



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

MEDICACIÓN INTRACONDUCTO, PAPEL DEL  
HIDRÓXIDO DE CALCIO EN EL TRATAMIENTO DE  
CONDUCTOS.

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N O   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

ISRAEL MORALES MUJICA

TUTOR: Esp. JOSÉ RAMÓN PALMA VÁZQUEZ

ASESOR: Mtro. PEDRO JOSÉ PALMA SALAZAR

MÉXICO, Cd. Mx.

2021



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**

A mi madre Angela, principal promotora de mis sueños. Gracias por apoyarme en todo momento y darme la oportunidad de tener una excelente educación, por los valores que me ha inculcado y sobre todo por ser mi ejemplo de vida a seguir.

A mi padre Calpus, que aunque ya no se encuentre conmigo físicamente, siempre estará presente en mi corazón, por haber creído en mí hasta el último momento.

A Jorge, sin duda por todo el apoyo, dedicación, por haber estado para mí y por ser una parte importante en mi vida.

Gracias al Esp. José Ramón Palma Vázquez y al Mtro. Pedro José Palma Salazar, por creer en mí y haberme brindado su conocimiento, tiempo y apoyo para la realización de mi tesina.

# Índice

<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>iv</b>
<b>Lista de Abreviaturas.....</b>	<b>v</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Medicación intraconducto.....</b>	<b>2</b>
2.1 Definición de Medicación Intraconducto .....	2
2.2 Antecedentes Históricos .....	2
<b>3. Hidróxido de calcio en Odontología.....</b>	<b>4</b>
3.1 Recubrimiento pulpar indirecto .....	4
3.2 Recubrimiento pulpar directo .....	5
Figura 1.....	5
3.3 Pulpotomía.....	6
<b>4. Relación del Hidróxido de Calcio en el tratamiento de conductos.....</b>	<b>7</b>
4.1 Endodoncia .....	7
4.2 El papel de la Medicación intraconducto en dientes vitales.....	8
4.3 El papel de la Medicación intraconducto en dientes necróticos.....	8
<b>5. Infecciones endodónticas.....</b>	<b>11</b>
<b>5.1 Infección Intrarradicular.....</b>	<b>11</b>
5.1.1 Infección Intrarradicular primaria.....	11
5.1.2 Infección Intrarradicular secundaria.....	12
5.1.3 Infección Intrarradicular Persistente .....	13
<b>5.2 Infección Extrarradicular.....</b>	<b>14</b>
<b>6. Medicamentos usados en la Medicación intraconducto.....</b>	<b>15</b>
<b>6.1 Hidróxido de Calcio.....</b>	<b>16</b>
6.1.1 Mecanismo de acción .....	17
6.1.2 Ventajas y Desventajas .....	18
<b>6.2 Fenoles.....</b>	<b>20</b>
6.2.1 Mecanismo de acción .....	21
6.2.2 Ventajas y Desventajas .....	21
<b>7. Vehículos usados en la Medicación intraconducto.....</b>	<b>23</b>
<b>7.1 Clorhexidina.....</b>	<b>23</b>
7.1.1 Mecanismo de acción .....	24
7.1.2 Ventajas y Desventajas .....	24
<b>7.2 Propilenglicol.....</b>	<b>25</b>
7.2.1 Mecanismo de acción .....	26

7.2.2 Ventajas y Desventajas .....	26
<b>7.3 Glicerina .....</b>	<b>27</b>
7.3.1 Mecanismo de acción .....	27
7.3.2 Ventajas y Desventajas .....	27
<b>7.4 Uso de NaOCl como vehículo en la medicación intraconducto .....</b>	<b>28</b>
<b>8. Modo de preparación del Hidróxido de Calcio .....</b>	<b>28</b>
<b>9. Técnica de aplicación.....</b>	<b>29</b>
9.1 Técnica manual.....	30
9.2 Técnica rotatoria.....	31
<b>10. Tiempo de permanencia .....</b>	<b>32</b>
<b>11. Técnica de remoción de la Medicación intraconducto .....</b>	<b>32</b>
<b>12. Conclusiones .....</b>	<b>34</b>
<b>13. Bibliografía. ....</b>	<b>36</b>

## Lista de Figuras.

<b>Figura 1</b> Representación esquemática de materiales de protección del complejo dentinopulpar de acuerdo con la profundidad de las cavidades para restauraciones con resina compuesta .....	5
<b>Figura 2</b> Pulpotomía, Colocación de hidróxido de calcio.....	6
<b>Figura 3</b> Infección intrarradicular primaria.....	11
<b>Figura 4</b> Infección radicular, principal causa de periodontitis apical post tratamiento.....	14
<b>Figura 5</b> Paramonoclorofenol.....	21
<b>Figura 6</b> Pasta antibacteriana de clorhexidina.....	23
<b>Figura 7</b> Pasta pre mezclada de Hidróxido de calcio.....	28
<b>Figura 8</b> Pasta pre mezclada de Hidróxido de calcio.....	28

## Lista de Abrebiaturas.

Clorhexidina: CHX

Hidróxido de Calcio: HC

Hipoclorito de Sodio: NaOCl

Iones Hidroxilo: OH-

Medicación intraconducto: Mi

Paramonoclorofenol: CPCMF

Paramonoclorofenol alcanforado: CPCMFA

## **1. Introducción**

La odontología tiene como objetivo la prevención y conservación de las piezas dentales, debido a esto se han desarrollado diversos materiales como son el Hidróxido de calcio que después de una planificación del tratamiento, puede llegar a ser el material de elección en tratamientos principalmente de naturaleza endodóntica.

En caso de recubrimiento pulpar indirecto, directo y pulpotomía. El Hidróxido de calcio en tratamientos conservadores resulta ser benéfico por sus propiedades en la estimulación de dentina terciaria y preservación de la vitalidad de la pulpa.

De ser necesario el tratamiento de conductos, medicamentos como el Hidróxido de calcio son de suma importancia, ayudando a prevenir la entrada de bacterias en dientes no infectados. Cuando existe una infección, ayuda a disminuir la cantidad de bacterias debido a su alto pH y su acción antibacteriana que causa daño en la membrana citoplasmática, desnaturalización de proteínas y daño en el ADN de las bacterias, lo que repercute de manera directa en el pronóstico y éxito del tratamiento endodóntico.

## **2. Medicación intraconducto**

### **2.1 Definición de Medicación Intraconducto**

Los medicamentos utilizados para el tratamiento de conductos radiculares se pueden definir como fármacos o sustancias empleadas para reducir la carga bacteriana o proliferación microbiana residual posterior a la limpieza y conformación del conducto radicular entre cita y cita (o entre sesiones operatorias) (1).

Son medicamentos de uso interno que tienen el fin de lograr efectos terapéuticos locales y no sistémicos, este tratamiento se utiliza principalmente como coadyuvante en la preparación del conducto para neutralizar bacterias persistentes a los procedimientos de instrumentación e irrigación (2). Debido a la acción química de modificar el pH y biológica de inhibir el crecimiento bacteriano el Hidróxido de calcio (HC) es ampliamente utilizado como medicación intraconducto (Mi) (1).

### **2.2 Antecedentes Históricos**

A lo largo del tiempo, han existido muchas investigaciones que han permitido dar a conocer cambios que ocurren en la pulpa dental, las cuales presentan diferentes alteraciones y respuestas como el dolor (2).

Los medicamentos utilizados para el tratamiento del dolor dental a lo largo de la historia han sido muchos y variados, como los que se basaban en aceite de trimetrina, canela, clavo de olor o incluso alcanfor, frecuentemente aplicados por dentistas en torundas de algodón. Entre muchos otros, los tratamientos anteriormente mencionados eran los más utilizados para el tratamiento del dolor dental (1).

En 1930 Hermann demostró la formación de dentina terciaria en zonas de amputación de pulpas vitales recubiertas con HC y este producto fue denominado Calxyl (3).

En 1938 Teuscher y Zander introdujeron el HC en Estados Unidos, confirmando la formación de lo que ellos denominaron como puentes dentinarios (4).

Stanley y Lundy en 1972 señalan que el HC sirve como una barrera protectora del tejido pulpar, no sólo bloqueando los túbulos dentinarios sino también neutralizando a los ácidos orgánicos provenientes de cementos y de materiales de obturación (1).

Goldberg y Soares señalan que la Mi se define como la colocación de un fármaco en el interior de la cavidad pulpar entre las sesiones necesarias para la conclusión del tratamiento endodóntico. La literatura médica empleó las expresiones medicación entre sesiones, medicación local y Mi para denominar este procedimiento (5).

Schilder y Ámsterdam, definen los medicamentos endodónticos como agentes usados dentro de la cámara pulpar y los conductos radiculares con los propósitos de irrigación, esterilización y disminución del dolor u otros síntomas (6).

### **3. Hidróxido de calcio en Odontología**

El HC es utilizado debido a su biocompatibilidad, así como la protección pulpar ante estímulos biológicos, físicos y químicos por medio de la estimulación odontoblástica para formar dentina terciaria (7).

El objetivo del tratamiento conservador es mantener los dientes sanos. Históricamente, el HC ha sido el material estándar de oro para estos tratamientos. Sin embargo, después del proceso de caries dental, la causa más común de daño pulpar se debe al uso incorrecto de materiales y técnicas de tratamiento como consecuencia de efectos iatrogénicos por parte del operador (1).

El HC presenta algunos inconvenientes obvios que incluyen inflamación y necrosis de la superficie pulpar, alta solubilidad en los fluidos orales, degradación con el tiempo, formación de defectos de túnel dentro del puente de tejido mineralizado y baja resistencia mecánica. Como consecuencia de los inconvenientes mencionados anteriormente se pueden presentar microfiltraciones futuras lo cual puede disminuir el pronóstico endodóntico (8).

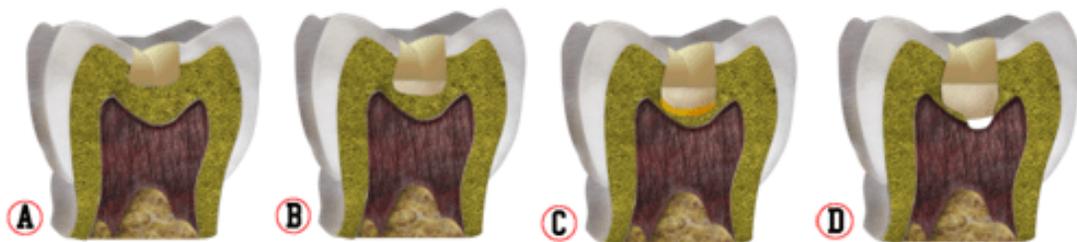
#### **3.1 Recubrimiento pulpar indirecto**

Es una conducta clínica específica para el tratamiento de lesiones de caries profunda y mayormente utilizado en pacientes jóvenes que presentan sintomatología correspondiente a una pulpa dental con estado potencialmente reversible, sin que se llegue a presentar una exposición pulpar (9).

El HC posee una alta capacidad antibacterial, propiedad que resulta útil al ser colocado en cercanía con la pulpa, debido a que elimina parte de las bacterias, provocando una retracción de la cámara pulpar, estimulando la formación de dentina terciaria (1). [Figura 1]

### 3.2 Recubrimiento pulpar directo

Es utilizado cuando existe una comunicación accidental y en los casos donde dicha comunicación sea menor a la cabeza de una punta de alfiler con un color rojo claro. La finalidad de este recubrimiento es preservar la vitalidad de la pulpa y evitar o retrasar el tratamiento del conducto (10). [Figura 1]



Figura

1

Representación esquemática de materiales de protección del complejo dentinopulpar de acuerdo con la profundidad de las cavidades para restauraciones con resina compuesta; A- Cavity de media profundidad protegida solamente con sistema adhesivo; B- Cavity profunda protegida con cemento ionómero de vidrio; C - Cavity muy profunda protegida con cemento de hidróxido de calcio y cemento de ionómero de vidrio; D- Cavity con exposición pulpar protegida con pasta de hidróxido de calcio, cemento de ionómero de vidrio y restaurada. Observar la pasta en contacto con la pulpa.

Pereira JC, Sene F, Hannas AR, Costa LC. Tratamientos conservadores da vitalidade pulpar: Princípios biológicos e clínicos. Biodonto. (2004);2(3):8-70

### 3.3 Pulpotomía

Es uno de los tratamientos más utilizados para el mantenimiento de los dientes deciduos y permanentes jóvenes con afectación de caries profunda y pulpitis irreversible que no han complementado su formación radicular (1).

Su principal objetivo radica en la preservación de la pulpa radicular y la reducción de la inflamación y dolor. Consiste en la amputación de la porción coronal de la pulpa dental afectada (11). [Figura 2]

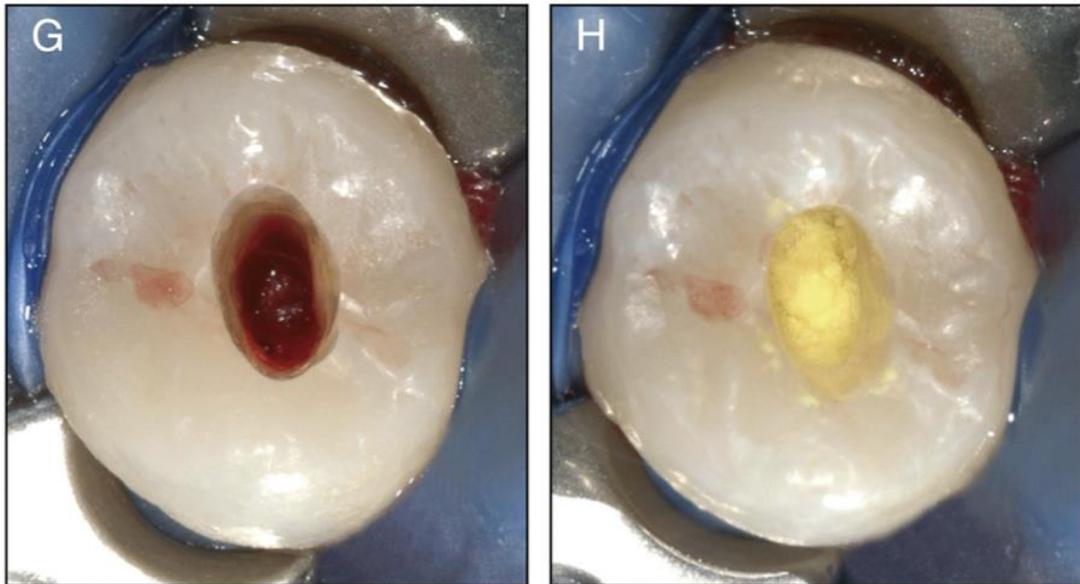


Figura 2 g) Pulpotomía , h) Colocación de hidróxido de calcio.

Tsukiboshi, M., Ricucci, D., & Siqueira, J. F. (2017). *Mandibular Premolars with Immature Roots and Apical Periodontitis Lesions Treated with Pulpotomy: Report of 3 Cases. Journal of Endodontics, 43(9), S65–S74.* doi:10.1016/j.joen.2017.06.013

## **4. Relación del Hidróxido de Calcio en el tratamiento de conductos**

### 4.1 Endodoncia

La endodoncia, como conjunto de conocimientos metódicamente formado y ordenado, constituye una ciencia, integrada en el conjunto del área de la salud. Su objetivo es el estudio de la estructura, morfología, fisiología, patología de la pulpa dental y de los tejidos perirradiculares (12).

El tratamiento de conducto radicular consiste en la eliminación completa de la pulpa que ha sufrido un daño irreversible y de todo el tejido remanente, limpieza, conformación y obturación del Sistema de conductos radiculares (SCR) de manera que se pueda conservar el diente como una unidad funcional dentro del arco dental (13).

La neutralización de los focos de agresión microbiana había sido encomendado a la fase de la preparación mecánica, sin embargo se ha demostrado que la preparación aislada no garantiza la completa recuperación, por lo que es necesario la aplicación de un medicamento. En la historia de la fase medicamentosa de la endodoncia, se ha reportado el empleo de numerosos fármacos sin embargo se ha determinado que el HC es el ideal debido a sus propiedades antimicrobianas y reparadoras (14).

Un factor muy selectivo de la microbiota endodóntica es la baja disponibilidad de oxígeno en los conductos radiculares infectados, especialmente cuando no existe comunicación con el medio oral en particular en las porciones apicales en donde el bajo potencial de óxido-reducción del tejido necrótico favorece en un principio el crecimiento de bacterias anaerobias facultativas y

posteriormente anaerobias estrictas. Esto representa una desventaja de la Mi debido a que esta, muchas veces no llega a la parte apical (15).

La Mi comprende la colocación del medicamento que generalmente se deja entre citas para ejercer efectos terapéuticos. Es un complemento importante de la preparación quimio mecánica en el tratamiento de conductos radiculares de dientes vitales, necróticos y los casos de retratamiento.

#### 4.2 El papel de la Medicación intraconducto en dientes vitales.

Los procedimientos de antisepsia en endodoncia cobran un significado especial, debido a que como numerosos estudios clásicos han demostrado, la patología periradicular está relacionada con la presencia de microorganismos por lo cual, la ausencia de los mismos está relacionada con un elevado porcentaje de éxito en los tratamientos de dientes vitales (16,17,18).

Es recomendable que el tratamiento endodóntico de los dientes vitales sea finalizado en una cita, sin embargo, debido a complejidades anatómicas o tiempo puede resultar imposible. Por lo tanto, en el caso de requerir más de una cita, es necesaria la colocación de una Mi como una obturación temporal con el fin de crear una barrera para prevenir la entrada de microorganismos (19).

#### 4.3 El papel de la Medicación intraconducto en dientes necróticos

La necrosis pulpar se define como la condición del diagnóstico que indica la muerte del tejido pulpar, generalmente con respuesta negativa a las pruebas de sensibilidad (20).

En los dientes diagnosticados con necrosis pulpar encontramos microorganismos, los cuales pueden alojarse en zonas anatómicas de difícil acceso para la instrumentación. Diversos autores han mencionado que el porcentaje de áreas no preparadas por la instrumentación varía de un 9.6% hasta un 47% (20,21). Estas zonas representan un gran desafío para el clínico ya que las bacterias presentes en estas zonas pudieran representar el fracaso del tratamiento (21).

Por este motivo es necesario el uso combinado de soluciones de irrigación así como de la medicación colocada entre citas con el fin de evitar una agudización y disminuir la cantidad de bacterias presentes en el SCR hasta un nivel compatible con salud (22).

En el año 2012, Vera et al., mencionan la importancia de realizar el tratamiento del SCR de los dientes en dos sesiones.

En el estudio se indica que los dientes tratados en 2 sesiones con 1 semana de Mi tuvieron una disminución microbiológica significativa en comparación con los dientes tratados en una sola sesión, y en cuanto a la localización de los microorganismos, cuando los conductos radiculares fueron tratados sin Mi, fueron frecuentes en áreas como ramificaciones, istmos y túbulos dentinarios, afirmando además que el uso de un agente de interacción biológica antibacteriana incrementa la reducción bacteriana antes de la obturación (23).

La Mi con HC también es usada para disminuir la cantidad de microorganismos persistentes a los procedimientos químico-mecánicos y siendo una barrera ante una reinfección entre citas pudiendo provocar una agudización.

Las causas más comunes de agudización son:

- 1.- Extrusión de microorganismos durante la instrumentación, generando un desequilibrio entre la microbiota y el hospedero.

2.- Cambios en la microbiota cuando la instrumentación es incompleta, causando la activación de virulencia de ciertas especies bacterianas que se encontraban en equilibrio con otras bacterias presentes en el SCR.

3.- Casos de infección secundaria, donde hay entrada de nuevos microorganismos que causan un desequilibrio cuando entran en contacto con la flora ya presente en el SCR.

4.- Entrada de oxígeno al SCR, cambiando la microbiota de anaerobia a bacterias facultativas (24).

Los factores causales de las lesiones agudas comprenden lesiones microbianas, mecánicas, y/o químicas de la pulpa o de los tejidos perirradiculares. De estos factores, se puede decir que los microorganismos son los principales agentes causantes de las agudizaciones. Aunque el huésped generalmente no puede eliminar la infección del conducto radicular, la movilización y concentración adicional de componentes de defensa en los tejidos perirradiculares impiden la propagación de la infección, y comúnmente, se logra un equilibrio entre la agresión microbiana y las defensas del huésped. Hay algunas situaciones durante la terapia endodóntica en las que dicho equilibrio puede verse alterado a favor de la agresión microbiana y puede sobrevenir una inflamación perirradicular aguda. Las situaciones incluyen extrusión apical de microorganismos, cambios en la microbiota del conducto radicular y/o en las condiciones ambientales causadas por la preparación químico-mecánica incompleta, infecciones intrarradiculares secundarias y quizás el aumento en el potencial de oxido-reducción dentro del conducto radicular favoreciendo el crecimiento excesivo de las bacterias facultativas (25).

En los casos donde existen síntomas o exudado persistente, la Mi actúa de forma indirecta sobre la inflamación, ayudando a combatir los microorganismos presentes en el conducto.

En el caso de necrosis por trauma en dientes libres de caries visibles clínicamente se demostró que la causa de las lesiones perirradiculares son bacterias que viajaron por las fisuras de la corona causadas por el trauma, necrosando el tejido pulpar (26).

## **5. Infecciones endodónticas**

Siqueira & Roças clasifican a las infecciones endodónticas según su localización anatómica en intrarradiculares y extrarradiculares (27).

### **5.1 Infección Intrarradicular**

Ocurre cuando los microorganismos colonizan el SCR y pueden clasificarse en primarias, secundarias y persistentes de acuerdo al tiempo de participación de los microorganismos (19).

#### **5.1.1 Infección Intrarradicular primaria**

Causada por microorganismos que invaden y colonizan inicialmente el tejido pulpar necrótico, causando una lesión perirradicular, también conocida como infección inicial o virgen (19). [Figura 3]

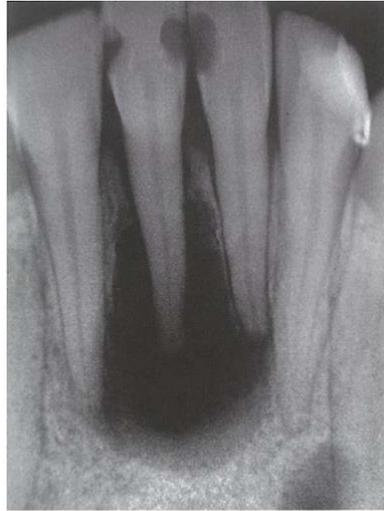


Fig 1-6 Primary intraradicular infection is the main cause of primary apical periodontitis.

Figura 3 Infección intrarradicular primaria.

Siqueira J. Treatment of Endodontic Infections. p15

Este tipo de infección es caracterizada por una microbiota con predominio de bacterias anaerobias, particularmente especies gramnegativas como son: *Fusobacterium*, *Treponema*, *Porphyromonas*, *Prevotella*, y *Campylobacter*; y en menor número especies grampositivas anaerobias *Peptostreptococcus*, *Eubacterium*, y *Pseudoramibacter*, así como *Streptococcus facultativos* o *microaerófilo* (28).

#### 5.1.2 Infección Intrarradicular secundaria

Es causada por microorganismos que no estaban presentes en la infección primaria y fueron introducidos en el SCR durante el tratamiento, entre citas o incluso después de la finalización del mismo. Las especies microbianas establecidas en la infección secundaria presentan mayor virulencia y alcanzan cantidades suficientes para inducir a la inflamación perirradicular aguda (29).

La vía de entrada de los microorganismos al SCR post-obtención se puede presentar de la siguiente manera (30):

- a) Filtración a través del material de la restauración temporal o permanente.
- b) Fractura o pérdida de la restauración temporal o permanente.
- c) Estructura dental fracturada.
- d) Exposición de caries recurrentes.
- e) Colonización por retraso de las restauraciones permanentes.

### 5.1.3 Infección Intrarradicular persistente

Caracterizada por microorganismos presentes en la infección primaria y/o secundaria que lograron sobrevivir a los procedimientos químico-mecánicos, así como la capacidad de soportar periodos de privación de nutrientes en los conductos tratados (19).

Estudios de cultivo han mostrado que la microbiota de infecciones intrarradiculares persistentes y secundarias asociadas con el fracaso del tratamiento a diferencia de las infecciones primarias, suele estar compuesta por sólo una o dos especies, particularmente Gram positivas facultativas como *Enterococcus faecalis*, siendo ésta la más predominante, también han encontrado hongos con mayor frecuencia, en comparación con las infecciones primarias (30).

Si estos microorganismos logran sobrevivir y colonizar un nuevo entorno, la infección se establecerá por sí misma y puede ser una de las causas de dolor post operatorio (30). [Figura 4]



Figura 4 Infección radicular, principal causa de periodontitis apical post tratamiento.  
Siqueira J. Treatment of Endodontic Infections. Pp 15

## 5.2 Infección Extrarradicular

Caracterizada por invasión de microorganismos a los tejidos perirradiculares inflamados como consecuencia de una infección intrarradicular, estos microorganismos pueden ser o no dependientes de la infección intraconducto (19).

Diversos estudios han comprobado la existencia de infección extrarradicular aún en dientes tratados endodónticamente. Debido a que los procedimientos endodónticos no quirúrgicos no tienen acceso a los tejidos perirradiculares, constituyendo la causa del fracaso endodóntico (15).

## **6. Medicamentos usados en la Medicación intraconducto**

Numerosos han sido los medicamentos que se han empleado como Mi. Algunos son utilizados de manera conjunta con otros medicamentos y otros de manera individual (1).

Con la intención de disminuir la carga bacteriana persistente del conducto radicular es necesario utilizar un agente antibacteriano como coadyuvante. Chong & Pitt, en 1992 afirmaron que la Mi no esteriliza el conducto radicular y no es un sustituto de la limpieza y conformación adecuada, sugieren que un medicamento intraconducto debe tener un amplio espectro de actividad, una duración de acción razonable para eliminar bacterias y no retardar la cicatrización (31).

La determinación para la utilización de un medicamento intraconducto debe ser considerada con base en la efectividad, toxicidad, potencial inflamatorio y difusión (1).

Las propiedades químicas y terapéuticas de los medicamentos son consideradas antimicrobianas además de que ayudan a neutralizar microorganismos y prevención del dolor (32).

La elección de una Mi entre sesiones requiere de las mismas consideraciones que la aplicación de cualquier fármaco en otra región del organismo humano. Por lo tanto es necesario considerar:

- a) Cantidad: Conocer la cantidad y concentración del fármaco, para ejercer el efecto deseado sin lesionar los tejidos circundantes.
- b) Localización: Es indispensable tener en cuenta el mecanismo de acción de la sustancia para determinar la forma apropiada para su colocación. Por ejemplo, en los casos de necrosis pulpar, al utilizar HC que actúa por contacto, debe llenarse todo el conducto radicular, en casos de pulpitis irreversible no se debe de llenar todo el conducto, solo  $\frac{3}{4}$  del mismo.
- c) Tiempo de aplicación: Conocer el tiempo de acción de la sustancia. Cada una tiene un tiempo de vida útil, después del cual su efecto se reduce o desaparece. Algunos medicamentos pierden sus propiedades en presencia de material orgánico como sangre y exudado.

La selección del fármaco debe tomar en consideración que los antisépticos capaces de controlar la infección pueden ocasionar también irritación o destrucción de los tejidos perirradiculares (33).

Dentro de esta amplia gama de agentes se encuentra el HC (14).

## 6.1 Hidróxido de Calcio

Desde su introducción en 1920 por el dentista alemán Bernhard Hermann, el HC ha sido ampliamente utilizado en la endodoncia para una gran cantidad de fines. Es una sustancia alcalina con un pH aproximadamente de 12.5, en presencia del agua, el HC se disocia en iones hidroxilo (OH<sup>-</sup>) y iones de calcio, de lo que depende su actividad antimicrobiana (19).

El tiempo de permanencia del HC como Mi es determinante para lograr un control microbiano (34).

De igual manera la acción del HC se verá influenciada por los vehículos con los que se mezcla con el propósito de acelerar la disociación iónica al punto de favorecer su capacidad de penetrabilidad y potenciando su poder antimicrobiano (35).

#### 6.1.1 Mecanismo de acción

Los OH<sup>-</sup> son radicales libres altamente oxidantes con varias biomoléculas. Éstas inhiben la enzima de la membrana citoplasmática de las bacterias y a la vez producen una alteración química de los componentes orgánicos en el transporte de nutrientes, causando un efecto tóxico sobre la célula bacteriana. Los efectos de los OH<sup>-</sup> son letales en las células bacterianas debido a los siguientes mecanismos (19):

- a) Daño en la membrana citoplasmática bacteriana: Los OH<sup>-</sup> del HC inducen a la peroxidación de los lípidos, lo que resulta en la destrucción de fosfolípidos. Estos remueven los átomos de hidrógeno de ácidos grasos insaturados generados por un radical libre de lípidos que reacciona con oxígeno para formar un peróxido de lípido, a su vez, este elimina a otro átomo de hidrógeno de un segundo ácido graso, generando otro peróxido de lípidos. Por lo tanto, los propios peróxido de lípidos actúan como radicales libres, para iniciar una reacción en cadena auto catalítica en la pérdida adicional de grasas insaturadas y provocan un daño extenso a la membrana.
- b) Desnaturalización de proteínas: Sustancias alcalinas como el HC producen la ruptura de enlaces iónicos que mantienen la estructura terciaria de las proteínas, generando cambios en la actividad biológica de estas.
- c) Daño sobre el ADN: Los OH<sup>-</sup> reaccionan con un ADN bacteriano, lo que resulta en la división del ADN, en consecuencia, inhiben la replicación

y el metabolismo celular. También al contacto con los radicales libres puede producir mutaciones letales.

Estudios *in-vitro* han demostrado que el HC tiene efectos letales contra las células bacterianas. Se han observado efectos óptimos al contacto directo de una bacteria con el HC, aunque clínicamente, el contacto directo no siempre es posible. Los hallazgos clínicos con respecto a la efectividad del HC para complementar significativamente la acción antibacteriana de los procedimientos químico-mecánicos aumentando el número de conductos con un cultivo negativo han mostrado resultados inconsistentes (19).

Estrela et al., explicaron el mecanismo de acción del HC sobre los microorganismos a partir del efecto biológico del pH en la actividad enzimática concluyendo que esta causa efectos sobre la célula bacteriana, específicamente alterando la integridad de la membrana citoplasmática. El HC tiene propiedades de mineralización, capaz de disociarse en iones calcio e hidroxilo, lo que favorece el proceso de cicatrización, reparación tisular y la formación de tejido mineralizado (15).

### 6.1.2 Ventajas y Desventajas

#### Ventajas

En caso de anomalías patológicas como la resorción interna, la pasta de HC se puede utilizar para optimizar la desinfección en las áreas inaccesibles para los instrumentos, la razón es que este es capaz de disolver tejido orgánico y que los tejidos blandos pretratados con HC son disueltos rápidamente por NaOCl. La activación del NaOCl usando instrumental endodóntico ultrasónico también puede maximizar la limpieza de estas áreas.

Para el tratamiento de dientes con reabsorción radicular inflamatoria, asociado con periodontitis apical crónica o trauma, el HC puede ayudar a detener el proceso de reabsorción y es usualmente efectivo. En cambio, la reabsorción radicular externa no inflamatoria observada después de la reimplantación de

dientes avulsionados y que a menudo lleva la anquilosis, puede ser una forma progresiva que no responde a la Mi (19).

### Desventajas

A pesar de que el HC posee propiedades tan beneficiosas que lo han convertido en la sustancia de Mi más utilizada también se debe de considerar que en ciertas ocasiones puede fallar en el control antimicrobiano, sobre todo cuando no se mantiene en el interior de los conductos por el tiempo necesario para ejercer su acción (36).

Los hallazgos clínicos con respecto a la efectividad del HC para complementar significativamente la acción antibacteriana de los procesos químico-mecánicos son algo inconsistentes, esto indica que esta sustancia tiene sus propias limitantes, además de las dificultades para establecer un contacto óptimo entre el medicamento y las bacterias (19).

La baja solubilidad y difusión del HC dificultan que esta sustancia induzca un aumento del pH, necesario para eliminar las bacterias presentes en túbulos dentinarios, restos de tejidos y variaciones anatómicas. Así mismo el suero y la dentina sirven como tampones que controlan los cambios de pH y consecuentemente reducen el efecto antimicrobiano del HC (19).

El *E. faecalis* tiene la capacidad de persistir en el SCR previamente tratados; se ha demostrado que es resistente al HC, debido a su bomba de protones que acidifica el citoplasma bacteriano e impide la inhibición enzimática del microorganismo por medio de la reducción de viabilidad celular de este en el HC (37); es así como en entornos ácidos o alcalinos las células bacterianas mantienen la homeostasis del pH, donde este se mantiene dentro de un rango estrecho, de modo que las enzimas y proteínas pueden mantener la función

normal. También puede sobrevivir por los polimorfismos genéticos y su capacidad para unirse a la dentina e invadir los túbulos dentinarios (38).

Evans et al., concluyeron que la supervivencia del *E. faecalis* parece estar relacionada con el funcionamiento de la bomba de protón a un pH elevado, lo cual produjo una dramática reducción de la viabilidad celular de éste en el HC.

El efecto antimicrobiano del HC frente a *E. faecalis* en relación con las soluciones irrigantes es muy controversial. Gomes et al., basados en el test de contacto directo y test de difusión en agar, observaron que el HC más clorhexidina (CHX) muestran un mayor efecto antimicrobiano, a diferencia de Evans et al., quienes concluyen que la CHX no mejora el efecto antimicrobiano del HC (30).

## 6.2 Fenoles

En un intento por superar las limitaciones del HC en vehículos inertes como agua destilada, solución salina y glicerina, se ha mencionado que se puede utilizar el uso de otros medicamentos antibacterianos biológicamente activos, como paramonoclorofenol alcanforado (CPCMF) [Figura 5]. Estudios *in-vitro* han demostrado que la pasta de HC en CPCMF tiene un espectro antimicrobiano más amplio, en un radio de acción antimicrobiano mayor y elimina los microorganismos más rápido comparado con el HC en varios vehículos inertes. El mayor radio de acción puede ser el resultado de la baja tensión superficial de CPCMF y/o su alta solubilidad en lípidos (19).

Su modo de empleo se realiza agregando glicerina a la pasta para diluir CPCMF y facilitar el manejo y una mayor extracción del conducto. La pasta de HC/CPCMF/Glicerina, en lo sucesivo denominada CHPG, se recomienda

como Mi de siete días después de la preparación químico-mecánica en dientes con conductos radiculares infectados (19).

La respuesta del tejido radicular al HC/CPCMF/Glicerina ya ha sido observada en varios estudios. (45,46,47,48). La CPCMF no es tóxica, sin embargo, esto resulta desfavorable ya que reduce significativamente o se elimina cuando se mezcla con HC (19).

### 6.2.1 Mecanismo de acción

La pasta debe su biocompatibilidad a los siguientes factores (19):

- a) Liberación lenta de la pasta: HC más CPCMF produce paramonoclorofenolato de calcio, una sal débil que libera progresivamente CPCMF en OH<sup>-</sup> al medio circundante. La liberación de la pasta de CPCMF puede reducir su toxicidad.
- b) Efecto que desnaturaliza antes el HC sobre el tejido conjuntivo y puede prevenir una mayor penetración tisular de CPCMF, reduciendo así su toxicidad.
- c) El efecto sobre los tejidos perirradiculares, probablemente esté asociado con el efecto antimicrobiano de la pasta, que permite que se produzca la cicatrización natural sin irritación.

### 6.2.2 Ventajas y Desventajas

#### Ventajas

El CPMCFa incrementa la actividad antibacteriana de la pasta de HC. Esta pasta posee un alto radio de acción eliminando las bacterias localizadas en las regiones más distantes del sitio donde se aplicó. Se piensa que el CPMCFa no debe ser considerado un vehículo, sino más bien, un medicamento adicional. Además, esta pasta es biocompatible, ya que probablemente el HC podría prevenir o reducir la penetración del CPMCFa al tejido perirradicular y reducir así su citotoxicidad (19).

Así, investigaciones realizadas como el estudio *in-vitro*, de Stevens & Grossman en 1983 `` *Evaluation of the antimicrobial potencial of calcium hydroxide as an intraconduct medicament* `` hallaron una mayor capacidad antimicrobiana con el CPMCFA que con el HC. Aunque los resultados anteriores pudieron verse afectados, debido a que está demostrado que el HC precisa como mínimo de una semana para ser efectivo (29).

### Desventajas

Como características desfavorables se incluyen su acción básicamente por contacto y la neutralización de su efecto en presencia de materia orgánica. El CPMCFA es una alternativa en conductos estrechos, donde es difícil aplicar la pasta alcalina o cuando la permanencia de la medicación temporaria es inferior a 7 días, tiempo en que el HC no muestra eficiencia total (19).



Figura 5 P. Mono-cloro-fenol

Soares, Goldberg. Paramonoclorofenol alcanforado ssWhite.

pp.138

## 7. Vehículos usados en la Medicación intraconducto

Muchas sustancias han sido utilizadas como vehículos para el HC, estos juegan un papel importante sobre todos los procesos por que determinan la velocidad de disociación iónica, causando que la pasta se solubilice y se reabsorba por el tejido perirradicular (32).

El HC ha demostrado ser ineficaz para destruir algunas bacterias. Otras soluciones de irrigación o medicaciones han mostrado ser más efectivas para actuar sobre esos microorganismos, lo que sugirió que el polvo de HC podría ser mezclado con soluciones de irrigación como el gluconato de clorhexidina e hipoclorito de sodio, para obtener así un espectro antibacteriano más amplio y con un efecto prolongado (32).

Las mezclas de HC liberan iones OH<sup>-</sup> según el vehículo utilizado para elaborar la pasta o el cemento, por lo que debe determinarse a priori cual es la finalidad de su empleo: Mi entre sesiones, obturación provisional u obturación definitiva (39).

### 7.1 Clorhexidina

Es altamente efectiva contra las bacterias y hongos orales, su actividad está influenciada por su pH (Rango óptimo pH 5.5 a 7). Se reduce en presencia de materia orgánica. Los efectos en combinación de HC con CHX se han estudiado ampliamente mediante estudios *in-vitro*. Estos, han demostrado que la adhesión a la CHX aumenta significativamente los efectos antimicrobianos del HC en pasta (19). [Figura 6]

La pasta de HC con CHX parece ser buena alternativa a la Mi de rutina durante el tratamiento de dientes con infecciones primarias, persistentes o secundarias (40).

### 7.1.1 Mecanismo de acción

Su acción es el resultado de la absorción de CHX dentro de la pared celular de los microorganismos produciendo filtración de los componentes intracelulares; también, daña las barreras de permeabilidad en la pared celular, originando trastornos metabólicos de las bacterias. La cantidad de absorción de la CHX depende de la concentración utilizada (19).

Debido a las propiedades catiónicas de la CHX, ésta se une a la hidroxiapatita del esmalte dental, de la superficie del diente, a proteínas salivales, a bacterias y polisacáridos extracelulares de origen bacteriano. La CHX absorbida gradualmente es liberada durante más de 24 horas, por eso se cree que reduce al 70% por separado periodo de 15 segundos de tiempo de contacto (27). El gluconato de clorhexidina es absorbido 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 (32).

### 7.1.2 Ventajas y Desventajas

#### Ventajas

La CHX en endodoncia es utilizada al 0,12% como irrigante intraconducto, continuando su liberación por un período de 48 a 72 horas posterior a la instrumentación. Esto favorece la acción antibacteriana cuando es utilizado como medicamento intraconducto por el tiempo en contacto con el tejido cuando la endodoncia va a realizarse en una sola cita (40).

La CHX es absorbida gradualmente y es liberada durante más de 24 horas, por eso se cree que reduce la colonización bacteriana en la superficie de los dientes (40).

#### Desventajas

Su principal inconveniente es la incapacidad de disolver tejido orgánico. Se ha demostrado que el uso de CHX en conjunto con NaOCl forman un precipitado color marrón denominado paracloroanilina (PCA) el cual se cree pudiera ser

pre cancerígeno, sin embargo esto aún no ha sido demostrado, por lo cual se recomienda irrigación abundante de solución salina entre CHX y NaOCl (40).



Figura 6 Pasta antibacteriana de clorhexidina.

### Consepsis Scrub

Recuperado de: <https://intl.ultradent.com/es-la/Productos-Dentales/Preparacion/Pasta-antibacteriana-de-clorhexidina/Consepsis-Scrub/Pages/default.aspx>

## 7.2 Propilenglicol

Conocido también por el nombre sistemático propano-1, 2- diol, es un compuesto orgánico, usualmente insípido, incoloro, líquido, aceitoso, claro, higroscópico, miscible con agua, acetona, y cloroformo (42). Es un vehículo de tipo viscoso. El HC disminuye su efecto antimicrobiano al combinarse con el Propilenglicol, debido al descenso de la propiedad de la difusión de los OH- (43).

La pasta preparada en combinación con un vehículo viscoso permanece en el conducto radicular por un periodo de 2-4 meses y la alcalinidad del HC en la pasta disminuye después de un largo periodo. El uso del propilenglicol como vehículo mantiene el pH alcalino durante más de 45 días (43).

### 7.2.1 Mecanismo de acción

Actúa aumentando la permeabilidad de las membranas bacterianas permitiendo la desestabilización de los microorganismos, este mecanismo de acción también lo tienen algunos aceites esenciales como los glicoles, que además tienen acción bactericida y fungicida (44).

### 7.2.2 Ventajas y Desventajas

#### Ventajas

Entre las características de las pastas combinadas con propilenglicol se encuentra su naturaleza higroscópica que facilita la absorción de agua, garantizando la liberación sostenida y por periodos largos de tiempo. También se debe tomar en cuenta su consistencia, esta mejora las cualidades de manejo de la pasta. Estas características hacen al propilenglicol más favorable para inducir la liberación de los OH- y de calcio comparado con otros vehículos (43).

-

Estudios previos demostraron que la penetración del propilenglicol en la dentina en comparación con el agua destilada concluyendo que el primero se distribuyó más rápido y efectivo 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 períodos prolongados (45).

#### Desventaja

Existen microorganismos como el *Enterococcus faecalis* que es resistente a pH 11, lo que revelaría la baja acción antimicrobiana de las pastas con el propilenglicol que benefician a un pH de 6 (46).

### 7.3 Glicerina

La glicerina (o glicerol) es un subproducto de la elaboración del biodiesel. Es un líquido transparente, incoloro, con un olor característico y dulce, puede ser mezclado en agua, acetona, alcohol y otros glicoles en cualquier proporción, pero es insoluble en cloroformo, éter benceno y aceites volátiles.

La adición de la glicerina a la pasta de HC parece aumentar su acción antimicrobiana debido a que la glicerina ayuda a la difusión del HC, según Figueiredo et al., estas sustancias son solubles en agua, liberando iones calcio y OH<sup>-</sup> lentamente por largos períodos. Estos promueven una baja solubilidad de la pasta en comparación con los vehículos acuosos, debido a su alto peso molecular, minimizando la dispersión del HC en los tejidos y manteniendo la pasta en el área deseada (47).

#### 7.3.1 Mecanismo de acción

Estas sustancias viscosas son sustancias menos solubles en agua que liberan iones calcio y OH<sup>-</sup> más lentamente por largos períodos dentro del sistema de conductos (47).

Permite disolver un gran número de compuestos orgánicos e inorgánicos, incluyendo complejos con metales de transición (48).

#### 7.3.2 Ventajas y Desventajas

##### Ventajas

Debido a sus propiedades higroscópicas, es muy útil como material humectante y es soluble en agua; no es tóxico y se usa como un lubricante dentro del conducto radicular (49).

## Desventajas

Impide la efectividad del HC como Mi. Las altas concentraciones de glicerina reducen la conductividad de la solución de HC al disminuir la concentración de las sustancias ionizadas en dicha solución. Al reducirse la cantidad de OH<sup>-</sup>, el HC pierde su efectividad antimicrobiana, que se piensa está principalmente basada en el aumento del pH (49).

### 7.4 Uso de NaOCl como vehículo en la medicación intraconducto.

Cuando el HC se usa junto con NaOCl, va a potenciar la capacidad de disolución del tejido orgánico. Esta interacción mejora el efecto antimicrobiano, debido a que NaOCl es químicamente estable en un pH elevado sobre todo cuando se realiza irrigación con NaOCl al 1% y usando HC como Mi (50).

Esta combinación demostró ser más estable (51), tal mezcla podría tener mejores propiedades de disolución de tejido que el HC con solución salina convencional (52). Poco se sabe de la combinación de estos medicamentos debido a que ambos son cationes, al intercambiarse los iones se produce una sustancia química denominada hidróxido de sodio o sosa caustica (53).

## 8. Modo de preparación del Hidróxido de Calcio

Para su aplicación se requiere colocar una loseta de vidrio esterilizada con una pequeña cantidad de HC en polvo, y a su lado, algunas gotas del vehículo que se pretende usar. Se debe mezclar con una espátula lentamente los dos componentes, llevando paulatinamente el polvo al líquido, hasta obtener una mezcla homogénea y cremosa. Cuando se requiere prolongar la acción del HC, como ocurre en los tratamientos de apicoformación, se recomienda un vehículo viscoso como el

propilenglicol o la glicerina.

La pasta de HC debe llenar la totalidad del conducto, por lo cual es útil realizar una radiografía para comprobar una obturación temporal adecuada.

Debido a la composición del HC no es fácil de distinguir radiográficamente por presentar una radiopacidad similar a la de la dentina, algunos autores recomiendan añadir otro medicamento que tenga propiedades radiopacas para una mayor visualización en la radiografía (55).

## **9. Técnica de aplicación.**

Para que el HC pueda ejercer su acción antiséptica es necesario que el conducto esté permeable y libre de humedad (5).

Después de la eliminación de la capa residual, existirá una mayor permeabilidad de los túbulos dentinarios y facilitará la acción del HC sobre la dentina.

Diversos fabricantes con el fin de facilitar la obturación temporal del conducto con una Mi, han comercializado pastas pre mezcladas como: Calen (SS White) o TempCanal (Pulpdent) (5). [Figura 7, 8]



Figura 7 Pasta pre mezclada de Hidróxido de calcio

<https://www.sswwhite.com.br/site2016/site/produtos/calen/index.html>



Figura 8 Pasta pre mezclada de Hidróxido de calcio

<https://www.pulpdent.com/product/tempcanal-enhanced/>

## 9.1 Técnica manual

La aplicación en el conducto puede hacerse con una jeringa descartable o con una espiral de léntulo. Para usar la jeringa descartable es necesario que la pasta posea una consistencia óptima. Sólo así fluirá con facilidad a través de la aguja.

Recientemente, Ultradent (South Jordan, UT) diseñó una punta de 0.014 pulgadas de diámetro para facilitar la colocación de la pasta de HC (54).

Las pastas industrializadas vienen listas y acompañadas de jeringas apropiadas; es necesario seguir las instrucciones del fabricante sobre la forma de uso. Al utilizar una jeringa para llevar el HC al conducto, la aguja deberá estar calibrada con topes de goma o silicona, colocados a 3-4 mm de la longitud de trabajo.

La aguja se introduce hasta la profundidad deseada y al presionar con suavidad el émbolo, se retira la jeringa con lentitud hasta percibir el reflujo de la pasta en la cámara pulpar. De esta forma evitaremos la presencia de espacios (burbujas) y propiciaremos condiciones para que el conducto quede obturado de forma temporal. Es posible que en el intento por llenar el conducto

por completo con la Mi pueda producirse una extrusión del medicamento. Aunque los autores no recomiendan la colocación de HC más allá del foramen apical, esto no debe ser motivo de gran preocupación en especial en dientes con lesiones periapicales (5).

## 9.2 Técnica rotatoria

Dumsha & Gutmann afirmaron que el léntulo es quizá el método más conveniente para introducir pastas disponibles comercialmente en el SCR. Este instrumento de baja velocidad está disponible en una variedad de tamaños. El clínico debe seleccionar una espiral que se coloque fácilmente a la longitud de trabajo sin atascarse en las paredes del conducto. También recomendaron que después de llenar el conducto con pasta, se debe retirar y volver a insertar el léntulo hasta la longitud de trabajo varias veces mientras gira el instrumento. Este procedimiento ayuda a eliminar cualquier pequeña burbuja de aire atrapada dentro del conducto radicular (54,55).

En esos casos, el uso de léntulo resulta una alternativa con buenos resultados. Para la colocación de la Mi con léntulo, esta debe ser más consistente. El léntulo recolectará la pasta desde la loseta, se activará la rotación del mismo y se llevará al conducto (55).

Un estudio de Sigurdsson et al., en 1992 evaluaron tres técnicas en la colocación de HC: (a) una espiral de léntulo, (b) inyección con una jeringa (diámetro exterior de la aguja, 0,8 mm) seguida de compactación con un obturador, y (c) rotación en sentido antihorario de una lima K. Concluyendo que la aplicación con léntulo permitió un mayor alcance hasta la longitud de trabajo en conductos curvos, siendo esto es una limitante para la correcta colocación de la pasta.

Los estudios han concluido que las técnicas mas efectivas para la aplicación del HC son: pistola Messing; el Pastinject (portador de pasta específicamente diseñado) y, en menor grado, el léntulo; el compactador MacSpadden; la técnica de combinación de compactador por condensación vertical de McSpadden; y el léntulo (56).

## **10. Tiempo de permanencia**

El tiempo de aplicación de la medicación tiene suma importancia, ya que los iones OH<sup>-</sup> se difunden muy lentamente a través de la dentina debiendo vencer la capacidad buffer de la hidroxiapatita (57).

Estudios reportan que la aplicación de HC colocado por 10 minutos en el conducto radicular no fue efectiva para eliminar las bacterias, en cambio luego de 7 días de aplicación fue altamente efectivo para destruir la flora persistente en el conducto (58).

En cuanto al tiempo de aplicación, el HC debe permanecer en el conducto al menos una semana para lograr un pH altamente alcalino en la dentina (59).

Estudios previos recomiendan que en casos de grandes lesiones periapicales, el HC se deje por un periodo de 30 días en los conductos realizando la reposición del mismo pasados 15 días después de la colocación inicial, ya que este recambio contribuye de forma positiva a la reparación de los tejidos perirradiculares (5, 60).

## **11. Técnica de remoción de la Medicación intraconducto**

Se ha demostrado que la eliminación completa del HC de las paredes del conducto radicular no es completa utilizando técnicas de rutina, sin embargo,

el tipo de vehículo utilizado, la permeabilidad del conducto y la combinación de irrigantes como EDTA e NaOCl con instrumentos manuales ayuda a facilitar su remoción. Se ha sugerido que los métodos ultrasónicos son más efectivos en la remoción de restos de HC comparado con una irrigación pasiva. Nandini et al., (2006) informaron que el vehículo utilizado durante la preparación de la pasta de HC es de suma importancia para la eliminación del mismo (61).

## 12. Conclusiones

El HC ha sido utilizado en tratamientos preventivos, y endodónticos, dentro de estos últimos su principal uso es como Mi, debido a su capacidad bactericida, ayudando a disminuir la carga bacteriana hasta un nivel compatible con la salud perirradicular.

Esta medicación antimicrobiana causa principalmente la inhibición del crecimiento bacteriano, esto se ve reflejado en la síntesis de proteínas y en el metabolismo de las bacterias involucradas.

La Mi en el tratamiento endodóntico resulta ser una clave de suma importancia, la cual está relacionada con el pronóstico y éxito del tratamiento.

Dentro de los objetivos principales de la Mi se encuentra la prevención de infecciones de dientes vitales los cuales por condiciones anatómicas o de tiempo no es posible finalizar en una cita y en los dientes con infección presente, la capacidad de neutralizar los microorganismos persistentes en las zonas anatómicas que la instrumentación no consiguió.

La elección del vehículo debe ser tomando en cuenta la finalidad y los resultados que deseamos obtener.

Todas las pastas de HC, sin importar el vehículo, mantienen un pH alcalino; Cabe mencionar que el HC tiene un efecto más tardío al ser mezclado con glicerina por las propiedades de esta, al contrario del propilenglicol que actúa como un excelente vehículo; Es importante mencionar que pese a que el NaOCl tiene capacidad de disolver material orgánico, este no debe de usarse en conjunto con el HC como Mi ya que químicamente se forma hidróxido de sodio, conocido popularmente como sosa cáustica, el cual es perjudicial para el tratamiento.

Es recomendable el uso de otras sustancias como CHX, propilenglicol y glicerina como vehículo en combinación con el HC, debido a su buena compatibilidad y mecanismo de acción. El tiempo mínimo requerido para que el HC tenga efecto dentro del SCR es de siete días, logrando aumentar el pH alcalino y permitiendo disminuir la flora persistente del SCR, concluyendo que el HC es el material más utilizado como Mi.

### 13. Bibliografía.

1. Martha K. Ferreira Belisario. Medicación Intraconducto Empleada en la Terapia Endodóntica de Dientes con Necrosis Pulpar; Enero 2002 - Abril 2005.
2. Vázquez-de-León A, Mora-Pérez C, Palenque-Guillemí A, Sexto-Delgado N, Cueto-Hernández M. Actualización sobre afecciones pulpares. **Medisur** [revista en Internet]. 2008 [citado 2021 Abr 6]; 6(3):[aprox. 25 p.]. Disponible en: <http://www.medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/549>
3. María Alejandra Navarro " Conceptos Actuales sobre el Complejo Dentino-Pulpar. Fisiología Pulpar " ;2003-2005.
4. *Leticia Marchena Rodríguez, Isidoro Cabrera Fernández, María Osorio Roble*. Revisión sistemática del hidróxido de calcio para proteger el complejo dentino-pulpar. 2019 [Citado 2021 Abr 6]; Disponible en: <https://www.eldentistamoderno.com/2019/03/revision-sistematica-del-hidroxido-de-calcio-para-proteger-el-complejo-dentino-pulpar/>
5. Goldberg F, Soares I.. Técnicas y fundamentos. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana; 2002.
6. Schilder H, Amsterdam M. Inflammatory potential of root canal medicaments. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod; 1959.
7. Cohen S. Vías de la Pulpa. 10th ed. España: Elsevier Mosby; 2011.
8. Yepes FL., Castrillón CA. El Hidróxido de Calcio, como paradigma clínico, es superado por el Agregado Trióxido Mineral (MTA). Rev Fac Odontol Univ Antioq; 2013.
9. José Carlos Pereira; Terezinha de Jesus Esteves Barata; Leonardo César Costa; Carlos Augusto Ramos de Carvalho; Ticiane Cestari Fagundes; Maria Cecilia Ribeiro de Mattos; Marcela Pagani Calabria, Mónica Hermoza-Novoa. Recubrimiento pulpar directo e indirecto: mantenimiento de la vitalidad pulpar. Acta Odontológica Venezolana. Volumen 49, No. 1; 2011.

Obtenible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2011/1/art-15/>

10. Pérez, E., Burguera, E., & Carvalho, M. Tríada para la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares. *Acta odontológica venezolana*, 41(2); 2003.

11. Tsukiboshi, M., Ricucci, D., & Siqueira, J. F. (2017). *Mandibular Premolars with Immature Roots and Apical Periodontitis Lesions Treated with Pulpotomy: Report of 3 Cases*. *Journal of Endodontics*, 43(9), S65–S74.

Disponible en: doi:10.1016/j.joen.2017.06.013

12. Carlos San Martín D. Endodoncia. TÉCNICAS CLÍNICAS Y BASES CIENTÍFICAS. Elsevier Mason; 2011.

13. Pérez, E., Burguera, E., & Carvalho, M. Tríada para la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares. *Acta odontológica venezolana*, 41(2); 2003.

14. Cruzatty J, Espinoza S, Solórzano A. Observaciones acerca del uso del hidróxido de calcio en la endodoncia [Internet]. Dialnet. 2021 [consultado 6 April 2021]. Disponible en : <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6313250>

15. Aguilar Heredia T. "Aspectos Microbiológicos de la Periodontitis Apical Crónica Persistente" [Internet]. 1999 [consultado 6 April 2021]. Disponible en : [https://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado\\_41.htm](https://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_41.htm)

16. Kakehashi S, Stanley H, Fitzgerald R. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*; 1965.

17. Moller A, Fabricius L, Dahlen G, Ohman A, Heyden G. Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys. *Scand J Dent Res*; 1981.

18. Sundqvist G. Bacteriological studies of necrotic dental pulps. Umeå University Odontological Dissertation, Umeå, Suecia; 1976.

19. Rôças IN, Lopes HP. Treatment of endodontic infections. Siqueira JF, editor. London: Quintessence; 2011 Jan 31.
20. Marroquín Peñaloza T, García Guerrero C. Guía de Diagnóstico clínico para patologías pulpares y periapicales. versión adaptada y actualizada del “Consensus conference recommended diagnostic terminology”, publicado por la asociación americana de endodoncia [internet]. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfoua/v26n2/v26n2a10.pdf>. 2009 [consultado 6 abril 2021]. Disponible en : <http://www.scielo.org.co/pdf/rfoua/v26n2/v26n2a10.pdf>
21. Siqueira JF Jr, Pérez AR, Marceliano-Alves MF, Provenzano JC, Silva SG, Pires FR, Vieira GCS, Rôças IN, Alves FRF. What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using micro-computed tomography and histology/scanning electron microscopy. *Int Endod J.*; 2018. Disponible en : doi: 10.1111/iej.12753.
22. Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature -- Part 2. Influence of clinical factors. *Int Endod J.* 2008 Jan;41(1):6-31. doi: 10.1111/j.1365-2591.2007.01323.x. Epub 2007 Oct 10. PMID: 17931388.
23. Vera J, Siqueira J F, Ricucci D, Loghin S, Fernández N, Flores B, Cruz A G. One- versus Two-visit Endodontic Treatment of Teeth with Apical Periodontitis: A Histobacteriologic Study. *Journal of Endodontics.* 2012 [Consultado 06 Abr 2021]; 38(8): 1040–1052. Disponible en: doi:10.1016/j.joen.2012.04.010
24. Siqueira JF Jr. Microbial causes of endodontic flare-ups. *Int Endod J.* 2003 Jul;36(7):453-63. doi: 10.1046/j.1365-2591.2003.00671.x. PMID: 12823700.
25. Siqueira, J. F. (2003). Microbial causes of endodontic flare-ups. *International Endodontic Journal*, 36(7), 453–463. doi:10.1046/j.1365-2591.2003.00671.x
26. Sundqvist G. Bacteriological studies of necrotic dental pulps. Umeå University Odontological Dissertation, Umeå, Suecia. 1976

- 27 . Siqueira J, Rocas I. Exploiting Molecular Methods to Explore Endodontic Infections: Part 2- Redefining the Endodontic Microbiota. J Endod; 2005.
28. Gomes B, Martinho F. Comparison of Endotoxin Levels Found in Primary and Secondary Endodontic Infections. J Endod; 2012.
29. Rôças, Isabela, José Siqueira, and Kátia Santos. "Association of Enterococcus faecalis With Different Forms of Periradicular Diseases." *Journal of Endodontics* 30.5; 2004.
30. Siqueira JF Jr, Rôças IN. Exploiting molecular methods to explore endodontic infections: Part 2 Redefining the endodontic microbiota. J Endod; 2005. Jul;31(7):488-98. doi: 10.1097/01.don.0000157990.86638.49. PMID: 15980706.
31. Chong B, Pitt Ford T. The role of intracanal medication in root canal treatment. Int Endod J; 1992.
32. Ferreira Belisario M. Medicación Intraconducto Empleada en la Terapia Endodóntica de Dientes con Necrosis Pulpar en el Postgrado de Endodoncia de la Universidad Central de Venezuela en el Período Enero 2002 - Abril 2005 " [Internet]. Carlos Boveda.2005. [consultado 6 April 2021]. Disponible en: [https://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado\\_47.htm](https://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_47.htm)
33. Soares Ilson J, Goldberg F. Endodoncia: Técnicas y fundamentos. Argentina: Médica Panamericana; 2002.
34. Herman BW. Calciumhydroxyd als mittel zum behandel und fúllen von zahnwurzelkanálen, Würzburg, Med. Diss. V. German dissertation; 1920.
35. Rodríguez Gutiérrez G, Álvarez Llanes M, García Boss J, Arias Herrera S, Más Sarabia M. El hidróxido de calcio: su uso clínico en la endodoncia actual. [Internet]. Scielo.sld.cu. 2004 [conusltado 6 April 2021]. Disponible en : <http://scielo.sld.cu/pdf/amc/v9n3/amc160305.pdf>

36. Lambrianidis T, Margelos J, Beltes. Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal. *J Endod*; vol. 25; febrero 1999.
37. Evans M, Davies J, Sundqvist G, Figdor D. Mechanisms involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide. *International Endodontic Journal*; 2002.
38. Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. *Enterococcus faecalis*: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *Journal of endodontics*; 2006.
39. Muñoz, J. Observaciones acerca del uso del hidróxido de calcio en la endodoncia. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*. 2018; 352-361.
40. López, M. D. L. C. T., Álvarez, M. D., & Morales, A. La clorhexidina, bases estructurales y aplicaciones en; la estomatología. *Gaceta Médica Espirituana*, 11(1); 2014.
41. INGLA R, JHAMB S, KAUR A, RUCHI R. Incidence of dentinal defects during root canal preparation with hand files using different irrigants: An in vitro study. *En: J Conserv Dent*. 2017. vol: 20. N° 6, p. 459–462.
42. Lammoglia-Villagómez Miguel, Cabrera-Nuñez Amalia, Alarcón-Zapata Marco, Rojas-Ronquillo Rebeca, Chagoya-Fuentes Jorge, Daniel-Rentería Iliana. Beneficios del Propilenglicol en el Periparto en Cetosis Subclínica y Parámetros Productivos en el Trópico Veracruzano. *Abanico vet [revista en la Internet]*. 2019 [citado 2021 Abr 06] ; 9: e97. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-61322019000100107&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322019000100107&lng=es). Epub 05-Mar-2021. <https://doi.org/10.21929/abavet2019.97>.
43. Grover C, Shetty N. Evaluation of calcium ion release and change in pH on combining calcium hydroxide with different vehicles. *Contemporary Clinical Dentistry*; 2014 p. 434-439.
44. Alimentación M. Control Microbiológico [Internet]. MIPROMA. [consultado 6 Abril 2021]. Disponible en: <https://www.mipromaalimentacion.es/newpage44403c40>

45. Cruz,E. et al., Penetration of propylene glycol into dentin. *Int Endod J* 2002; 35:330.
46. Miden R, Garcia R, Cavenago B, Marciano M, Minotti P, Ordinola R, et al. Analysis of the reaction of subcutaneous tissues in rats and the antimicrobial activity of calcium hydroxide paste used in association with different substances. *J Appl Oral Sci.* 2015; 23(5): p. 508-514.
- 47 Steiner JC, Dow PR, Cathey GM. Inducing root end closure of nonvital teeth. *J Dent Child* 1968; 55: 47 - 54.
48. Clomburg, J.M.; Gonzalez, R. Anaerobic fermentation of glycerol: a platform for renewable fuels and chemicals. *Trends Biotechnol.* 2013, 31, 20–28.
49. Becerra B L, Becerra B P. CAPACIDAD DE DIFUSIÓN DEL IÓN CALCIO A TRAVÉS DE LA DENTINA RADICULAR UTILIZANDO CUATRO TIPOS DE VEHÍCULOS: ANESTESIA, HIDRÓXIDO DE CALCIO CALCIFAR®, GLICERINA Y POLIETILENGLICOL [Internet]. *UstaSalud.* 2004 [consultado 6 April 2021]. Disponible en.: <https://doi.org/10.15332/us.v3i2.1878>
50. Falcón, Britto & Guevara, Liz. (2017). Interacciones entre soluciones irrigantes durante el tratamiento de endodoncia. *Revista Médica Basadrina.* 11. 56-59. Disponible en : [10.33326/26176068.2017.1.616](https://doi.org/10.33326/26176068.2017.1.616)
51. Haenni S, Schmidlin R, Mueller B, Sener B, Zehnder M. Chemical and antimicrobial properties of calcium hydroxide mixed with irrigating solutions. *Int Endod J.* 2003; 36(5): 100.
52. Hasselgren G, Olsson B, Cvek M. Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. *J Endod.* 1988; 14:125-7.
53. M.L. de la Casa, M.Á. Bulacio, M.M. Sáez, G.L. López, G. Raiden. Pastas de hidróxido de calcio preparadas con diferentes soluciones. Acción solvente. *ENDODONCIA.* Volumen 27, Número 1; Enero-Marzo 2009.

54. Torres C, Apicella M, Yancich P & PARKER M. Intracanal Placement of Calcium Hydroxide: A Comparison of Techniques, Revisited. *Journal of Endodontics*. 2004 [Consultado 06 Abr 2021]; 30(4). Disponible en: 225–227.doi:10.1097/00004770-200404000-00010
55. Rodríguez Benítez S. Importancia del hidróxido de calcio como medicamento intraconducto en Endodoncia. A propósito de un caso clínico. [Internet]. *Gaceta Dental*. 2009 [[consultado 6 April 2021]. Disponible en: <https://gacetadental.com/2009/03/importancia-del-hidrxido-de-calcio-como-medicamento-intraconducto-en-endodoncia-a-propsito-de-un-caso-clnico-31678/>
56. Dumsha T, Gutmann J. Clinical techniques for the placement of calcium hydroxide. *Compend Contin Educ Dent*. 1985; 6:482–90.
57. Pazos, A. : Apexificación y Apicogénesis. Definición de términos. ; 2014[conusltado 6 April 2021]. Obtenido de Portal Odontólogos S.A: <https://www.odontologos.mx/odontologos/noticias/2374/endodonciaapexificacion-y-apicogenesis-definicion-de-terminos>
58. Paqué F, Boessler C, Zehnder M. Accumulated hard tissue debris levels in mesial roots of mandibular molars after sequential irrigation steps. *Int Endod J*. 2011 Feb;44(2):148-53 [consultado 6 April 2021]. Disponible en: doi: 10.1111/j.1365-. 2591.2010.01823.x. Epub 2010 Nov 17.PMID: 21083577.
59. Sjögren U, Figdor D, Spångberg L, Sundqvist G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short- term intracanal dressing. *Int Endod J*. 1991; 24: 119-125.
60. Lambrianidis T, Margelos J, Beltes. Removal efficiency of calcium hidroxide dressing from the root canal. *J Endod*. 1999; 25(2); 85-88.
61. Mohammadi Z, Dummer P M H. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *International Endodontic Journal*. 2011 [Consultado 06 Abr 2021]; 44(8). Disponible en: doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01886.x

