



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**HIPOCLORITO DE SODIO Y CLORHEXIDINA  
COMO IRRIGANTES EN LA TERAPIA  
DE CONDUCTOS. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

**T E S I N A**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**CIRUJANA DENTISTA**

**P R E S E N T A :**

**DANAE EUNICE OJEDA GUZMÁN**

**TUTOR:**

**C.D. GUSTAVO FRANCISCO ARGÜELLO REGALADO**



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 mis padres:

Por brindarme su amor y apoyo incondicional, gracias por guiarme, por el cariño, la compañía y por enseñarme lo mejor de cada uno.

Gracias por darme todas las armas necesarias para realizar mis sueños.

A mi hermano y hermana:

Juntos hemos compartido el amor de nuestros padres, les agradezco por su confianza, fe y amor.

A mi familia Alberto de la Cruz:

Gracias por acompañar mi camino en el transcurso de mi vida, por sus enseñanzas y consejos ayudándome a levantar después de cada tropiezo.

A mi tutor:

Por el tiempo y la dedicación que me ha brindado incondicionalmente en la elaboración de esta tesina.

A mi amiga Ana:

Mil gracias por su valiosa amistad y su gran cariño que me han acompañado en ésta etapa muy importante de mi vida.

# ÍNDICE

## INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES ENDODÓNICAS	8
1.1 Concepto de endodoncia	8
1.2 Objetivos del tratamiento endodóncico	10
2. MICROBIOLOGÍA DEL CONDUCTO	11
2.1 Vías de invasión de la microbiota	11
2.1.1 Comunicación directa de la cavidad oral con la pulpa	12
2.1.2 Túbulos dentinarios	12
2.1.3 Vía Periodontal	15
2.1.4 Filtraciones marginales de las restauraciones	17

2.1.5 Anacoresis	17
3. MICROBIOTA ENDODÓNCICA	20
3.1 Potencial de oxidorreducción	20
3.2 Disponibilidad de nutrientes	21
3.3 Interacciones microbianas	22
4. COMPOSICIÓN DE LA MICROBIOTA PULPAR	23
4.1 Relación de las bacterias en la infecciones de conductos radiculares	24
5. SOLUCIONES IRRIGADORAS	25
5.1 Objetivos de las soluciones irrigadoras	25
5.2 Soluciones más frecuentes	26

5.2.1 Compuestos Halogenados	26
5.2.2 Quelantes	27
5.2.3 Ácidos	29
5.2.4 Peróxidos	30
5.2.5 Asociaciones y/o mezclas	31
5.2.6 Otras soluciones	34
6. HIPOCLORITO DE SODIO	37
6.1 Antecedentes	37
6.2 Características físico- químicas	39
6.3 Mecanismo de acción	41
6.4 Hipoclorito de sodio en infecciones endodóncicas	46

7. CLORHEXIDINA	49
7.1 Antecedentes	49
7.2 Estructura química	52
7.3 Toxicología, seguridad y efectos secundarios	53
7.4 Mecanismo de acción	56
7.5 Productos con Clorhexidina	57
7.6 Usos clínicos de la Clorhexidina en Odontología	58
8. COMPARATIVO ENTRE EL HIPOCLORITO DE SODIO Y CLORHEXIDINA	61
DISCUSIÓN	65
CONCLUSIONES	67
BIBLIOGRAFÍA	69

# INTRODUCCIÓN

La odontología como especialidad médica encargada del diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades dentales tiene la finalidad del mantenimiento de la salud bucodental.

La principal causa de destrucción de los tejidos duros del diente es la caries como consecuencia de una desmineralización que al no ser tratada irrita la pulpa dentaria produciendo su inflamación y posterior necrosis, hasta alcanzar el ápice pudiendo ocasionar celulitis.

La irritación e inflamación que causan los agentes bacterianos da como resultado diversas patologías en la pulpa ocasionando sintomatología dolorosa dando lugar a la terapia endodóncica.

Hasta el presente momento, se estima que viven en la cavidad oral cerca de 500 especies microbianas. En principio todas esas especies tienen la posibilidad de llegar al sistema de los conductos radiculares: no obstante, un número limitado, que varía en una medida de entre una y cerca de 12 especies, fue detectado en los procesos infecciosos endodónticos.<sup>1</sup>

La terapia endodóncica, preparación e irrigación de los espacios pulpares, tiene como finalidad, la eliminación de bacterias y/o crearles un ambiente inhóspito para su desarrollo.

Un importante proceso en el tratamiento de conductos es la irrigación para remover y limpiar la dentina de las paredes. Muchos tipos de irrigantes se han usado, algunos como agua destilada, ácidos concentrados y antimicrobianos; desafortunadamente aún después de numerosos estudios hechos in vitro, no se ha demostrado clínicamente su eficacia de los diferentes irrigantes en estudios clínicos.<sup>2</sup>



El objetivo del presente trabajo, es el conocer las alternativas irrigantes que existen, dando prioridad al hipoclorito de sodio y a la clorhexidina, por ser los agentes irrigantes de mayor uso en el ámbito endodóncico.

# 1. GENERALIDADES ENDODÓNICAS

## 1.1 Concepto de endodoncia

Proviene del griego Endo que significa “dentro” y odontos que significa “diente”.

Es el estudio de la estructura, morfología, fisiología y patología de la pulpa dental y los tejidos perirradiculares.<sup>3</sup>

La endodoncia, aunque de forma empírica, se practicaba ya desde el siglo I, cuando Arquígenes describe por primera vez, un tratamiento para la pulpitis aconsejando la extirpación de la pulpa para conservar el diente y principalmente para aliviar el dolor. Se inicia así la primera fase de la historia de la endodoncia.<sup>4</sup>

Reconocida como especialidad odontológica en 1963, en la 104<sup>a</sup> asamblea general de la Asociación Americana de Odontología y reglamentada en Brasil por el Consejo Federal de Odontología a través de la Resolución CFO-90 del 14 de junio de 1975.<sup>4</sup>

La especialidad se afirmó con bases científicas sólo después de la aparición en 1895 de los rayos X descubiertos por Röntgen, empleados en la endodoncia, poco tiempo después.

El tratamiento endodóncico es una “microcirugía”, pero a diferencia de una cirugía general, no podemos abrir nuestro campo de acción, es decir el conducto radicular para verlo, sino apenas sentirlo a través de la sensibilidad

táctil y formarlo lentamente (imaginarlo) por medio del estudio de sus detalles morfológicos, completándolos con el examen radiográfico del caso.<sup>4</sup>

La endodoncia o tratamiento de conductos consiste en limpiar la cámara pulpar, así como los conductos infectados y colocar después un material de obturación para sellar esos espacios que fueron previamente limpiados y desinfectados

El tratamiento es necesario cuando la pulpa dental se inflama irreversiblemente o se infecta. Puede haber varias causas de inflamación: caries profunda, procedimientos dentales repetitivos, una fractura en el diente debido a algún golpe, etc. Si la inflamación o la infección de la pulpa no se trata, puede causar dolor y/o desarrollar enfermedad en tejidos profundos.

Señales de una pulpa afectada son: dolor espontáneo, sensibilidad prolongada al frío o al calor, cambio de color del diente, inflamación y molestia en la encía alrededor del diente afectado. Sin embargo, en algunas ocasiones estos síntomas pueden no presentarse.

Esta lesión puede ser reversible (con maniobras endodóncicas de protección pulpar puede revertirse el proceso inflamatorio pulpar) o irreversible, cuando la única opción terapéutica es la extirpación total del contenido pulpar, y la obturación tridimensional de los conductos radiculares. También se realizan biopulpectomias en piezas dentarias con fines protésicos.<sup>5</sup>

## 1.2 Objetivos del tratamiento endodóncico

1. Limpiar y desinfectar el sistema de conductos radiculares de bacterias y sus productos de desecho, tejido necrótico, etc; con el fin de dejar el conducto lo más aséptico posible.
2. Una correcta obturación a lo largo y ancho del sistema de conductos; es decir, tridimensional.
3. Conseguir el sellado apical y del resto del conducto, aislándolo del resto del organismo.<sup>5</sup>

## 2. MICROBIOLOGÍA DEL CONDUCTO

En 1890, W.D. Miller, el padre de la microbiología oral, fue el primer investigador que asoció la presencia de bacterias con la enfermedad pulpar. Las patologías pulpares y periapicales suelen ser el resultado directo o indirecto de la implicación de las bacterias del medio oral; por lo tanto es imprescindible conocer:

- El papel que desempeñan las bacterias en estas afecciones.
- Las vías de difusión utilizadas por las infecciones pulpares y periapicales.
- Los métodos para controlar y erradicar las infecciones del conducto radicular durante el tratamiento del mismo.<sup>6</sup>

### 2.1 Vías de invasión de la microbiota

Las principales vías de acceso a través de las cuales los microorganismos pueden llegar a la pulpa dental o a los tejidos apicales y ejercer su acción patógena son:<sup>7</sup>

- Comunicación directa de la cavidad oral con la pulpa.
- Túbulos dentinarios.
- Vía periodontal.
- Anacoresis.

### 2.1.1 Comunicación directa de la cavidad oral con la pulpa

Entre las mas frecuentes causas son lesión por caries, fracturas dentales (de la corona o de la raíz) como resultado de traumatismos dentales intensos, atrición patológica por bruxismo, abrasión y maniobras operatorias que exponen accidentalmente, incluso a veces de forma imperceptible, el tejido pulpar. <sup>7</sup>

La caries dental representa la vía mas frecuente para la entrada de microorganismos en el conducto radicular. <sup>6</sup>

Cuando una caries tiene contacto con la pulpa, la invasión masiva bacteriana causará inflamación pulpar seguida de necrosis e inflamación periapical. <sup>8</sup>

### 2.1.2 Túbulos dentinarios

El tamaño de los túbulos dentinarios varia entre 1 y 4  $\mu\text{m}$ , mientras que la mayoría de las bacterias tienen un diámetro inferior a 1 $\mu\text{m}$ . Ver figura 2.1



Fig. 2.1 Estructura de túbulo dentinario. "Estrela. Ciencia Endodóntica. Artes Medicas Latinoamérica" pp. 446

Esta infección puede producirse, antes de que la pulpa quede expuesta directamente al medio oral a través de la cavidad de caries, por contaminación directa de bacterias, por toxinas o por conductos derivados del metabolismo bacteriano; todos ellos llegan al tejido pulpar a través de los túbulos dentinarios. De igual manera, las abrasiones, las atriciones y erosiones cervicales, o las maniobras operatorias, pueden exponer los túbulos dentinarios al medio oral, posibilitando también, de esta forma, la *contaminación* de la pulpa dental.<sup>7</sup> Ver figura 2.2

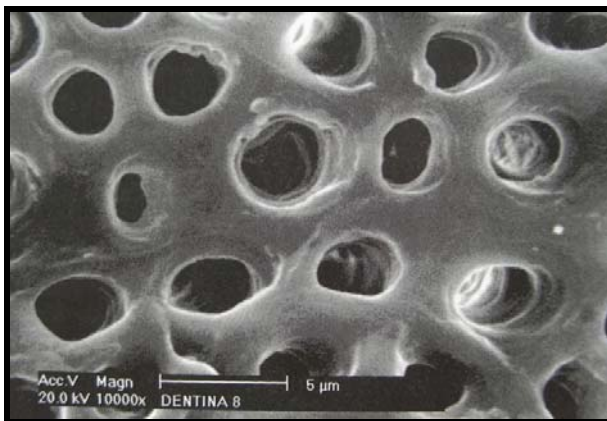


Fig 2.2 Túbulos dentinarios abiertos después de EDTA." Estrela. Ciencia Endodóntica. Artes Medica Latinoamérica". pp. 446

La microbiota endodóntica de dientes con lesiones de caries, pulpa necrótica, evidencia radiográfica de pérdida ósea perirradicular, apareció predominada por *Bacteroides forsythus*, *Haemophilus aphrophilus*, *Corynebacterium matruchotii*, *Porphyromonas gingivalis* y *Treponema denticola*.<sup>1</sup>

Las bacterias mas frecuentes encontradas en los túbulos dentinarios son: *Lactobacillus*, *Actinomyces viscosus*, *Actinomyces naeslundii* y *Streptococcus mutans*.

Dentro de las bacterias asociadas a caries radicular encontramos: *Actinomyces viscosus*, *Actinomyces naeslundii* y *Streptococcus mutans*.<sup>23</sup>

Bacterias facultativas como el *E. faecalis* han sido relacionadas con las infecciones de los canales radiculares y tal vez con el fracaso también de los tratamientos endodóncicos.<sup>10</sup> Ver figura 2.3 y 2.4.

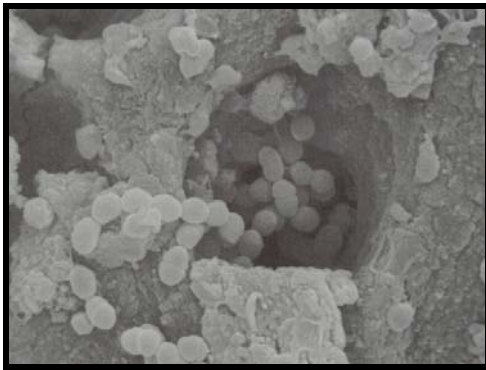


Fig. 2.3 Enterococcus faecalis. International E. Journal, pp116, 2007

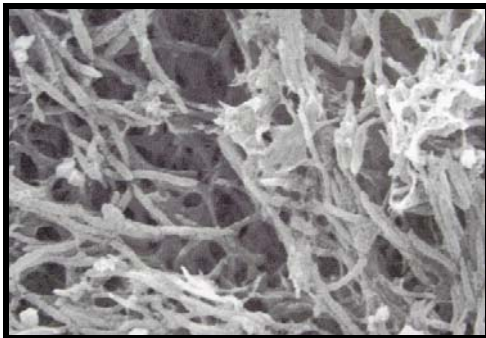


Fig. 2.4 Fusobacterium nucleatum biofilm. International Endodontic Journal, 39, pp 880. 2006



### 2.1.3 Vía Periodontal

Existen diferentes vías posibles de comunicación entre la pulpa dental y el periodonto que llevan a la aparición de una interacción patológica en ambos tejidos: los conductos laterales, los túbulos dentinarios, el ligamento periodontal, el hueso alveolar, los orificios apicales y las vías comunes de drenaje vasculolinfático. La relación más evidente y conocida entre los dos tejidos es el sistema vascular; por la presencia del orificio apical, los conductos colaterales (accesorios) y los túbulos dentinarios.

Los túbulos dentinarios contienen unas extensiones citoplasmáticas u odontoblásticas que van desde los odontoblastos de la pulpa y el borde de la dentina hasta la unión dentina-esmalte o la unión cemento-adamantina (dentina-cemento).<sup>6</sup>

Los surcos palatogingivales son unas anomalías de desarrollo de los incisivos del maxilar superior; los incisivos laterales con mayor incidencia que los centrales (4.4% laterales y 0,28% centrales). Estos surcos comienzan en la fosa central, atraviesan el *cingulum* o cresta basal y luego se extienden en sentido apical durante un tramo variable. La incidencia de estos surcos varía de 1,9 y el 8,5%.

Cuando hay la presencia de bolsas periodontales, existen numerosas vías de entrada para la microflora subgingival; estas bolsas son perfectas para su crecimiento cuando existe pulpa necrótica.<sup>8</sup>

Provenientes de la placa subgingival, las bacterias y sus productos pueden entrar a través de los conductos laterales accesorios y los canales de la furca, o finalmente a través del foramen apical.<sup>8</sup>

En un estudio realizado por Kobayashi y cols en 1995, se compararon la microbiota de los conductos radiculares y las bolsas periodontales de piezas dentarias no vitales; las bacterias predominantes comunes en ambos sitios, fueron *Streptococcus*, *Peptostreptococcus*, *Prevotell*, *Porphyromonas* y *Fusobacterium* dentro del grupo de anaerobios obligados. Los autores sugieren que la presentación de microorganismos concomitantes en ambas zonas implica que la bolsa periodontal sea una fuente de infección en el conducto radicular.<sup>11</sup>

Los conductos laterales y el foramen apical permeables – adyacentes a una bolsa periodontal- pueden facilitar el acceso de los microbios orales al sistema de conductos radiculares.<sup>12</sup>

La presencia de bacterias, sus subproductos y otros irritantes, dentro de los túbulos dentinarios, produce en general respuestas inflamatorias en el tejido pulpar: esta inflamación también puede ocurrir cuando los túbulos dentinarios transportan irritantes desde una caries incipiente hasta la pulpa, o cuando contienen o permiten el pasaje de microbios presentes por debajo de los materiales de restauración dental o desde cerca de las bolsas periodontales.<sup>13</sup> Ver figura 2.5

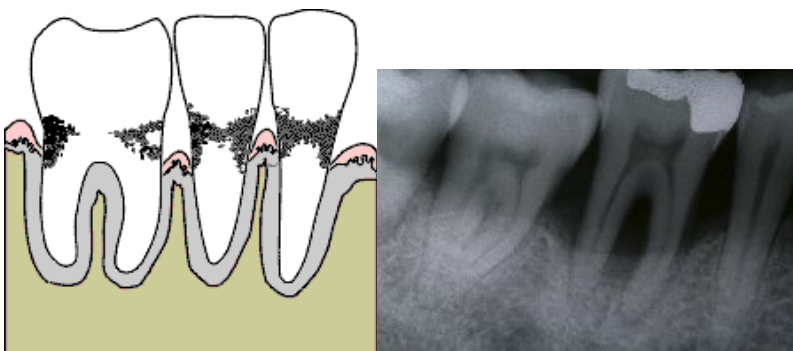


Fig. 2.5 Presencia de bolsas periodontales. <http://www.iqb.es/gingiva/clientes/perio/prevenir.htm>

#### 2.1.4 Filtraciones marginales de las restauraciones

Se producen en la interfase existente entre el material de restauración y el diente. Errores en la técnica operatoria, como adaptaciones inadecuadas de los márgenes de la corona a la línea de terminación de tallado, errores en el manejo de los márgenes de obturación o la fatiga o alteración de los mismos que se produce con el paso del tiempo.<sup>14</sup>

Estudios sobre filtración indicaron que la penetración bacteriana en torno de los materiales dentales puede contribuir más a los cambios patológicos en el tejido pulpar que las sustancias químicas contenidas en esos materiales.<sup>13</sup>

#### 2.1.5 Anacoresis

Gottlieb (1947) determinó que algunos microorganismos que accidentalmente se encuentren en la circulación general pueden localizarse en pulpas necróticas (anacoresis).<sup>15</sup>

Este fenómeno se define como la atracción positiva de los microorganismos presentes en la sangre hacia el tejido inflamado o necrótico durante una bacteremia. No obstante debe existir un proceso inflamatorio en el tejido pulpar que incapacite a los mecanismos de defensa y que posibilite las condiciones necesarias para la colonización bacteriana.<sup>3</sup>

Consiste en la migración de bacterias desde un foco infeccioso a través del torrente sanguíneo hacia la pulpa de un diente que no está infectado pero que presenta una inflamación pulpar, por ejemplo, producto de un traumatismo.<sup>9</sup>

Los microbios pueden transportarse por la sangre o la linfa, hasta un área de inflamación, como un diente con pulpitis. La Anacoresis se ha detectado en animales, pero no se cree que contribuya de modo significativo a la enfermedad humana. A pesar de todo, se considera posible que la Anacoresis constituya el mecanismo por el que se infectan algunos dientes traumatizados.<sup>16</sup>

La posibilidad de que las bacterias del área periapical penetren en un diente no infectado adyacente es motivo de gran controversia. A veces, se observan grandes áreas de radiolucidez periapical sobre las raíces de numerosos dientes, aunque su origen se debe a la necrosis pulpar de unos solo.

Así sucede sobre todo en los dientes anteriores mandibulares, basta tratar endodóncicamente el diente causante para que cure toda el área de radiolucidez. A pesar de la presencia de tejido granulomatoso y de numerosas colonias de microorganismos, la sangre y los nervios penetran sin problemas en este tipo de lesiones.

Cuando un diente vecino involucra a otro con infección periapical que sufre pulpitis o traumatismo intenso, los microorganismos se extienden con facilidad a través del sistema sanguíneo o linfático, y por contigüidad o por compresión.<sup>17</sup>

Si la microbiota, las toxinas sintetizadas por ella u otros productos derivados del metabolismo microbiano acceden a la pulpa dental por cualquiera de las vías expuestas previamente, se produce como resultado una inflamación de la pulpa, conocida como pulpitis. Esta puede ser reversible o irreversible, dependiendo de la virulencia de las bacterias y la respuesta defensiva del hospedero, el tejido pulpar puede permanecer inflamado durante un largo periodo de tiempo o bien necrosarse rápidamente. Tras la necrosis pulpar, todo el canal radicular se infecta con distintas especies de bacterias, las cuales pueden extenderse desde el conducto hacia el ligamento periodontal a través del foramen apical o de los canales radiculares.<sup>6</sup>

### 3. MICROBIOTA ENDODÓNCICA

Se estima según datos recientes, que cerca de 500 especies microbianas viven en la cavidad oral humana; de las cuales entre una y cerca de 12 especies fueron encontradas en procesos infecciosos endodóncicos, en una concentración de  $10^2$  a  $10^8$ , según Sundqvist en estudios realizados durante 10 años.

Sobre la dinámica de las infecciones endodóncicas soportan la consideración de los siguientes determinantes ecológicos.<sup>1</sup>

#### 3.1 Potencial de oxidorreducción

Uno de los principales mecanismos de defensa del huésped, ante las infecciones anaerobias, está representado por el Potencial de Oxidorreducción (Eh) positivo de los tejidos. Inmediatamente antes de la instalación de proceso infeccioso, las condiciones de la cavidad pulpar favorecen a los microorganismos que toleran la presencia de oxígeno, que son así los primeros colonizadores de la pulpa, o sus metabolitos; la evolución del proceso infeccioso y la consecuente deficiencia en el suministro sanguíneo garantizan gradualmente la disminución del potencial Eh en consecuencia el consumo de oxígeno y sus productos. La sucesión de esos hechos ocurridos garantiza el establecimiento de microorganismos gradualmente más exigentes de anaerobiosis, considerados, por eso, invasores secundarios de la pulpa y periápice.<sup>1</sup>

## 3.2 Disponibilidad de nutrientes

Nutrición es el proceso por el cual las sustancias químicas, denominadas nutrientes, son derivadas del ambiente, endógeno o exógeno y utilizadas en actividades vitales, como procesos biosintéticos y funciones de los componentes celulares.

En relación con las exigencias nutritivas básicas, los microorganismos no difieren entre sí y de las células de otros sistemas biológicos.

Todas las células requieren fuentes de carbono, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, fósforo, azufre, hierro, sodio, calcio, magnesio y agua; se exigen otros nutrientes en cantidades mucho menores denominados “elemento guión”, entre los cuales se encuentra el zinc, cobre, magnesio, molibdeno y cobalto, que funcionan como activadores enzimáticos.<sup>1</sup>

El control de la entrada de esos nutrientes, está bajo la responsabilidad de la membrana citoplasmática.

En condiciones de potencial de oxidorreducción positivo, en los inicios de la infección endodónica, no se encuentra el hierro en la forma libre, sino en complejo con las proteínas presentes en la sangre y en diversos tejidos. Desde que el hierro es esencial para el metabolismo microbiano, los primeros colonizadores excretan pequeños compuestos con poder quelante, llamados sideróforos, que solubilizan el hierro y lo tornan disponible a la nutrición. A medida que el proceso endodónico progresa, el potencial de óxido reducción gradualmente disminuye, se crean condiciones de anaerobiosis y el hierro se torna soluble y es, entonces, utilizado igualmente que otros iones metálicos.

Las variables nutritivas residen en la naturaleza de origen de una determinada sustancia, en su forma química y en su cantidad exigida por un microorganismo específico que, en conjunto, determinarán o no su

colonización. En el sistema de conductos radiculares, los nutrientes son derivados de los fluidos de tejidos y de los tejidos pulpares desintegrados, siendo que las sustancias semejantes a aquellas presentes en el suero representan abundantes fuentes nutritivas.<sup>1</sup>

### 3.3 Interacciones microbianas

De modo general, las interacciones de sinergismo y cooperación; comprenden aquellas de una cadena de reacciones en que un microorganismo, a través de su metabolismo, garantiza la fuente de un nutriente esencial que es requerido pero no sintetizado por otro miembro de la población. Estableciendo la vía de unión entre el alimentador primario (microorganismo sintetizador) y el alimentador secundario (microorganismo consumidor), estarían compuestos como lactato, vitamina K, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, formato, succinato y acetato. La hemina es otra sustancia fundamental para los microorganismos; misma que puede ser suplida por microorganismos como *Campylobacter rectus*, que le produce un factor relacionado, pero también puede ser derivada a partir de la desintegración de la hemoglobina.

La agregación bacteriana (coagregación), es otro factor a considerar de gran importancia a nivel del surco gingival, ya que también puede repercutir en la ecología del conducto radicular.

Las interacciones de antagonismo microbiano dependen de la producción de sustancias originadas del catabolismo de un microorganismo *cida* o *stático*, de otro microorganismo presente en el mismo hábitat.<sup>1</sup>



## 4. COMPOSICIÓN DE LA MICROBIOTA PULPAR

La infección del conducto radicular y periápice es de naturaleza mixta y endógena, a medida que envuelve varios microorganismos y resulta de encuentros con agentes microbianos que hacen parte de la microbiota anfibiótica del huésped.<sup>6</sup> Ver tabla 4.1

ANAEROBIOS		FACULTATIVOS- AEROTOLERANTES-	
Cocos Gram+	Peptostreptococcus	Cocos Gram+	Streptococcus Enterococcus
	Actinomyces		
Bacilos Gram+	Eubacterium		Actinomyces
	Propionibacterium	Bacilos Gram+	Lactobacillus Corynebacterium
Cocos Gram -	Veillonella		
	Porphyromonas	Cocos Gram-	Neisseria
Bacilos Gram-	Prevotella		Capnocytophaga
	Fusobacterium	Bacilos Gram-	Eikenella
	Selenomonas		Campylobacter
Espiroquetas	Treponema	Levadura	Candida

Tabla 4.1 Bacterias más frecuentemente aisladas en infecciones endodóncicas. "Estrela. Ciencia Endodóntica. Artes Medicas Latinoamérica" pp. 164

Los trabajos realizados hace años sobre la microbiota destacaron la ocurrencia de microorganismos facultativos y/o aerotolerantes, comprendiendo principalmente *streptococos alfa* y *gama* y *enterococos* y, con menor frecuencia, *estafilococos coagulasa-positivos* y *estreptococos  $\beta$ -hemolíticos*.<sup>1</sup>

#### 4.1 Relación de las bacterias en las infecciones de conductos radiculares

La microbiota normal es el resultado de la colonización permanente por microorganismos, en una relación simbiótica que produce resultados beneficiosos. Sin embargo, en condiciones apropiadas, los componentes de la microbiota oral normal se pueden convertir en “patógenos oportunistas”. Estos son la causa del desarrollo de una enfermedad si acceden a zonas del cuerpo, como la pulpa dental o los tejidos periapicales.<sup>6</sup>

Las infecciones endodóncicas incluyen a bacterias de la cavidad pulpar y a las propias de los tejidos periapicales. De las 500 especies de bacterias reconocida como microbiota normal bucal, sólo un pequeño grupo se aísla de conductos radiculares infectados.<sup>12</sup>

A causa de la falta de circulación dentro de la pulpa necrótica, no hay o están alterados los mecanismos normales de defensa del hospedero (inflamación e inmunidad), la cavidad pulpar se convierte en un reservorio para los microorganismos invasores.<sup>6</sup>

## 5. SOLUCIONES IRRIGADORAS

El control microbiano en dientes con infecciones endodóncicas es delegado al proceso de saneamiento realizado durante la preparación del conducto radicular y desarrollado a partir de la asociación entre el vaciamiento y el ensanchamiento del conducto; aunado con la interacción sustancia química/instrumento endodóncico.<sup>1</sup>

### 5.1 Objetivos de las soluciones irrigadoras

- Facilitar la acción del instrumento endodóncico.
- Alterar el pH del contenido.
- Controlar una posible infección en casos de pulpectomía.
- Neutralizar el contenido presente en las infecciones endodóncicas
- Retirar sangre de la cavidad pulpar.
- Eliminar materia orgánica (restos pulpares) e inorgánica (detritos, raspas dentinarias).
- Permitir la acción del agente antimicrobiano en contacto con la microbiota.
- Presentar compatibilidad biológica con los tejidos periapicales.<sup>1</sup>

## 5.2 Soluciones más frecuentes

### 5.2.1 Compuestos Halogenados

Soluciones de hipoclorito de sodio en las siguientes concentraciones de cloro activo:

- Hipoclorito de sodio al 5% (soda clorada). Ver figura 5.1



Fig. 5.1 Presentación comercial de NaOCl

- Hipoclorito de sodio al 2.5% (solución de Labarraque)
- Hipoclorito de sodio al 1% con 16% de cloruro de sodio (solución de Milton). Ver figura 5.2 y 5.3



Fig. 5.2 y 5.3 Hipoclorito de sodio al 1% (solución de Milton).e Hipoclorito de sodio al 1% "Estrela. Ciencia Endodóntica. Artes Medicas Latinoamérica" pp 447

- Hipoclorito de sodio al 0.5% con ácido bórico para reducir el pH (solución de Dakin).
- Hipoclorito de sodio al 0.5% con bicarbonato de sodio (solución de Dasfrene).<sup>1</sup>

### 5.2.2 Quelantes

Entre las soluciones quelantes de uso más frecuente en la irrigación están Tublicid<sup>MR</sup>, EDTA<sup>MR</sup>, EDTAC<sup>MR</sup>, File- Eze<sup>MR</sup> y Rc-Prep<sup>MR</sup>, en las cuales el ingrediente activo es el ácido etilendiaminotetraacético. Nygaard Ostby sugirió primero el empleo del EDTA para la limpieza y el ensanchamiento de los conductos; más tarde introdujo el EDTAC, que es EDTA con Centrimina, bromuro cuaternario de amonio, utilizado para reducir la tensión superficial y así favorecer la penetración. El pH óptimo para lograr la máxima eficacia desmineralizante del EDTA sobre la dentina fue demostrado por Valdrighi, y oscila entre 5.0 y 6.0. Goldberg demostró que el EDTAC aumenta la permeabilidad hacia los túbulos dentinarios, los conductos accesorios y los agujeros apicales.<sup>16</sup>

Goldman y cols, demostraron que la capa residual no es eliminada con la simple irrigación mediante NaOCl pero se elimina con el empleo combinado de EDTA (nombre comercial REDTA<sup>MR</sup>).<sup>18</sup> Ver figura 5.4

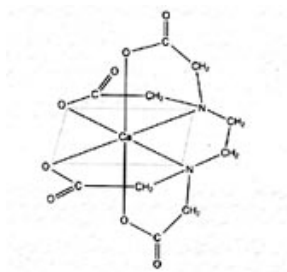


Fig.5.4 Fórmula química del EDTA. [www.carlosboveda.com](http://www.carlosboveda.com)

Stewart y otros en 1969 idearon la Rc-Prep<sup>MR</sup>, que consta de EDTA y peróxido de urea en una base de carbocera no hidrosoluble. Su empleo generalizado, en combinación con el hipoclorito de sodio, se debe a la interacción del peróxido de urea en Rc-Prep<sup>MR</sup> con el hipoclorito de sodio, que produce una acción burbujeante que se supone que afloja y extrae por flotación los residuos dentinarios.<sup>16</sup> Ver figura 5.5 y 5.6



Fig.5.5 Presentacion Rp- Prep. "Soares. Endodoncia técnica y fundamentos Panamericana.." pp. 132



Fig 5.6 Presentación en jeringas de EDTA. "Soares. Endodoncia técnica y fundamentos. Panamericana." pp. 132

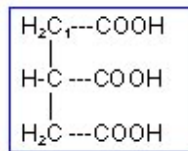
El Salvizol, es decir, N<sup>1</sup>, N<sup>1</sup>- decametileno-N<sup>4</sup>,N<sup>4</sup>-decametileno-bis-4-aminoquinaldinio-diacetato (tensoactivo quelante), sugerido por Kaufman, tiene un pH neutro, posee un amplio espectro de actividad bactericida y capacidad para quelar el calcio. Esto le confiere al producto potencia limpiadora, al mismo tiempo que es biológicamente compatible. Lo mismo es aplicable al Tublicid<sup>MR</sup> (verde, rojo y azul) (Dental Therapeutics AB, Suecia).<sup>16</sup>

El EDTA también se comercializa en gel contenido en jeringas (Glyde FilePrep<sup>MR</sup>, Dentsply Maillefer<sup>MR</sup>).<sup>19</sup>

### 5.2.3 Ácidos

#### Ácido cítrico:

La solución de ácido cítrico posee un pH ácido de 1-2 al 50%, posee la siguiente fórmula química:



A un 10% con un pH de 4,5 es aceptable, a un 50% con un pH de 1 a 2 es ideal para conductos tortuosos y menos agresivo que el EDTA disódico.<sup>20</sup>

Yamaguchi y cols, han propuesto recientemente la solución acuosa de ácido cítrico como agente de irrigación en el tratamiento del sistema de conductos, en una investigación *in vitro* donde compararon el efecto descalcificante de varias concentraciones de ácido cítrico en solución (0,5-2 mol L<sup>-1</sup>) con una solución acuosa de EDTA (0,5-mol L<sup>-1</sup>), concluyendo que todas las concentraciones de ácido cítrico mostraron mayor capacidad antibacteriana y quelante que el EDTA.<sup>21</sup>

#### 5.2.4 Peróxidos

##### Peróxido de hidrógeno (10 volúmenes)

Se trata de una solución de peróxido de hidrógeno al 3%, indicada para la irrigación durante los procedimientos de limpieza de la cámara pulpar en las pulpectomías, con el objetivo de eliminar restos de sangre y favorecer la hemostasia.<sup>19</sup>

Al entrar en contacto con los tejidos orgánicos se desprenden burbujas de oxígeno nascente que colaboran en la eliminación mecánica de los restos hísticos del conducto y tienen un efecto antimicrobiano sobre los anaerobios.<sup>3</sup>

El peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) es un potente agente oxidante. Es utilizado en endodoncia hace mucho tiempo, pues libera oxígeno nascente. Cuando éste entra en contacto con la sangre, produce reacción efervescente, libera oxígeno nascente, produce hemólisis y hemoglobínólisis y retira detritos del interior del conducto radicular. Como agente oxidante, evita que la sangre penetre en los conductos dentinarios y altere el color de los dientes.<sup>1</sup>

##### Peróxido de urea ( o de cabamina)

En forma de base de glicerol anhidra (Gly- Oxide, Smithkline Beecham<sup>MR</sup>), es otro oxidante utilizado como irrigante, que a veces se combina con EDTA como el Rc- Prep.<sup>3</sup>

Es mejor tolerado por el tejido periapical que el hipoclorito de sodio, tiene gran poder de solvencia y es más germicida que el  $H_2O_2$ . Es un excelente irrigante para tratamiento de conductos de dientes con tejido periapical normal y ápices abiertos, en los cuales los demás irrigantes pueden causar inflamación severa.<sup>17</sup>



### 5.2.5 Asociaciones y/o mezclas

C. Estrela y col, investigaron la eficacia antimicrobiana del agua oxigenada, ozono gaseoso, hipoclorito de sodio y clorhexidina en dientes humanos infectados con *Enterococcus faecalis*, en treinta dientes anteriores tratados endodóncicamente e inoculados con *Enterococcus faecalis* durante 60 días. Los resultados demostraron que la irrigación con agua oxigenada, hipoclorito de sodio al 2.5 %, clorhexidina al 2% y ozono gaseoso en los conductos previamente expuestos a *Enterococcus faecalis* durante 20 minutos no fueron suficientes para inactivarlo.

El uso del ozono es una nueva opción de agente irrigante por su acción antimicrobiana. El efecto antimicrobiano del ozono resulta de la oxidación de los componentes celulares microbianos. El ozono es una forma altamente reactiva del oxígeno que es generada por el paso de oxígeno a través de corriente eléctrica.<sup>22</sup>

Grossman dio a conocer una técnica de irrigación del conducto radicular que consiste en el uso alternado de una solución de hipoclorito de sodio al 5% (soda clorada doblemente concentrada) con una solución de peróxido de hidrógeno al 3% (agua oxigenada 10v). La mezcla de esas soluciones ocurre en el interior del conducto radicular y durante su encuentro, dos soluciones potencialmente oxidativas producen una reacción efervescente y exotérmica, con liberación de oxígeno naciente.

La colocación de esas soluciones propuesta por Grossman debe ser alternado en el interior del conducto radicular. Se inicia con la solución de hipoclorito de sodio y en seguida, se pone la solución de peróxido de hidrógeno. Esa alternancia debe realizarse durante toda la preparación del conducto radicular, de forma que el hipoclorito de sodio sea siempre la última

solución utilizada. Esta reacción puede ser realizada tanto con soda clorada, solución de Milton y de Dakin.

La reacción química del peróxido de urea con hipoclorito de sodio produce una reacción de efervescencia, semejante a la producida en la reacción de Grossman, con liberación de oxígeno nascente. La adición de EDTA proporciona a esta asociación acción quelante sobre el calcio de las paredes de los conductos radiculares.

Pécora constató que el uso de la crema RC-PREP<sup>MR</sup> con hipoclorito de sodio al 5% causaba aumento de la permeabilidad dentinaria de modo menos intenso que la utilización de la solución de EDTA y de las soluciones halogenadas en las diferentes concentraciones.<sup>1</sup>

Van der Sluis y col, encontraron que el agua como irrigante con ultrasonido no es tan eficiente como el NaOCl al 2%, ya que no llega a remover los detritos de las extensiones apicales de los conductos radiculares. La propiedad del hipoclorito de sodio de disolvente orgánico con ultrasonido aumenta considerablemente.<sup>23</sup>

El uso de agentes quelantes en combinación con hipoclorito de sodio es recomendado para el tratamiento de conductos radiculares para su desinfección y remoción de tejido orgánico e inorgánicos.

Amaral y cols, evaluaron la citotoxicidad del EDTA<sup>MR</sup> al 17% y del ácido cítrico al 15% en cultivos de macrófagos; encontraron que el EDTA<sup>MR</sup> y el ácido cítrico presentan efectos citotóxicos en los cultivos y en un 50 a 70% redujeron su vida. Señalaron que el EDTA<sup>MR</sup> y al ácido cítrico causan efectos directos en el metabolismo celular y finalmente determinaron que la solución de ácido cítrico es menos citotóxica de acuerdo con el presente estudio. Por lo tanto, puede ser considerado un irrigante alternativo en el tratamiento de conductos.<sup>24</sup>

Así mismo, observaron que el EDTA<sup>MR</sup> tiene un mayor tiempo de eficacia que el ácido cítrico, ya que éste último remueve o disuelve el tejido orgánico (smear layer) en 1 minuto.

Mérida y cols, en un estudio con el Microscopio Electrónico de Barrido evaluaron la acción desinfectante de 10 diferentes irrigantes sobre los conductos dentinarios y demostraron que la combinación de soluciones de EDTA<sup>MR</sup>/NaOCl permite una acción efectiva demostrada por la ausencia de residuos orgánicos e inorgánicos en los túbulos dentinarios. Igualmente, en el mismo estudio se midió el valor de la tensión superficial de todas las soluciones, observando que la combinación mencionada obtuvo el valor más bajo (35,1 dina/cm), la cual permitió una mejor penetración de ambas soluciones hacia el interior de los túbulos dentinarios<sup>25</sup>. Ver figura 5.7



Figura 5.7 Sin residuos aparentes en los túbulos dentinarios. EDTA/NaOCl alternado. Aumento 6750x.

Goldman y cols, demostraron que la capa residual no es eliminada con la simple irrigación mediante NaOCl pero se elimina con el empleo combinado de EDTA<sup>MR.18</sup>.

## 5.2.6 Otras soluciones

### Clorhexidina

(Que se describe más adelante)

### Agua con hidróxido de calcio

También denominada “Agua de cal”, es la que queda sobrenadando cuando se prepara hidróxido de calcio con agua destilada. Presenta efecto antibacteriano, pH alcalino y efecto hemostático, siendo totalmente biocompatible con el tejido periodontal.<sup>3</sup>

Aunque el hidróxido de calcio sea un material ampliamente usado en endodoncia, su utilización en forma de solución para irrigación de conductos radiculares es limitada. Su efecto sobre la limpieza es sólo mecánico y por breve espacio de tiempo en que permanece en el conducto, no tiene el poder antimicrobiano deseado.<sup>19</sup>

### Solución Fisiológica

La solución salina al 0.9 % también denominada Suero Fisiológico, es la sustancia cristalinoide estándar, es levemente hipertónica respecto al líquido extracelular y tiene un pH ácido. La relación de concentración de sodio (Na<sup>+</sup>) y de cloro (Cl<sup>-</sup>) que es 1/1 en el suero fisiológico, es favorable para el sodio respecto al cloro ( 3/2 ) en el líquido extracelular ( Na<sup>+</sup> > Cl<sup>-</sup> ).

Bellizi R, et al, (1980), proponen el uso de la solución salina como agente irrigante en casos de resorciones internas extensas.<sup>26</sup>

## Agua Destilada

El agua destilada es aquella a la que se le ha eliminado prácticamente la totalidad de impurezas e iones mediante destilación (el agua llega a su punto de ebullición y se recogen sus vapores, condensándolos). Un montaje típico de laboratorio para llevar a cabo la destilación consta de un matraz, un condensador y otro matraz.<sup>27</sup> Ver figura 5.8

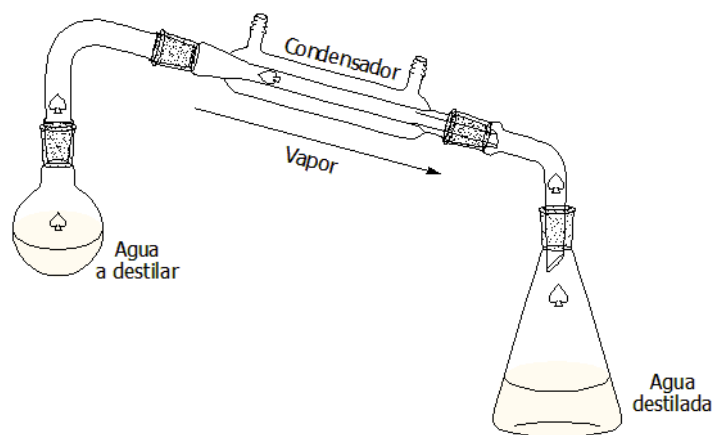


Fig. 5.8 Erlenmeyer (para recoger el destilado). [www.carlosboveda.com](http://www.carlosboveda.com)

Debido a su relativamente elevada pureza, algunas propiedades de este tipo de agua son significativamente diferentes a las del agua de consumo diario. Como ejemplo podemos indicar que la conductividad del agua destilada es notablemente menor que la del agua del grifo común, al carecer de muchos iones que contribuyen a la conductividad, típicamente cloruros, calcio,

magnesio y fluoruros, así también no es buena conductora de electricidad como es el agua de grifo. Una propiedad potencialmente peligrosa del agua destilada es que puede ser calentada en un horno microondas por encima de su punto de ebullición sin hervir.<sup>27</sup>

El agua destilada se utiliza entre cada solución irrigante para prevenir reacciones ácido-base entre el hipoclorito de sodio, el EDTA<sup>MR</sup> o la clorhexidina y así lograr un efecto más eficiente de los agentes químicos en los tejidos; ya que el NaOCl ó EDTA en tejidos periapicales serían citotóxicos.<sup>28</sup>

## 6. HIPOCLORITO DE SODIO

### 6.1 Antecedentes

Introducido en el año de 1792 y con el nombre de Agua de Javele. Se encuentra constituido por una mezcla de hipoclorito de sodio y potasio.

En 1820 Labarraque, químico francés, obtuvo el hipoclorito de sodio con el 2.5 de cloro activo, utilizado como desinfectante de heridas.

En 1915 durante la primera guerra mundial, Dakin, químico americano, propuso una nueva solución de hipoclorito de sodio al 0.5% de cloro activo, neutralizado con ácido bórico. 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.

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; con la adición del ácido bórico ocurría la formación del borato de sodio en la solución, evitándose así la presencia de hidroxilos libre, irritantes a los tejidos.<sup>1</sup>

La solución de hipoclorito de sodio con pH elevado, alrededor de 11 a 12%, es más estable y la liberación de cloro es más lenta.<sup>1</sup>

La solución de hipoclorito de sodio al 0,5% fue usada con eficacia durante la primera guerra mundial para la limpieza de heridas contaminadas y se ha venido usando en el tratamiento endodóncico por muchas décadas, ya que es efectivo contra microorganismos incluyendo aquellos difíciles de erradicar como *Enterococcus*, *Actinomyces* y *Candida*.<sup>29</sup>

En el tratamiento endodóncico, la solución de hipoclorito de sodio es usada en concentraciones de 0,5% a 5,25%. En procesos infecciosos, es suficiente el uso de la solución en concentración de 0,25% para eliminar *Enterococcus faecalis* durante 15 minutos. La concentración al 1% de hipoclorito de sodio requiere de 1 hora para eliminar *Candida albicans*. NaOCl disuelve material orgánico, como el tejido pulpar y el colágeno. Menores concentraciones como al 0,5% o 1% de hipoclorito de sodio pueden disolver tejido necrótico. Mayores concentraciones permiten la mejor disolución del tejido pero disuelven ambas; tejido vital y necrótico, lo que no siempre es lo más deseable.<sup>29</sup>

La venta comercial de hipoclorito de sodio está disponible al 5,25%, la cual tiene un pH alcalino 12-13. Algunos autores recomiendan diluirla con bicarbonato de sodio al 1% en lugar de agua para disminuir el pH.<sup>29</sup>



## 6.2 Características físico- químicas

El pH de la solución, el almacenamiento y la temperatura son aspectos relevantemente considerables.

Abou-Rass y Oglesby concluyeron que respecto a la concentración, la solución de hipoclorito de sodio fue más eficaz a 140°F que a 73,2°F, siendo que el hipoclorito de sodio al 5.25% presentó mayor eficacia que al 2.5% en ambas temperaturas.

Machtou y Yana, afirmaron que el precalentamiento de la solución de hipoclorito de sodio no es necesario, ya que la temperatura del hipoclorito de sodio en contacto con el conducto radicular alcanza rápidamente la temperatura del cuerpo humano.

Pécora y cols, estudiaron el tiempo de vida de la solución de Dakin almacenada en vidrio color ámbar en diversas condiciones de temperatura (luz solar, la sombra-temperatura ambiente y en nevera a 9°C y sin luz), determinaron que después de 4 meses la solución perdía el 80% de la concentración de cloro cuando recibía luz solar, el 60% a la temperatura ambiente y solo el 20% cuando se conservaba en baja temperatura y sin luz.

Piskin y Türkün, concluyeron que el hipoclorito de sodio al 5% debe almacenarse en vidrio de color ámbar perfectamente sellado y que la pérdida de cloro activo es directamente proporcional al tiempo, independientemente de las condiciones de temperatura.<sup>1</sup>

Moorer & Wessenlink, constataron que el principio activo del hipoclorito de sodio depende de las moléculas de ácido hipocloroso presente (HOCl). De esta manera se determina que el poder de la solución de disolver tejido orgánico depende de los siguientes factores:

- 1) Cantidad de materia orgánica e hipoclorito presente
- 2) Frecuencia e intensidad del flujo irrigante
- 3) Superficie de contacto entre el tejido y la solución de hipoclorito de sodio.

Cuanto mayor la concentración de la solución de hipoclorito de sodio utilizada, mayor su porcentual de cloro remanente y mayor será la reducción de la tensión superficial.<sup>1</sup>

Medidas de valores de propiedades físico-químicas de soluciones de hipoclorito de sodio. Ver tabla 6.1

<b>Propiedades</b>	<b>NaOCl- 0,5%</b>	<b>NaOCl- 1%</b>	<b>NaOCl- 2,5%</b>	<b>NaOCl- 5%</b>
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	1,00	1,04	1,06	1,09
Tensión Superficial	74,3	75,0	75,7	73,8
pH	11,98	12,60	12,65	12,89
Viscosidad (centiPoise)	0,956	0,986	1,073	1,110
Conductibilidad (miliSiemens)	26,0	65,5	88,0	127,5
Capacidad de Humectación	2h 20 min	1h 27 min	1h 23 min	18 min

Tabla 6.1. "Estrela. Ciencia Endodóntica. Artes Medicas Latinoamericana". pp. 421

### 6.3 Mecanismo de acción

El hipoclorito de sodio no se presenta en forma de polvo, solamente en solución acuosa. La solución acuosa de hipoclorito de sodio, debido a su equilibrio dinámico, puede representarse por la siguiente reacción química:



Se pueden observar algunas reacciones químicas entre el tejido orgánico y el hipoclorito de sodio, entre ellas: Reacción de Saponificación y Reacción de Cloraminación.

Interpretando las reacciones químicas, se observa que el hipoclorito de sodio actúa como solvente de materia orgánica y de grasa, transformando esos ácidos grasos (aceites y grasas) en sales de ácidos grasos (jabón) y glicerol (alcohol), que reduce la tensión superficial de la solución remanente.

El hipoclorito de sodio (hidróxido de sodio) neutraliza los aminoácidos formando agua y sal (explicado en la reacción de Neutralización de Aminoácidos) y degrada los ácidos grasos. Con la salida de los iones de hidroxilo ocurre la reducción del pH de la solución remanente. El ácido hipocloroso, en contacto con la materia orgánica, actúa como solvente, libera cloro nascente que, en contacto con proteínas del grupo amina, forma las cloraminas (Reacción de Cloraminación). El ácido hipocloroso ( $\text{HOCl}^-$ ) y los iones hipoclorito ( $\text{OCl}^-$ ) presentan acción de hidrolizar y degradar los aminoácidos.

El ácido hipocloroso ( $\text{HOCl}$ ) sufre descomposición por la acción de la luz, del aire y del calor, liberando cloro libre y secundariamente oxígeno nascente.<sup>1</sup>

Las actividades del ácido hipocloroso dependen del pH. En el medio ácido o neutro predomina la forma ácida no disociada (inestable y más activo HOCl). En el medio alcalino, prevalece la forma iónica disociada (estable y menos activa).

Por ese motivo el *Shelf-life* de las soluciones de hipoclorito de sodio con pH elevado es más estable y las de pH cerca del neutro (Solución de Dakin) tienen vida útil muy pequeña. El líquido de Dakin presenta hipoclorito de sodio neutralizado con ácido bórico.

En los hipocloritos no disociados hay mayor concentración de NaOH y menor de HOCl, y en los hipocloritos neutralizados hay lo inverso, o sea, menor cantidad de NaOH y mayor de ácido hipocloroso.

La reacción de cloraminación entre el cloro y el agrupamiento amina ( $\text{NH}_2^-$ ) de los aminoácidos con la formación de cloraminas interfiere en el metabolismo celular. El cloro (oxidante fuerte) presenta acción antimicrobiana a través de la inhibición enzimática bacteriana a partir de una oxidación irreversible de los grupos SH (grupo sulfhidrilo) de enzimas bacterianas esenciales.

Particularmente el hipoclorito de sodio constituye una base fuerte ( $\text{pH} > 11$ ). En la concentración del 1% presenta tensión superficial igual a 75 dinas/cm, viscosidad igual a 0,986 cP, conductibilidad de 65,5 mS, densidad de 1,04 g/cm<sup>3</sup> y capacidad humectante igual a 1 hora y 27 minutos.

La actividad de los iones hidroxilo, las reacciones químicas (Reacción de Saponificación, Neutralización de Aminoácidos y de Cloraminación), valoran la influencia del hipoclorito de sodio sobre las enzimas presentes en la membranas citoplasmáticas bacterianas.<sup>1</sup>

Como la localización de los sitios enzimáticos es la membrana citoplasmática, y ésta es la responsable de las funciones esenciales como el metabolismo, el crecimiento y la división celular; además de participar en las últimas etapas de la formación de la pared celular, la biosíntesis de los lípidos, el transporte de electrones y las enzimas involucradas en el proceso de fosforilación oxidativa, se cree que los iones de hidroxilo del hidróxido de calcio desarrollan su mecanismo de acción a nivel de la membrana citoplasmática.

La efectividad antimicrobiana del hipoclorito de sodio, en parte, y en lo que se refiere a la influencia de los iones de hidroxilo sobre la membrana citoplasmática bacteriana parece similar a la del hidróxido de calcio. El elevado pH del hipoclorito de sodio interfiere en la integridad de la membrana citoplasmática, promueve alteraciones biosintéticas, con inhibición enzimática irreversible (acción oxidante). Se puede observar la degradación de ácidos grasos y fosfolípidos por el proceso de peroxidación lipídica (reacción de saponificación).

Es una de las propiedades químicas que presentan las soluciones, por ejemplo cuando se mezcla un tensoactivo con un agente quelante, se realiza la potenciación de este último, porque la tensión superficial del líquido es reducida y favorece el contacto con el agente quelante con las paredes de la dentina del conducto radicular. Todas las mezclas o asociaciones tienen como finalidad sumar los efectos químicos de las soluciones utilizadas.<sup>1</sup>

La eficacia de la acción del detergente se relaciona con algunos factores, entre ellos, la agitación mecánica, la temperatura y su concentración; la agitación mecánica es causada por la acción de los instrumentos endodóncicos, aumentando la superficie de contacto entre el detergente y la contaminación a ser retirada.<sup>1</sup>

Las soluciones de NaOCl pueden alcanzar aquéllas zonas del conducto inaccesibles a las limas, especialmente en los conductos elípticos.<sup>1</sup>

Ver figura 6.2

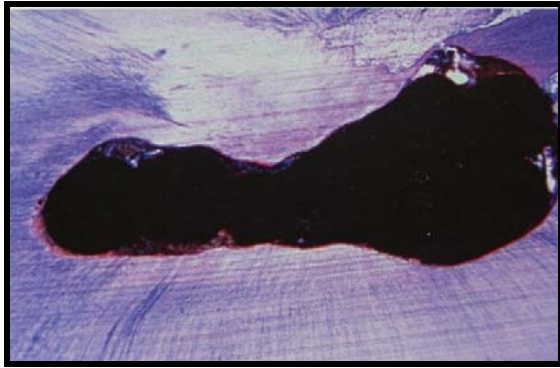


Fig. 6.2 Conducto elíptico. "Canalda. Endodoncia Técnicas Clínicas y Bases. Masson". pp. 175

van der Sluir y cols, realizaron un estudio para evaluar la capacidad de remover el hidróxido de calcio en pasta del canal radicular y determinar su eficacia mediante irrigación con ultrasonido con hipoclorito de sodio y agua. Los resultados indicaron que la irrigación con ultrasonido e hipoclorito de sodio tiene un efecto mayor para remover el hidróxido de calcio en pasta de los canales radiculares comparados con la irrigación manual con agua e hipoclorito de sodio. Por su movimiento oscilatorio, los detritos dentinarios pueden ser mas fácilmente removidos comparados con la irrigación manual.

El hipoclorito de sodio es el irrigante más efectivo en la remoción de detritos dentinarios de los conductos radiculares en combinación con el ultrasonido.<sup>30</sup>

Ver figura 6.3

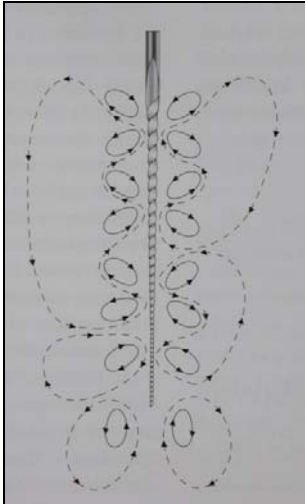


Fig.6.3 Movimiento oscilatorio con ultrasonido. International Endodontic Journal, 40, pp 13, 2007

Eldeniz y cols, realizaron un estudio para comparar la eficacia de la irrigación con hipoclorito de sodio con irradiaciones de láser Er, Cr: YSGG en 40 conductos contaminados con forámenes de varias dimensiones, tomando como referencia que la radiación con láser es de gran ayuda en la instrumentación endodóncica, debido a su capacidad de penetración en los tejidos dentinarios. El sistema de láser Er,Cr:YSGG utiliza energía hidrocínética, la cual calienta el aire y el agua que se encuentre en frente del rayo láser liberando energía y atomizando las moléculas de agua provocando su aceleración; a consecuencia de estos movimientos tiene una gran capacidad de desinfectar los conductos radiculares.

Se irrigaron los conductos con hipoclorito de sodio durante 15 minutos, al finalizar se usó el láser de acuerdo instrucciones del fabricante; el cual fue de 20 segundos (es aconsejable no utilizar ningún láser por más tiempo ya que se corre el riesgo de crear un daño térmico a los tejidos periapicales). Encontraron que el láser Er,Cr:YSGG reduce la población microbiana de los

conductos radiculares con diferentes dimensiones de forámenes, pero no erradica todas las bacterias.

#### 6.4 Hipoclorito de sodio en infecciones endodóncicas

La concentración al 3% de hipoclorito de sodio es suficiente para obtener un efecto antibacteriano y con la propiedad de degradación de tejido pulpar, las concentraciones más altas; en el caso de hipoclorito al 5% deben usarse intermitentemente en el caso de que la infección no ceda.<sup>13</sup>

Ringel y cols, analizaron la eficacia antimicrobiana del gluconato de clorhexidina al 1,2% y del hipoclorito de sodio al 2,5% y encontraron en su estudio que el hipoclorito de sodio al 2,5% fue más efectivo que el gluconato de clorhexidina al 0,2%.

Radcliffe y cols, realizaron un estudio para evaluar la efectividad del hipoclorito de sodio al 0,5%, 1,0%, 2,5% y 5,25% sobre algunos organismos endodóncicos asociados con la infección endodóncica; *Candida albicans* mostró ser susceptible a la acción del hipoclorito de sodio en cada una de sus concentraciones.

El *Enterococcus faecalis* provó ser más resistente al hipoclorito de sodio en comparación con otras bacterias, al ser probado con diferentes concentraciones se encontró que el hipoclorito de sodio al 5,25% no fue completamente efectivo después de 1.0 minutos; sino después de 2.0 minutos.<sup>32</sup>

Byström y Sundqvist analizaron la eficacia antimicrobiana del hipoclorito de sodio al 0,5% y al 5%, y del hipoclorito de sodio al 5% asociado al EDTA<sup>MR</sup>. Se pudo concluir que el uso de hipoclorito de sodio asociado al EDTA<sup>MR</sup>



presentó mejores resultados, una vez que ocurrió la retirada de la laminilla dentinaria de las paredes del conducto radicular, lo que causó la acción más efectiva del hipoclorito de sodio al 5%.<sup>1</sup>

Nikolaus y cols, estudiaron el efecto de ácido cítrico al 50% e hipoclorito de sodio al 5,25% en los periodos de 5 y 15 minutos sobre bacterias anaerobias estrictas (*Bacteroides melaninogenicus*, *Bacteroides fragilis*, *Clostridium perfringens* y *P. anaerobius*.). Los resultados evidenciaron que tanto el ácido cítrico al 50% como el hipoclorito de sodio al 5,25% presentaron acción antimicrobiana sobre los microorganismos probados en los periodos de 5 y 15 minutos.<sup>1</sup>

Berber y cols, realizaron un estudio para comparar la efectividad del hipoclorito de sodio al 0.5%, 2.5% y 5.25% como irrigantes en combinación de instrumentación manual y con instrumentación rotatoria en contra del *Enterococcus faecalis*; durante éste estudio no se encontraron diferencias entre las concentraciones de hipoclorito de sodio en cuanto a la limpieza de los conductos, pero se demostró que el NaOCl al 5.25% es el irrigante más efectivo con cualquiera de las técnicas de instrumentación en los túbulos dentinarios analizados en este estudio, seguido del NaOCl al 2.5%. La propiedad antimicrobiana es proporcional a la concentración usada, así como su toxicidad.<sup>33</sup>

Souza y cols, analizaron la actividad antimicrobiana del hipoclorito de sodio en diferentes concentraciones (1,0%, 0,5%, 0,25% y 0,12%) en diferentes periodos de 15, 30, 45, 60 y 75 segundos sobre las siguientes bacterias: *E. faecalis* y *C. albicans*; los resultados mostraron que en 15 segundos el *E. faecalis* fue eliminado por las soluciones de hipoclorito de sodio en las concentraciones del 0,5% y del 1%.<sup>1</sup>

Vahdaty y cols, investigaron la eficacia del gluconato de clorhexidina al 0,2% y al 2% del hipoclorito de sodio al 0,2% y al 2% sobre el *E. faecalis* en los

túbulos dentinarios de incisivos de bovinos; los resultados indicaron que tanto la clorhexidina como el hipoclorito de sodio en concentraciones iguales redujeron el número de microorganismos.<sup>1</sup>

Pupo y cols, investigaron la acción antimicrobiana del hipoclorito de sodio al 0,5%, hipoclorito de sodio al 1%, hipoclorito de sodio al 5%, ácido cítrico al 1%, ácido cítrico 10%, ácido cítrico al 50%, EDTA<sup>MR</sup>, solución de hidróxido de calcio saturada y de un detergente (tergentol) sobre los microorganismos *E. faecalis*, *S. aureus* y un cultivo mixto, obtenidos de 10 conductos radiculares. Se encontró que sólo las soluciones de hipoclorito de sodio fueron eficaces contra los microorganismos estudiados en los periodos de 5 y 10 minutos.<sup>1</sup>

Jeansone y White analizaron la acción del hipoclorito de sodio al 5,25% y gluconato de clorhexidina al 2% en 62 dientes humanos. El análisis de los resultados reveló que tanto la clorhexidina al 2% como el hipoclorito de sodio al 5,25% fueron eficaces en la reducción de la microbiota del conducto radicular, pero como el hipoclorito de sodio tiene la capacidad de disolución del tejido, es la solución más indicada para la irrigación de los conductos radiculares.

Yesilsoy y cols, estudiaron a través de pruebas de difusión en agar, el efecto antimicrobiano del hipoclorito de sodio al 5,25%, hipoclorito de sodio al 2,5%, hipoclorito de sodio al 0,5%, Peridex ( gluconato de clorhexidina al 0,12%) , alcohol al 11,6% y therasol, sobre los microorganismos: *S. mutans*, *P. gingivalis*, *P.intermedia* y *P. gingivalis*. Los resultados mostraron que el hipoclorito de sodio al 5,5% fue efectivo sobre todos los microorganismos indicadores.<sup>1</sup>

## 7. CLORHEXIDINA

### 7.1 Antecedentes

La Clorhexidina fue desarrollada en la década de los 40<sup>s</sup>, por Imperial Chemical Industries de Inglaterra, y salió al mercado en 1954 como antiséptico para heridas de la piel. Más adelante el antiséptico empezó a utilizarse más ampliamente en medicina y cirugía, incluidas obstetricia, ginecología, urología y preparación prequirúrgica de la piel tanto como para el paciente como para el cirujano. El uso en odontología, inicialmente, fue para desinfección de la boca y en endodoncia. La inhibición de la placa por la clorhexidina fue primero investigada en 1962 (Schroeder, 1969), pero el estudio definitivo fue realizado por Løe y Schiott (1970). Este estudio demostró que un enjuague de 60 segundos, dos veces al día, con 10 ml de una solución de gluconato de clorhexidina al 0,2% (dosis de 20mg), en ausencia de cepillado dental normal, inhibía la neoformación de la placa y el desarrollo de gingivitis.<sup>34</sup>

La clorhexidina (chx) es un agente catiónico (grupo bisguanida; 4-clorofenil radical), la cual exhibe actividad antibacteriana. La naturaleza catiónica del compuesto promueve la conexión con el grupo aniónico de la superficie bacteriana (grupos fosfatos del ácido teicoico de las bacterias Gram-positivas y lipopolisacárido en las bacterias Gram-negativas), siendo capaz de alterar su integridad. Una concentración apropiada de clorhexidina causa infiltración en un grupo químico característico. El ión potasio, siendo una entidad pequeña, es la primera sustancia a surgir cuando la membrana citoplasmática es danificada.<sup>1</sup>

Es un agente antimicrobiano de amplio espectro efectivo contra los microorganismos gram-positivos y gram-negativos.

La clorhexidina se ha empleado para la terapia periodontal durante mucho tiempo, su uso como irrigante endodóncico esta basada en su sustentabilidad y tiempo prolongado de su efecto antimicrobiano; sin embargo no ha podido ser demostrado tener ventajas clínicas sobre el NaOCl.

Algunos estudios han encontrado que la clorhexidina tiene mejores efectos antibacteriales que el hidróxido de calcio  $\text{Ca(OH)}_2$  cuando se provó en cultivos. Combinaciones entre CHX y  $\text{Ca(OH)}_2$  han demostrado ser efectivas y mostraron fuerte actividad antimicrobial contra anaerobios obligados, esta combinación argumenta el efecto antimicrobiano aun como medicamento en ciertas especies.<sup>29</sup>

Silva determinó la efectividad antimicrobiana del hipoclorito de sodio al 1% y de la clorhexidina al 2% como irrigantes endodóncicos, usando un modelo de estudio *in vitro* en dientes con conductos radiculares infectados. Cuando el hipoclorito de sodio al 1% fue utilizado como irrigante, el 16,7% y el 83,3% de los cultivos microbianos evidenciaron el resultado positivo en el análisis microbiológico, inmediatamente y pasados los 7 días del tratamiento; la irrigación con clorhexidina al 2% garantizó el 8,3% y el 41,7% de datos microbiológicos positivos en lo que se refiere al efecto inmediato y residual. Los resultados obtenidos indican que ambos irrigantes poseen igual potencial antimicrobiano cuando es considerada su acción inmediata; no obstante, la clorhexidina es más eficiente en la actividad residual de 7 días.<sup>1</sup>

Se presenta en 3 formas:

- Sales de digluconato, de acetato y de hidrocloreuro.

La mayoría de los estudios y de las fórmulas y los productos bucales usan el digluconato, que se fabrica en concentrados de 20%v/v. <sup>8</sup> Ver figura 7.1 y 7.2



Fig.7.1Gluconato de clorhexidina 2%. Presentación comercial. Consepsis, (Ultradent products).  
[www.carlosboveda.com](http://www.carlosboveda.com)



Fig. 7.2 Jeringas de clorhexidina

## 7.2 Estructura química

La Clorhexidina es un antiséptico bisbiguanídico de molécula simétrica compuesta de 4 anillos clorofenólicos y 2 grupos de biguanida conectados por un puente central de hexametileno.

Tiene actividad antibacteriana de amplio espectro siendo activa frente a microorganismos (Gram+ y Gram-), hongos, dermatofitos y algunos virus; es bactericida a concentraciones altas y bacteriostática a bajas concentraciones.

No produce cambios en las resistencias bacterianas ni sobrecrecimiento de microorganismos oportunistas, previene la formación de placa rompiendo la placa existente e inhibiendo la gingivitis. Debido a su estructura catiónica, su actividad se ve reducida en presencia de agentes aniónicos como son los detergentes de los dentífricos, debiendo esperar 30 minutos para realizar el enjuague tras el cepillado dental, lo cual dificulta su correcto uso.<sup>35</sup>

Ver figura 7.3

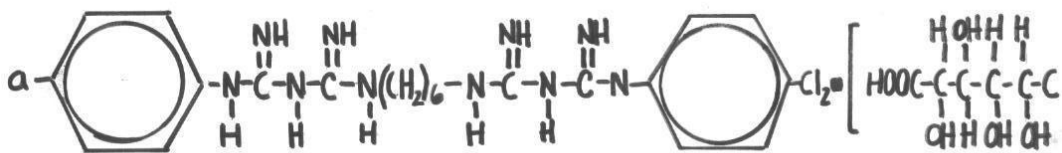


Fig. 7.3 Estructura química de la clorhexidina

El 30% de la clorhexidina se retiene en la boca unida a proteínas salivares y es liberada lentamente durante 8-12 horas en forma activa.<sup>35</sup>

Este compuesto es una base fuerte y dicatiónica a niveles de pH de más de 3,5 con dos cargas positivas en cada extremo del puente de hexametileno (Arbert y Sargeant, 1962). Su naturaleza dicatiónica es la que la hace extremadamente interactiva con los aniones, lo cual es relevante para su eficacia, seguridad, efectos secundarios locales y dificultades para formularla en los productos.<sup>34</sup>

### 7.3 Toxicología, seguridad y efectos secundarios

La naturaleza catiónica de la clorhexidina minimiza su absorción a través de la piel y mucosas, incluidas las vías gastrointestinales. Por lo tanto, no se ha descrito toxicidad sistémica por aplicación tópica o ingestión, ni hay evidencias de teratogenia en el modelo animal. Se detectaron reacciones de hipersensibilidad, incluida la anafilaxia, en menos del 10% de las personas en Japón, y fueron el resultado de la aplicación de productos de clorhexidina no registrados en sitios fuera de la boca.

Tiene una amplia acción antimicrobiana sobre una vasta gama de bacterias grampositivas y gramnegativas (Wade y Abby, 1989). También es eficaz contra hongos y levaduras, incluida *Candida* y contra algunos virus, incluidos el VIH y el VHB. No se ha observado resistencia bacteriana, ni en los casos de uso prolongado en boca, ni hubo evidencias de sobreinfección por hongos, levaduras o virus. El uso bucal a largo plazo produjo un leve desplazamiento de la flora hacia microorganismos menos sensibles, pero se

revirtió rápidamente al término del estudio de dos años (Schiott y cols., 1975).<sup>34</sup>

Usado como colutorio, la clorhexidina tiene varios efectos colaterales locales (Flotra y cols., 1971), de los cuales el más común y problemático es la pigmentación marrón de los dientes, de algunos materiales de restauración y de las mucosas, sobre todo el dorso de la lengua.<sup>34</sup> Ver figura 7.4 y 7.5



Fig. 7.4 Pigmentación marrón de los dientes. "Lindhe. Periodontología clínica e implantología. 3ª edición. Panamericana". pp.476



Fig. 7.5 Pigmentación marrón de la lengua de una persona que se enjuagó dos veces al día durante dos semanas con un colutorio de clorhexidina al 0,2%. "Lindhe Periodontología clínica e implantología. 3ª edición. Panamericana". pp.476

Los mecanismos sugeridos para la pigmentación por la clorhexidina aún están siendo debatidos, pero han sido propuestos:

- Degradación de la molécula de clorhexidina liberando paracloranilina.
- Catálisis de las reacciones de Maillard



- Desnaturalización proteínica con formulación sulfurosa metálica.
- Precipitación de cromógenos dietéticos aniónicos.<sup>34</sup>

La clorhexidina no parece degradarse para liberar paracloranilina cuando esta almacenada ni como resultado de los procesos metabólicos. Además, la alexidina, una bisbiguanida parecida, no tiene grupos paracloranilínicos, pero causa pigmentaciones idénticas a las de clorhexidina (addy y Roberts, 1981).

Las reacciones no enzimáticas de pigmentación parda (reacciones de Maillard) catalizadas por la clorhexidina son una posibilidad teórica (Nordbo y cols., 1979); sin embargo, la evidencia es indirecta, circunstancial o poco concluyente (Erksen y cols., 1985). La teoría no considera el hecho de que otros antisépticos y sales metálicas, como las de estaño, hierro y cobre, también producen pigmentación dentaria.<sup>34</sup>

La precipitación de cromógenos dietéticos aniónicos por antisépticos catiónicos incluidos en la clorhexidina y a los aniones metálicos polivalentes, como explicación para el fenómeno de la pigmentación por estas sustancias se ha confirmado en varios estudios de laboratorio y clínicos controlados. Así, los antisépticos o los iones metálicos ligados localmente a la mucosa o a los dientes pueden reaccionar con los polifenoles de las sustancias dietéticas para producir pigmentaciones. Las bebidas como el té, el café y el vino tinto son particularmente cromógenas. El efecto colateral de la pigmentación es lo que limita el uso de la clorhexidina en odontología preventiva y se manifiesta en todos los productos formulados correctamente, incluidos geles y sprays.

La clorhexidina tiene un sabor amargo que es difícil de enmascarar y en muchas personas causa alteraciones del sentido de gusto; parece afectar sobre todo los receptores de lo salado. Menos comúnmente, la clorhexidina causa erosión de la mucosa y esto parece ser idiosincrático, con el antiséptico ejerciendo efectos fatales sobre las células epiteliales superficiales en algunas personas. Este efecto colateral depende de la

concentración y habitualmente puede ser controlado con colutorios de doble dilución.<sup>34</sup> Ver figura 7.6



Fig. 7.6 Erosión de la mucosa. "Lindhe. Periodontología clínica e implantología odontológica. 3ª edición. Panamericana". pp. 477

#### 7.4 Mecanismo de acción

La clorhexidina es una sustancia antibacteriana potente, la cual se une fuertemente a las membranas celulares bacterianas. En bajas concentraciones, esto origina una permeabilidad incrementada con filtración de los componentes intracelulares, incluidos el potasio (Hugo y Longworth, 1964, 1965). En concentraciones más altas la clorhexidina produce la precipitación del citoplasma bacteriano y muerte celular (Hugo y Longworth, 1966). En la boca la clorhexidina se adsorbe rápidamente a las superficies, incluidos los dientes con película. Una vez adsorbida y a diferencia de otros antisépticos, la clorhexidina muestra una acción antibacteriana persistente, que dura más de 12 horas (Schiott y cols., 1970). En estudio con clorhexidina marcada se observó una liberación lenta del antiséptico de las superficies (Bonesvoll y cols., 1974), lo que producía un medio antibacteriano prolongado en boca (Gjermo y cols., 1974); sin embargo, no se pudo determinar cuáles son los métodos de la actividad de la clorhexidina, que

casi con certeza está unida a las proteínas salivales y a las células epiteliales descamantes.<sup>34</sup>

## 7.5 Productos con Clorhexidina

La clorhexidina ha sido incluida en la fórmula de múltiples productos:

*Colutorios:* En Europa se presentaron por primera vez los colutorios para usar dos veces al día, en soluciones acuosas/ alcohólicas al 0,2% de clorhexidina.

*Gel:* Existe un gel de clorhexidina al 1%, que se puede aplicar en cepillos dentales o en cubetas. La distribución del gel en la boca es escasa y debe aplicarse a todas las superficies para ser eficaz. Recientemente existen al 0,25 % y al 0,12%.

*Sprays:* en algunos países se han comercializado sprays de clorhexidina al 0,1% y 0,2%. Los sprays parecen particularmente útiles para los grupos discapacitados física o mentalmente.

*Dentífricos:* Es difícil incluir la clorhexidina en una fórmula de crema dental por las razones ya explicadas.

*Barnices:* Los barnices de clorhexidina han sido usados sobre todo para la prevención de las caries radiculares.<sup>34</sup>

Ohara y cols, realizaron estudios in vitro para determinar el efecto antibacterial de seis agentes de irrigación sobre seis géneros distintos de bacterias anaerobias; en orden de efectividad los autores concluyeron que la Clorhexidina fue el mejor irrigante seguido del NaOCl y peróxido de hidrógeno. El REDTA ocupó un tercer lugar como agente antibacterial,

logrando erradicar los microorganismos después de una hora de exposición. Por último el hidróxido de calcio y la solución salina fueron los menos efectivos.<sup>20</sup>

Lambrianidis y cols, demostraron que la clorhexidina se absorbe dentro de la hidroxiapatita de los tejidos dentinarios, con subsecuentes liberaciones, previniendo así la colonización microbiana de la superficie durante un tiempo.<sup>36</sup>

## 7.6 Usos clínicos de la Clorhexidina en Odontología

Hay varios usos clínicos de la clorhexidina que han sido recomendados tras investigaciones (Addy, 1986).

**Como auxiliar de la higiene bucal y de la profilaxis profesional:** En la fase de higiene bucal o en la preparación prequirúrgica de los pacientes periodontales.

**Después de la cirugía bucal, incluida la cirugía periodontal o el alisado radicular:** La clorhexidina puede ser utilizada postoperatoriamente, ya que reduce la carga bacteriana en la cavidad bucal y previene la formación de placa en un momento en que la limpieza mecánica puede ser difícil por las molestias que ocasionaría. En cirugía periodontal, los apósitos se han reemplazado por preparados de clorhexidina, en particular colutorios, pues mejoran la cicatrización y se reduce el malestar.

**En pacientes con fijación de la mandíbula:** La higiene bucal es particularmente difícil cuando se inmovilizan los maxilares con métodos como la fijación maxilar.

**Para la higiene bucal y mejoría de la salud gingival en los discapacitados físicos o mentales:** Se comprobó que la clorhexidina es particularmente útil en los grupos institucionales de discapacitados físicos o mentales, mejorando tanto la higiene bucal como la salud gingival.

**Pacientes comprometidos médicamente predispuestos a las infecciones bucales:** hay muchas enfermedades en las cuales la clorhexidina puede ser útil como terapia preventiva auxiliar con preferencia sobre otros fármacos antimicrobianos. Ej: enfermedades que requieren trasplante de médula ósea y/o radioterapia , discrasias sanguíneas como la leucemia, VIH y SIDA, que también predisponen a las infecciones agudas y crónicas candidiásicas.

**Pacientes con alto riesgo de caries:** los colutorios y los geles de clorhexidina reducen considerablemente los recuentos de *Streptococcus mutans* en las personas propensas a la caries. La clorhexidina es sinérgica con los fluoruros y la combinación de enjuagues de ambas sustancia es benéfica para pacientes con alto riesgo.

**Úlceras bucales recurrentes:** los colutorios y los geles de clorhexidina reducen la incidencia, duración y gravedad de las ulceraciones aftosas menores recurrentes.

**Portadores de aparatos ortodóncicos extraíbles y fijos:** es aconsejable indicar clorhexidina durante las primeras 4-8 semanas del tratamiento ortodóncico para control de placa.

**En el tratamiento de las estomatitis protésicas:** es aconsejable tratar las estomatitis protésicas con antifúngicos específicos, como la anfotericina B, para después emplear la clorhexidina como preventivo. La dentadura puede ser desinfectada de *Candida* sumergiéndola en soluciones de clorhexidina.

**Enjuagues e irrigación preoperatorios con clorhexidina:** reduce la carga bacteriana y la contaminación del área quirúrgica del profesional y de sus auxiliares.<sup>34</sup>

## 8. COMPARATIVO ENTRE HIPOCLORITO DE SODIO Y CLORHEXIDINA

Jeansonne y cols, realizaron un estudio comparativo entre la acción antibacteriana del gluconato de clorhexidina al 2% e hipoclorito de sodio al 5,25% como agentes de irrigación del espacio pulpar demostrando que ambas fueron efectivas.<sup>37</sup>

La clorhexidina, agente antimicrobiano de amplio espectro, ha demostrado ser efectivo en contra de bacterias endodóncicas in vivo e in vitro, y menos tóxico que el hipoclorito de sodio pero con falta de capacidad disolvente, que es tan importante en la limpieza de conductos inmaduros.<sup>38</sup>

El gluconato de clorhexidina se ha usado ampliamente en periodoncia por su actividad antimicrobiana; su uso en endodoncia se ha propuesto como irrigante y como medicamento intraconducto. La clorhexidina tiene efectos inhibitorios de bacterias encontradas en las infecciones endodóncicas, actúa contra microorganismos gram- positivos y gram- negativos. Uno de los mecanismos por lo que se explica su eficacia está basada en la interacción entre la posible carga de la molécula y la carga negativa de los grupos fosfato de las paredes de la bacteria, lo que le permite a la molécula de clorhexidina a penetrar dentro de la bacteria con efectos tóxicos.<sup>39</sup>

Gomes y cols, encontraron que el gel de Clorhexidina solo inhibe el crecimiento del *E. faecalis* después de 1, 2,7 y 15 días; los resultados de éste estudio sugiere que el gel de clorhexidina tiene una gran actividad antibacterial en contra del *E. faecalis* que el Ca (OH)<sub>2</sub> pero pierde ésta propiedad si es usada por largos periodos, a diferencia del hipoclorito de sodio que inhibe su crecimiento en mucho menor tiempo.<sup>39</sup>

Okino y cols, encontraron que el hipoclorito de sodio en cualquiera de sus concentraciones disuelve los tejidos pulpaes. La clorhexidina en solución o gel al igual que el agua destilada no son capaces de disolver los fragmentos de tejido pulpar en un periodo de 6 horas.

Moorer y Wesselink (1982) mostraron que la disolución de tejido dependía de tres factores: frecuencia o agitación, cantidad de material orgánico en relación con cantidad del irrigante en el sistema y área de tejido que está disponible.<sup>40</sup>

Sena y cols, investigaron la actividad antimicrobiana del hipoclorito de sodio al 2.5%, al 5.25%, y la clorhexidina en presentación gel y solución como sustancias irrigantes; se utilizaron los microorganismos siguientes: *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Porphyromonas gingivalis*, *Porphyromonas endodontalis*, *Prevotella intermedia* y *Fusobacterium nucleatum* y fueron sumergidos en los agentes irrigantes durante tiempos determinados. Encontraron que el hipoclorito y la clorhexidina al 2% destruyeron las células microbianas más rápido que el gel de clorhexidina. La fórmula de gel, la cual es más difícil de mezclar, necesita más tiempo para actuar en contra de los microorganismos.

El hipoclorito de sodio al 5.25% eliminó los microorganismos en 30 segundos, a diferencia al 2.5% el cual fue eficiente en contra de los microorganismos en 5 minutos con excepto al *E. faecalis*. El gluconato de clorhexidina al 2% y el gel demostraron su efecto después de 30 minutos sin ser agitados y 60 minutos con agitación para inhibir el crecimiento de los microorganismos.<sup>41</sup>



Vianna y cols, realizaron un estudio para determinar el grado de reducción microbiana después de la preparación químico-mecánica de conductos radiculares con tejido pulpar necróticos usando hipoclorito de sodio y clorhexidina. El estudio se realizó en 32 dientes con pulpas necrosadas divididos en 2 grupos. Se concluyó, que en comparación con la CHX, el NaOCl no solo cuenta con una capacidad mayor a la eliminación de microorganismos endodóncicos *in vivo*, sino a la remoción de éstos. Las sustancias de CHX al 2% e hipoclorito de sodio redujeron satisfactoriamente el número de bacterias en ambos casos.<sup>42</sup>

Erdemir y cols, investigaron si la presencia de diferentes soluciones irrigantes podrían tener influencia en las mediciones de localizadores de ápices Auto ZX<sup>MR</sup>. Los resultados indicaron que la clorhexidina y el hipoclorito de sodio pueden usarse satisfactoriamente con el Auto ZX<sup>MR</sup> para la determinación de la longitud. En la presencia de EDTA las mediciones se encontraron cerca de la longitud real, mientras que en conductos sin irrigación estuvieron cortas de la longitud.<sup>43</sup>

Estrela y cols, probaron el efecto antimicrobiano del hipoclorito de sodio al 2% y de la clorhexidina al 2% mediante dos métodos: difusión en agar y exposición directa, con los siguientes indicadores biológicos: *S. aureus*, *E. faecalis*, *P. aeruginosa*, *B. subtilis*, *C. albicans* y una mezcla. Los resultados mostraron efectividad antimicrobiana para las dos soluciones probadas. La magnitud del efecto antimicrobiano fue influenciada por el método experimental, los microorganismos y por el tiempo de exposición.<sup>1</sup> Ver figuras 8.1, 8.2, 8.3 y 8.4



Fig. 8.1 Prueba por difusión en agar de la clorhexidina *E. faecalis*. "Estrela. Ciencia Endodóntica. Artes Medicas Latinoamérica". pp.441

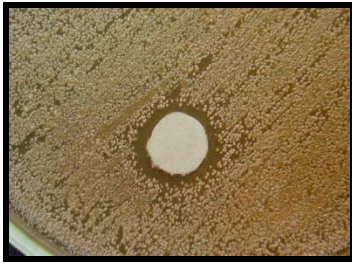


Fig. 8.2 Prueba por difusión en agar del hipoclorito de sodio sobre *E. faecalis*. "Estrela. Ciencia Endodóntica. Artes Medicas Latinoamérica". pp.441



Fig.8.3 Prueba por difusión en agar del NaOCl sobre *S. aureus*. "Estrela. Ciencia Endodóntica. Artes Medicas Latinoamérica". pp 442

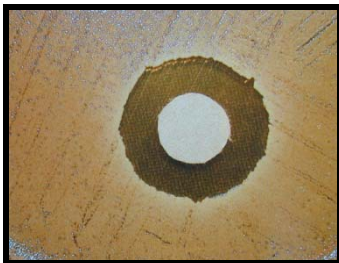


Fig. 8.4 Prueba por difusión en agar de la clorhexidina sobre *S. aureus*. "Estrela. Ciencia Endodóntica. Artes Medicas Latinoamérica". pp. 4

## DISCUSIÓN

Ringel y cols, analizaron la eficacia antimicrobiana del gluconato de clorhexidina al 0.2% y del hipoclorito de sodio al 2.5% en dientes con necrosis pulpar y observaron que el hipoclorito de sodio al 2.5% fue más efectivo que el gluconato de clorhexidina al 0.2%.<sup>1</sup>

Rahman y cols, concluyeron que la clorhexidina es un agente antimicrobiano de amplio espectro que ha sido demostrado ser efectivo contra bacterias endodóncicas *in vivo e in vitro* y menos tóxico que el hipoclorito de sodio pero con falta de capacidad de solvencia que es tan importante en la limpieza de conductos inmaduros.<sup>38</sup>

Gomes y cols, demostraron que la clorhexidina tiene efectos inhibitorios de bacterias encontradas en las infecciones endodóncicas, actúa contra microorganismos gram- positivos y gram- negativos. Concluyeron que uno de los mecanismos por lo que se explica su eficacia está basada en la interacción entre la posible carga de la molécula y la carga negativa de los grupos fosfato de las paredes de la bacteria, lo que le permite a la molécula de clorhexidina a penetrar dentro de la bacteria con efectos tóxicos.<sup>39</sup>

Okino y cols, encontraron que el hipoclorito de sodio en cualquiera de sus concentraciones disuelve los tejidos pulpares. La clorhexidina en solución o gel al igual que el agua destilada no son capaces de disolver los fragmentos de tejido pulpar en un periodo de 6 horas.<sup>40</sup>

van der Sluis y cols, determinaron que el método mas frecuente para eliminar el  $\text{Ca(OH)}_2$  de los conductos dentinarios es la combinación del uso de la lima maestra y una irrigación constante de hipoclorito de sodio (NaOCl) y EDTA. Concluyeron que el hipoclorito de sodio es el irrigante más efectivo en la

remoción de detritos dentinarios de los conductos radiculares en combinación con el ultrasonido.<sup>30</sup>

Sena y cols, estudiaron los microorganismos: *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Porphyromonas gingivalis*, *Porphyromonas endodontalis*, *Prevotella intermedia* y *Fusobacterium nucleatum*; encontraron que el hipoclorito y la clorhexidina al 2% destruyeron las células microbianas más rápido que el gel de clorhexidina. La fórmula de gel, la cual es más difícil de mezclar, necesita más tiempo para actuar en contra de los microorganismos.<sup>41</sup>

Lambrianidis y cols, demostraron que la clorhexidina se absorbe dentro de la hidroxiapatita de los tejidos dentinarios, con subsecuentes liberaciones, previniendo así la colonización microbiana de la superficie durante un tiempo.<sup>36</sup>

Van der Sluis y cols, encontraron que el agua como irrigante con ultrasonido no es tan eficiente como el NaOCl al 2%, ya que no llega a remover los detritos de las extensiones apicales de los conductos radiculares.<sup>42</sup>

## BIBLIOGRAFÍA

1. Estrela, C. Ciencia Endodóntica. Brasil: Artes Medicas Latinoamérica; 2005. pp 60-163, 415- 447.
2. Walton R.E. Torabinejad M. Principles and practice of Endodontics. Third edition. United States of America. Saunders. 2002. pp. 218-220.
3. Canalda S. Brau. E. Endodoncia Técnicas Clínicas y Bases. España. Masson. 2001.
4. Leonardo M. Leal J. Endodoncia. Tratamiento de los conductos radiculares. 2ª edición Argentina. Editorial Panamericana 1994. pp 1-27.
5. Leonardo M. Leal J. Endodoncia. Tratamiento de los conductos radiculares. 2ª edición Argentina. Editorial Panamericana 1994. pp 1-27.
6. Cohen S. Buns R. Vías de la pulpa. 8ª edición España: Elsevier Science, 2002. pp 493-520.
7. Liebana UJ. Microbiología Oral. 2ª edición Mc Graw- Hill; 2002
8. Bergenhdzt G, Horsted- Bindslev P, Reit C. Textbook of Endodontology. Australia. Ed. Bleckwell Munksgaard; 2003. pp 112-125.

9. Hargreaves K. Goodis H. Seltzer and Bender's Dental Pulp. China. Quintessence books 2002. pp 281- 207.
10. P. F. A. Gomes, S. F. C. Souza, C. C. R. Ferraz, F. B. Teixeira, A. a. Zaia, L. Valdrighi & F. J. Souza- Filho. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine *in vitro*.
11. Siqueira JF. Uzeda M. Influence of different vehicles on the antibacterial effects of calcium hidroxide, J. Endod. 1998; 24:663-665.
12. Walton R E. Torabinejad M. Endodoncia principios y práctica. 2ª edición México. Mc Graw- Hill, 1996. pp 220-223
13. Stock J.R Gulabivala K. Walker R. Endodontics. United States of América. Elsevier Mosby 2004. pp 169- 171.
14. Radien G. Alincaastro I. Respuesta clínica a la medicación tópica endodóntica con hidróxido de calcio o paramonoclorofenol alcaforado. Asoc. Esp. Endod 1998; 19: 146-149
15. Maisto O. Capurro de Gómez M. Taddei M. Endodoncia. Argentina. Ed. Mundi 1984. pp 16
16. Ingle J. DDS. MSD. Leif Blakland Endodoncia. México: Mc Graw Hill, 2003 pp 506- 512, 187- 192.

17. Weine F.S. Endodontic Therapy. Sixth edition. United States of America. Mosby 2004. pp. 221-226
18. Yamada RS. Armas A. Goldman M.A. Scanning electron microscope comparison of a high volumen final flush with several irrigating solutions: part 3. J. Endod. 1983; 9:137- 142
19. Soares I. Goldberg F. Endodoncia técnica y fundamentos. Argentina 2005. pp 127- 129.
20. [www.carlosboveda.com/odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado\\_11.htm](http://www.carlosboveda.com/odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_11.htm)
21. Merida H. Díaz M. Estudio con microscopio electrónico de barrido de la acción desinfectante de 10 diferentes irrigantes sobre los conductos dentinarios. V Interamerican Electron Microscopy Congress, 1999. Porlamar, Isla de Margarita.
22. C. Estrela, C.R.A Estrela, D.A Decurcio, A.D.B. Hollanda & J.A. Silva. Antimicrobial efficacy of ozonated wáter, gaseous ozone, sodium hypochlorite and chlorhexidine in infected human root canals. International Endodontic Journal, 40,85-93,2007.
23. L.W.M. van der Sluis, M-K. Wu & P.R. Wesselink. The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from human root canals prepared using instruments of varying taper. International Endodontic Journal, 38, 764- 768, 2005

24. A. Erdemir, A. U. Eldeniz, H. Ari, S. Belli & T. Esener. The influence of irrigating solutions on the accuracy of the electronic apex locator facility in the Tri Auto ZX handpiece. *International Endodontic Journal*, 40, 391-397, 2007.
25. Cameron JA. The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: a scanning electron microscope evaluation. *J. Endod* 1987; 13: 541- 144.
26. [www.carlosboveda.com/odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado\\_25.htm](http://www.carlosboveda.com/odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_25.htm)
27. <http://es.wikipedia.org/wiki/aguadestilada>
28. [http://www.intramed.net/actualidad/art\\_1.asp?nomCat=Articulos&IDactualidad=37980](http://www.intramed.net/actualidad/art_1.asp?nomCat=Articulos&IDactualidad=37980)
29. Cohen S. Hargreaves. K. *Pathways of the pulp*. Ninth edition. Canada. Ed. Mosby 2006. pp 318-326.
30. L.W.M. van der Sluis, M. K. Wu & P. R. Wesselink. The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized Groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. *International Endodontic Journal*, 40, 52- 57, 2007.
31. A.U. Eldeniz, F. Ozer, H.H. Hadimli & O. Erganis. Bactericidal efficacy of Er, Cr: YSGG laser irradiation against *Enterococcus faecalis* compared with NaOCl irrigation: an ex vivo pilot study. *International Endodontic Journal*, 40, 112-119, 2007



32. C.E. Radcliffe, L. Potouridou, R. Qureshi, N. Habahbeh, A. Qualtrough, H. Worthington. Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*.
33. V.B. Berber, B.P.F.A Gomes, N.T. Sena, M.E. Vianna, C.C.R. Ferraz, A.A. Zaia & F.J. Souza- Filho. Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root Canals and dentinal tubules. International Endodontic Journal, 39, 10-17, 2006.
34. Lindhe J. Periodontología clínica e implantología odontológica. 3ª edición. España. Panamericana 2003. pp 480-489.
35. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s1138-123x2005000400007&lng=pt&nrm=](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1138-123x2005000400007&lng=pt&nrm=)
36. T. Lambrianidis, E. Kostj, C. Boutsoukis & M. Mazinis. Removal efficacy of various calcium hydroxide/ chlorhexidine medicaments from the root canal. International Endodontic Journal, 39, 55-61, 2006.
37. Jeanson MJ. White RR. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. J. Endod. 1994;20: 276- 279

38. S. Rahman, J.M. Whitworth & P. M. H. Dummer. Carisolv™: an alternative to NaOCl in immature root Canals? *International Endodontic Journal*, 38, 448- 455, 2005.
39. P. F. A. Gomes, S. F. C. Souza, C. C. R. Ferraz, F. B. Teixeira, A. a. Zaia, L. Valdrighi & F. J. Souza- Filho. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine *in vitro*.
40. L.A. Okino, E. L. Siqueira, M. Santos, A.C. Bombana & J.A.P.Figuereido. Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. *International Endodontic Journal*, 37, 38-41, 2004.
41. N.T. Sena, B.P.F. Gomes, M.E. Vianna, V.B. Berber, A.A. Zaina, C.C.R Ferraz & F.J. Souza-Filho. *In vitro* antimicrobial activity of sodium hypochlorite and chlorhexidine against selected single-species biofilms. *International Endodontic Journal*, 39, 878-885,2006.
42. L.W.M. van der Sluis, G. Gambarini, M.K. Wu & P.R. Wesselink. The influence of volumen, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *International Endodontic Journal*, 39, 472-476,2006.
43. M.E. Vianna, H.P. Horz, B.P.F.A. Gomes & G. Conrads. *In vivo* evaluation of microbial reduction after chemo-mechanical preparation of human root Canals containing necrotic pulp tissue. *International Endodontic Journal*, 39, 484-492, 2006.

44. G. De- Deus, S. Paciornik & M. H. P. Mauricio. Evaluation of the effect of EDTA, EDTAC and citric acid on the microhardness of the root dentine. *International Endodontic Journal*, 39, 401-407, 2006.