



UNIVERSIDAD DE IXTLAHUACA CUI

INCORPORACIÓN CLAVE 8968-22 A LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CIRUJANO DENTISTA

ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL
HIDRÓXIDO DE CALCIO COMO MEDICAMENTO
INTRACONDUCTO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

CIRUJANO DENTISTA

PRESENTA

Valeria Estefania Vázquez Ibarra

ASESOR: E. EN E. NANCY AIDE HÉRNANDEZ VALDÉS



Ixtlahuaca, Estado de México, 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Índice

Introducción.....	4
Objetivos	6
Objetivo principal.....	6
Objetivo secundario	6
Materiales y métodos	7
Diseño del estudio.....	7
Procedimiento	7
Revisión de la literatura	8
Medicamentos intraconductos	15
Indicaciones de la medicación intraconducto	15
Modo de uso	17
Propiedades físico-químicas del hidróxido de calcio.....	18
Propiedades antimicrobianas del hidróxido de calcio.....	19
Mecanismo de acción del Hidróxido de Calcio.....	20
Inhibición del crecimiento bacteriano	21
Disolución del tejido pulpar	22
Características principales de la pasta $\text{Ca}(\text{OH})_2$	22
Modo de preparación del hidróxido de calcio	23
Cambio del hidróxido de calcio	24
Tiempo de permanencia dentro del conducto radicular	25
Vehículos hidrosolubles antisépticos.....	25
Características ideales de un vehículo hidrosoluble	25
Diferentes tipos de vehículos hidrosolubles	26
Hipoclorito de sodio	27
Características físico-químicas del hipoclorito de sodio.....	29

Propiedades antimicrobianas del Hipoclorito de sodio	29
Mecanismo de acción	29
Degradación de la solución de hipoclorito de sodio	30
Utilización del hipoclorito de sodio en endodoncia.....	31
Clorhexidina	33
Modo de uso	34
Propiedades físico-químicas	34
Propiedades antimicrobianas de la Clorhexidina	36
Mecanismo de acción	36
Clorhexidina con hidróxido de calcio.....	37
Presentaciones comerciales	38
Conclusiones.....	38
Referencias bibliográficas	42

Introducción

La educación de posgrado en endodoncia difundió ampliamente información, habilidades y técnicas a una profesión ávida de obtenerlas (1).

Estudiando la etiopatogenia encontramos las diferentes características de los elementos constituyentes de la cavidad oral los cuales favorecen la aparición de microsistemas bacterianos específicos. Los tejidos duros dentarios actúan como barreras mecánicas defensivas impidiendo la invasión microbiana de la pulpa. Su destrucción, parcial o completa, determina la progresión de los microorganismos hacia el interior de la cavidad pulpar y causa una inflamación en la pulpa que puede evolucionar hacia su necrosis total y afectar a los tejidos del periápice (2).

Por lo tanto las bacterias pueden utilizar diversas puertas de entrada hacia la cavidad pulpar. En función de su magnitud y proximidad, la patología se instaura rápidamente o de forma prolongada(2), sin embargo, en la terapia endodóntica se elimina la carga bacteriana realizando diversas técnicas de instrumentación, irrigación, desinfección del conducto con medicamentos bacteriostáticos como el hidróxido de calcio.

El medio básico para conseguir la eliminación del tejido pulpar, de las bacterias y sus componentes del interior de los conductos radiculares es la instrumentación e irrigación de estos. Con técnicas de instrumentación manuales e irrigando con solución salina se consigue una reducción bacteriana de alrededor del 50% (2), el otro 50% se encuentra en el uso de un medicamento intraconducto, por ejemplo el hidróxido de calcio se caracteriza por su alcalino pH de 12.4, este material endodóntico es comercializado químicamente puro y en presentación en polvo, por esta razón es necesario utilizar un vehículo hidrosoluble acuoso como el hipoclorito de sodio y la clorhexidina, estos son dos elementos antisépticos que nos permiten obtener una mezcla que será impactada dentro del conducto por 7 días, con la

finalidad de ofrecer mejor pronóstico en la remoción bacteriana del conducto radicular.

El objetivo principal de esta investigación es identificar la combinación ideal entre hidróxido de calcio químicamente puro y un vehículo hidrosoluble antiséptico que nos permita potencializar la capacidad bactericida normal del medicamento seleccionado e identificar las ventajas de una pasta alcalina que al ponerse en contacto con los tejidos del organismo, se solubilizan en forma lenta (2).

Objetivos

Estudio de la actividad antimicrobiana del hidróxido de calcio como medicamento intraconducto.

Objetivo principal

Estudiar la actividad antimicrobiana del Hidróxido de calcio en polvo químicamente puro al ser mezclado con dos diferentes vehículos hidrosolubles antisépticos como hipoclorito de sodio y clorhexidina e identificar la mejor alternativa en la terapia endodóntica.

Objetivo secundario

Conocer mediante los estudios encontrados en la literatura, las propiedades físicas y químicas del hidróxido de calcio y de los dos vehículos hidrosolubles antisépticos seleccionados para su investigación como el hipoclorito de sodio y la clorhexidina.

Definir mediante las múltiples referencias bibliográficas los efectos causados sobre el hidróxido de calcio al ser mezclado con las dos soluciones antisépticas seleccionadas, hipoclorito de sodio y clorhexidina.

Descubrir mediante la recopilación de información, la mixtura con mejor efecto antiséptico, para poder emplearlo en la terapia endodóntica.

Materiales y métodos

Diseño del estudio

Revisión narrativa

Procedimiento

Se realizará una revisión de la literatura a través del sitio Web SciELO, Elsevier y Pubmed, utilizando las siguientes búsquedas: “vehículos hidrosolubles”, “Ca(OH)₂ medicamento intraconducto”, “calcium hydroxide”, “root canal”, “sodium hypochlorite”, “antiseptic”, “Chlorhexidine”, “antibacterial effect”. El tiempo de recopilación de la información será de mayo 2014 a Junio 2021. Se aceptaran artículos de investigación y casos clínicos, escritos en idioma inglés, se eliminarán los artículos que no sean de acceso abierto (open access), con temporalidad menor a cinco años a la autorización de este protocolo y artículos que respondieron a la búsqueda, pero no cumplan con el objetivo de esta revisión. Se eliminarán artículos cuya información sea similar a la previamente consultada, resultado del análisis por referencias cruzadas, es decir, no se permite vincular a otras partes del mismo documento.

La revisión se responderá a la siguiente pregunta: ¿Cuál es la actividad antimicrobiana del hidróxido de calcio como medicamento intraconducto?, ¿Cuál es la actividad antimicrobiana del hidróxido de calcio al ser mezclado con dos vehículos hidrosolubles como el hipoclorito de sodio y clorhexidina?, ¿Cuáles son los cambios físico químicos que producen los vehículos hidrosolubles al manipularse con el hidróxido de calcio puro en polvo?, ¿Qué vehiculo hidrosoluble potencializa el efecto normal bacteriostático del hidróxido de calcio?.

Revisión de la literatura

La pulpa es un tejido único, se trata de un tejido blando de origen mesenquimatoso, con células especializadas (3).

El tejido pulpar ocupa la parte central del diente. Produce, sustenta y es una parte integrante de la dentina que la rodea. La pulpa tiene una función primaria formativa; de ella derivan los odontoblastos, que forman la dentina e interactúan con el epitelio dental en las fases iniciales del desarrollo dental para producirse la formación del esmalte. Después la formación de los dientes, la pulpa cumple diversas funciones secundarias relacionadas con la sensibilidad, hidratación y defensa de los dientes(4).

Todas las superficies del cuerpo humano están colonizadas por microorganismos. La colonización es simplemente el establecimiento de microbios en un organismo hospedador si las condiciones bioquímicas y físicas son adecuadas para su crecimiento (3).

La microbiología es la ciencia básica que guarda una relación estrecha con la endodoncia ya que, la mayoría de las enfermedades en el tejido pulpar y los tejidos perirradiculares están asociados a microorganismos. La invasión microbiana estimula al organismo hospedador para responder con una combinación de procesos inflamatorios inespecíficos junto a respuestas inmunitarias específicas (3).

El tratamiento endodónico, quirúrgico o no, consiste esencialmente en el desbridamiento para desorganizar y eliminar el ecosistema microbiano asociado a la enfermedad. Los profesionistas deben ser conscientes de la presencia de

bacterias y los procesos patológicos endodóncicos y enfocar el tratamiento con la máxima racionalidad (3). Es por ello que el objetivo final de la terapia del conducto radicular es eliminar las bacterias, y esto se puede lograr mediante la limpieza y conformación además de la medicación intraconducto. A lo largo del tiempo, se han experimentado con varios productos químicos para alcanzar el esterilizante ideal que se extiende desde los fenoles hasta el hidróxido de calcio puro y que puede ser mezclado con soluciones hidrosolubles que potencializan su efecto bacteriostático (5).

El desarrollo embrionario del tejido pulpar se origina a partir de la lámina dental compuesta por una franja de células epiteliales presentes en los maxilares embrionarios (4).

Las células epiteliales se invaginan durante la fase inicial llamada “brote” y al crecer el germen dental y hacerse más profunda la invaginación, pasa a ser la fase de campana. En última instancia, el tejido del interior de la invaginación se convierte en la pulpa dental. La papila deriva de células que migran de la cresta neural y se mezclan con células mesenquimatosas locales. Durante la fase de campana, la capa interna de células del órgano del esmalte se diferencia en ameloblastos y posteriormente la capa externa de células de la papila dental se diferencia en odontoblastos y comienza a depositar dentina (4).

Las células ectodérmicas del epitelio dental interno inician y controlan el proceso de diferenciación de los odontoblastos a partir de las células ectomesenquimatosas indiferenciadas. Las células ectodérmicas sintetizan factores de crecimiento y moléculas señalizadoras que pasan a la lámina basal del epitelio y de allí a las células que se están convirtiendo en odontoblastos. Las células situadas bajo los odontoblastos en formación persisten como células progenitoras indiferenciadas y

conservan durante toda la vida la capacidad para diferenciarse en odontoblastos (4).

Una vez que se ha diferenciado la capa de los odontoblastos, desaparece la lámina basal del epitelio dental interno que contenía las moléculas señalizadoras, y los odontoblastos empiezan a depositar la dentina, las células del epitelio dental interno empiezan a depositar el esmalte. La diferenciación del control de la señalización de vaivén y el comienzo de la formación del tejido duro es un ejemplo de la interacción entre epitelio y mesénquima. El depósito de matriz dentinaria sin mineralizar comienza por el extremo de las cúspides dentales, y avanza en sentido cervical a un ritmo regular de 4.5 Mm/día por término medio. La forma de la corona está predeterminada genéticamente por el patrón de proliferación de las células del epitelio dental interno. La primera capa de dentina que se forma es muy delgada y recibe el nombre de dentina de cubierta o del manto. Las fibras de colágeno de la dentina del manto tienen una dirección y una forma posteriormente. El patrón de formación y posterior mineralización de la matriz continúa durante todo el proceso de depósito de la dentina (4).

Durante la formación de la corona, elementos vasculares y neurales sensitivos emigran hacia la pulpa desde el ápice radicular, en dirección coronal. Estos elementos se van ramificando y estrechando hacia la capa odontoblástica para formar posteriormente plexos (4).

Las células de los epitelios dentales internos y externos se unen en un punto conocido como bucle cervical, este límite señala el final de la corona anatómica y establecen el comienzo de la formación de la raíz. La formación de la raíz comienza a partir de la vaina radicular epitelial de Hertwig. Esta vaina proporciona las señales para que se diferencien los odontoblastos y por lo tanto, actúa como una plantilla para la raíz. Las raíces múltiples se forman cuando las partes opuestas de la vaina

radicular proliferan en sentido horizontal y vertical. Cuando los segmentos horizontales de la vaina radicular epitelial de Hertwig se unen formando el diafragma epitelial, se crean el patrón necesario para que se formen varias raíces (4).

Después de formarse la primera dentina de la raíz, la membrana basal se rompe y las células internas de la vaina radicular secretan un material hialínico sobre la dentina formada, al mineralizarse se convierte en la capa hialina de Hopewell Smith, que ayuda a unir a la dentina con el cemento. Posteriormente la vaina radicular epitelial de Hertwig se fragmenta permitiendo a las células del folículo dental migrar y ponerse en contacto con la superficie dentinaria, donde se diferencian en cementoblastos y ponen en marcha la formación del cemento acelular. El cemento sirve de anclaje para el desarrollo de las fibras del ligamento periodontal (4).

La formación de los conductos radiculares se realiza cuando se fragmenta una zona localizada de la vaina radicular antes de que se forme la dentina, dando lugar a una comunicación directa entre la pulpa y el ligamento periodontal a través de un conducto que atraviesa la dentina y el cemento, y que contiene vasos sanguíneos de pequeño calibre y nervios (4).

Los componentes de la pulpa se divide en: coronal (cámara pulpar) y radicular (conducto radicular). La formación de cemento o dentina secundaria pueden alterar la anatomía interna de estos componentes pulpares (6).

En la porción coronal se encuentran las astas pulpares, son extensiones en cada una de las cúspides de los dientes posteriores, y en los incisivos suelen observarse astas mesiales y distales (6).

La cámara pulpar ocupa el centro de la corona y el tronco de la raíz. También su forma longitudinal y transversal depende de la morfología de la corona y el tronco, esta configuración varía con la edad dental y agentes externos que pudieran dañar al diente de manera crónica (6).

Los conductos radiculares recorren toda la longitud de la raíz, comenzando como un orificio en embudo y terminando como el foramen apical. La mayoría de los conductos son curvos, a menudo en sentido bucolingual. En las raíces bucolinguales profundas con concavidad mesiales o distales tienen en la mayoría de las ocasiones forma de reloj de arena, un único conducto tiene una forma de cinta (6).

Los conductos accesorios son ramificaciones laterales del conducto principal que forman una comunicación entre la pulpa y el periodonto. Contiene tejido conectivo y vasos, se localizan principalmente a cualquier nivel entre la bifurcación y el ápice. No aportan ninguna circulación colateral. Estos conductos pueden ser un medio de acceso para los agentes bacterianos, sin embargo el acceso a estos conductos es limitado y en ocasiones no repercute en el resultado del tratamiento endodóntico (6).

El ápice radicular (anatómico) es el punto final de la raíz. Es relativamente rectilíneo en los dientes maduros jóvenes, pero tienden a curvarse por su parte más distal con el paso del tiempo, se debe a la posición apicodistal continuada de cemento en respuesta a la erupción mesioclusal continuada. Las alteraciones que sufre la región apical son a causa de reabsorción y aposición irregular de cemento, el ápice puede presentar una anatomía irregular e impredecible (6).

El foramen apical está abierto, pero con el paso del tiempo y la aposición de la dentina y cemento, va disminuyendo de tamaño y adoptando forma de embudo, el agujero no suele desembocar en el ápice radicular, se desvía aproximadamente 0.5mm respecto del ápice verdadero. Normalmente el foramen apical no se observa en la radiografía (6).

La pulpa cumple cinco funciones, algunas formativas y otras de soporte.

Una de ellas es la inducción, la pulpa interviene en la diferenciación de los odontoblastos. Estas interacciones entre epitelio y mesénquima constituyen los procesos fundamentales de la formación de los dientes (4).

La formación de la dentina es una función que se realiza mediante tres modos; sintetizando y secretando la matriz inorgánica, transportando inicialmente los componentes inorgánicos y creando unas condiciones que permitan la mineralización de la matriz. Este proceso se conoce como dentinogénesis, es rápido en las primeras fases del desarrollo dental. Tras la maduración dental, la formación de la dentina continúa a un ritmo lento y sigue un patrón menos simétrico a esta dentina se le conoce como dentina secundaria. Los odontoblastos pueden producir también dentina en respuesta a una lesión producida por caries, traumatismos o un tratamiento restaurador, esta dentina recibe el nombre de dentina terciaria y es producida por nuevos odontoblastos que se diferencian a partir de las células progenitoras tras la muerte de los odontoblastos originales. Esta dentina es fundamentalmente atubular (4).

La pulpa aporta nutrientes esenciales para formar la dentina y mantener la integridad de la propia pulpa (4).

En el diente maduro, los odontoblastos producen dentina en respuesta de defensa a causa de lesiones cariosas, atrición, traumatismos o tratamientos restauradores. Se produce dentina en aquellas zonas en las que ha perdido su continuidad, como en una zona de exposición pulpar, en estos casos la nueva dentina se forma gracias a la inducción, la diferenciación y la migración de nuevos odontoblastos a la zona expuesta (4).

La pulpa posee además la capacidad de procesar e identificar sustancias extrañas (toxinas sintetizadas por las bacterias de la caries dental) y genera una respuesta inmunológica a su presencia (4).

La estimulación de los nervios sensitivos mielinizados de la pulpa provoca un dolor inmediato y agudo. La activación de las fibras dolorosas amielínicas da lugar a un dolor más lento y amortiguado. La sensación pulpar a través de la dentina y el esmalte suele ser irradiado y agudo, y se trasmite a través de fibras A δ (fibras mielinicas) (4).

Las células que componen la pulpa son los odontoblastos, células progenitoras o también llamadas preodontoblastos, fibroblastos, células del sistema inmunológico, macrófagos, linfocitos y mastocitos. La principal características de los odontoblastos es que se componen de un cuerpo celular se localiza bajo la matriz dentinaria sin mineralizar (predentina), y se compone de un proceso celular el cual ese proyecta hacia el exterior y atraviesa la predentina y la dentina para secretar mediante este túbulo dentinario, odontoblastos (4).

Las células progenitoras o células mesenquimatosas indiferenciadas, se encuentran en toda la pulpa dental. Bajo la influencia de moléculas señalizadoras que pertenece a la familia de las proteínas morfogenética ósea (BMP) y el factor de crecimiento transformador B, se liberan como respuesta a la lesión y la muerte celular de odontoblastos, estas células precursoras migran hasta el lugar de la lesión y se diferencian en odontoblastos (4).

Los fibroblastos son células abundantes en la pulpa coronal. Sintetizan y mantienen el colágeno y la sustancia básica de la pulpa, modifican la estructura pulpar en los procesos patológicos. Estas células mueren por apoptosis y son remplazadas (4).

En las células del sistema inmunológico destaca la célula dendrítica, ya que esta célula son presentadoras de antígenos que alcanzan su mayor densidad en la capa odontoblastica y alrededor de los vasos sanguíneos. Pueden reconocer una gran variedad de antígenos extraños y generan una respuesta inmunitaria. Las células que conforman el sistema inmunológico son los macrófagos, los linfocitos T8 y los mastocitos, participan de acuerdo a la afectación que presente el tejido pulpar (4).

La endodoncia además de estudiar la composición y funcionamiento del tejido pulpar, el objetivo final de la especialidad es conservar el órgano dentario, esto se logra mediante la limpieza y conformación minuciosa, además de la medicación intraconducto y a lo largo del tiempo se ha experimentado con diversos productos químicos para alcanzar el esterilizante ideal (5).

Medicamentos intraconductos

La medicación intraconducto será entonces un auxiliar valioso en la desinfección del sistema de conductos radiculares, sobre todo en lugares inaccesibles a la instrumentación, como los conductos laterales, deltas apicales y túbulos dentinarios. En cuanto al tiempo de aplicación, el hidróxido de calcio debe permanecer en el conducto al menos 7 días para lograr un pH altamente alcalino en la dentina interna (7).

Algunos autores recomiendan que en casos de grandes lesiones periapicales, el hidróxido de calcio se deje por un periodo de 30 días en los conductos radiculares; realizando la reposición del mismo pasados 15 días después de la colocación inicial, porque este recambio contribuye de forma positiva a la reparación de los tejidos periapicales (8).

Indicaciones de la medicación intraconducto

Los dientes con periodontitis apical visible radiográficamente se recomienda efectuar una medicación intraconducto con una pasta acuosa de hidróxido cálcico, tras finaliza el procedimiento de instrumentación y manteniendo el medicamento dentro del conducto por 1 o 2 semanas. En la segunda sesión se sugiere utilizar EDTA u otro quelante, y se efectúa una última irrigación con clorhexidina al 2% activada con una lima ultrasónica 15 y se obtura finalmente el conducto radicular.

Una alternativa diferente es utilizar un gel de clorhexidina como medicación intraconducto (8).

El hidróxido de calcio puede ser mezclado con vehículos hidrosolubles como el suero salino estéril, el NaOCl y los detergentes (p. ej., derivados del amonio cuaternario, clorhexidina, ácido cítrico y EDTA), sin embargo en esta investigación hablaremos de dos soluciones antisépticas como el hipoclorito de sodio y la clorhexidina (9).

Beneficio de utilizar un medicamento intraconducto

Los beneficios de utilizar un medicamento intraconducto son:

- 1.- Eliminación de las bacterias que puedan persistir en los conductos tras su preparación.
- 2.- Neutralización de los residuos tóxicos y antigénicos remanentes.
- 3.- Reducción de la inflamación de los tejidos periapicales.
- 4.-Disminución de los exudados persistentes en la zona apical.
- 5.-Constitución de una barrera mecánica ante la posible filtración de la obturación temporal, teniendo en cuenta su escasa estanqueidad (2).

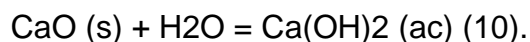
Hidróxido de calcio

Se realizó una revisión bibliográfica, con el objetivo de describir los efectos del hidróxido de calcio, los procedimientos clínicos en los cuales se utiliza y su aplicación en la terapia endodóntica (10).

A partir de la combustión del carbonato cálcico se obtiene óxido cálcico y anhídrido carbónico. Cuando la primera sustancia se combina con agua se consigue hidróxido cálcico. Este es un compuesto inestable, susceptible de combinarse con el anhídrido carbónico del aire, transformándose de nuevo en carbonato cálcico (2).

El hidróxido de calcio es un polvo color blanco, con un pH alrededor de 12.5, insoluble en alcohol y escasamente soluble en agua (2).

El hidróxido de calcio se obtiene por la calcinación del carbonato cálcico:



Como tiene tendencia a formar carbonato con el anhídrido carbónico (CO₂) del aire, se recomienda almacenarlo en un frasco color topacio bien cerrado (10).

Clasificación del Hidroxido de calcio

Este grupo de materiales pueden clasificarse de acuerdo con el vehículo del producto (sustancias que le da determinada consistencia para su manejo) y con la forma de endurecimiento (Cuadro 1) (11).

Cuadro 1.- Clasificación de los productos de hidróxido de calcio.

Medio activo	Vehículo	Endurecimiento
Hidróxido de calcio	Agua bidestilada	Evaporación del agua
Hidróxido de calcio	Hidrogel de celulosa	Evaporación del agua
Hidróxido de calcio	Aceites apasificantes	Quelación

Fuente: Federico Humberto Barceló Santana 2017 (11).

Modo de uso

El hidróxido de calcio es un fármaco ampliamente usado en endodoncia, como irrigante intraconducto mediante la realización de una solución llamada agua de cal (12).

Esté medicamento es usado para cauterizar pequeños vasos, puede utilizarse en pulpectomias a fin de promover la hemostasia del tejido pulpar remanente (12).

Algunos autores proponen la pasta de hidróxido de calcio como medicamento intraconducto, desde el año de 1920 (5). Existen preparados comerciales de hidróxido de calcio con yodoformo (Metapex®, Metadental) u otros que incorporan sulfato de bario para darle radiopacidad (Metapaste®, Metadental), sin embargo el efecto bacteriostático del hidróxido de calcio no es mejorado (13).

El recubrimiento pulpar indirecto consiste en hacer actuar un medicamento sobre la pulpa todavía cubierta de dentina, de esa forma se conserva y estimula a la formación de dentina secundaria. También es usado en el tratamiento de la hipersensibilidad dentinaria, como base intermedia bajo restauraciones permanentes y como revestimiento o forro cavitario (10).

Propiedades físico-químicas del hidróxido de calcio

El hidróxido de calcio reacciona atacando el material orgánico, haciéndolo alcalino (11).

1. El hidróxido de calcio ocasiona una estimulación en el proceso de calcificación, de una manera muy clara, activa los procesos reparativos por activación osteoblástica; al aumentar el pH en los tejidos dentales inhibe la actividad osteoclástica (10).
2. Antibacteriano, el elevado pH baja la concentración de iones de H⁺; y la actividad enzimática de la bacteria es inhibida. Puede eliminar hasta un 88% de microorganismos localizados en los conductos radiculares. Se ha comprobado que el hidróxido de calcio hidroliza la fracción lipídica de los lipopolisacáridos, presentes en la pared celular de muchas bacterias anaerobias, favoreciendo la destrucción bacteriana (14).
3. Disminuye el edema (10).
4. Destruye el exudado (10).
5. Genera una barrera mecánica de cicatrización apical (10).
6. Sella el sistema de conductos (10).

7. Equilibrada toxicidad al ser mezclado con solución fisiológica o anestesia (10).
8. Disminución de la sensibilidad (por su efecto sobre la fibra nerviosa) (10).
9. Reducción de la inflamación de los tejidos periapicales (10).
10. Controla el absceso periapical: mediante una disminución del exudado persistente en la zona apical (10).
11. Favorece la disolución del tejido pulpar, al combinar la acción del hidróxido de calcio con la irrigación de hipoclorito de sodio (15).
12. Previene la reabsorción inflamatoria radicular en conductos con anatomía compleja con múltiples zonas inaccesibles a la instrumentación y a la irrigación (10).
13. Es un material económico (11).

Las principales desventajas del hidróxido de calcio, es un material altamente soluble, tiene baja resistencia, y difícil manipulación en presentación de polvo y vehículo hidrosoluble (11).

Propiedades antimicrobianas del hidróxido de calcio

El hidróxido de calcio es un medicamento inocuo, antimicrobiano y reparador, el mecanismo de acción del hidróxido de calcio en el control de la actividad enzimática bacteriana, está dada por su elevado Ph 12.6, influenciado por la liberación de iones hidroxilos, que son capaces de alterar la integridad de la membrana citoplasmática de las bacterias generando daños en los componentes orgánicos y en el transporte de los nutrientes; así como también por medio de la destrucción de los fosfolípidos o ácidos grasos insaturados de la membrana citoplasmática, en el proceso de peroxidación lipídica, ocurriendo una reacción de saponificación o hidrólisis de éster (10).

Los factores que interfieren en la velocidad de disociación y difusión son la hidrosolubilidad del vehículo empleado, las características de ácido-base, la

permeabilidad dentinaria y el grado de calcificación. Mientras mayor es la velocidad de disociación y difusión de los iones hidroxilos de las pastas de hidróxido de calcio, mayor será el efecto antimicrobiano, lográndose esto con los vehículos hidrosolubles. Entre los vehículos hidrosolubles más utilizados tenemos: solución anestésica, solución fisiológica, agua destilada, hipoclorito de sodio, clorhexidina (10).

Mecanismo de acción del Hidróxido de Calcio

El principal mecanismo de acción del hidróxido de calcio, está asociado con la disociación de sus componentes, es decir, la liberación de los iones de calcio e hidróxido (2).

Los iones hidroxilo promueven una alcalinidad en el área de acción, invirtiendo el pH del medio inflamado, notoriamente ácido, además de crear pésimas condiciones para el crecimiento bacteriano en función de la capacidad de las bacterias en sobrevivir en esas condiciones (2).

Otros mecanismos del hidróxido de calcio están relacionados con la acción directa sobre las bacterias, ya que llevan a (2):

1. Lisis de la membrana celular citoplasmática, por la destrucción de los fosfolípidos de los constituyentes.
2. Desnaturalización de las proteínas estructurales.
3. Lisis del ADN.
4. Alteración de la síntesis de la membrana celular.
5. Hidrólisis de los lipopolisacáridos neutralizando su efecto residual.
6. Alteración de las características estructurales de las bacterias, como forma y motilidad.

7. Irritante tisular, este medicamento actúa destruyendo el tejido normal con la formación de áreas de necrosis, produciendo así un atraso en el proceso de reparación (2).

El mecanismo de acción de las pastas de hidróxido cálcico, se basa principalmente en su disociación en iones de calcio e iones hidroxilo que aumentan el pH ambiental en los tejidos vitales, con un efecto de inhibición del crecimiento bacteriano y una acción que favorece los procesos de reparación hística (2).

Inhibición del crecimiento bacteriano

El efecto antibacteriano se debe principalmente al elevado pH alcalino producido al liberarse iones hidroxilo que impiden el crecimiento bacteriano (2).

El hidróxido de calcio también altera las propiedades de los lipopolisacáridos (LPS) presentes en la pared de la célula de algunas bacterias anaerobias, que actúan como mediadores de la inflamación. El hidroxilo cálcico hidroliza la fracción lipídica de los LPS, favoreciendo la destrucción bacteriana (2).

Los iones hidroxilo, y también los de calcio, se pueden difundir a través de la dentina, ejerciendo su acción de inhibición microbiana a distancia y disminuyendo la actividad osteoclástica en la superficie radicular (2).

La difusión a través de la dentina es directamente proporcional a la superficie total de los tubulos dentinarios e indirectamente proporcional al grosor de la dentina, es decir la presencia de una capa residual sobre los túbulos dentinarios reduce la difusión de los iones alrededor del 30%, es por ello la importancia de eliminar la capa residual, previa a la introducción de una pasta acuosa de hidróxido cálcico, permitiendo una penetración significativamente mayor hacia la superficie radicular, también es importante mencionar que la difusión máxima se obtiene al séptimo día. El incremento máximo del pH en la superficie se consigue a las 2 semanas (2).

Disolución del tejido pulpar

La medicación intraconducto con una pasta de hidróxido cálcico favorece la disociación de los restos del tejido pulpar en condiciones de anaerobiosis (2).

La limpieza del conducto es importante y se obtiene mediante una medicación de hidróxido cálcico seguida de una irrigación con hipoclorito de sodio al 0.5 (2).

Es importante antes de obturar el conducto radicular, eliminar la pasta de hidróxido de calcio ya que si quedan restos, se podría comprometer el sellado del conducto y dificultar la quelación entre el eugenol y el óxido de zinc, en caso de utilizar un sellador de conductos con esta composición. La irrigación con un quelante, por ejemplo EDTA, es el mejor procedimiento para eliminar la medicación del interior del conducto (2).

Características principales de la pasta Ca(OH)_2

El hidróxido de calcio se utiliza mezclando con diversos vehículos. Esta combinación recibió el nombre de pastas alcalinas por su elevado pH, y se utilizan principalmente en tratamientos de conductos como medicamento temporal, sus principales características son (5):

1. Tiene efecto quelante.
2. Fácil preparación.
3. En el interior de los conductos radiculares se emplean como medicación temporal.
4. El pH de la pasta de hidróxido de calcio es el responsable del efecto destructivo sobre las membranas celulares bacterianas y las proteínas estructuradas. Pocas bacterias pueden sobrevivir a un pH de 12.5.
5. La pasta de hidróxido de calcio ayuda en la disolución del tejido pulpar necrótico.

6. La pasta puede ser capaz de eliminar con eficacia todos los microorganismos en el conducto radicular infectado, cuando el apósito fue mantenido por 4 semanas (5).

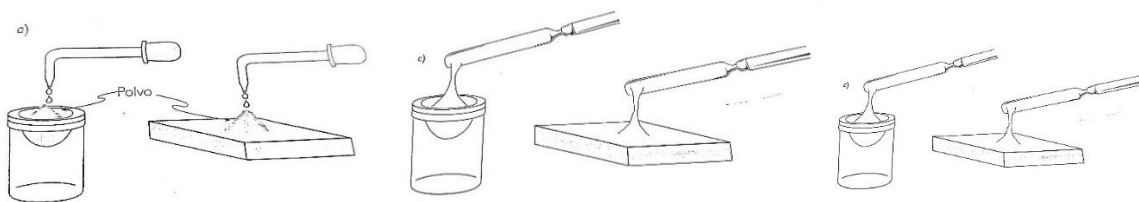
Modo de preparación del hidróxido de calcio

Cuando el hidróxido de calcio se usa como medicamento temporal intraconducto, se emplean preparados que no fraguan, y que se solubilizan y reabsorben en los tejidos vitales (10).

El vehículo más usado para ser mezclado con el hidróxido de calcio es el agua destilada, aunque entre los más frecuentes también se encuentran la solución anestésica, clorhexidina, suero fisiológico, paramonoclorofenol alcanforado, yodoformo y propilenglicol, en recientes estudios se aporta un importante efecto citotóxico de estos tres últimos vehículos (10).

Para mezclar el polvo de hidróxido de calcio con algún vehículo hidrosoluble se coloca una pequeña cantidad de polvo sobre una loseta de vidrio esteril y se vierten después unas gotas del vehículo acuoso (11), se mezcla con una espátula pequeña de acero inoxidable de forma vigorosa y con lentitud, hasta obtener una homogeneidad y una fluidez excelente (imagen 1) (12).

Imagen 1. Manejo del hidróxido de calcio en presentación de polvo, para mezclarse con un vehículo acuoso.



A)Hidróxido de calcio en polvo e incorporación de vehículo acuoso, B)Incorporación de elementos de forma vigorosa y lenta, C)Mezcla homogénea. Fuente: Federico Humberto Barceló Santana 2017 (11).

Se utiliza el hidróxido de calcio puro mezclado con agua destilada, formando una solución saturada cuya proporción de hidróxido de calcio es de 0.14 g , después de un determinado período de reposo, el líquido sobrenadante puede retirarse por intermedio de una jeringa tipo Luer, y el producto estará listo para ser usado (16).

La manera correcta de rellenar el conducto con pasta de hidróxido de calcio es utilizando una jeringa descartable o con una espiral de lentulo (12).

Para utilizar la jeringa descartable es necesario que la pasta tenga una consistencia fluida, la aguja se calibra a 3 o 4mm del tope apical, también debe lubricarse el interior de la jeringa con una gota de propilenglicol antes de colocar la pasta. La aguja se coloca a la profundidad deseada y se presiona con suavidad el émbolo, se retira la jeringa con lentitud hasta percibir el reflujo de la pasta en la cámara pulpar (12).

Cambio del hidróxido de calcio

El procedimiento consiste en retirar la pasta de Ca(OH)_2 del conducto y recolocar una pasta del mismo fármaco (12).

Se recomienda un cambio de pasta a los 15 días de su colocación, los aspectos clínicos a considerar es cambiar el medicamento en aquellos casos en que el hidróxido de calcio se encuentra en contacto con los fluidos tisulares, esta interacción puede causar una dispersión de la pasta o una alteración en su pH, un cambio de esta pasta puede restablecer la alcalinidad deseada (12).

En casos de exudación persistente, en donde existe dificultad para secar el conducto, se recomienda el cambio de esta sustancia en periodos cortos (12).

Tiempo de permanencia dentro del conducto radicular

La alcalinización de la dentina se produce en periodos de 1 a 7 días, otros registraron que en periodos mayores (7 a 30 días), este producto proporciona una desinfección más efectiva del conducto radicular. A partir de ello no queda claro cuál es el periodo mínimo necesario para utilizarlo como medicación temporal y ejerza un efecto antibacteriano apreciable (12).

El concepto de que la alcalinización de la dentina necesaria para la desinfección requiere de periodos de 7 a 30 días, tiene como contrapartida el riesgo de mantener el diente con una restauración provisional por plazos mayores (12).

La experiencia clínica aconseja concluir el tratamiento endodóntico lo más rápido posible. Con el objeto de conciliar el tiempo de permanencia, se recomienda el uso de la medicación temporaria entre sesiones con hidróxido de calcio por un periodo de 7 días. Como opción en casos con grandes lesiones periapicales o reabsorciones nítidas o ambas afecciones, este fármaco podrá dejarse por 30 días (12).

En Endodontica el Hidróxido de Calcio sirve como un auxiliar en la desinfección de los conductos radiculares contaminados (12).

Vehículos hidrosolubles antisépticos

Características ideales de un vehículo hidrosoluble

El añadido de sustancia al hidróxido de calcio tiene diversas finalidades: facilitar su uso clínico, mantener sus propiedades biológicas (pH altamente alcalino, disociación iónica), mejorar su fluidez e incrementar la radio opacidad, se considera que el vehículo ideal debe tener las siguientes propiedades (2):

- 1.-Permitir una disociación lenta y gradual de los iones calcio e hidroxilo.

- 2.-Permitir una liberación lenta en los tejidos, con una solución baja en sus fluidos.
- 3.-No tener un efecto adverso en su acción de favorecer la aposición de tejidos calcificados (2).

Diferentes tipos de vehículos hidrosolubles

ACUOSOS: El más usado es el agua, aunque también se ha empleado solución salina, solución de metilcelulosa, anestésicos y otras soluciones acuosas. Esta forma de preparación permite una liberación rápida de iones, solubilizándose con relativa rapidez en los tejidos y siendo reabsorbido por los macrófagos (2).

VISCOSOS: Se han empleado glicerina, polietilenglicol y propilenglicol con el objetivo de disminuir la solubilidad de la pasta y prolongar la liberación iónica (2).

OLEOSOS: Se han usado aceite de oliva, de silicona y diversos ácidos grasos, como el oleico y el linoleico, para retardar aún más la liberación iónica y permitir esta acción en el interior de los conductos radiculares durante períodos prolongados de tiempo sin necesidad de renovar la medicación (2).

En esta revisión de la literatura, estudiaremos dos vehículos hidrosolubles antisépticos y de tipo acuoso, como el hipoclorito de sodio y la clorhexidina.

El hidróxido de calcio durante un periodo breve (una semana) con intenciones antibacterianas, las pastas acuosas cumplen mejor su cometido, por la mayor facilidad para la liberación de iones, que las que usan un vehículos viscosos (2).

Cuando se requiere mantener la pasta por mucho más tiempo, por ejemplo en tratamientos como apicoformación o apicogenesis, algunos autores sugieren el uso de vehículos viscosos, como el propilenglicol o la glicerina, generan una óptima concentración antibacteriana de 2 semanas, y su efecto de inhibición de microorganismos es superior a diferencia de pastas mezcladas con vehículos

acuoso, además se mantiene durante bastante tiempo, pues a las 6 semanas solo se ha carbonatado en la zona apical un 10% y nada en el resto del conducto radicular (2).

En recientes investigaciones evaluaron la liberación de ion hidroxilo al ser mezclado con vehículos viscosos y encontraron que generan un menor pH alcalino, menos efecto antibacteriano, por este motivo se recomienda el uso de vehículos acuoso como medicación intraconducto. El mejor sistema para introducirlos en el interior de los conductos sigue siendo el léntulo (2).

Hipoclorito de sodio

El hipoclorito de sodio pertenece al grupo de los compuestos halógenados, su uso en odontología se inició en 1792, fue producida por primera vez y recibió el nombre de agua de javele. Este hipoclorito estaba constituido por una mezcla de hipoclorito de sodio y potasio. En 1820 se emplea el hipoclorito de sodio con el 2.5% de cloro activo, y se utilizaba para desinfectar heridas. En 1915 durante la primera guerra mundial el químico americano Dakin, propuso la solución de hipoclorito de sodio al 0.5% de cloro activo, neutralizado con ácido bórico al 0.4% (17). A lo largo de la historia ha sufrido modificaciones químicas para mejorar el efecto antimicrobiano sin lesionar los tejidos conjuntivos.

El Hipoclorito de sodio es un vehículo hidrosoluble antiséptico, en el campo endodóntico, tiene una actividad antimicrobiana de amplio espectro frente a microorganismos y biopelículas endodónticas, incluyendo aquellos difíciles de erradicar en los conductos radiculares, como las especies *Enterococcus*, *Actinomyces* y *Candida* (9).

El contacto de la solución de hipoclorito de sodio desnaturaliza la cadena proteica de los restos pulpares originando, subproductos llamados aminoácidos, sin

embargo las altas temperaturas y los valores extremos de pH son factores que interfieren en forma positiva con la desnaturalización de las proteínas componentes del tejido conjuntivo, además de los solventes orgánicos mezclables en agua, solutos como úrea y detergentes (18).

El NaOCl disuelve material orgánico como tejido pulpar y colágeno. Si se disuelve la porción orgánica del barrillo dentinario en NaOCl y se destruyen las bacterias del interior del conducto radicular principal, conductos laterales y túbulos dentinarios en contacto directo con el irrigante, en menor grado luego pueden eliminarse las endotoxinas (9).

Durante la terapia endodóntica, las soluciones de NaOCl se usan a concentraciones variables entre el 0.5 y el 6%. En bloques de dentina infectados, una solución de NaOCl al 0.25% fue suficiente para eliminar a *Enterococcus faecalis* en 15min; una concentración de NaOCl al 1% requirió una hora para eliminar a *Candida albicans*. En dientes extraídos infectados, estudios recientes demuestran que la aplicación de NaOCl al 6% y clorhexidina al 2% durante 1min fueron igualmente eficaces en la eliminación de microorganismos y estadísticamente significativamente superiores a MTAD y EDTA al 17% en la eliminación de infecciones por *Candida albicans* (9).

NaOCl se utiliza ampliamente en endodoncia como irrigante intraconducto en diferentes concentraciones. Diversos laboratorios realizaron investigaciones clínicas que han demostrado que NaOCl produce un desbridamiento químico y mecánico eficaz del sistema de conducto radicular, debido a sus propiedades, tales como su acción lubricante para instrumentación, capacidad antimicrobiana, actividad y disolución del tejido pulpar (19).

La disociación del ácido hipocloroso depende del pH y mantenimiento del equilibrio entre HOCl y OCl⁻, a pesar de que el HOCl se consume constantemente su función es germicida. Sin embargo, algunos microorganismos son resistentes al NaOCl, especialmente a niveles en bajas concentraciones, también se ha demostrado que

el NaOCl en altas concentraciones no es deseable por que es irritante a los tejidos periapicales. Por lo tanto, varios intentos se han hecho con el fin de encontrar otros irrigantes eficientes que proporcionan una acción antimicrobiana elevada con baja toxicidad (19).

Características físico-químicas del hipoclorito de sodio

Es importante identificar los factores que afectan la calidad de la solución de hipoclorito de sodio, principalmente considerando la estabilidad de la sustancia. El pH, el porcentaje de cloro, el almacenamiento y la temperatura son aspectos relevantes (17).

Propiedades antimicrobianas del Hipoclorito de sodio

Las propiedades que convierten al hipoclorito de sodio en la opción más adecuada como vehículo hidrosoluble son:

1. Buena capacidad de limpieza.
2. Poder antibacteriano efectivo.
3. Neutralizante de productos tóxicos.
4. Disolvente de tejido orgánico.
5. Acción rápida , desodorizante y blanqueante (12).

Es importante mencionar que la actividad del NaCl es intensa pero de corta duración, por esta razón se recomienda aplicar dentro del conducto radicular cada dos días para mejorar el efecto antimicrobiano (5).

Mecanismo de acción

El mecanismo de acción del hipoclorito de sodio comienza cuando tiene contacto con las proteínas tisulares, se forman nitrógeno, formaldehído y acetaldehído. Los enlaces peptídicos se rompen y se disuelven las proteínas. Durante el proceso del

hidrógeno los grupos amino (-HN-) son sustituidos por clorina (-NCL-) formando así la cloramina que desempeña un papel importante en eficacia antimicrobiana (5).

De modo que el tejido necrónico es disuelto y el agente antimicrobiano puede mejorar su enlace y limpiar las áreas infectadas.(5)

Degradación de la solución de hipoclorito de sodio

La solución de hipoclorito de sodio, al entrar en contacto con el agua, inicia el proceso de degradación (18).



Dando como resultado la formación de ácido hipocloroso e hidróxido de sodio, descrito a continuación:



El ácido hipocloroso es responsable, a partir de entonces, de la liberación de cloro en la forma de iones clorito (18).

Esté ácido es el principal responsable de la actividad bactericida del hipoclorito de sodio. Esto se debe a que el ácido hipocloroso, cuando está en un pH ácido, permanece en su forma no disociada (HClO) y de esa forma, permanece con su máximo potencial bactericida. Sin embargo esta posibilidad de utilizar un hipoclorito con un pH ácido, no es posible ya que la estabilidad química del cloro en esas condiciones es muy rápida, inviabilizando su utilización en odontología, lo que hace posible trabajar con un mínimo de pH -7 (18).



Resulta importante destacar otra importante reacción de degradación del hipoclorito de sodio, que se da cuando reacciona con los peróxidos (18).

Esto se debe al oxígeno liberado en esa reacción no es el conocido oxígeno naciente, sino un tipo de oxígeno electrónicamente activado u oxígeno molecular. Este oxígeno es extremadamente bactericida. Esta reacción puede ser observada clínicamente al reaccionar una solución de hipoclorito de sodio como el peróxido, es decir, con los geles como el Endo PTC o el RC Prep, lo que explica los resultados bactericida significativos (18).

Utilización del hipoclorito de sodio en endodancia

El hipoclorito de sodio principalmente se encarga de la disolución del tejido orgánico, como antimicrobiano. Las soluciones de hipoclorito de sodio pueden ejercer el mismo papel y obtener resultados equivalentes, en el aspecto microbiológico, al trabajarse con valores de pH determinado y tiempo aumentado (18).

Las soluciones de hipoclorito de sodio están condicionadas a disolver más tejido orgánico, si tuviera valores de pH aumentados, debido a que la soluciones con pH neutro tienen un potencial reducido. Las concentraciones elevadas al 5% se hacen innecesarias, y en soluciones con menores concentraciones con sus valores de pH de 11 tienen la capacidad de disolución del tejido orgánico más favorables (18).

Presentación comercial

Los compuestos halógenos utilizados en endodancia son las soluciones de hipoclorito de sodio en las siguientes concentraciones de cloro activo (17):

- a) Hipoclorito de sodio al 5%(soda clorada), al 2.5% (solución de Labarraque), al 1% y al 0.5%.

- b) Hipoclorito de sodio al 1% con 16% de cloruro de sodio (solución de Milton).
- c) Hipoclorito de sodio al 0.5% con ácido bórico para reducir el pH (solución de Dakin).
- d) Hipoclorito de sodio al 0.5% con bicarbonato de sodio (solución de Dausfrene) (17).

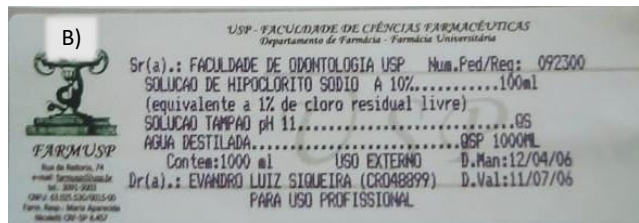
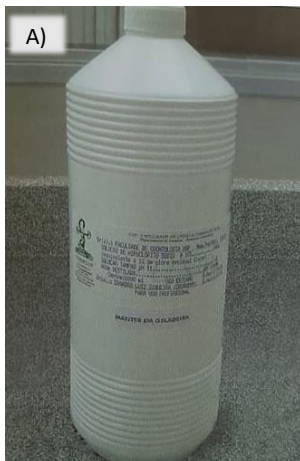
En endodoncia, las soluciones de hipoclorito de sodio se utilizan en bajas concentraciones, como la solución de Dakin de 0.5% de cloro activo, y la solución de Milton de 1% de cloro activo o en altas concentraciones, como la soda clorada con un porcentaje del 4 al 6% de cloro activo (12).

Las soluciones de hipoclorito de sodio de bajas concentración como la de Dakin y Milton tienen menor acción agresiva sobre los tejidos periapicales y pueden utilizarse durante el tratamiento en dientes vitales (12).

La solución de hipoclorito de sodio con pH elevado alrededor de 11 a 12%, es más estable y la liberación de cloro es más lenta. A medida que se reduce el pH de la solución, sea por ácido bórico o por bicarbonato de sodio (solución de Dausfrene), la solución queda muy inestable y la pérdida de cloro es más rápida. Eso significa que el tiempo de vida útil de la solución es pequeño, la luz solar y la temperatura elevada provocan la liberación de cloro dejando la solución ineficaz (17).

La utilización de altas concentraciones de cloro en soluciones de hipoclorito de sodio se justifican en la medida que la actividad bacteriana se vuelve más eficaz, sin embargo la respuesta inflamatoria del tejido conjuntivo ha sido causa de innumerables accidentes ocurridos con la extravasación de esas soluciones altamente concentradas generando necrosis de los tejidos, edemas y sintomatología dolorosa posoperatoria al tratamiento (imagen 2 y 3) (18).

Imagen 2 y 3. Solución de hipoclorito de sodio.



A) Solución de hipoclorito de sodio al 1%, pH = 11, B) Rótulo de la solución de hipoclorito de sodio.
Fuente: Manoel Eduardo de Lima Machado 2009 (18).

Clorohexidina

Esta sustancia posee un espectro muy amplio de actividad antimicrobiana, tiene un efecto prologado y es muy poco tóxica. Una solución de clorohexidina al 2% tiene un efecto antimicrobiano parecido al de una solución de NaOCl al 5.25% y es más eficaz frente a *Enterococcus faecalis*. El NaOCl y la clorohexidina tiene efectos antimicrobianos sinérgicos (4).

Este medicamento presenta un alto índice de éxito en cuanto a la eliminación de bacterias bucales contemplando un amplio espectro, desde las aerobias hasta las anaeróbicas, pasando por las facultativas, entre las que podríamos destacar a *P. nigrescens*, *Fusobacterium nucleatum*, *S. Sobrinus*, *Micrococcus luteus*, *P. endodontalis*, *P. gingivalis*, *P. intermedia*, *S. mutans*, *S. sanguis* y *A. israeli* (18).

La clorhexidina se ha utilizado en forma de gel en porcentajes variables de 0.12 a 5%, debido a su amplio espectro y su capacidad de adsorción hasta 5 días después de su aplicación también se indica como medicamento intraconducto (12).

Una desventaja de la clorhexidina es que no disuelve el tejido necrótico ni elimina el barrido dentinario (4).

Modo de uso

La clorhexidina se recomienda como medicación intraconducto en los retratamientos. Presenta buena difusión a través de los túbulos dentinarios, y es fácil de introducir y retirar del conducto (12).

Su empleo como irrigante endodóntico se basa en su efecto antimicrobiano eficaz y duradero, que procede de la unión a la hidroxiapatita. Sin embargo, no se ha demostrado que proporcione ventajas clínicas sobre el NaOCl. De hecho, un estudio de desinfección in situ no sugiere ningún efecto aditivo en la flora endodóntica habitual (9).

La clorhexidina es utilizada en recubrimiento pulpar directo debido a su capacidad de homeostasis y baja toxicidad en el que se consigue atenuar la agresividad de algunos sistemas adhesivos (18).

Otras indicaciones de la clorhexidina es enjuagues para minimizar la contaminación en los postoperatorios de las cirugías endoperiodontales, y también en la irrigación previa para el reimplante en dientes avulsionados (18).

Propiedades físico-químicas

1.-Efecto bactericida y bacteriostático:

Efecto bactericida: en altas concentraciones la clorhexidina induce la precipitación o coagulación del citoplasma celular. La actividad antimicrobiana de la clorhexidina se debe a que es absorbida por la pared celular causando rotura y pérdida de los componentes celulares (18).

2.-Efecto bacteriostático: en bajas concentraciones, sustancias de bajo peso molecular, como el potasio y el fósforo pueden disgregarse ejerciendo un efecto bacteriostático. Este efecto ocurre debido a la lenta liberación de la clorhexidina. Se ha dicho que el efecto bacteriostático de la clorhexidina es de mayor importancia que el efecto bactericida (18).

3.-Actividad antimicrobiana de amplio espectro:

Es eficaz contra microorganismos gram positivos, gram negativos, levaduras, aerobios o anaerobios y facultativos; los de mayor susceptibilidad son estafilococos, estreptococo mutans, S. salivarius, bacterias coli; con susceptibilidad mediana el estreptococo sanguis y con baja Kleilsella. Los microorganismos anaerobios aislados más susceptibles son bacterias propiónicas y los menos cocos gramnegativos y Veillonella (18).

3.-Sustantividad (efecto residual):

El gluconato de clorhexidina es adsorbido por la hidroxiapatita de la superficie dental y las proteínas salivales y es subsecuentemente liberado cuando disminuye la cantidad del mismo en el medio bucal (18).

La CHX adsorbida se libera gradualmente en 8-12 horas de forma activa. Tras 24 horas, aún pueden recuperarse concentraciones bajas de CHX, lo que evita la colonización de bacterias durante ese tiempo (18).

Su alta sustentividad es debida a que se adsorbe rápidamente por la superficie bacteriana, gracias a su pH neutro y ligeramente alcalino. Se une a las bacterias de la placa, al esmalte dental, a la película adquirida que cubre el diente y lentamente va liberándose, produciendo efectos negativos en el citoplasma bacteriano e imposibilitando la supervivencia de los patógenos (18).

Propiedades antimicrobianas de la Clorhexidina

La clorhexidina en solución o gel está siendo utilizado en endodoncia como irrigante y medicación intrarradicular debido a su alto poder antimicrobiano, baja citotoxicidad y por su efecto se puede mantener por varias horas activo, después de su aplicación (18).

En altas concentraciones como al 2% tiene un efecto bactericida, y en concentraciones menores como 0.12% es bacteriostático y ese efecto es mantenido durante 48 a 72 horas, después de su aplicación debido a su sustantividad, es decir, tiene un excelente efecto residual (18).

Específicamente la actividad antimicrobiana de la clorhexidina al 2% es de 6 a 72 horas, es significativamente mayor que al utilizar concentraciones menores, sin embargo se conoce que en concentraciones del 1% es capaz de inhibir el crecimiento de las cepas, exceptuando la de los *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans* (18).

La capacidad bacteriana de la clorhexidina puede ser comparada con la del hipoclorito de sodio, siendo una opción en casos de conductos contaminados, principalmente en pacientes con hipersensibilidad al hipoclorito de sodio (18).

Mecanismo de acción

Su mecanismo de acción se relaciona con la lisis de la membrana celular. En relación con el lipopolisacárido (LPS) bacteriano, la acción de este medicamento es bastante semejante a la encontrada en el hipoclorito de sodio, no logrando inactivar por completo el aminoácido de conductos infectados por este componente (18).

La clorhexidina es un antiséptico que, en virtud de la interacción de su carga positiva (catiónica) con la carga negativa (aniónica) de los grupos fosfato de la pared celular bacteriana, es adsorbida a la superficie bacteriana y altera el equilibrio osmótico de la célula, lo que causa la liberación de los componentes intracelulares (12).

Clorhexidina con hidróxido de calcio.

Asociada al hidróxido de calcio, con el cual forma una pasta de pH cercano a 13, ha mostrado una acción antimicrobiana superior a las pastas de hidróxido de calcio con vehículos inactivos biológicamente (12).

La técnica para la colocación de la pasta de hidróxido de calcio con clorhexidina al 2%, consiste en rellenar el conducto radicular una vez que fue conformado y seco, con un periodo de permanencia de 7 a 30 días (12).

No se aconseja el uso de clorhexidina en conductos que hayan sido irrigados durante la preparación mecánica con hipoclorito de sodio, ya que el contacto con estos dos productos provoca la aparición de un precipitado de color naranja y de grumos que pueden quedar adheridos a las paredes del conducto (12).

Algunos investigadores descubrieron que la CHX tenía efectos antibacterianos significativamente mejores que el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ cuando se probó en cultivos. Se dispone de combinaciones de CHX y $\text{Ca}(\text{OH})_2$ que muestran actividad antimicrobiana contra los anaerobios estrictos; la combinación aumenta el efecto antibacteriano de cualquiera de los dos medicamentos contra ciertas especies (9).

Presentaciones comerciales

Este medicamento puede ser presentado como solución o como gel, en concentración al 0.12% o más comercial al 2%. Su característica más prominente para recomendar su uso como medicación intrarradicular es la sustentividad (18).

Conclusiones

La dentina esta compuesta por túbulos dentinarios llenos de prolongaciones de odontoblastos, cuando el tejido pulpar se infecta por bacterias, la limpieza del contenido de estos túbulos reviste de importancia para que se alcance el éxito de la terapia endodóntica, por ello se necesita utilizar soluciones auxiliares antisépticas y medicamentos intraconductos.

El hidróxido de calcio es un fármaco ampliamente usado en endodoncia, indicado como medicamento intraconducto debido a su efecto bacteriostático, ocasiona la liberación de los iones de calcio e hidroxilo, estos promueven una alcalinidad en el área de acción, invirtiendo el pH del medio inflamado, notoriamente ácido con ello afecta la condiciones de crecimiento bacteriano. El alto pH de la pasta de hidróxido de calcio es el responsable del efecto destructivo sobre las membranas celulares bacterianas y las proteínas estructuradas. Pocas bacterias sobreviven a un pH 12.5 cualidad de este medicamento.

El vehículo añadido a las pastas de hidróxido de calcio asume un papel coadyudante, debe ser hidrosoluble y antiséptico con la capacidad y velocidad de disociación, difusión y relleno, por ejemplo: el hipoclorito de sodio al 5.25% y la clorhexidina al 2%.

El hipoclorito de sodio tiene propiedades físico-químicas utilizadas en Endodoncia; permite eliminar las bacterias por bacteriólisis, tiene una acción desodotizante favorable en tratamientos de necrosis pulpar, una acción aclarante, y una acción sobre las proteínas y saponificación lo cual permite remover cualquier residuo bacteriano o de materiales dentales no deseados en el interior del conducto.

El vehículo hipoclorito de sodio necesita tener un pH 0.9, para presentarse de forma equilibrada o neutra y con ello aumentar su poder bactericida, para después ser mezclado con el hidróxido de calcio. El efecto que genera en contacto con la materia orgánica es una reacciones químicas de neutralización de aminoácidos y reacción de cloraminación. El NaOCl disuelve materia orgánica y de grasas, transformando esos ácidos grasos en sales de ácidos grasos (jabón) y glicerol (alcohol), que reduce la tensión superficial de la solución remanente generando una reacción más llamada saponificación.

La clorhexidina también conocida como gluconato de clorhexidina, es un detergente catiónico con actividad antimicrobiana de amplio espectro. La clorhexidina en altas concentraciones tiene un efecto bactericida y en bajas concentraciones su efecto es bacteriostático, la ventaja es que su efecto es mantenido durante varias horas (48-72hrs), debido a su excelente sustantividad, es decir tiene un efecto residual.

La clorhexidina a pesar de sus cualidades antimicrobianas no disuelve el tejido necrótico, no elimina el barrido dentinario, pero su actividad antimicrobiana es más eficaz frente a microorganismos como *Enterococcus faecalis* y tiene un menor grado de toxicidad en comparación con el NaOCl.

El vehículos hidrosoluble coayuvante de hipoclorito de sodio al 5.25% y clorhexidina al 2% tienen un efecto antimicrobiano parecido y el tiempo de alcalinización de la

dentina con el uso de cualquiera de los dos vehículos, se produce en periodos de 1 a 7 días, otros registraron que en periodos mayores (7 a 30 días), después de este periodo el hidróxido de calcio pierde sus propiedades bactericidas.

La solución de hipoclorito de sodio en concentraciones de 5.25% puede ocasionar lesiones periapicales, debido a su alto porcentaje de concentración, sin embargo la clorhexidina es noble con los tejidos periapicales en concentraciones del 2%, es decir, es ideal en casos de periodontitis apical.

El vehículo hidrosoluble de hipoclorito de sodio al 5.25% añadido al hidróxido de calcio, genera un efecto antimicrobiano y un efecto mineralizador.

La clorhexidina al 2% añadido al hidróxido de calcio, genera un efecto antimicrobiano poco eficiente en bacterias gram negativas, sin embargo, su capacidad bactericida de microorganismos gram positivas es alto en comparación con el hipoclorito de sodio al 5.25%.

En dientes que requieren un retratamiento endodóntico o se encuentran sobreobturados y presentan un proceso infeccioso, es recomendable utilizar el medicamento intraconducto de hidróxido de calcio con clorhexidina al 2%, para evitar la irritación de tejidos periapicales y obtener un efecto antimicrobiano, se recomienda hacer un cambio del medicamento auxiliar cada 72 horas posteriores a su colocación.

En dientes con procesos infecciosos crónicos y tejido pulpar necrótico, se recomienda utilizar como medicamento intraconducto el hidróxido de calcio con

hipoclorito de sodio al 5.25%, y hacer cambio del medicamento auxiliar cada 48 horas posteriores a su colocación.

El hidróxido de calcio por si mismo tiene un efecto bacteriostático, pero requiere un vehículo hidrosoluble para formar una pasta de hidróxido de calcio y poder utilizarlo como medicamento intraconducto, los dos vehículos estudiados son alternativas con efecto antimicrobiano similar, pero en tejidos periodontales ocasionan diferente grado de toxicidad, es por ello que se requiere identificar las características y cualidades de cada elemento para utilizar de manera clínica, la mejor alternativa.

Referencias bibliográficas

1. Ingle Bakland. ENDODONCIA. quinta edición. México: Mc Graw Hill; 2004.
2. Carlos Canalda Sandi, Esteban Brau Aguade. ENDODONCIA ,técnicas clínicas y bases científicas. tercera edición. Elsevier Masson; 2014.
3. Kenneth M. Hargreaves, Stephen Cohen. Vías de la pulpa. 9°. España: Elsevier Mosby; 590–613 p.
4. Mahmoud Torabinejad, Richard E. Waltón. ENDODONCIA ,PRINCIPIOS Y PRACTICA. 4°. Vol. capítulo 1. Elsevier; 2010. 1 p.
5. R. Nages, War Rao. endodoncia avanzada. 2011a ed. AMOLCA; 2013.
6. Mahmoud Torabinejad, Richard E. Walton. Endodoncia, principios y practicas. 4° edición. Elsevier; 220–223 p.
7. Sjögren U, Figdor D, Sundqvist G, Spångberg L. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short- term intracanal dressing. mayo de 1991;
8. Lambrianidis T, Margelos J, Beltes. Removal efficiency of calcium hidroxide dressing from the root canal. el 1 de febrero de 1999;25(numero 2):85–8.
9. Kenneth M, Stephen Cohen. Cohen’s Pathways of the pulp. décima edición. Elsevier Mosby; 2011.
10. Shirley X. Arteaga-Espinoza. Observaciones acerca del uso del hidróxido de calcio en la endodoncia. 1 de enero del 2018. vol.4:352–61.
11. Federico Humberto Barceló Santana, Jorge Mario Palma Calero. Materiales dentales. 5°. México: trillas; 2017.
12. Ilson José Soares. ENDODONCIA, técnicas y fundamentos. segunda edición. Médica Panamericana; 2012.
13. Soares IJ, Goldberg F. Endodoncia. Técnica y fundamentos. 1°,ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2002. 128–139 p.
14. Safavi KE, Nichols FC. Effect of calcium hydroxide on bacterial lipopolysaccharide. el 1 de febrero de 1993;19(número 2):76–8.

15. Wadachi R, Araki K, Suda H. Effect of calcium hydroxide on the dissolution of soft tissue on the root canal wall. el 1 de mayo de 1998;24(número 5):326–30.
16. Mario Roberto Leonardo. Endodoncia tratamiento de conductos radiulares principios técnicas y biológicos. Vol. uno. artes medicas latinoamericanas; 479 p.
17. Carlos Estrela. Ciencia Endodóntica. 1° edición. Brasil: Latinoamericana; 2005.
18. Manoel Eduardo de Lima Machado. ENDODONCIA de la Biología a la Técnica. Año 2009. AMOLCA;
19. Caio C. R. FERRAZ, Brenda P. F. A. GOMES, Alexandre A. ZAIA, Fabrício B. TEIXEIRA, Francisco J. SOUZA-FILHO. Comparative Study of the Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine Gel, Chlorhexidine Solution and Sodium Hypochlorite as Endodontic Irrigants. Key Words: chlorhexidine gel, endodontics, antimicrobial activity, irrigants.