



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**EL MANEJO DE HIDRÓXIDO DE CALCIO CON
DIFERENTES VEHÍCULOS**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

GEORGINA MARTÍNEZ LAGUNAS

DIRECTORA: C.D. ALEJANDRA RODRÍGUEZ HIDALGO

MÉXICO D. F.

JUNIO 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos y Dedicatorias

*A la Universidad Nacional Autónoma
de México*

*Por haberme permitido
estudiar en sus instalaciones
por que fue en ella donde aprendí
todos mis conocimientos, el deseo
árdido de seguir superándome y conocí
a mis mejores amigos.*

A mis Profesores

*Gracias por haber compartido sus
conocimientos y su tiempo conmigo en
especial a la Dra. Alejandra
Rodríguez ya que sin su ayuda y
apoyo este sueño no lo hubiera
alcanzado, al Dr. Justo Zapata por
haberme permitido estar en el
seminario y a todos los profesores que
conocí durante la carrera.*

A dios

Por haberme permitido estar aquí y por darme a los mejores padres de los cuales estoy orgullosa.

A mis padres

Por darme siempre su apoyo y amor por estar a mi lado cuando los he necesitado, por todas sus palabras de aliento, éste logro es para ustedes.

A mi hermana

Por compartir mis penas y alegrías, por ser la mejor hermana y amiga muchas gracias.

A mi novio

Por formar parte de mi vida, por ser mi confidente, mi amigo, por todo tu apoyo y comprensión, te quiero.

A mis amigos

A todos los que compartieron una parte de ellos conmigo, en especial a Laura, Jessica y Belén, gracias por su amistad.

EL MANEJO DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO CON DIFERENTES VEHÍCULOS

ÍNDICE TEMÁTICO

INTRODUCCIÓN	I
1. Características Químicas del hidróxido de calcio	2
2. Características citológicas de la microbiota endodóntica.	5
3. Mecanismo de acción.	6
4. Hidróxido de calcio y las infecciones endodónticas.	10
5. Hidróxido de calcio como medicación intraconducto con varios vehículos.	16
5.1 Acuosos.....	18
5.1.1 Agua.	18
5.1.2 Anestesia.....	19
5.1.3 Suero fisiológico.	20
5.1.4 Clorhexidina.....	20
5.1.5 Paramonoclorofenol.....	22
5.1.6 Paramonoclorofenol alcanforado.	22
5.2 Viscosos.....	23
5.2.1 Propilenglicol.....	23
5.2.2 Polietilglicol.....	23
5.2.3 Glicerol	23
5.2.4 Glicerina.	24
5.3 Revisión Bibliográfica	24
5.4 Puntas de hidróxido de calcio.	32
5.5 Ultracal®.....	35
Conclusiones.	37
Glosario.	40
Referencias bibliográficas.	41

INTRODUCCIÓN

El proceso de desinfección en Endodoncia ha sido investigado en varios aspectos, en donde se ha aceptado que uno de los factores condicionantes considerado como prerrequisito para la instalación de la patología pulpar y periapical, es la presencia de microorganismos. La determinación y el conocimiento de los microorganismos predominantes en los conductos radiculares infectados representan un factor decisivo en la selección del proceso de control microbiano. ⁽¹⁾

La eliminación de microorganismos de conductos radiculares infectados y con periodontitis apicales ha sido una constante preocupación, demostrada por investigaciones que estudiaron la microbiota endodóntica, la eficacia de la instrumentación mecánica, la influencia de la irrigación, de la medicación intraconducto y sistémica en busca de alternativas de tratamiento antimicrobiano para esta patología. ⁽¹⁾

Asociado a estos microorganismos presentes en las infecciones endodónticas, se observa que la morfología de la cavidad pulpar impone dificultades, lo que hace complejo el acceso a un adecuado control microbiano. La acción terapéutica de las sustancias antimicrobianas como auxiliares en la preparación del conducto radicular, ha exigido determinado tiempo para expresar mayor efectividad. Se observa que por contacto directo con los microorganismos presentes en la luz del conducto radicular, la efectividad antimicrobiana de una sustancia química irrigadora es adecuada para reducir la población microbiana, además de facilitar el vaciamiento a partir de la disolución de tejido, como ocurre con el hipoclorito de sodio. Pero, si lo que necesitamos es una acción sobre los microorganismos que alcanzaron y están alojados en el interior de los conductos radiculares, en las ramificaciones dentinarias y en los espacios vacíos, presentes en áreas del

cemento apical, se necesita optar por una medicación intraconducto que pueda actuar a distancia y por largo tiempo.⁽¹⁾

El foco de atención para la eliminación microbiana está basado en las condiciones determinantes de su crecimiento y multiplicación, tales como: pH, temperatura, presión osmótica, concentración de oxígeno, concentración de dióxido de carbono y concentración de sustrato, estableciendo uno de los requisitos en la selección del medicamento intraconducto. ⁽¹⁾

La neutralización de todas las formas de agresión microbiana en el conducto radicular y en la región periapical, valora la desinfección del sistema de conductos radiculares, lo cual, ha sido relegado a la fase de preparación del conducto (vaciamiento y preparación de la forma del conducto y la neutralización de microorganismos). ⁽¹⁾

Es por ello que surge la necesidad del uso de una medicación intraconducto, con indicaciones en diferentes momentos: manutención de la desinfección obtenida durante el tratamiento del conducto en condiciones de vitalidad pulpar, control de microorganismos que resistieron a la fase de la preparación de conductos infectados; control de reabsorciones radiculares; ayuda en el control de exudados persistentes; tratamiento de lesiones periapicales extensas y perforaciones radiculares. ^(1, 2)

La evolución de los estudios de la microbiota endodóntica permitió identificar los principales microorganismos presentes en las infecciones. Se sabe que estas infecciones son mixtas, con predominio de bacterias anaerobias Gram-negativas. ⁽¹⁾

A pesar de la gran reducción de microorganismos observada después de concluir el proceso de modelado, la necesidad de medicación intraconducto

entre sesiones es significativa, por su acción antimicrobiana y por favorecer el proceso de reparación del tejido. (1)

Ante estos aspectos, la selección de medicación intraconducto presenta como referencias tres parámetros principales, siendo uno dependiente de su potencial antimicrobiano, otro dependiente de su histocompatibilidad y el último relacionado con la capacidad de estímulo de los tejidos del huésped, con el objeto de favorecer la reparación del tejido. De este modo, se debe considerar: el conocimiento de la microbiota endodóntica infección primaria, secundaria o persistente; el mecanismo de acción de la medicación intraconducto; la efectividad antimicrobiana – tiempo de acción, el alcance en la masa dentinaria, la resistencia microbiana y la compatibilidad biológica. (1)

El hidróxido de calcio es la medicación intraconducto más utilizada en el mundo desde su introducción por Hermann en 1920. Se cree que su representativo destaque entre los fármacos endodónticos se expresa debido a importantes propiedades, entre ellas: inhibición de enzimas bacterianas a partir de la acción a nivel de membrana citoplasmática, la cual conduce al efecto antimicrobiano y la activación enzimática del tejido, que motiva el efecto mineralizador. (1, 2)

Como es sabido el hidróxido de calcio ha sido mezclado con diferentes vehículos (acuosos y no acuosos) en busca de aquel que nos permita obtener todos los beneficios que este medicamento nos brinda.

Y es por ello que en este trabajo de revisión bibliográfica, hablaremos del comportamiento del hidróxido de calcio utilizado con diferentes vehículos como medicación intraconducto.

1. HIDRÓXIDO DE CALCIO, CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Para comprender las propiedades biológicas y antimicrobianas del hidróxido de calcio, es necesario hablar de sus características químicas.

El hidróxido de calcio se constituye una base fuerte, con un pH aproximado de 12.6, es poco soluble en agua. Esta propiedad representa una ventaja clínica ya que, cuando se pone en contacto con los tejidos del organismo, se solubiliza en ellos de forma lenta. (1, 2) fig. 1



Fig. 1. Polvo de hidróxido de calcio

Se obtiene a partir de la calcinación del carbonato de calcio, hasta su transformación en óxido de calcio (cal viva). Con la hidratación del óxido de calcio se llega al hidróxido de calcio. (1, 2)



Es un compuesto altamente inestable, puesto que al entrar en contacto con el dióxido de carbono regresa a su estado de carbonato de calcio. Por ello, se recomienda que sea almacenado en un frasco de vidrio bien cerrado. (2)

Las propiedades del hidróxido de calcio derivan de su disociación iónica en iones de calcio e iones de hidroxilo, siendo que la acción de esos iones sobre los tejidos y las bacterias explica sus propiedades biológicas y antimicrobianas. (2)

Estrela & Perse analizaron químicamente la liberación de iones hidroxilo e iones de calcio de pastas de hidróxido de calcio con vehículos con características ácido-base diferentes en presencia del tejido conjuntivo subcutáneo de perro. Los valores de los porcentajes de iones de hidroxilo e iones de calcio en los periodos de 7, 30, 45 y 60 días, indicaron mayor liberación iónica para las pastas con vehículos hidrosolubles acuosos (solución fisiológica y anestésica), comparado a los valores de la pasta con vehículo hidrosoluble viscoso (propilenoglicol 400) (1) Gráfica 1 y 2



(1) Gráfica 1 Liberación de iones de calcio



(1) Gráfica 2 Liberación de iones de hidroxilo

Varias investigaciones han evidenciado la participación activa de los iones de calcio del hidróxido de calcio en mineralizaciones (barrera dentinaria) osteocementarias (sellado biológico apical) en los conductos radiculares y en otras áreas envueltas en mineralización. (1)

La importancia de los iones de calcio del hidróxido de calcio, es que pueden reducir la permeabilidad de nuevos capilares en tejido de granulación de dientes despulpados, disminuyendo la cantidad de líquido intercelular. Una alta concentración de iones de calcio puede activar la aceleración de la pirofosfatasa, del grupo de las fosfatasas, que constituye una función importante en el proceso de mineralización reduciendo la permeabilidad. (1)

Pashley et al. Estudiaron el efecto del hidróxido de calcio en la permeabilidad dentinaria, observando que si la concentración de iones calcio aumentaba en el interior del conducto radicular, éste bloqueo físico causaba la reducción de la permeabilidad dentinaria mejorando el sellado. (1, 6)

Tronstad et al. Analizaron la difusión de iones de hidroxilo del hidróxido de calcio a través de los conductos radiculares y el posible aumento del pH en los tejidos. (1)

La presencia de iones calcio es necesaria para la actividad del sistema complemento en la reacción inmunológica, y la abundancia de iones calcio activa la ATPasa (adenosina trifosfatasa) calcio dependiente, la cual esta asociada a la formación de tejido duro. (1)

Nerwich y cols. Estudiaron los cambios de pH en la dentina radicular de los dientes humanos extraídos, durante 4 semanas, después de la

utilización de hidróxido de calcio como medicación intraconducto. Concluyeron que esta sustancia requiere de 1 a 7 días para alcanzar la dentina radicular externa y que, en el tercio cervical, se observó valores más altos de pH comparados con el tercio apical. ⁽¹⁾

2. CARACTERÍSTICAS CITOLÓGICAS DE LA MICROBIOTA ENDODÓNTICA

Un aspecto esencial para el conocimiento de los mecanismos de acción del hidróxido de calcio, es la comprensión de algunas estructuras de las células bacterianas. ⁽¹⁾

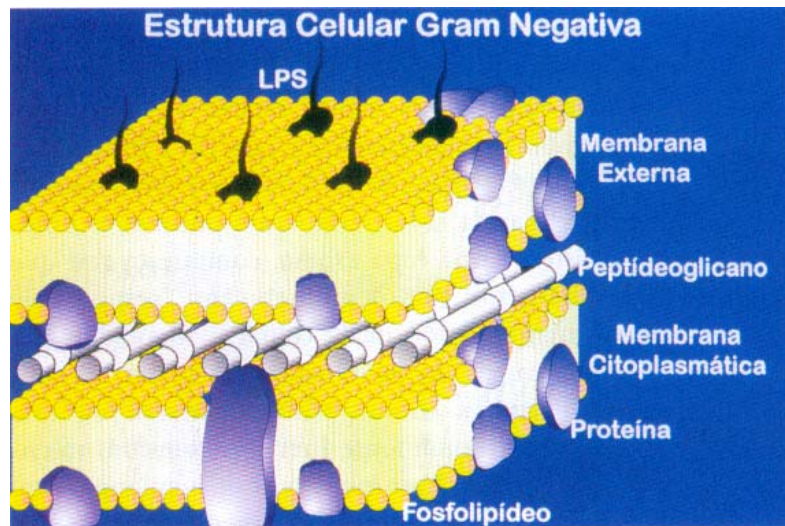
En su mayoría los microorganismos que intervienen en las infecciones endodónticas son gram-negativos anaerobias. ⁽¹⁾

La estructura de la célula gram-negativa es compleja, la pared celular está compuesta por una capa de peptidoglucano y otros tres componentes que la envuelven externamente: lipoproteína, membrana externa y lipopolisacárido.

(1) Fig. 2

- Peptidoglucano: Situado en el espacio periplásmico, localizado entre la membrana citoplasmática (interna) y membrana externa, donde también se encuentran enzimas hidrolíticas (fosfatasa, proteasa) que facilitan la nutrición bacteriana y enzimas que inactivan ciertos antibióticos.
- Lipoproteína: su función es estabilizar la membrana externa y anclarla a la capa de peptidoglucano.
- Membrana externa: Es una doble capa que contiene fosfolípidos 20% a 25% y proteínas 45% a 50% y presenta en su capa externa el lipopolisacárido 30%. Entre sus funciones, representa una barrera molecular, previniendo ó dificultando la pérdida de proteínas periplasmáticas y el acceso de enzimas hidrolíticas y ciertos antibióticos al peptidoglucano y participa en la nutrición bacteriana.

-
-
- Lipopolisacárido: Consiste en un lípido tipo A (endotoxina), representa un expresivo factor de virulencia, determinando efectos biológicos que resultan en la amplificación de las reacciones inflamatorias. (1)



(1) Fig. 2 Estructura de las bacterias gramnegativas

3. MECANISMO DE ACCIÓN

A partir del conocimiento químico del hidróxido de calcio y de algunas características de la citología bacteriana, se puede hablar del mecanismo de acción de este fármaco sobre las bacterias y sobre los tejidos, que constituye el fundamento básico para la selección de cualquier medicamento intraconducto.

Las sustancias antimicrobianas del grupo de los antibióticos causan dos tipos de efectos sobre los microorganismos: inhiben el crecimiento o la reproducción o inducen la inactividad celular. Estos efectos se expresan en la síntesis de la pared, en la estructura de la membrana, la síntesis de proteínas, replicación cromosómica y metabolismo intermedio. Por ello es importante analizar el efecto del pH sobre el crecimiento, el metabolismo y la división celular. ⁽¹⁾

El aumento de pH induce a la actividad enzimática de las bacterias para que ésta sea inhibida. El pH interno de las bacterias es diferente al pH externo, siendo que internamente su valor oscila alrededor de la neutralidad. ⁽¹⁾

También se considera la existencia de un gradiente de pH a través de la membrana citoplasmática, que es responsable de producir energía para el transporte de nutrientes al interior de la célula. Este gradiente puede ser afectado por el cambio en el pH del medio, influenciando el transporte químico a través de la membrana. ⁽¹⁾

El metabolismo celular depende del pH para la actividad enzimática, altera el sustrato y afecta el crecimiento y la proliferación celular.

Los efectos antibacteriales del hidróxido de calcio sobre las bacterias ocurren por los siguientes mecanismos:

- *Daño a la membrana citoplasmática.*

La pérdida de la integridad de la membrana puede ser observada a través de la destrucción de ácidos grasos insaturados o fosfolípidos. El efecto del elevado pH del hidróxido de calcio, influenciado por la liberación de iones hidroxilo, es capaz de alterar la integridad de la membrana citoplasmática mediante agresiones químicas a los componentes orgánicos, transporte de nutrientes o mediante destrucción de fosfolípidos de la membrana. (1, 2)

- *Desnaturalización proteica:*

La alcalinización producida por el hidróxido de calcio induce el rompimiento de los enlaces iónicos de la estructura terciaria de las proteínas. Esto tiene como consecuencia que muchas enzimas pierdan su actividad biológica, alterando el metabolismo celular. Los iones hidroxilo también pueden causar daño estructural a las proteínas. (1, 2)

- *Daño al DNA:*

Los iones hidroxilo reaccionan con el DNA bacteriano induciendo la separación de las cadenas, inhibiendo la replicación celular y la pérdida de genes. (1, 2)

Otra forma de acción antimicrobiana del hidróxido de calcio, es su efecto sobre el lipopolisacárido (LPS) bacteriano, en donde los iones hidroxilo pueden hidrolizar el LPS presente en la pared celular de las bacterias. (1, 7)

Safavi y cols. Evaluaron la alteración de las propiedades biológicas de los LPS bacterianos mediante el tratamiento con hidróxido de calcio, y observaron que existía pérdida de ácidos grasos requeridos por los LPS, lo

que produce ruptura de los enlaces de ácidos grasos, logrando así, que pierden los LPS sus propiedades biológicas. (2)

Se ha sugerido que la habilidad del hidróxido de calcio de absorber dióxido de carbono, puede contribuir a esta actividad antibacteriana. Las bacterias localizadas en las ramificaciones tienen un acceso directo al dióxido de carbono de los tejidos periradiculares, es por esta razón que se considera que el hidróxido de calcio impide el aporte de dióxido de carbono a la bacteria. (2)

Se ha reportado que los microorganismos anaerobios son capaces de soportar pH de 9 y algunas sobreviven a un pH de 11.5, demostrando así que el hidróxido de calcio solo tiene la capacidad de destruir bacterias cuando es capaz de mantener su pH dentro del conducto radicular. Los cambios en el contenido de gas dentro de los conductos causados por el hidróxido de calcio pueden eliminar bacterias inclusive en ausencia de contacto directo. (3)

Todo esto contribuye a entender que para que el hidróxido de calcio pueda expresar las propiedades deseables, su pH debe mantenerse lo mas elevado posible.

Otro aspecto importante es resaltar la ineficacia del hidróxido de calcio para penetrar a los túbulos dentinarios, y su explicación se basa en que la dentina presenta un sistema buffer, que mantiene estable el pH, por inactivación de iones OH⁻ (2)

La alta tensión superficial del hidróxido de calcio no le permite entrar en los túbulos dentinarios. Esto ha hecho, que se intente mezclar el hidróxido de calcio con un gran número de vehículos, por dos razones principalmente, la

primera, modificar su tensión superficial y la segunda, prolongar la liberación de iones. (2)

El hidróxido de calcio no solo cumple la función antibacterial sino también, contribuye en la disolución de tejidos, sellado del conducto y como agente mineralizador.

Wadachi y cols. Evaluaron la disolución del tejido blando en varios grupos experimentales que fueron tratados con hipoclorito de sodio, hidróxido de calcio o una combinación de ambos. Observaron que la remoción del tejido fue efectiva con el hipoclorito de sodio al 6% por más de 30 segundos o con la medicación de hidróxido de calcio por 7 días; y la combinación de ambas fue la más efectiva. Por lo que concluyen que el hidróxido de calcio como medicación intraconducto es efectivo en la remoción del tejido remanente de las paredes del conducto. (1)

Porkaew y cols. Comprobaron experimentalmente que el empleo de una medicación temporal con una pasta de hidróxido de calcio en solución acuosa, mejoraba el sellado apical conseguido en la posterior obturación de los conductos. (5, 7)

El hidróxido de calcio se ha utilizado en el interior de los conductos con la intención de favorecer la aposición de tejidos calcificados que obliteren el orificio apical, especialmente cuando el ápice está incompletamente formado, para favorecer la reparación periapical en los casos de periodontitis apical crónica o posibles lesiones quísticas, y para prevenir la resorción inflamatoria radicular. (1)

Holland y cols. Analizando la influencia de las reabsorciones a causa del tratamiento endodóntico, postularon que el efecto del hidróxido de calcio

como medicación intraconducto en dientes portadores de lesiones periapicales, puede favorecer la reparación permitiendo una obturación convencional de los conductos radiculares. (1)

4. EL HIDROXIDO DE CALCIO Y LAS INFECCIONES ENDODONTICAS

El primer paso para establecer el tratamiento endodóntico es conocer la interrelación entre los microorganismos y los dientes, en conjunto con la dinámica química y biológica de la medicación intraconducto.

En varios estudios se ha demostrado la gran relación microbiana en la etiología de las enfermedades periapicales y sus consecuencias. Las condiciones favorables de baja tensión de oxígeno, la viabilidad de nutrientes y las interacciones microbianas constituyen factores importantes para el establecimiento y manutención de infecciones polimicrobianas en dientes con periodontitis apical. ⁽¹⁾

Holland y cols. Compararon en dientes de perros con periodontitis apical el tratamiento endodóntico en una y dos sesiones. Cuarenta y ocho dientes fueron utilizados, divididos en tres grupos. En el grupo 1 fueron obturados con la técnica de condensación lateral con gutapercha y sealapex en una sesión; en el grupo 2, se utilizó pasta de hidróxido de calcio por 7 días antes de la obturación con gutapercha y sealapex; en el grupo 3, se realizaron los mismos procedimientos, dejando la medicación por 14 días, seguido de la misma obturación. Los resultados mostraron que el uso de hidróxido de calcio como medicación intraconducto favorece mejores resultados que el tratamiento de única sesión. Se observaron también mejores resultados con el uso del hidróxido de calcio por 14 días que con 7 días. ^(1, 6)

Como las funciones esenciales de las bacterias requieren de la participación de la membrana citoplasmática, en donde se localizan importantes sistemas enzimáticos, las alteraciones de las actividades naturales de los microorganismos pueden ser directamente influenciadas por la liberación de

iones de hidroxilo, capaces de alterar la integridad de la membrana citoplasmática mediante agresiones a los componentes orgánicos e interferir en el transporte de nutrientes o mediante la destrucción de fosfolípidos o ácidos grasos insaturados. (1)

Como el sitio de acción de los iones de hidroxilo del hidróxido de calcio envuelve las enzimas presentes en la membrana citoplasmática, dependiendo de su cantidad, esta medicación debe poseer un amplio espectro de acción, actuando, por lo tanto, sobre una variada y diversa gama de microorganismos, independiente de la capacidad metabólica de las bacterias. De esta forma cuanto mayor sea la liberación de iones de hidroxilo y mas elevado el pH, mejor su efectividad. (1)

Es importante considerar también algunos factores ante el uso del hidróxido de calcio como medicación intraconducto, principalmente en lo que se refiere a los vehículos y asociaciones de sustancias al hidróxido de calcio y al tiempo de permanencia en el conducto radicular.

La adición de diferentes sustancias a la pasta de hidróxido de calcio tuvo como objetivo mejorar algunas de sus propiedades, como la acción antimicrobiana, la velocidad de disociación iónica y algunas propiedades físico-químicas, lo que podría facilitar las condiciones clínicas para su uso. Lo que ha llevado a discusión, cuál es la mejor opción en el momento de la selección del vehículo. (1, 3)

A partir de las propiedades biológicas del hidróxido de calcio, su uso en la práctica clínica tiene como referencia la eficacia antimicrobiana asociada a la capacidad de facilitar el proceso de reparación del tejido.

Las varias opciones de vehículos utilizados con vistas a aumentar el efecto antimicrobiano del hidróxido de calcio han sido investigadas, en cuanto a comportamiento directo, para así someterlas a análisis, verificando la difusión de la medicación y su efectividad antimicrobiana en el interior de los conductos y ramificaciones dentinarias, y su influencia sobre los factores de virulencia de los microorganismos. (1)

Bystrôm y cols. Evaluaron el efecto del paramonoclorofenol alcanforado, fenol alcanforado e hidróxido de calcio en el tratamiento de conductos infectados. Se utilizaron 65 dientes necrosados, de los cuales 20 conductos fueron irrigados con hipoclorito de sodio al 0.5% y 15 conductos con hipoclorito al 5% y rellenos con pasta de hidróxido de calcio. Los 30 conductos restantes fueron irrigados con hipoclorito al 0.5% y de esos conductos, 15 recibieron medicación de paramonoclorofenol alcanforado y otros 15 de fenol alcanforado. Todas las cavidades fueron selladas con óxido de zinc y eugenol. Los resultados mostraron que en los casos en que se utilizó hidróxido de calcio como medicación intraconducto, las bacterias fueron encontradas en 1 de 35 conductos; en los otros 2 medicamentos se encontraron en 10 de 30 conductos tratados. (1, 6)

Holland y cols. Estudiaron el proceso de reparación de 60 raíces de dientes con lesión periapical ante el uso de hidróxido de calcio asociado a la solución fisiológica, al paramonoclorofenol alcanforado; del paramonoclorofenol asociado al furacin y del paramonoclorofenol alcanforado. El estudio se baso en 3 parámetros:

- a) ausencia de reparación,
- b) reparación parcial y
- c) reparación completa. (1, 6)

Los resultados obtenidos indicaron mejores resultados para la pasta de hidróxido de calcio asociada a la solución fisiológica con completa reparación en el 60% y reparación parcial del 40%; mientras que para la pasta de hidróxido de calcio asociada a paramonoclorofenol alcanforada, la completa reparación fue del 20%, el 70% de reparación parcial y el 20% de ausencia de reparación. (1, 6)

En otro estudio Holland y cols. Evaluaron la reparación de los tejidos periapicales con diferentes formulaciones de hidróxido de calcio (Calen, Calen con PMCC e hidróxido de calcio con anestésico) en dientes de perros. El estudio concluyó que la adición de PMCC al Calen no determinó mejora en los resultados del tratamiento, y que la media de reparación completa entre los tres grupos fue del 50%. (1, 6)

Haenni y cols. Analizaron las propiedades químicas y antimicrobianas del hidróxido de calcio mezclado con soluciones irrigantes (clorhexidina, hipoclorito de sodio, yodo y solución fisiológica). La adición de las soluciones irrigadoras probadas no causó aumento en el efecto antimicrobiano del hidróxido de calcio, comparada con la pasta con solución fisiológica. (1)

Está claro que el efecto antimicrobiano depende de la velocidad de liberación de los iones de hidroxilo, del tiempo de contacto de acción directa o indirecta (difusión de estos iones de hidroxilo en el interior de los túbulos dentinarios), para que pueda expresar su real efecto sobre los microorganismos. (1)

Gomes y cols. Investigaron la susceptibilidad de algunos microorganismos al hidróxido de calcio comúnmente aislados de conductos radiculares, en combinación con varios vehículos por prueba de difusión en agar. Relataron que las bacterias gram-negativas fueron más susceptibles a las pastas de hidróxido de calcio que los microorganismos facultativos gram-positivos. (1, 6)

Entre las características químicas de los vehículos, la hidrosolubilidad favorece el aumento de la velocidad de disociación y difusión iónica en el interior de los conductos radiculares, pudiendo influenciar en la acción antimicrobiana. (1, 2)

Los preparados de hidróxido de calcio con vehículos viscosos no son adecuados para una medicación temporal de corta duración, ya que es difícil su eliminación de las paredes del conducto, con lo que la calidad del sellado de la obturación puede disminuir. (1)

Holland y cols. Observaron resultados biológicos semejantes entre el agregado de trióxido mineral (MTA) y el hidróxido de calcio, verificando que los mecanismos de acción de estas sustancias son similares durante el implante en tejido subcutáneo de ratones. (1)

Otra sustancia que ha sido utilizada de modo aislado o mezclado al hidróxido de calcio es la clorhexidina, por presentar propiedades antimicrobianas. (1)

Buck y cols. Evaluaron la detoxificación de endotoxina por irrigantes endodónticos (clorhexidina, hipoclorito de sodio, cloruro de clorhexidina, etanol, EDTA, agua e hidróxido de calcio). Los resultados mostraron que la porción activa de la endotoxina, lípido A, es hidrolizada por sustancias químicas altamente alcalinas, o sea, el hidróxido de calcio o la mezcla de clorhexidina, hidróxido de sodio y etanol. El EDTA, hipoclorito de sodio, clorhexidina, cloruro de clorhexidina, etanol y agua mostraron pequeña o ninguna habilidad de detoxificación para el lípido A. (1, 6)

La selección de una medicación intraconducto debe tener por base la microbiota endodóntica presente, las propiedades biológicas, antimicrobianas

y físico-químicas de la sustancia, del lugar y de las condiciones adecuadas para expresar su real efecto. (1)

Una vez conocidas sus características químicas y el mecanismo de acción del hidróxido de calcio, especificaremos cuales son sus indicaciones como medicación intraconducto:

- ⊕ En conductos radiculares con anatomía compleja con múltiples zonas inaccesibles a la instrumentación y a la irrigación.
- ⊕ En pulpas necróticas, en donde no se tiene la certeza de haber conseguido eliminar completamente la infiltración bacteriana.
- ⊕ En las periodontitis apicales y cuando se sospecha de reabsorciones del ápice, en los que puedan permanecer bacterias inaccesibles al tratamiento endodóntico.
- ⊕ En tratamientos de apicoformación.
- ⊕ En todos los tratamientos que se realicen en más de una cita. (4)

5. EL HIDRÓXIDO DE CALCIO COMO MEDICACIÓN INTRACONDUCTO UTILIZANDO DIFERENTES VEHÍCULOS.

El vehículo utilizado para mezclar el hidróxido de calcio al parecer juega un papel importante, puesto que determina el tiempo en que los iones de Ca^{++} y OH^- se mantendrán libres luego de haberse disociado. Por ello se han propuesto tres tipos de vehículos: acuosos, viscosos y aceitosos. (2)

Acuosos están constituidos por sustancias solubles en agua, como la solución salina, metilcelulosa, anestésicos y la misma agua. Esta forma permite una liberación rápida de iones, solubilizándose con relativa rapidez en los tejidos y siendo reabsorbido por los macrófagos. (2, 5, 7)

Viscosos también son solubles en agua, pero su alto peso molecular permite que luego de la disociación iónica, la inactividad de los iones calcio e hidroxilo ocurra más lentamente, al reducirles su capacidad de difusión. Dentro de este grupo se encuentran la glicerina, el propilenglicol y el polietilenglicol. (2, 7)

Aceitosos son sustancias no solubles en agua que tienen muy baja solubilidad y capacidad de difusión en los tejidos, en las que la disociación iónica no ocurre, por lo que el efecto del hidróxido de calcio será nulo. Porque químicamente es imposible medir el pH de un aceite, puesto que no permite la disociación de iones, confirmando la incompatibilidad del hidróxido de calcio con los aceites. Pero aún así varios autores recomiendan este vehículo, pudiendo utilizar desde aceite de oliva y diversos ácidos grasos, como el oleico y linoleico. (2, 5, 7)

Se ha reportado que la solución anestésica es el vehículo más favorable para reducir la tensión superficial del hidróxido de calcio. Al contrario, cuando el

efecto que se busca es prolongar el tiempo de liberación iónica, se ha demostrado que el mejor vehículo es el propilenglicol. (2)

Fava en 1999 refiere que el vehículo ideal debe:

- ✦ Permitir una liberación gradual y lenta de los iones de calcio e hidroxilo.
- ✦ Permitir una difusión lenta en los tejidos, con poca solubilidad.
- ✦ No tener un efecto adverso en la inducción de tejidos duros. (5, 7)

En un estudio realizado por Cruz y cols. Evaluaron la penetración del propilenglicol en la dentina comparándola con el agua destilada, y se demostró que el primero se distribuyó más rápida y efectivamente que el agua destilada, indicando que tiene gran uso clínico como vehículo cuando se busca la distribución del medicamento intraconducto. Además se citan ciertas características de este vehículo: es un líquido sin color, de baja toxicidad, con actividad antimicrobiana altamente beneficiosa, presenta propiedad higroscópica que permite la absorción de agua, resultando en una liberación sostenida del medicamento por periodos prolongados. (5)

En los casos en los que se utilice el hidróxido de calcio durante un periodo breve con intención antibacteriana, las pastas acuosas cumplirán su cometido por la mayor facilidad de disociación. Pero si lo que se requiere es mantener la acción de la pasta durante mucho tiempo, como en los tratamientos de apicoformación, se prefiere una pasta con vehículo viscoso como el propilenglicol o la glicerina. (5, 7)

Y de esta manera se concluye que dependiendo del caso clínico a tratar, será el tipo de vehículo que se utilizará. A continuación se hablará de los

vehículos más utilizados comparados entre sí, para saber cual le confiere mejores propiedades al hidróxido de calcio, como medicación intraconducto.

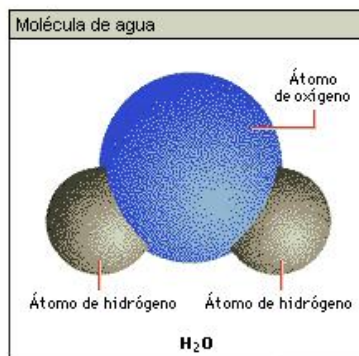
5.1 VEHÍCULOS ACUOSOS

5.1.1 AGUA

El agua pura no tiene sabor, ni olor, ni color pero en grandes concentraciones puede tornarse decolor azul. Es un buen conductor de energía. No tiene forma y adquiere la del recipiente que lo contiene. Se puede encontrar en 3 estados: sólido, líquido y gas. (12int)

El agua es el líquido que más sustancias disuelve, por eso decimos que es el disolvente universal. El agua tiene una tensión superficial muy elevada y esto se explica por que la película superficial del agua tiene un comportamiento diferente al resto del liquido debido a que las moléculas superficiales solo reciben presión hidrostática desde abajo ya que es frontera entre el agua y el aire, en cambio las moléculas profundas reciben presión desde todos los lados, por que la tensión del agua es mayor que la de muchos líquidos. No posee propiedades ácidas ni básicas (12int)

Esta conformada por 2 elementos (gases): hidrógeno y oxígeno, su fórmula es H₂O. (8) Fig. 3



Fig, 3 Molécula de agua

5.1.2 SOLUCIÓN ANESTÉSICA

Los anestésicos locales (AL) son fármacos que, aplicados en concentración suficiente en su lugar de acción, impiden la conducción de impulsos eléctricos por las membranas del nervio y el músculo de forma transitoria y predecible, originando la pérdida de sensibilidad en una zona del cuerpo. (9)

Los anestésicos locales se pueden dividir en dos grupos; amidas y ésteres, lo cual depende del tipo de enlace químico que posea la molécula. Los medicamentos derivados del grupo amida son bupivacaína, dibucaína, etidocaína, lidocaína, mepivacaína y prilocaína. Los derivados de ésteres son cloroprocaína, piperocaína, procaína, y tetracaína. (9) Fig. 4



Fig.4. Solución anestésica

5.1.3 SUERO FISIOLÓGICO

Se compone de agua bidestilada y cloruro de sodio al 0.9%, lo cual le proporciona un potencial osmótico igual al de las células. (10) Fig. 5



Fig. 5. Suero fisiológico

5.1.4 CLORHEXIDINA

La clorhexidina es una sustancia antiséptica. Pertenece al grupo de las biguanidas y se utiliza ampliamente en la odontología en concentraciones del 0.2% en presentaciones para el uso en el consultorio y al 0.12% como enjuague bucal. (11, 12)

La actividad de la Clorhexidina depende del pH (5.5 a 7), sin embargo, es neutralizada en presencia de sustancias presentes en el agua corriente como el cloro. (11, 12) Fig.6 y 7

En 1922, Heling et al. Propusieron estudiar el efecto de la solución de clorhexidina como medicación intraconducto. (29)

La clorhexidina ha sido recientemente introducida como irrigante endodóntico, ya que puede desinfectar los tubulos dentinales, absorbiéndose dentro de los conductos y liberándose por un largo periodo de tiempo. Se ha demostrado que la clorhexidina tiene efectos inhibitorios en bacterias comúnmente encontradas en los conductos radiculares. (22, 25)

Heling et al. evaluaron la eficacia de la actividad antimicrobiana del hidróxido de calcio y de la clorhexidina, para esterilizar y prevenir la infección secundaria del sistema de conductos radiculares. Muestras de dentina radicular bovina, infectados con *Enterococcus faecalis*, incubados en

presencia de los medicamentos, por periodos de 24, 72 hrs. y 7 días. Obteniendo como resultado que la clorhexidina redujo significativamente la cantidad de microorganismos y previno la infección secundaria de los tubulos dentinarios. (29)

Esta sustancia ha sido utilizada por presentar acción antimicrobiana inmediata, de amplio espectro antimicrobiano sobre bacterias grampositivas, gramnegativas, anaerobias facultativas y aerobias, levaduras y hongos, relativa ausencia de toxicidad, capacidad de adsorción de la dentina y lenta liberación de la sustancia activa, lo que prolonga su actividad antimicrobiana residual. (29)

Es bacteriostático en bajas concentraciones (0.12%, 0.2%) causando incremento en la permeabilidad celular permitiendo la salida de componentes importantes intracelulares. Es bactericida a altas concentraciones (1.8%, 2%) causando precipitación del citoplasma bacteriano causando la muerte de la misma. (22)



Fig.6 Clorhexidina Consepsis marca ultradent



Fig. 7 Clorhexidina en gel

5.1.5 PARAMONOCLOROFENOL

Este compuesto es un producto derivado del fenol en el cual un átomo de cloro sustituye un átomo de hidrógeno. En pruebas in vitro, la solución acuosa destruyó una variedad de microorganismos ordinariamente encontrados en los conductos radiculares. (13)

5.1.6 PARAMONOCLOROFENOL ALCANFORADO

Introducido por Walkhoff en 1929, y ha sido utilizado por más de 70 años, en las mas variadas concentraciones como también combinado con otras sustancias. (29)

Este compuesto está formado de 2 partes de paramonoclorofenol y 3 partes de alcanfor. Gozó de gran popularidad como un medicamento intraconducto por más de un siglo. El alcanfor sirve de vehículo y como diluyente reduciendo el efecto irritante del paramonoclorofenol puro. También prolonga el efecto antimicrobiano y sus vapores pasan a través del forámen apical. (11, 13)

El paramonoclorofenol alcanforado aunque sea efectivo como medicación bactericida, se considera poderoso agente citotóxico. Para Messer & Feigal, la acción citotóxica es superior a su acción bacteriana. (29)

Ha sido reportado que tiene un gran efecto antibacterial in Vitro, pero en vivo los estudios han fracasado al demostrar su efectividad. (25)

5.2 VISCOSOS

5.2.1 PROPILENGLICOL

El propilenglicol, conocido también por el nombre sistemático propano-1,2-diol, es un [compuesto orgánico](#) (un [diol alcohol](#)), usualmente insípido, inodoro, e incoloro líquido aceitoso claro, [higroscópico](#) y [miscible](#) con [agua](#), [acetona](#), y [cloroformo](#). (14) Fig. 7.



Fig. 7. Propilenglicol

5.2.2 POLIETILENGLICOL.

Suele producirse por la pérdida de una molécula de agua entre 2 grupos (OH) formándose puentes de oxígeno. (15)

5.2.3 GLICEROL

Líquido incoloro, espeso y dulce, que se encuentra en todos los cuerpos grasos como base de su composición. Es un alcohol. Tiene varios sinónimos tales como: Glicerina/ 1,2,3-Propanotriol/ 1,2,3-Trihidroxipropano. (16, 17) Fig. 8



Fig. 8. Glicerol

5.2.4 GLICERINA

La glicerina es un líquido espeso, neutro, de sabor dulce, que al enfriarse se vuelve gelatinoso al tacto y a la vista, y que tiene un punto de ebullición alto. La glicerina puede ser disuelta en agua o alcohol, pero no en aceites, muchos productos se disolverán en glicerina más fácilmente de lo que lo hacen en agua o alcohol, por lo que es, también, un buen disolvente.

La glicerina es también altamente "hidroscópica", lo que significa que absorbe el agua del aire. (18)

5.3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

El papel del hidróxido de calcio en Endodoncia incluye su propiedad para inducir la formación de tejido duro, su incidencia para causar oclusión intratubular, sus acciones antibacteriales y su capacidad de disolución tisular.

(19)

Se han empleado muchos químicos, como fenólicos, aldehídos, antibióticos, esteroides y recientemente hidróxido de calcio. La selección de éstos medicamentos esta basada en la efectividad, toxicidad, potencial inflamatorio y difusibilidad. (19)

Los medicamentos intraconducto se utilizan como complemento de una meticulosa limpieza y modelado del sistema de conductos radiculares. Su única función es conservar la asepsia de éste entre citas. (19)

Silva Herzog y col. Analizaron el comportamiento del hidróxido de calcio con diferentes vehículos, en cuanto a liberación de iones calcio y niveles de pH.

(19)

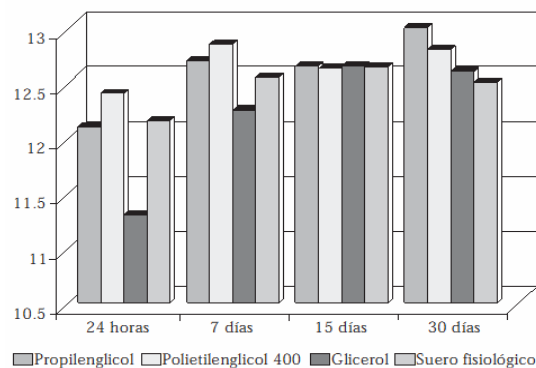
Se evaluaron tres vehículos viscosos: polietilglicol 400, propilenglicol y glicerol, y uno acuoso que fue el suero fisiológico a diferentes periodos de tiempo: 24 hrs, 7, 15 y 30 días. (19)

Se prepararon pastas con 2.5g de hidróxido de calcio para uso odontológico y 1.75ml de cada vehículo a analizar. Cada una de las pastas se colocó dentro de una jeringa desechable y se depositó 1ml dentro de una membrana

semipermeable de celofán, la cual fue sumergida en recipientes con 15ml de agua desionizada, con el fin de que los iones calcio e hidroxilo liberados por esta sustancia, difundiesen a través de la membrana creando un ambiente análogo a las condiciones presentes en los conductos. Todas las muestras se corrieron por duplicado y se utilizó como negativo un recipiente con 15 ml de agua desionizada. (19)

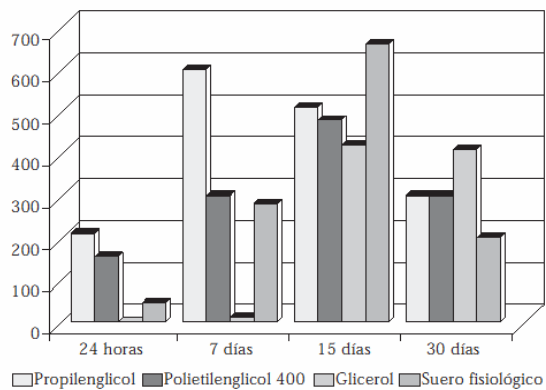
Las bolsas de celofán fueron retiradas del recipiente y el líquido fue analizado. La cantidad de iones de calcio liberados se midieron a través de un espectrofotómetro de absorción atómica. Y los iones hidroxilo se determinaron a través de un potenciómetro digital. (19)

Los valores obtenidos para el pH se mantuvieron en un rango de 12.07 a 12.78 durante los cuatro periodos del análisis. Gráfica 3 (19)



Gráfica 3. Valores de pH

Los resultados que se obtuvieron de liberación de iones calcio en los diferentes tiempos del estudio, se encontró que el polietilenglicol mostró mejor comportamiento liberando 580 ppm con respecto a los demás a los 7 días. Gráfica 4 (19)



Gráfica 4. Liberación de iones calcio

Todas las pastas evaluadas sin importar el vehículo utilizado mantuvieron un pH alcalino, sin embargo, la que contenía glicerol como vehículo liberó muy pocos iones calcio hasta los 7 días. (19)

Varios autores y clínicos han propuesto asociaciones de hidróxido de calcio con diferentes vehículos, como son polietilenglicol (PEG), propilenglicol, glicerina, anestésicos, solución salina, yodoformo con solución salina, paramonoclorofenol alcanforado (PMCC) y paramonoclorofenol alcanforado con glicerina para maximizar sus cualidades. Las cuales han sido probadas en diferentes métodos, para comprobar su utilidad. (20)

Isabel Cohelo y cols. Investigaron la difusión de iones calcio a través de la dentina del canal radicular, asociado a 7 diferentes vehículos. (20)

Se necesitaron 41 premolares uniradiculares, libres de fracturas y fueron conservados en timol al 0.5% antes del experimento. (20)

Se instrumentaron con la técnica de crown-down y el barro dentinario fue removido con de ácido cítrico por 30seg. Los dientes fueron sellados apicalmente con adhesivo y cervicalmente con una bolita de algodón en la cámara pulpar y Ultra-Fast Araldite (adhesivo). Los fueron colocadas cada

uno en un frasco con 800ml de agua deionizada pura, e incubados a 37°C durante el experimento. (20)

Se tomaron las medidas de la concentración de calcio en ppm en cada medio acuoso. Estas medidas fueron divididas en 2 fases, la 1 fase (disolución) los conductos fueron vaciados y no se sellaron por un periodo de 1168h (48 días y 16h) para estabilizar la pérdida de calcio de la estructura de los dientes. Once medidas fueron tomas de cada ejemplar a diferentes tiempos. Fase 2 (difusión) los conductos fueron llenados con pastas de hidróxido de calcio asociado con 7 diferentes vehículos, divididos en 10 grupos 3 grupos de control: grupo 1 agua, manteniéndose sin dientes durante el experimento, evaluando la absorción de CO₂ en el medio acuoso y la pérdida de calcio del medio acuoso de los frascos; grupo 2 control de sellado, los dientes se cubrieron con adhesivo para verificar el sellado; grupo 3 control de disolución, los dientes fueron vaciados en un medio acuoso para observar su disolución; 7 grupos experimentales, que fueron llenados con la mezcla de pasta de hidróxido de calcio y 1 de los 7 vehículos. Tabla1 (20)

Grupo experimental	Vehículo
4	Ca(OH) ₂ y solución salina
5	Calen (poletilenglicol 400 2.5g, colofen 0.05g, óxido de zinc 0.5g y polietilenglicol 1.75g)
6	Ca(OH) ₂ una parte de glicerina 15% de solución, una parte de PMCC, 30g de cristales de PMCC y 70g de goma de camfor
7	Ca(OH) ₂ y paramonoclorofenol alcanforado

8	Ca(OH) ₂ y glicerina
9	Ca(OH) ₂ una parte de glicerina y una parte de formaldehido tricresol
10	Ca(OH) ₂ y anestésico Citanest

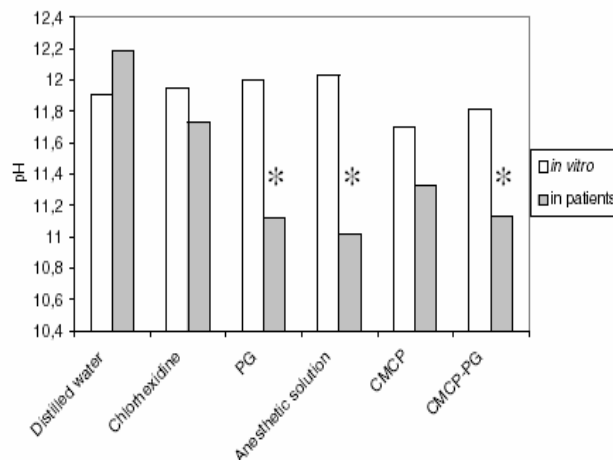
Tabla 1. Vehículos usados en 7 grupos experimentales mezclados con Ca(OH)₂

Los conductos fueron llenados con un lentulo y fue introducido a longitud de trabajo. Este procedimiento fue repetido tres veces para cada raíz, excepto para el grupo 5 (Calen) que fue llenado con una jeringa. El tercio medio fue sellado con Ultra-Fast Araldite, excepto el grupo 2 (control de sellado). Todos los dientes fueron enjuagados en agua deionizada y regresados a los frascos. Todos los frascos fueron regresados a la incubadora por 1168 h y 12 medidas de calcio fueron tomadas de cada frasco. (20)

La concentración de calcio en ppm fue estable en el grupo 1 (agua) en todos los tiempos, y hubo una tendencia hacia la estabilización del intercambio de calcio con el medio fuera de tiempo cuando los dientes no fueron llenados. (20)

Se encontraron pequeñas variaciones en los grupos 4 (solución salina) y 10 (anestesia), probablemente por la ausencia de irrigación. La difusión de calcio ocurrió lenta y constantemente en el grupo 5 (Calen). La difusión fue buena durante el periodo terapéutico de 14 días, estabilizándose en un largo periodo en los grupos 6 (glicerina y PMCC) y 9 (glicerina y formaldehido tricresol). Esta difusión ocurrió lenta y gradualmente pero nunca se estabilizó en el grupo 7 (PMCC). La difusión fue significativamente mejor en el periodo terapéutico de 14 días, llegando a establecer después de ese periodo al grupo 8 (glicerina). (20)

Autores como María Pacios y col. Estudiaron la influencia de los vehículos en el pH del hidróxido de calcio antes de utilizarse en pacientes e in Vitro (tubos estériles). Se utilizaron 180 dientes de pacientes, los cuales fueron instrumentados y llenados con hidróxido de calcio mezclado con: agua destilada, clorhexidina, propilenglicol, solución anestésica, paramonoclorofenol alcanforado y paramonoclorofenol alcanforado con propilenglicol. El pH fue medido a los 7, 14 y 21 días (Gráfica 5), en donde el pH fue constante en todos los periodos de tiempo evaluados. Como resultados se obtuvo que el hidróxido de calcio con agua destilada mostró significativamente valores de pH más altos que las otras pastas en el uso clínico, y el análisis comparativo mostró que los valores de pH de la solución anestésica, paramonoclorofenol alcanforado y paramoclorofenol alcanforado con propilenglicol fueron significativamente mayores in Vitro. En este estudio se observó que la alcalinidad se mantuvo en los mismos niveles clínicamente e in Vitro. (21) Grafica 5



Gráfica 5. Comparación de niveles de pH en pacientes e in Vitro.

Estudios como el de Nageswar Rao y cols. realizados sobre el hidróxido de calcio aunado a la clorhexidina y su eficacia sobre enterococcus fecalis,

siendo esta bacteria la causante de la mayoría de los fracasos endodónticos.

(22)

A pesar de los beneficios q nos ofrece el hidróxido de calcio como medicación intraconducto, no es eficaz para eliminar enterococcus fecalis. La clorhexidina al 2% ha demostrado ser un buen irrigante gracias a sus propiedades antimicrobianas, y es efectivo para eliminar enterococcus fecalis por lo que se decidió evaluar la eficacia de ambos. (22)

Se necesitaron 30 centrales que fueron segmentados e infectados con enterococcus fecalis. Los dientes fueron tratados con una pasta de hidróxido de calcio y clorhexidina al 2% y solución salina durante una semana. (22)

Los conductos fueron divididos en 3 grupos, el grupo 1 con pasta de hidróxido de calcio y clorhexidina al 2% (2:1), el grupo 2 hidróxido de calcio y solución salina y el grupo 3 se tomó como control y no se le colocó ninguna medicación. (22)

Los resultados demostraron que la combinación de hidróxido de calcio con clorhexidina fue más efectiva para eliminar enterococcus fecalis de los túbulos dentinales que la combinación con solución salina. (22)

Autores como Tayfun y cols y Rivera y cols. realizaron un estudio para comprobar la efectividad del hidróxido de calcio con 2 diferentes vehículos, un acuoso el agua destilada y un viscoso, la glicerina. (23, 24)

Para ello se necesitaron 140 dientes divididos en 2 grupos experimentales de 50 conductos cada uno y 4 grupos de control de 10 conductos cada uno. A los grupos experimentales se les midió el pH a los 4, 7 y 12 días. (23)

Los resultados que se obtuvieron mostraron que la combinación con glicerina fue significativamente mayor comparado con los grupos control. También mostró valores de pH mayores a los de la combinación de hidróxido de calcio con agua destilada en todos los periodos de tiempo, mostrando una mejor densidad. (23, 24)

Barbosa y cols. realizaron un estudio clínico y de laboratorio para comprobar la actividad antibacterial de el paramonoclorofenol alcanforado (CPMC), clorhexidina e hidróxido de calcio. En el experimento clínico los conductos dieron cultivos positivos una semana después de la preparación mecánica. Los conductos fueron divididos en 3 grupos, el primero fue medicado con CPMC, el grupo 2 con hidróxido de calcio y solución salina en consistencia de crema y el grupo 3 con clorhexidina al 0.12%. Se tomó una muestra posmedicación después de una semana. En el experimento de laboratorio fue utilizado un test de difusión de agar para evaluar la actividad inhibitoria de los medicamentos sobre las bacterias mas comúnmente encontradas en las infecciones endodónticas. (25)

Los resultados de la evaluación clínica mostraron que todos los medicamentos fueron efectivos reduciendo o eliminando la microbiota endodóntica, demostrado por los indicios de cultivos negativos. Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas entre los medicamentos testados. El CPMC obtuvo un 69.2% de cultivos negativos, el hidróxido de calcio mostró un 73.3% de cultivos negativos y la clorhexidina un 77.8% obteniendo así los mejores resultados. (25)

En la evaluación de laboratorio el paramonoclorofenol alcanforado mostró grandes zonas de inhibición de bacterias sobre todas las bacterias, la clorhexidina tuvo efecto inhibitor sobre las bacterias testadas, pero no fue mayor que el de CPMC, mientras que el hidróxido de calcio inhibió solo 2 tipos de bacterias. (25)

5.4 PUNTAS DE HIDRÓXIDO DE CALCIO

Recientemente se han presentado unos conos de gutapercha que incorporan hidróxido de calcio en su composición, para ser utilizadas con mayor comodidad como medicación temporal. (5)

Se trata de unas puntas que en efecto en su forma física son muy parecidas a unas puntas de gutapercha convencionales, estandarizadas y; presentándose en una caja dispensadora en diferentes medidas, la única diferencia es el color el cual es de un tono café. (26) Fig. 9



Fig. 9 Puntas de hidróxido de calcio plus marca Roeko.

Se piensa que tienen poca firmeza. Y no solo eso sino también que por el alto contenido de matriz de gutapercha, ésta impida la liberación de iones hidroxilo de las puntas, que normalmente se liberarían de una solución de hidróxido de calcio. (25)

Se han realizado varios estudios en los cuales se ha comparado al hidróxido de calcio convencional con las puntas de hidróxido de calcio, en donde se mostró que éstas últimas tienen una limitada liberación de iones, pudiendo mantener su pH por solo una semana. (27)

Economides y cols. Evaluaron la liberación de iones, mediante la determinación del pH, hallando que era significativamente inferior al conseguido mediante un preparado acuoso de hidróxido de calcio. (5)

Recientemente se han introducido las nuevas puntas de gutapercha con hidróxido de calcio a las que se les adiciono cloruro de sodio y tensoactivos.

Tabla 2 En contacto con soluciones acuosas estos componentes adicionales se disuelven, permitiendo que el agua penetre en las capas mas profundas de las puntas de hidróxido de calcio. Para mantener el pH alto por un largo periodo de tiempo. (27)

COMPONENTE	%
Hidróxido de calcio	51-52%
Gutta-percha	40-45%
Sulfato de bario	4-10%
Dióxido de titanio	Indefinido
Trióxido férrico	Indefinido
Cloruro de sodio y agentes humectantes	Indefinido

Tabla 2. Composición de las puntas de gutapercha marca Roeko (Alemania)

U. Lohbauer y cols. Investigaron el tiempo necesario para la liberación de iones y el mantenimiento del pH de las puntas de gutapercha con hidróxido de calcio en comparación con una suspensión de hidróxido de calcio. Para lo que se necesitaron 3 tipos de puntas de gutapercha del -50, puntas de gutapercha, puntas de hidróxido de calcio y puntas de hidróxido de calcio plus. (27)

Para evaluar la liberación de calcio se necesitó una solución compuesta por 100ml de agua bidestilada, 1ml de solución de amoníaco y 50ml de color indicador. Diez puntas de gutapercha de cada grupo fueron sumergidas completamente en 5ml de hipoclorito de sodio al 0,9%, para protegerlas del dióxido de carbono y se almacenaron a 37° C. El calcio liberado se midió después de 0.5, 1, 2, 6, 12, 24 y 48hr. en la misma solución, repitiéndose este procedimiento tres veces. Para determinar la cantidad de calcio liberada se utilizó un complexométrico y EDTA y Erichrome® para el indicador de color, basándose en el cambio de color de rojo a verde. La liberación de calcio fue medida después de 1, 7, 15, 30 y 44 días, después de esta fecha se compararon las puntas sumergidas, con las que no tuvieron tratamiento (usadas como control). Obteniendo como resultado que las puntas que contenían cloruro de sodio reflejaron mejores resultados en cuanto a liberación de iones y niveles de pH (hasta 3 veces más), que las que no lo contienen. (27)

En otro estudio fue evaluada la actividad antimicrobiana de las puntas de hidróxido de calcio, utilizando una prueba de dilución en tubo. (28)

Se utilizaron las puntas de hidróxido de calcio y pasta de hidróxido de calcio, para probar su efecto antibacteriano en 2 tipos de bacterias facultativas anaerobias, E. fecales y S. mutans, utilizando como control solución salina estéril. Las puntas de hidróxido de calcio fueron cortadas en piezas pequeñas y sumergidas en solución salina durante 1 hora. 30 puntas fueron utilizadas por cada 10ml de solución salina y agitadas cada 15 minutos, durante 1 hora. Las piezas de las puntas de hidróxido de calcio fueron desechadas y la solución restante fue utilizada para el experimento, así como un carpule de Calasept mezclada con 10ml de solución salina y se midió el pH de ambas soluciones. (28)

Las bacterias crecieron en una infusión de corazón y cerebro. El inóculo fue preparado en 0.05 McFarland BaSO₄. Fueron incubadas a 37°C y observados por 5 días. El crecimiento bacteriano fue indicado por la presencia de turbiedad en los tubos. (28)

El pH de las puntas de hidróxido de calcio fue de 12.5 y 13 para la solución de Calasept. La solución salina tenía un pH de 6.8. Mostrando así la efectividad para eliminar las bacterias probadas de la solución de calasept, mientras que el extracto de hidróxido de calcio mostró crecimiento bacteriano en todos los periodos experimentales. (28)

La prueba utilizada (tubo de dilución), es un método eficaz para evaluar las características antibacterianas de los agentes antimicrobianos, permitiendo el contacto directo entre la solución, las bacterias y el agente que se probará.

(28)

Concluyendo así, que a pesar de que el pH de las puntas de hidróxido de calcio es casi tan alto como la del hidróxido de calcio en solución, no pueden permanecer con esta alcalinidad ni por 7 días (que es el tiempo óptimo de actividad de una medicación intraconducto).

5.5 ULTRACAL® XS

Ultracal® XS es una solución acuosa que tiene un pH de 12.5, su presentación es en jeringa teniendo la característica de ser radiopaco, compuesto por hidróxido de calcio pasta. Para un mayor control en la dosificación de Ultracal® XS se obtiene por medio de una punta navitip.

Se utiliza en procedimientos de apexificación y como relleno entre citas de los conductos radiculares. La forma de utilizarse es después de la

instrumentación, se remueve la tapa de la jeringa y se le coloca una punta navitip. Se debe liberar Ultracal® XS cerca del ápice (2mm) de forma lenta y se debe retirar la punta. Fig. 10

Dentro de las precauciones que debemos tener en cuenta son:

- ✦ Es un material básico. Se debe usar con cuidado y enjuagar con mucho agua cuando el material sea descargado en un área inadecuada (piel).
- ✦ Las puntas que trae son desechables.
- ✦ La liberación del material por medio de las puntas navitip deber ser aproximadamente a 2mm del ápice, siempre cuidando que la punta dispensadora no se quede en el conducto. No liberar con puntas de plástico las cuales puede obstruir el canal. Nunca empuje con fuerza el émbolo.
- ✦ Las jeringas contiene varias dosis. Se deben limpiar y desinfectar entre cada aplicación.
- ✦ Se debe mantener alejado del calor y de la luz solar.
- ✦ Asegurarse que el paciente no es alérgico a los materiales.



Fig. Ultracal[®] XS de la marca Ultradent

CONCLUSIONES

Desde la introducción del hidróxido de calcio por Herman en 1920, su principal utilidad ha sido como medicamento intraconducto. Sus propiedades han sido investigadas por varios autores, así como sus aplicaciones clínicas, siendo la liberación de iones de calcio y su pH extremadamente alcalino (12.6), las características que le brindan su capacidad antibacteriana.

Podemos concluir que al utilizar el hidróxido de calcio como medicamento intraconducto obtenemos un beneficio doble. Primero, el medicamento puede reducir la flora microbiana por debajo de los niveles ya conseguidos durante la preparación del conducto, penetrando en áreas no alcanzadas por los instrumentos o irrigantes. Segundo, permaneciendo dentro del conducto entre citas, previniendo la reinfección del conducto o reduciendo el riesgo de proliferación de bacterias.

Para explotar las cualidades del hidróxido de calcio, ha sido mezclado con diferentes vehículos (acuosos o viscosos), los cuales tienen una gran importancia, ya que va a depender de ellos la rápida o lenta disociación de iones de calcio e hidroxilo dentro del conducto radicular. Cada tipo de vehículo nos ofrece una opción de tratamiento según nuestras necesidades.

Así pues, los vehículos acuosos son la mejor opción cuando lo que requerimos es una medicación entre citas, cuando por alguna razón, ya sea por falta de tiempo o por necrosis pulpar, no se pudo terminar con el tratamiento de conductos. Ofreciéndonos hasta 7 días de acción sin necesidad de recambiar la medicación y beneficiando la reparación de los tejidos periapicales en caso de existir lesión.

Dentro de los vehículos acuosos se encuentra la clorhexidina, la cuál ha demostrado tener un gran efecto como medicación intraconducto aunado al hidróxido de calcio ya que es eficaz contra *Entecococcus fecalis* quien es una bacteria oportunista anaerobia facultativa, la cual está asociada a las periodontitis acicales persistentes y a los tratamientos endodónticos fracasados.

Los vehículos viscosos son otra opción para aquellos tratamientos en los cuales necesitamos que el medicamento permanezca por tiempos prolongados dentro de los conductos radiculares, sin necesidad de recambio, ya que por su consistencia permiten una lenta y sostenida liberación de iones en comparación con los vehículos acuosos, dentro de los cuales resalta el propilenglicol.

Cada vehículo representa en nuestro tratamiento ventajas y desventajas. Los vehículos acuosos nos brindan como ventaja ser fáciles de conseguir ya que en el caso del agua destilada, suero fisiológico y clorhexidona, los tenemos siempre en el consultorio. Los vehículos viscosos como el propilenglicol, polietilenglico y glicerina no son de uso indispensable en el consultorio y como desventaja pueden dejar residuos grasos dentro del conducto, los cuales pueden afectar en el sellado en la obturación.

En busca de facilitar la utilización de los medicamentos intraconducto, fueron sacadas al mercado hace poco tiempo, las puntas de gutapercha con hidróxido de calcio, y aunque representan una opción más para llevar a cabo nuestros tratamientos de forma mas sencilla, no han logrado ser tan eficaces como las formas tradicionales en solución de hidróxido de calcio.

En el mercado también encontramos jeringas predosificadas de hidróxido de calcio como es el caso de Ultracal XS de la marca Ultradent, que representa

una opción más en el consultorio, para la aplicación de la medicación intraconducto.

Teniendo como conclusión final que conociendo las características de los vehículos y las necesidades de nuestros tratamientos, el medio que utilizaremos como vehículo para el hidróxido de calcio será el que precisen nuestro tratamiento y el que manipulemos mejor.

GLOSARIO

Bactericida: Un agente bactericida es aquél capaz de matar a las bacterias.

Bacteriostático: Fármaco o sustancia que detiene el crecimiento de las bacterias sin matarlas.

Sistema buffer: Un buffer en términos químicos es un sistema constituido por un ácido débil y su base conjugada o por una base y su ácido conjugado que tiene capacidad "tamponante", es decir, que puede oponerse a grandes cambios de pH (en un margen concreto) en una disolución acuosa.

Sistema buffer: Un sistema amortiguador es una solución que puede absorber cantidades moderadas de ácidos o bases, sin un cambio significativo en su pH, es decir, es una disolución que contiene unas sustancias que inhiben los cambios de HP, o concentración de ion hidrógeno de la disolución.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Estrela C. Ciencia endodóntica. 1ª Edición en Español. ED. Artes Médicas Latinoamericana 2005. Sao Paulo. Pp.457-538

2. Caviedes J. Muñoz H. R. Meneses J. P. El paradigma del hidróxido de calcio en Endodoncia: ¿Sustancia milagrosa?

www.javeriana.edu.co/academiapgendodoncia/i_a_revision33.html

3. Jiménez A. Pulido E. Herrera C. Bases biológicas del hidróxido de calcio con respecto a su acción antimicrobiana y neoformación de tejido.

http://encolombia.com/odontologia/foc/foc64dic_basesbiologicas.html

4. Rodríguez S. Importancia del hidróxido de calcio como medicación intraconducto en endodoncia.

<http://www.gacetadental.com/articulos.asp?aseccion=ciencia&aid18&avol=200506>

5. Iriza Celis M. Medicación intradentaria intermedia en tratamiento de conductos.

http://www.carlosboveda.com/odontolosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_38.htm

6. Estrela C. Eficacia antimicrobiana de pastas de hidróxido de calcio.

http://www.forp.usp.br/restauradora/Teses/estrela/estrela_Id/estrela_Id.pdf

7. Canald Salí C. Braun E. Endodoncia técnicas, clínica y bases científicas. Editorial Masson, 2001. Pp. 187-188

8. www.monografias.com/trabajos16/agua.shtml

-
-
9. www.cfnavarra.es/salud/anales/textos/vol22/suple2/suple2.html
 10. Modragón Espinoza J. Endodoncia. Editorial Interamericana-McGraw Hill, 1995. Pp. 114-115
 11. Harty. Endodoncia en la práctica clínica. 4ª ed. Editorial McGraw Hill Interamericana. Pp. 111
 12. <http://wikipedia.org/wiki/clorhexidina>
 13. www.iztacala.unam.mx/rrivas/microbiologia3.html
 14. <http://es.wikipedia.org/wiki/propilenglicol>
 15. <http://fresno.cnice.mecd.es/fgutie6/quimica2/Archivosword/>
 16. <http://www.wordreference.com/definicion/fulltext.asp?wsglicerol>
 17. www.ecosur.net/sust._varias/glicerol.html
 18. www.soapyword.com/glicerina.htm
 19. Silva Herzog D. Velásquez A. Rimola L. Comparación del hidróxido de calcio como medicación intraconducto, utilizando vehículos viscosos y acuosos. Estudio in Vitro. Revista ADM. 2003; 60: 14-18
 20. Gomes Camões I. Roedle Salles M. Chevitaese O. Ca²⁺ Diffusion through dentinof Ca(OH)₂ assiciated with seven different vehicles. J. Endod. 2003; 29: 822-825

-
-
21. Palacios M. G. De la Casa M. L. Bulacio M. A. López M. A. Influence of different vehicles on the pH of calcium hydroxide pastes. *J. of Oral Science*. 2004; 46: 107-111
22. Nageshwar Rao R. Kidiyoor HK. Efficacy of calcium hydroxide-chlorhexidine paste against *Enterococcus Faecalis*. An in vitro study. *Endodontology*. 2004; 16: 61-64
23. Tayfun Alcam, Oguz Yoldas, Orhan Gûlen. Dentón penetration of 2 calcium hydroxide combinations. *OOO*. 1998; 86: 469-472
24. Rivera E. Williams K. Placement of calcium hydroxide in simulated canals: comparison of glycerine versus water. *J. Endod*. 1994; 20: 445-448
25. Barbosa C. Goncalves R. Siqueira J. Evaluation of the antibacterial activities of calcium hydroxide, chlorhexidine, and camphorated paramonochlorophenol as intracanal medicament. A clinical and Laboratory study. *J. Endod*. 1997; 23: 297-299
26. Tesis. Puntas de gutapercha con hidróxido de calcio: Ventajas y desventajas de su uso. UNAM 2006
27. Lohbauer U, Gambarini G, Ebert J, Dasch W, Petschelt A. Calcium release and pH-characteristics of calcium hydroxide plus points. *Int. Endod. J*. 2005; 38: 683-689
28. Saad Al-Nazhan. Antimicrobial activity of extracts of calcium hydroxide points. *OOO. Endod*. 2002; 93: 593-595

29. Leonardo M. R. Endodoncia: Tratamiento de Conductos Radiculares: Principios técnicos y biológicos. ED Artes Médicas Latinoamérica 2005 Sao Paulo. Pp. 899-900

30. www.roeko.com

31. www.ultradent.com