCLUSIÓN	23
9. BIBLIOGRAFÍA	24

1. RESUMEN

La terapia pulpar vital es un tratamiento conservador para controlar la inflamación o alteraciones de la pulpa dental causadas por caries o exposiciones pulpares accidentales que preserva la vitalidad total o parcial de misma. Ante casos de exposiciones pulpares, en ciertos casos, el recubrimiento pulpar directo es el tratamiento ideal ya que estimula la formación de un puente dentinario a través de la colocación de un material como es el hidróxido de calcio, que contiene propiedades beneficiosas para reparar el tejido pulpar. Su capacidad remineralizadora y antibacteriana le permite establecer un puente de dentina sobre el tejido subyacente afectado y preservar la vitalidad de la pulpa.

2. ABSTRACT

Vital pulp therapy is a conservative treatment to control inflammation or alterations of the dental pulp caused by caries or accidental pulp exposures that preserves the total or partial vitality of the pulp. In cases of pulp exposure, in certain cases, direct pulp capping is the ideal treatment since it stimulates the formation of a dentin bridge through the placement of a material such as calcium hydroxide, which contains beneficial properties to repair the pulp tissue. Its remineralizing and antibacterial capacity allows it to establish a dentin bridge over the affected underlying tissue and preserve the vitality of the pulp.

3. INTRODUCCIÓN

La terapia pulpar vital es el tratamiento conservador encaminado a controlar la inflamación o alteraciones que puede sufrir la pulpa a consecuencia de caries, de exposiciones pulpares accidentales o por necesidad de realizar tratamientos como pulpotomías en pulpitis moderadas y graves. Contiene numerosas ventajas en comparación con el tratamiento de conductos debido a que la ausencia de tejido pulpar favorece la pérdida de hidratación y resiliencia, que incrementa el riesgo de fractura haciendo que cualquier diente denervado sea más frágil y como consecuencia más susceptible a la aparición de "cracks".⁽¹⁾ La propiocepción y la capacidad de respuesta ante una situación de dolor se pierde por la ausencia de pulpa y con ello, la capacidad de generar una respuesta defensiva anulando el sistema inmune del diente, que beneficia el paso de bacterias sin obtener respuesta de alerta por el huésped. La amputación total de la pulpa deja al diente sin inervación y vascularización por lo que lo ideal es conservar parcial o totalmente el tejido vivo para evitar complicaciones que limiten sus funciones y comprometan la vida del mismo.⁽¹⁾

El éxito de la terapia pulpar vital se fundamenta en la vitalidad de la dentina así como de su capacidad de generar respuesta ante estímulos, que es proporcionada por los odontoblastos, los cuales son los responsables de llevar a cabo su acción generando puentes de dentina que protegen y reparan el complejo dentino-pulpar. Múltiples estímulos son los que favorecen la formación de la dentina terciaria o hipercalcificación tubular como respuesta a la agresión por caries, traumatismos físicos, químicos, maniobras durante el tratamiento o traumas de origen oclusal.^(1,2)

Tradicionalmente, la terapia pulpar vital se indicaba solamente dientes con pulpitis reversible producidas por caries o traumatismos, pero actualmente se ha demostrado que las pulpitis irreversibles también pueden tratarse sin la necesidad del tratamiento de conductos, lo cual es respaldado por la capacidad defensiva y reparativa del complejo dentino-pulpar frente a agresiones.⁽¹⁾

Actualmente, en ciertos casos, se considera al tratamiento de conductos como un sobretratamiento y se detalla como un procedimiento destructivo y técnicamente exigente que se puede sustituir por tratamiento menos invasivos que preservan la vitalidad total o parcial de la pulpa.

Existen diferentes opciones de tratamiento en los que se mantiene un procedimiento conservador como el recubrimiento pulpar indirecto en lesiones cariosas, recubrimiento pulpar directo en el que se trata de manera directa la pulpa por exposición de la misma y las pulpotomías parciales o totales en dientes diagnosticados con pulpitis moderadas y graves. ^(1,3)

El recubrimiento pulpar indirecto es un procedimiento cuyo objetivo principal es el de proteger la pulpa vital sobre la que se encuentra una capa de dentina blanda o una capa de dentina que ha sido expuesta como resultado de un traumatismo. El requisito fundamental es que se mantenga la vitalidad de la pulpa y que no aparezcan signos ni síntomas de periodontitis apical. ⁽³⁾

En aquellos casos en los que aparezcan lesiones cariosas muy profundas que puedan provocar una exposición pulpar al eliminar íntegramente el tejido cariado, se llevará a cabo la eliminación selectiva de la dentina blanda infectada ^(1,2,3) dejando dentina blanda en la profundidad de la cavidad, siempre con el requisito de que en la periferia de la misma exista dentina dura con el objetivo de evitar exposiciones pulpares. Con la aplicación de biomateriales o de hidróxido de calcio se favorecerá un buen sellado de la dentina blanda infectada, formación de dentina terciaria y se evitarán posibles infecciones.

3.1. RECUBRIMIENTO PULPAR DIRECTO

El recubrimiento pulpar directo es una técnica orientada a mantener la vitalidad pulpar tras la exposición de la misma con la finalidad de generar un puente dentinario para formar una barrera protectora evitando su afectación y contaminación. La formación de esa barrera protectora se lleva a cabo por medio de las células madre pulpares que viajan a la zona de la lesión para diferenciarse en neodontoblastos y formar estratos de odontoblastos a partir de los que se formará la dentina terciaria capaz de proteger la pulpa remanente.

3.1.1 INDICACIONES

Esta opción de tratamiento constituye un método eficaz y muy conservador en el que su tasa de éxito varía en función del motivo de exposición. Se pueden clasificar las exposiciones pulpares en dos tipos ⁽¹⁾ :

- Las exposiciones en las que no existe lesión cariosa previa. En estos casos, la exposición pulpar se produce a través de un tejido sano como es el caso de los traumatismos o de dientes tallados. Estará indicado el Recubrimiento pulpar directo según el tiempo de exposición que deberá ser menos a 1 hora, la extensión de la exposición, menor a 1 mm y de la contaminación.
- Las exposiciones pulpares de tipo 2 que son aquellas producidas tras la remoción del tejido cariogénico. Un proceso de caries previo ocasiona la desmineralización y afectación de la dentina infectada por bacterias que desencadena una inflamación pulpar. Es más propensa una inflamación crónica de bajo grado tras un proceso carioso debido a que la propia pulpa tiene menor capacidad de repararse. Posterior a la eliminación de las bacterias presentes en el proceso cariogénico se da lugar a la inflamación pulpar activándose el sistema inmune con el objetivo de neutralizar las toxinas microbianas. Tras la desinflamación de

la pulpa se daría lugar a la formación de puente dentinario para la reparación del tejido pulpar.

3.1.2. PROTOCOLO CLÍNICO DE PPD

Es muy importante seguir un protocolo riguroso que va a condicionar el éxito del tratamiento⁽¹⁾:

1. Anestesia y aislamiento absoluto.
2. Desinfección de la zona con hipoclorito sódico o clorhexidina y remoción del tejido pulpar afectado superficial con fresa pequeña de diamante a alta velocidad y con refrigeración continua o una cucharilla estéril y afilada.
3. Estimulación de la hemostasia presionando sobre la herida pulpar con bolas de algodón estériles y embebidas en hipoclorito sódico al 2.5% o con clorhexidina al 0.2% - 2%. Es importante mantener el tejido pulpar remanente desinfectado para conseguir un tratamiento eficaz ya que, si esta pulpa se encuentra sana o con una inflamación reversible, se controlará el sangrado dentro de los 5 min iniciales. También puede ocurrir que no se consiga la hemostasia dentro de los primeros 5 minutos por lo que será indicativo de que existe inflamación o daño de la pulpa por lo que habría que seguir eliminando más tejido pulpar y volver a repetir el proceso de control de la hemostasia. En el momento en el que se consiga el objetivo principal, que es el control de la hemostasia, se dejará de eliminar más tejido inflamado, pero si por el contrario no se consigue, se tendrá que recurrir a seguir eliminándolo hasta alcanzar tejido sano o hasta amputar de manera definitiva la pulpa cameral (pulpotomía cervical).
4. Una vez conseguida la hemostasia, se coloca el biomaterial (MTA, Biodentine® [Septodont], EndoSequence® [Brasseler] o TheraCal® [Inibsa]) sobre la pulpa remanente y sobre éste se coloca una fina capa de ionómero de vidrio. Como garantía para evitar la penetración de nuevas bacterias que pongan en peligro la salud de la pulpa remanente, se ha de garantizar un sellado hermético que se consigue con una restauración definitiva.

Si la pulpa ha respondido bien a esta terapia, manteniendo su vitalidad sin signos ni síntomas de necrosis o de periodontitis apical (libro) se ha de suponer que se ha obtenido el éxito en el tratamiento clínico. La presencia de síntomas o signos de pulpitis irreversible y que no se haya podido controlar el sangrado, será un indicativo de una inflamación mayor de la pulpa y por lo tanto habría que recurrir al tratamiento de pulpotomía. ⁽¹⁾

El éxito de la terapia pulpar vital se basa en la capacidad de remineralización de los medicamentos, la capacidad de sellado hermético que imposibilita que proliferen las bacterias y a la capacidad de defensa del complejo dentino- pulpar.

El fundamento básico para justificar el uso de dicho material en Odontología viene marcado por sus propiedades y el mecanismo de acción que le proporcionan la capacidad de ser un agente remineralizador y antibacteriano capaz de contribuir en el mantenimiento de una pulpa sana.

3.1.3. CONTRAINDICACIONES DE LA PPD

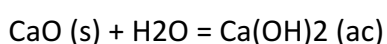
Uno de los criterios principales para la realización de la técnica de recubrimiento pulpar directo mediante la que se pretende conservar la vitalidad de la pulpa, es la ausencia de signos y síntomas de periodontitis apical o de necrosis pulpar. En la literatura actual se incluyen diferentes criterios como la de la AAE, que indica que la técnica de recubrimiento pulpar directa en casos de pulpitis irreversible está totalmente contraindicada, mientras que otros estudios avalan la posibilidad de dicho tratamiento en aquellos casos diagnosticado de pulpitis irreversible.

En definitiva, se considera que una vez pasados 5 minutos si no se ha podido controlar el sangrado, el nivel de inflamación del tejido pulpar será moderado o grave y se deberá optar por el tratamiento de pulpotomía. ⁽¹⁾

3.2. EL HIDRÓXIDO DE CALCIO

La mayoría es de artículo fuera de búsqueda, libro de segura

El Hidróxido de Calcio, introducido por primera vez en el mundo de la Odontología en 1930, (Takashi Komabayashi¹ et al) es un polvo blanco, resultado de la calcinación del carbonato cálcico y el óxido de calcio que, junto con la hidratación de óxido de calcio, se obtiene el CaOH. ⁽⁴⁾



Se ha incluido en diferentes materiales y preparados antimicrobianos utilizados en múltiples tratamientos de endodoncia entre los cuales se incluyen medicamentos intraconducto, agentes de recubrimiento pulpar y selladores de conductos radiculares. El hidróxido de calcio también se usa para tratar perforaciones radiculares, fracturas radiculares y reabsorción radicular, además de estar indicado para casos de trauma dental, como después de avulsiones y dislocaciones dentales.

El hidróxido de calcio ha sido durante mucho tiempo el estándar de oro para el recubrimiento pulpar. Se cree que el efecto del hidróxido de calcio es el resultado de la destrucción química causada por los iones de hidróxido y que el efecto inicial del hidróxido de calcio aplicado a la pulpa expuesta es el desarrollo de necrosis superficial. La necrosis produce una irritación leve y estimula la defensa y reparación de la pulpa a través de la diferenciación celular, la secreción de matriz extracelular y con ello que estimula la mineralización para formar un puente de dentina restaurador. La formación de un puente dentinario en el recubrimiento pulpar se considera algo fundamental para establecer el éxito clínico del tratamiento, pero se han descubierto defectos de tunelización en los puentes de dentina que han sido formados a partir de hidróxido de calcio y que, además tampoco proporcionan un sellado óptimo para evitar el avance de las bacterias y consecuentemente favorece la microfiltración. ⁽⁵⁾

3.2.1. VEHICULOS

Es necesaria para una correcta manipulación y para mejorar las propiedades del medicamento, que se aplique mediante un vehículo apropiado cuyas características dependerán de su hidrosolubilidad, siendo los vehículos hidrosolubles los que aportan mejores propiedades por una mayor velocidad en cuanto a la disociación y propagación de los iones hidroxilo del hidróxido de calcio y por lo tanto mayor será su efecto antimicrobiano. De esta manera se puede establecer que los vehículos más apropiados son: Solución anestésica, solución fisiológica, agua destilada, hipoclorito de sodio y Clorhexidina. ⁽⁵⁾

Tanto la disociación iónica de las pastas de hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) como el vehículo utilizado en la mezcla afectará a la efectividad del tratamiento. Entre los portadores se incluyen principalmente, los que son solubles en agua, viscosos y portadores a base de aceite. Las sustancias solubles en agua, como el agua y la solución salina, promueven la liberación rápida de iones y son adecuadas para situaciones clínicas. En cambio, los portadores viscosos como la glicerina y el polietilenglicol (PEG) tardan en liberar iones de calcio e hidroxilo y pueden permanecer activos en el diente durante meses, lo que reduce el número de citas necesarias para cambiar los apósitos, por ejemplo, en el caso de tratamiento de conductos.

Es muy importante para que el hidróxido de calcio ejerza su función de manera adecuada que, se combine con un vehículo líquido para que se liberen los iones hidroxilo. En definitiva, se deben de considerar algunos aspectos importantes para elevar efectividad del material como son la concentración y viscosidad de la mezcla, así como la elección del vehículo y las características específicas del mismo para garantizar su efecto antimicrobiano⁽⁵⁾

3.2.2. FORMAS DE PRESENTACIÓN

■ **Hidróxido de calcio acuoso**

En sus principios, el hidróxido de calcio se colocaba directamente sobre la pulpa expuesta con la finalidad de que el polvo estuviese en contacto directo con el tejido pulpar y se formara consecuentemente una pasta. En el recubrimiento pulpar directo se suele preparar la mezcla uniendo el polvo de hidróxido de calcio y agua o solución salina en el momento de la realización del tratamiento, en cambio, las formas de hidróxido que ya se encuentran mezcladas previamente se encuentran en formas comerciales como por ejemplo son Ultracal XS o Calcicur que incluyen en su composición algunas sustancias como sulfato de bario que le aportan radiopacidad y se mejoran las propiedades del material.

En general, se puede decir que el hidróxido de calcio en un medio acuoso ha sido usado con tasas de éxito considerables, pero incluye diferentes inconvenientes derivados de sus propiedades como la de ser un material considerablemente soluble ^(1,2) y que, con el tiempo se observa la aparición de defectos en túnel que favorecen la microfiltración y un sellado deficiente. ⁽⁴⁾

■ **Cementos a base de hidróxido de calcio.**

Entre los cementos a base de hidróxido de calcio más conocidos se encuentran el Dycal, que contiene una mezcla de un catalizador y una base en una proporción de 1:1 en el que el catalizador está formado por hidróxido de calcio, N-etil-o/ptolueno sulfonamida, óxido de zinc, dióxido de titanio y estearato de zinc, y la base contiene disalicilato de 1,3-butilenglicol, óxido de zinc, fosfato de calcio y tungstato de calcio. Por otro lado, Life es otro cemento a base de hidróxido de calcio que contiene óxido de óxido de zinc y butilbencenosulfonamida, y el catalizador sulfato de bario, dióxido de titanio y salicilato de metilo y su mecanismo de acción se basa en una reacción de fraguado entre el éster de ácido salicílico y el óxido de zinc, lo cual es muy similar a la del Dycal, aunque sus componentes son distintos. ⁽⁴⁾

Existen diferentes estudios que compararon la eficacia del recubrimiento pulpar con cementos a base de hidróxido de calcio, en base al motivo de exposición pulpar. Existen diferentes medios de aplicación del hidróxido de calcio para la protección pulpar directa, pero esto es sólo lo que condiciona el éxito o fracaso del tratamiento, sino que el motivo de exposición también juega un papel importante, teniendo mejores tasas de éxito cuando la exposición pulpar se ha producido de manera mecánica a una exposición por caries. ⁽⁴⁾

3.2.3. PROPIEDADES DEL HIDROXIDO DE CALCIO

Un correcto uso del Hidróxido de calcio en unos medios adecuados posiciona a dicho medicamento en uno de los más utilizados en el campo de la endodoncia por sus propiedades antimicrobianas y remineralizadoras, pero además por otras múltiples características que favorece su uso en el mantenimiento de la pulpa sana. ⁽¹⁾

Biocompatibilidad	Biocompatible
Capacidad de sellado	Buena
Solubilidad	Soluble
Bioactividad	Promueve la formación de hidroxiapatita y formación de puente dentinario
Acción antibacteriana	Acción bacteriostática
pH	10,5- 12,5
Relación con el agua	Necesita un campo seco
Remoción	Fácil de eliminar
Coste	Económico, muy barato
Efecto sobre el color	No afecta al color dentinario

Figura 1. Propiedades del Hidróxido de calcio

3.2.3.1. ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA

La acción antimicrobiana del hidróxido de calcio le aporta la capacidad de tener un elevado PH (12,6) para contribuir al crecimiento bacteriano, su metabolismo o la división celular de las mismas. La liberación de iones hidroxilo a través de la membrana plasmática de las células la alteran generando así unos trastornos en los componentes orgánicos y en el transporte de los nutrientes produciendo importantes cambios que dan lugar al considerable aumento de PH. El elevado pH hace que múltiples funciones celulares se vean afectadas por la inactivación de enzimas bacterianas que, cuando están sometidas a condiciones extremas de pH durante largos periodos se produce de manera irreversible. ⁽⁵⁾

Los iones hidroxilo liberados en un medio acuoso son radicales libres altamente oxidativos que causan daño a las membranas plasmáticas de las células bacterianas, son responsables de la desnaturalización de las proteínas y causan daño al ADN. El ion hidroxilo ejerce su mecanismo de acción en la membrana plasmática de la célula, en donde se cumplen las funciones básicas como el metabolismo, la división celular y el crecimiento, y participa en las etapas finales de la formación celular. ⁽⁵⁾

Por lo tanto, la actividad antimicrobiana del Hidróxido de calcio es fundamental para poder entender la importancia del mismo en el recubrimiento pulpar indirecto en cuanto a la reducción de la carga bacteriana a través de la inactivación de la actividad enzimática de las bacterias. Se produce una inactivación reversible o irreversible que depende del tiempo que el medicamento esté en contacto con los microorganismos, por lo que es importante que esté un tiempo amplio para asegurar una pérdida completa de la actividad biológica. Todo esto le hace ser un medicamento muy usado en el ámbito de la endodoncia con fines de reducir carga bacteriana en el interior del conducto o poder preservar la vitalidad de la pulpa y repararla. ⁽⁴⁾

3.2.3.2 CAPACIDAD REMINERALIZADORA

El hidróxido de calcio contiene un alto pH que le proporciona la capacidad de producir una capa superficial de necrosis en la pulpa de hasta 2 mm y subyacente a ésta se origina una respuesta inflamatoria leve cuando se encuentra libre de bacterias a partir del cual puede comenzarse a formar tejido duro.

El ácido láctico de los osteoclastos es neutralizado por el pH alcalino del hidróxido de calcio, evitando la disolución de los componentes minerales de la dentina lo cual, junto con la activación de las fosfatasas alcalinas, tiene una gran importancia en cuanto a la formación de tejido duro. El grupo hidroxilo es un componente muy importante del hidróxido de calcio que proporciona un ambiente alcalino, encargado de favorecer la reparación y calcificación.

Además, las fosfatasas alcalinas ejercen su acción a través de la liberación de la fosfatasa inorgánica a partir de los ésteres de fosfato. Se separan ésteres fosfóricos, se liberan iones de fosfato y posteriormente reaccionan con iones de calcio del torrente sanguíneo capaces de formar un precipitado en la matriz orgánica que, es la unidad molecular de la hidroxiapatita lo cual está estrechamente ligado al proceso de mineralización y formación de tejido duro. ⁽⁵⁾

En resumen, se puede decir que la capacidad de remineralización es una de sus propiedades más importantes del hidróxido de calcio ya que favorece la reparación de los tejidos periapicales y el proceso de remineralización por la activación de la fosfatasa alcalina, adenosina trifosfatasa y pirofosfatasa de calcio. Se puede decir, por lo tanto, que es un iniciador o inductor que forma parte de la capa superficial calcificada, donde el Hidróxido de Calcio es un sustrato para el puente dentinario.

2.2.3.3. ACCIÓN ANTIINFLAMATORIA

La inflamación del tejido pulpar tiene efectos perjudiciales como un aumento considerable de la presión y compresión de los vasos sanguíneos al reducir el flujo de sangre por encontrarse encerrado en una estructura rígida como es la cámara pulpar. El mecanismo de acción de basa principalmente en la importancia de los mediadores inflamatorios endógenos, como son la interleucina-1 y el factor de necrosis tumoral que regulan la respuesta inflamatoria y con ello controlan la destrucción tisular. Se produce una mineralización de la matriz de los odontoblastos condicionada por subproductos bacterianos que pueden aumentar la reacción inflamatoria causando mayor daño a los tejidos, lo cual puede ser regulado por el hidróxido de calcio. El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ es capaz de reducir la inflamación, favoreciendo la dentinogénesis a partir de la alteración de las propiedades biológicas de los subproductos bacterianos. ⁽⁶⁾

A parte de sus propiedades beneficiosas, también contiene la desventaja de ser un material reabsorbible e inestable con el paso del tiempo por lo que su capacidad de sellado va disminuyendo progresivamente. Como consecuencia de ello, pueden aparecer porosidades que comprometan el correcto sellado y afecte la integridad de la pulpa por la entrada de microorganismos. Por este motivo, se han ido introduciendo a lo largo del tiempo otros materiales que contengan propiedades similares y que, además mejoren los efectos no deseados por el uso del CaOH . ⁽⁷⁾

4. OBJETIVOS

En general, el objetivo de una revisión bibliográfica sobre la eficacia del hidróxido de calcio en la protección pulpar directa es proporcionar una síntesis crítica de la literatura científica actual sobre la eficacia del hidróxido de calcio en la protección pulpar directa.

En base a esto, los objetivos más específicos son:

1. Evaluar la efectividad del hidróxido de calcio en la protección pulpar directa y su capacidad para reducir la inflamación pulpar.
2. Exponer las propiedades y características más relevantes sobre el hidróxido de calcio, su capacidad de formar tejido duro.
3. Exponer alternativas actuales al hidróxido de calcio.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

Para esta revisión bibliográfica se realizó una búsqueda en la base de datos PubMed (MEDLINE) como principal fuente de obtención de artículos de estudios publicados sin fecha límite inferior y con límite de fecha superior de abril del año 2023. Se llevó a cabo una estrategia de búsqueda estableciendo una serie de conceptos clave con el objetivo de encontrar los artículos necesarios para la obtención de material suficiente y de calidad. La estrategia de búsqueda estuvo compuesta por los conceptos: "Direct pulp capping", "Calcium hydroxide", "Vital pulp therapy", "Outcome". El número total de artículos encontrados sin aplicar límites de búsqueda fueron 27.

Criterios de inclusión:

- Estudios en personas.
- Estudios en dientes permanentes.
- Artículos redactados en lengua inglesa.

Criterios de exclusión:

- Hidróxido de calcio asociado a otras terapias.
- Dientes temporales.
- Estudios experimentales en modelos animales.
- Ensayos clínicos.
- Estudios en lengua distinta a la inglesa.

Selección de estudios

La selección de artículos se realizó en dos fases. La primera se llevó a cabo mediante un screening de títulos y abstracts, seleccionando los artículos que parecían cumplir con los criterios de inclusión. La segunda fase consistió en la lectura de los artículos a texto completo, eliminando aquellos que no cumplieran con los criterios de inclusión o cumplieran con los de exclusión previamente expuestos. El diagrama de flujo (Figura 1)

muestra los resultados del proceso de selección de los estudios. Se identificaron un total de 27 registros en PubMed tras la estrategia de búsqueda expuesta.

6. RESULTADOS

Como no se acotó el rango de fecha, se obtuvo una muestra de 27 estudios potencialmente elegibles. Tras comprobar que no había ninguno duplicado, se realizó el screening de títulos y abstracts, 14 estudios fueron evaluados a texto completo, de los que 4 estudios no cumplieron con los criterios de inclusión. Finalmente, 10 estudios fueron seleccionados para la realización de este trabajo.

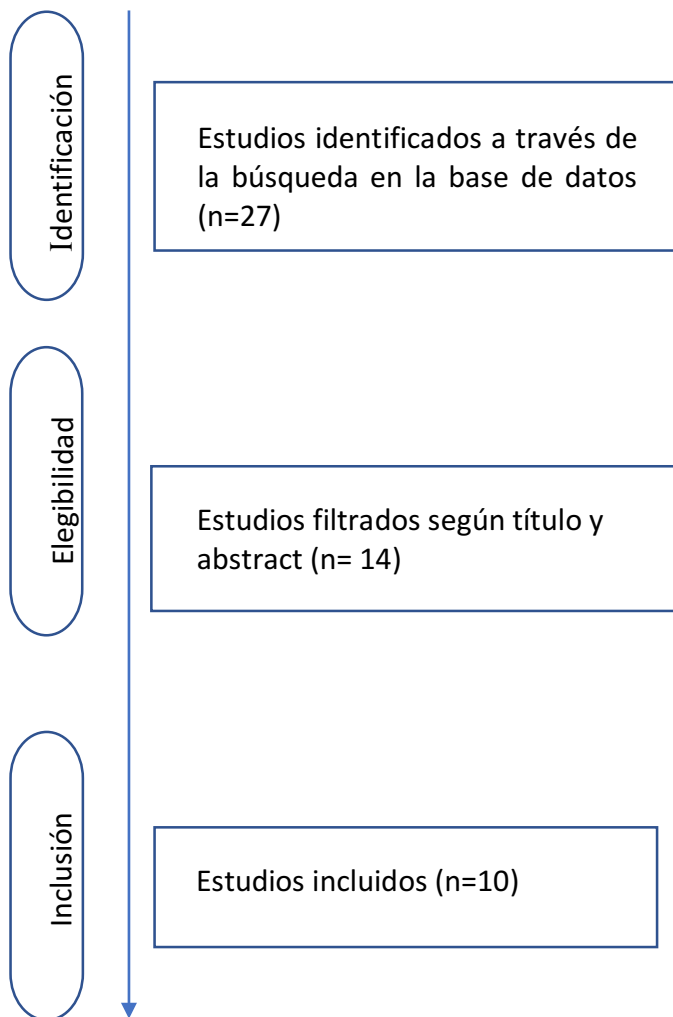


Figura 2. Diagrama de flujo

7. DISCUSIÓN

El recubrimiento pulpar directo es una técnica utilizada en la odontología para proteger la pulpa dental que ha sido expuesta por varios motivos como por ejemplo la caries, traumatismos o abrasiones. El RPD consiste en la aplicación de un material depositado sobre la pulpa con el fin de preservar la vitalidad pulpar, e inducir la formación de un puente dentinario para proteger el complejo dentino- pulpar de invasión bacteriana que pueda influir en la integridad de la misma.

La aplicación de un material sobre la pulpa expuesta es la base del recubrimiento pulpar directo. Un estudio de revisión de la literatura publicado en la revista *Dental Materials Journal* en 2016 examinó los materiales de recubrimiento de dientes permanentes en la terapia pulpar directa y se concluyó que el hidróxido de calcio es uno de los materiales de elección para la protección pulpar directa gracias a su capacidad de formación de tejido duro, regeneración del tejido de la pulpa y disminución de la inflamación.

El hidróxido de calcio es un material efectivo para la protección pulpar directa en el contexto de la odontología conservadora presentando altas tasas de éxito para el tratamiento de la pulpa expuesta. Un estudio retrospectivo a largo plazo publicado en enero de 2023 en el *Journal of Endodontics*, estudió el resultado del recubrimiento pulpar directo con hidróxido de calcio y se concluyó que se obtenía un alto índice de éxito en aquellos dientes tratados mediante PPD con hidróxido de calcio, por lo que se confirmaba la efectividad del material en este tipo de técnicas debido a la alta tasa de éxito a largo plazo en el tratamiento de la pulpa dental expuesta.

La literatura científica actual respalda la eficacia del hidróxido de calcio en la terapia pulpar vital y la protección pulpar directa de dientes permanentes con caries profunda y en aquellos casos con exposición de la pulpa. Estos estudios muestran que estas técnicas tienen altas tasas de éxito y que son técnicas comunes en la práctica dental. Por lo tanto, el éxito de la TPV y la protección directa de la pulpa en el tratamiento de dientes profundamente cariados y/o expuestos a la pulpa son exitosos, especialmente cuando se usa hidróxido de calcio como material protector.

El hidróxido de calcio ha sido uno de los materiales más utilizados en la historia ha sido el que ha ofrecido grandes beneficios para estimular tratamientos más conservadores y evitar así, la amputación completa del tejido pulpar. Sin embargo, últimamente se ha producido un cambio en el paradigma hacia el uso de otros biomateriales como son el agregado trióxido mineral (MTA) o Biodentine que contienen propiedades mejoradas frente a las del hidróxido de calcio. ^(1, 2,7)

Komabayashi et al (2016) revisaron la literatura sobre materiales de recubrimiento pulpar directo para dientes permanentes. En este estudio, el hidróxido de calcio se destacó como uno de los materiales más utilizados en esta técnica debido a sus propiedades antimicrobianas y su capacidad para estimular la formación de dentina reparadora. Sin embargo, el hidróxido de calcio también tiene algunas limitaciones, como una baja resistencia mecánica y una rápida descomposición en ambientes ácidos. El MTA, por otro lado, es un material de recubrimiento pulpar directo que ganó popularidad durante la última década debido a su capacidad para formar una barrera física que evita la exposición de la pulpa y estimula la formación de dentina restauradora. Además, el MTA tiene una alta resistencia mecánica y una larga vida útil en ambientes ácidos que lo hace ser uno de los materiales de elección para la técnica de recubrimiento pulpar directo.

El estudio realizado S. Cushley et al (2021) evaluó la eficacia del RPD en el manejo de pulpas expuestas a caries en dientes permanentes a través de una revisión sistemática y un metanálisis de la literatura disponible. Se estudió la eficacia del hidróxido de calcio en recubrimiento pulpar directo en pulpas expuestas por caries y se demostró que, en un principio, a corto plazo, existía una alta tasa de éxito en el tratamiento con dicho material en dientes permanentes cariados sin haber diferencias significativas con otros materiales. Sin embargo, ante un seguimiento a más largo plazo, se demostró que otros biomateriales habían sido más eficaces en cuanto a la técnica por lo que se propuso que el hidróxido de calcio disminuía su efectividad en casos de seguimiento a largo plazo debido y que su capacidad de sellado disminuía consecutivamente favoreciendo la aparición de microfiltraciones y de contaminación bacteriana que influían en el

resultado.

Tanto el MTA como el hidróxido de calcio han sido dos materiales muy utilizados en el ámbito de la Odontología, tanto para terapias conservadoras como es el recubrimiento pulpar directo como las perforaciones durante el acceso cameral para el tratamiento de conductos o la obturación de los canales radiculares⁽⁸⁾. En términos de biocompatibilidad, según un estudio de Hosoya et al (2019), ambos materiales son considerados materiales seguros y no tóxicos pero entre los cuales aparecen diferencias significativas en cuanto a su propiedades. El MTA ha demostrado tener una mayor capacidad para estimular la regeneración tisular y formación de dentina reparativa en comparación con el hidróxido de calcio, lo cual se debe a la proliferación celular y la diferenciación odontoblástica. Además, el MTA tiene mejor capacidad de sellado que le ofrece la ventaja de asegurar un sellado hermético que asegure que no se produce una filtración bacteriana posterior. Su muy baja solubilidad y perfecto sellado han convertido a los cementos a base silicato- cálcico en el biomaterial de elección para ser usado como medicamento en las técnicas de terapia pulpar vital. La capacidad para resistir la humedad es uno de los principales puntos fuertes de este biomaterial y que tanto lo diferencia del hidróxido de calcio, ya que éste último es soluble lo que hace que descienda su capacidad de sellado por su desintegración y reabsorción a largo plazo favoreciendo la aparición de porosidades en la dentina y defectos en túnel pudiendo provocar la pérdida de vitalidad del diente y calcificaciones.⁽⁴⁾

A pesar de sus múltiples características óptimas que lo colocan en el biomaterial de elección para el tratamiento de recubrimiento pulpar directo, el MTA cuenta con alguna desventaja como son su alto coste⁽¹⁾ o la capacidad de provocar tinciones lo cual supone un verdadero inconveniente en el tratamiento de dientes anteriores.

En resumen, se puede afirmar que el MTA es un material mejorado en términos de biocompatibilidad, resistencia al sellado o resistencia a la humedad, aunque el hidróxido de calcio se sigue utilizando en la actualidad para algunos tratamientos de odontología conservadora.

Como se ha descrito anteriormente, la capacidad de sellado de los materiales es la principal propiedad de la que depende el éxito del tratamiento. Es por esto por lo que un estudio realizado por Takashi Komabayashi et al (2016) propuso que los materiales hasta ahora usados para los tratamientos de TPV necesitaban mejoras adicionales en este aspecto. Se demostró que la inflamación pulpar recurrente estaba asociada a la contaminación bacteriana por la falta de un sellado coronal que le garantizaba un hermetismo para evitar la filtración de bacterias de nuevo hacia el tejido pulpar. Se expusieron nuevos materiales como las resinas adhesivas, por ejemplo el MMA-TBB (Metacrilato de metilo-tributilborano).

Los materiales utilizados en la actualidad para este tipo de tratamientos ofrecen una gran eficacia en cuanto a la formación de tejido duro, pero se pone en duda la efectividad de los materiales actuales y la posibilidad de plantear opciones con propiedades mejoradas. ⁽⁴⁾ Se expone la resina de Metacrilato de metilo-tributilborano. (MM-TBB) como principal alternativa por su capacidad para formar un "puente de dentina artificial" en tan solo un día, lo que significa que puede proporcionar una barrera protectora rápida contra la contaminación bacteriana y que, a diferencia de los otros materiales de recubrimiento pulpar expuestos, es impermeable y no tiene defectos en túnel. Estas características lo hacen un material especialmente útil en casos en donde es importante minimizar el daño a la pulpa. La aplicación de estas alternativas, sin embargo, no serían útiles para todo tipo de casos clínicos. Estarían indicadas en aquellos casos donde no haya una infección de la pulpa y el examen clínico sea normal sin síntomas. La tasa de éxito del recubrimiento pulpar directo es menor que la pulpectomía debido a la fuga en la interfaz entre la dentina y el material de recubrimiento pulpar.

Por último, cabe decir que la resina MMA-TBB es útil para el recubrimiento pulpar directo en el futuro, ya que forma un puente de dentina artificial en un día, lo que protege rápidamente la pulpa contra la contaminación bacteriana ⁽⁴⁾. Además, la adición de sustratos antibacterianos a la resina puede aportar otra ventaja. Se espera que la resina MMA-TBB sea ampliamente aceptada en todo el mundo en la práctica clínica en el futuro, aunque actualmente sólo está siendo incluido por un número limitado de operadores.

En resumen, el recubrimiento pulpar se debe realizar en casos sin síntomas y con un examen clínico normal. Si se sospecha que la pulpa está inflamada, se recomienda el uso de hidróxido de calcio o MTA en lugar de resina MMA-TBB ya que ésta última no posee acción bactericida.

8. CONCLUSIÓN

Como conclusión, se puede afirmar que el efecto bactericida, la formación de puente dentinario y de hidroxiapatita hace al hidróxido de calcio un material excelente para la remineralización, pero su alta solubilidad y por tanto, baja capacidad de sellado, hace que esté perdiendo protagonismo en el recubrimiento pulpar directo frente a los cementos biocerámicos que obtienen propiedades mejoradas.

La mejora de los materiales y sus características ha proporcionado la capacidad de realizar técnicas más conservadoras sobre todo en el ámbito de la endodoncia, lo cual ha sido muy importante por los beneficios que aporta el mantenimiento de una pulpa sana.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Juan José Segura Egea, Paloma Montero Miralles, Isabel Crespo Gallardo, Jenifer Martín González. TERAPIA PULPAR VITAL Y MANEJO DE LESIONES PROFUNDAS DE CARIES. En: MANUAL DE ENDODONCIA. EDRA; 2022. p. 267–81.
2. Cosano L, Martín-González J, Calvo-Monroy C, López-Frías F, Velasco-Ortega E, Llamas-Carreras J, et al. Endodoncia preventiva: Protección pulpar mediante la técnica de eliminación de la caries en etapas (stepwise excavation) Preventive endodontics: pulp protection using stepwise caries removal procedure Castellanos.
3. Cushley S, Duncan HF, Lappin MJ, Chua P, Elamin AD, Clarke M, et al. Efficacy of direct pulp capping for management of cariously exposed pulps in permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J* 2021;54(4):556–71.
4. Komabayashi T, Zhu Q, Eberhart R, Imai Y. Current status of direct pulp-capping materials for permanent teeth. *Dent Mater J* 2016;35(1):1–12.
5. Mohammadi Z, Karim Soltani M, Shalavi S, Yazdizadeh M, Jafarzadeh M. Calcium hydroxide-based root canal sealers: an updated literature review. *Compend Contin Educ Dent*. 2014;35(5):334–9.
6. Sangwan A. Tertiary dentinogenesis with calcium hydroxide: a review of proposed mechanisms P Sangwan. *Int Endod J*. 2013 Jan;46(1):3-19
7. Tziafas D, Belibasakis G, Veis A, Papadimitriou S. Dentin regeneration in vital pulp therapy: design principles. *Adv Dent Res [Internet]*. 2001;15(1):96–100.

8. Evidenced-based review of clinical studies on direct pulp capping. *J Endod* 2009;35(8):1152–4
9. Ricucci D, Rôças IN, Alves FRF, Cabello PH, Siqueira JF Jr. Outcome of direct pulp capping using calcium hydroxide: A long-term retrospective study. *J Endod* 2023;49(1):45–54.
10. Çalışkan MK, Güneri P. Prognostic factors in direct pulp capping with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide: 2- to 6-year follow-up. *Clin Oral Investig [Internet]*. 2017;21(1):357–67.
11. Akhlaghi N, Khademi A. Outcomes of vital pulp therapy in permanent teeth with different medicaments based on review of the literature. *Dent Res J (Isfahan)* 2015;12(5):406–17.
12. Hosoya N, Takigawa T, Horie T, Maeda H, Yamamoto Y, Momoi Y, et al. A review of the literature on the efficacy of mineral trioxide aggregate in conservative dentistry. *Dent Mater J* 2019;38(5):693–700.
13. Friedlander L, McElroy K, Daniel B, Cullinan M, Hanlin S. Direct pulp capping of permanent teeth in New Zealand general dental practice--a practice based research study. *N Z Dent J*. 2015;111(2):58–64.
14. Miyashita H, Worthington HV, Qualtrough A, Plasschaert A. Pulp management for caries in adults: maintaining pulp vitality. *Cochrane Database Syst Rev* 2007;(2):CD004484.
15. Dammaschke T, Leidinger J, Schäfer E. Long-term evaluation of direct pulp capping--treatment outcomes over an average period of 6.1 years. *Clin Oral Investig* . 2010;14(5):559–67.

16. Taha NA, About I, Sedgley CM, Messer HH. Conservative management of mature permanent teeth with carious pulp exposure. *J Endod* 2020;46(9S):S33–41.