



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

DIFERENTES SOLUCIONES IRRIGANTES Y SU  
EFICACIA EN CONDUCTOS RADICULARES PARA LA  
ERRADICACIÓN DE *Enterococcus Faecalis* EN DIENTES  
CON NECROSIS PULPAR. REVISIÓN DE LA  
LITERATURA.

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

ANDREA PÉREZ MALDONADO

TUTOR: Esp. JUSTO CANDELARIO ZAPATA ACOSTA

ASESOR: C.D. JUAN IGNACIO CORTÉS RAMÍREZ



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.

*A Dios por brindarme salud y fuerza, por permitirme concluir esta etapa tan importante que a pesar de las circunstancias tan difíciles que viví, hoy tengo la seguridad de que siempre tendré su bendición a cada paso que doy.*

*A ti Mamá por darme la vida, por tus enseñanzas, compañía en los momentos difíciles, tu amor y comprensión, porque sin ti no sería lo que soy ahora, gracias mamá porque sin ti no lo hubiera logrado; te dedico con todo mi corazón este triunfo, eres mi motivación para seguir adelante, siempre te voy a amar.*

*A mi Papá por enseñarme a enfrentar la vida con coraje y determinación, me enseñaste a no ser débil, a mirarar siempre hacia adelante y subir como la espuma, aunque ya no estás conmigo, para mí siempre serás mi héroe, te dedico este triunfo con todo mi corazón donde quiera que te encuentres, te amo y te extraño mucho.*

*A mi hermanita Diana, porque a pesar de que ya no estas aquí, se que siempre estuviste conmigo acompañándome a lo largo de mi vida, me ayudaste a entender lo grande que es el amor de hermanos, siempre recordare lo que dijiste una vez, aunque no me veas siempre voy a estar contigo. Te extraño mucho.*

*A ti hermano Carlos, por ser mi motivación, porque se que siempre estaremos juntos, por soportar los golpes que nos dio la vida y por protegerme siempre, gracias por darle un motivo más a mi vida; Jade.*

*A toda la familia Maldonado Salas, gracias a su apoyo incondicional me motivaron a seguir adelante.*

*A la familia Martínez Flores, porque su apoyo fue de mucha importancia para mí, gracias por permitirme ser parte de ustedes.*

*A mis amigos que compartimos juntos muchas experiencias en toda la carrera, Lesly, Yuridia, Iscela, Idalia, Yesenia, Sandra, Alejandra, Aron, Gustavo, Israel, Mario, Roberto, Uriel, Diego.*

*A mi amiga Karina, porque tu apoyo me ayudó a superar una etapa difícil en mi vida, por tu amistad y cariño, por compartir nuestro gusto por la endodoncia, te quiero mucho.*

*Al Dr. Justo Zapata por su apoyo y dedicación en este trabajo, porque gracias a sus enseñanzas, me motivaron a elegir la Endodoncia como mi práctica favorita.*

*A la UNAM por ser mi segunda casa y darme la oportunidad estudiar la carrera que ahora es mi pasión.*



---

---

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	6
PROPÓSITO.....	9
OBJETIVO.....	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
CAPITULO 1 ANTECEDENTES.....	11
1.1 Antecedentes históricos de la irrigación.....	11
1.2 Antecedentes históricos de las soluciones irrigantes.....	12
1.3 Objetivos de la irrigación en Endodoncia.....	14
1.4 Características del irrigante ideal.....	15
CAPITULO 2 SOLUCIONES IRRIGANTES EN ENDODONCIA.....	16
2.1 Hipoclorito de sodio.....	16
2.2 Clorhexidina.....	19
2.3 Quelantes.....	20
2.3.1 EDTA.....	20
2.3.2 Ácido Cítrico.....	22
2.4 Otros Irrigantes.....	23
2.4.1 Agua de hidróxido de calcio.....	23
2.4.2 Peróxido de hidrógeno.....	23
2.5 Combinaciones.....	24
CAPITULO 3 MÉTODOS DE IRRIGACIÓN EMPLEADOS EN ENDODONCIA.....	26
3.1 Agujas y jeringas.....	26
3.2 Técnica de irrigación y aspiración.....	28
3.3 Ultrasonido.....	30
3.4 Puntas de gutapercha.....	31



---

---

CAPITULO 4 IMPORTANCIA DE LA DESINFECCIÓN EN EL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES.....31

4.1 Entrada de los microorganismos.....32

    4.1.1 Caries.....32

    4.1.2 Enfermedad periodontal.....32

    4.1.3 Anacoresis.....33

4.2 Necrosis pulpar.....33

    4.2.1 Microbiología de la pulpa necrótica.....35

    4.2.2 Tipos de Infecciones Endodóncicas.....36

        4.2.2.1 Infección intrarradicular primaria.....36

        4.2.2.2 Infección intrarradicular secundaria.....37

        4.2.2.3 Infección intrarradicular persistente.....37

        4.2.2.4 Infecciones extrarradiculares.....38

4.3 Biofilm.....38

    4.3.1 Generalidades.....39

    4.3.2 Biofilm en Endodoncia.....41

4.4 Estreptococos.....42

    4.4.1 Generalidades.....42

    4.4.2 *Enterococcus faecalis*.....43

        4.4.2.1 Descripción.....43

        4.4.2.2 Características microbiológicas.....44

        4.4.2.3 Factores de virulencia.....45

        4.4.2.4 Métodos de detección.....47

4.5 *Enterococcus faecalis* en las infecciones endodónticas.....48

    4.5.1 Incidencia.....49

    4.5.2 Resistencia.....51

    4.5.3 Prevalencia.....51

    4.5.4 Erradicación de *Enterococcus faecalis*.....52



---

---

DISCUSIÓN.....	55
CONCLUSIONES.....	57
BIBLIOGRAFÍA.....	60



---

---

## INTRODUCCIÓN

El pronóstico del tratamiento endodóncico depende de diversos factores, los cuáles debemos de considerar si queremos realizar un tratamiento realmente efectivo.

La pulpa dental se ve constantemente afectada por diversas causas como caries profunda o una restauración mal ajustada; estos, pueden ser factores predisponentes para que haya una inflamación pulpar, la cuál no tratada a tiempo puede ocasionar muerte (necrosis) y la colonización de diferentes tipos de microorganismos, que conforme la enfermedad progresa puede convertirse en un padecimiento periapical.

De este modo se crea un ambiente favorable para los microorganismos ya que se organizan y conviven en un biofilm, medio en el cual se pueden volver más resistentes a las diferentes terapéuticas que se emplean para la limpieza de los conductos radiculares.

Uno de los microorganismos relevantes en Endodoncia que puede habitar en las condiciones en las que se encuentre el conducto radicular es el *Enterococcus faecalis*, bacteria anaerobia facultativa que tiene la capacidad de sobrevivir aunque ya no exista una fuente de nutrición, de tal modo que es muy importante implementar una terapéutica adecuada si queremos obtener un pronóstico favorable.



---

---

Un factor importante que debemos tomar en cuenta en la terapéutica es la anatomía de los conductos radiculares, que en ocasiones presentan una amplia gama de ramificaciones, lo cual hace muy difícil para nosotros identificar estas variedades a detalle, ya que el tratamiento endodóncico se basa en imágenes radiográficas. A estas estructuras anatómicas le llamamos sistema de conductos radiculares.

Actualmente los instrumentos que se utilizan para realizar el trabajo biomecánico nos permiten preparar los complicados tipos de conductos radiculares; la mayoría de estos instrumentos son elaborados con aleaciones de níquel-titanio dándole las propiedades de ser flexibles, y mayor resistencia a las fracturas, sin embargo esto no es suficiente para limpiar por completo estas estructuras.

Por tal motivo dentro de la terapéutica que empleamos para el tratamiento de conductos, debemos considerar a la irrigación como un auxiliar decisivo en la preparación químico-mecánica, ya que las soluciones irrigadoras son las que van a ayudar a limpiar por completo el conducto radicular. Entre los más importantes coadyuvantes considerando las diversas propiedades, encontramos al hipoclorito de sodio en diferentes concentraciones, que hasta ahora es el irrigante de primera elección porque posee varias de las características que debe de reunir una solución de este tipo. El EDTA es también ideal por su actividad en la remoción del barrillo dentinario que queda después de la instrumentación.



---

---

Actualmente no existe una solución que reúna todas las características necesarias y que sea considerado el irrigante ideal; por tal motivo se deben usar diferentes soluciones o combinaciones de estas para lograr obtener una mejor limpieza y desinfección del conducto radicular.

El uso de diferentes soluciones irrigantes en conjunto ha sido motivo de discusión, ya que al combinarlas se puede potencializar su acción, o también disminuir su eficacia. Hay una combinación, la del hipoclorito de sodio con clorhexidina, que al unirse, forman un precipitado citotóxico que puede llegar a ser dañino.

Por tal motivo se debe tener un amplio conocimiento de las propiedades y efectos de las diferentes soluciones irrigantes, usándolas de manera adecuada para lograr alcanzar la limpieza deseada del conducto radicular, y la eliminación de las bacterias, ya que si estas permanecen en el conducto por una deficiente limpieza, pueden provocar el fracaso del tratamiento endodóncico.



---

---

### Propósito

Presentar de forma articulada una compilación de la literatura sobre las diferentes soluciones irrigantes que son eficaces contra *Enterococcus Faecalis* en dientes con necrosis pulpar que le permita al lector tener un panorama del uso de estas sustancias.



---

---

## Objetivo General

Identificar de acuerdo a los diversos autores cuál solución irrigadora es eficaz en los conductos radiculares para la erradicación de *Enterococcus Faecalis* en dientes con necrosis pulpar.

## Objetivos específicos

1. Conocer la acción antimicrobiana de las diferentes soluciones irrigadoras de acuerdo a su concentración.
2. Explicar los diferentes métodos de irrigación.
3. Conocer la resistencia de *Enterococcus faecalis*
4. Proponer cual es el mejor irrigante para la erradicación de *Enterococcus Faecalis* presente en dientes necróticos y así con ello, anular el fracaso endodónico.



---

---

## I.- ANTECEDENTES

### 1.1 Antecedentes históricos de la irrigación

El tratamiento endodóncico en sus inicios, era eminentemente químico. La terapéutica de conductos era realizada en varias sesiones; se utilizaba el ácido clorhídrico y sustancias tóxicas como el arsénico con el fin de conseguir la limpieza de los conductos, y esto se llevaba a cabo en varias citas hasta conseguir un conducto limpio.<sup>1</sup>

En 1910 estaba presente la etapa de la infección focal, Hunter, médico británico, fue el primero en difundir el peligro de los dientes sin pulpa como focos de bacteremia.<sup>2</sup>

En la etapa científica en los años cuarenta, Weine, Frank, Lasala y otros se enfocaron en mejorar la limpieza y desinfección de los conductos radiculares, disminuyendo la necesidad de utilizar medicación intraconducto, con lo que se obtuvo un mayor respeto hacia los tejidos perirradiculares.<sup>2</sup>

En las últimas décadas del siglo XX, estaba la denominada fase biológica de la Endodoncia, en la que se intercedía por la utilización del suero fisiológico para ayudar en la instrumentación, debido a la ausencia de la irritación en los tejidos periapicales;<sup>1</sup> la escuela brasileña (Leonardo, Holland) estaba en la búsqueda del uso de materiales mas biocompatibles para este fin.<sup>2</sup> En esta misma época, Martín divulgó el uso de la energía ultrasónica y Launchesse la energía sónica para conseguir una mejor limpieza.<sup>2</sup>



---

---

## 1.2 Antecedentes históricos de las soluciones irrigantes

El uso del hipoclorito de sodio en odontología como solución irrigante se inició en 1792 por primera vez y recibió el nombre de Agua de Javele. Ese hipoclorito se constituía de una mezcla de hipoclorito de sodio y potasio.<sup>3</sup>

En 1915, durante la primera guerra mundial, Dakin, químico americano, propuso la solución de hipoclorito de sodio al 0.5%, neutralizado con ácido bórico. Esa nueva solución quedó conocida con el nombre de su autor (solución de Dakin). Sin embargo, observó que al tratar heridas de guerra con hipoclorito de sodio al 2.5% (solución de Labarraque) se obtenía la desinfección, pero la cicatrización de la herida tardaba.

Para verificar lo que ocurría, la solución fue diluida hasta la concentración del 0.5% de cloro activo y utilizada con la misma finalidad.<sup>3</sup> Sus observaciones pudieron constatar que en esa concentración se obtenía el mismo resultado, pero con cicatrización mas lenta. Se observó que la cicatrización tardía ocurría a causa de la gran cantidad de hidróxido de sodio presente en las soluciones de hipoclorito, independiente de su concentración.<sup>3</sup>

Con base en este razonamiento, Dakin neutralizó la solución de hipoclorito de sodio al 0.5%, pH 11, con ácido bórico (0.4%). De ese modo, con el uso de una solución de hipoclorito de sodio con pH cerca del neutro, se consiguió la desinfección de las heridas sin el efecto de la acción de los hidroxilos sobre los tejidos vivos.



---

---

Se verificó que el hipoclorito de sodio, al 2.5% o al 0.5%, presentaba el mismo pH en virtud de los hidroxilos libres.<sup>3</sup>

Entre las soluciones utilizadas como irrigante también encontramos la clorhexidina, que fue introducida en la década de los 50 en Inglaterra para uso médico, como desinfectante natural y con actividad antimicrobiana, actuando contra bacterias gram-positivas y gram-negativas.<sup>1</sup> Su uso en Odontología fue introducido por primera vez en 1954 por Davies y Col. en la antisepsia de los campos operatorios y en la desinfección de los conductos radiculares.<sup>1</sup>

El ácido etildiaminotetraacético (EDTA), solución quelante, comenzó a usarse desde 1957<sup>4</sup> y está indicado principalmente en conductos radiculares atrésicos o calcificados.<sup>5</sup> También aconsejándose con frecuencia como solución de irrigación, puesto que tiene la capacidad de quelar y eliminar la porción mineralizada de la capa de barrillo dentinario.

El uso del agua de hidróxido de calcio fue introducido por Hermann, en 1920,<sup>1</sup> sus propiedades en cuanto a la disociación de iones calcio y su poder antiséptico lo llevaron a ser ampliamente utilizado en endodoncia.<sup>6</sup>



---

---

El ácido cítrico fue utilizado a partir de 1979 por Wayman y col. constatando que era más efectivo que el NaOCl y confirmando que su poder de quelación era directamente proporcional a la concentración. En 1984, Baumgartner y col. evaluaron que después de la preparación de conductos, la irrigación de NaOCL alternada con ácido cítrico fue mas efectiva en la eliminación de detritos de las paredes dentinarias.<sup>1</sup>

En 1994 estudios evaluados por Gaberoglio & Bence demostraron que el ácido cítrico, removi6 eficazmente la capa residual del interior de los conductos radiculares, semejante a la acción del EDTA. En ese mismo año Gorgopoulou y Col., evaluaron la efectividad antimicrobiana contra cocos, siendo menos efectivo que el NaOCL.<sup>1</sup>

### **1.3 Objetivos de la irrigación en Endodoncia**

Los instrumentos que ahora se usan para la conformación de los conductos radiculares son mucho más efectivos, ya que son elaborados con un material llamado Níquel-Titanio, aleación que les da la capacidad de ser más flexibles, eliminando ángulos afilados en la punta del instrumento para mejorar la capacidad de limpiar el interior del conducto. Aún así, esto no es suficiente para eliminar por completo los restos de tejido orgánico o necrótico por lo que debemos complementar la limpieza y reducir la carga microbiana empleando soluciones irrigantes, que con su ayuda, se pueden alcanzar áreas que los instrumentos no pueden llegar a limpiar y así tener el éxito al realizar una buena limpieza en el tratamiento de los conductos radiculares.



---

---

Según Carlos Estrella entre los objetivos en el uso de las soluciones irrigadoras, se encuentran:<sup>3</sup>

- Facilitar la acción del instrumento endodóncico.
- Alterar el pH y neutralizar el contenido en el conducto radicular.
- Controlar una posible infección en casos de pulpectomía.
- Retirar sangre del conducto y cámara pulpar.
- Retirar materia orgánica (restos pulpares) e inorgánica (detritos).
- Permitir la acción mas directa e intensa del agente antimicrobiano con la microbiota endodóncica.
- Presentar compatibilidad biológica con los tejidos periapicales.

#### **1.4 Características del irrigante ideal**

De acuerdo con Castellucci las soluciones de irrigación para el uso en Endodoncia, deben cumplir con requisitos específicos:<sup>7</sup>

- Deben ser capaces de disolver el tejido necrótico.
- Tener una tensión superficial baja para llegar a las prolongaciones, delta apical y todas las áreas que no pueden ser alcanzadas por los instrumentos.
- Tener propiedades germicidas y bactericidas.
- No debe ser tóxico y mucho menos irritante para los tejidos periapicales.
- Conservar los restos dentinarios en suspensión.
- Debe ser lubricante para permitir que los instrumentos trabajen de manera eficiente.
- Deben evitar la decoloración de los dientes.
- Ser relativamente inocuo para el paciente y el dentista.
- Fácilmente disponibles y baratos.



---

---

En la actualidad, no se ha encontrado un irrigante que reúna las características anteriormente mencionadas, por lo que es de suma importancia que se tenga un amplio conocimiento de la patología que presenta el diente a tratar, para así seleccionar la sustancia química más efectiva de acuerdo al caso.

## **2.- SOLUCIONES IRRIGANTES EN ENDODONCIA**

En la selección del irrigante ideal, se debe tomar en cuenta las propiedades del irrigante adecuado y los efectos buscados. Como ejemplo: en dientes con vitalidad pulpar, en los que los microorganismos se presentan nula o escasamente, se permite el uso de un agente con bajo poder antimicrobiano, por otra parte, en casos de dientes con afección pulpar en los que los microorganismos intervienen de manera directa, se recomienda el uso de irrigantes con gran efecto antimicrobiano.<sup>6</sup>

### **2.1 Hipoclorito de sodio (NaOCl)**

La solución de NaOCl con el paso de los años se ha convertido en el irrigante de primera elección en endodoncia ya que posee las siguientes propiedades:

1. Acción bactericida: afectando las enzimas presentes en la integridad de las membranas citoplasmáticas bacterianas, promoviendo alteraciones biosintéticas.<sup>3</sup>
2. Saponificación de las grasas: actúa como solvente de materia orgánica y de grasa, transformando esos ácidos grasos en jabón, y reduce la tensión superficial de la solución remanente.<sup>3</sup>



- 
- 
3. Acción sobre las proteínas: rompiendo moléculas proteicas en fragmentos menores, por lo tanto más solubles.<sup>1</sup>
  4. Acción aclarante y desodorizante

El NaOCl al ser utilizado en medio acuoso se disocia en hidróxido de sodio y ácido hipocloroso. Este, es el responsable de la acción detergente que permite solubilizar los tejidos.<sup>1</sup>

La solución de NaOCl con pH elevado, alrededor de 11% a 12%, es más estable, y la liberación de cloro es más lenta. A medida que se reduce el pH de la solución, sea por ácido bórico o por bicarbonato de sodio (solución de Dausfrene), la solución queda muy inestable y la pérdida de cloro es más rápida. Eso significa que el tiempo de vida útil de la solución es pequeño. La luz solar y la temperatura elevada provocan la liberación del cloro y dejan la solución ineficaz.<sup>1</sup>

PROPIEDADES	SUSTANCIAS			
	NaOCl-0.5%	NaOCl- 1%	NaOCl- 2.5%	NaOCl-5%
DENSIDAD	1.00	1.04	1.06	1.09
TENSIÓN SUPERFICIAL	74.3	75.0	75.5	73.8
pH	11.98	12.60	12.65	12.89
VISCOSIDAD (centiPoise)	0.956	0.986	1.073	1.110
CONDUCTIVIDAD (milisiemens)	26.0	65.5	88.0	127.5
CAPACIDAD DE HUMECTACIÓN	2h 20 min.	1h 27 min.	1h 23 min.	18 min.

Tabla I. Medidas de valores de propiedades físico-químicas de soluciones de NaOCl.<sup>3</sup>



---

---

Las soluciones de NaOCl en concentraciones de 0.5%, 1% y 2.5% son las más indicadas para el tratamiento de dientes vitales.<sup>6</sup> Deben usarse durante todo el procedimiento de conformación de los conductos.

Dentro de las ventajas podemos mencionar que su eficacia para la disolución de tejidos y acción antibacteriana es a una concentración del 5.25%.<sup>2</sup> Se favorece su acción utilizándolo durante períodos de 5 a 30 minutos en el conducto radicular y se recomienda renovarla para que su eficacia sea constante. No obstante en periodos más prolongados se ha demostrado en estudios *in vitro* que desmineraliza la dentina aunque esto no se ha demostrado *in vivo*.<sup>8</sup>

Entre las desventajas de esta solución cabe mencionar que durante su uso, se debe procurar no aplicarlo bruscamente, evitar ocluir la entrada del conducto con la aguja, ya que con esto podemos correr el riesgo de proyectarlo a los tejidos perirradiculares provocando un hematoma y equimosis. También podemos causar la necrosis de los tejidos.<sup>5</sup>



Imagen 1. Efecto tóxico del NaOCl sobre los tejidos perirradiculares.<sup>4</sup>



---

---

La acción del hipoclorito de sodio depende también de la temperatura.<sup>3</sup> Guttmann sugiere que se caliente a 37°C;<sup>8</sup> Sonja S., demostró que el calentamiento de la solución, aumenta su capacidad para disolver el material orgánico.<sup>9</sup> Esto se puede realizar por medio de un calentador de jeringas<sup>4</sup>, y tomar en cuenta que como lo menciona, Estrela, el poder de disolución es directamente proporcional a la concentración.<sup>3</sup>



Imagen 2. Dispositivo para calentar las jeringuillas llenas con solución de NaOCl.<sup>4</sup>

También su acción puede ser activada por medio de ultrasonidos. En un estudio realizado por Cesar de Gregorio, se demuestra la efectividad de los irrigantes activado con ultrasonido lo cual permite la penetración de los mismos en los conductos laterales.<sup>10</sup>

## 2.2 Clorhexidina (CHX)

La CHX es un agente catiónico, que posee actividad antibacteriana, y bacteriostática.<sup>6</sup> Diversos autores la sugieren como un excelente irrigante, ya que presenta una falta relativa de toxicidad y posee alta sustantividad; esto va a depender de la capacidad de adsorción a las superficies de los conductos radiculares. Aunque su efecto antimicrobiano es eficiente, no ofrece ventajas sobre el NaOCl.<sup>6</sup> Sin embargo, sigue siendo una opción importante en el caso de conductos contaminados.<sup>1</sup>



---

---

Algunos investigadores descubrieron que la CHX tiene efectos antibacterianos significativamente mejores que el hidróxido de calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) cuando se probó en cultivos. Si se emplea en combinaciones de CHX y  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , muestra actividad contra los anaerobios estrictos; la combinación aumenta el efecto antibacteriano de cualquiera de los dos medicamentos.<sup>11</sup>

## **2.3 Quelantes**

### **2.3.1 Acido etildiaminotetraacético (EDTA)**

Su función es facilitar la preparación biomecánica y su empleo es principalmente permeando los conductos calcificados permitiendo la conformación de estos, aunado a la instrumentación,<sup>6</sup> desintegrando el componente calcificado y mineralizado de las paredes dentinarias.

Se debe tomar en cuenta que durante la preparación del conducto radicular se forma una capa de barrillo dentinario que contiene restos pulpares, restos bacterianos muertos y compuestos químicos, cuyo depósito oblitera los túbulos dentinarios afectando de manera directa:<sup>1</sup>

1. La efectividad de las soluciones irrigadoras a penetrar los espacios difíciles de acceder.
2. Dificulta el poder de la acción antimicrobiana de la medicación intraconducto.
3. Disminuye la eficacia del sellador al momento de la obturación.



---

---

Por lo tanto la eliminación del barrillo dentinario es importante para permitir la permeabilidad de los túbulos dentinarios, creando las condiciones favorables para que las soluciones empleadas ejerzan su efectividad.

La acción del EDTA es biocompatible con los tejidos si se usa de manera correcta, no presenta ninguna contraindicación para su uso. Diversas investigaciones sugieren que el tiempo de empleo para conseguir buenos resultados es de 3 a 5 minutos, posteriormente se irriga con NaOCl,<sup>6</sup> ya que el barrillo dentinario comprende un componente orgánico y otro inorgánico; no suele ser suficiente el EDTA por si solo, por lo que se debe emplear también el NaOCl para eliminar el componente orgánico de la capa del barrillo dentinario.<sup>4</sup>

Según el estudio realizado por Gregory Caron, si se usa habitualmente a una concentración del 17% alcanza su efecto en 1 minuto; el pH del medio y el tiempo de exposición, interfieren en sus propiedades.<sup>12</sup> Por otra parte, su uso prolongado, puede disolver de manera severa la dentina peritubular e interradicular.<sup>1</sup>

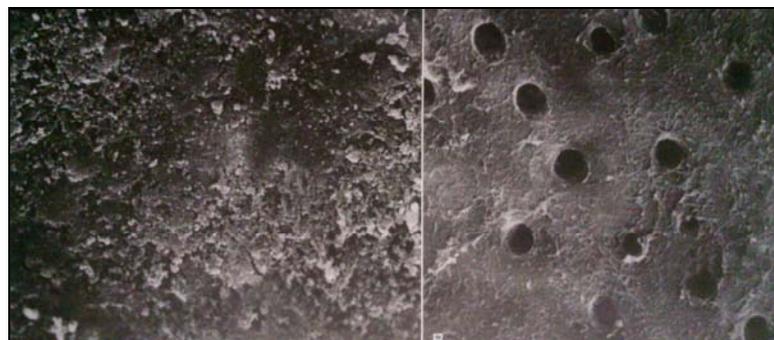


Imagen 3. A) Pared del conducto con barrillo dentinario presente, B) Barrillo dentinario removido con EDTA al 17%.<sup>17</sup>



---

---

El RC-Prep es una solución que contiene 15% de EDTA, asociado con 10% de peróxido de urea y glicol como base de consistencia jabonosa. Actúa como antiséptico y al ser espumoso tiene una efervescencia natural, que es aumentada al combinarla con el NaOCl, logrando lubricar y ensanchar los conductos más estrechos.<sup>5</sup>

Otra asociación sugerida actualmente es el MTAD, que es una solución combinada de doxiciclina, ácido cítrico y un detergente tensoactivo,<sup>4</sup> con un pH de 2.15.<sup>13</sup> Leonardo menciona que varios estudios han demostrado su propiedad antibacteriana eficaz gracias a la doxiciclina, que es poco citotóxica, remueve eficazmente el barrillo dentinario, y sugiere su uso como irrigante final después de la instrumentación.<sup>5</sup> Ingle recomienda su uso al 1.3%.<sup>13</sup> Las investigaciones realizadas por Tay y Col. demostraron que tiene acción más agresiva que el EDTA.<sup>1</sup>

### **2.3.2 Solución de ácido cítrico**

Es un ácido orgánico débil. En solución al 50%, facilita la remoción de componentes inorgánicos y aumenta la apertura de los túbulos dentinarios. En concentraciones bajas como del 10% al 15% es biocompatible con los tejidos, pero hay que cuidar que no se extruya, ya que en ese caso, retarda el proceso de reparación. Su acción depende de la concentración.<sup>1</sup>

Leonardo menciona que las investigaciones realizadas por Gabergolio & Becce, demostraron que el ácido cítrico fue eficaz para remover el barrillo dentinario, y de acuerdo con las investigaciones realizadas por Yamaguchi recomiendan al ácido cítrico como alternativa al uso del EDTA, como lavado final en la preparación biomecánica.<sup>5</sup>



---

---

## 2.4 Otros irrigantes

### 2.4.1 Agua de hidróxido de calcio

Esta solución presenta un elevado poder bactericida y gracias a su PH fuertemente alcalino facilita la neutralización de la acidez del medio.<sup>1</sup> Se prepara utilizando hidróxido de calcio puro y agua destilada, después de un determinado periodo de reposo, el líquido suspendido se retira con una jeringa y listo para usarse.<sup>5</sup>

La solución de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en una suspensión acuosa a  $15^\circ \text{C}$  de temperatura, es suficiente para alcanzar un pH de 12.4 , esto proporciona una acción antimicrobiana eficaz, pero la permanencia de esta solución dentro del conducto al momento de la irrigación, es muy pequeña, por lo tanto no ofrece tanta efectividad.<sup>6</sup>

El  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  es utilizado por muchos como medicación intraconducto, eficaz en dientes con afección periapical, dejándolo actuar durante una semana, persiguiendo alcanzar que el pronóstico de la endodoncia sea favorable.

### 2.4.2 Peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )

Conocida más comúnmente como agua oxigenada, en una concentración al 3% es un potente agente oxidante. Su uso en Endodoncia se explica gracias a sus excelentes propiedades, ya que cuando es usado como irrigante y entra en contacto con tejido orgánico, principalmente con sangre, produce efervescencia, libera oxígeno naciente, ocasiona hemólisis y hemoglobinolisis, desprende detritos<sup>3</sup>



---

---

y con ayuda de los instrumentos remueve los restos orgánicos del conducto radicular.<sup>5</sup> Su poder antiséptico, aunque es bajo, ayuda a controlar la contaminación de la cámara pulpar.<sup>6</sup>

## 2.5 Combinaciones

En una investigación realizada por Grossman, se sugiere emplear una técnica de irrigación, que consiste en el uso alternado de NaOCl con la solución de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 3%. La mezcla promueve una reacción de efervescencia y reacción exotérmica que libera oxígeno nascente.

Pécora constató, que el uso de la crema de RC-Prep con NaOCl al 5% causaba aumento de la permeabilidad dentinaria de modo menos intenso que la utilización del EDTA y de las soluciones halogenadas en sus diferentes concentraciones.

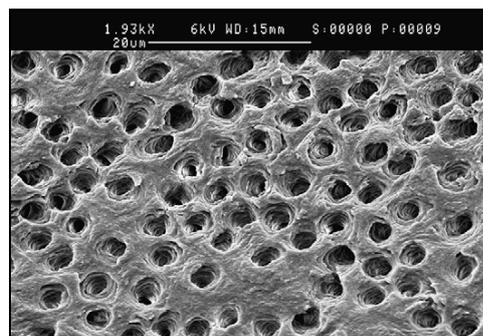


Imagen 4. Eliminación del barrillo dentinario de la pared de conducto en combinación de NaOCl con EDTA.<sup>15</sup>

Loel asoció el ácido cítrico con el NaOCl, demostrando que al combinar estas soluciones, se produce una reacción de efervescencia, sin embargo cabe mencionar que esta técnica no fue muy investigada.<sup>3</sup>



---

---

Otra combinación recomendada para la remoción del barrillo dentinario es el uso alternado de una solución de MTAD seguido de NaOCl, completando así la limpieza del conducto radicular.<sup>13</sup>

Un estudio realizado por Shashikala menciona que cuando se combina el NaOCl con la CHX se produce un precipitado de color naranja-marrón conocido como parachloroaniline que es citotóxico. Este precipitado es una sal insoluble, neutral, formada por la reacción ácido-base entre el NaOCl y la CHX, ocluyendo los túbulos dentinarios y comprometiendo la obturación del conducto radicular. Este proceso se evaluó con un examen estereoscópico, donde se demuestra que el precipitado se encuentra depositado a lo largo de la pared del conducto.<sup>14</sup>



Imagen 5. Precipitado formado de la combinación de CHX con NaOCl.<sup>15</sup>

La mezcla de CHX y EDTA inmediatamente produce un precipitado blanco, aunque las propiedades de la mezcla y el sobrenadante no han sido completamente estudiados, parece que la capacidad de EDTA para eliminar la capa de barrillo se reduce.<sup>15</sup>



Imagen 6. Precipitado formado de la combinación de CHX con EDTA.<sup>15</sup>

### **3.- MÉTODOS DE IRRIGACIÓN EMPLEADOS EN ENDODONCIA**

Si se complementa el uso de las soluciones irrigantes con la inundación y aspiración simultánea posterior, se remueven los restos de tejido necrótico, microorganismos y barrillo dentinario resultante de la instrumentación del conducto radicular y se promueve eficazmente la limpieza. Este proceso debe llevarse a cabo durante toda la instrumentación y al finalizar el procedimiento.<sup>5</sup>

#### **3.1 Agujas y jeringas.**

Las jeringas de plástico de diferentes tamaños que van de 1 a 20 ml. son las más comúnmente utilizadas para la irrigación. Las que contienen mayor volumen de solución permiten el ahorro de tiempo, pero es más difícil controlar la presión y pueden ocurrir accidentes.

Por lo tanto, para maximizar la seguridad y el control, se recomienda el uso de jeringas de 1 a 5 ml., en lugar de las más grandes.



---

---

Todas las jeringas de irrigación endodóncica deben tener un diseño Luer-Lok, y es importante mencionar que debido a las reacciones químicas entre irrigantes, se debe utilizar una jeringa por cada solución empleada.<sup>15</sup>

Durante la irrigación, es importante que las agujas sean flexibles para precurvarlas, haciéndolas accesibles a la entrada de los conductos y poder alcanzar el tercio apical. Están disponibles en diferentes calibres, para los diversos diámetros y longitudes del conducto radicular; deben entrar libremente sin ocluir, por ello la importancia de la conformación, ya que de este modo los irrigantes pueden fluir más efectivamente a lo largo del conducto.<sup>5</sup>

Las agujas Max-I-Probe (MPL) presentan un extremo romo con un orificio de salida lateral, disminuyendo el peligro de proyectar la solución al periapice, consiguiendo una elevada eficacia para eliminar los restos en la zona apical.<sup>2</sup>

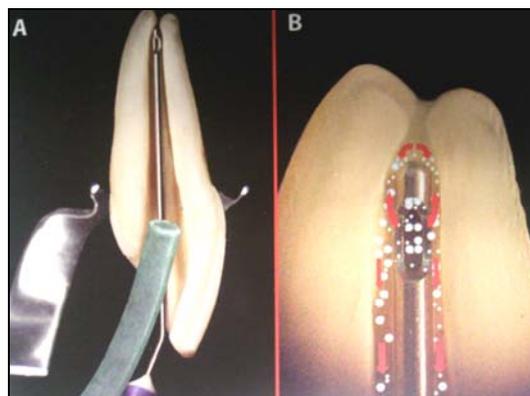


Imagen 7. Aguja Max-I-Probe.<sup>8</sup>



---

---

La casa comercial Ultradent ofrece las agujas Navitip, que vienen en presentación de 4 longitudes diferentes (17, 21, 25 y 27 mm.) (blanca, amarilla, azul y verde), también la aguja Endo-Eze que es una aguja ultrafina de color anaranjado (31G) y de color azul (30G), estas agujas son desechables.<sup>5</sup>

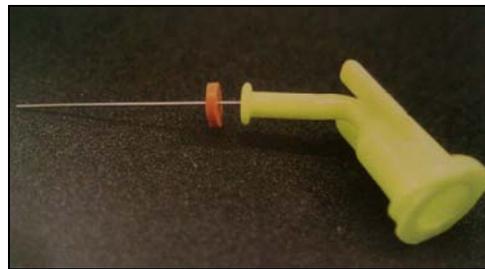


Imagen 8. Aguja Navitip de Ultradent.<sup>6</sup>

### 3.2 Técnica de irrigación y aspiración

1. Se debe seleccionar la aguja adecuada para la irrigación y una jeringa de capacidad mínima para tener un control de la presión que se ejerce.
2. Posteriormente se introduce en el conducto. Se sugiere que esta logre introducirse de 3 o 4 mm. antes del límite de la preparación.
3. Una vez colocada la aguja, sin ocluir, con suavidad se deposita la solución irrigante con movimientos de vaivén; así se aumenta la agitación de la solución ayudando a remover los residuos.
4. Este procedimiento debe acompañarse con la aspiración de manera simultánea. Se sugiere introducir una cánula de calibre pequeño para que el irrigante circule por todo el conducto.



Se puede considerar que la irrigación es un procedimiento sencillo, sin embargo debemos tomar en cuenta, que se tienen que tomar las precauciones necesarias para que la solución irrigadora no se impulse hacia los tejidos periapicales, por lo que debemos tener la precaución de no ajustar la aguja en el interior del conducto, ya que en caso de ocurrir, se podría transportar los restos contenidos en el conducto, hacia afuera, provocando la agresión a los tejidos periapicales. En ciertos casos, en los que la aguja se introduce hasta el límite y se ejerce una presión excesiva, se expone el riesgo de que la columna de aire del conducto se proyecte al periapice, causando un enfisema. Estos inconvenientes se pueden evitar si seleccionamos una aguja que sea adecuada al calibre del conducto, asegurar de que no existan interferencias y que el irrigante se introduzca de manera cuidadosa. “IRRIGAR NO ES INYECTAR”<sup>6</sup>.

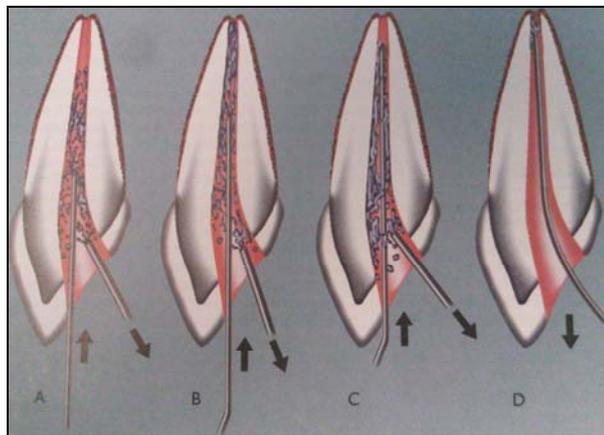


Imagen 9. Técnica de irrigación/aspiración utilizada durante la conformación del conducto radicular.<sup>6</sup>



---

---

### 3.3 Ultrasonido

Actualmente, el ultrasonido se utiliza para acceder a la cámara pulpar, a la localización de la entrada de los conductos radiculares, a coadyuvar en la limpieza, remover cálculos pulpares, y en ocasiones, utilizarlo para retirar los instrumentos fracturados o eliminar restos de material obturador.<sup>13</sup>

Diversos estudios demuestran que la vibración ultrasónica aumenta la limpieza, por su acción químico-mecánica. Este fenómeno se produce porque se liberan pequeñas burbujas que a su vez se rompen rápidamente, provocando alteraciones estructurales de las células microbianas.<sup>1</sup>

La eficacia de los aparatos de ultrasonido y las técnicas de instrumentación manual usadas simultáneamente, han sido evaluadas en diversas ocasiones en muchos estudios. La mayoría de estas concluyeron que el ultrasonido, aunado a una abundante y efectiva irrigación, contribuye a una mejor limpieza de los conductos radiculares comparado a que solamente se usen estos de manera individual, ya que la transmisión de la cavitación y la acústica favorece la actividad químico-biológica de las soluciones, contribuyendo a una máxima eficiencia. Es de suma importancia tener en cuenta que el instrumento del ultrasonido utilizado, no debe tocar las paredes del conducto para aumentar su eficacia.<sup>13</sup>



---

---

Entre las áreas del conducto que son particularmente difíciles de limpiar, se encuentran las uniones entre los canales dobles, istmos y los deltas; en estos casos, el ultrasonido colabora ayudando a que los irrigantes penetren más fácilmente.

Entre los riesgos del uso del ultrasonido se pueden encontrar algunas complicaciones como provocar la transportación del canal, alguna perforación o la extrusión de material infeccioso más allá del ápice.<sup>13</sup>

### **3.4 Puntas de gutapercha**

El reconocimiento de la dificultad del riego apical ha dado lugar a diversas e innovadoras técnicas para facilitar la penetración de soluciones en el canal. Uno de ellos incluye el uso de conos de gutapercha en un movimiento hacia arriba y hacia abajo en la longitud de trabajo; esto facilita el intercambio de la solución en la región apical; aunque es pequeño el efecto, algunos estudios hablan de los beneficios del uso de la punta de gutapercha para este fin.<sup>15</sup>

## **4.- IMPORTANCIA DE LA DESINFECCIÓN EN EL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES**

Una de las situaciones más comunes en la práctica endodóncica es la contaminación por microorganismos de los órganos dentarios a tratar. Es por eso que el empleo de irrigantes con diversas características lo consideramos importante, así como también, conocer la forma de intervención de estos en la flora microbiana causante de las patologías pulpares y radiculares.



---

---

## **4.1 Entrada de microorganismos en los conductos radiculares**

### **4.1.1 Caries**

Mientras los tejidos duros del diente permanezcan intactos (esmalte y cemento), es imposible la penetración de las bacterias a la pulpa y esta permanece en un estado de salud óptimo. En diversas circunstancias se pierde la integridad del tejido duro permitiendo la entrada de microorganismos hacia la pulpa promoviendo así la inflamación de la misma, siendo la caries dental, la principal vía de entrada de los microorganismos.

Las bacterias también pueden ingresar a través de pequeñas microfracturas del esmalte y la dentina posterior a un traumatismo. La preparación de la cavidad, es decir el tallado excesivo, las restauraciones con sellado marginal deficiente, entre otros, promueven una vía potencial de acceso.<sup>16</sup>

### **4.1.2 Enfermedad periodontal**

El tejido conjuntivo pulpar se continúa con el periodonto a través del foramen apical y los conductos laterales que están presentes en los diferentes niveles de la raíz; esta relación anatómica permite el desplazamiento de las bacterias de un espacio anatómico a otro. De esta manera, la infección periodontal puede provocar la afección pulpar y viceversa.<sup>2</sup>



---

---

En presencia de bolsas periodontales la microflora es predominantemente anaerobia y comprende muchos bacilos gram-negativos, espiroquetas y cocos gram-positivos, los cuales son comunes en las pulpas necróticas.<sup>16</sup>

#### **4.1.3 Anacoresis**

Es un proceso mediante el cuál los microorganismos son transportados en la sangre o la linfa de un área de daño en los tejidos a otra y provocar una infección. No hay evidencia clara que muestre que este proceso puede representar una vía para la infección del conducto radicular.<sup>17</sup>

#### **4.2 Necrosis pulpar**

Es el cese de los procesos metabólicos de la pulpa, una vez que son vencidas sus defensas naturales.<sup>5</sup> Las principales causas de este suceso son “traumatismos” o “una pulpitis irreversible no tratada”.<sup>18</sup>

En esta patología, la vascularización pulpar es inexistente y los nervios pulpares no son funcionales, por lo que al realizar pruebas de sensibilidad como frío y/o eléctricas responde negativamente; en el caso de la prueba con calor, podría causar síntomas debido a la presencia de restos de líquidos o gases que se expanden a la región periapical provocando reacción en el paciente.<sup>4</sup>



---

---

La presencia de una respuesta inflamatoria en la membrana periodontal puede producir dolor considerable, el hueso experimenta reabsorción, hay acumulo de toxinas, edema, y el diente se siente extruido provocando dolor por contacto prematuro con los antagonistas, es decir, se vuelve muy sensible a la mas mínima presión.<sup>18</sup>

En el tejido pulpar necrótico, así como en las zonas anatómicas del conducto radicular, se localizan inicialmente las bacterias, las cuales pueden emigrar posteriormente en dirección apical y producir una respuesta inflamatoria.<sup>19</sup>

En un estudio realizado por Leonardo, se evaluó la presencia de microorganismos en la superficie radicular de dientes extraídos, donde se comparan, dientes sanos, dientes con necrosis pulpar con y sin afección periapical, concluyendo que tanto los dientes sanos como dientes necróticos sin afección periapical, presentaban un acumulo de microorganismos menor, comparado con los dientes que presentaban afección periapical.<sup>20</sup>



## 4.2.1 Microbiología de la pulpa necrótica

Anaerobios Obligados	Anaerobios facultativos
Cocos gram-positivos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Streptococcus</li> <li>• Peptostreptococcus</li> </ul> Bacilos gram-positivos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actinomyces</li> <li>• Lactobacillus</li> <li>• Bifidobacterium</li> <li>• Eubacterium</li> </ul> Cocos gram-negativos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veillonella</li> </ul> Bacilos gram-negativos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Porphyromonas</li> <li>• Prevotella</li> <li>• Fusobacterium</li> <li>• Selenomonas</li> <li>• Campylobacter</li> </ul> Espiroquetas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Treponema</li> </ul>	Cocos gram-positivos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Streptococcus</li> <li>• Enterococcus</li> </ul> Bacilos gram-positivos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actinomyces</li> <li>• Lactobacillus</li> </ul> Cocos gram-negativos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neisseria</li> </ul> Bacilos gram-negativos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capnocytophaga</li> <li>• Eikenella</li> </ul> Levaduras <ul style="list-style-type: none"> <li>• Candida</li> </ul>

Tabla II. Géneros de microorganismos comunes en conductos radiculares infectados.<sup>13</sup>

La ecología de los microorganismos depende de una variedad de factores, incluyendo nutricionales, cantidad de oxígeno, condición pulpar, vía de infección, competencia y colaboración interbacteriana. Cuando la invasión se produce a través de la vía normal por caries dentaria, en la microbiota inicial se encuentran en gran parte, bacilos y cocos Gram-positivos.<sup>1</sup>



---

---

Los factores nutricionales son fundamentales para el crecimiento microbiano; estos los proporciona la pulpa necrótica y el exudado inflamatorio, el cual contiene elementos séricos y hemáticos que fomentan la proliferación bacteriana.<sup>21</sup>

Al haber una baja disponibilidad de oxígeno en los conductos radiculares infectados, se favorece el crecimiento de bacterias anaeróbicas facultativas y posteriormente anaerobias estrictas.<sup>21</sup>

La interacción de sinergismo y de cooperación, es una cadena de reacciones en donde un microorganismo, a través de su metabolismo garantiza la fuente de un nutriente esencial que es requerido, pero no sintetizado, por otro miembro de esa población.<sup>3</sup>

#### **4.2.2 Tipos de infecciones endodóncicas**

Las infecciones endodóncicas pueden ser clasificadas de acuerdo a la localización anatómica en Intra o Extrarradiculares. A su vez, se subdividen en tres categorías: la infección Primaria, Secundaria, y la Persistente, dependiendo del tiempo en que los microorganismos se establecieron dentro del conducto radicular. La composición de la microbiota puede variar en función de los diferentes tipos de infección.<sup>17</sup>

##### **4.2.2.1 Infección intrarradicular primaria**

En esta, los microorganismos inicialmente invaden y colonizan el tejido pulpar necrótico, dominado por bacterias anaeróbicas, pero se pueden encontrar algunos facultativos de forma común.<sup>17</sup>



---

---

#### **4.2.2.2 Infección intrarradicular secundaria**

Los microorganismos que estaban presentes en la infección primaria, se introducen en el sistema de conductos radiculares; la entrada puede ser durante el proceso de necrosis de la pulpa, el sellado ineficiente de la curación entre citas, o incluso después de la obturación del conducto radicular.<sup>17</sup>

#### **4.2.2.3 Infección intrarradicular persistente**

Los microorganismos pueden resistir procedimientos antimicrobianos y soportar períodos largos con la privación de nutrientes. Esto también se denomina infección recurrente, en donde los microorganismos involucrados son los restos de una infección primaria o secundaria. La microbiota asociada a infecciones persistentes se compone generalmente de menos especies que las infecciones primarias siendo las gram-positivas o bacterias anaerobias facultativas las que más predominan. Los hongos también se pueden encontrar más significativamente en comparación con las infecciones primarias.

Las infecciones persistentes y secundarias, son las más comunes y es difícil distinguirlas clínicamente, motivo por el cual se puede ser responsable por un mal procedimiento clínico, provocando síntomas persistentes y llegando hasta el fracaso del tratamiento endodóncico.<sup>17</sup>



---

---

#### 4.2.2.4 Infecciones extrarradiculares

Se caracteriza por la invasión microbiana y su proliferación en la inflamación de los tejidos perirradiculares provocando la complejidad del caso. La infección extrarradicular depende de la intrarradicular. De presentarse esta situación asume especial relevancia desde un punto de vista terapéutico si se quieren obtener resultados favorables.<sup>17</sup>

Una mejor comprensión de la enfermedad y el desarrollo de estrategias terapéuticas eficaces de los antibióticos dependen del conocimiento de la infección, puesto que el resultado ideal del tratamiento de endodoncia se basa en la eliminación de los microorganismos.<sup>17</sup>

#### 4.3 Biofilm

El biofilm es un modo de crecimiento microbiano compuesto por comunidades unidas a un sustrato sólido y se almacenan en una matriz de fabricación propia de sustancias poliméricas extracelulares. La biopelícula microbiana cumple con los criterios básicos: posee la capacidad de auto-organizarse, resistir las perturbaciones ambientales, es eficaz en la asociación con otras bacterias, y responde a los cambios del medio ambiente como una unidad, en lugar de un solo microorganismo.<sup>13</sup>



---

---

### 4.3.1 Generalidades

El biofilm se forma en tres pasos básicos, la colonización bacteriana, formación de película, y la maduración.<sup>13</sup>

La sustancia orgánica contiene principalmente:

- Carbohidratos: producidos por muchas bacterias, e incluyen glucanos, fructanos o levanos.
- Proteínas: se encuentran en el biofilm supragingival derivadas de la saliva, y en el subgingival se derivan de líquido del surco gingival.
- Lípidos: puede incluir endotoxinas de bacterias Gram-negativas.

Dentro de los elementos inorgánicos tenemos:

- Calcio
- Fósforo
- Magnesio
- Fluoruro

Las concentraciones de estos elementos inorgánicos son más altas en el biofilm que en saliva.

El Biofilm está compuesto por una mezcla compleja de microorganismos que producen microcolonias, la película adquirida atrae a cocos gram positivos como *S. sanguis* y *S. mutans*, que son los organismos principales en la formación de placa, posteriormente, una bacteria filamentosa como *F. nucleatum* se adhiere poco a poco, la forma filamentosa crece en la capa de cocos y reemplaza muchos de estos, después aparecen vibriones y espiroquetas como el espesor del biofilm y alcanza la maduración cuando se adhieren Gram-negativos y anaerobios.<sup>13</sup>



---

---

La presencia de estas bacterias hace posible la agregación de otras a convivir en el biofilm actuando como coagregantes; la existencia de bacterias anaerobias en un ambiente aeróbico es posible gracias a la coexistencia entre estos.<sup>13</sup>

El Biofilm calcificado es denominado como cálculo, formado por la precipitación de los fosfatos de calcio dentro de la matriz orgánica de la placa; los factores reguladores son tales como el pH, la saturación de Ca, P, la disponibilidad de los iones flúor, proporcionando la fuerza impulsora para la mineralización.<sup>13</sup>

La formación de biopelículas es de naturaleza protectora, como en el biofilm dental o placa que se forma en la superficie del diente, es inocuo en condiciones normales, sin embargo, un cambio en el microambiente debido a los hábitos de sustancias, la dieta y la respuesta inmune del huésped puede dar lugar a infecciones o enfermedades en la cavidad oral. De acuerdo con la "hipótesis de la placa ecológica", cualquier cambio ambiental favorece el aumento de colonización de bacterias potencialmente patógenas que causan enfermedades. La caries dental, gingivitis, periodontitis, periimplantitis y periodontitis periapical son ejemplos de enfermedades causadas por el biofilm.<sup>13</sup>

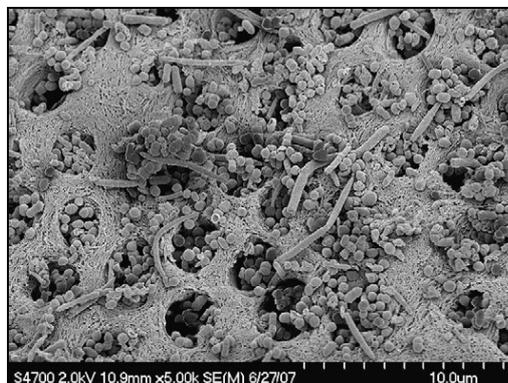


Imagen 10. Biofilm en la pared del conducto.<sup>15</sup>



---

---

#### 4.3.2 Biofilms en Endodencia

Los microorganismos en los conductos radiculares se organizan determinando una biopelícula.<sup>21</sup> Su formación depende de la especie bacteriana que reside en ellos, la superficie del sustrato o la composición, y el recubrimiento de la capa de acondicionamiento de las superficies sobre las que se forman.<sup>13</sup>

La microbiota endodóncica es más diversa en comparación con la microbiota bucal y es más evidente en el progreso de la infección al ser alterado el estado nutricional y ambiental del conducto radicular ya que el entorno se hace más anaeróbico. Estos cambios ofrecen un nicho ecológico para la supervivencia de microorganismos.<sup>13</sup>

Los microorganismos persisten en la complejidad anatómica como istmos, deltas y en la parte apical del sistema de conductos radiculares así como en regiones más allá del foramen apical, estas complejidades anatómicas y geométricas de sistemas de conducto son un refugio de las bacterias.<sup>13</sup>

El biofilm ofrece otras ventajas a las bacterias, tales como:

1. La resistencia a los antimicrobianos.
2. Aumento de la concentración local de nutrientes.
3. Oportunidades para el intercambio de material genético.
4. Capacidad de comunicación entre las poblaciones de bacterias de mismo y / o especies diferentes (*quorum sensing*) mecanismos de las bacterias gram positivas y gram negativas.<sup>21</sup>
5. Producen factores de crecimiento entre especies diferentes.<sup>13</sup>



---

---

## 4.4 Estreptococos

### 4.4.1 Generalidades

Los estreptococos y los estafilococos constituyen los grupos de cocos gram-positivos de mayor importancia médica, los estreptococos son gram-positivos, inmóviles y catalasa negativos. (La catalasa es una enzima que cataliza la degradación del peróxido de hidrogeno en agua y oxígeno molecular; los microorganismos que son catalasa positivos, producen inmediatamente burbujas cuando se exponen a una solución de peróxido de hidrogeno.)<sup>22</sup>

Los géneros de importancia clínica son *Streptococcus* y *Enterococcus*. Tienen una forma ovoide y redondeada, se presentan en parejas o en cadenas. La mayoría son anaerobios facultativos (capaces de crecer tanto en presencia como en ausencia de oxígeno) pero crecen fermentativamente incluso si hay oxígeno.<sup>22</sup>

En la tinción de Gram, la muestra se baña con violeta de genciana, posteriormente se cubre con la preparación de una mezcla de alcohol y acetona, si conserva su coloración, la podemos identificar como gram-positiva.<sup>23</sup>



---

---

#### 4.4.2 *Enterococcus faecalis*

##### 4.4.2.1 Descripción

*Enterococos* es un género de cocos anaerobios facultativos gram-positivos, que hasta 1984 fueron clasificados como Grupo D *streptococci*. *Enterococcus faecalis* y *Enterococcus faecium* son las especies de *enterococcus* más comunes, siendo *E. faecalis* el patógeno nosocomial más común que puede causar infecciones del tracto urinario, infecciones abdomino-pélvica, endocarditis infecciosa, y prótesis de articulaciones, entre otras.<sup>13</sup>

Su naturaleza le permite crecer y sobrevivir en medios áridos; de esta manera lo podemos encontrar en el suelo, la comida, el agua, las plantas y los animales como pájaros e insectos.<sup>24</sup> También pueden colonizar las membranas mucosas bucales y la piel.<sup>22</sup>

Para que los enterococos puedan actuar como patógenos primero deben adherirse a los tejidos del hospedero; esto puede hacerlo a través de adhesivos específicos a la matriz extracelular de los mismos. Durante el proceso de invasión a los tejidos, los enterococos deben encontrarse en un medio ambiente con potenciales de óxido reducción elevados, nutrientes esenciales limitados, leucocitos fagocíticos y otras defensas del hospedero. Todos estos factores ayudan a favorecer el crecimiento del microorganismo.<sup>24</sup>



---

---

#### 4.4.2.2 Características microbiológicas

*E. faecalis* es un coco Gram positivo que puede aparecer solo, en pares o cadenas; estas células pueden aparecer como coco-bacilos cuando se realiza la tinción de Gram en muestras provenientes de placas de Agar, pueden aparecer ovales o cadenas cuando se realiza la tinción de Gram en muestras provenientes de caldo de tioglicolato.<sup>24</sup>

Es un microorganismo anaerobio facultativo y su crecimiento óptimo ocurre a 35°C; sin embargo, también se ha observado crecimiento entre 10 y 45°C.<sup>24</sup>

Posee una pared celular con antígenos del grupo D, el cual es un ácido lipoteicoico glicerol intracelular asociado con la membrana citoplasmática. La pared celular está constituida por una gran cantidad de peptidoglicanos y ácido teicoico.<sup>24</sup>

Una característica importante de *E. faecalis* es la habilidad de crecer en medios con pH ácido y/o alcalino, donde normalmente inhibe el crecimiento y supervivencia de muchos otros microorganismos.<sup>24</sup>

Los enterococos poseen habilidades únicas y potenciales de intercambiar material genético entre ellos mismos y con otros microorganismos, que se encuentran en la membrana de numerosas bacterias Gram negativas y Gram positivas.<sup>24</sup>

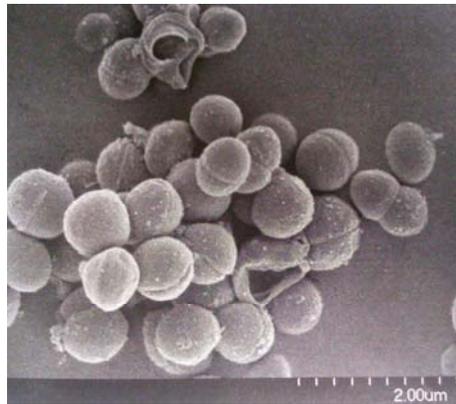


Imagen 11. Enterococcus Faecalis. 13

#### 4.4.2.3 Factores de virulencia

Es la capacidad relativa de un microorganismo para producir alteraciones patológicas en el hospedero; esta propiedad se relaciona con la eficacia que tiene el microorganismo para colonizarlo y por consiguiente producir un daño tisular. La virulencia depende de diversos aspectos que afectan a estas capacidades y se denominan factores de virulencia.<sup>24</sup>

1. Sustancia de agregación: ésta sustancia convierte la superficie de la bacteria donadora en una superficie adherente potencial para las células receptoras, causando agregación o agrupación y a su vez facilitando el intercambio de material genético, como la resistencia antibiótica, que puede ser transferida de las cepas de *E. faecalis* a otras especies.



- 
- 
2. Adhesinas o proteínas de superficie: *E. faecalis* presenta en su pared celular numerosas proteínas de superficie, cada una cumpliendo una función específica. Las más importantes son la proteína de superficie Esp y la Ace, ambas relacionadas con la formación de biopelículas y con la adherencia del microorganismo a las proteínas de la matriz extracelular y al colágeno tipo I y IV.
  3. Feromonas sexuales: Las feromonas sexuales son péptidos hidrofóbicos pequeños codificados cromosomalmente a lo largo de 7 u 8 aminoácidos, los cuales promueven la transferencia conjugativa de plásmidos de ADN entre las cepas.
  4. Acido lipoteicoico: puede estimular a los leucocitos a liberar numerosos mediadores, los cuales juegan un papel importante en varias fases de la respuesta inflamatoria.
  5. Superóxido extracelular: Los aniones superóxidos son radicales de oxígeno altamente reactivos que se relacionan con el daño tisular y celular en una gran variedad de desórdenes, incluyendo las enfermedades inflamatorias.
  6. Gelatinasa: La gelatinasa es una metaloproteinasa extracelular que contiene zinc, presente en *E. faecalis*, y fue descrita por primera vez en 1964. Puede hidrolizar gelatina, colágeno, fibrinógeno, caseína, hemoglobina, inulina, algunos péptidos relacionados con las feromonas sexuales y otros péptidos.
  7. Hialuronidasa: Es una enzima degradativa asociada con daño tisular como consecuencia de su función. La hialuronidasa es considerada como facilitador de la proliferación bacteriana, así como de sus toxinas a través de los tejidos del hospedero.



- 
- 
8. Citolisina (Hemolisina): La hemolisina, una enzima tóxica codificada por plásmidos, es producida por las cepas hemolíticas de *E. faecalis* que es capaz de destruir eritrocitos, neutrófilos polimorfonucleares y macrófagos, matar células bacterianas y reducir el acto de la fagocitosis.

#### 4.4.2.4 Métodos de detección

1. Cultivo: Esta técnica tradicional consiste en sembrar las muestras del conducto radicular utilizando medios para cultivo de microorganismos anaerobios estrictos y anaerobios facultativos, que indiquen las proporciones relativas de cepas presentes.
2. Observación Microscópica: Una de las ventajas más importantes del microscopio es que provee una rápida y poco costosa información, pero las características morfológicas no son comúnmente adecuadas para identificar un microorganismo en cuanto a su especie
3. Métodos moleculares: los objetivos fundamentales para el procesamiento de la muestra son la liberación del ácido nucleico del microorganismo, mantener la integridad del mismo y remover las sustancias inhibitorias.
4. Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR): El método molecular PCR está basado en la replicación in vitro del ADN a través de ciclos repetitivos de desnaturalización, reunión de los cebadores y pasos de extensión. El cebador (oligonucleótido) es una pequeña porción de ADN sintetizado, cuya función es complementar la secuencia de ADN de los genes microbianos que van a ser estudiados.



- 
- 
5. Transcriptasa reversa PCR: El método de transcriptasa reversa PCR fue desarrollado para amplificar los ARN a analizar y aumentar el uso de la enzima transcriptasa reversa, la cual puede sintetizar una cadena de ADN complementaria de un modelo de ARN.<sup>24</sup>

#### 4.5 *Enterococcus faecalis* en las infecciones Endodóncicas

La cavidad bucal es un reservorio de *E. faecalis* y su localización varía de acuerdo a la condición en la que se encuentra, detectado más comúnmente en lengua que en el surco gingival así como en los conductos radiculares. Hay estudios que han demostrado que *E. faecalis* también podría estar presente en conductos radiculares con infección primaria y en dientes con lesiones periapicales persistentes.<sup>13</sup>

*E. faecalis* invade los túbulos dentinarios facilitando su protección por lo que la preparación quimio-mecánica de conductos radiculares y la medicación intraconducto son ineficaces para su eliminación.<sup>13</sup> Esto es gracias a que posee una variedad de factores que le confieren la capacidad de predominar en un ambiente bajo en nutrientes, y crecer dentro de los túbulos dentinarios facilitando su adherencia. También tiene la capacidad de coagregarse con una variedad de estreptococos, como lo son *Streptococcus gordinii*, *S. mutans* y *S. sanguinis*, así como también *Candida albicans*.<sup>21</sup>



---

---

#### 4.5.1 Incidencia

Las infecciones endodóncicas primarias o los dientes no tratados con necrosis pulpar, se caracterizan por presentar una microbiota mixta o polimicrobiana, compuesta principalmente por microorganismos Gram positivos y Gram negativos, con predominio de bacterias anaerobias. Generalmente se pueden encontrar más de tres especies distintas de microorganismos dentro de un conducto radicular.<sup>24</sup>

Baumgartner y Falkler cultivaron e identificaron los microorganismos que se encontraban presentes en los 5 mm. apicales de los conductos radiculares de dientes con caries coronal y lesiones periapicales inflamatorias asociadas a estos. Realizaron cultivos aeróbicos y anaeróbicos concluyendo que hay mayor predominio de microorganismos anaerobios en los últimos 5mm. apicales. La presencia de *E. faecalis* se evidenció en 4 de las 10 muestras observadas.<sup>25</sup>

Siqueira y Rocas analizaron una recopilación de estudios que evalúan la microbiota presente en infecciones endodóncicas primarias, tomando en cuenta la sintomatología presente. Cepas de *E. faecalis* fueron observadas en dichos estudios, donde estuvo presente en 18% (9 de 50) de los casos con infección endodóntica primaria.<sup>26</sup>

Los microorganismos persistentes en los conductos radiculares se encuentran en las pulpas necróticas y sobreviven a los procedimientos biomecánicos, ubicándose en conductos no localizados o áreas no instrumentadas; así mismo, las bacterias provenientes de la cavidad bucal pueden colonizar el interior de los conductos radiculares durante el tratamiento por un inadecuado control aséptico, o invadir la obturación de los mismos por filtración coronal luego de la terapia endodóntica.<sup>24</sup>



---

---

Estudios recientes, han demostrado que la composición microbiana del sistema de conductos radiculares luego del fracaso del tratamiento de conductos, es diferente de aquella encontrada en dientes con necrosis pulpar. La microbiota de dientes con tratamiento de conductos previo y periodontitis apical se caracteriza por una monoinfección (presencia de una o dos especies) con predominio de microorganismos Gram positivos, y mayormente especies anaerobias facultativas.<sup>24</sup>

Molander y col., señalan que los microorganismos anaerobios facultativos son menos sensibles a las terapias antimicrobianas, y gracias a esto persisten con mayor frecuencia en el sistema de conductos radiculares luego de procedimientos endodóncicos inadecuados. Estos microorganismos pueden sobrevivir, en una fase inactiva, con una actividad metabólica baja por un período determinado de tiempo, y factores como la filtración coronal durante o después del tratamiento de conducto pudiesen cambiar las condiciones nutricionales y desencadenar el crecimiento bacteriano.<sup>27</sup>

Algunos de los rasgos fisiológicos requeridos por el microorganismo para entrar y establecerse por primera vez, son similares a los de los microorganismos que se encuentran en una pulpa necrótica, como la habilidad para encontrar nutrientes, competir con otros microorganismos y evadir las defensas iniciales del hospedero.<sup>24</sup>

Numerosos estudios señalan que *E. faecalis* es el microorganismo prevalente de las lesiones endodónticas persistentes, con porcentajes que varían desde 12 a 77%, su habilidad para causar enfermedades periapicales y fracasos endodóncicos se debe a su capacidad de invadir los túbulos dentinarios y mantenerse viable dentro de ellos.<sup>24</sup>



---

---

#### 4.5.2 Resistencia

*E. faecalis* tiene la capacidad de formar biofilms donde las estructuras están altamente organizadas encerrado en una matriz de producción propia exopolimérica, esta matriz dificulta la penetración de agentes en el biofilm, lo que limita su eficacia.<sup>25</sup> La resistencia múltiple a los antibióticos es un factor importante, presenta una resistencia intrínseca a muchos, por mencionar algunos: los antibióticos betalactámicos, aminoglucósidos y la clindamicina, incluyendo la capacidad de resistir el pH alto, como el de la pasta del hidróxido de calcio.<sup>13</sup> El desarrollo y modificación de las biopelículas formadas por *E. faecalis* en el conducto radicular así como su penetración dentro de los túbulos dentinarios se ve modulada por las condiciones ambientales prevalentes.<sup>24</sup>

#### 4.5.3 Prevalencia

Los estudios han establecido la capacidad de *E. faecalis* de resistir diferentes condiciones ambientales y nutricionales,<sup>13</sup> y esta presente en raíces de dientes con fracaso endodóntico y también podría ser encontrado en los conductos radiculares con afección periodontal persistente.<sup>13</sup>

La resistencia de *E. faecalis* a la acción antiséptica del hidróxido de calcio y la frecuencia en que esta especie se encontró en casos de fracaso endodóntico, sugieren que el uso de este fármaco sería inadecuado en retratamientos. En estas circunstancias, el empleo de otro antimicrobiano, solo o asociado con hidróxido de calcio, podría aportar mejores resultados.<sup>6</sup>



---

---

#### 4.5.4 Erradicación de *Enterococcus Faecalis*.

Uno de los objetivos biológicos de la terapia endodóntica es la eliminación de los microorganismos del sistema de conductos radiculares, debido a la anatomía compleja del mismo, una desinfección efectiva sólo se logra con una adecuada preparación biomecánica junto con la acción de los irrigantes antimicrobianos.<sup>24</sup>

Harrison y col., evaluaron las propiedades antimicrobianas del NaOCl al 2.62% y al 5.25% contra *E. faecalis*, donde después de 45 segundos de exposición a la concentración de 5.25% eliminó por completo a *E. faecalis*.<sup>3</sup>

Souza y col., analizaron la actividad antimicrobiana de NaOCl en diferentes concentraciones, siendo las concentraciones del 0.5% y 1% capaces de erradicar a *E. faecalis* a los 15 segundos.<sup>3</sup>

Siqueira Jr. y col., estudiaron el efecto antibacteriano del NaOCl al 0.5%, 2.5% y 4%, CHX al 2%, ácido cítrico al 10% y EDTA al 17% sobre *E. faecalis*, donde se concluyó que NaOCl a una concentración del 4% obtuvo los mejores resultados contra *E. faecalis*.<sup>3</sup>

Gomes y col., comprobaron in vitro la actividad antibacteriana de irrigantes endodónticos como el NaOCl y CHX en sus diferentes concentraciones en la eliminación de *E. faecalis*, donde los resultados mostraron que ambos presentan actividad antimicrobiana dependiendo de la concentración.<sup>3</sup>



---

---

Ferraz y col., realizaron un estudio con la finalidad de evaluar la acción antibacteriana de la CHX al 2% y el NaOCl al 5.25% en conductos radiculares con presencia de *E. faecalis*, los resultados demostraron que la CHX tuvo actividad antimicrobiana similar a la del NaOCl.<sup>5</sup>

Delgado R. evaluó la actividad antimicrobiana del hidróxido de calcio y clorhexidina contra *E. faecalis*. Concluyendo que el hidróxido de calcio solo, fue significativamente menos eficaz que si se combina con la Clorhexidina.<sup>11</sup> Esto nos ayuda a corroborar la resistencia de *E. Faecalis* frente al hidróxido de calcio.

Arias-Moliz M.T., estudió que el NaOCl es altamente eficaz en la erradicación de las biopelículas de *E. faecalis* después de tan sólo 1 minuto de exposición a una concentración de 1%, mientras que la solución CHX requiere al menos 5 minutos de tiempo de contacto en las concentraciones de 2% o superiores. El EDTA no tuvo efecto en cualquiera de los plazos y sus diferentes concentraciones incluso después de 60 minutos de contacto.<sup>28</sup>

Prabhakar J., demostró que la actividad antibacteriana de las soluciones fue directamente proporcional a la concentración usando MTAD, ya que este mantiene su eficacia frente a *E. faecalis* cuando se diluye a 0.75 ml.; el NaOCl fue eficaz a una concentración del 0.5%.<sup>29</sup>



---

---

Chávez L.E., menciona que el EDTA afecta la integridad de la membrana celular de los organismos presentes en el biofilm ya que su efecto quelante puede afectar a importantes vías metabólicas en la célula bacteriana. También se evaluó el efecto de la CHX observando que las capas superiores del biofilm fueron más afectadas que las capas profundas. La eliminación del biofilm se logró efectivamente por el NaOCL en todos los organismos analizados.<sup>30</sup>

Arias-Moliz M.T., comprobó la eficacia de la CHX y cetrimida contra *E faecalis*, en el cuál la CHX no fue capaz de eliminar por completo a *E. Faecalis* por lo que se recomienda su uso junto con otro agente químico para mejorar su acción sobre las biopelículas, la cetrimida en concentraciones de 0.1% y 0.05% fue capaz de eliminar por completo el *E. Faecalis*.<sup>31</sup>



---

---

## DISCUSIÓN

De acuerdo con la revisión realizada para este trabajo he encontrado que Siqueira y Rocas, mencionan que la pulpa necrótica ofrece un microambiente ideal para los microorganismos, que directa o indirectamente causa daños a los tejidos perirradiculares; En sus estudios revelan la presencia de *Enterococcus faecalis* en infecciones primarias en un bajo porcentaje comparado con infecciones persistentes.<sup>26</sup> Sin embargo, Baumgartner, demostró que *E. faecalis* se localizaba principalmente en el tercio apical de dientes con infección pulpar así como en lesiones perirradiculares, siendo mas predominante en las lesiones perirradiculares, por lo tanto la presencia de *E. faecalis* en infecciones primarias podría poner en riesgo el tratamiento endodóncico.<sup>25</sup>

Ingle, Arias-Moliz M.T y Prabhakar J.,<sup>13,28,29</sup> demostraron que *E. faecalis* es más común en conductos radiculares con periodontitis apical persistente, así como en dientes con fracaso endodóncico, dada a su capacidad de soportar las diversas condiciones en que se encuentran los conductos radiculares, su eficacia para penetrar en los túbulos dentinarios y formar biofilms, sobrevive a los procedimientos químico-mecánicos localizándolo en infecciones secundarias que pueden penetrar en el conducto durante o después de la terapia endodóncica.

Por tal motivo, desde el inicio del tratamiento se debe considerar que podría existir la presencia de *E. faecalis*, y por ello se debe enfocár primordialmente el uso de soluciones irrigantes para su erradicación.



---

---

Stojcic S, Gutmann J. L, Prabhakar J,<sup>8,9,29</sup> mencionan que el hipoclorito de sodio a una concentración del 5 y 5.25% son eficaces para la erradicación de *E. faecalis*, mientras que Stojcic S. menciona que su eficacia es aumentada cuando se eleva su temperatura y agitación, comprobado también por De Gregorio C, el cual recomienda que su agitación por medio de ultrasonido, ayuda a penetrar más fácilmente en los espacios que no son alcanzados por los instrumentos.

Los estudios realizados por Arias-Moliz M.T., Chávez L., y Estrela,<sup>3,28,30</sup> demuestran que la efectividad del hipoclorito contra *E. faecalis* es al 1%, por lo que podemos deducir que la efectividad del hipoclorito de sodio la encontramos en diferentes concentraciones.

La actividad antimicrobiana de la clorhexidina se basa en sus efectos tóxicos sobre las membranas de las bacterias, pero de acuerdo con Arias-Moliz M.T.,<sup>28</sup> esta no posee la efectividad necesaria para la erradicación de *E. faecalis*, ya que solo elimina la capa superficial del biofilm, por tal motivo recomienda su uso combinado con otro antimicrobiano eficaz. Por otro lado Delgado R.J.R.,<sup>11</sup> demostró que cuando se combina con hidróxido de calcio como mediación intraconducto ofrece mejores resultados para erradicar *E. faecalis*.

Chávez L.E.,<sup>30</sup> menciona que el efecto quelante del EDTA puede afectar a importantes vías metabólicas en la célula bacteriana, pero no es capaz de erradicar a *E. faecalis*, lo que nos lleva a utilizarlo únicamente para remover el barrillo dentinario y permear los túbulos dentinarios, permitiendo la penetración de las soluciones irrigantes y promoviendo que el efecto antimicrobiano de los irrigantes sea efectivo.



---

---

## CONCLUSIONES

Después de esta revisión y de acuerdo con Baumgartner y Siqueira, quienes mencionan que puede existir la presencia de *E. faecalis* en los conductos radiculares con infecciones primarias, y que este se presenta en el medio ambiente penetrando a la cavidad oral colonizando la pulpa necrótica, y debido a su capacidad de adherencia y formar biofilms todo esto le da la característica de ser resistente a diferentes antibióticos y sustancias empleadas en la terapéutica endodóncica.

La presencia de *E. faecalis* en casos con periodontitis apical crónica y en dientes con fracaso endodóncico es predominante como lo menciona Ingle, ya que por ser un anaerobio facultativo le permite crecer en un medio pobre en oxígeno y nutrientes, como lo son, los dientes con tratamiento endodóncico donde permanece períodos prolongados causando infecciones persistentes por tal motivo, desde el inicio del tratamiento se debe considerar que podría existir la presencia de *E. faecalis*, enfocándonos primordialmente en el uso de soluciones irrigantes para su erradicación.

Dentro de las principales finalidades en el tratamiento endodóncico esta la desinfección del conducto radicular, por lo que si se siguen de manera efectiva los procedimientos de instrumentación y de irrigación, activados con ultrasonido, promovemos que el éxito del tratamiento sea favorable, ya que al eliminar el factor bacteriológico de manera adecuada, disminuimos el riesgo de un fracaso en el tratamiento.



---

---

Actualmente se han propuesto diversos protocolos de irrigación para la erradicación de *E faecalis*, ya que como hemos mencionado, debido a su capacidad para formar biofilms, resiste a las diversas terapéuticas empleadas durante el tratamiento endodónico, destacando la superioridad del hipoclorito de sodio de entre las diferentes soluciones irrigadoras, por sus propiedades antimicrobianas si se usa en diferentes concentraciones, siendo así la solución irrigante de primera elección.. Siguiendo las recomendaciones de Gutman y Arias-Moliz M.T., usándolo a una concentración del 5.25%, siendo una concentración elevada, es capaz de erradicarlo. En cuanto a las desventajas que presenta en contacto con los tejidos periapicales, debemos de implementar las precauciones en la técnica de irrigación para evitar complicaciones en el paciente.

La capacidad antimicrobiana de la Clorhexidina se ve comprometida gracias a la resistencia que posee *E. faecalis*, por lo que no se debe usar como única solución. Su combinación con el hipoclorito de sodio puede producir un precipitado que ocluye los túbulos dentinarios afectando la obturación del conducto radicular como lo menciona Sonja Stojicic en su estudio; por lo tanto debemos utilizar soluciones intermedias para evitar su combinación. Me parece por lo tanto adecuada y correcta la sugerencia de Delgado R.J.R. de que al usar la clorhexidina junto con el hidróxido de calcio como medicación intraconducto, se ha demostrado ser eficaz para la erradicación de *E. faecalis*.



---

---

El EDTA, por sus propiedades para remover los restos de barrillo dentinario permeando los túbulos dentinarios, logra la penetración de las soluciones irrigadoras, permitiendo su acción contra *E. Faecalis*, en los túbulos dentinarios.

Por todo lo anteriormente expuesto, puedo concluir que el protocolo de irrigación que puede ser efectivo contra *E. faecalis* es:

1. Hipoclorito de sodio para eliminar restos de pulpa necrótica
2. EDTA para eliminar el barrillo dentinario y aumentar la permeabilidad de los túbulos dentinarios.
3. Hipoclorito de sodio para eliminar *E. faecalis* presente en los túbulos dentinarios
4. Agua bidestilada en gran cantidad
5. EDTA para eliminar por completo los remanentes
6. Agua bidestilada en gran cantidad
7. Clorhexidina permitiendo su entrada a los túbulos dentinarios y promoviendo que ejerza su efecto de sustantividad.

Todo este protocolo puede ser activado ya sea por ultrasonido, o con una punta de gutapercha como opción, aunque en esta última, la agitación es muy pobre. Reafirmando que la agitación de la solución, aumenta la eficacia de cada una de estas sustancias.



---

---

## REFERENCIAS

1. Lima Machado ME. Endodoncia: de la biología a la técnica Caracas; México, D.F. Editorial Amolca; 2009. Pp. 39-60,79-95,97-106,253-267,269-277,279-298.
2. Canalda C. Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas. Editorial Masson España 2001 Pp. 1,2,3,29,175,177
3. Estrela C. Ciencia Endodóntica 1era edición, Editorial Artes Medicas Latinoamérica, 2005 Pp. 417-444, 150, 160,162-164
4. Cohen S., Hargreaves K. M. , Vías de la pulpa, Novena edición Editorial Elsevier, 2008 Pp. 264-269,325-334,347-355,
5. Leonardo M. R. Endodoncia Tratamiento de Conductos Radiculares Principios Técnicos y Biológicos Volumen 1, Editorial Artes Medicas Latinoamérica, 2005 Pp. 438, 441-454, 466, 467, 470-476
6. Soares I.J., Goldberg F., Endodoncia Técnica y Fundamentos, Editorial Panamericana, 2003 Pp. 127-137
7. Castellucci A. Endodontics, Editorial Florence, Italy , 2004 Pp.399
8. Gutmann J. L., Dumsha T. C., Lovdahl P. E., Solución de problemas en endodoncia Prevención, Identificación y Tratamiento, Cuarta Edición, Editorial Elsevier, 2007 Pp. 143-146
9. Stojcic S., Zivkovic S., Qian W., Zhang H., Haapasalo M., Tissue Disolution by Sodium Hypochlorite: Effect of Concentration, Temperature, Agitation, and Surfactant. J Endod 2010; 36: 1158-1562



- 
- 
10. De Gregorio C., Estevez R., Cisneros R., Paranjpe A., Cohenca N., Efficacy of Different Irrigation and Activation Systems on the Penetration of Sodium Hypochlorite into Simulated Lateral Canals and up to Working Length: An *In Vitro* Study. *J Endod* 2010;36:1216-1221
  11. Delgado R.J.R., Gasparoto T.H., Sipert C.R., Pinheiro C.R., Moraes I.G., Garcia R.B., Bramante C.M., Campanelli A.P., Bernardineli N., Antimicrobial Effects of Calcium Hydroxide and Chlorhexidine on *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 2010;36:1389-1393
  12. Caron G., Nhan K., Bronnec F., Machtou P., Effectiveness of Different Final Irrigant Activation Protocols on Smear Layer Removal in Curved Canals. *J Endod* 2010;36:1361-1366
  13. Ingle J.I., Bakland L.K., Craig J. *Ingle's Endodontics 6* Sexta edición, Editorial BC Decker, 2008 Pp. 997-1008, 277-283, 257-261
  14. Krishnamurthy S., Sudhakaran S. Evaluation and Prevention of the Precipitate Formed on Interaction between Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine. *J Endod* 2010;36:1154-1157
  15. Haapasalo M., Shen Y, Qian W., Gao Y., Irrigation in Endodontics, *Dent Clin N Am* ;2010;54:291-312
  16. Bergenholtz G., Horsted-Bindslev P., Reit C., *Endodoncia diagnóstico y tratamiento de la pulpa dental*, Editorial El manual moderno 2007 Pp. 109-112,116-118
  17. Torabinejad M, Walton R. E., *Endodontics Principles and Practice*, Cuarta edición, Editorial Elsevier, 2009 Pp. 265, 38-46
  18. Sapp JP, Lewis R, Eversole, GP. *Patología oral y maxilofacial contemporánea* 2a ed. Madrid; Editorial Elsevier; 2005 Pp. 69,70
  19. Bottino MA *Nuevas tendencias 3: Endodoncia* São Paulo: Artes Médicas; 2008. Pp. 13,14,24



- 
- 
20. Leonardo M.R., Rossi M.A., Silva L.A.B., Ito I.Y., Bonifácio K.C.,  
EM Evaluation of Bacterial Biofilm and Microorganisms on the  
Apical External Root Surface of Human Teeth. J Endod  
2002;28:815-818
21. Negroni M. Microbiología Estomatológica Fundamentos y Guía  
Práctica Segunda edición. Editorial Panamericana, 2009 Pp. 319-  
323
22. Harvey R.A., Champe P.C., Fisher B.D. Microbiología Editorial  
Lippincott Williams & Wilkins, 2007 Pp. 79,78
23. Prats G. Microbiología Clínica, Editorial Panamericana, 2006, Pp.  
23,85
24. Díaz A.C. Aspectos relevantes de *Enterococcus Faecalis* y su  
participación en las infecciones de origen endodóntico. C. Bóveda  
2008, hallado en  
[http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/  
odontoinvitado\\_55.htm](http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_55.htm)
25. Baumgartner J.C., Falkler W.A., Bacteria in the apical 5 mm of  
infected root canals. J. Endod 1991;17:380-383
26. Siqueira J.F., Rocas I.N., Souto R., Uzeda M., Colombo A.D.,  
*Actinomyces* Species, Streptococci and *Enterococcus faecalis* in  
Primary Root Canal Infections. J. Endod 2002;28:168-172
27. Molander A., Reit C., Dahlén G., Krist T., Microbiological status of  
root-filled-teeth whit apical periodontitis. J Endod 1998;31:1-7
28. Arias-Moliz M.T., Ferrer-Luque C.M., Espigares-García M. Baca P.,  
*Enterococcus faecalis* Biofilms Erradication by Root Canal Irrigants.  
J Endod 2009;35:711-714



- 
- 
29. Prabhakar J., Senthilkumar M., Priya M.S., Mahalakshimi K., Sehgal P.K., Sukumaran V.G., Evaluation of Antimicrobial Efficacy of Herbal Alternatives (Tripala and Green Tea Polyphenols), MTAD, and 5% Sodium Hypochlorite against *Enterococcus faecalis* Biofilm Formed on Tooth Substrate: An *In Vitro* Study. *J Endod* 2010;36:83-86
30. Chavez L.E., Bergenholtz G., Svensäter G., The Effects of Antimicrobials on Endodontic Biofilm Bacteria. *J Endod* 2010;36:70-77
31. Arias-Moliz M.T., Ferrer-Luque, González-Rodríguez M.P., Valderrama M.J., Baca P., Eradication of *Enterococcus faecalis* Biofilms by Cetrimide and Chlorhexidine. *J Endod* 2010;36:87-90